



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Die Effizienz von Mathematik-Brückenkursen an der  
Fachhochschule Technikum Wien

Verfasserin

Carina Anna Heiss

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat)

Wien, im Juni 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 190 423 406

Studienrichtung lt. Studienblatt: Unterrichtsfach Chemie, Unterrichtsfach Mathematik

Betreuer: Univ. Doz. Dr. Franz Embacher



## Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle herzlichst bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Univ. Doz. Dr. Franz Embacher bedanken. Er hat mich nicht nur während der Erstellung dieser Arbeit äußerst engagiert und mit größter Geduld betreut, sondern ermöglichte mir auch die Teilnahme an der khdm – Konferenz in Paderborn.

Weiters möchte ich mich bei Dipl. - Ing. Mag. Gerd Krizek und FH-Prof. Dipl. – Ing. Mag. Emil Simeonov stellvertretend für alle Mitarbeiter der Fachhochschule Technikum Wien bedanken, die mich bei meinem Forschungsprozess unterstützt haben.

Ich möchte meinen Familien danken, die mich während meines ganzen Studiums begleitet haben. An dieser Stelle möchte ich vor allem meiner Schwester Bernadette danken, ohne sie wäre der organisatorische Abschluss meines Studiums gar nicht möglich gewesen. Ich bin dankbar für die Erfahrungen, die ich an der Universität Wien sammeln durfte und für die Freundschaften, die geschlossen wurden und hoffentlich noch lange währen.

Zuletzt möchte ich meinem Ehemann Michael danken. Ohne ihn hätte ich dieses Studium vermutlich nicht begonnen, aber ganz sicher nicht zu Ende geführt. Danke, dass du in all den Jahren nicht müde wurdest mich zum Weitermachen zu motivieren und an mich zu glauben.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abstract</b>	<b>6</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>7</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>2. Brückenkurse</b>	<b>9</b>
<b>3. Warm-Up-Kurse an der Fachhochschule Technikum Wien</b>	<b>11</b>
3.1. Die Fachhochschule Technikum Wien . . . . .	11
3.2. Die Warm-Up-Kurse . . . . .	11
3.3. Inhalte der Mathematik-Warm-Up-Kurse . . . . .	13
<b>4. Warm-Up-Kurse in den Jahren 2008 - 2011</b>	<b>14</b>
4.1. Probleme . . . . .	14
4.2. Studierende in den Warm-Up-Kursen der Jahre 2008 - 2011 . . . . .	15
4.2.1. Verteilung der Geschlechter . . . . .	15
4.2.2. Studiengänge . . . . .	17
4.2.3. Bildungsverläufe . . . . .	19
4.3. Reihungstest Mathematik und Mathematiknote . . . . .	24
4.4. Zwillingsanalyse . . . . .	30
4.4.1. Anwesend vs. Nicht-Anwesend . . . . .	30
4.4.2. Anwesenheit von mindestens 80 Prozent . . . . .	32
4.5. Fazit . . . . .	34
<b>5. 2012 - ein datengestützter Reflexionsprozess</b>	<b>35</b>
5.1. Gestaltung der Tests . . . . .	35
5.2. Persönliche Daten der Studierenden . . . . .	36
5.2.1. Studiengänge . . . . .	36
5.2.2. Verteilung der Geschlechter . . . . .	38
5.2.3. Bildungsverläufe und Berufstätigkeit . . . . .	39
5.3. Testergebnisse . . . . .	41
5.3.1. Testergebnisse und Geschlecht . . . . .	43
5.3.2. Testergebnisse und Vorbildung . . . . .	45
5.3.3. Testergebnisse und Jahr des Schulabschlusses . . . . .	46
5.3.4. Testergebnisse und Berufstätigkeit . . . . .	47

5.3.5.	Testergebnisse der einzelnen Kurse im Vergleich . . . . .	49
5.3.6.	Vergleich der Vormittags- und Abendkurse . . . . .	51
5.4.	Der Reflexionsprozess . . . . .	53
5.4.1.	Leicht umzusetzende Vorschläge . . . . .	54
5.4.2.	Moderat schwierig umzusetzende Vorschläge . . . . .	56
5.4.3.	Schwierig umzusetzende Vorschläge . . . . .	57
<b>6.</b>	<b>Conclusio</b>	<b>58</b>
	<b>Literatur</b>	<b>59</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>61</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>63</b>
	<b>Anhang</b>	<b>64</b>
I.	Weitere Abbildungen . . . . .	64
I.a.	Überblicksabbildungen für die Jahre 2008, 2010 und 2011 . . . . .	64
I.b.	Histogramme Reihungstests . . . . .	66
I.c.	Histogramme Mathematiknoten . . . . .	71
I.d.	Leistungszuwachs . . . . .	77
II.	Anfangs- und Endtest . . . . .	78
III.	Portfolio . . . . .	90
IV.	Curriculum Vitae . . . . .	96

## **Abstract**

In this thesis the bridging-courses, called „Warm-Up“ at the University of Applied sciences of Vienna are studied empirically with respect to their effectiveness, based on the data of 2008, 2010 and 2011. The results of math exams are correlated with the mathematical qualifications and the attendance of the bridging-course. This was also analysed with a matched-pair study.

In 2012 questionnaires were developed and conducted to measure the efficiency of the bridging-courses and to identify other factors of influence. The results were discussed with the lecturers to develop measures to further improve the quality of the bridging-courses. These were proposed to the university, pending implementation in the following years.

This study shows that the bridging-courses have a positive effect on the grades of the math-exam after the first semester and lead to an improvement of mathematical proficiency. Since an increase in efficiency is desirable, the university should undertake further scientific reviews.

## Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden Warm-Up-Kurse an der Fachhochschule Technikum Wien in Bezug auf ihre Wirksamkeit, anhand von Daten der Kurse aus den Jahren 2008, 2010 und 2011 empirisch untersucht und ausgewertet. Hierbei wurden die Ergebnisse der Mathematikprüfung in Beziehung zur mathematischen Vorbildung und zu dem Besuch der Warm-Up-Kurse gesetzt, unter anderem auch mit einer Zwillingsstudie.

Für das Jahr 2012 wurden im Hinblick auf diese Analyse anonymisierte Anfangs- und Endtests entwickelt und durchgeführt, um einerseits den Leistungszuwachs zu messen und andererseits verschiedene Einflüsse auf diesen genauer zu untersuchen. Im Anschluss daran wurde auf Basis dieser Daten mit den Lehrenden eine Reflexionssitzung durchgeführt, mit dem Ziel, Maßnahmen zu entwickeln, die dazu beitragen sollen, die Warm-Up-Kurse kontinuierlich zu verbessern. Der Fachhochschule Technikum Wien wurden Verbesserungsvorschläge übermittelt, die in den folgenden Jahren so weit wie möglich umgesetzt werden sollen.

Es zeigte sich, dass die Warm-Up-Kurse einen positiven Einfluss auf die Mathematiknote haben, bzw. maßgeblich zur Verbesserung der mathematischen Fähigkeiten beitragen. Da ein noch stärkerer Effekt wünschenswert ist, werden die Mitarbeiter der Fachhochschule Technikum Wien dazu angehalten, weitere Untersuchungen zu nutzen, um die Effektivität der Warm-Up-Kurse weiter zu steigern.

# 1. Einleitung

Unsere Bildungslaufbahn ist von Übergängen geprägt. Als Kleinkinder beginnen wir diese Laufbahn im Kindergarten und mit ungefähr sechs Jahren beginnt der „Ernst des Lebens“, die Volksschule. Danach wird eine Sekundarschule besucht, in Österreich üblicherweise eine Neue Mittelschule oder ein Gymnasium. Für einige endet das Verweilen im Österreichischen Bildungssystem nach dem neunten Schuljahr und dem Besuch einer Polytechnischen Schule, andere verbleiben acht Jahre in einem Gymnasium, wieder andere entschließen sich nach der Sekundarstufe I für eine Berufsbildende Höhere Schule. Die österreichische Bildungslandschaft ist vielschichtig und bietet viele Möglichkeiten.

Trotzdem liegt in diesen Bildungseinrichtungen (auch in den berufsbildenden höheren Schulen) ein großes Augenmerk auf Allgemeinbildung. Das ändert sich beim Übertritt in den tertiären Bildungssektor schlagartig. Nun steht das Interesse des Studierenden im Mittelpunkt, viele hoffen sich mithilfe eines (Fach-)Hochschulstudiums ihren Berufstraum erfüllen zu können. Umso erschütternder ist es für viele Studierende, sich mit den Anforderungen eines solchen Studiums konfrontiert zu sehen. Viele erreichen ihre Karriereträume nicht, weil sie in der Eingangsphase ihres Studiums scheitern.

An dieser Stelle setzen Brückenkurse an. Diese sollen den Übertritt in eine tertiäre Bildungseinrichtung insofern erleichtern, als dass die Studierenden (teilweise noch vor dem eigentlichen Beginn) auf das Studium und die wartenden Anforderungen vorbereitet werden. Diese Diplomarbeit soll sich mit verschiedenen Brückenkursmodellen auseinandersetzen, den Einfluss der Brückenkurse an der Fachhochschule Technikum Wien auf den weiteren Studienverlauf untersuchen und einen Versuch wagen, diese durch einen datengestützten Reflexionsprozess zu verbessern.

## 2. Brückenkurse

Brückenkurse sind Kurse, die Studierenden einen einfacheren Start in ihr gewähltes Studium ermöglichen sollen. Solche Kurse werden mittlerweile an den meisten Universitäten und Fachhochschulen für unterschiedlichste Studienrichtungen angeboten. Das Ziel ist es, mögliche auftretende Defizite aufzuzeigen und wenn möglich noch vor dem Start des Studiums, spätestens aber bis zu den ersten Prüfungen, auszugleichen. Solche Brückenkurse erfreuen sich im deutschsprachigen Raum unterschiedlicher Beliebtheit und werden, unter verschiedenen Namen wie z. B. „Vorkurse“, „Brückenkurse“, „Warm-Up-Kurse“, „Workshops“, mit unterschiedlichen Unterrichtskonzepten, angeboten.

Diese verschiedenen Konzepte, die Erfahrungen, Stärken, Schwächen und teils wissenschaftlichen Untersuchungen dieser Kurse wurden bei nun zwei stattgefundenen mehrtägigen fach einschlägigen Tagungen<sup>1</sup> in Deutschland in den Jahren 2011 und 2013 vorgestellt, diskutiert und reflektiert.

Brückenkurse sind im deutschsprachigen Raum keine neue Entwicklung. Obwohl es bereits seit dem Jahr 1983 an der Hochschule Esslingen einen „Kompaktkurs Elementare Mathematik“ gibt [1], kam es erst in den letzten Jahren zu einem regelrechten Boom der Brückenkurse. Biehler et. al [2] nennen dafür zwei Gründe: einerseits ein „zunehmendes Heterogenitätsproblem“, da es z. B. auch ohne Matura möglich ist eine Studienberechtigung zu erhalten und andererseits haben sich die mathematischen Inhalte und Anforderungen geändert.

Auch in Österreich wird mit der zentralen Reifeprüfung ein Weg zu kompetenzorientierterem Unterricht eingeschlagen, jedoch führen diese Änderungen in den meisten Fällen zu einer Reduktion im Stoffumfang, vor allem im Bereich der Analysis und der Methodenkompetenz, wie auch Schoening und Wulfert aufzeigen [3]. Ebenso wird ab dem Maturatermin 2018 die Verwendung eines Computeralgebrasystems verpflichtend bei der zentralen schriftlichen Reifeprüfung in Österreich vorgeschrieben, jedoch ist es in vielen Studiengängen an den meisten Hochschulen üblich, keinen oder nur einen sehr einfachen Taschenrechner zu benutzen. Leidtragende sind in diesem Prozess natürlich die Studienbeginnenden, wie es Abel und Weber auf den Punkt bringen [1]. Auch Biehler et al. [2] stellen ein derartiges Problem fest und fordern, dass Hochschulen einen Weg finden müssen, an die Schule anzuknüpfen.

Allerdings kann das Problem nicht allein in der Sekundarstufe II gesucht werden und die Änderung zur kompetenzorientierten zentralen Reifeprüfung für die Kluft zwischen

---

<sup>1</sup><https://www.khdm.de>

Schule und Hochschule verantwortlich gemacht werden, da sich die Brückenkurscommunity im deutschsprachigen Raum einig ist, dass die größten Defizite der StudienanfängerInnen in der Sekundarstufe I liegen [2]. Es ist jedoch selbstverständlich, dass Termumformungen und das Lösen von Gleichungen in einem Studium des MINT<sup>2</sup>-Bereichs eine große Rolle spielen.

Den Hauptzweck der Brückenkurse stellt natürlich der Ausgleich der mathematischen Defizite am Niveau der Sekundarstufe I und II dar, jedoch verhelfen sie den Studierenden auch dazu, sich selbst besser einzuschätzen und erste Erfahrungen an der Hochschule zu sammeln. Die soziale Funktion der Brückenkurse darf nicht unterschätzt werden, da sich die Studierenden bereits vor Beginn des Studiums kennenlernen und austauschen können. Meist finden in diesem Rahmen auch weitere Einführungs- und Informationsveranstaltungen statt, um den Studierenden den Übergang zur Hochschule zu erleichtern.

In Deutschland ist das Projekt VEMINT<sup>3</sup> bereits weit verbreitet, das aus dem „Multi-mediavorkurs Mathematik“ hervorging und nun an einigen deutschen Universitäten und Fachhochschulen eingesetzt wird, unter anderem in Kassel, Paderborn, Darmstadt und Lüneburg. Hierbei werden Lernszenarien kreiert, die eine Kombination aus selbstverantwortlichem Lernen und der externen Lenkung durch Lehrende vorsehen. In Kassel ist es möglich, zwischen einer Präsenzveranstaltung und einer E-Learning-Variante zu wählen. In einer groß angelegten Untersuchung zeigen beide Kurse ähnliche Ergebnisse [4].

---

<sup>2</sup>Mathematik-Informatik-Naturwissenschaften-Technik

<sup>3</sup>Virtuelles Eingangstutorium Mathematik Informatik Naturwissenschaften Technik

## **3. Warm-Up-Kurse an der Fachhochschule Technikum Wien**

### **3.1. Die Fachhochschule Technikum Wien**

Die Fachhochschule Technikum Wien im 20. Wiener Gemeindebezirk ist die größte rein technische Fachhochschule in Österreich. Die Fachhochschule bietet 16 Bachelorstudiengänge und 20 Masterstudiengänge an (Stand 2015), die, je nach Studiengang, als Vollzeitstudium, berufsbegleitendes Studium oder Fernstudium gewählt werden können. Die verschiedenen Studiengänge haben alle eine technische Komponente, diversifizieren sich aber in verschiedene Bereiche z. B. Erneuerbare Energien, Embedded Systems, aber auch Basistechnologien wie zum Beispiel im Bereich der Telekommunikation. Da es sich ausschließlich um technisch/wirtschaftliche Studiengänge handelt, ist die Mathematik als Hilfswissenschaft unumstritten wichtig.

### **3.2. Die Warm-Up-Kurse**

Wie viele andere tertiäre Bildungseinrichtungen hat auch die Fachhochschule Technikum Wien eine hohe Drop-out-Rate der Studierenden zu verzeichnen. Um diesem Umstand entgegen zu wirken, bietet die Fachhochschule Technikum Wien seit einigen Jahren Brückenkurse, so genannte Warm-Up-Kurse, in den Fächern Mathematik, Physik und Informatik (mit Schwerpunkt auf Programmieren) an, um einen Mindestlevel an Kenntnissen und Fertigkeiten der Studierenden zu erzielen.

In Kapitel 4 wird der Zusammenhang zwischen dem Besuch der Mathematik-Warm-up-Kurse und dem Abschneiden bei der Mathematik-Prüfung nach dem 1. Semester untersucht, in der Annahme, dass sich das Abschneiden bei dieser Prüfung direkt auf die Drop-out-Rate auswirkt. Wie auch Schoening und Wulfert beschreiben [3], sind gerade die Mathematikleistungen sehr oft ein Grund für den Abbruch des Studiums in den ersten Semestern. Hierbei handelt es sich einerseits um Probleme im Fach Mathematik, andererseits auch beim Einsatz von mathematischen Techniken in anderen Fächern. So brechen an der Fachhochschule Brandenburg die meisten Studierenden während des ersten Semesters ihr Studium ab, wobei aus Interviews hervorging, dass die Mathematik in dieser Entscheidung eine wichtige Rolle spielte. Dies liegt daran, dass die eigenen Mathematikkenntnisse überschätzt, aber gleichzeitig die Relevanz der Mathematik für das Studium unterschätzt wurde. Die Annahme der Korrelation schlechter Prüfungsergebnisse mit der Drop-out-Rate scheint also gerechtfertigt.

Die Studienbeginnenden melden sich prinzipiell freiwillig für die Warm-Up-Kurse an, wobei verschiedene Studiengänge für die Warm-Up-Kurse unterschiedlich stark werben. Manche Studiengangsleiter empfehlen die Teilnahme am Warm-Up-Kurse je nach erreichten Punkten bei der Aufnahmeprüfung, andere Studierende erfahren nur durch Zufall von den Kursen.

Die Warm-Up-Kurse werden geblockt in den Wochen vor Studienbeginn durchgeführt, manche reichen noch in die Einführungsveranstaltungen hinein. Die Mathematik-Warm-up-Kurse dauern vier Wochen, jene für Physik und Informatik kürzer. Die Kurse werden sowohl vormittags als auch nachmittags angeboten, sie richten sich jeweils an Vollzeitstudierende bzw. berufstätige Studierenden. Die Teilnahme an den Warm-Up-Kursen ist freiwillig, jedoch sind die Studierenden für bestimmte Kurse angemeldet und ihre Anwesenheit wird mittels Anwesenheitslisten registriert. Pro Kurs sind zwischen 15 und 45 Studierende angemeldet, von denen aber nur ein Bruchteil regelmäßig an den Kursen teilnimmt.

Seit dem Jahr 2013 werden die Warm-Up-Kurse durch eine Blended-Learning-Plattform im Internet unterstützt, deren Einsatz und Effizienz in anderen Arbeiten untersucht und bewertet wird [5]. Diese Plattform soll sowohl als Nachschlagewerk (mit Verlinkungen im Internet zu z. B. [www.mathe-online.at](http://www.mathe-online.at)), als auch als Lern- und Prüfungsumgebung dienen. Studierende können ihr Wissen anhand von Aufgaben vertiefen und dieses durch automatisch generierte Tests überprüfen.

Weiters bietet die Fachhochschule Technikum Wien sogenannte Aufbaukurse im Frühjahr an, die Studierende ohne Reifeprüfung auf die Studienberechtigungsprüfungen oder Qualifikationsprüfungen vorbereiten soll, denn eine Reifeprüfung ist nicht Voraussetzung für ein Studium. Diese Prüfungen finden in den Fächern Deutsch, Mathematik, Englisch und je nach Studiengang auch in Physik statt. Die Aufbaukurse sind in der Organisation und Inhalten den Warm-Up-Kursen im Sommer sehr ähnlich und sollen ebenfalls in Zukunft durch die Blended-Learning-Plattform unterstützt werden.

In vielen anderen Brückenkursmodellen finden Vorlesungs- und Übungsphasen zeitlich und räumlich getrennt statt. Meist werden die Vorlesungen in Gruppen von bis zu mehreren hundert Studierenden abgehalten, die Übungsphasen finden in Kleingruppen, häufig mit Betreuung durch Tutoren, statt. Im Gegensatz dazu sind in den Warm-Up-Kursen an der Fachhochschule Technikum Wien die Vorlesungs- und Übungsphasen in einer einzigen Veranstaltung mit demselben Lehrenden gekoppelt. Die Phasen gehen oft fließend ineinander über bzw. können individuell auf die momentanen Anforderungen der Studierenden angepasst werden.

### 3.3. Inhalte der Mathematik-Warm-Up-Kurse

In den Warm-Up-Kursen werden teilweise Grundfertigkeiten der Sekundarstufe I wiederholt (wie z. B. das Lösen von Gleichungen, Ungleichungen und Prozentrechnung) aber auch Inhalte der Sekundarstufe II (wie z. B. Differentialrechnung) behandelt. In Gesprächen mit den Lehrenden ergab sich, dass etwa die Hälfte der Zeit in den Kursen für Inhalte der Sekundarstufe I aufgewendet werden.

Den Einfluss von fehlenden Kompetenzen im Bereich der Sekundarstufe I im späteren Gebrauch untersuchte bereits Wunderl und fand heraus, dass etwa die Hälfte der Fehler in Abiturarbeiten auf dem Kompetenzniveau der Sekundarstufe I gemacht werden [6].

Die Lerninhalte der Warm-Up-Kurse sind nur eine Empfehlung seitens der Fachhochschule, stellen aber keine Verbindlichkeit dar. Vielmehr handelt es sich um jene Inhalte, die verschiedene Fachgruppen zu Studienbeginn voraussetzen. Inwiefern diese Inhalte für das weitere Studium tatsächlich relevant sind, sei dahingestellt und wird in folgenden Kapiteln auch kritisch hinterfragt. Da seit dem Jahr 2012 Tests zur Messung des Leistungszuwachses durchgeführt werden, die diese Inhalte überprüfen, liegt natürlich allen Lehrenden daran, ebene Inhalte in ihren Kursen zu behandeln.

Im Folgenden wird eine Liste der Inhalte angeführt, die als unverbindlicher Leitfaden für die Lehrenden dient:

- Logik, Mengen, Zahlen
- Umformen von Termen (Ausmultiplizieren, Faktorisieren, Rechnen mit Brüchen, Potenzen, Logarithmen, ...)
- Gleichungen (lineare Gleichungen, Betrags-, Bruch-, quadratische, logarithmische Gleichungen und Exponentialgleichungen, inklusive Fallunterscheidungen falls nötig)
- Prozentrechnung
- Lineare Gleichungssysteme
- Ungleichungen (inklusive Fallunterscheidungen falls nötig)
- Elementare Funktionen (lineare Funktionen, Exponential- und Logarithmusfunktionen, Potenzfunktionen, Winkelfunktionen)
- Differentialrechnung

## 4. Warm-Up-Kurse in den Jahren 2008 - 2011

Ziel dieses Kapitels ist es zu untersuchen, inwiefern Warm-Up-Kurse dazu beitragen, die Studierenden bei der Vorbereitung auf die Mathematik-Prüfung am Ende des ersten Semesters zu unterstützen, bzw. die Lücke zwischen noch vorhandenem Schulwissen und dem von der Fachhochschule vorausgesetzten Wissen zu schließen. Hierzu wurden einerseits die Anwesenheitslisten der Jahre 2008 - 2011 ausgewertet und andererseits die Daten der Studierenden bezüglich ihrer Noten nach dem ersten Semester herangezogen. Da die Anwesenheitslisten handschriftlich geführt wurden, stellte die Zuordnung der Daten eine große organisatorische Herausforderung dar. Weiters wurden die Studierenden hinsichtlich ihrer Vorbildung, dem Jahr ihres Schulabschlusses und ihrer Punkte beim Reihungstest verglichen.

Im Folgenden werden allerdings nur die Daten der Jahre 2008, 2010 und 2011 näher untersucht, da aus dem Jahr 2009 nur Anmelde Listen für die Warm-Up-Kurse vorliegen, nicht jedoch die Häufigkeit der Anwesenheit. Wie aber in den anderen Jahren ersichtlich ist, spielt diese Variable eine wichtige Rolle für die Ergebnisse, daher wurde dieses Jahr von der Auswertung ausgenommen.

### 4.1. Probleme

Wie bereits eingangs erwähnt, können die Daten aus dem Jahr 2009 nicht in die Untersuchung einbezogen werden, da aus diesem Jahr nur ungenügend Daten vorliegen. Weiters kann diese Untersuchung keinen Anspruch auf Vollständigkeit stellen, da in vielen Fällen Studierende aus verschiedenen Gründen nicht in der Datenbank aufscheinen. Zum einen gibt es Studierende, die an den Warm-Up-Kursen teilnahmen, aber bereits während des ersten Semesters das Studium an der Fachhochschule beendeten. Zum anderen können Studierende, die bereits eine einschlägige HTBLA<sup>4</sup> besuchten, im 3. Semester des Bachelorstudiums einsteigen und müssen somit die zu Vergleichszwecken herangezogene Mathematikprüfung nach dem ersten Semester nicht ablegen. Weiters wurden die Anwesenheitslisten handschriftlich geführt und manchmal waren die Namen bis zur Unkenntlichkeit unleserlich, sodass auch unter heranziehen vollständiger Studierendenlisten und zuständigen Personen die Namen nicht bestimmten Studierenden zuzuordnen waren.

---

<sup>4</sup>Höhere technische Bundeslehranstalt

Daher sind in der folgenden Untersuchung nur jene Studierende enthalten, die

- das Bachelorstudium mindestens bis nach dem ersten Semester aufrechterhielten,
- das Bachelorstudium regulär absolvierten, d.h. nicht im dritten Semester einstiegen und
- deren Namen eindeutig zuordenbar waren.

Weiters wurden aus nicht mehr ersichtlichen Gründen einigen Studierenden keine Punktezahl bei den Reihungstests in der Datenbank bzw. keine Mathematiknote eingetragen. Solche Studierende wurden aus einigen Untersuchungen ausgeschlossen, daher beziehen sich verschiedene Ergebnisse mitunter auf verschiedene Grundgesamtheiten.

## 4.2. Studierende in den Warm-Up-Kursen der Jahre 2008 - 2011

Aus den Jahren 2008, 2010 und 2011 liegen Daten zu insgesamt 1845 Studierenden vor, von denen insgesamt 503 die Warm-Up-Kurse besuchten. Die genauen Daten können Tabelle 1 entnommen werden.

	2008	2010	2011
Warm - Up	189	125	189
kein Warm - Up	293	489	503
gesamt	539	614	692

Tabelle 1: Verteilung der Studierenden auf die Warm-Up-Kurse

### 4.2.1. Verteilung der Geschlechter

Da die Fachhochschule Technikum Wien eine rein technische Fachhochschule ist, liegt die Zahl der männlichen Studierenden deutlich über der Zahl der weiblichen Studierenden. Gründe, warum Frauen sich deutlich seltener für ein naturwissenschaftliches oder technisches Studium entscheiden, wurde bereits in mehreren Studien untersucht und unter anderem von Bartosch und Lembens zusammengefasst [7]. Ausschlaggebend ist nicht das Umfeld der Frauen, sondern das Gefühl, in naturwissenschaftlichen und technischen Fächern nicht kompetent genug zu sein. Dies manifestiert sich meist bereits im Laufe der Pubertät in der Schule und ist daher auch entscheidend für die spätere Berufs- und Studienwahl. Der Anteil der weiblichen Studierenden betrug in diesen drei Jahren 15 - 16 %, in den Warm-Up-Kursen 16 - 24 %. In den folgenden Abbildungen 1, 2, 3 wird die

Verteilung der Geschlechter für die einzelnen Jahre wiedergegeben, im Anhang werden die Daten aller drei Jahre in einer gemeinsamen Grafik (Abbildung 46) zusammengefasst.

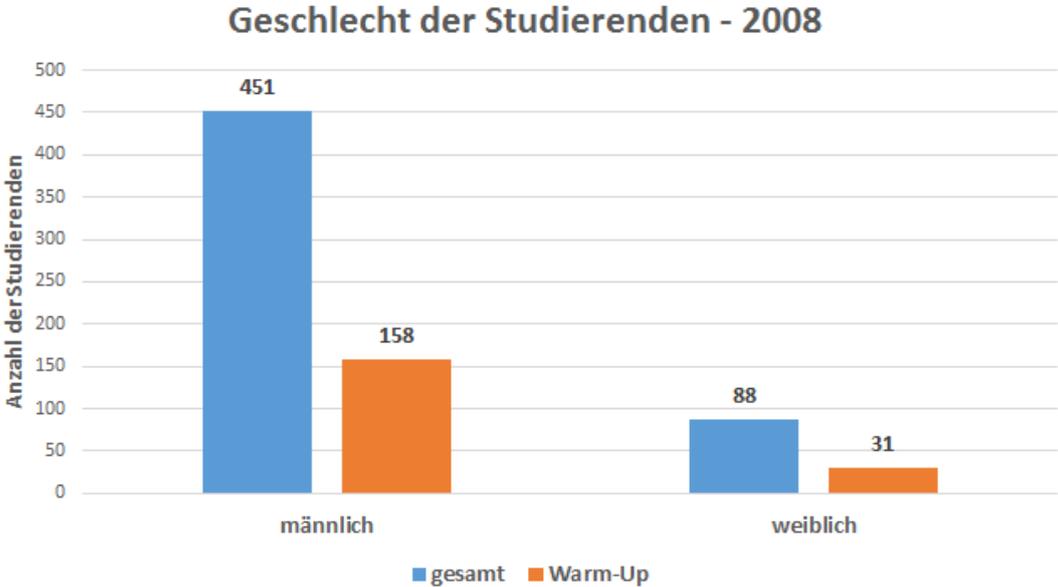


Abbildung 1: Verteilung der Geschlechter im Jahr 2008

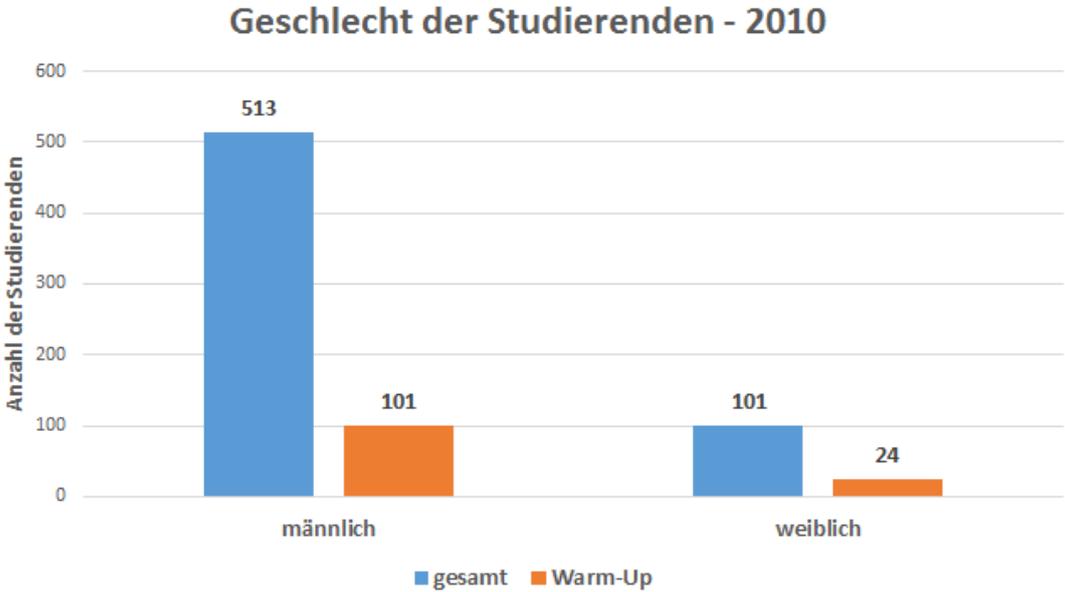


Abbildung 2: Verteilung der Geschlechter im Jahr 2010

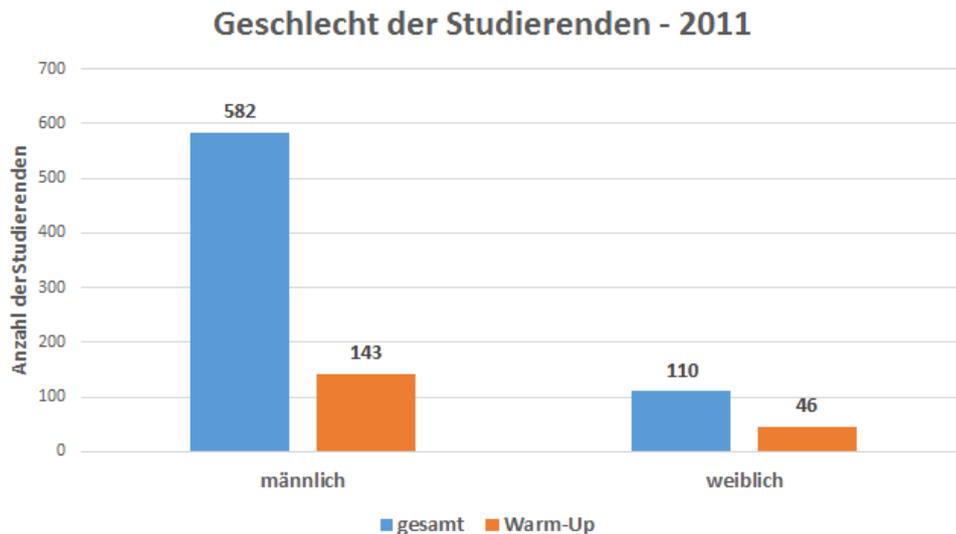


Abbildung 3: Verteilung der Geschlechter im Jahr 2011

#### 4.2.2. Studiengänge

Wie bereits in Kapitel 3.1 erwähnt, können die Studierenden aus verschiedensten Bachelorstudiengängen wählen. Da sich die Studiengänge im Laufe der Zeit veränderten, fusionierten und neue entstanden, seien in Tabelle 2 jene Abkürzungen angeführt, die in den nachfolgenden Abbildungen und Tabellen für die Jahre 2008, 2010 und 2011 verwendet werden.

BBE	Biomedical Engineering
BEE	Urbane erneuerbare Energietechnologien
BEL	Elektronik
BEW	Elektronik / Wirtschaft
BIC	Informations-und Kommunikationssysteme
BIF	Informatik / Computer Science
BIT	Informatik
BIW	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen
BMR	Mechatronik / Robotik
BST	Sports Equipment Technology
BWI	Wirtschaftsinformatik

Tabelle 2: Abkürzungen der Studiengänge

Einige Studiengänge haben einen annähernd konstanten Anteil an Studierenden, die an den Warm-Up-Kursen teilnehmen, wie „Urbane erneuerbare Energietechnologien“ oder „Informatik / Computer Science“, bei anderen Studiengängen fluktuiert der Anteil sehr stark. So nahm der Anteil der Studierenden, die am Warm-Up-Kurs teilnehmen, im

Studiengang „Elektronik und Wirtschaft“ stetig ab, im Studiengang „Sports Equipment Technology“ jedoch von etwa 14 % auf fast 30% zu. Im Jahr 2012 war der Studiengang „Sports Equipment Technology“ am geringsten vertreten, aus dem Studiengang „Informatik“, deren Anteil an Studierenden im Jahr 2011 sehr stark zurückging, war im Jahr 2012 kein einziger Student mehr vertreten (siehe dazu Abbildung 26 auf Seite 37).

Die Anteile der Studierenden der einzelnen Studiengänge werden in Tabelle 3 in Prozent gelistet. Eine Übersicht über die Jahre 2008, 2010 und 2011 zum Besuch der Warm-Up-Kurse findet sich im Anhang in Abbildung 47.

	2008	2010	2011
BBE	30,86%	7,50%	31,17%
BEE	47,73%	44,44%	55,32%
BEL	38,10%	15,63%	26,32%
BEW	28,00%	6,67%	4,11%
BIC	49,12%	11,48%	35,48%
BIF	27,27%	26,56%	35,71%
BIT	43,48%	46,88%	31,17%
BIW	45,71%	18,18%	3,70%
BMR	65,57%	29,58%	28,17%
BST	14,29%	12,73%	28,57%
BWI	1,79%	18,92%	19,47%

Tabelle 3: Anteile der Studierenden der Studiengänge in den Warm-Up-Kursen

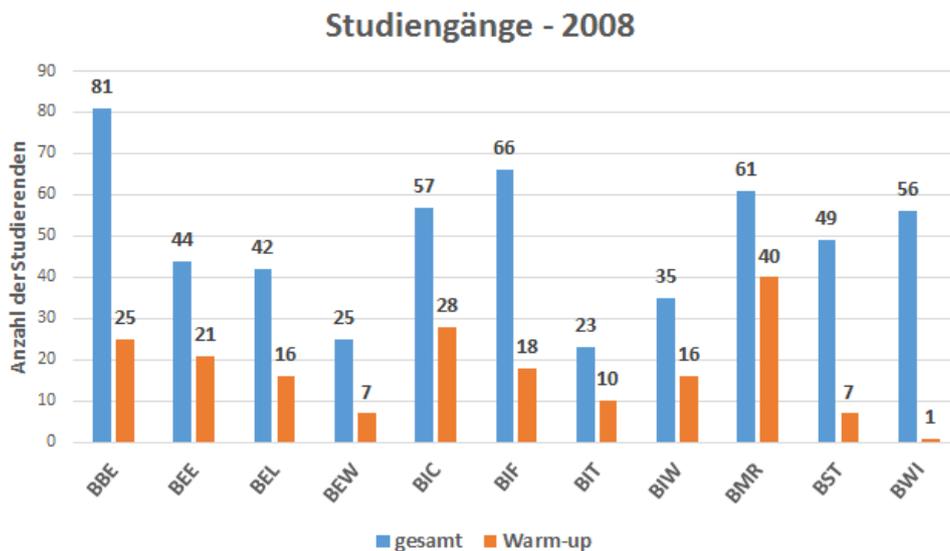


Abbildung 4: Verteilung der Studiengänge im Jahr 2008

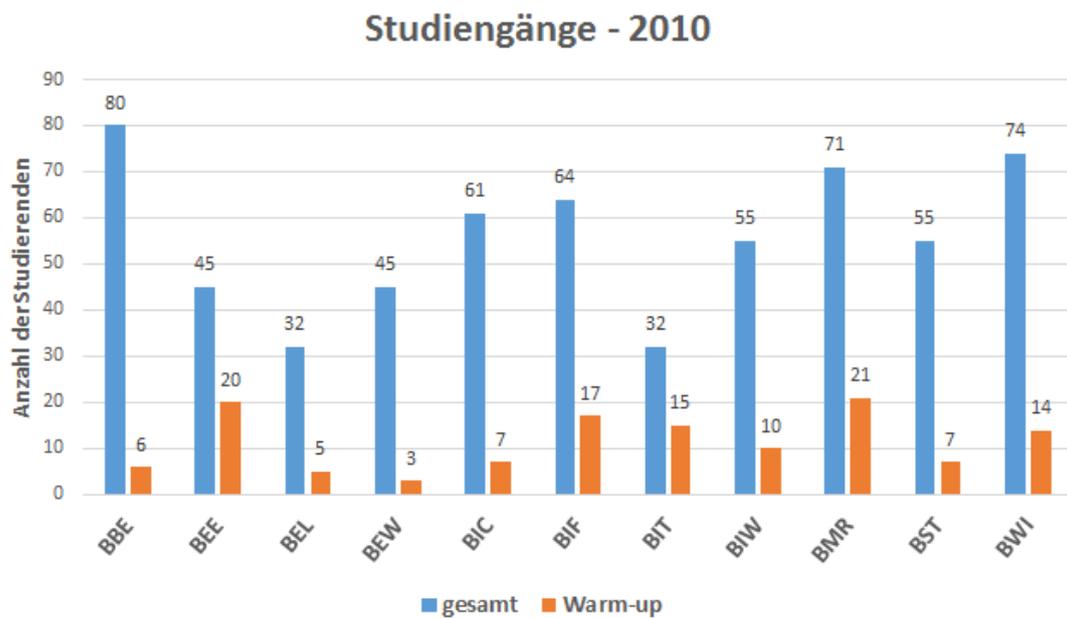


Abbildung 5: Verteilung der Studiengänge im Jahr 2010

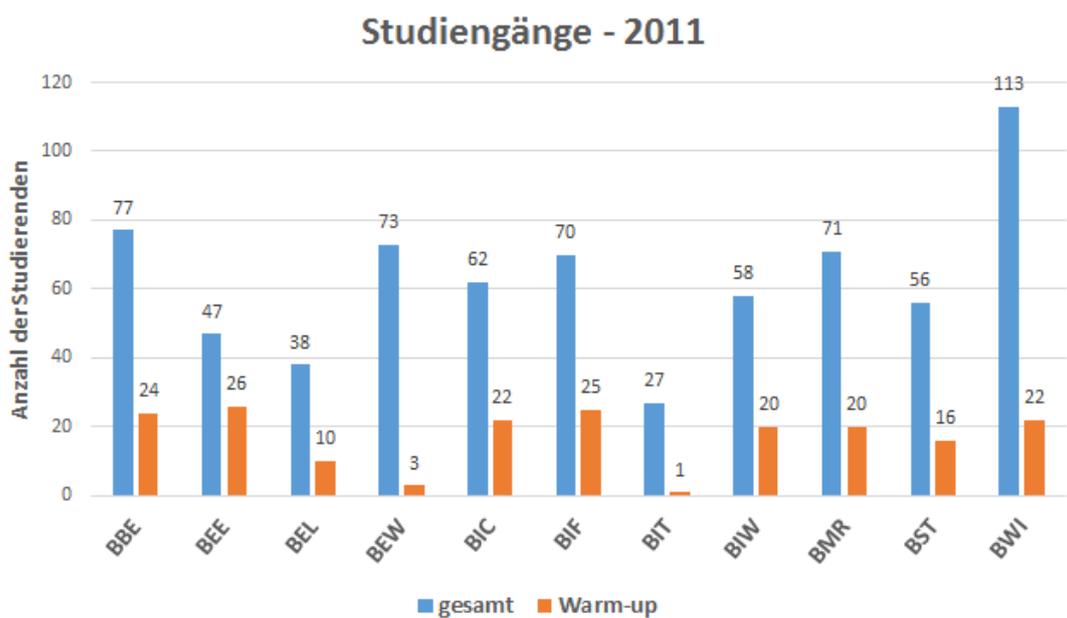


Abbildung 6: Verteilung der Studiengänge im Jahr 2011

#### 4.2.3. Bildungsverläufe

Da die Fachhochschule Technikum Wien einige berufsbegleitende Studienrichtungen anbietet und es auch die Möglichkeit eines Studiums ohne Reifeprüfung gibt, finden sich unter der Studierendengesamtheit viele sogenannte Quereinsteiger.

Als Zugangsvoraussetzungen erkennt die Fachhochschule eine Reifeprüfung, Berufsreifeprüfung oder Studienberechtigungsprüfung an. Wie in den Abbildungen 7, 8 und 9 gezeigt, legte ein Großteil der Studierenden eine Matura an einer AHS<sup>5</sup> oder einer HTBLA ab.

Mit einem facheinschlägigen Abschluss an einer HTBLA ist es sogar möglich, bereits im dritten Semesters des Bachelorstudiums einzusteigen, daher ist es für jene Studierende nicht nur wichtig die Grundlagen und den Stoff der Matura zu wiederholen, sondern sie müssen sich auch die Inhalte der ersten beiden Semester im Selbststudium aneignen.

Ein Studium an der Fachhochschule ist für viele Studierende, mit bereits einschlägiger Berufspraxis, eine Möglichkeit sich zu vertiefen, weiterzubilden oder auch einen anderen, zweiten Bildungsweg einzuschlagen. So ist es selbstverständlich, dass einige der Studierenden ihren Schulabschluss (bzw. auch Lehrabschluss, etc.) bereits vor vielen Jahren erworben haben.

Der in der Datenbank geführte Student aus den Jahren 2008, 2010 und 2011, der seine Zugangsvoraussetzung bereits am längsten erworben hatte, war männlich und legte seine Matura im Jahr 1974 an einer HTBLA ab.

Die Daten werden in den Abbildungen 10, 11, 12 und im Überblick für alle drei Jahre im Anhang in Abbildung 49 gezeigt. Natürlich macht der Anteil der Studierenden, die ihren Schulabschluss vor mehr als fünf Jahren erworben haben, nur einen Bruchteil der Gesamtheit aus, jedoch sollten von seiten der Fachhochschule Maßnahmen gesetzt werden, um diesen Studierenden den Einstieg in das Studium zu erleichtern. Der Anteil der Studierenden, die ihren Schulabschluss bereits vor längerer Zeit gemacht haben und am Warm-Up-Kurs teilnehmen, ist in fast allen Fällen höher als von denjenigen, die ihren Schulabschluss in den vorangegangenen drei Jahren machten.

---

<sup>5</sup>Allgemeinbildende Höhere Schule

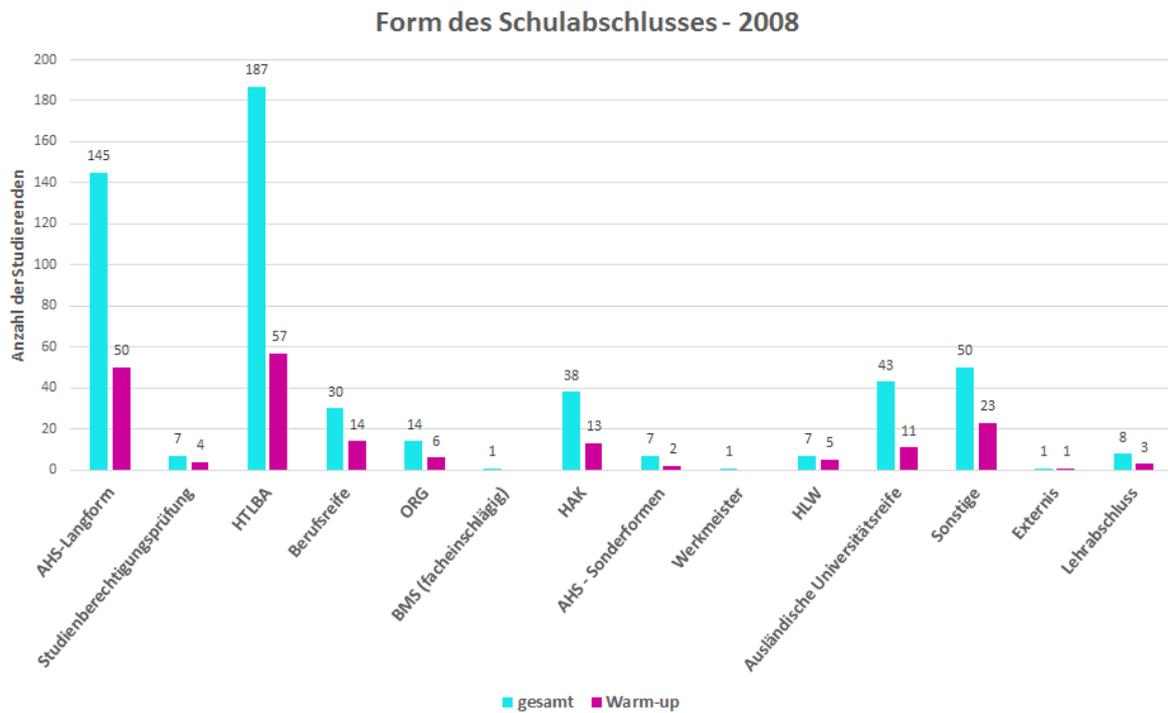


Abbildung 7: Verteilung der Schulabschlüsse der Studierenden im Jahr 2008

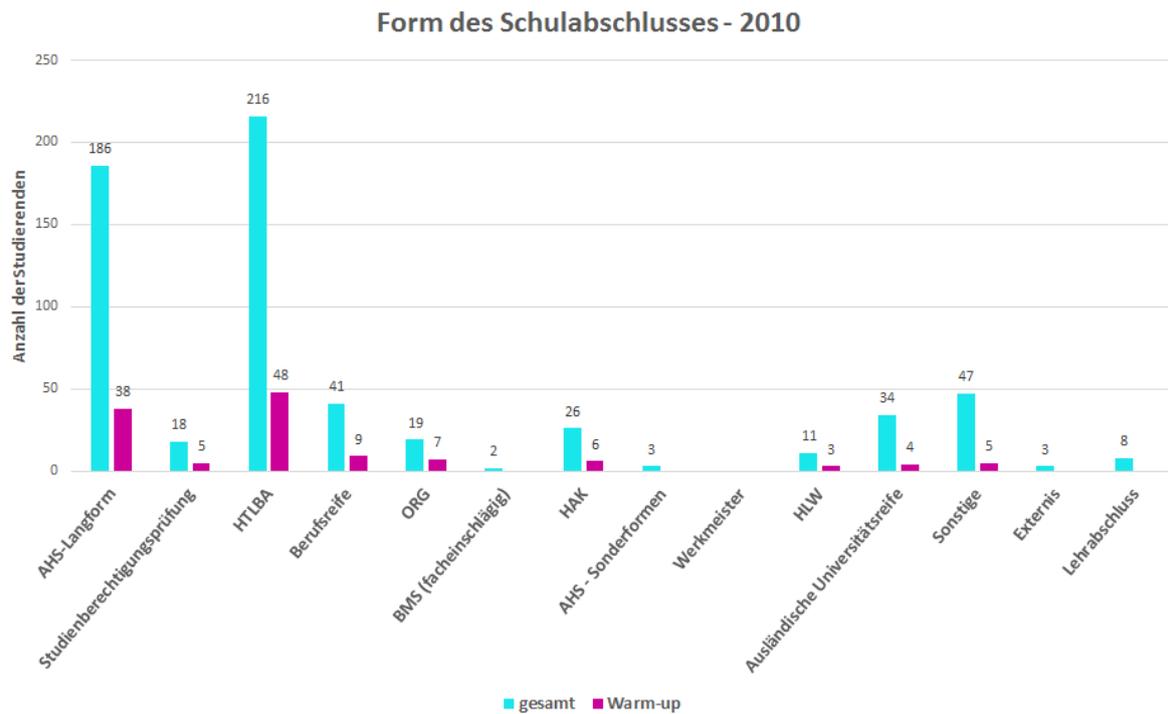


Abbildung 8: Verteilung der Schulabschlüsse der Studierenden im Jahr 2010

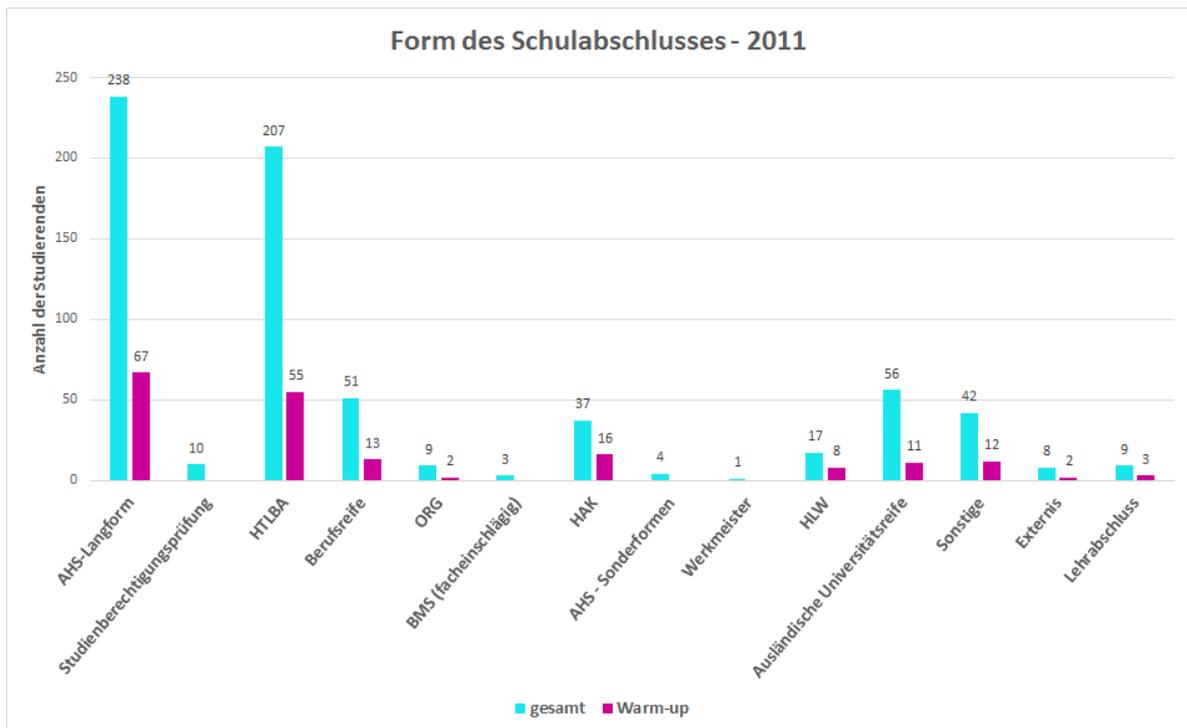


Abbildung 9: Verteilung der Schulabschlüsse der Studierenden im Jahr 2011

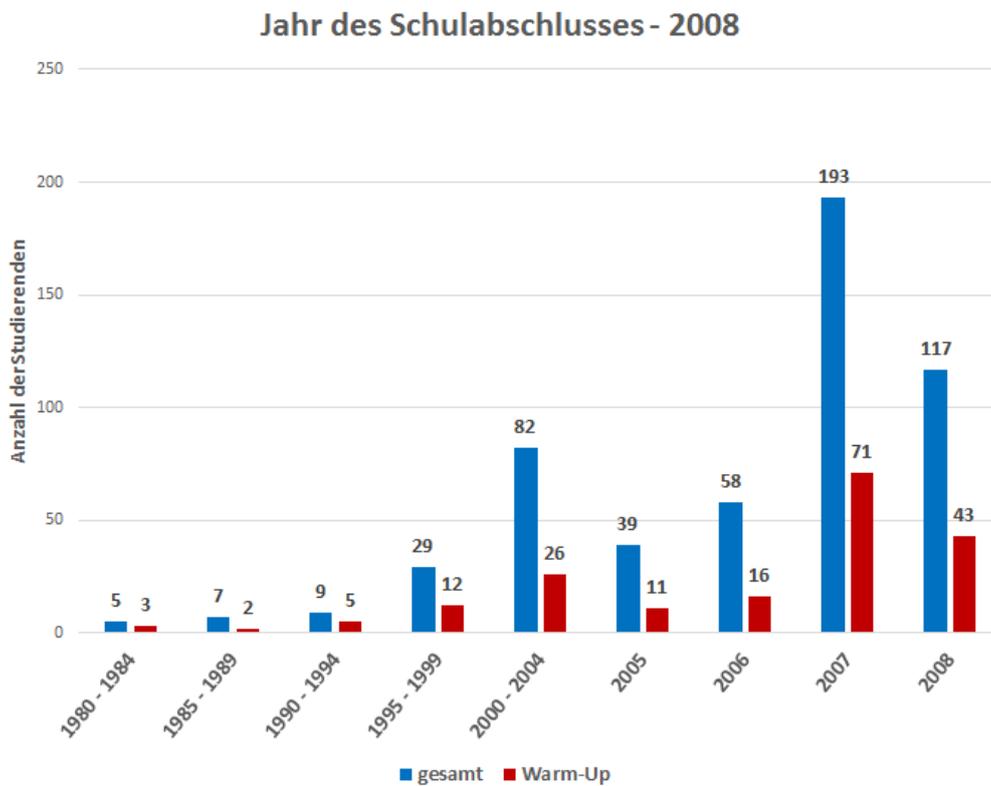


Abbildung 10: Jahr des Schulabschlusses im Jahr 2008

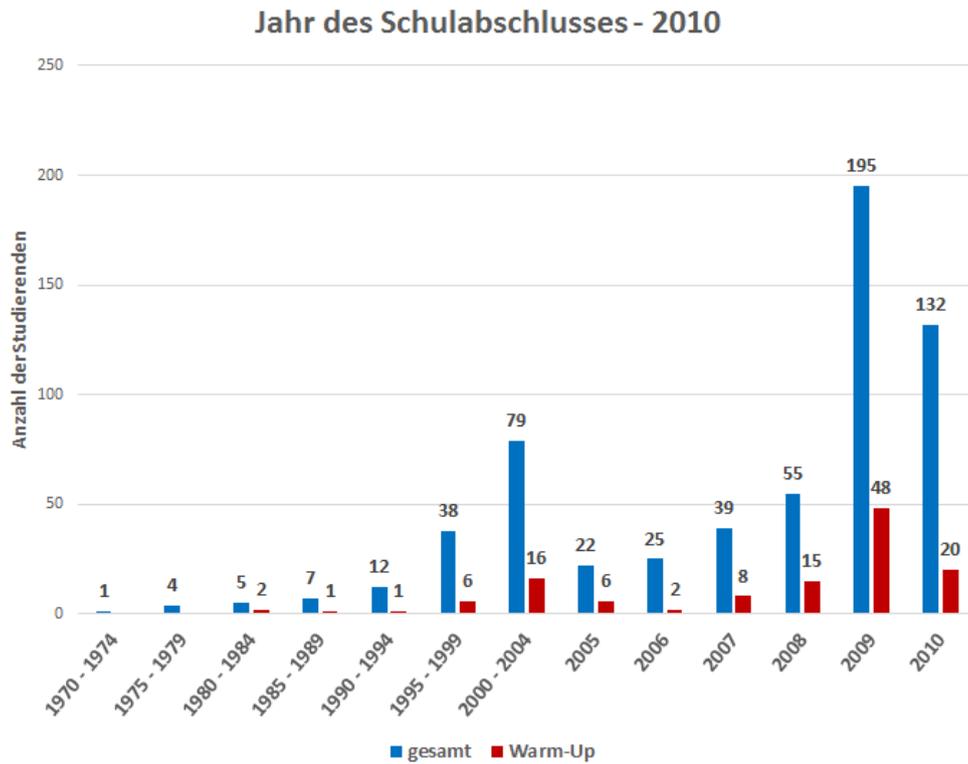


Abbildung 11: Jahr des Schulabschlusses im Jahr 2010

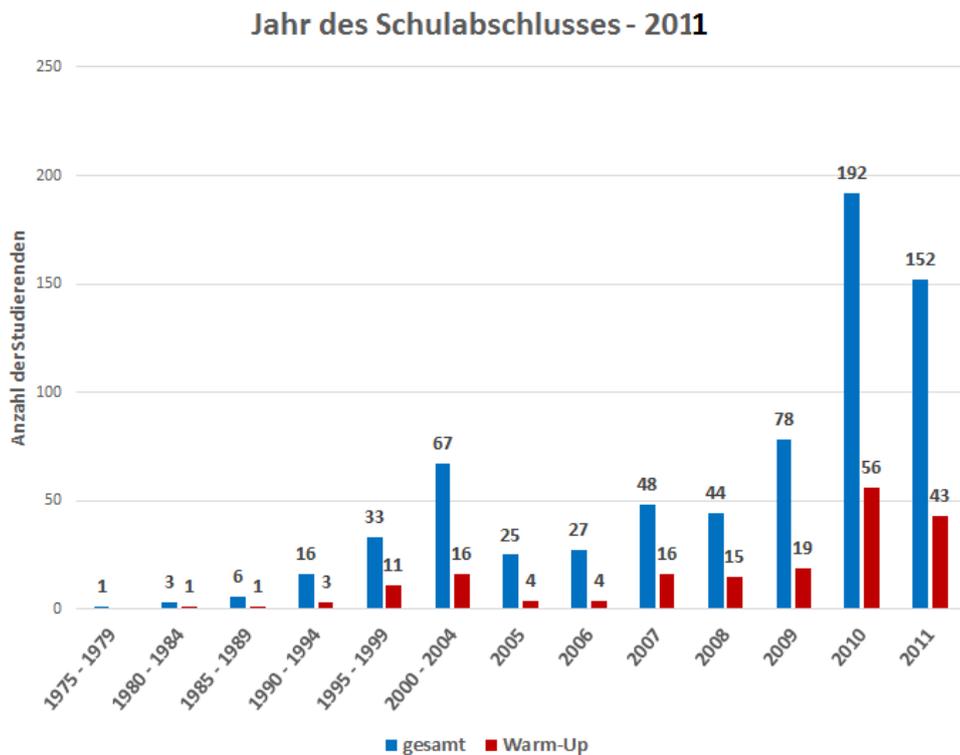


Abbildung 12: Jahr des Schulabschlusses im Jahr 2011

### 4.3. Reihungstest Mathematik und Mathematiknote

In diesem Abschnitt werden die Daten der Studierenden hinsichtlich ihrer Ergebnisse beim Reihungstest in Mathematik, als auch der Mathematiknote nach dem ersten Semester untersucht. Studierende, die an der Fachhochschule Technikum Wien aufgenommen werden möchten, müssen unter anderem eine Aufnahmeprüfung ablegen. Diese Prüfung, im Folgenden als Reihungstest bezeichnet, beinhaltet Fragen zu Mathematik, Englisch, Schlussfolgerndem Denken und Physik, wobei Physik nicht in allen Studiengängen geprüft wird. In den nachfolgenden Ausführungen wird aber immer nur auf die Punkte, die die Studierenden im Mathematikteil des Reihungstest erreichten, Bezug genommen.

Natürlich liegt die unumstrittene Hauptaufgabe der Warm-Up-Kurse darin, die Wissenslücken zu schließen, um einen besseren Einstieg in das Studium zu ermöglichen. Daher richtet sich die Einladung, die Warm-Up-Kurse zu besuchen, vermehrt an jene Studienbeginnenden, die beim Reihungstest in Mathematik eher schlecht abgeschnitten haben. Nachfolgende Abbildungen 13, 14 und 15 zeigen, dass dies in der Regel gut umgesetzt wird. Abbildung 50 im Anhang soll die Unterschiede in den einzelnen Jahre hervorheben. Weiters sind im Anhang Histogramme zur Übersicht zu finden, wie die Punkte der Reihungstests in den Jahren verteilt waren. Es zeigt sich auch hier, dass die Zielgruppe der Warm-Up-Kurse, jene Studierende die ein schwaches Ergebnis beim Reihungstest erbrachten, erreicht wird.

Um genauer untersuchen zu können, ob der Warm-Up-Kurs tendenziell von jenen Studierenden besucht wird, die beim Reihungstest schlechter abschneiden als ihre KommilitonInnen, werden Mittelwerte und Standardabweichungen verglichen. Diese sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Es ist erkennbar, dass die Mittelwerte der Reihungstestpunkte der Warm-Up-TeilnehmerInnen in den Jahren 2008 und 2011 unterhalb des Gesamtdurchschnitts und unterhalb des Durchschnitts der Nicht-TeilnehmerInnen liegt. Daraus lässt sich ableiten, dass die Warm-Up-Kurse ihre primäre Zielgruppe erreichen.

Die wichtigere Frage jedoch ist, ob die Warm-Up-Kurse auch ihren Zweck erfüllen, also die Wissenslücke schließen oder zumindest verkleinern und so dazu führen, die Drop-Out-Rate zu senken. Zunächst werden die Ergebnisse der Mathematikprüfung aller Studierenden mit denen der Warm-Up-Besucher verglichen. In den folgenden Abbildungen 16, 17 und 18 bzw. auch in den Abbildungen 60 - 71 im Anhang zeigen sich im Vergleich einige interessante Merkmale. Während gute und sehr gute Ergebnisse mit annähernd gleicher Häufigkeit auftreten, führt der Besuch der Warm-Up-Kurse zu einer signifikanten Verschiebung der schlechteren Noten in den mittleren Bereich. Laut dem Pearson'sche Korrelationskoeffizient liegt keine signifikante lineare Korrelation für die

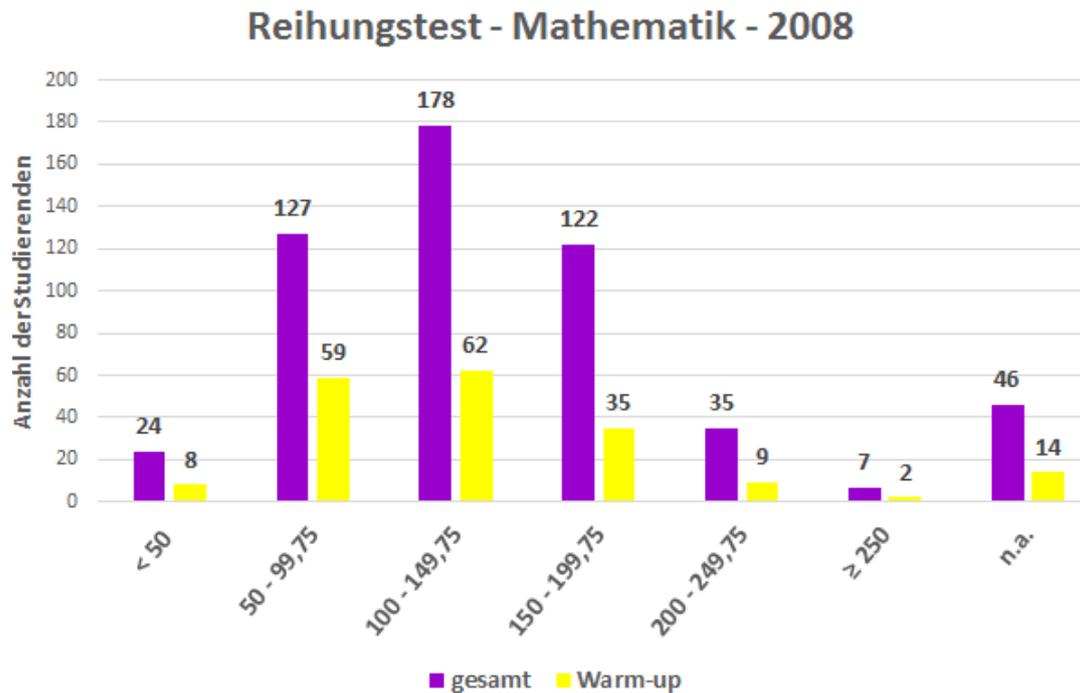


Abbildung 13: Gesamtzahl der Studierenden im Reihungstest und Warm-Up-Kurs im Jahr 2008

Jahre 2008, 2010 und 2011 vor, qualitativ ist aber eine Verschiebung in die Mitte zu beobachten.

In Tabelle 5 wird zwischen „Warm-Up-Besuch“ und „kein Warm-Up-Besuch“ unterschieden und die jeweilige Verteilung der Noten angeführt. Hierbei wurden ebenfalls die Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet, die in Tabelle 6 zu finden sind. Ein Vergleich der Mittelwerte zeigt, dass in den Jahren 2010 und 2011 die Studierenden, die an den Warm-Up-Kursen teilnahmen, im Mittel bei der Mathematikprüfung sowohl besser als die Nicht-Teilnehmenden, als auch als die Gesamtgruppe abschnitten. Lediglich im Jahr 2008 zeigten die Warm-Up-TeilnehmerInnen schlechtere Ergebnisse. Man kann also durchaus davon sprechen, dass die Warm-Up-Kurse einen positiven Effekt für die Studierenden haben. Der geringe Unterschied im Mittelwert der beiden Gruppen lässt sich durch das wesentlich höhere Auftreten ungenügender Leistungen erklären. Dies ist wiederum vermutlich der Tatsache geschuldet, dass gerade jene Studierende die Warm-Up-Kurse besuchen, die größere Schwierigkeiten mit dem Stoffgebiet haben und auch ein Besuch keine fundamentale Änderung dieses Umstandes bewirkt. Noch deutlicher wird dies, wenn die Mittelwerte jener Studierenden betrachtet werden, die mehr als 90% der Termine der Warm-Up-Kurse anwesend waren. Auch diese Daten sind Tabelle 6 zu

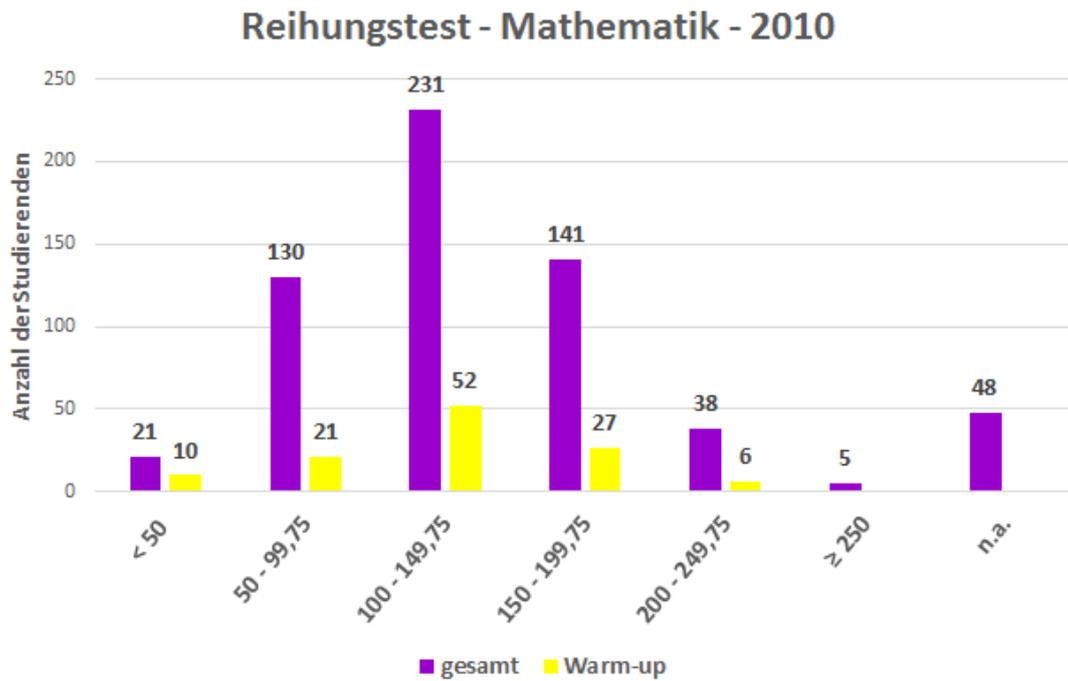


Abbildung 14: Gesamtzahl der Studierenden im Reihungstest und Warm-Up-Kurs im Jahr 2010

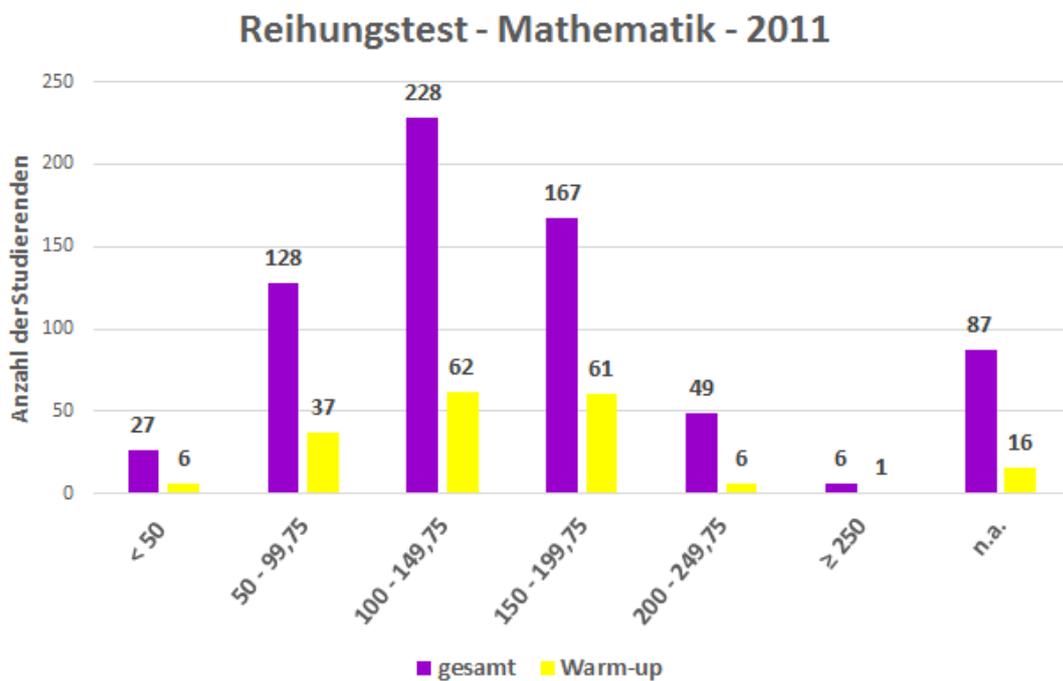


Abbildung 15: Gesamtzahl der Studierenden im Reihungstest und Warm-Up-Kurs im Jahr 2011

		gesamt	Warm-Up	kein Warm-Up
2008	Mittelwert	128,73	121,03	132,97
	Standardabweichung	50,223	47,879	51,047
	N	493	175	318
2010	Mittelwert	129,12	123,67	130,52
	Standardabweichung	46,825	44,72	47,299
	N	566	116	450
2011	Mittelwert	132,23	132,23	132,23
	Standardabweichung	48,863	43,908	50,771
	N	605	173	432

Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichungen der Reihungstests

		1	2	3	4	5
2008	Warm-Up-Besuch	24 13,3%	33 18,2%	59 32,6%	40 22,1%	25 13,8%
	kein Warm-Up-Besuch	39 13,1%	59 19,9%	92 31%	84 28,3%	23 7,7%
2010	Warm-Up-Besuch	30 25,9%	37 31,9%	28 24,1%	13 11,2%	8 6,9%
	kein Warm-Up-Besuch	108 24,4%	105 23,8%	95 21,5%	104 23,5%	30 6,8%
2011	Warm-Up-Besuch	26 18,1%	40 27,8%	38 26,4%	19 13,2%	21 14,6%
	kein Warm-Up-Besuch	56 17,6%	71 22,3%	73 23,0%	61 19,2%	57 17,9%

Tabelle 5: Verteilung der Mathematiknoten

entnehmen. Natürlich ist die Gruppe jener, die so häufig anwesend waren mit ca. 40 - 50 Studierenden deutlich kleiner, jedoch ergibt sich für die Jahre 2010 und 2011 ein noch größerer Unterschied zu der Gruppe der Nicht-Teilnehmenden.

Auch wenn der Pearson'sche Korrelationskoeffizient keine lineare Korrelation zwischen Anwesenheit in den Warm-Up-Kursen und Mathematiknote angibt, so kann anhand der Mittelwerte davon ausgegangen werden, dass sich die Warm-Up-Kurse positiv auf die spätere Mathematiknote auswirken.

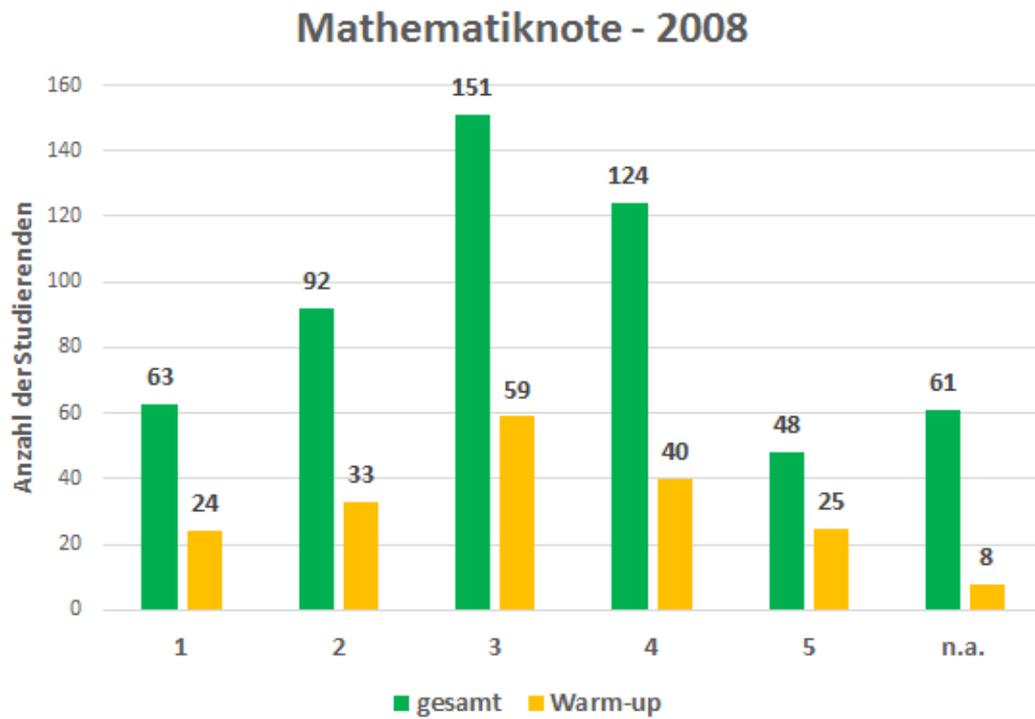


Abbildung 16: Mathematiknoten der Studierenden und Warm-Up-Kurs im Jahr 2008

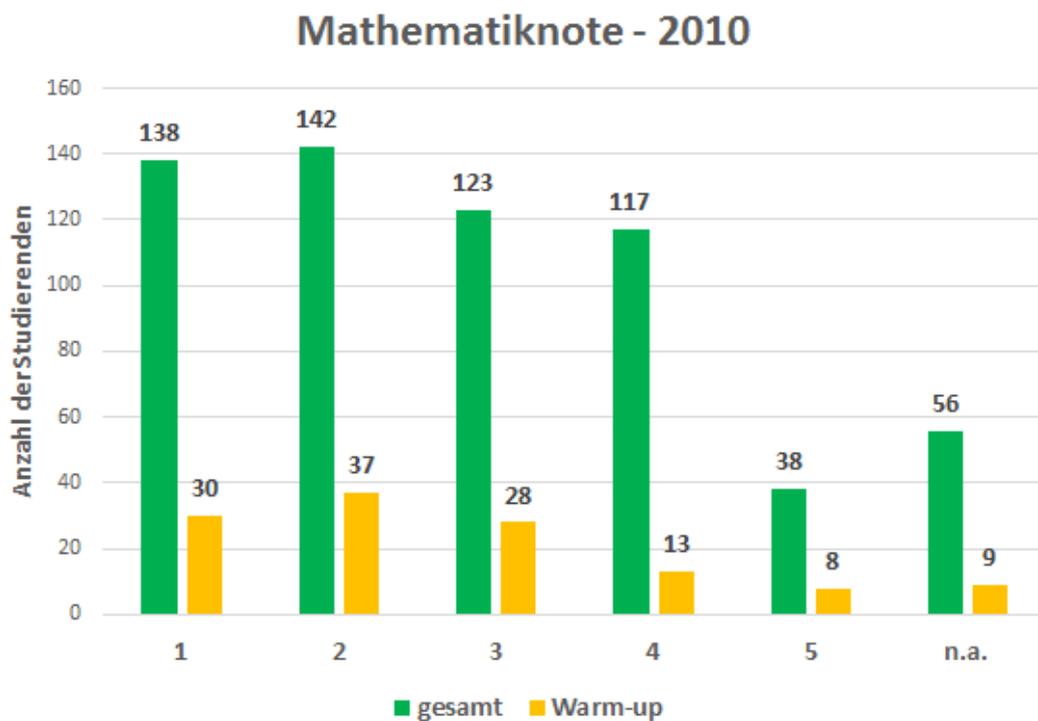


Abbildung 17: Mathematiknoten der Studierenden und Warm-Up-Kurs im Jahr 2010

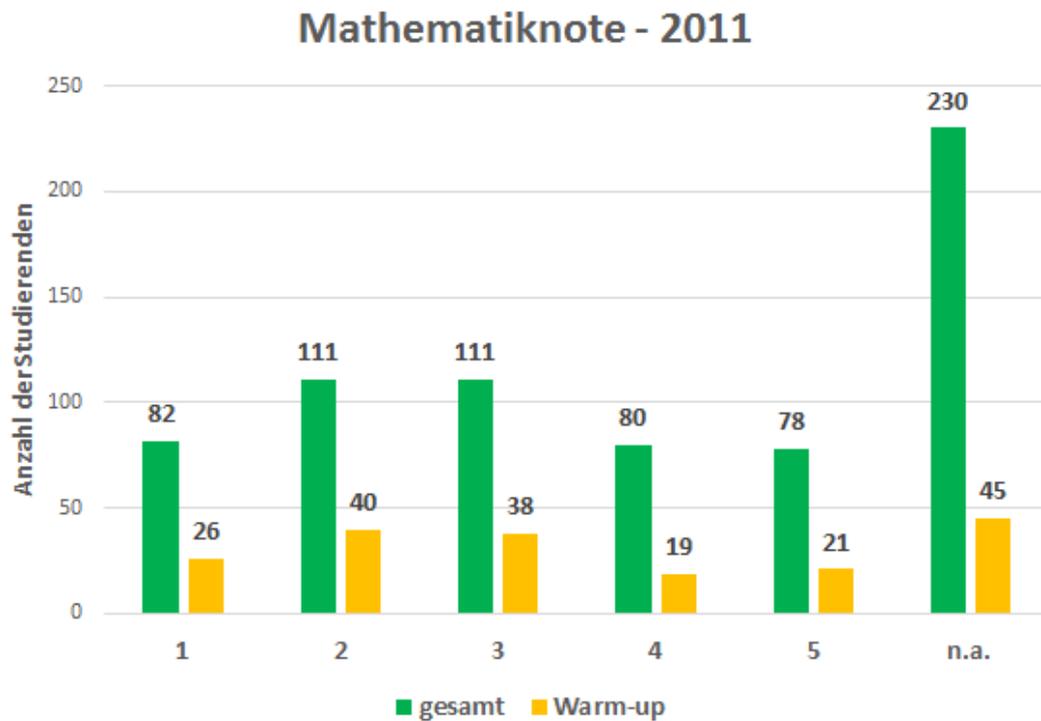


Abbildung 18: Mathematiknoten der Studierenden und Warm-Up-Kurs im Jahr 2011

		gesamt	Warm-Up	Warm-Up (Anwesenheit über 90%)	kein Warm-Up
2008	Mittelwert	3,00	3,05	2,92	2,98
	Standardabweichung	1,176	1,221	1,234	1,149
	N	478	181	52	297
2010	Mittelwert	2,60	2,41	2,37	2,64
	Standardabweichung	1,251	1,187	1,176	1,265
	N	558	116	43	442
2011	Mittelwert	2,92	2,78	2,67	2,97
	Standardabweichung	1,34	1,296	1,262	1,357
	N	462	144	42	318

Tabelle 6: Mittelwerte und Standardabweichungen der Mathematiknoten

## 4.4. Zwillingsanalyse

Um den Einfluss der Warm-Up-Kurse unter einem anderen Gesichtspunkt zu untersuchen, wurden sogenannte statistische Zwillinge gesucht und deren Mathematiknoten verglichen. Diese Zwillinge sollten sich bezüglich Mathematikkenntnissen zu Studienbeginn sehr ähnlich sein, jedoch sollte einer der beiden den Warm-Up-Kurs besucht haben und der andere nicht. Diese Zwillinge haben beim Reihungstest in Mathematik eine ähnliche Punkteanzahl erreicht (in den folgenden Vergleichen  $\pm 5$  Punkte), haben die gleiche Schulform besucht, haben das gleiche Geschlecht und haben die Schule mit höchstens einem Jahr Differenz abgeschlossen. Hierfür wurden in der Gruppe der Nicht-Teilnehmenden jene gesucht, die zu jeweils einem Studierenden passen, der den Warm-Up-Kurs besuchte. Manchmal wurden für Studenten, die den Warm-Up-Kurs besuchten, mehrere statistische Zwillinge gefunden. Diese wurden dann einzeln gezählt. Die Differenz der Leistungsbeurteilung in der abschließenden Mathematikprüfung beider Probanden wurde gebildet, sodass eine Verbesserung mit negativem Vorzeichen in die Untersuchung eingeht. Somit ergibt sich die Variable „Notendifferenz“, die im Folgenden in Abhängigkeit zur Anwesenheit untersucht wird. Hierzu sei als Nullhypothese angenommen, dass die Notendifferenz um 0 normalverteilt ist. Dies würde dem Fall Entsprechen, dass die Warm-Up-Kurse keinen messbaren Einfluss haben. Zum Test dieser Hypothese wurde jeweils der Kolmogorov-Smirnov-Test und für die Stärke des Effekts die Schiefe der Verteilung betrachtet.

### 4.4.1. Anwesend vs. Nicht-Anwesend

Hier wurden alle Studierende als Warm-Up-TeilnehmerInnen gewertet, die mindestens einmal in einem Warm-Up-Kurs anwesend waren und so in der Teilnehmerliste erfasst wurden. Damit wurden im Jahr 2008 293 Zwillingspaare, im Jahr 2010 233 Paare und im Jahr 2011 211 Zwillingspaare gefunden. Durchschnittlich schnitten jene Studierenden besser ab, die den Warm-Up-Kurs besuchten. Dies ist erkennbar an einem negativen Mittelwert. Die Mittelwerte und Standardabweichungen sind in Tabelle 7 zu finden.

	N	Mittelwert	Standardabweichung
2008	293	-0,19	1,335
2010	233	-0,31	1,650
2011	211	-0,17	1,650

Tabelle 7: Zwillingsanalyse Anwesend vs. Nicht-Anwesend

Die Nullhypothese muss verworfen werden, da für alle drei Jahre die Verteilung ei-

ne große Schiefe aufweist und der Kolmogorov-Smirnov-Test eine Normalverteilung mit hoher Wahrscheinlichkeit ausschließt. Dies ist in den Abbildungen 19, 20 und 21 anschaulich erkennbar.

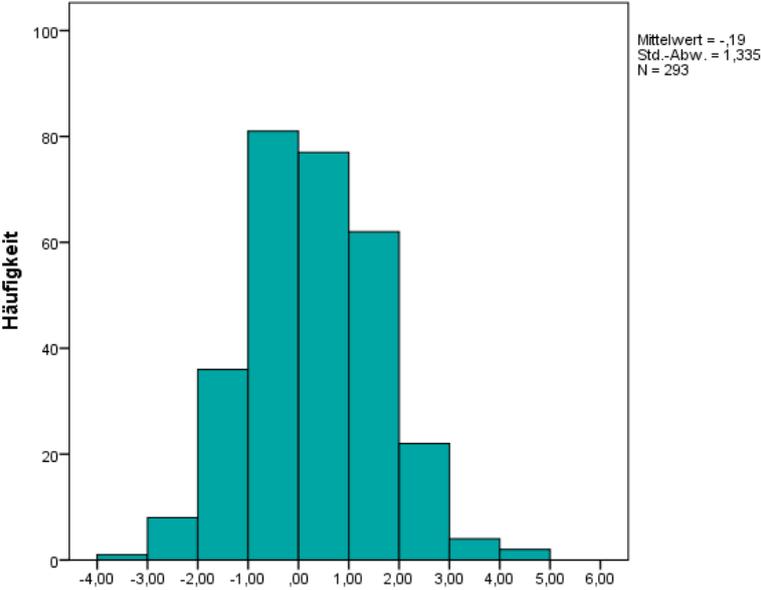


Abbildung 19: Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2008

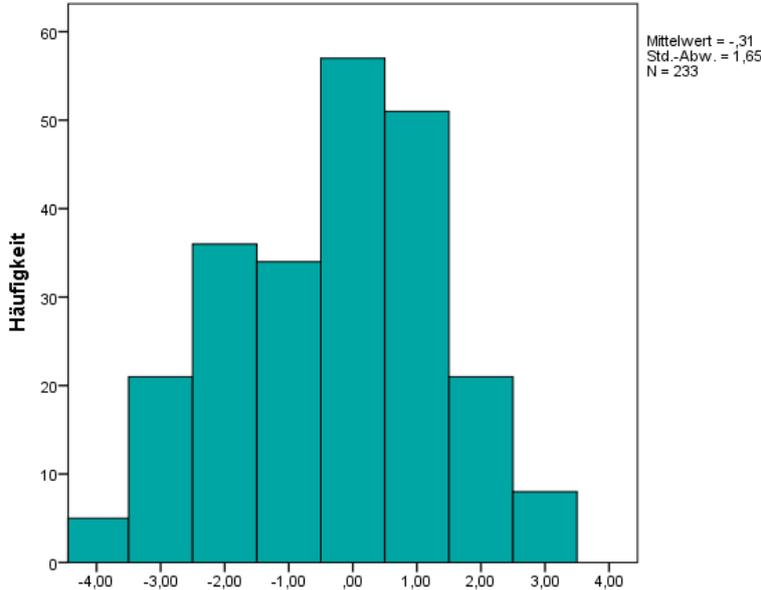


Abbildung 20: Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2010

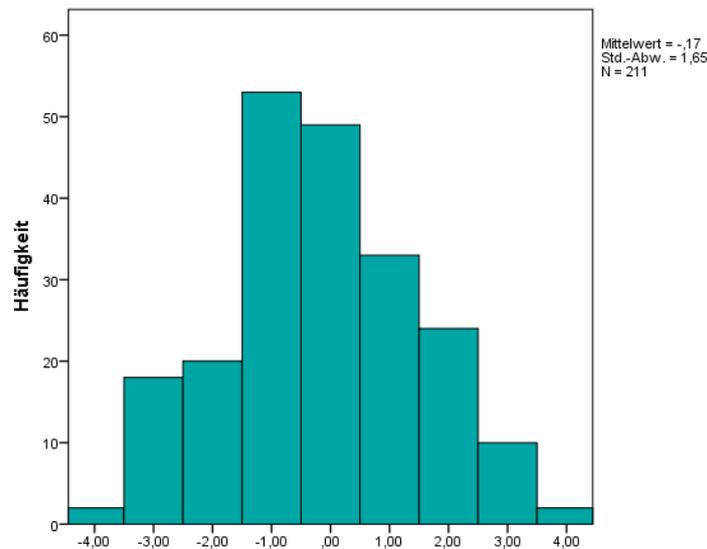


Abbildung 21: Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2011

#### 4.4.2. Anwesenheit von mindestens 80 Prozent

Werden nur statistische Zwillinge für jene Studierende gesucht, die mehr als 80% der Termine im Warm-Up-Kurs anwesend waren, schränkt dies die Auswahl natürlich ein. Trotzdem konnten wieder viele Paare gefunden werden und die Notendifferenz ist noch signifikanter zu Gunsten der Studierenden, die den Warm-Up-Kurs besucht haben. Hier ist eine Notendifferenz von mehr als -0,3 zu beobachten. Dies bedeutet, dass die Studierenden, die den Warm-Up-Kurs zu mindestens 80% besuchten, im Mittel um eine Drittelnote besser abschneiden als ihre statistischen Zwillinge, von denen man auf Grund ihrer Auswahl annehmen kann, dass sie ähnliche Mathematikkenntnisse aufweisen. Die Daten sind in Tabelle 8 zu finden.

	N	Mittelwert	Standardabweichung
2008	96	-0,32	1,447
2010	91	-0,38	1,6250
2011	86	-0,30	1,783

Tabelle 8: Zwillingsanalyse mit hoher Anwesenheit

Bei dieser Untersuchung ist die Schiefe der Verteilung noch stärker, daher kann auch hier die Hypothese, dass es sich um eine Normalverteilung handelt, mit einer geringen Irrtumswahrscheinlichkeit für jedes Jahr verworfen werden. Wie in den Abbildungen 22, 23 und 24 erkennbar ist, gibt es aber trotz hoher Anwesenheit im Warm-Up-Kurs immer noch Fälle, in denen die Studierenden, die am Warm-Up-Kurs teilnahmen um 4 Noten

schlechter abschneiden als ihre Zwillinge. Das bedeutet, dass der Warm-Up-Teilnehmer mit „Nicht Genügend“ beurteilt wird, während der Nicht-Teilnehmer die Note „Sehr Gut“ in der Mathematikprüfung erreicht. Hierbei ist aber zu beachten, dass es sich nicht um Durchschnittswerte handelt, sondern um zwei Individuen und natürlich deren persönliche Umstände, Tagesverfassung etc. nicht in diese Untersuchung eingehen und daher nicht weiter verfolgt werden können.

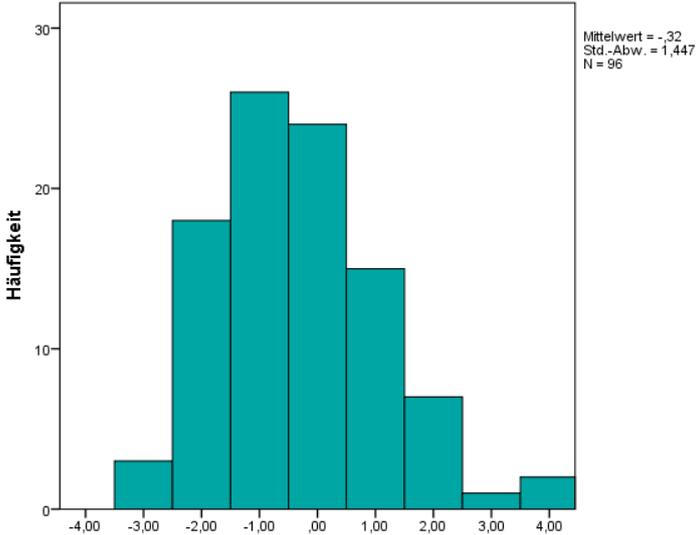


Abbildung 22: Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2008 bei hoher Anwesenheit im Warm-Up-Kurs

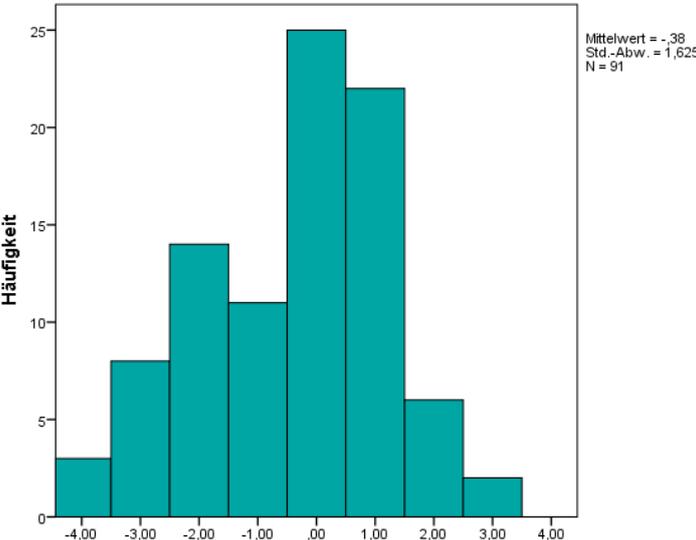


Abbildung 23: Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2010 bei hoher Anwesenheit im Warm-Up-Kurs

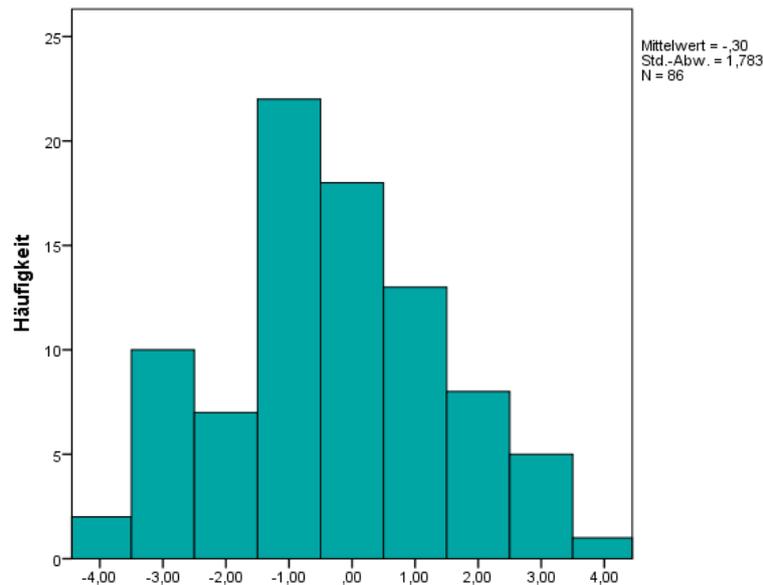


Abbildung 24: Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2011 bei hoher Anwesenheit im Warm-Up-Kurs

#### 4.5. Fazit

Aus den ausgewerteten Daten der Jahre 2008, 2010 und 2011 lässt sich nun also ableiten, dass der Warm-Up-Kurs für die Studierenden, die beim Reihungstest schlechter abschneiden, empfehlenswert ist. Die Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchen, schneiden durchschnittlich auch besser bei der Mathematikprüfung ab. Auch die Zwillingsanalyse hat ergeben, dass in der Mehrheit der Fälle jener Studierende, der den Warm-up-Kurs besucht hat, auch die bessere oder zumindest gleiche Mathematiknote erhält. Ein Vergleich der Mittelwerte zeigt außerdem, dass häufigere Anwesenheit sich ebenfalls positiv auf die Mathematiknote auswirkt. Dies zeigt auch die Zwillingsanalyse: Bei einer hohen Anwesenheit ist der Effekt, den der Besuch des Warm-Up-Kurses auf die Mathematiknote hat, ein relativ starker, bei einer geringeren Anwesenheit ist der positive Effekt noch gegeben, aber kleiner. Allerdings ist der Anteil jener Studierenden, die auf die Mathematikprüfung ein Nicht Genügend erhalten, obwohl sie im Warm-Up-Kurs waren, immer noch sehr hoch. Der Warm-Up-Kurs ist kein Allheilmittel für mathematische Defizite. Jedoch kann eine kontinuierliche Verbesserung der Warm-Up-Kurse, wie sie im Jahr 2012 initiiert wurde, zu einer weiteren Senkung der Drop-Out-Rate führen.

## 5. 2012 - ein datengestützter Reflexionsprozess

Ein Teil dieser Ergebnisse und Untersuchungen wurde bereits bei der Tagung in Paderborn 2013 vorgestellt und wird im khdm - Tagungsband veröffentlicht [8].

Die Fachhochschule Technikum Wien ist bestrebt, die Drop-out-Rate mithilfe der Warm-Up-Kurse weiterhin zu senken. Daher wurde im Sommer 2012 ein Instrumentarium zur Generierung einer Feedbackschleife entwickelt. Es wurden Tests durchgeführt, um den Leistungszuwachs zu erheben. Diese Ergebnisse wurden dann an die Fachhochschule weitergegeben, um in einem Reflexionsprozesses gemeinsam mit den Lehrenden Änderungen zur Verbesserung der Qualität auf unterschiedlichen Ebenen der Warm-Up-Kurse zu erwirken.

### 5.1. Gestaltung der Tests

Die Anfangs- und Endtests wurden in Zusammenarbeit mit dem Mathematikdepartement der Fachhochschule Technikum Wien entwickelt. Die Durchführung im Sommer 2012 zeigte einige Schwachstellen auf, daher wurden die Tests für die kommenden Jahre adaptiert und verbessert. Die Test aus dem Jahr 2012 sind im Anhang dieser Diplomarbeit zu finden.

Die Tests wurden 2012 anonym durchgeführt, jedoch mit einem Code versehen, der es möglich machte, die Anfangs- und Endtests einander zuzuordnen. Sicherlich wäre es theoretisch möglich gewesen, dass zwei Studierende zufällig den gleichen Code hätten, dieser Fall ist aber glücklicherweise nicht eingetreten.

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	die ersten drei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	die ersten drei Buchstaben Ihres Heimatortes
<input type="text"/>	<input type="text"/>		Ihr Geburtstag, z.B. 01 für 1. Mai oder 13 für 13. Juni etc.
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	die letzten drei Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters

Abbildung 25: Codierung der Anfangs- und Endtests

Da die Teilnahme der Studierenden an den Brückenkursen stark fluktuierte, können als Datenbasis nur 96 paarweise Testergebnisse herangezogen werden. Alle folgenden

Grafiken, Tabellen, Auswertungen und Interpretationen stützen sich auf die Daten dieses Samples. Wenn die Studierenden es wünschten, konnten sie sich durch Bekanntgabe ihres Codes über ihr Abschneiden bei den Tests informieren, davon machten aber insgesamt nur 5 Studierende Gebrauch.

Die Aufgaben des Endtests ähnelten in ihrer Struktur jenen des Anfangstests, jedoch waren die Aufgaben geringfügig komplexer bzw. schwieriger. Dies schränkt die Vergleichbarkeit bzw. den tatsächlichen messbaren Leistungszuwachs ein und wurde daher für die nachfolgenden Durchführungen verbessert. Als Beispiel sollen folgende Aufgaben aus dem Bereich Betragsgleichungen dienen:

Aufgabe 3a (Anfangstest):

Lösen Sie die folgende Gleichung:  $|2x + 1| = 7$ .

Aufgabe 3a (Endtest):

Lösen Sie die folgende Gleichung:  $2x - |3 - x| = 18$ .

Insgesamt umfassten die Testaufgaben 11 Themengebiete, wie in folgender Tabelle dargestellt ist:

1	Mengenlehre	8a1	Pythagoras
2	Prozentrechnung	8a2	Sinus, Cosinus und Tangens
3a	Betragsgleichung	8b1	Winkelsumme im Dreieck
3b	Bruchgleichung / quadratische Gleichung	8b2	Bogenmaß
3c	Exponentialgleichung	9	Funktionen und ihre Graphen
4	Bruchgleichung	10a	Differenzieren von Polynomen
5	Gleichungssystem	10b	Differenzieren mit Produktregel
6a	Rechnen mit Potenzen	10c	Differenzieren mit Produktregel
6b	Rechnen mit Potenzen	11a	Differenzieren mit Kettenregel
7	Termumformung	11b	Differenzieren mit Kettenregel

Tabelle 9: Themen und Abkürzungen der Aufgaben in Anfangs- und Endtest

## 5.2. Persönliche Daten der Studierenden

### 5.2.1. Studiengänge

Die Warm-Up-Kurse werden von den Studierenden der verschiedenen Studiengängen unterschiedlich stark in Anspruch genommen. Dafür sind zwei Gründe zu nennen: Einerseits

wird für die Warm-Up-Kurse von den verschiedenen Studiengängen unterschiedlich stark geworben, im Gespräch äußerten zum Beispiel Studierende unterschiedlicher Studiengänge, dass sie nur durch Zufall oder von anderen Studierenden von den Warm-Up-Kursen erfahren hätten. Andererseits nehmen die Studierenden das Fach Mathematik, das in jedem Studiengang im ersten Semester gelehrt wird, subjektiv als unterschiedlich wichtig wahr.

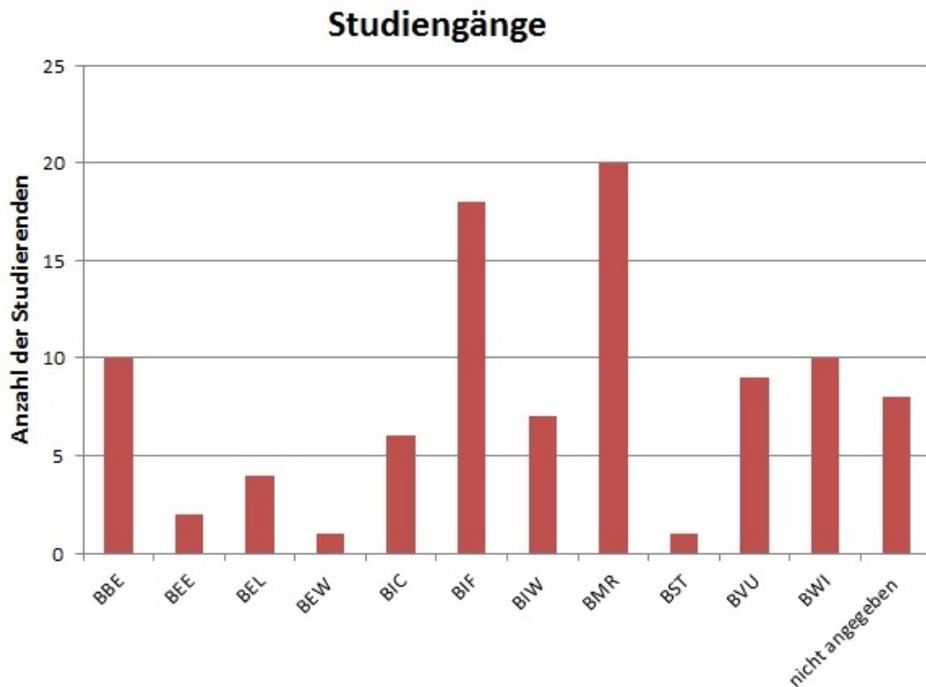


Abbildung 26: Besuchte Studiengänge der Warm-Up-TeilnehmerInnen

BBE	Biomedical Engineering
BEE	Urbane erneuerbare Energietechnologien
BEL	Elektronik
BEW	Elektronik / Wirtschaft
BIC	Informations-und Kommunikationssysteme
BIF	Informatik / Computer Science
BIW	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen
BMR	Mechatronik / Robotik
BST	Sports Equipment Technology
BVU	Verkehr und Umwelt
BWI	Wirtschaftsinformatik

Tabelle 10: Abkürzungen der Studiengänge

In Abbildung 26 ist dargestellt, wie sich die Teilnehmenden der Warm-up-Kurse auf die verschiedenen Studiengänge aufteilen. Im Anschluss daran finden sich in Tabelle 10 die Abkürzungen für die jeweiligen Studiengänge. Die meisten Studierenden kamen aus den Zweigen „Mechatronik und Robotik“ und „Informatik und Computer Science“. Es kann vermutet werden, dass sich diese Studierenden der großen Rolle, die Mathematik in ihrem Studium spielen wird, eher bewusst sind als jene, die „Sports Equipment Technology“ oder „Elektronik und Wirtschaft“ studieren.

### 5.2.2. Verteilung der Geschlechter

Wie auch in den Jahren 2008 - 2011 liegt die Anzahl der männlichen Studierenden deutlich über jener der weiblichen Studierenden. Es nahmen fast doppelt so viele männliche Studierende (61) wie weibliche Studierende (32) an den Warm-up-Kursen teil, 3 Studierende gaben keine Auskunft über ihr Geschlecht.

In den Jahren 2008 - 2011 lag der Anteil der weiblichen Studierenden jedoch nur bei 16 - 24%, das bedeutet, dass der Anteil der weiblichen Studierenden im Jahr 2012 deutlich zugenommen hat. Auch hier muss angemerkt werden, dass nur die paarweise zuordenbaren Test herangezogen wurden. In Anbetracht der früheren Ergebnisse kann vermutet werden, dass weibliche Studierende in den Warm-Up-Kursen ein höheres Durchhaltevermögen haben und somit der größere Anteil im Jahr 2012 erklärt wird. Da beim Anfangstest keine persönlichen Daten erhoben wurden, kann dies allerdings nicht mehr rekonstruiert werden.

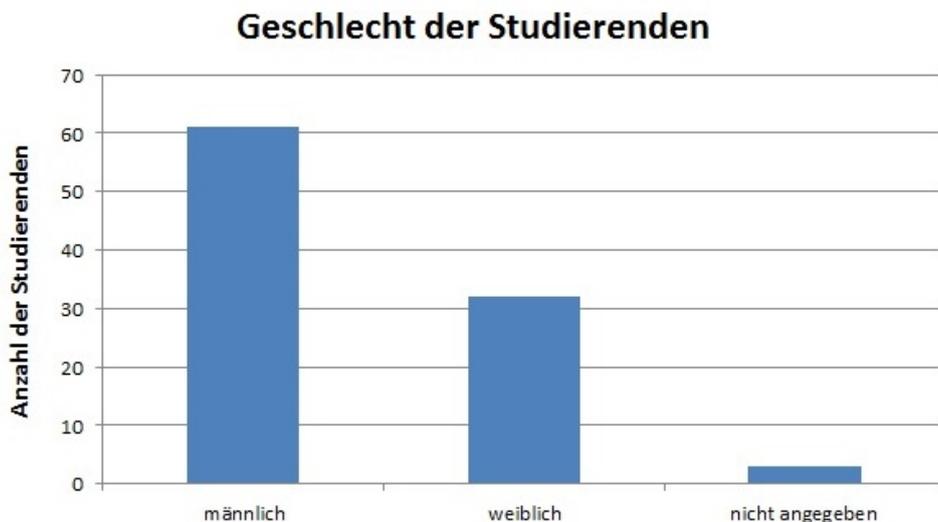


Abbildung 27: Verteilung der Geschlechter

### 5.2.3. Bildungsverläufe und Berufstätigkeit

Wie bereits in Kapitel 4.2 erläutert, legte ein Großteil der Teilnehmenden in den Warm-Up-Kursen eine Matura an einer AHS oder einer HTBLA ab, jedoch sind auch andere Zugänge zur Fachhochschule wie die Berufsreifeprüfung möglich und auch in den Kursen vertreten, wie Abbildung 28 zu entnehmen ist.

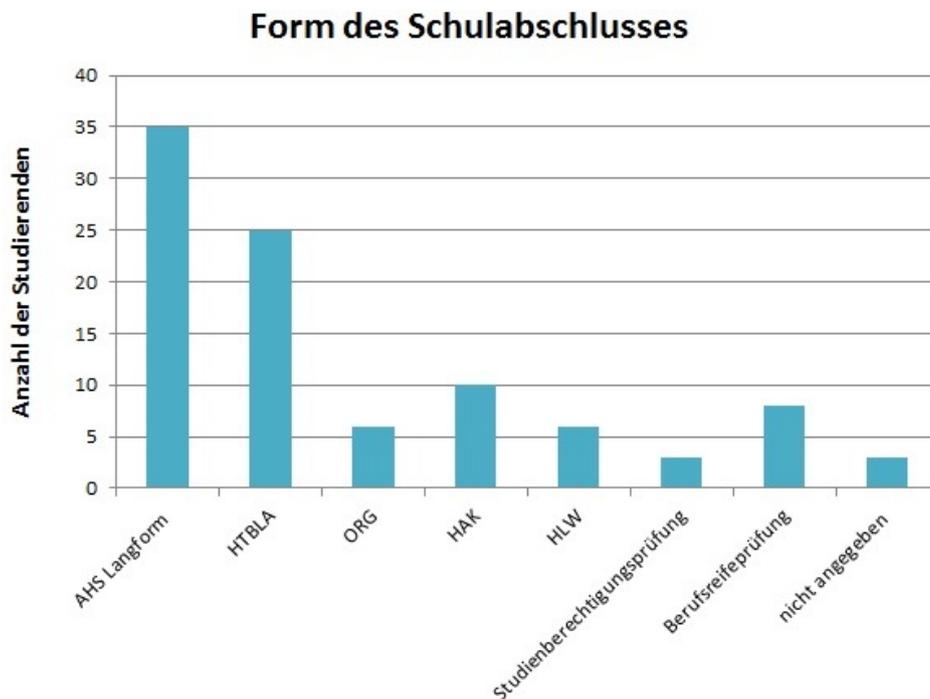


Abbildung 28: Schulabschluss

Etwa die Hälfte der erfassten Studierenden erwarb die Zugangsvoraussetzung für die Fachhochschule in den beiden vorangegangenen Jahren, die andere Hälfte vor drei oder mehr Jahren. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass männliche Studierende im Jahr nach der Matura meist Grundwehr- oder Zivildienst leisten müssen.

Viele der Studierenden wählen das Studium an der Fachhochschule als zweiten Bildungsweg, d.h. sie haben sich in den letzten Jahren kaum oder gar nicht mit Mathematik, die über die sogenannte Alltagsmathematik hinausgeht, beschäftigt, wie sie auch selbst im Gespräch angaben.

Nicht nur das am Beginn stehende Studium ist für viele berufstätige Studierende eine zeitliche Belastung, bereits die Warm-Up-Kurse stellen eine Herausforderung an die Studierenden, zusätzlich zu ihrem Beruf bis zu 6 Stunden pro Tag zu bewältigen. Etwa die Hälfte der Studierenden gab an, neben der Warm-Up-Kurse berufstätig zu sein, 10% sogar über 40 Stunden pro Woche, wie auch Abbildung 30 zeigt.

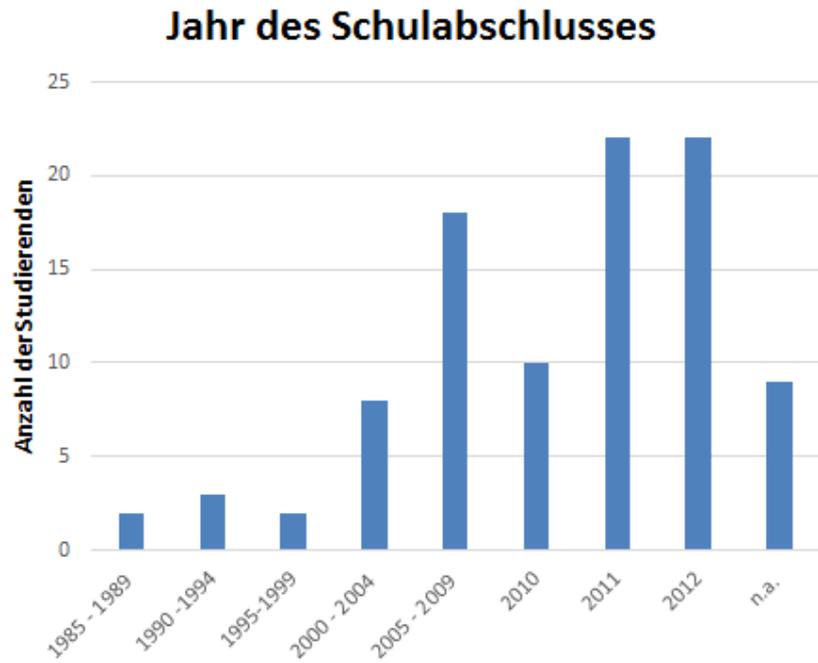


Abbildung 29: Erwerb der Zugangsvoraussetzung

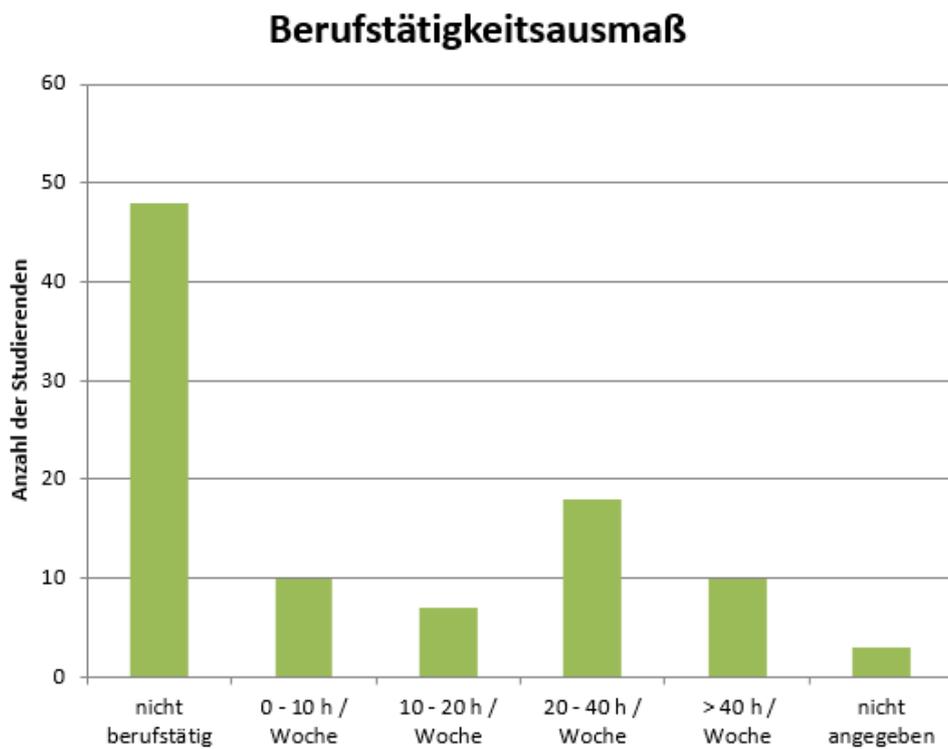


Abbildung 30: Ausmaß der Berufstätigkeit in Wochenstunden

### 5.3. Testergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Anfangs- und Endtests in verschiedenen Zusammenhängen präsentiert und analysiert. Es wird untersucht, welchen Effekt Geschlecht, Berufstätigkeit und Schulabschluss auf die Ergebnisse der Tests hat.

Für die Effektstärke des partiellen Etaquadrats gelten nach Cohen [9] folgende Faustregeln:  $\eta^2 = 0,01$  lässt auf einen kleinen,  $\eta^2 = 0,06$  auf einen mittleren und  $\eta^2 = 0,14$  auf einen großen Effekt schließen.

Wie auch Abel und Weber [1] festhalten, kann nicht einfach verfolgt werden, ob es sich um kurzfristige Lernzuwächse handelt oder ob die Wissensdefizite nachhaltig ausgeglichen werden können.

Die Verteilung der erreichten Punktezahlen in Anfangs- und Endtests ist in Abbildung 31 und Abbildung 32 dargestellt. Pro gestellter Aufgabe war ein Punkt zu erreichen, woraus sich eine maximale Punkteanzahl von elf Punkten ergibt. Da verschiedene Aufgaben auch Teilaufgaben beinhalteten, wird das arithmetische Mittel der Punkte bei diesen Teilaufgaben herangezogen, wodurch sich mitunter keine ganzzahligen Punktezahlen ergeben.

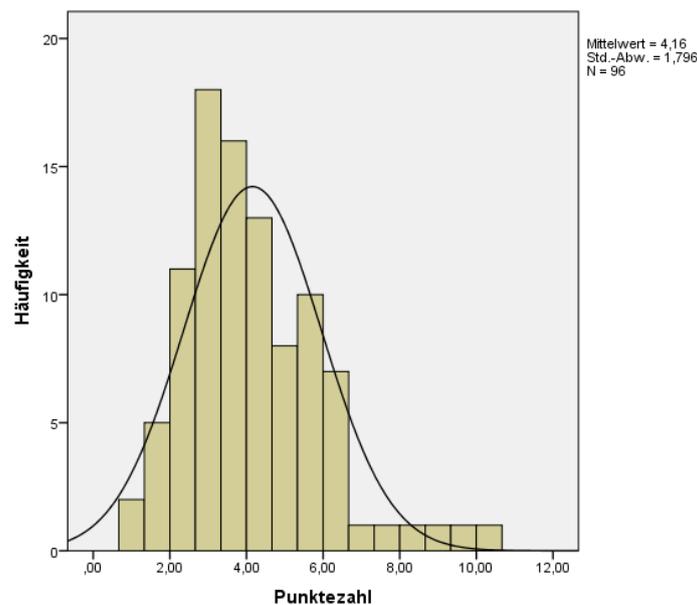


Abbildung 31: Erreichte Punkte im Anfangstest

Im Mittel erzielten die Studierenden im Anfangstest 4,16 von 11 Punkten (37,8% der erreichbaren Punkte) bei einer Standardabweichung von 1,796 Punkten. Im Endtest erreichten die Studierenden im Mittel 6,32 von 11 Punkten (57,5% der erreichbaren

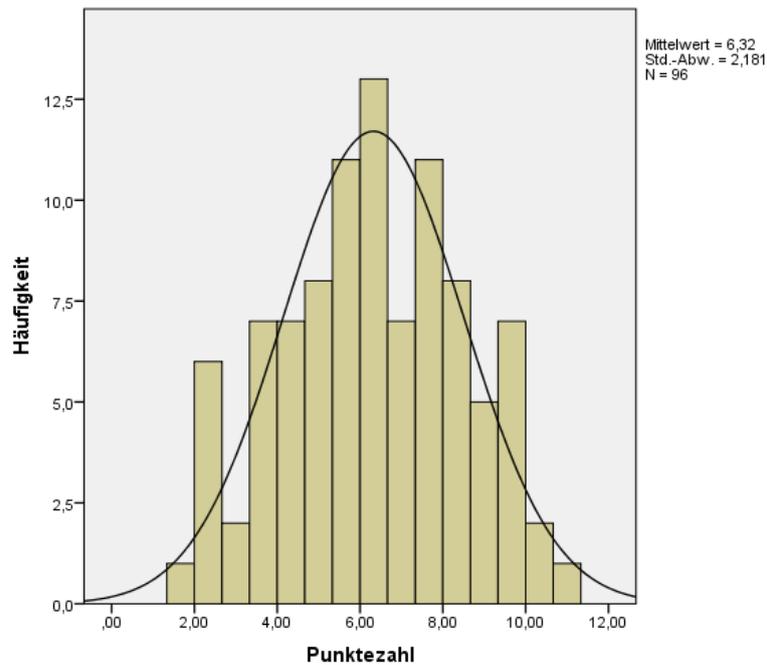


Abbildung 32: Erreichte Punkte im Endtest

Punkte) bei einer Standardabweichung von 2,181 Punkten.

Die höchste Punktezahl beim Anfangstest betrug 10,02 Punkte, hierbei handelt es sich um einen männlichen Studenten, der 20 bis 40 Stunden pro Woche arbeitet und einen Schulabschluss einer HTBLA im Jahr 2011 erworben hat. Die höchste Punktezahl beim Endtest betrug 11 Punkte, also wurde jede Frage richtig beantwortet. Hierbei handelt es sich um eine Studentin, die zwischen 0 und 10 Stunden pro Woche arbeitet und einen Schulabschluss an einer HTBLA im Jahr 2009 erwarb. Der Minimalwert beim Anfangstest betrug 0,93 Punkte, hierbei handelt es sich um einen männlichen Studenten, der mehr als 40 Stunden pro Woche arbeitet und im Jahr 2001 eine HAK<sup>6</sup> abschloss. Der Minimalwert beim Endtest betrug 1,74 Punkte, hierbei handelt es sich um eine Studentin, die zwischen 20 und 40 Stunden pro Woche arbeitet und im Jahr 2009 eine HAK abschloss. Der Median der Punktezahlen betrug beim Anfangstest 3,81 Punkte, hierbei handelt es sich um einen männlichen Studenten, der mehr als 40 Stunden pro Woche arbeitet und einen Schulabschluss einer HTBLA im Jahr 2011 erworben hat. Der Median der Punktezahlen betrug beim Endtest 6,42 Punkte, hierbei handelt es sich um einen männlichen Studenten, der nicht berufstätig ist und im Jahr 2011 eine AHS abgeschlossen hat.

Der Median liegt beim Anfangstest bei 3,81 Punkten und beim Endtest bei 6,42

---

<sup>6</sup>Handelsakademie

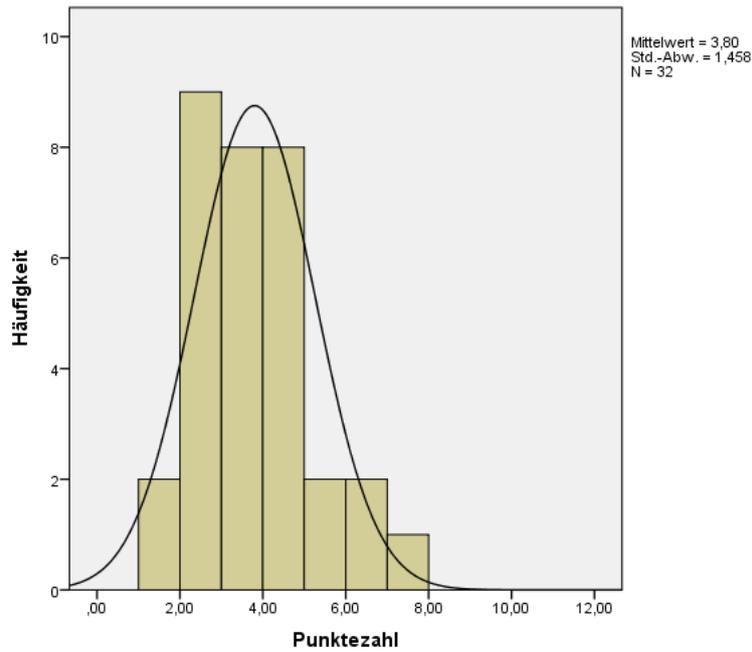


Abbildung 33: Erreichte Punkte von weiblichen Studierenden im Anfangstest

Punkten, das sind 34,6% bzw. 58,4% der maximal erreichbaren Punkte.

### 5.3.1. Testergebnisse und Geschlecht

Da nicht alle Studierenden ihre persönlichen Angaben vollständig mitteilten, werden in den folgenden Abbildungen 33 - 36 nur 61 männliche und 32 weibliche Studierende berücksichtigt. Die Ergebnisse werden ebenfalls in Tabelle 11 dargestellt. Der Faktor „Geschlecht“ hat mit  $\eta^2 = 0,02$  beim Anfangstest,  $\eta^2 = 0,0$  beim Endtest und  $\eta^2 = 0,015$  beim Zuwachs (Punkteunterschied von Anfangs- zu Endtest) nur einen kleinen, nicht signifikanten Effekt.

Geschlecht	N	Mittlere Punktezahl Anfangstest	Standardabweichung Anfangstest	Mittlere Punktezahl Endtest	Standardabweichung Endtest
weiblich	32	3,80	1,456	6,31	2,39
männlich	61	4,34	1,961	6,40	2,098

Tabelle 11: Punktezahlen und Geschlecht der Studierenden

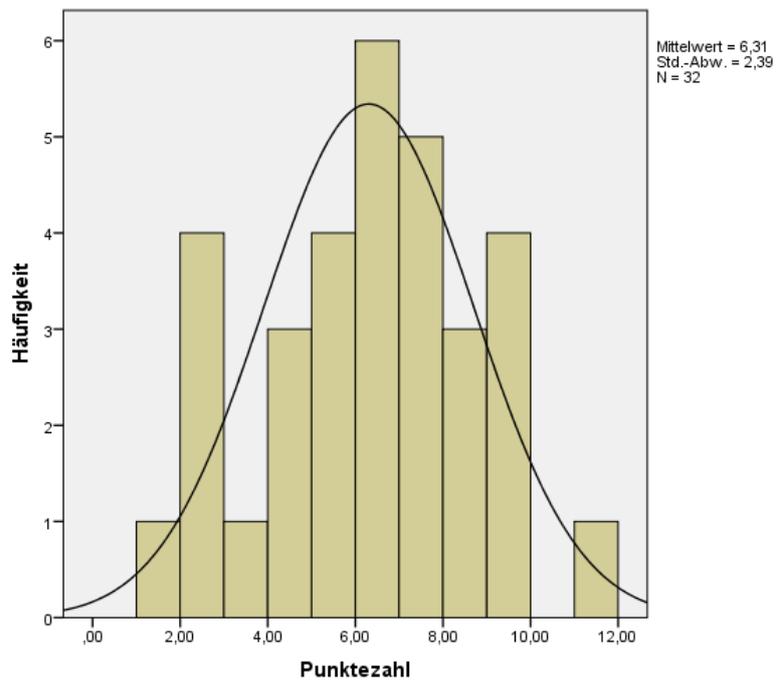


Abbildung 34: Erreichte Punkte von weiblichen Studierenden im Endtest

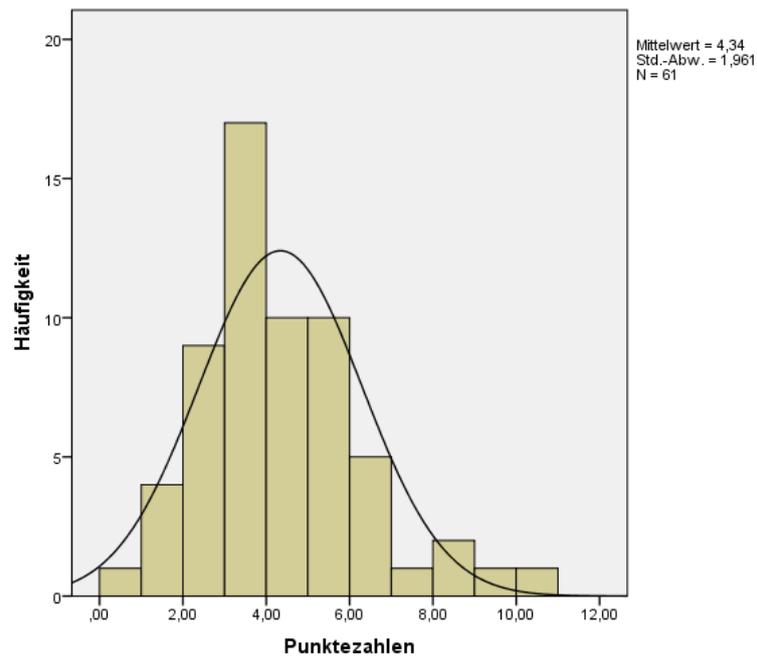


Abbildung 35: Erreichte Punkte von männlichen Studierenden im Anfangstest

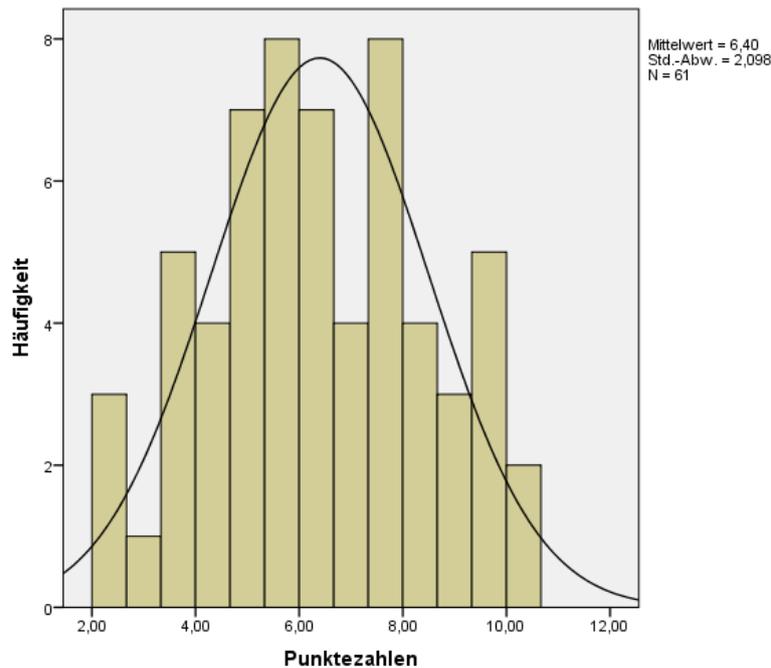


Abbildung 36: Erreichte Punkte von männlichen Studierenden im Endtest

### 5.3.2. Testergebnisse und Vorbildung

Abbildung 37 ist zu entnehmen, dass jene Studierende, die eine Studienberechtigungsprüfung ablekten, im Anfangstest die besten Ergebnisse erzielten, sich zum Endtest hin aber nicht verbesserten. Dies steht im Widerspruch zu Beobachtungen von Abel und Weber [1], die ein besonders schwaches Abschneiden von Studierenden beobachteten, die den Einstieg in das Studium über das Berufskolleg bewerkstelligten. Allerdings muss im Falle der in diese Berechnungen miteinbezogenen Daten darauf geachtet werden, dass die Größe Stichprobe jener, die eine Studienberechtigungsprüfung als Zugangsvoraussetzung angaben, mit  $N=3$  außerordentlich klein ausfällt. Da der Begriff des Berufkollegs in Deutschland aber nicht einheitlich verwendet wird, ist die Vergleichbarkeit mit der Studienberechtigungsprüfung an der Fachhochschule Technikum Wien nicht unmittelbar gegeben.

Am schwächsten schneiden bei den Anfangs- und Endtests Studierende aus ORG<sup>7</sup> und HAK ab. Studierende, die eine HTBLA besuchten, schneiden zwar zu Beginn etwas schlechter ab, zeigen aber beim Endtest eine deutliche Steigerung und den größten Leistungszuwachs. Die Vermutung liegt nahe, dass diese Studierende sich, nach kurzen Übungsphasen, sehr schnell wieder in mathematische Methoden einarbeiten und so

<sup>7</sup>Oberstufenrealgymnasium

Vorbildung	N	Mittelwert Anfangstest	Standardabweichung Anfangstest	Mittelwert Endtest	Standardabweichung Endtest
AHS Langform	35	4,13	1,791	6,63	2,18
HTBLA	25	4,64	1,733	7,30	2,031
ORG	6	3,78	0,495	4,96	0,406
HAK	10	3,28	1,487	5,28	1,747
HLW	6	3,48	1,724	5,86	1,946
Studienberechtigungsprüfung	3	5,53	1,813	5,471	2,013
Berufsreifeprüfung	8	4,43	2,184	5,42	2,393
nicht angegeben	3	4,26	1,076	5	1,298

Tabelle 12: Punktezahlen und Vorbildung

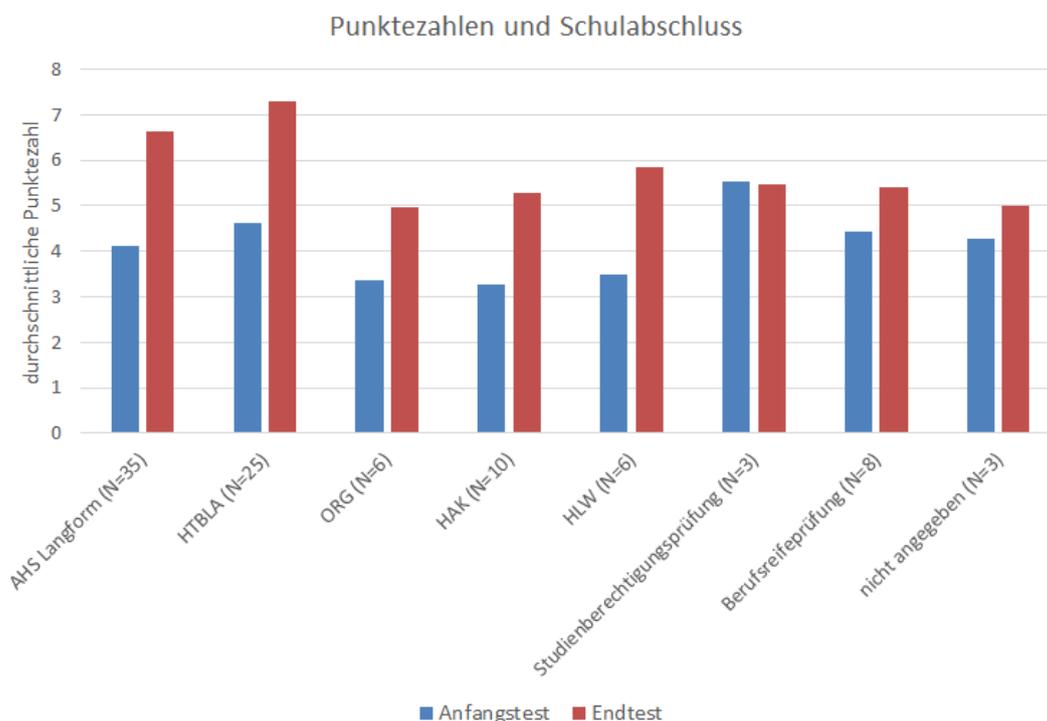


Abbildung 37: Erreichte Punkte nach Vorbildung

ihr Wissen wieder abrufen und anwenden können. Der Faktor „Vorbildung“ hat mit  $\eta^2 = 0,086$  beim Anfangstest,  $\eta^2 = 0,134$  beim Endtest und  $\eta^2 = 0,136$  beim Zuwachs (Punkteunterschied von Anfangs- zu Endtest) einen mittleren bis großen Effekt.

### 5.3.3. Testergebnisse und Jahr des Schulabschlusses

Abbildung 38 ist zu entnehmen, dass jene Studierende, die in den Jahren 2010-2012 ihren Schulabschluss erwarben, im Anfangstest am besten abschneiden, sich die Studierende mit Schulabschluss aus den Jahren 1985-1989 und 1995-1999 zum Endtest hin aber am stärksten verbesserten. Jedoch muss auch hier der sehr kleine Stichprobenumfang berücksichtigt werden. Als mögliche Erklärung hierfür könnte dienen, dass in diesen Jahren

Jahr des Schulabschlusses	N	Mittelwert Anfangstest	Standardabweichung Anfangstest	Mittelwert Endtest	Standardabweichung Endtest
1985 - 1989	2	3,48	1,118	7,00	0,167
1990 - 1994	3	3,63	1,282	4,94	1,986
1995 - 1999	2	2,31	0,623	4,67	0,917
2000 - 2004	8	3,78	1,670	5,94	2,388
2005 - 2009	18	3,74	1,787	5,82	2,749
2010	10	4,49	1,449	6,16	1,146
2011	22	4,56	2,120	7,10	2,230
2012	22	4,48	1,647	6,74	1,860
nicht angegeben	9	3,92	1,434	5,61	1,420

Tabelle 13: Punktezahlen und Jahr des Schulabschlusses

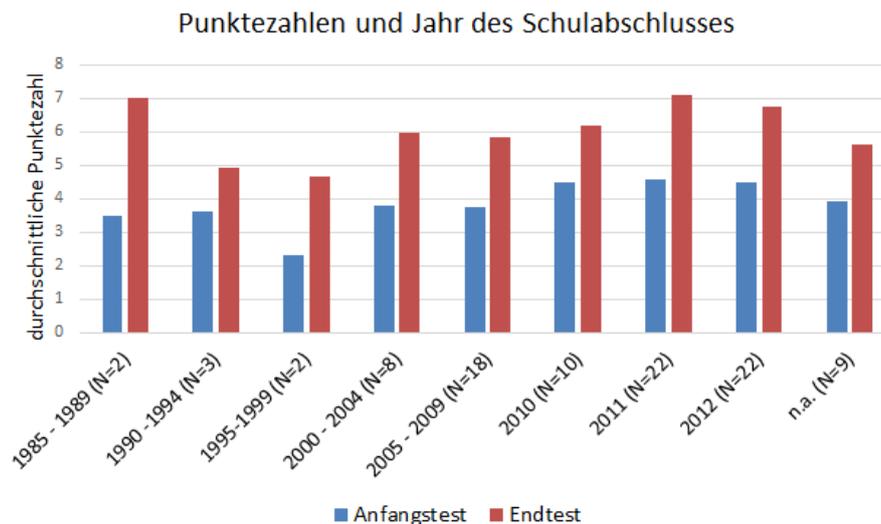


Abbildung 38: Erreichte Punkte nach Jahr des Schulabschlusses

der Taschenrechner üblicherweise noch nicht in dem Maße eingesetzt wurde wie heutzutage, das heißt, dass diese Studierende grundlegende Rechenfertigkeiten noch immer besitzen bzw. schnell wieder verinnerlichen.

Heutzutage reflektieren die Studierenden kaum mehr über die Ergebnisse, die ihnen der Taschenrechner anzeigt. Durch Verwendung falscher Einheiten kann ein mitunter um mehrere Zehnerpotenzen falsches Ergebnis angezeigt werden und die Studierenden werden es mitunter kritiklos übernehmen, wie auch Schoening und Wulfert festhalten [3].

### 5.3.4. Testergebnisse und Berufstätigkeit

Bevor die Ergebnisse der einzelnen Kurse aufgeschlüsselt nach Beispielen präsentiert und interpretiert werden, soll auch der Einfluss der Berufstätigkeit auf die Mittelwerte der Punktezahlen untersucht werden. Diese Daten sind der Abbildung 39 zu entnehmen.

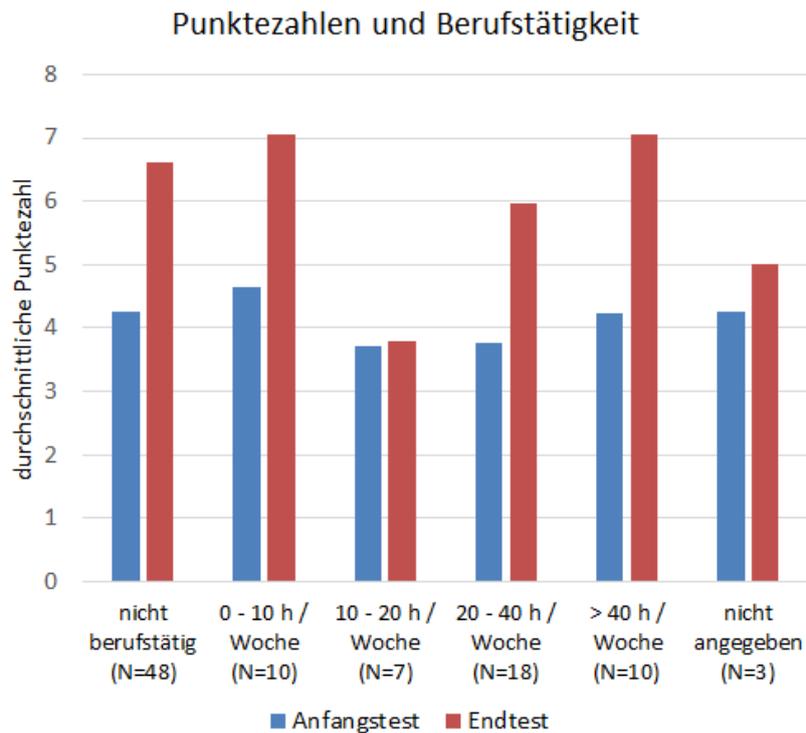


Abbildung 39: Erreichte Punkte nach Berufstätigkeit

Hierbei kann kein direkter Zusammenhang zwischen Berufstätigkeit und Punktezahlen festgestellt werden, es ist aber auffallend, dass die Gruppe der Studierenden, die mehr als 40 Stunden pro Woche arbeiten, den größten Leistungszuwachs zu verzeichnen haben. Ein Erklärungsansatz hierfür könnte sein, dass der Schritt zum Studium für diese Studierenden eher wohlüberlegt und geplant war. Sie haben vermutlich teilweise andere Motive für ein Studium an der Fachhochschule als ein zum Beispiel 18-jähriger, nicht berufstätiger Student, der womöglich von seinen Eltern finanziert wird. Der Faktor „Beruf“ hat mit  $\eta^2 = 0,023$  beim Anfangstest,  $\eta^2 = 0,141$  beim Endtest und  $\eta^2 = 0,136$  beim Zuwachs (Punkteunterschied beim Anfangs- und Endtest) einen mittleren bis großen Effekt.

Berufstätigkeit	N	Mittelwert Anfangstest	Standardabweichung Anfangstest	Mittelwert Endtest	Standardabweichung Endtest
nicht berufstätig	48	4,25	1,814	6,61	1,859
0 - 10 h / Woche	10	4,64	1,184	7,06	2,538
10 - 20 h / Woche	7	3,72	1,354	3,78	1,008
20 - 40 h / Woche	18	3,76	1,817	5,96	2,197
> 40 h / Woche	10	4,24	2,274	7,05	2,151
nicht angegeben	3	4,26	1,076	5,00	1,298

Tabelle 14: Punktezahlen und Berufstätigkeit

### 5.3.5. Testergebnisse der einzelnen Kurse im Vergleich

Wie in Abbildung 40 zu erkennen ist, lagen Kurs 2 und 6 deutlich über dem Durchschnitt der Kurse im Anfangstest, jedoch lagen die Ergebnisse von Kurs 6 im Endtest unter dem Gesamtdurchschnitt. Die Kurse 4 und 5 lagen knapp über dem Durchschnitt beim Anfangstest, jedoch liegen auch sie in den Ergebnissen des Endtests hinter dem Gesamtdurchschnitt. Kurs 1, 3 und 7 lagen beim Anfangstest unter dem Durchschnitt, konnten sich aber beim Endtest teilweise deutlich verbessern. Inwiefern sich die einzelnen Kurse bei den einzelnen Aufgaben verbessert bzw. verschlechtert haben, ist Abbildung 72 im Anhang auf Seite 77 zu entnehmen.

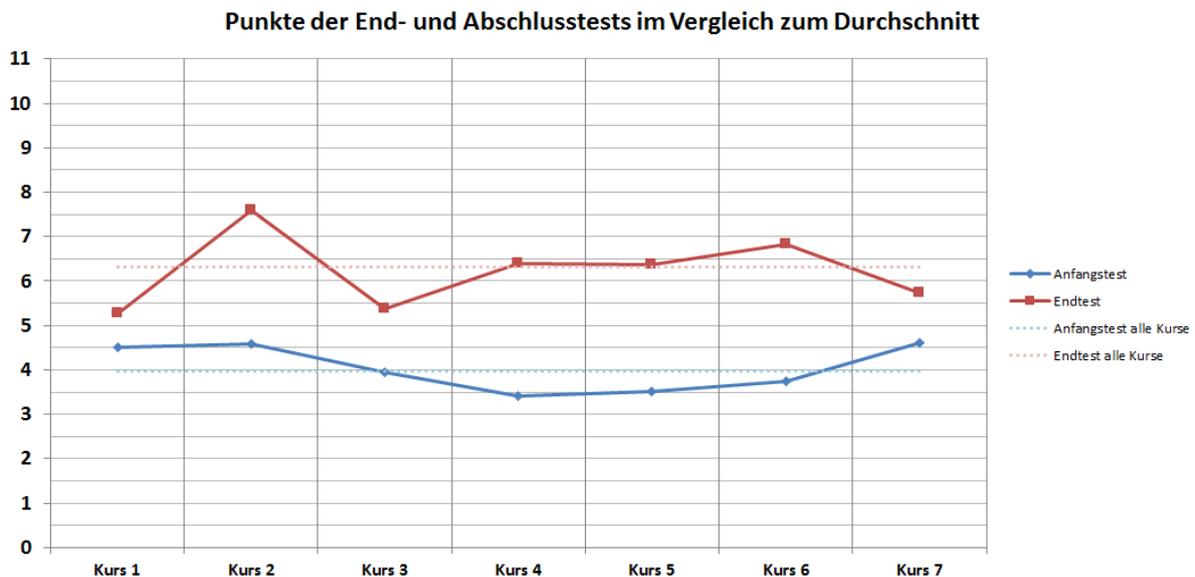


Abbildung 40: Durchschnittliche Punkte der einzelnen Kurse im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt

Wie bereits erwähnt sind bei einzelnen Aufgaben teilweise starke Verschlechterungen von Anfangs- und Endtest zu verzeichnen, was sicherlich auf die teilweise erhöhte Komplexität der Aufgaben im Endtest zurückzuführen ist. In Abbildung 41 ist erkennbar, dass bei Aufgabe 2 (Prozentrechnung) und Aufgabe 3a (Betragsgleichungen) eine Verschlechterung auftrat und sich die Studierenden bei Aufgabe 8b1 (Pythagoras) im Durchschnitt nicht verbesserten.

Eine vollständige Legende der Aufgaben ist in Kapitel 5.1 in Tabelle 9 auf Seite 36 ersichtlich. Weiters ist in Abbildung 41 erkennbar, dass die größten Leistungszuwächse in den Aufgaben 10a und 10b, der Differentialrechnung, zu verzeichnen sind. Da an dieser Stelle lediglich die Ableitungsregeln anzuwenden waren, die unmittelbar vor dem

Endtest in den meisten Kursen (teilweise sogar am selben Tag) durchgenommen wurden, stellt dies keine Überraschung dar.

Vergleichsweise gering ist allerdings der Leistungszuwachs bei Aufgabe 10a. Diese Auffälligkeit relativiert sich aber insofern, dass aus Abbildung 42 zu erkennen ist, dass bei Aufgabe 10a die meisten Punkte überhaupt im Anfangstest erreicht wurden. Ein großer Leistungszuwachs wurde bei Aufgabe 8b2 erreicht, der Umrechnung eines Winkels ins Bogenmaß. Auch hier erkennt man, ebenfalls in Abbildung 42, dass es sich hier um eine mathematisch eher wenig anspruchsvolle Aufgabe handelt, sofern man die Begriffe Bogenmaß und Gradmaß kennt und entweder die Formel zur Umrechnung beherrscht oder sich die Umrechnung mithilfe des Einheitskreises herleiten kann.



Abbildung 41: Leistungszuwachs aller Kurse

In Abbildung 72 ist der durchschnittliche Leistungszuwachs<sup>8</sup> der einzelnen Kurse nach Aufgaben aufgeschlüsselt. Diese Grafik wurde auch, nicht anonymisiert, den Lehrenden in der Reflexionsrunde zur Verfügung gestellt, um besser über die Unterschiede in den einzelnen Kursen reflektieren zu können. So gab z. B. die Lektorin aus Kurs 3 an, dass sie sich bei Aufgabe 3a um einiges bessere Ergebnisse erwartet hätte, da sie dieses Kapitel über mehrere Einheiten hinweg erarbeitet und geübt hatte.

<sup>8</sup>Differenz der Punkte in Anfangs- und Endtest

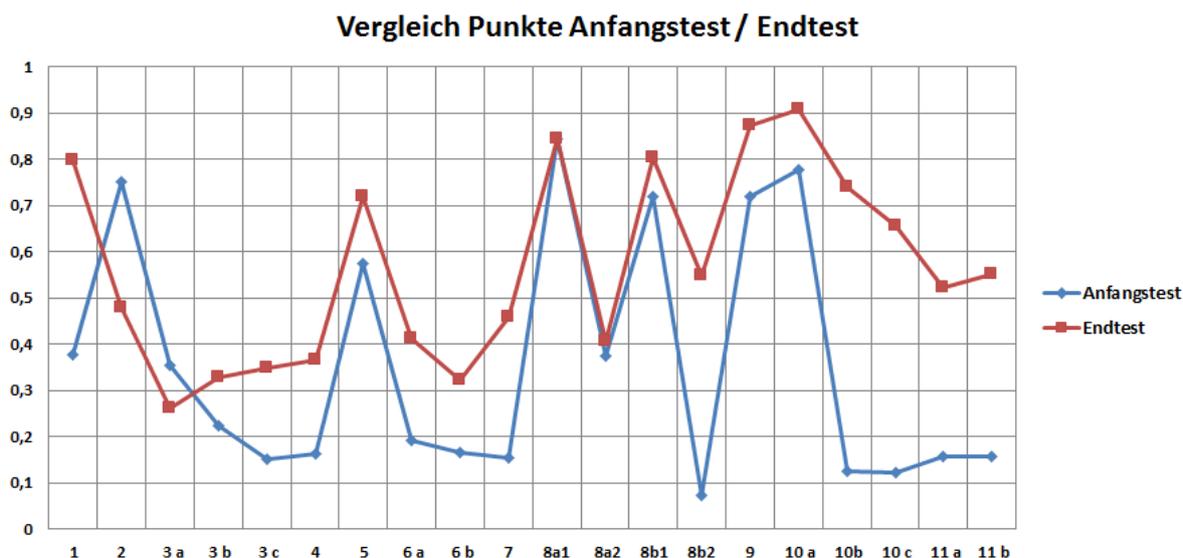


Abbildung 42: Vergleich der durchschnittlichen Punkte bei Anfangs- und Endtest in den einzelnen Aufgaben

### 5.3.6. Vergleich der Vormittags- und Abendkurse

Eine interessante Fragestellung ist natürlich, inwiefern sich die Vormittags- und Abendkurse hinsichtlich ihrer Leistung unterscheiden. Die Vormittagskurse werden vermehrt von jüngeren Vollzeitstudierenden besucht, während das Angebot der Abendkurse eher von älteren, berufstätigen Studierenden in Anspruch genommen wird. Daher verwundert es zunächst nicht, dass die Abendkurse im Anfangstest bei fast allen Aufgaben schlechter abschneiden als die Vormittagskurse, außer bei den Aufgaben 1 (Mengenlehre), 8b2 (Sinus, Cosinus und Tangens) und 10 b (Differenzieren mit der Produktregel). Bei Aufgabe 2 (Prozentrechnung) erreichen sie ungefähr gleiche Ergebnisse, wie aus Abbildung 43 entnommen werden kann. Interessant zu beobachten ist jedoch, dass beim Endtest (Abbildung 44) die Abendkurse bei den meisten Aufgaben besser abschneiden als die Vormittagskurse, außer bei 6a (Rechnen mit Potenzen), 8a1 (Pythagoras), 8a2 (Sinus, Cosinus und Tangens), 8b2 (Bogenmaß), 10a (Differenzieren von Polynomen) und 10b (Differenzieren mit der Produktregel).

An dieser Stelle ist es aber notwendig, auch den Leistungszuwachs zu betrachten, da dies ein anderes Licht auf die Ergebnisse wirft. Wie aus Grafik 45 hervorgeht, hat sich der Abendkurs bei Aufgabe 6a durchaus verbessert, hingegen der Vormittagskurs bei Aufgabe 8a1 sogar verschlechtert. Während sich bei Aufgabe 8a2 beide Kurse kaum verändert haben, zeigt sich bei Aufgabe 8b2 ein starker Leistungszuwachs in beiden Kursen, wie auch bei Aufgabe 1. Sehr starke Verbesserungen zeigen sich auch bei den

Aufgaben 10b - 11b, ein möglicher Grund hierfür könnte, wie bereits erwähnt, in der Tatsache liegen, dass dieses Stoffgebiet in den meisten Kursen unmittelbar vor dem Endtest durchgenommen wurde.

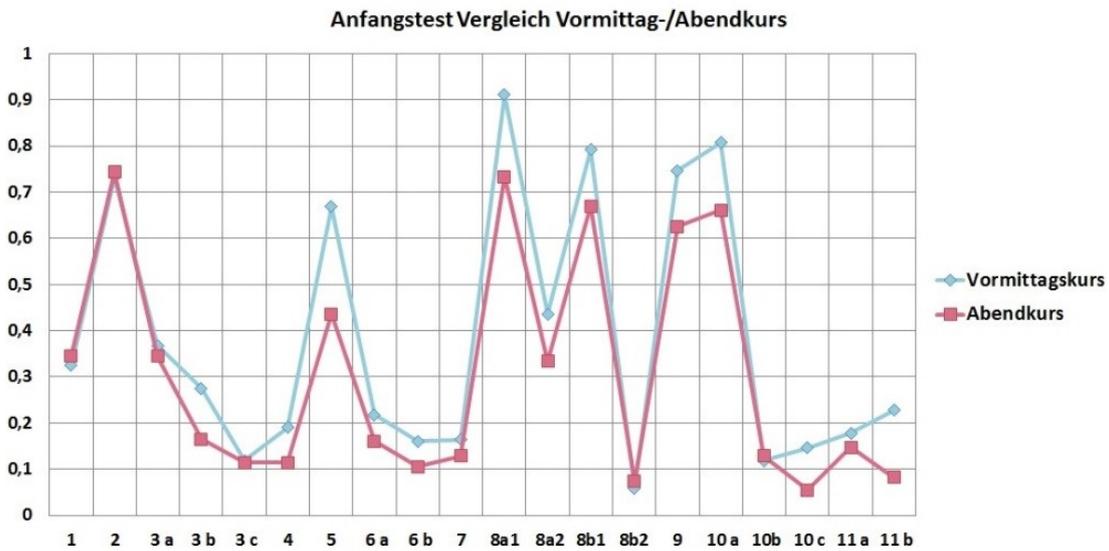


Abbildung 43: Vergleich der durchschnittlichen Punkte im Anfangstest in Vormittags- und Abendkursen

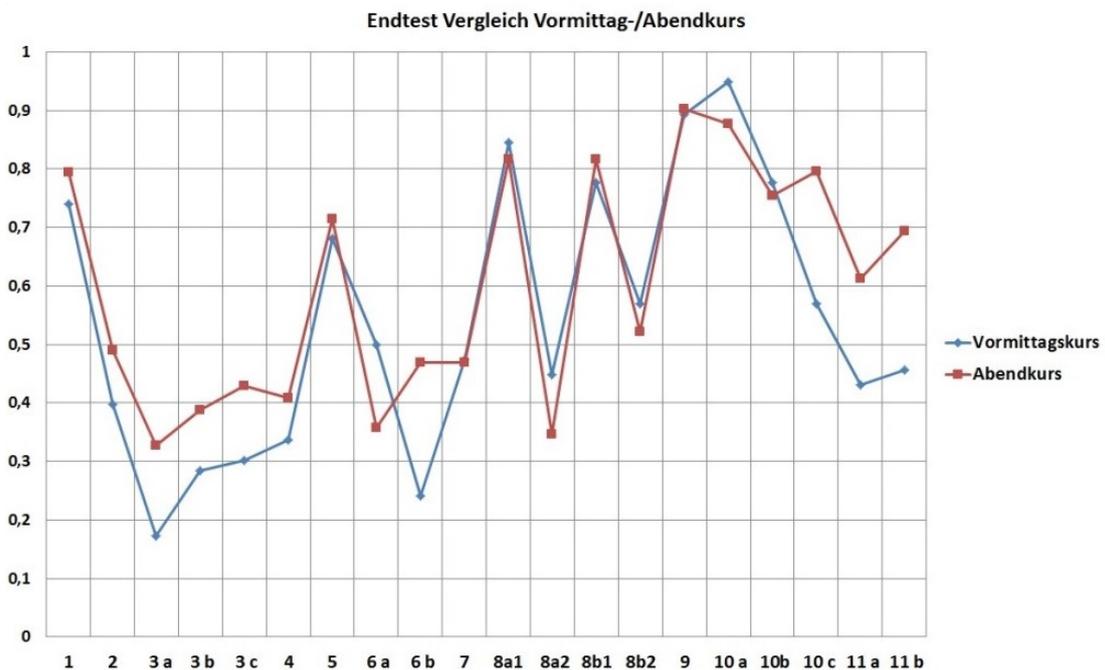


Abbildung 44: Vergleich der durchschnittlichen Punkte im Endtest in Vormittags- und Abendkursen

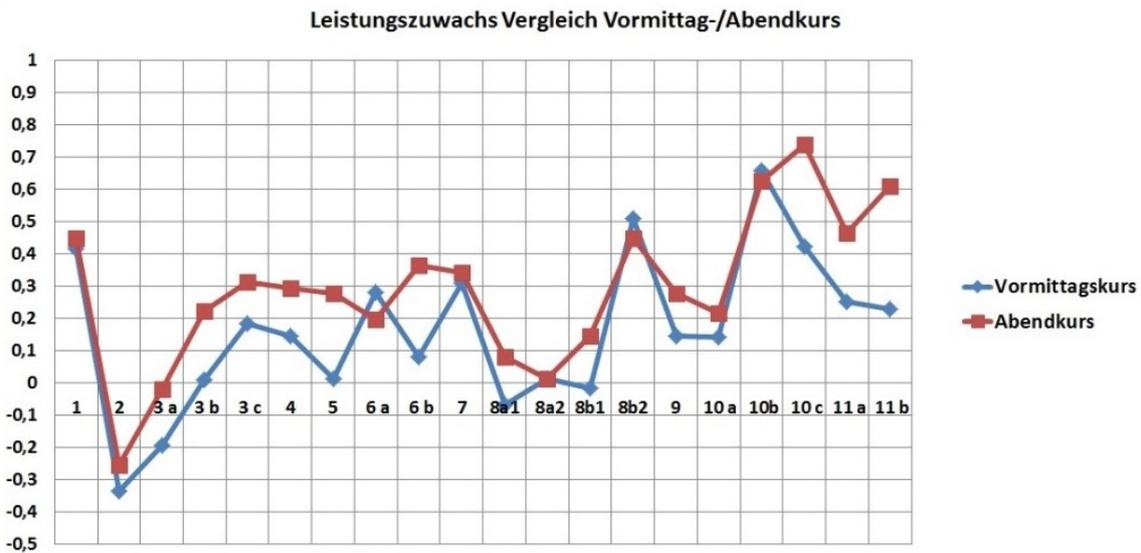


Abbildung 45: Vergleich des Leistungszuwachses von Vormittags- und Abendkursen in den einzelnen Aufgaben

## 5.4. Der Reflexionsprozess

Im Anschluss an die Auswertung wurden die Daten für die Lehrenden in Portfolios zusammengefasst und zur Verfügung gestellt. Jede/r erhielt die Auswertung seines eigenen Kurses und eine Gesamtauswertung. In der abgehaltenen Reflexionssitzung konnten aufgrund organisatorischer Schwierigkeiten nicht alle Lehrenden anwesend sein. Die Abwesenden teilten ihre Eindrücke jedoch schriftlich mit.

Das Vorgehen schien besonders heikel, da sich die Lehrenden fast unmittelbar in ihrer Arbeit kritisiert fühlten. Die Testergebnisse sollten allerdings vordergründig dazu dienen, die Warm-Up-Kurse zu vergleichen und nicht die Qualität der einzelnen Kurse zu ermitteln. Das Ziel der Reflexionssitzung war, wie schon der Name vermuten lässt, über die Kurse und Testergebnisse zu reflektieren, um die Qualität der Warm-Up-Kurse langfristig zu verbessern. Die Lehrenden nahmen das Feedback gut an und tauschten sich in der Reflexionssitzung auch konkret über ihre Erlebnisse und Ergebnisse aus, ohne dass dies verlangt wurde.

Im Zuge der gemeinsamen Reflexion wurden auf der Basis der Testergebnisse eine Reihe von Änderungs- bzw. Verbesserungsvorschläge für die Warm-Up-Kurse erarbeitet, die im Folgenden vorgestellt werden sollen.

Sie beziehen sich einerseits auf inhaltliche Aspekte als auch auf Rahmenbedingungen der Warm-Up-Kurse. Die Vorschläge wurden entsprechend ihrer Umsetzbarkeit in drei Gruppen eingeteilt.

### **5.4.1. Leicht umzusetzende Vorschläge**

Hierbei handelt es sich um Vorschläge, die teilweise von einzelnen Lehrenden bereits autonom eingesetzt wurden und als gut befunden wurden, oder solche, die auch von seiten der Fachhochschule einfach umzusetzen sind.

#### **Stoffreduktion**

Auch wenn die Liste der Inhalte nur als Leitfaden zu verstehen war, waren die Lehrenden dennoch bestrebt, alle Inhalte im Kurs unterzubringen. Eine Stoffreduktion auf jene Inhalte, die für ein technisches Studium besonders relevant sind, könnte die Effektivität der Warm-Up-Kurse erhöhen, wie auch von Christina Varsavsky [10] beschrieben wird.

In Baden-Württemberg wurde bereits ein Anforderungskatalog Mathematik für den Übergang Schule/Hochschule konzipiert [1]. Von mehreren Lehrenden wurde in der Reflexionssitzung zum Beispiel die Sinnhaftigkeit von Betragsungleichungen für das technische Studium in Frage gestellt. Um diese Stoffreduktion sinnvoll für alle durchzuführen, sollten jedoch Vertreter der einzelnen Studiengänge hinzugezogen werden, um relevante Inhalte festzustellen.

#### **Bekanntgabe eines detaillierten Zeitplans durch die Lehrenden**

Diese Maßnahme wurde von einem Großteil der Lehrenden bereits implementiert. Die Bekanntgabe eines detaillierten Zeitplans soll vor allem jenen Studierenden zugutekommen, die von sich selbst denken ein bestimmtes Themengebiet bereits zu beherrschen. Da sie sich im Kurs unterfordert fühlen, beschließen sie, in der folgenden Einheit (oder mehreren) nicht teilzunehmen. Wenn sie wiederkommen, ist der Stoff bereits vorangeschritten und sie können dem Unterricht nicht mehr folgen. Das ist einerseits frustrierend für die Studierenden und andererseits für den Lehrenden, wenn dieser Studierende dann Fragen stellt, die bereits in den vorangegangenen Einheiten beantwortet wurden.

Wird ein Zeitplan bekanntgegeben und gegebenenfalls aktualisiert, können Studierende selbst überprüfen, welche Inhalte wann an der Reihe sind und dementsprechend agieren.

Als Best-Practice-Beispiel sei hier der Brückenkurs Mathematik an der FH Südwestfalen in Meschede angeführt. Dieser ist in Vorlesung, Übung und E-Learning-Phase geteilt, wobei die Inhalte der Vorlesung im Vorfeld bekannt gegeben werden, um die themenbezogene Teilnahme an der Vorlesung zu ermöglichen. [11]

### **Belohnung der Teilnahme**

Das eben erläuterte Problem könnte ebenfalls umgangen werden, wenn die durchgehende Teilnahme am Kurs durch sogenannte Goodies belohnt wird, um die Motivation zu erhöhen. Da es aus verwaltungstechnischen Gründen nicht möglich ist, für die Vorkurse Noten bzw. ECTS Punkte zu vergeben, wären als Anreiz Kopier-Gutscheine oder Kaffee-Gutscheine für die Mensa denkbar. Ein Erreichen von sogenannten Achievements ist auf der Blended-Learning-Plattform möglich und wird von Resch genauer beschrieben [5]. Auch Bonussysteme für verwandte Prüfungen wären denkbar. So wird beispielsweise an der Fakultät für Physik der Universität Wien bei einer Mindestanzahl an bearbeiteten Themenbereichen des Self-Assessment-Tests ein Guthaben in die Mathematikprüfung mitgenommen [12].

An der Universität Kassel werden seit 2007 bei erfolgreicher Teilnahme am Abschluss-test (über 50% der mögliche Punkte) Zertifikate ausgestellt [13]. Die Tatsache, dass eine häufige Teilnahme sich positiv auf die Mathematiknote nach dem ersten Semester auswirkt und daher wünschenswert ist, wurde in Kapitel 4 gezeigt.

### **Wöchentliche E-Mail Benachrichtigung**

Die wöchentliche E-Mail-Benachrichtigung wurde bereits auf Ersuchen der Fachhochschule im Jahr 2012 durchgeführt. Sie soll einerseits dazu dienen, Studierende, die einige Einheiten nicht teilgenommen haben, dazu zu motivieren wieder einzusteigen und andererseits jene Studierenden, die aus verschiedenen Gründen an den ersten Einheiten nicht teilnehmen konnten, daran zu erinnern, dass ein Einstieg jederzeit möglich ist.

### **Wöchentliche Selbstkontrolle**

Mit Hilfe einer Blended-Learning-Plattform soll es den Studierenden möglich sein, ihren eigenen Lernfortschritt zu verfolgen. Diese wurde aber erst im Sommer 2013 in Voll-Betrieb genommen und wird in der der Arbeit von Resch untersucht [5].

### **Anfangs- und Endtests**

Die Anfangs- und Endtests sollen, abgesehen von kleinen Änderungen, in den folgenden Jahren beibehalten werden, um als Grundlage für ein kontinuierliches Monitoring und Verbesserung der Warm-Up-Kurse zu dienen.

### 5.4.2. Moderat schwierig umzusetzende Vorschläge

Folgende Vorschläge sind in ihrer Umsetzung entweder zeitintensiv oder gehen mit einer verwaltungstechnischen Reformierung einher, die eine große Herausforderung darstellt.

#### **Standardisierung der Kursinhalte, Lehrziel- und Kompetenzkatalog**

Viele Lehrenden wünschen eine Standardisierung der Kursinhalte und die Erstellung eines Lehrziel- und Kompetenzkatalogs (ähnlich dem SEFI<sup>9</sup>-Katalog, vgl. [14]). Idealerweise sollte der Katalog durch Beispiel- und Übungsaufgaben ergänzt sein. Eine Erstellung eines solchen Katalogs und eine Abstimmung der Lehrziele und Kompetenzen auf die einzelnen Studiengänge ist allerdings unter mehreren Gesichtspunkten sehr aufwendig.

Eine Abstimmung der Inhalte auf die jeweiligen Studiengänge wird beispielsweise im VEMINT-Projekt durch ein Ampel-System erreicht, welches den Studierenden Auskunft gibt, ob ein Inhalt, z. B. Polynomdivision, für den eigenen Studiengang wichtig, optional oder unwichtig ist [13].

#### **Abstimmung der Mathematik- und Physik-Vorkurse**

Die Mathematik-Warm-Up-Kurse finden parallel zu den Physik-Warm-Up-Kursen statt. Die Studierenden der Physik-Warm-Up-Kurse beklagen, dass ihnen die notwendigen mathematischen Fertigkeiten fehlen würden. Während im Mathematik-Warm-Up-Kurs noch die Inhalte der Sekundarstufe I wiederholt werden, wird in der Physik sehr bald Differentialrechnung im Bereich der klassischen Mechanik eingesetzt.

Es ist allerdings nicht sinnvoll, mathematische Inhalte in die Physik-Warm-Up-Kurse zu verlegen, da nicht alle Studierende die Physik-Warm-Up-Kurse besuchen. Es ist bei der momentanen Organisation der Warm-Up-Kurse auch nicht möglich, die Physik-Warm-Up-Kurse erst nach Abschluss der Mathematik-Warm-Up-Kurse zu starten, da dann die Mathematik-Kurse bereits im Juli anfangen und somit eine große zeitliche Belastung für die Studierenden darstellen würde.

#### **Blocklehrveranstaltung an Samstagen**

Viele der berufstätigen Studierenden besuchen nach einem 8-Stunden-Arbeitstag noch mehrere Stunden Warm-Up-Kurse am Nachmittag und Abend. Dies führt häufig zu einem Mangel an Konzentration. Diese Maßnahme soll als zeitliche Entlastung der berufstätigen Studierenden dienen. Allerdings muss zunächst die Nachfrage einer solchen

---

<sup>9</sup>Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs, Europäische Gesellschaft für Ingenieur-Ausbildung

Blocklehrveranstaltung erhoben werden.

### **5.4.3. Schwierig umzusetzende Vorschläge**

Diese Vorschläge sind nur durch eine grundlegende Umgestaltung der Warm-Up-Kurse möglich, daher sind sie nur schwierig umzusetzen.

#### **Einteilung der Studierenden**

Die einzelnen Kurse sind bisher sehr leistungsheterogen. Es wäre daher denkbar, die Studierenden nach ihren Leistungen bei einem Anfangstest einzuteilen und so homogenere Gruppen zusammenzustellen, mit dem Ziel, die Studierenden optimal zu fördern. Ein ähnliches Konzept verfolgt Esslingen, dort werden die Studierenden nach ihren Studiengängen eingeteilt [1]. Allerdings ist dies mit einem großen verwaltungstechnischen Aufwand verbunden und würde in vielen Fällen zu Terminschwierigkeiten führen. Außerdem könnten die Anfangstests dann nicht mehr anonym durchgeführt werden und die Studierenden sähen sich in mit einer Prüfungssituation noch vor Studienbeginn konfrontiert.

#### **Verbindliche Hausübungen**

Um sich intensiver mit den Inhalten der Vorkurse auseinanderzusetzen, könnten verbindliche Hausaufgaben vorgeschrieben werden. Bisher wurden die Studierenden zwar dazu angehalten, sich mit den Inhalten zu Hause zu beschäftigen, davon machten aber nur sehr wenige Gebrauch. Allerdings müssten auch hier sinnvollerweise die berufstätigen Studierenden von den Vollzeitstudierenden getrennt werden, was erneut in einer verwaltungstechnischen Reform der Warm-Up-Kurse resultieren würde, da die für Hausaufgaben zur Verfügung stehende Zeit nicht verglichen werden kann. Aber auch die Vollzeitstudierenden sind mit Warm-Up-Kursen und beginnenden Einführungsveranstaltungen zeitlich bereits sehr gefordert. Daher ist es fraglich, ob diese Maßnahme sinnvoll umgesetzt werden kann.

## 6. Conclusio

In dieser Arbeit wurden die verschiedenen Aspekte von Brückenkursen, die auf der Fachhochschule Technikum Wien Warm-Up-Kurse genannt werden, untersucht. Bereits bei der Untersuchung der Daten aus den Jahren 2008, 2010 und 2011 zeigt sich, dass die Warm-Up-Kurse zur Verbesserung der Mathematiknote beitragen.

Im Jahr 2012 wurde der direkte Leistungszuwachs der Studierenden gemessen und anhand dieser Daten Verbesserungsvorschläge erarbeitet. Die Umsetzung dieser Verbesserungsvorschläge und die Implementierung der Blended-Learning-Plattform wird meines Erachtens nach dazu führen, die Qualität und Effektivität der Warm-Up-Kurse kontinuierlich zu verbessern. Denn die Tatsache, dass beim Endtest im Jahr 2012 immer noch ein großer Teil der Studierenden nach Prüfungsmaßstäben ein Nicht Genügend erhalten hätte, ist bedenklich und zeigt, dass es noch großes Verbesserungspotential gibt.

Die Fachhochschule investiert große finanzielle Mittel in die Warm-Up-Kurse. Es ist fraglich, wie zufriedenstellend die bisherigen Ergebnisse für die Fachhochschule sind. Eine Überarbeitung der Inhalte, eine Anpassung an die zentrale Reifeprüfung in Mathematik in Österreich und eine Umorganisation der Warm-Up-Kurse könnten aus meiner Sicht allerdings noch enormes Verbesserungspotential realisieren. Allerdings zeigt sich mit Blick auf andere Untersuchungen von Universitäten und Fachhochschulen im deutschsprachigen Raum, die schon seit vielen Jahren Brückenkurse durchführen, dass sie niemals für alle Studierenden ausreichend sind, um Defizite in Mathematik auszugleichen.

## Literatur

- [1] Heinrich Abel und Bruno Weber. 28 Jahre Esslinger Modell - Studienanfänger und Mathematik. In Isabell Bausch, Rolf Biehler, Regina Bruder, Pascal R. Fischer, Reinhard Hochmuth, Wolfram Koepf, Wolfgang Schreiber und Thomas Wassong, Hrsg., *Mathematische Vor- und Brückenkurse*, Seiten 9–19. Springer, 2014.
- [2] Rolf Biehler, Regina Bruder, Reinhard Hochmuth und Wolfram Koepf. Einleitung. In Isabell Bausch, Rolf Biehler, Regina Bruder, Pascal R. Fischer, Reinhard Hochmuth, Wolfram Koepf, Wolfgang Schreiber und Thomas Wassong, Hrsg., *Mathematische Vor- und Brückenkurse*, Seiten 1–6. Springer, 2014.
- [3] Mirco Schoening und Reinhard Wulfert. Studienvorbereitungskurse „Mathematik“ an der Fachhochschule Brandenburg. In Isabell Bausch, Rolf Biehler, Regina Bruder, Pascal R. Fischer, Reinhard Hochmuth, Wolfram Koepf, Wolfgang Schreiber und Thomas Wassong, Hrsg., *Mathematische Vor- und Brückenkurse*, Seiten 213–229. Springer, 2014.
- [4] Pascal Rolf Fischer. *Mathematische Vorkurse im Blended-Learning-Format*. Springer Spektrum, 2014.
- [5] Florian Resch. Über die Effektivität von Blended-Learning-gestützten Brückenkursen : eine qualitative und quantitative Erhebung an der Fachhochschule Technikum Wien. Diplomarbeit, Universität Wien, 2014.
- [6] Mario Wunderl. SchülerInnenfehler in Mathematikaufgaben der schriftlichen AHS-Matura. Diplomarbeit, Universität Wien, 1999.
- [7] Anja Lembens und Ilse Bartosch. Genderforschung in der Chemie- und Physikdidaktik. In M. Kampshoff & C. Wiepcke, Hrsg., *Handbuch Geschlechterforschung und Fachdidaktik*. VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2012.
- [8] Carina Heiss und Franz Embacher. Effizienz von Mathematik-Vorkursen an der Fachhochschule Technikum Wien - ein datengestützter Reflexionsprozess. erscheint im khdm - Tagungsband.
- [9] Paul D. Ellis. *The essential guide to effect sizes: statistical power, meta-analysis, and the interpretation of research results*. Cambridge University Press, 2010.

- [10] Cristina Varsavsky. The Design of the Mathematics Curriculum for Engineers: A Joint Venture of the Mathematics Department and the Engineering Faculty. *European Journal of Engineering Education*, 20(3):341 – 345, 1995.
- [11] Monika Reimpell, Daniel Hoppe, Torsten Pätzold und Adriane Sommer. Brückenkurs Mathematik an der FH Südwestfalen in Meschede. In Isabell Bausch, Rolf Biehler, Regina Bruder, Pascal R. Fischer, Reinhard Hochmuth, Wolfram Koepf, Wolfgang Schreiber und Thomas Wassong, Hrsg., *Mathematische Vor- und Brückenkurse*, Seiten 165–180. Springer, 2014.
- [12] Franz Embacher. Self-Assessment-Test-Mathematik für Studierende der Physik an der Universität Wien. In Isabell Bausch, Rolf Biehler, Regina Bruder, Pascal R. Fischer, Reinhard Hochmuth, Wolfram Koepf, Wolfgang Schreiber und Thomas Wassong, Hrsg., *Mathematische Vor- und Brückenkurse*, Seiten 103–121. Springer, 2014.
- [13] Isabell Bausch, Pascal Rolf Fischer und Janina Oesterhaus. Facetten von Blended Learning Szenarien für das interaktive Lernmaterial VEMINT. In Isabell Bausch, Rolf Biehler, Regina Bruder, Pascal R. Fischer, Reinhard Hochmuth, Wolfram Koepf, Wolfgang Schreiber und Thomas Wassong, Hrsg., *Mathematische Vor- und Brückenkurse*, Seiten 87–102. Springer, 2014.
- [14] M.D.J. Barry und N.C. Steele. A core curriculum in mathematics for the european engineer: an overview. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 24(2):223 – 229, 1993.

## Abbildungsverzeichnis

1.	Verteilung der Geschlechter im Jahr 2008 . . . . .	16
2.	Verteilung der Geschlechter im Jahr 2010 . . . . .	16
3.	Verteilung der Geschlechter im Jahr 2011 . . . . .	17
4.	Verteilung der Studiengänge im Jahr 2008 . . . . .	18
5.	Verteilung der Studiengänge im Jahr 2010 . . . . .	19
6.	Verteilung der Studiengänge im Jahr 2011 . . . . .	19
7.	Verteilung der Schulabschlüsse der Studierenden im Jahr 2008 . . . . .	21
8.	Verteilung der Schulabschlüsse der Studierenden im Jahr 2010 . . . . .	21
9.	Verteilung der Schulabschlüsse der Studierenden im Jahr 2011 . . . . .	22
10.	Jahr des Schulabschlusses im Jahr 2008 . . . . .	22
11.	Jahr des Schulabschlusses im Jahr 2010 . . . . .	23
12.	Jahr des Schulabschlusses im Jahr 2011 . . . . .	23
13.	Gesamtzahl der Studierenden im Reihungstest und Warm-Up-Kurs im Jahr 2008 . . . . .	25
14.	Gesamtzahl der Studierenden im Reihungstest und Warm-Up-Kurs im Jahr 2010 . . . . .	26
15.	Gesamtzahl der Studierenden im Reihungstest und Warm-Up-Kurs im Jahr 2011 . . . . .	26
16.	Mathematiknoten der Studierenden und Warm-Up-Kurs im Jahr 2008 . .	28
17.	Mathematiknoten der Studierenden und Warm-Up-Kurs im Jahr 2010 . .	28
18.	Mathematiknoten der Studierenden und Warm-Up-Kurs im Jahr 2011 . .	29
19.	Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2008 . . . . .	31
20.	Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2010 . . . . .	31
21.	Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2011 . . . . .	32
22.	Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2008 bei hoher Anwesenheit im Warm-Up-Kurs . . . . .	33
23.	Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2010 bei hoher Anwesenheit im Warm-Up-Kurs . . . . .	33
24.	Notendifferenz der Zwillinge im Jahr 2011 bei hoher Anwesenheit im Warm-Up-Kurs . . . . .	34
25.	Codierung der Anfangs- und Endtests . . . . .	35
26.	Besuchte Studiengänge der Warm-Up-TeilnehmerInnen . . . . .	37
27.	Verteilung der Geschlechter . . . . .	38
28.	Schulabschluss . . . . .	39
29.	Erwerb der Zugangsvoraussetzung . . . . .	40
30.	Ausmaß der Berufstätigkeit in Wochenstunden . . . . .	40
31.	Erreichte Punkte im Anfangstest . . . . .	41
32.	Erreichte Punkte im Endtest . . . . .	42
33.	Erreichte Punkte von weiblichen Studierenden im Anfangstest . . . . .	43
34.	Erreichte Punkte von weiblichen Studierenden im Endtest . . . . .	44
35.	Erreichte Punkte von männlichen Studierenden im Anfangstest . . . . .	44
36.	Erreichte Punkte von männlichen Studierenden im Endtest . . . . .	45

37.	Erreichte Punkte nach Vorbildung . . . . .	46
38.	Erreichte Punkte nach Jahr des Schulabschlusses . . . . .	47
39.	Erreichte Punkte nach Berufstätigkeit . . . . .	48
40.	Durchschnittliche Punkte der einzelnen Kurse im Vergleich zum Gesamtdurchschnitt . . . . .	49
41.	Leistungszuwachs aller Kurse . . . . .	50
42.	Vergleich der durchschnittlichen Punkte bei Anfangs- und Endtest in den einzelnen Aufgaben . . . . .	51
43.	Vergleich der durchschnittlichen Punkte im Anfangstest in Vormittags- und Abendkursen . . . . .	52
44.	Vergleich der durchschnittlichen Punkte im Endtest in Vormittags- und Abendkursen . . . . .	52
45.	Vergleich des Leistungszuwachses von Vormittags- und Abendkursen in den einzelnen Aufgaben . . . . .	53
46.	Verteilung der Geschlechter in den Jahren 2008, 2010 und 2011 . . . . .	64
47.	Verteilung der Studiengänge in den Jahren 2008, 2010 und 2011 . . . . .	64
48.	Verteilung der Schulabschlüsse der Studierenden in den Jahren 2008, 2010 und 2011 . . . . .	65
49.	Verteilung der Jahre der Schulabschlüsse der Studierenden in den Jahren 2008, 2010 und 2011 . . . . .	65
50.	Gesamtzahl der Studierenden im Reihungstest und Warm-Up-Kurs in den Jahren 2008, 2010 und 2011 . . . . .	66
51.	Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2008 aller Studierenden	66
52.	Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2008 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	67
53.	Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2008 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	67
54.	Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2010 aller Studierenden	68
55.	Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2010 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	68
56.	Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2010 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	69
57.	Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2011 aller Studierenden	69
58.	Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2011 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	70
59.	Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2011 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	70
60.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2008 aller Studierenden . . . . .	71
61.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2008 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	71
62.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2008 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten und mehr als 90 % der Termine anwesend waren . . . . .	72

63.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2008 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	72
64.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2010 aller Studierenden . . . . .	73
65.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2010 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	73
66.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2010 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten und mehr als 90 % der Termine anwesend waren . . . . .	74
67.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2010 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	74
68.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2011 aller Studierenden . . . . .	75
69.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2011 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	75
70.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2011 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten und mehr als 90 % der Termine anwesend waren . . . . .	76
71.	Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2011 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten . . . . .	76
72.	Leistungszuwachs aufgeschlüsselt nach den einzelnen Kursen . . . . .	77

## Tabellenverzeichnis

1.	Verteilung der Studierenden auf die Warm-Up-Kurse . . . . .	15
2.	Abkürzungen der Studiengänge . . . . .	17
3.	Anteile der Studierenden der Studiengänge in den Warm-Up-Kursen . . . . .	18
4.	Mittelwerte und Standardabweichungen der Reihungstests . . . . .	27
5.	Verteilung der Mathematiknoten . . . . .	27
6.	Mittelwerte und Standardabweichungen der Mathematiknoten . . . . .	29
7.	Zwillingsanalyse Anwesend vs. Nicht-Anwesend . . . . .	30
8.	Zwillingsanalyse mit hoher Anwesenheit . . . . .	32
9.	Themen und Abkürzungen der Aufgaben in Anfangs- und Endtest . . . . .	36
10.	Abkürzungen der Studiengänge . . . . .	37
11.	Punktezahlen und Geschlecht der Studierenden . . . . .	43
12.	Punktezahlen und Vorbildung . . . . .	46
13.	Punktezahlen und Jahr des Schulabschlusses . . . . .	47
14.	Punktezahlen und Berufstätigkeit . . . . .	48

# Anhang

## I. Weitere Abbildungen

### I.a. Überblicksabbildungen für die Jahre 2008, 2010 und 2011

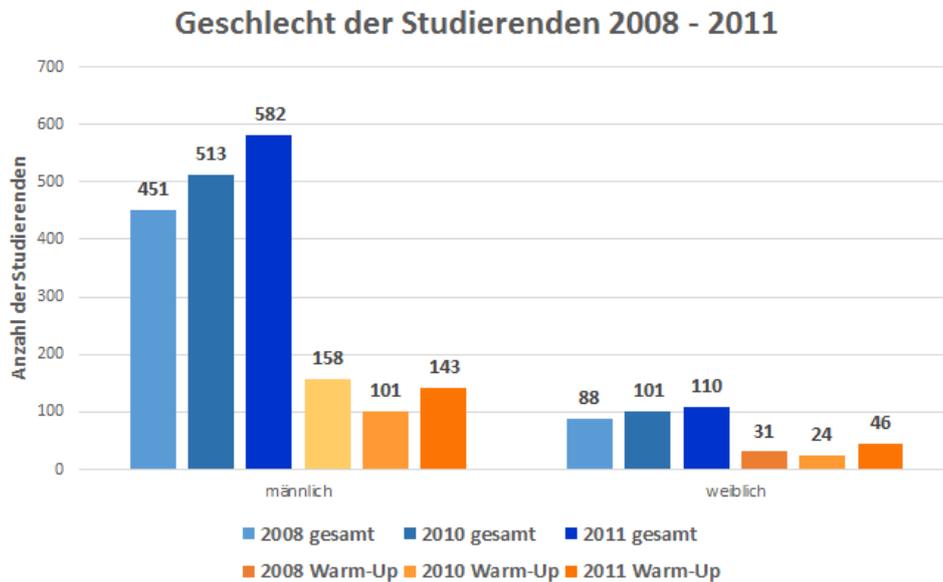


Abbildung 46: Verteilung der Geschlechter in den Jahren 2008, 2010 und 2011

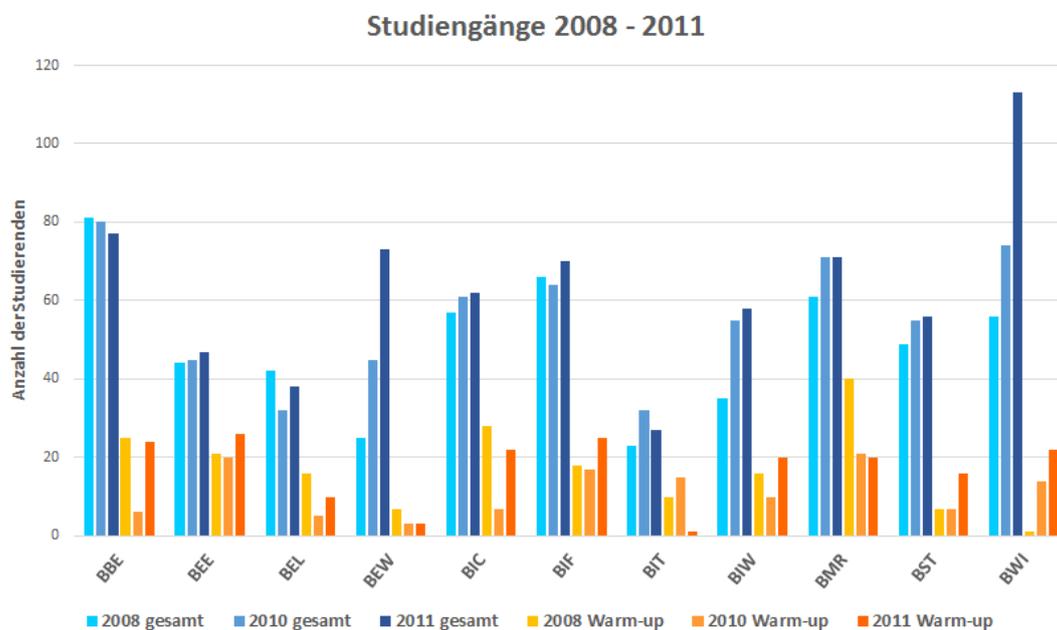


Abbildung 47: Verteilung der Studiengänge in den Jahren 2008, 2010 und 2011

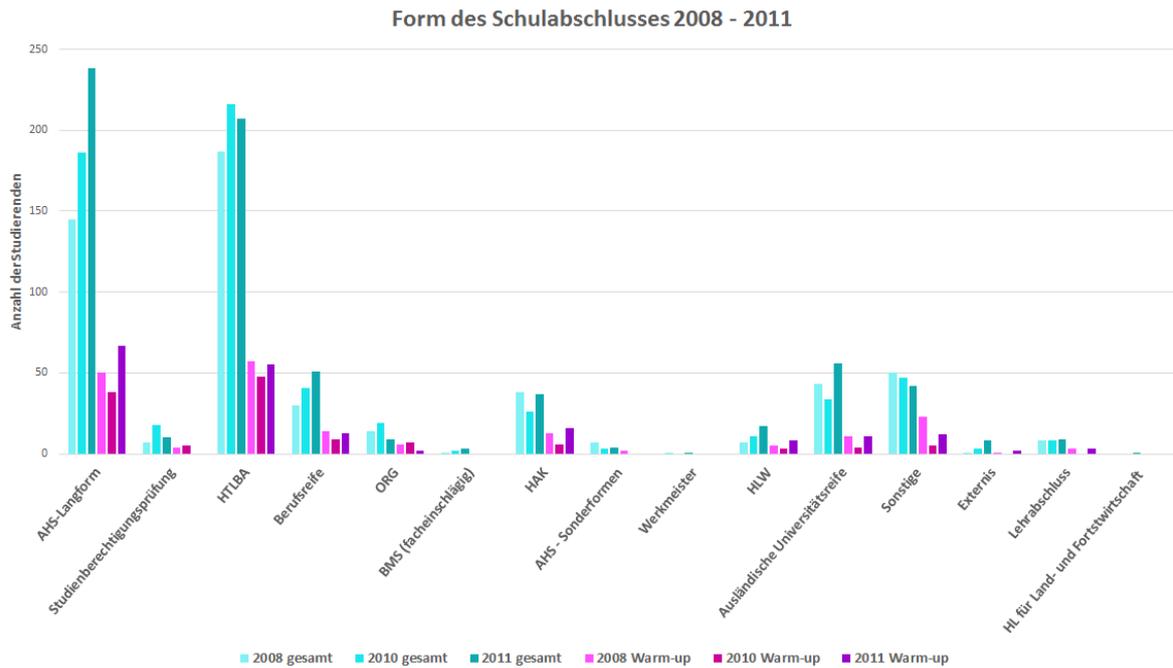


Abbildung 48: Verteilung der Schulabschlüsse der Studierenden in den Jahren 2008, 2010 und 2011

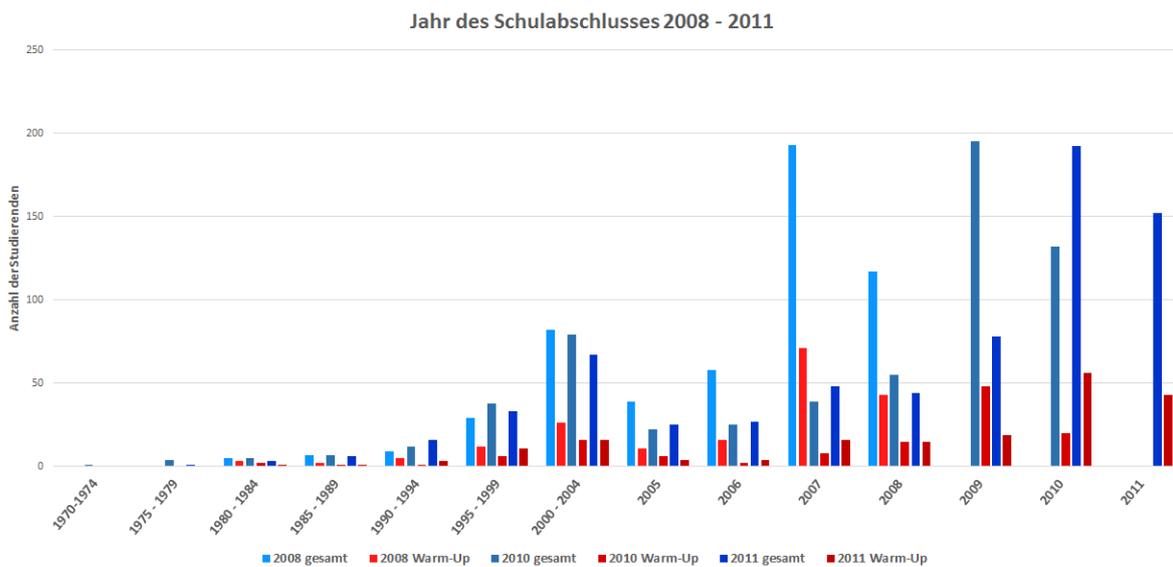


Abbildung 49: Verteilung der Jahre der Schulabschlüsse der Studierenden in den Jahren 2008, 2010 und 2011

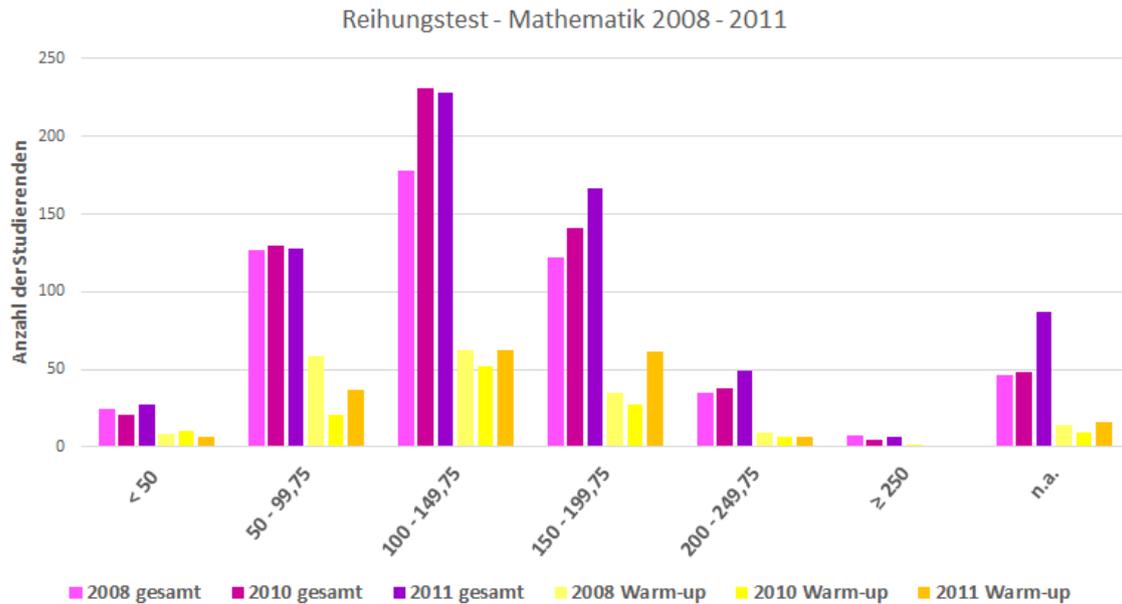


Abbildung 50: Gesamtzahl der Studierenden im Reihungstest und Warm-Up-Kurs in den Jahren 2008, 2010 und 2011

### I.b. Histogramme Reihungstests

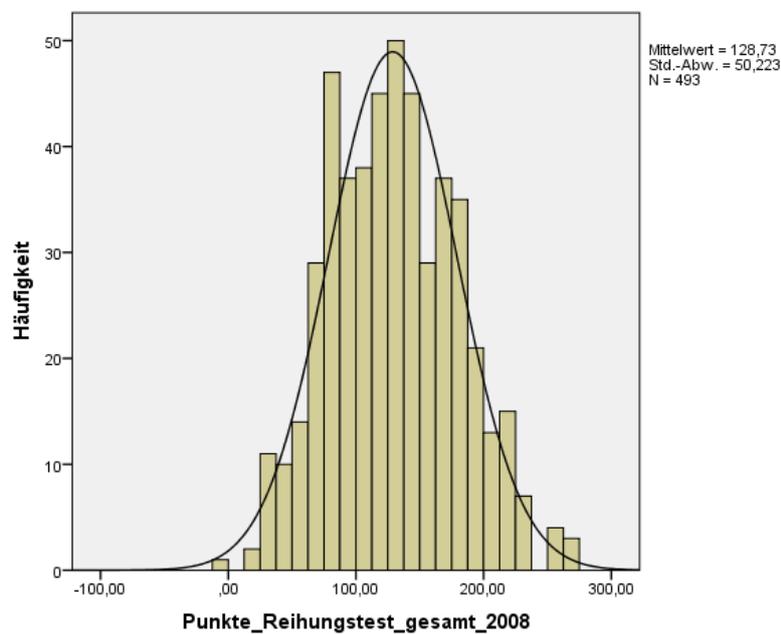


Abbildung 51: Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2008 aller Studierenden

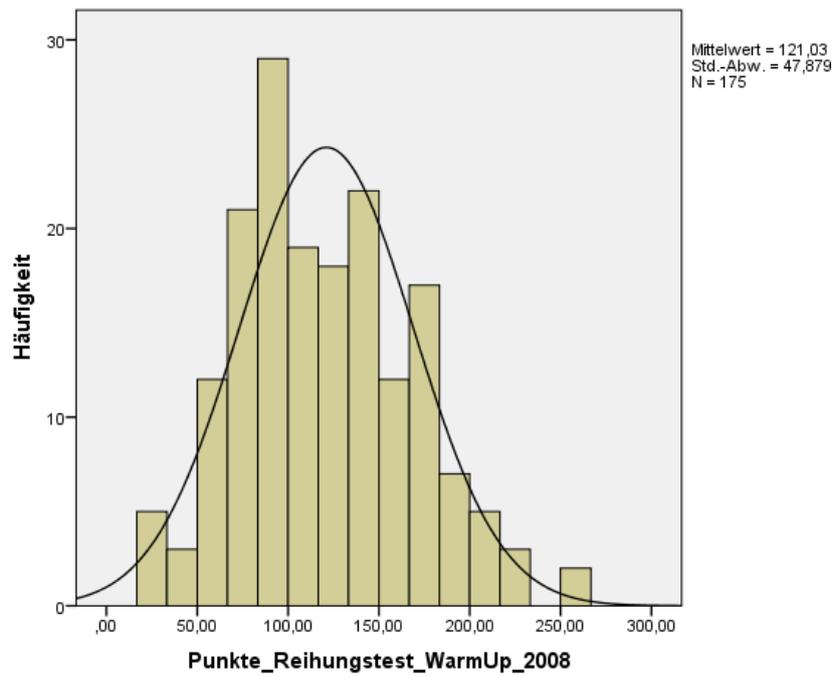


Abbildung 52: Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2008 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten

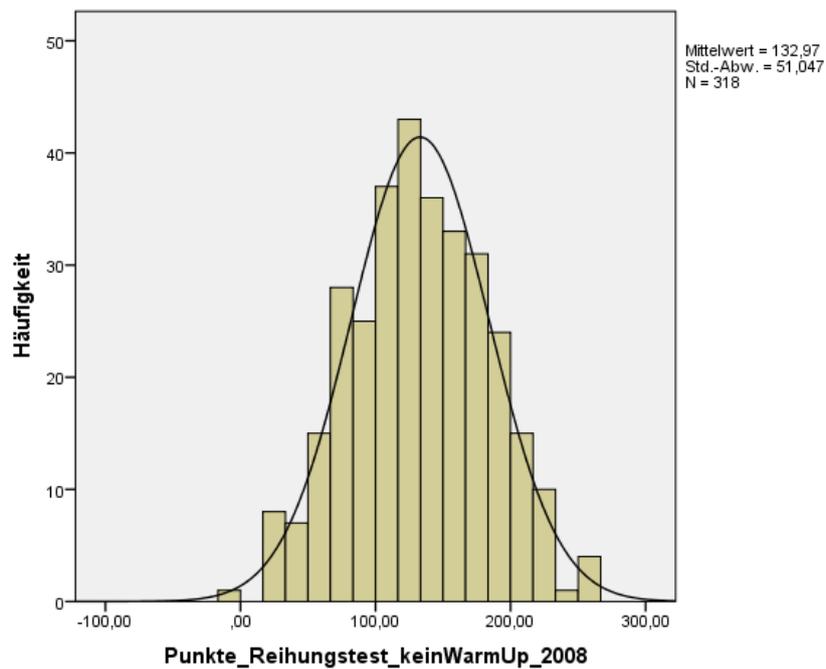


Abbildung 53: Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2008 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten

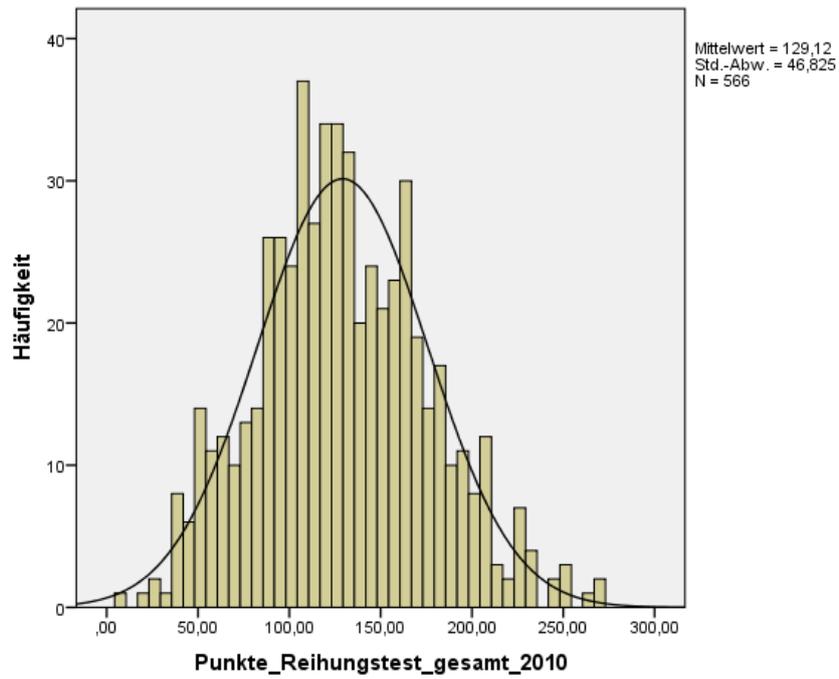


Abbildung 54: Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2010 aller Studierenden

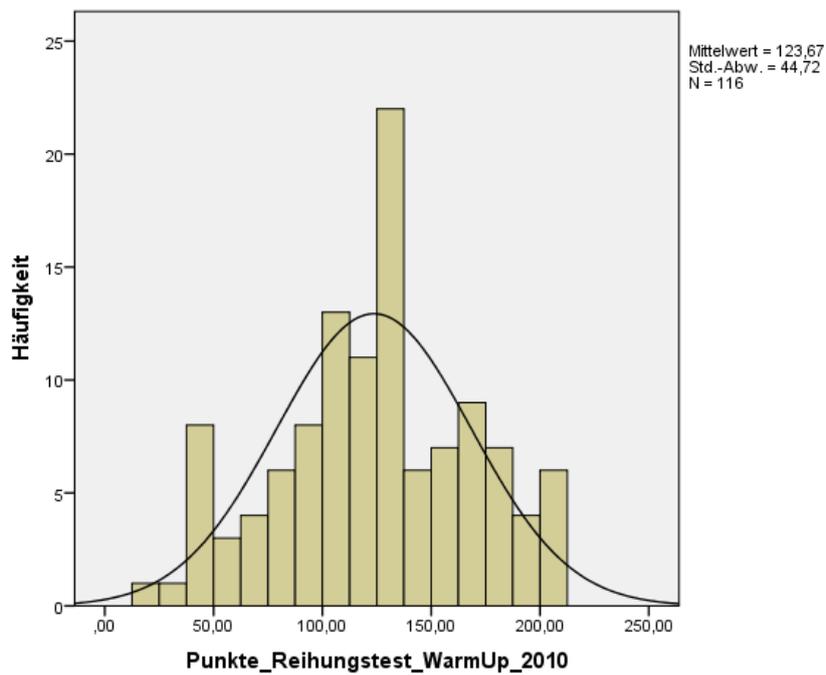


Abbildung 55: Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2010 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten

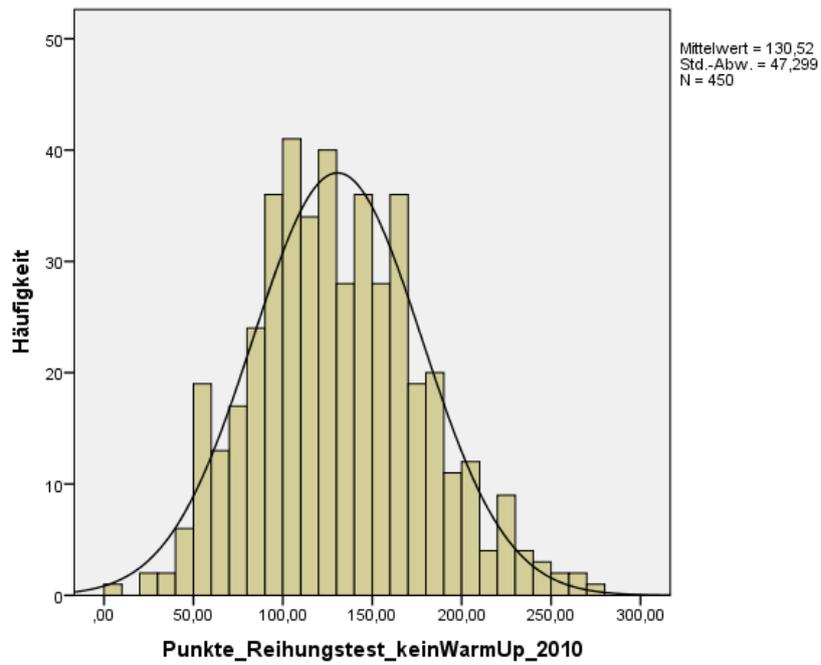


Abbildung 56: Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2010 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten

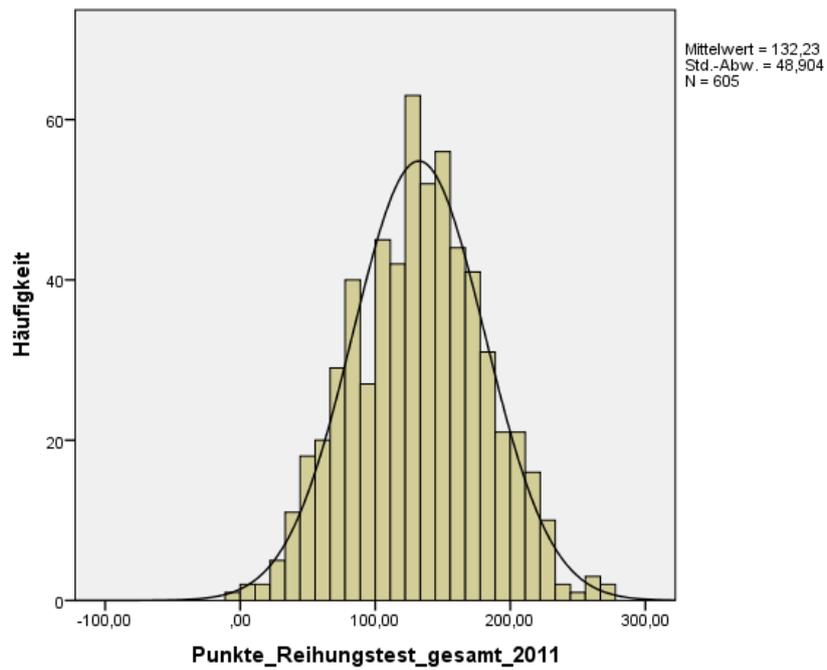


Abbildung 57: Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2011 aller Studierenden

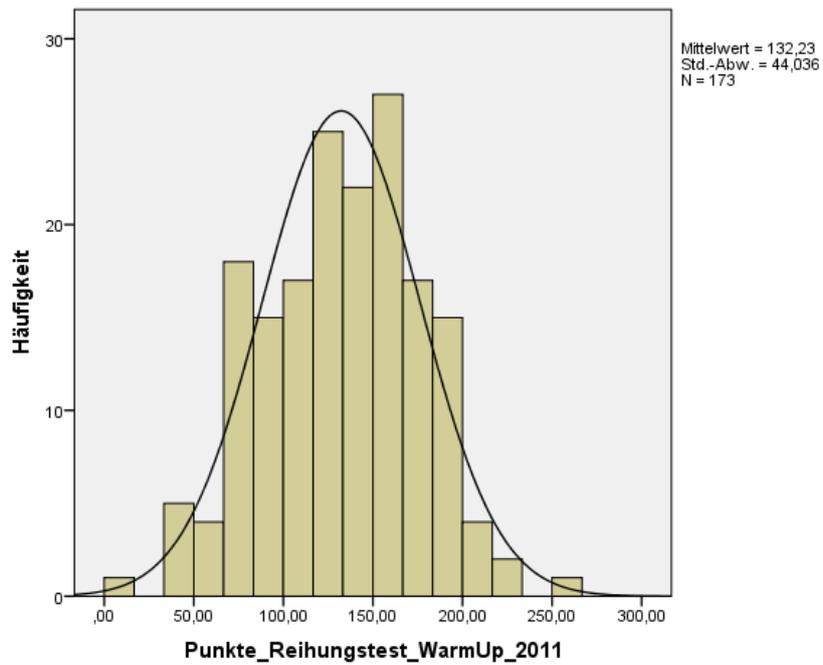


Abbildung 58: Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2011 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten

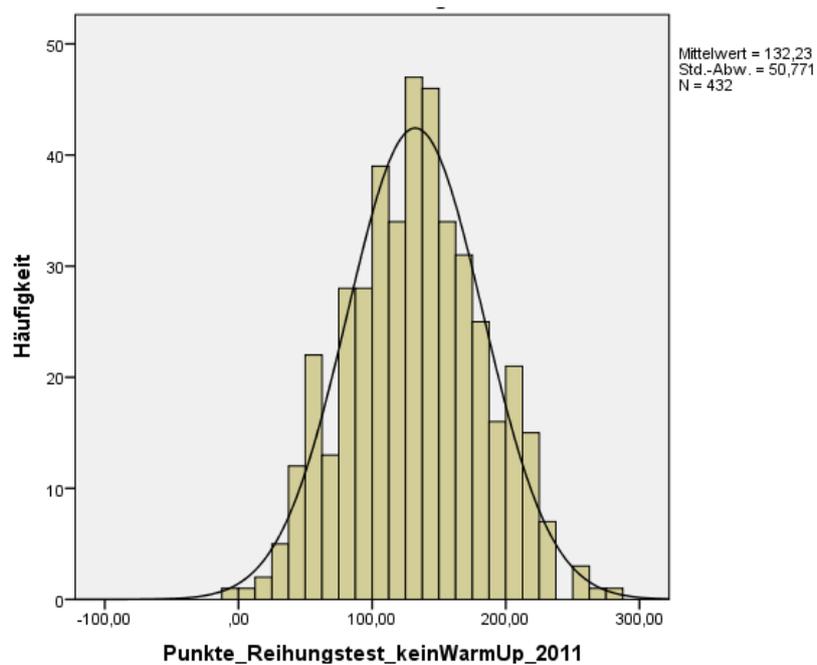


Abbildung 59: Histogramm der Punkte des Reihungstests im Jahr 2011 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten

### I.c. Histogramme Mathematiknoten

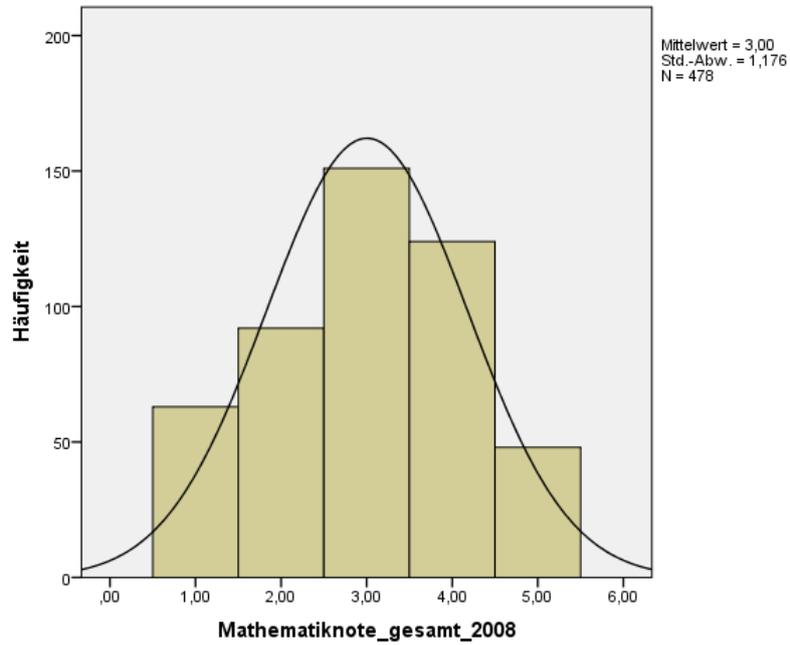


Abbildung 60: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2008 aller Studierenden

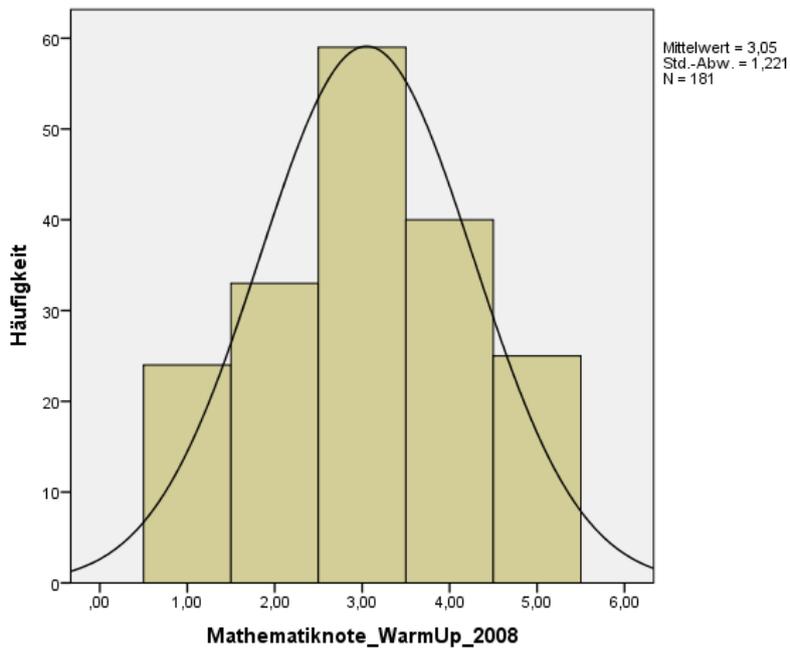


Abbildung 61: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2008 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten

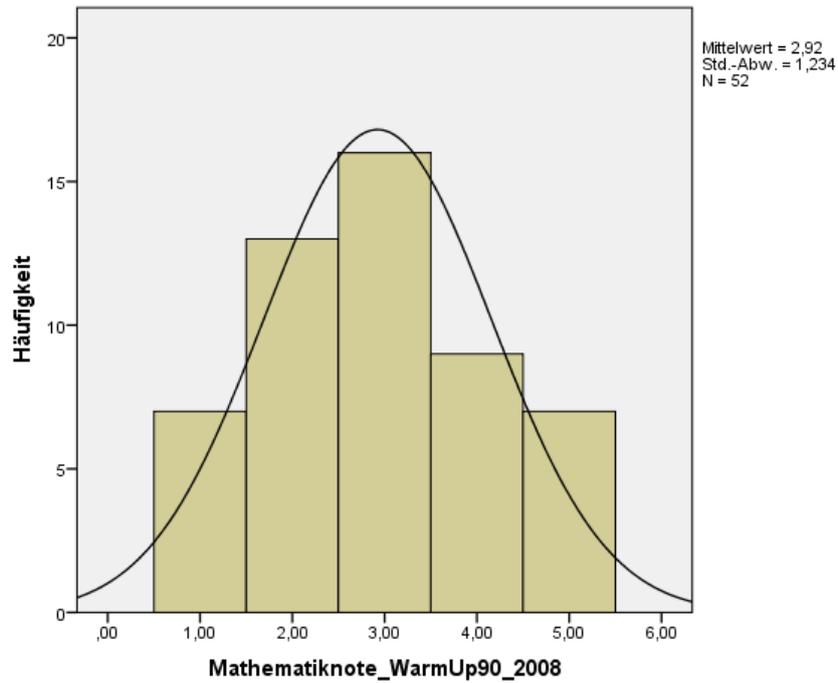


Abbildung 62: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2008 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten und mehr als 90 % der Termine anwesend waren

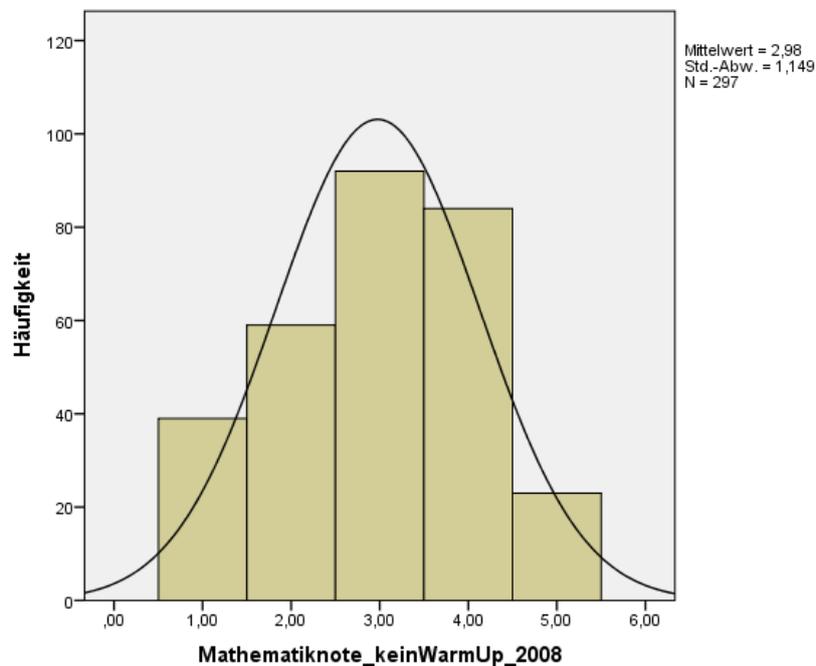


Abbildung 63: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2008 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten

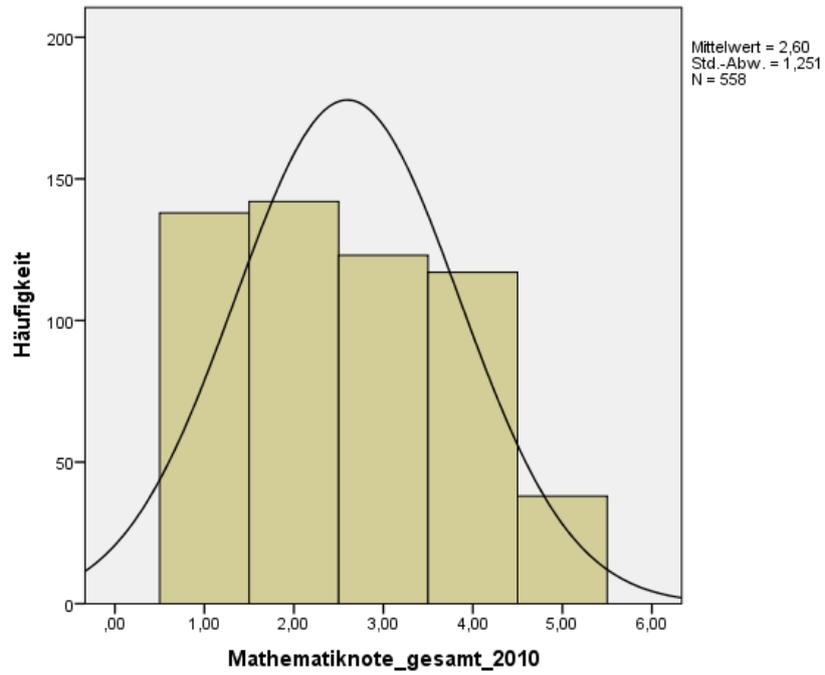


Abbildung 64: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2010 aller Studierenden

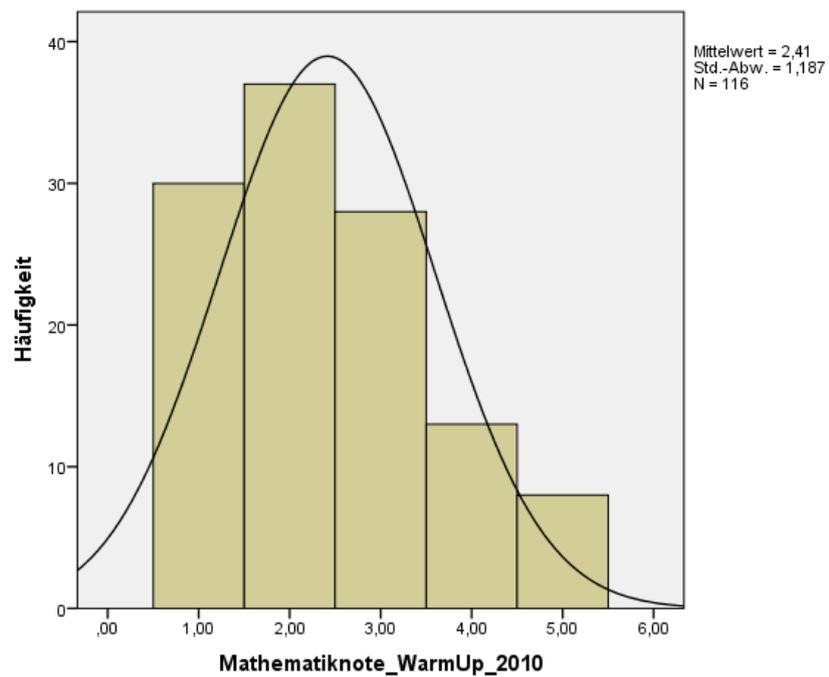


Abbildung 65: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2010 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten

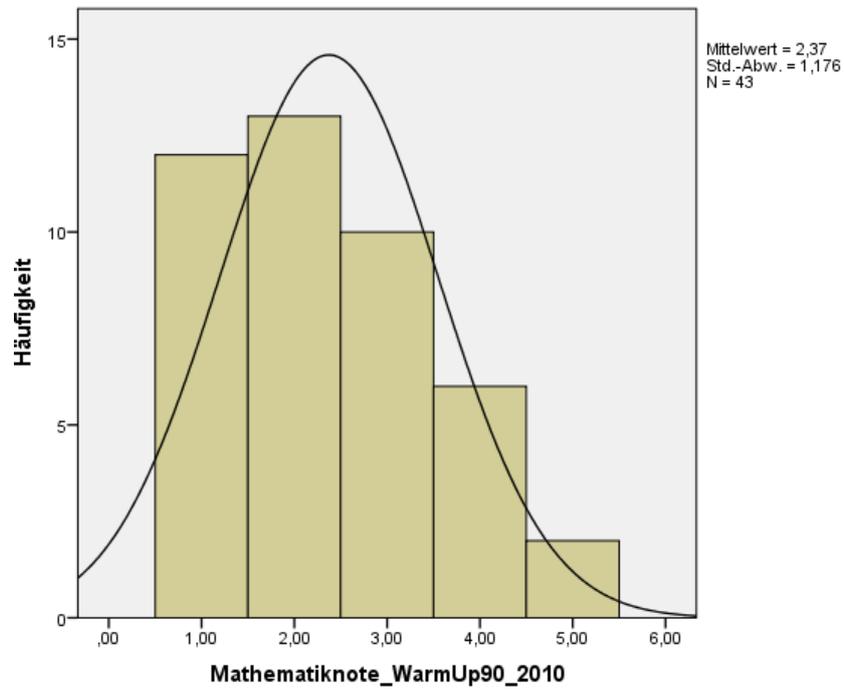


Abbildung 66: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2010 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten und mehr als 90 % der Termine anwesend waren

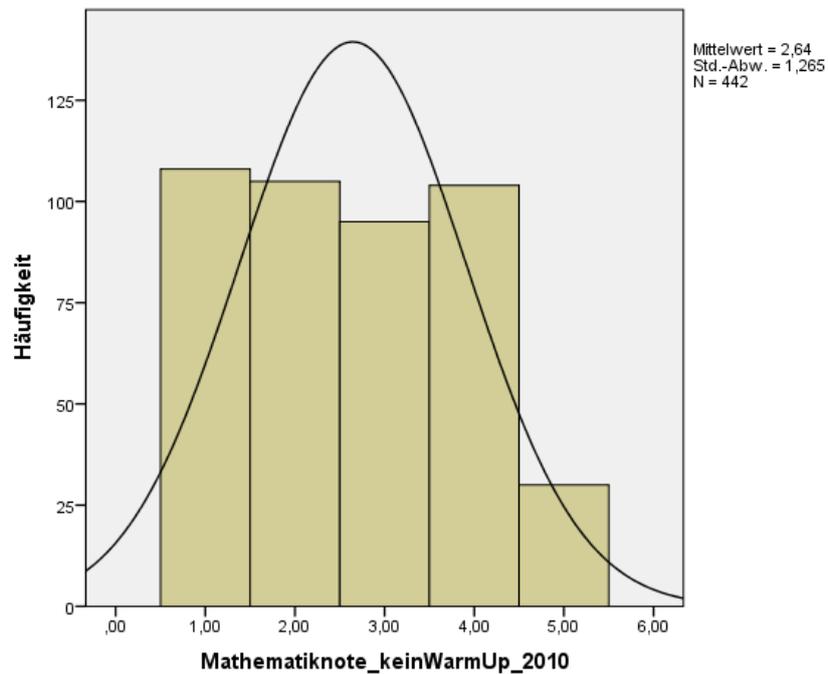


Abbildung 67: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2010 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten

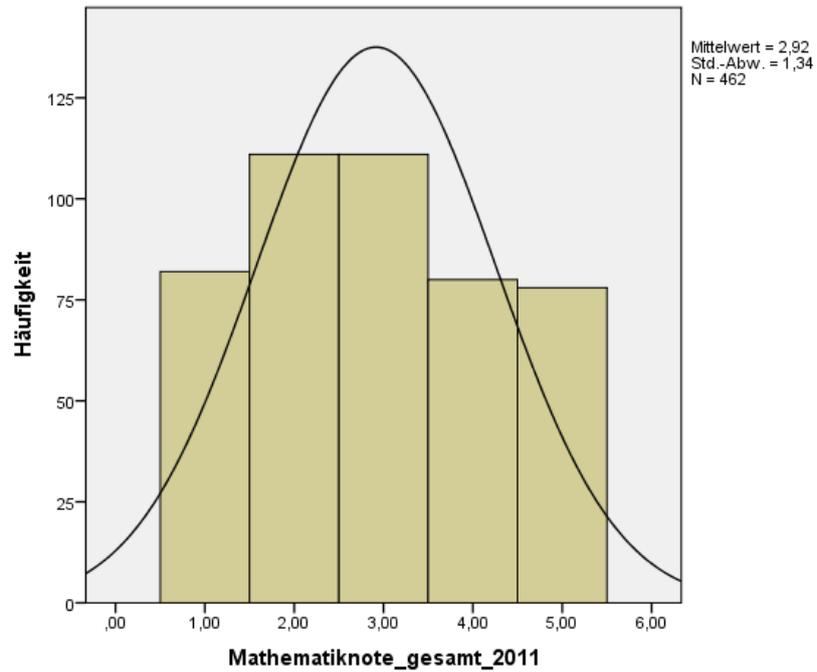


Abbildung 68: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2011 aller Studierenden

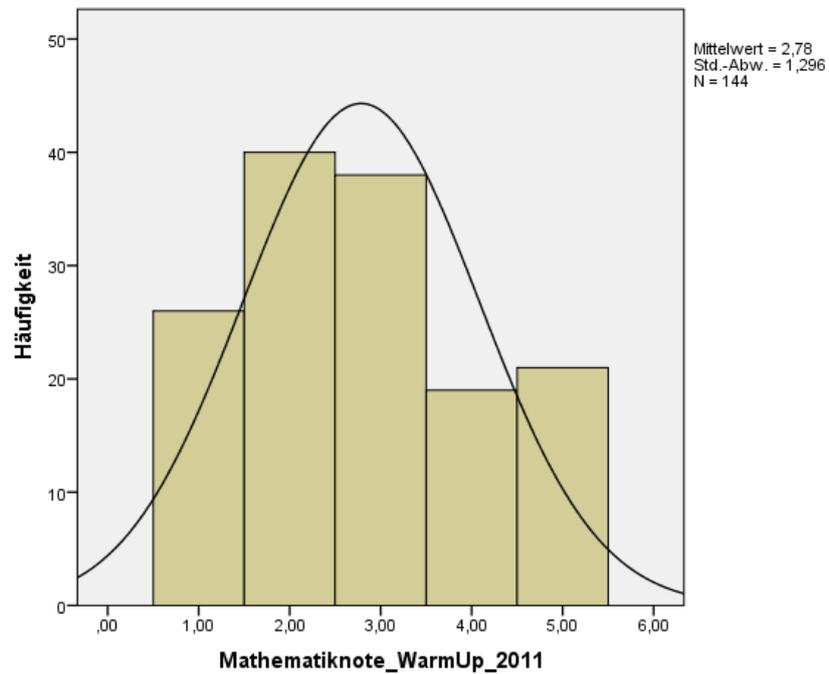


Abbildung 69: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2011 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten

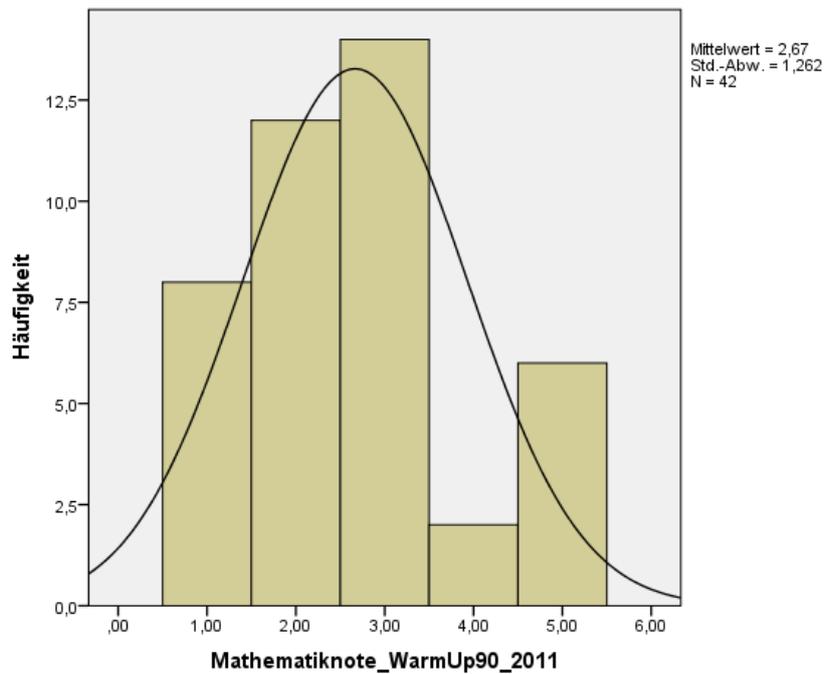


Abbildung 70: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2011 jener Studierenden, die einen Warm-Up-Kurs besuchten und mehr als 90 % der Termine anwesend waren

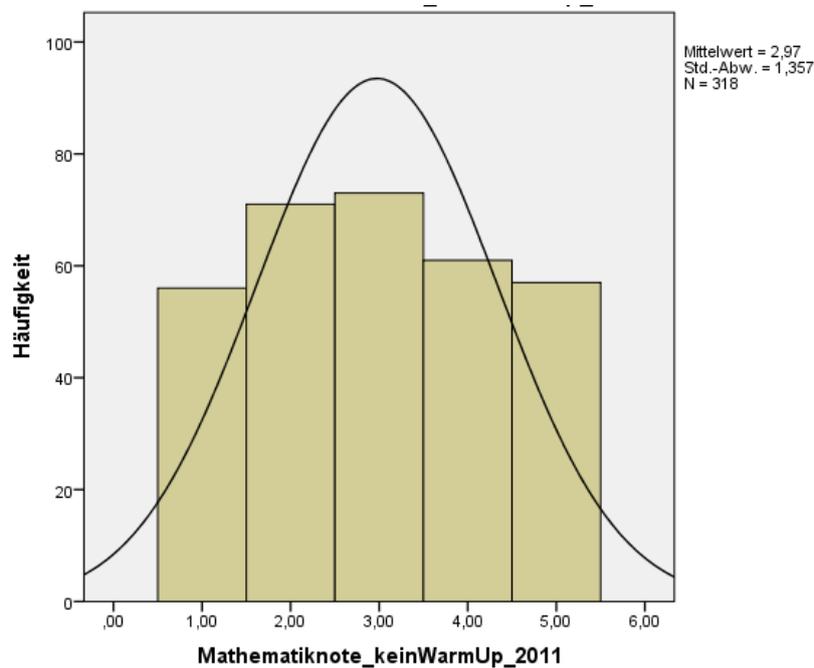


Abbildung 71: Histogramm der Mathematiknote im Jahr 2011 jener Studierenden, die keinen Warm-Up-Kurs besuchten

I.d. Leistungszuwachs

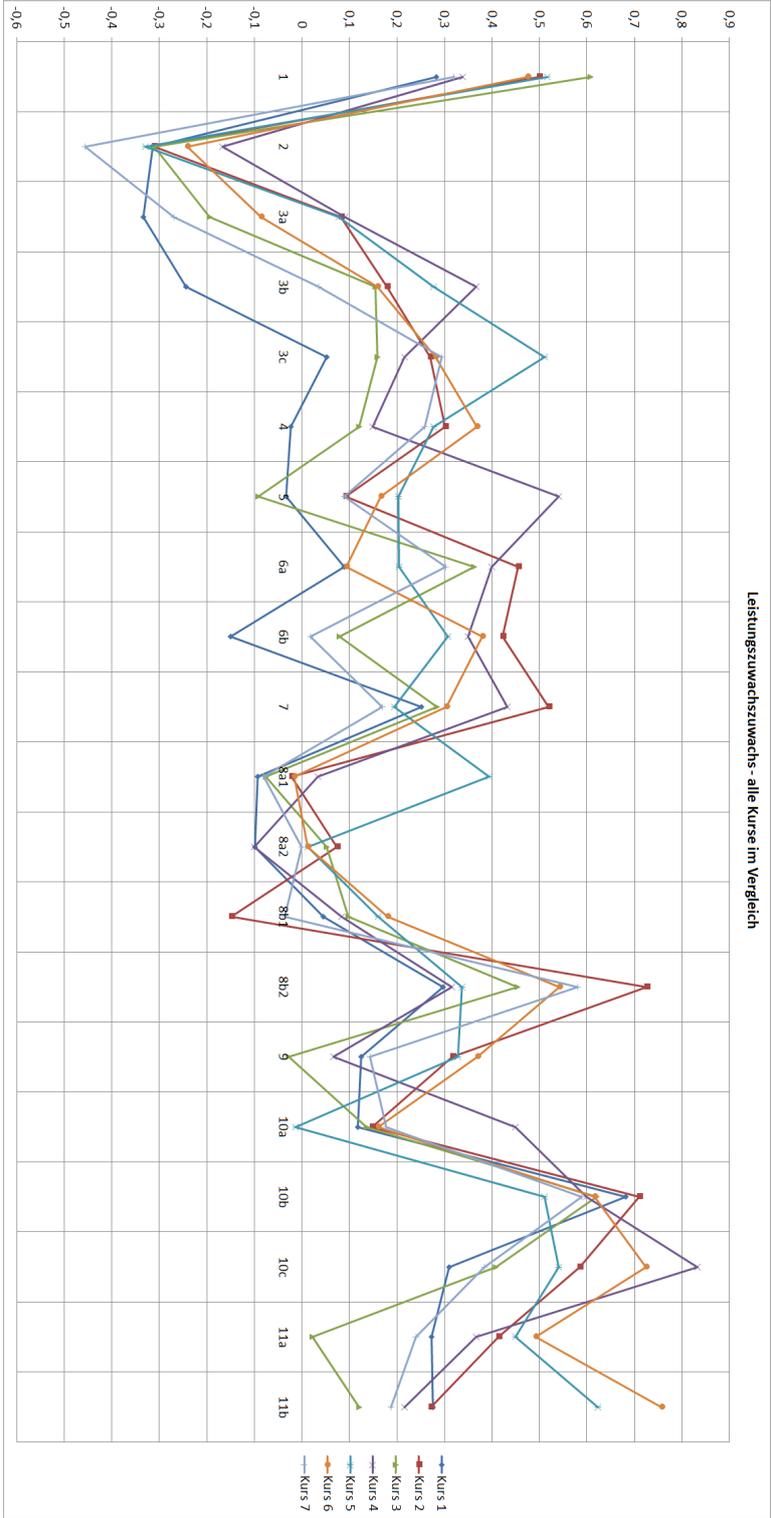


Abbildung 72: Leistungszuwachs aufgeschlüsselt nach den einzelnen Kursen

## II. Anfangs- und Endtest

### Anonymer und unverbindlicher Abschlusstest

#### Am Ende der Warm-up Kurse

Lieber Student, Liebe Studentin,

Dieser Test dient dazu, dass Sie selbst sehen können, was Sie in den letzten vier Wochen erreicht haben. Möglicherweise stoßen Sie auf Themengebiete, die Ihnen immer noch Schwierigkeiten bereiten. Vielleicht möchten Sie diese dann noch vor dem Beginn des Studiums nochmals wiederholen. Auch dieser Test wird, gemeinsam mit dem Test am Beginn der Warm-up Kurse, im Zuge einer Diplomarbeit ausgewertet, was dazu dienen soll, die Qualität der Warm-up Kurse zu verbessern. Dieser Test ist jedenfalls anonym und wirkt sich in keinem Fall auf das spätere Studium aus. Die folgende Codierung lässt keine Rückschlüsse auf Ihre Person zu, sondern dient lediglich dazu, diesen Test Ihrem Test am Beginn des Warm-up Kurses einander zuzuordnen, um den Lernfortschritt erkennen zu können.

Wenn Sie möchten, können Sie Ihre Ergebnisse natürlich trotzdem gerne unter [carina.prendinger@w-heiss.com](mailto:carina.prendinger@w-heiss.com) erfragen.

Codierung:

Die ersten drei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter

Die ersten drei Buchstaben Ihres Heimatortes

Ihr Geburtstag, z.B. 01 für 1. Mai oder 13 für 13. Juni etc.

Die letzten drei Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters

**Aufgabe 1:**

Gegeben sind die Mengen

$$A = \{3,4,5,6,7,8,9,10\} \text{ und } B = \{x \in \mathbb{N} \mid 5 < x \leq 12\}.$$

Bestimmen Sie die folgenden Mengen:

a)  $A \cap B =$

b)  $A \cup B =$

c)  $A \setminus B =$

**Aufgabe 2:**

Bei einer Wahl gingen von 60 000 Wahlberechtigten 20% nicht zur Wahl. Von den abgegeben Stimmen waren 95% gültig. Von den drei KandidatInnen A, B und C erhielt A 42% der Stimmen und B erhält halb so viele Stimmen wie C. Wie viele Stimmen entfielen auf jede der drei KandidatInnen?

**Aufgabe 3:**

Lösen Sie die folgenden Gleichungen.

a)  $2x - |3 - x| = 18$

b)  $\frac{15}{x} - \frac{72-6x}{2x^2} = 2$

c)  $10 \cdot 3^{x-2} = 60$

**Aufgabe 4:**

Lösen Sie die folgende Ungleichung.

$$\frac{3x + 1}{x - 3} < 5$$

**Aufgabe 5:**

Lösen Sie folgendes Gleichungssystem

$$\text{I: } 3x - 2y = 4$$

$$\text{II: } 5x = y - 5$$

**Aufgabe 6:**

Vereinfachen Sie soweit wie möglich (ohne negative Hochzahlen, Wurzeln, Doppelbrüche etc.)!

$$\text{a) } \sqrt[3]{\frac{16x^5z^{-10}}{64y^{-7}}} =$$

$$\text{b) } \left(a^3 \frac{1}{b^{-3}c^4}\right)^{-1} \cdot \left(\frac{(2c)^3}{(ab)^{-1}}\right)^3 =$$

**Aufgabe 7:**

Lösen Sie diesen Ausdruck nach x auf:

$$a = \frac{b}{2} \left( \frac{1}{2} + x \right) - bx$$

**Aufgabe 8:**

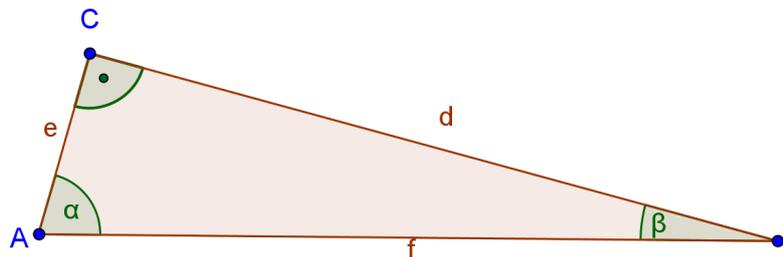
Gegeben ist das folgende Dreieck. Welche der angegebenen Beziehungen ist korrekt? Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an.

$f^2 = d^2 - e^2$

$\sin \alpha = \frac{d}{f}$

$\tan \beta = \frac{e}{d}$

$\cos \alpha = \frac{d}{f}$



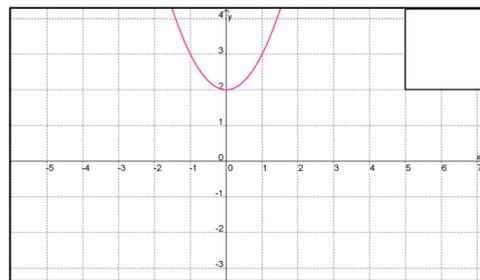
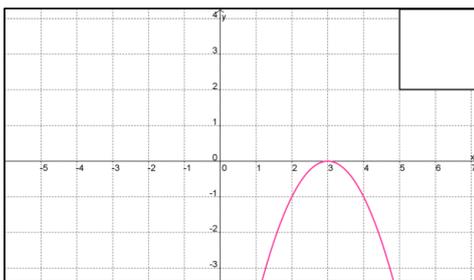
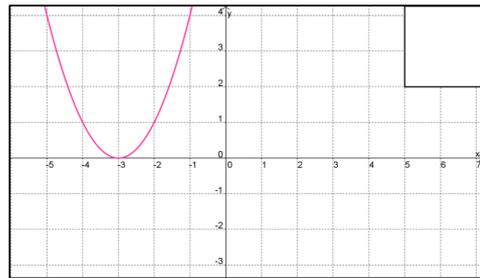
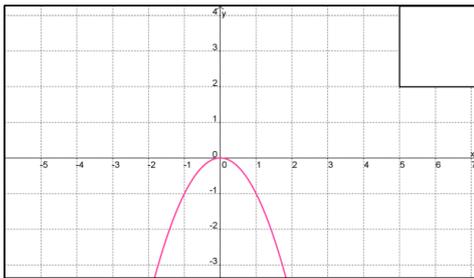
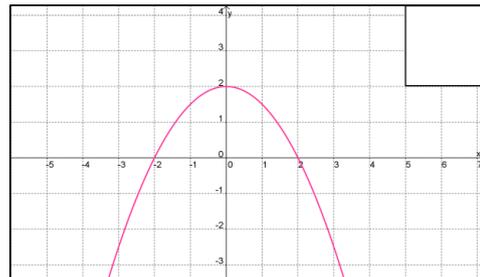
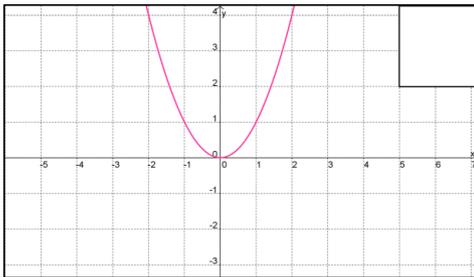
Es gilt:  $\alpha = 75^\circ$ . Wie groß ist  $\beta$ ? \_\_\_\_\_

Geben Sie den Winkel  $\beta$  im Bogenmaß an.

**Aufgabe 9:**

Ordnen Sie die Funktionsgleichungen den jeweils richtigen Graphen zu. Tragen Sie die Nummer der Geradengleichung in das Kästchen in der rechten oberen Ecke des Graphen ein.

- 1.)  $f(x) = -\frac{1}{2}x^2 + 2$     2.)  $f(x) = -x^2$     3.)  $f(x) = (x + 3)^2$   
4.)  $f(x) = x^2$     5.)  $f(x) = x^2 + 2$     6.)  $f(x) = -(x - 3)^2$



**Aufgabe 10:**

a)  $y(x) = 10x^3 + 25x^2 + 7x$

$y'(x) = ?$

b)  $f(t) = (4t - 4)(3t + 3)$

$\frac{df}{dt} = ?$

c)  $g(x) = x^2 \cdot \cos x$

$g'(x) = ?$

**Aufgabe 11:**a) Welcher der folgenden Ausdrücke ist die 1. Ableitung von  $\sqrt[4]{x^3 - 5}$ ?

$\sqrt[4]{3x^2}$

$\frac{3x^2}{4 \sqrt[4]{(x^3 - 5)^3}}$

$(3x^2)^{\frac{1}{4}}$

$\sqrt{x^3 - 5}$

$\frac{1}{4}(x^3 - 5)^{\frac{3}{4}} \cdot (3x^2)$

b) Welcher der folgenden Ausdrücke ist die 1. Ableitung von  $e^{-4t^2}$ ?

$e^{-4t^2}$

$-8t \cdot e^{-4t^2}$

$\frac{e^{-4t^2}}{-8t}$

$-4t^2 \cdot e^{-4t^2}$

## Anonymer und unverbindlicher Überblickstest

### Am Beginn der Warm-up Kurse

Lieber Student, Liebe Studentin,

Ich verfasse meine Diplomarbeit über die Mathematik Warm-up Kurse an der Fachhochschule Technikum Wien. Dafür ist die Auswertung der hier vorliegenden Tests wichtig. Ein ähnlicher Test wird auch am Ende der Warm-up-Kurse durchgeführt. Dieser Test ist vollkommen anonym und wirkt sich in keinem Fall auf den Warm- up Kurs oder das spätere Studium an der Fachhochschule Technikum Wien aus sondern dient lediglich der Evaluation der Warm-up Kurse.

Die folgende Codierung lässt keine Rückschlüsse auf ihre Person zu, sondern dient lediglich dazu, diesen Test und den Test am Ende der Warm-up Kurse einander zuzuordnen.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg und bedanke mich für Ihre Teilnahme,

Carina Prendinger

Codierung:

Die ersten drei Buchstaben des Vornamens Ihrer Mutter

Die ersten drei Buchstaben Ihres Heimatortes

Ihr Geburtstag, z.B. 01 für 1. Mai oder 13 für 13. Juni etc.

Die letzten drei Buchstaben des Vornamens Ihres Vaters

**Aufgabe 1:**

Gegeben sind die Mengen  $A = \{2,3,4,5,6\}$  und  $B = \{x \in \mathbb{N} | x \leq 4\}$ .  
Bestimmen Sie die folgenden Mengen:

a)  $A \cap B$

b)  $A \cup B$

c)  $A \setminus B$

**Aufgabe 2:**

In einer Firma arbeiten 54 Frauen und 126 Männer. Wie groß ist der prozentuelle Anteil der Mitarbeiterinnen unter allen Beschäftigten?

**Aufgabe 3:**

Lösen Sie die folgenden Gleichungen.

a)  $|2x + 1| = 7$

b)  $4x \left( -\frac{3}{4} + x \right) + 3 = -7x + 11$

c)  $4^{x+3} = 7$

**Aufgabe 4:**

Lösen Sie die folgenden Ungleichung.

$$\frac{2x}{3x-4} > 5$$

**Aufgabe 5:**

Lösen Sie folgendes Gleichungssystem:

I:  $3x + 2y = 7$

II:  $9x + 4y = 11$

**Aufgabe 7:**

Vereinfachen Sie soweit wie möglich!

a)  $\sqrt{x} \cdot \sqrt[7]{x^3} =$

b)  $\left(\frac{x^4 y^{-2}}{5x^{-3} y^0}\right)^{-3} =$

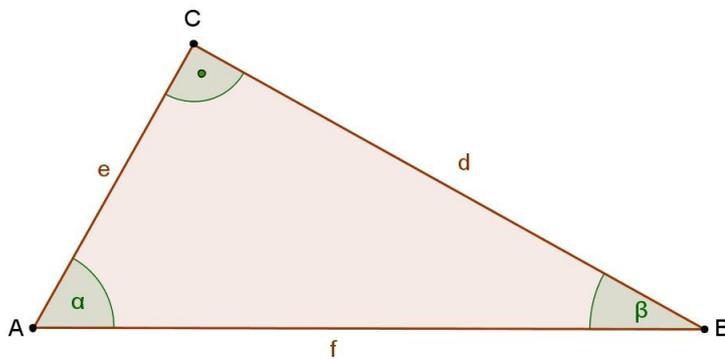
**Aufgabe 7:**

Lösen Sie diesen Ausdruck nach c auf:

$$a = b \cdot \frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}$$

**Aufgabe 8:**

Gegeben ist das folgende Dreieck. Welche der angegebenen Beziehungen ist korrekt? Bitte kreuzen Sie die richtigen Antworten an.



$d^2 + e^2 = f^2$

$\sin \alpha = \frac{f}{d}$

$\tan \beta = \frac{f}{e}$

$\cos \alpha = \frac{e}{f}$

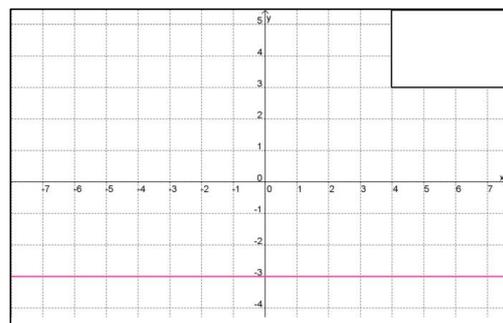
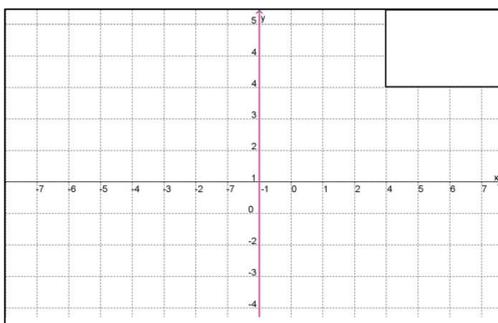
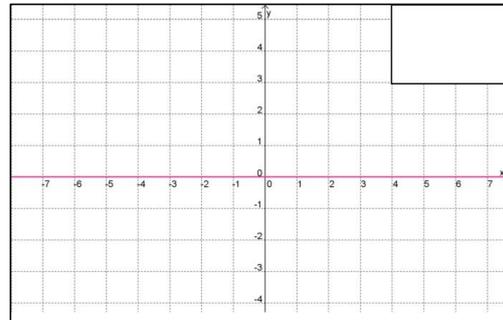
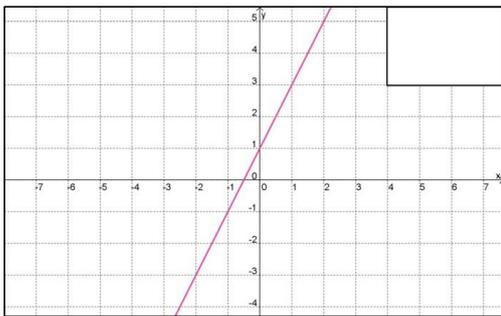
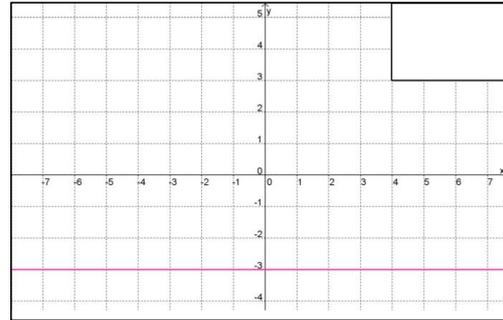
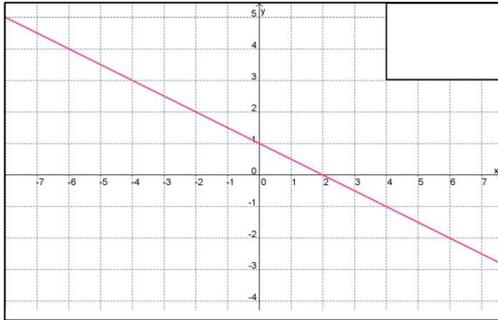
Es gilt:  $\alpha = 60^\circ$ . Wie groß ist  $\beta$ ? \_\_\_\_\_

Geben Sie Winkel  $\beta$  im Bogenmaß an.

**Aufgabe 9:**

Ordnen Sie die Gleichungen den jeweils richtigen Graphen zu. Tragen Sie die Nummer in das Kästchen in der linken oberen Ecke des Graphen ein.

- 1.)  $y = 0$       2.)  $y = -3$       3.)  $y = x$       4.)  $x = 0$   
5.)  $y = 2x + 1$       6.)  $y = -0.5x + 2$



**Aufgabe 10:**

a)  $y(x) = 3x^4 + 5x^2 + 2x$   
 $y'(x) = ?$

b)  $f(t) = (3t + 4)(2t + 1)$   
 $\frac{df}{dt} = ?$

c)  $g(x) = x \cdot \sin x$   
 $g'(x) = ?$

**Aufgabe 11:**

Welcher der folgenden Ausdrücke ist die 1. Ableitung von  $\sqrt[3]{x^2 + 4}$ ?

- $\sqrt[3]{2x}$
- $\frac{2x}{3 \sqrt[3]{(x^2 + 4)^2}}$
- $(2x)^{\frac{1}{3}}$
- $\sqrt{x^2 + 4}$
- $\frac{1}{3}(x^2 + 4)^{\frac{2}{3}} \cdot (2x)$

Welcher der folgenden Ausdrücke ist die 1. Ableitung von  $e^{3t}$ ?

- $e^{3t}$
- $3e^{3t}$
- $\frac{e^{3t}}{3}$
- $3t \cdot e^{3t}$

### III. Portfolio

#### Auswertung des Kurses von

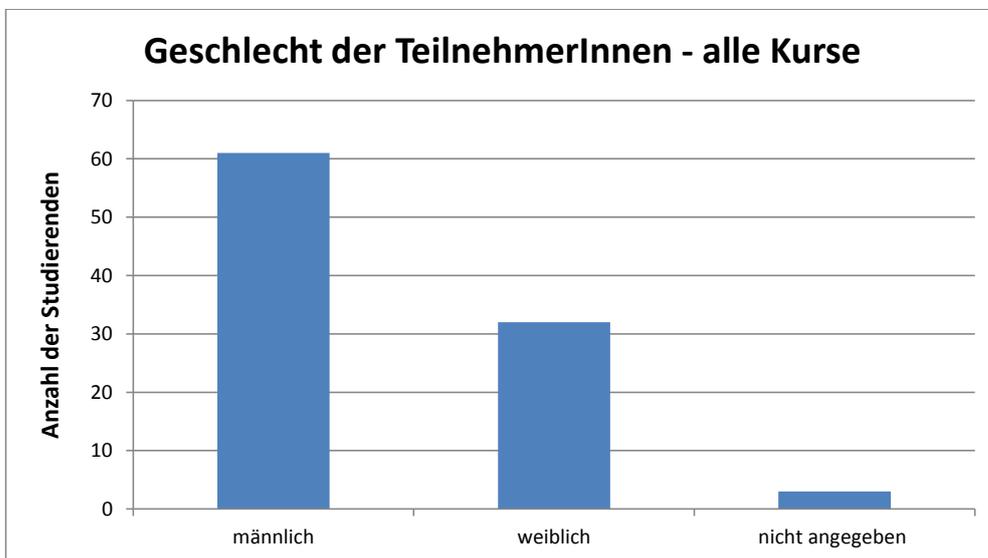
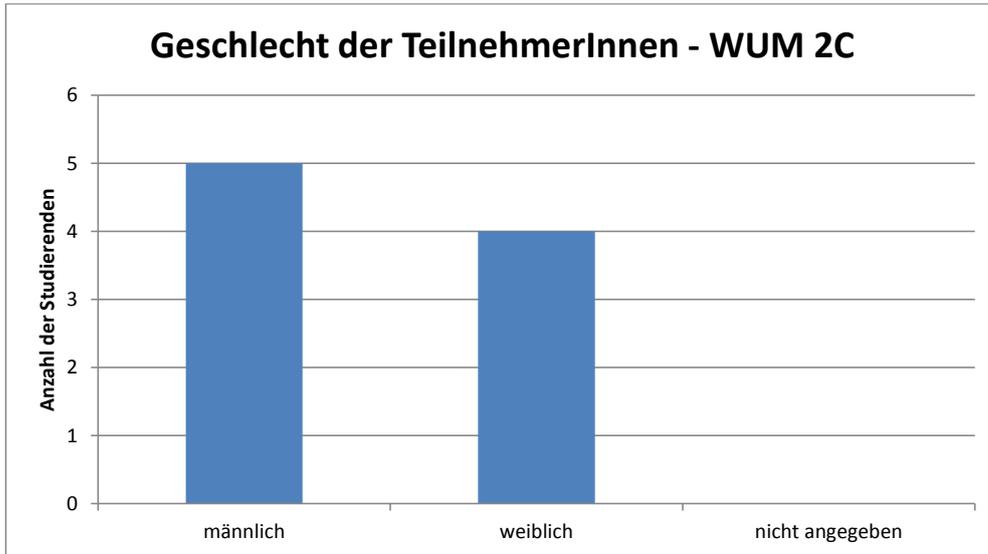
\*\*\*\*\*

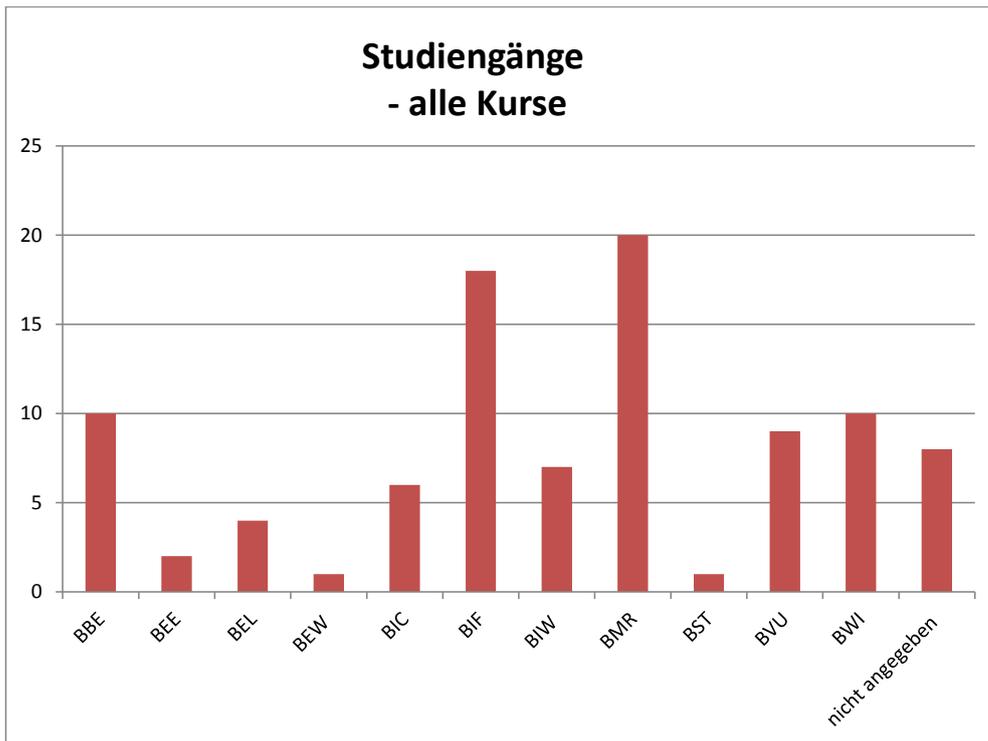
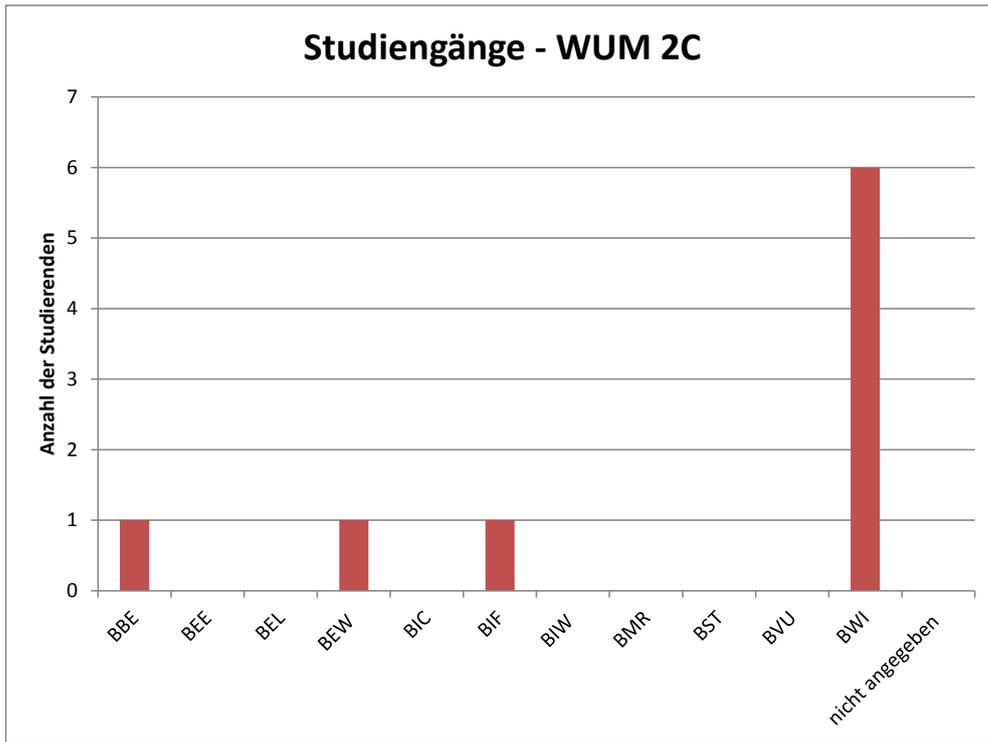
#### Kurs WUM 2C

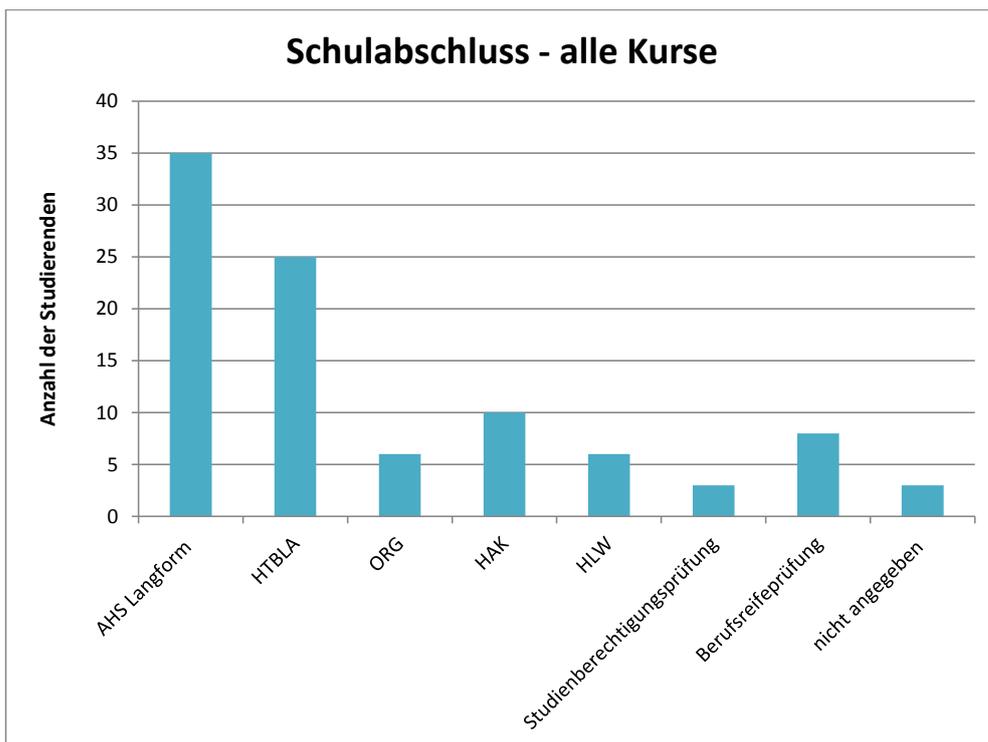
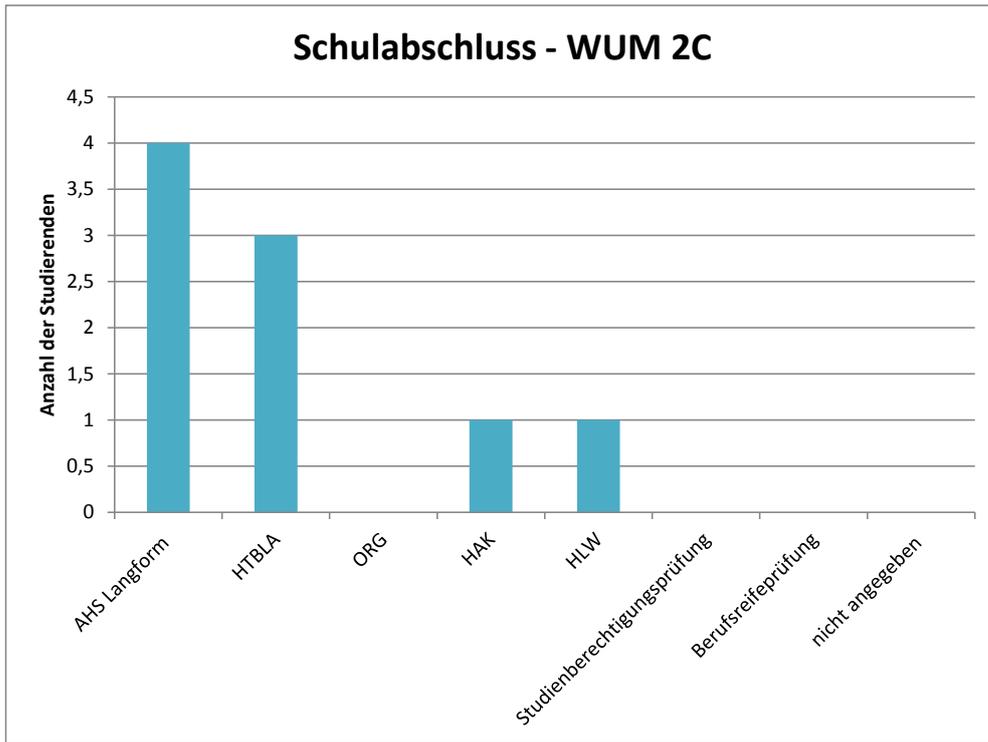
Anzahl der abgegebenen Anfangstests: **33** (gesamt: **208**)

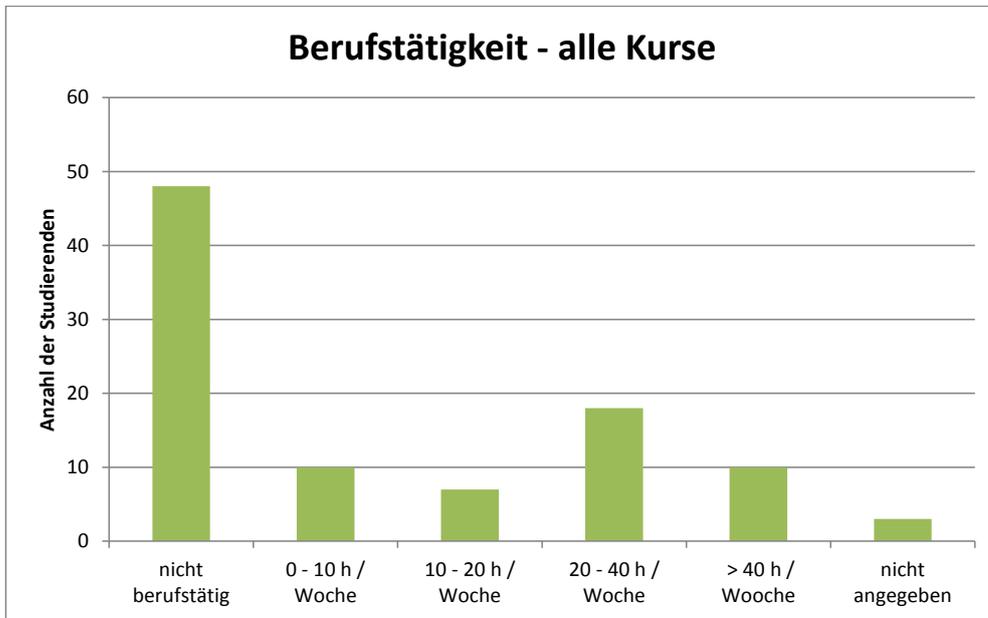
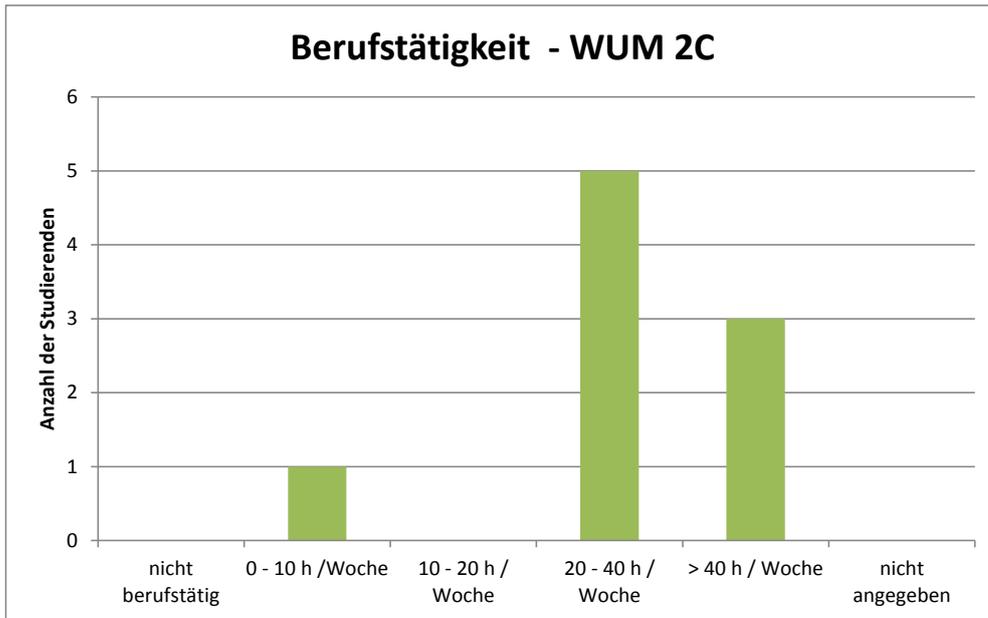
Anzahl der abgegebenen Endtests: **10** (gesamt: **113**)

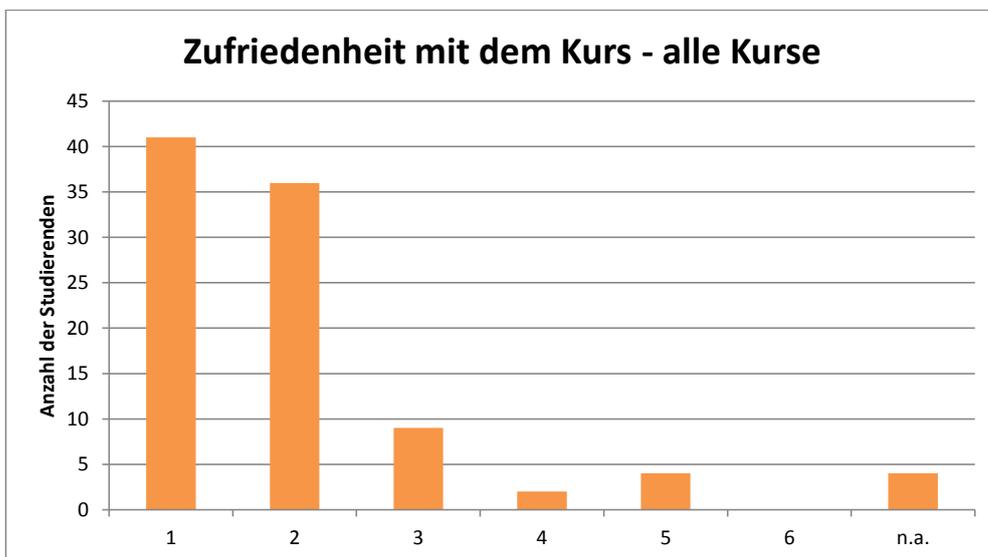
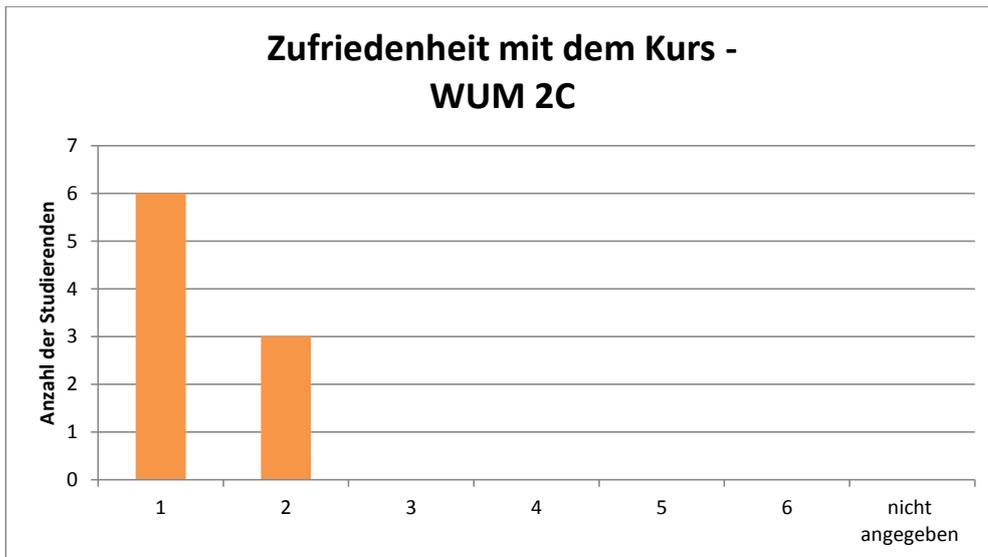
Anzahl der Tests, die verglichen wurden: **9** (gesamt: **96**)











### Kommentare der Studierenden:

Die Lektorin war/ist wirklich gut. Ich hab Mathematik verstanden und es hat tatsächlich Spaß gemacht! Die Inhalte waren verständlich aufbereitet, die Lektorin ging auf alle TN-Wünsche ein und wir haben nicht nur stur gepaukt, sondern auch mal herzlich gelacht. Vielen Dank!

Leider aus Beruflichen Gründen keine Zeit gehabt Gelerntes zu Wiederholen, doch dank guter Unterlagen Nachholen möglich.

### Aufgaben:

1	Mengenlehre
2	Prozentrechnung
3a	Betragsgleichung
3b	Bruchgleichung/ quad. Gleichung
3c	Exponentialgleichung
4	Bruchungleichung
5	Gleichungssystem
6a	Rechnen mit Potenzen
6b	Rechnen mit Potenzen
7	Termumformung

8a_1	Pythagoras
8a_2	Sinus, Cosinus, Tangens
8b_1	Winkel im Dreieck
8b_2	Bogenmaß
9	Geradengleichungen
10a	Ableiten von Polynomfunktion
10b	Ableiten mit Produktregel oder Ausmultiplizieren
10c	Ableiten mit Produktregel
11a	Ableiten mit Kettenregel
11b	Ableiten mit Kettenregel

## IV. Curriculum Vitae

# Carina Anna Heiss

## *Curriculum Vitae*

### Biographie

Name Carina Anna Heiss  
Geburtsort Baden, Niederösterreich  
Nationalität Österreich

### Ausbildung

2009–2015 **Universität Wien**, *Mag. rer. nat.*, Wien.  
Lehramtsstudium in den Fächern Mathematik und Chemie

2000–2008 **BG & BRG Frauengasse**, *Sekundarstufe*, Baden.  
Wirtschaftskundliches Realgymnasium  
*Reifeprüfung mit ausgezeichnetem Erfolg*

1996–2000 **Volksschule Gainfarn**, *Primarstufe*, Bad Vöslau.

### Berufserfahrung

2014–2015 **Gymnasiallehrerin**, *Bundesoberstufenrealgymnasium*, Götzis & Lauterach.  
Lehrverpflichtung für Mathematik und Chemie- Penum: 150%

2013–2014 **Gymnasiallehrerin**, *Bundesgymnasium Bachgasse*, Mödling.  
Lehrverpflichtung für Mathematik - Penum: 92%

2013–2014 **Lektorin**, *Bachgassenakademie*, Mödling.  
Schulinternes Fortbildungsseminar - *Der Einsatz von Moodle im Unterricht*

2012–2013 **Externe Lektorin**, *Fachhochschule Technikum*, Wien.  
Lektorin für Höhere Mathematik

2013 **studentische Mitarbeiterin**, *Universität Wien*, Wien.  
am Institut für Mathematik

2010–2013 **Kursleitung**, *Perchtoldsdorfer Forschertage*, Perchtoldsdorf.

2008–2009 **Assistenz**, *Perchtoldsdorfer Forschertage*, Perchtoldsdorf.

2008–2015 **Nachhilfelehrerin**, *Kleingruppen und Einzelunterricht*.

---

## Fortbildungen

- 2014 **Schulinternes Fortbildungsseminar**, *Lauterach*, Vorbereitung auf den Umgang mit dem CAS-Rechner Casio ClassPad II.
- 2014 **Schulinternes Fortbildungsseminar**, *Bachgassenakademie*, Mödling.  
Konfliktmanagement im Klassenverband
- 2013–2014 **Lehrgang**, *Pädagogische Hochschulen*, Wien/Krems.  
Kompetenzorientierter Mathematikunterricht mit Geogebra
- 2013–2014 **Didaktische Fortbildungen**, *PH Niederösterreich*, Baden.  
Begleitseminare für das Unterrichtspraktikum - *Mathematik und Chemie*
- 2013 **Schulinternes Fortbildungsseminar**, *Bachgassenakademie*, Mödling.  
Kompetenzorientierter Mathematikunterricht mit TI-NSpire
- 2013 **2. Arbeitstagung**, *Kompetenzzentrum Hochschuldidaktik Mathematik*, Paderborn.  
Mathematik im Übergang Schule/Hochschule und im ersten Studienjahr - *Teilnahme und Vortrag*

---

## Praktika

- 2013 **Fachpraktikum Chemie**, *BG & BRG Wenzgasse*, Wien.
- 2012 **Fachpraktikum Mathematik**, *Kollegium Kalksburg*, Wien.
- 2011 **Pädagogisches Praktikum**, *BG & BRG Gottschalkgasse*, *BG & BRG Perchtoldsdorf*, Wien/Perchtoldsdorf.