

Heterogene Studierendengruppen als Herausforderung in der Konstruktionslehre

Heterogeneous groups of students as a challenge in engineering design education

Frederike Kossack^{1,*}, Beate Bender¹

¹ Chair for Product Development, Ruhr-Universität Bochum

* Korrespondierender Autor:
Frederike Kossack
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstr. 150
44801 Bochum
☎ 0234/3225588
✉ kossack@lpe.rub.de

Abstract

For the successful development of technical products, well-educated and trained engineers are key. To acquire the required knowledge and competences, very large groups of first-year engineering students currently participate in basic design engineering courses. Most of these students have differing levels of knowledge and experience caused by their various secondary education backgrounds, vocational trainings or completed pre-engineering courses. Within this paper this heterogeneity and the resulting challenges for the students by attending courses with frontal lecture formats with additional self-study time during the transition from high school to college is analysed through studies at the Ruhr-University Germany for developing improved teaching activities in the future.

Keywords

design engineering, design education, student survey

1. Motivation

Gut ausgebildete Konstruierende sind entscheidend für die erfolgreiche Produktentwicklung, daher enthalten ingenieurwissenschaftliche Studiengänge eine hohe Anzahl konstruktionsaffiner Fächer insbesondere in den ersten Semestern. Dies sind Fächer die den Konstruierenden hinsichtlich der Synthese ausbilden [1]. Die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren wird regelmäßig mit neuen Herausforderungen konfrontiert [2]. Dazu zählt die insgesamt zunehmende Heterogenität der Studierenden durch die Bildungsexpansion [3]. Gerade in Fächern zu Grundlagen des Konstruierens zeichnen sich neben allgemeiner Studierendenheterogenität (Motivation, Lernkompetenz, ...) aufgrund gerade in Deutschland sehr vielfältiger (technisch ausgerichteter) Schulabschlüsse als Hochschulzugang, bereits absolvierter Praktika oder Berufsausbildungen große Unterschiede beim Kompetenzerwerb ab [4-7]. In der universitären Ausbildung zum Konstruieren sind aufgrund großer Studierendenzahlen häufig noch Vorlesungen das dominante Lehrformat, auch wenn alternative Lehrformate wie Konstruktionsprojekte als sinnvoll angesehen werden [1]. Somit erhalten alle Studierenden trotz unterschiedlicher Voraussetzungen zum Kompetenzerwerb bzw. eines individuell unterschiedlichen Wissenstandes den gleichen Lerninhalt, vermittelt im gleichen Tempo. Außerdem fördern die Gruppengröße und das Lehrformat wenig Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden. Gerade die Gruppengröße hemmt Studierende, im Plenum Fragen zu stellen [8]. Eine individuelle Betreuung ist aufgrund der hohen Teilnahmezahl und der dafür erforderlichen personellen Ressourcen häufig nicht möglich [3, 9]. Die Rahmenbedingungen erfordern damit eine hohe Initiative der Studierenden, eigene Defizite zu erkennen. Es zeigt sich zwar, dass zusätzliches Lernmaterial in Konstruktionstechnik für Selbstlernphasen hilfreich für heterogen vorgebildete Studierendengruppen ist [5]. Allerdings ist es gerade für Erstsemesterstudierende im Übergang von Schule zur Hochschule schwierig, diese Selbstlernphasen zu organisieren und individuell geeignetes Material zu identifizieren [10], da dafür ebenso, wie für die zielgerichtete Nutzung von Sprechstunden eine ausgeprägte Lernkompetenz, also die Fähigkeit, das eigene Lernen zu reflektieren, zu planen, zu gestalten und zu evaluieren, erforderlich ist [11]. Allerdings variieren auch diese Lernkompetenzen stark aufgrund der bereits genannten Studierendenheterogenität [12]. Daher wird im Rahmen dieses Beitrags untersucht, welche Herausforderungen heterogene Studierendengruppen für die universitäre Ausbildung in den Grundlagen der Konstruktionslehre darstellen.

2. Grundlagen/ Stand der Forschung

Insgesamt werden digitale Lehr- und Lernszenarien als eine Verbesserung für die Hochschullehre betrachtet [13]. Unter anderem, weil diese sich durch zeit- und ortsunabhängiges Lernen und ein selbstgesteuertes Lerntempo auszeichnen [14, 15] und somit eine gewisse Individualisierung des Lernens im Vergleich zu frontalen Präsenzlernveranstaltungen oder synchronen Onlineveranstaltungen ermöglichen. Die Untersuchungen zu digitalen Lernangeboten im Bereich Konstruktionstechnik haben durch die pandemiebedingte Digitalisierung von Präsenzveranstaltungen stark zugenommen und beinhalten die Implementierung zahlreicher didaktischer Konzepte wie projektbasiertes Lernen (z.B. [16]), Blended Learning (z.B. [17]), Gamification (z.B. [18]), sowie die Entwicklung automatisierter Auswertungsmöglichkeiten (z.B. [19]) oder neuer Visualisierungskonzepte (z.B. [20]). Eine individuelle Differenzierung des Lerninhalts wird jedoch bisher nicht systematisch untersucht. Dabei wurden z.B. für das technische Zeichnen folgende Beobachtungen gemacht:

- Studierende mit einem Praktikum, einer technischen Ausbildung oder einem technischen Schulabschluss haben grundlegendes Wissen zu Fertigungsverfahren im

Vergleich zu allgemeinen Schulabschlüssen und dadurch einen Vorteil im technischen Zeichnen [5].

- Studierende ohne technischen Schulabschluss benötigen eine angepasste Unterstützung im technischen Zeichnen [21].
- Studierende die an ingenieurwissenschaftlichen Vorkursen teilgenommen haben, haben ein besseres räumliches Vorstellungsvermögen, als die, die nicht teilgenommen haben [4].

Ein didaktischer Ansatz für die Individualisierung der Lernumgebung für die individuellen Bedürfnisse und Präferenzen der Benutzer ist die *adaptive Lernumgebung*. Dabei wird basierend auf einer Einstufung dem Benutzer eine initiale Lernumgebung präsentiert. Während der Nutzung erfolgen weitere Messungen des Lernverhalts bzw. der Lerneigenschaften, um eine stetige Modifikation der Lernumgebung herbeizuführen [22-24]. Die Nutzung dieses Ansatzes im Bereich Konstruktionslehre, sowie ein mögliches Vorgehen zur Entwicklung einer solchen Plattform ist bereits thematisiert worden [6]. Gegenstand dieses Papers ist die Verifizierung der aus der Literatur abgeleiteten Annahmen als Forschungshypothesen für die Umsetzung und anschließende Evaluation einer Lernplattform für die Lehrveranstaltung „Grundlagen der Konstruktionstechnik“ an der RUB [25].

3. Forschungsbedarf und verwendeten Methode

Lernangebote müssen nicht nur an die Lernziele und Prüfungen angepasst werden [26]. Bei der Konzeptionierung von Lehrveranstaltung und der Weiterentwicklung bestehende Lehrkonzepte, z.B. der Entwicklung ergänzender, geeigneter unterstützender Lehr- und Lernangebote, ist darüber hinaus die detaillierte Kenntnis der Zielgruppe entscheidend [12, 13]. Daher wird im Rahmen dieses Beitrags untersucht, inwieweit die Heterogenität im Hinblick auf die Vorbildung innerhalb der Studierendengruppe einen unterschiedlichen Kompetenzerwerb im Bereich der Konstruktionstechnik bedingt. Darüber hinaus wird untersucht, ob überwiegend frontale Lehrveranstaltungen mit Selbstlernphasen diese Heterogenität kompensieren können. Daraus abgeleitet wird die Ermittlung des Bedarfs zur Entwicklung individualisierter Lernunterstützung für den Kompetenzerwerb im Fach „Grundlagen der Konstruktionstechnik“. Für die Untersuchung des Themas wird entlang eines Vorgehens aus der empirischen Forschung vorgegangen. Nach der Festlegung des Forschungsthemas werden aus dem Forschungsstand bzw. theoretischen Hintergrund Forschungshypothesen abgeleitet, um ein daran angepasstes Untersuchungsdesign zu entwickeln. Darauf aufbauend werden Merkmale definiert, diese durch Variablen ausgedrückt und deren Skalenniveau festgelegt [27, 28]. Anschließend wird die Stichprobe festgelegt und die Datenerhebung erfolgt z.B. mittels Fragenbogen, wie in dieser Studie. Bei der Datenanalyse für explorative Studien werden häufig deskriptiv statistische Auswertungen verwendet, die auszugsweise in Abschnitt 5 für diese Studie gezeigt werden. Grundsätzlich können identifizierte Mittelwertunterschiede jedoch zufällig sein, eine Abschätzung inwieweit die Ergebnisse zufällig sind bieten Signifikanztests [29]. Dazu werden aus Forschungshypothesen operationale Hypothese formuliert [28]. Diese werden als Hypothesenpaar also eine Nullhypothese H_0 und eine Alternativhypothese H_1 , die einander ausschließen, formuliert. Dabei nimmt die Nullhypothese an, dass es keinen echten Unterschied zwischen den hinsichtlich eines Merkmals unterschiedlichen Gruppen gibt [27] (Bsp. Abschnitt 5). Der Ablehnungsbereich wird durch das Signifikanzniveau definiert, welches meist auf 5% festgesetzt wird [29, 30]. Welcher statistische Signifikanztest für unterschiedliche Fälle geeignet ist, ist abhängig davon, ob die Datensätzen verbunden oder unverbunden sind. Bei der Befragung einer Gruppe von Studierenden zu einem Zeitpunkt handelt es sich um eine unverbundene Stichprobe. Außerdem ist das jeweilige Skalenniveau und die Verteilung (in dieser Studie überwiegend nominal- und intervallskaliert) zu berücksichtigen [27, 28].

4. Vorgehensweise

Im Rahmen dieses Beitrags werden folgende, aus der Literatur hergeleitete Forschungshypothesen überprüft:

Die Veranstaltungen zu den Grundlagen der Konstruktionstechnik finden curricular zu Studienbeginn statt und erfolgen überwiegend in frontalen Lehrformaten mit Selbstlernphasen. Entsprechend der Erkenntnisse aus dem Stand der Forschung lässt sich die Forschungshypothese ableiten: **„In der Lehrveranstaltung zu Grundlagen der Konstruktionstechnik stehen Studierende hinsichtlich der Organisation von Selbstlernphasen vor typischen Herausforderungen des Übergangs von der Schule zur Hochschule.“**

Auf Basis der zunehmenden Bildungsexpansion und der unterschiedlichen Hochschulzugänge in Deutschland, sowie des vor Studienbeginn empfohlenen, aber nicht verpflichtend Praktikums, das in unterschiedlichen Unternehmen trotz Vorgaben der Hochschulen sehr unterschiedliche Aufgabenbereiche abdecken kann, wird die Forschungshypothese abgeleitet: **„Studierende haben unterschiedliche technische Vorbildungen, die den Kompetenzerwerb im Bereich Grundlagen des Konstruierens beeinflussen.“**

Durch eine gering ausgeprägte individuelle Betreuung und Interaktion in frontalen Veranstaltungsformaten und zu erwartende Schwierigkeiten in der Selbstlernphase ist von folgender dritter Forschungshypothese auszugehen: **„Studierende mit technischer Vorbildung schließen nach einem Studienjahr das Modul bestehend aus überwiegend frontalen Lehrveranstaltungen und Selbstlernphasen besser ab als Studierende ohne technische Vorbildung.“**

Das entwickelte Untersuchungsdesign besteht aus einem Fragebogen, der vier Rahmenbedingungen (Geschlecht, Ort und Art des Schulabschlusses, Zeitpunkt des Modulabschlusses und bereits absolvierte technische Tätigkeiten) und 12 Fragen zu den persönlichen Erfahrungen mit dem Modul, wie der empfundene Umfang und Schwierigkeitsgrad der Lerninhalte, sowie Fragen, die exemplarisch den Grad der Ausprägung der Selbstlernkompetenz identifizieren. Für die Verminderung des Effekts, dass bei Meinungslosigkeit nicht der mittlere Skalenwert ausgewählt wird, wird eine Antwortmöglichkeit außerhalb der Kategorien, eine sogenannte Fluchtantwort zur Verfügung dargestellt. Für die Abfrage von Meinung, Häufigkeit, Zustimmung oder Wahrscheinlichkeit werden gängige Rand- und Skalenpunkte verwendet. So wird zum Beispiel hinsichtlich der Kompetenzen zur Gestaltung der Selbstlernphase mit folgender Frage nach Zustimmung gefragt: „Wenn Sie etwas nicht verstanden haben, haben Sie die Erklärungen und Antworten selbstständig schnell in Lernunterlagen, wie Vorlesungsfolien oder empfohlener Literatur gefunden.“ Dazu werden die Antwortmöglichkeiten „Trifft voll zu“ (5), „Trifft eher zu“ (4), „Teils-Teils“ (3), „Trifft eher nicht zu“ (2), „Trifft nicht zu“ (1) und als Fluchtantwort „Ich habe alles verstanden oder nicht in der Literatur gesucht“ angezeigt. An dieser exemplarischen Frage wird weiterhin deutlich, wie die Problematik der Gestaltung der Selbstlernphase auf exemplarische Anwendungsfälle konkretisiert wird.

Für die Untersuchung der aufgestellten Forschungshypothesen wird eine Umfrage bei Studierenden der Ruhr-Universität Bochum (RUB) im Studiengang Maschinenbau hinsichtlich ihrer Erfahrungen mit der Veranstaltung Grundlagen der Konstruktionstechnik (im ersten und zweiten Semester des Studienverlaufsplans) nach dem ersten Studienjahr durchgeführt. Diese Lehrveranstaltung beinhaltet Grundlagen zu technischen Zeichnen, Auslegung exemplarischer Maschinenelemente und Konstruktionen von gelagerten Wellen mit Naben. Die Lehrveranstaltung besteht aus einem Vorlesungs- und Übungsteil als frontale Hörsaalübung, sowie einer offenen Sprechstunde, für die ergänzende Übungsmaterialien bereitgestellt werden. Weiterhin ist die Selbstlernphase curricular mit über 50% des Gesamtaufwands festgelegt. Diese Stichprobe der Studierenden ist somit geeignet, um die

Forschungshypothesen zu untersuchen. Die darauffolgende Datenerhebung erfolgt mittels Umfrage über das Lernmanagementsystem Moodle [31], in dem der Fragebogen implementiert ist und im Rahmen einer digitalen synchronen Lehrveranstaltung im dritten Semester die Studierenden zu Teilnahme aufgefordert worden sind. An der Umfrage haben sich 65 Studierende beteiligt. Der Schritt der Datenaufbereitung bei dem zum Beispiel unvollständige oder widersprüchliche Datensätze aussortiert werden, ist nach dem Export der Umfragedaten in SPSS [32] durchgeführt worden. Allerdings werden unvollständige Datensätzen nur bei einzelnen fehlenden oder widersprüchlichen Antworten ausgeschlossen, um die Gesamtanzahl nicht insgesamt deutlich zu reduzieren. Die Datenauswertung erfolgt initial grafisch über deskriptive Statistik und über geeignete Signifikanztests.

5. Ergebnisse und Diskussion

An der Umfrage haben 65 Studierende teilgenommen. Dabei haben ca. 60 % angegeben keine technische Vorbildung in Form eines technischen für das Maschinenbau Studium relevantes Praktikum, eine technische Berufsausbildung oder einen technischen ausgerichteten Schulabschluss zu haben. Wohingegen ca. 40 % solche Tätigkeiten bereits vor Studienbeginn absolviert haben. Da die Gruppe der Studierenden mit technischer Berufsausbildung mit drei Studierenden sehr klein ist, wird diese in den folgenden Betrachtungen zu einer Gruppe mit den Studierenden, die bereits zumindest Teile des Praktikums absolviert haben zusammengefasst zu einer Gruppe bei der davon auszugehen ist, dass diese Studierenden eine gewisse technische Vorbildung haben. Wohingegen bei Studierenden die keine dieser Tätigkeiten absolviert haben, davon ausgegangen wird, dass diese ohne derartige technische Vorbildung sind.

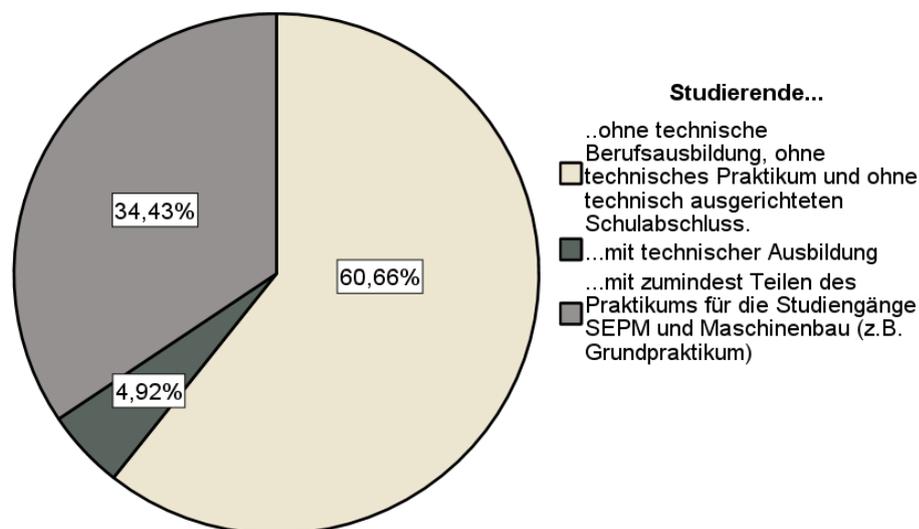


Abbildung 1: Verteilung der technischen Vorbildung in der Stichprobe

Hinsichtlich des Schulabschlusses haben über 83% der Teilnehmer als Hochschulzugang eine allgemeine Hochschulreife in Deutschland erworben, 3% eine Fachhochschulreife erworben in Deutschland und 10% einen ausländischen Schulabschluss. Da die Gruppe der Studierenden mit Fachhochschulreife zu klein ist und ebenfalls weitere technische Erfahrungen, wie eine Berufsausbildung angegeben hat, wird eine Differenzierung des Schulabschlusses in der weiteren Betrachtung nicht mehr unterschieden.

Die erste Hypothese „In der Lehrveranstaltung zu Grundlagen der Konstruktionstechnik stehen Studierende hinsichtlich ihrer Selbstlernkompetenzen vor typischen Herausforderungen des Übergangs von der Schule zur Hochschule.“ wird mit den folgenden vier exemplarischen Fragen überprüft:

Tabelle 1: Auswertung der exemplarischen Items hinsichtlich vorhandener Lernkompetenzen

Item im Fragebogen	Umfrageergebnis												
<p><u>Zustimmung:</u> Nicht verstandene Inhalte konnten selbstständig mit zur Verfügung gestellten Lernmaterialien beantwortet werden.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Prozent</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trifft nicht zu (1)</td> <td>4,69%</td> </tr> <tr> <td>Trifft eher nicht zu (2)</td> <td>28,13%</td> </tr> <tr> <td>Teils-Teils (3)</td> <td>45,31%</td> </tr> <tr> <td>Trifft eher zu (4)</td> <td>18,75%</td> </tr> <tr> <td>Trifft voll zu (5)</td> <td>3,13%</td> </tr> </tbody> </table> <p>mW=2,87</p>	Kategorie	Prozent	Trifft nicht zu (1)	4,69%	Trifft eher nicht zu (2)	28,13%	Teils-Teils (3)	45,31%	Trifft eher zu (4)	18,75%	Trifft voll zu (5)	3,13%
Kategorie	Prozent												
Trifft nicht zu (1)	4,69%												
Trifft eher nicht zu (2)	28,13%												
Teils-Teils (3)	45,31%												
Trifft eher zu (4)	18,75%												
Trifft voll zu (5)	3,13%												
<p><u>Zustimmung:</u> Unklarheiten konnten als konkrete Fragen formuliert werden und in der Sprechstunde gestellt.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Prozent</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Trifft nicht zu (1)</td> <td>5,36%</td> </tr> <tr> <td>Trifft eher nicht zu (2)</td> <td>14,29%</td> </tr> <tr> <td>Teils-Teils (3)</td> <td>35,71%</td> </tr> <tr> <td>Trifft eher zu (4)</td> <td>35,71%</td> </tr> <tr> <td>Trifft voll zu (5)</td> <td>8,93%</td> </tr> </tbody> </table> <p>mW=3,28</p>	Kategorie	Prozent	Trifft nicht zu (1)	5,36%	Trifft eher nicht zu (2)	14,29%	Teils-Teils (3)	35,71%	Trifft eher zu (4)	35,71%	Trifft voll zu (5)	8,93%
Kategorie	Prozent												
Trifft nicht zu (1)	5,36%												
Trifft eher nicht zu (2)	14,29%												
Teils-Teils (3)	35,71%												
Trifft eher zu (4)	35,71%												
Trifft voll zu (5)	8,93%												
<p><u>Häufigkeit:</u> Wie häufig konnten für den eigenen Wissensstand geeignete Aufgaben gefunden werden.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Prozent</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nie (1)</td> <td>1,72%</td> </tr> <tr> <td>Selten (2)</td> <td>37,93%</td> </tr> <tr> <td>Gelegentlich (3)</td> <td>36,21%</td> </tr> <tr> <td>Oft (4)</td> <td>15,52%</td> </tr> <tr> <td>Immer (5)</td> <td>8,62%</td> </tr> </tbody> </table> <p>mW=2,91</p>	Kategorie	Prozent	Nie (1)	1,72%	Selten (2)	37,93%	Gelegentlich (3)	36,21%	Oft (4)	15,52%	Immer (5)	8,62%
Kategorie	Prozent												
Nie (1)	1,72%												
Selten (2)	37,93%												
Gelegentlich (3)	36,21%												
Oft (4)	15,52%												
Immer (5)	8,62%												
<p><u>Häufigkeit:</u> Wie häufig konnte erkannt werden, warum Aufgaben nicht vollständig korrekt gelöst wurden und welche Inhalte daher wiederholt werden sollten.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategorie</th> <th>Prozent</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nie (1)</td> <td>1,61%</td> </tr> <tr> <td>Selten (2)</td> <td>20,97%</td> </tr> <tr> <td>Gelegentlich (3)</td> <td>33,87%</td> </tr> <tr> <td>Oft (4)</td> <td>40,32%</td> </tr> <tr> <td>Immer (5)</td> <td>3,23%</td> </tr> </tbody> </table> <p>mW=3,22</p>	Kategorie	Prozent	Nie (1)	1,61%	Selten (2)	20,97%	Gelegentlich (3)	33,87%	Oft (4)	40,32%	Immer (5)	3,23%
Kategorie	Prozent												
Nie (1)	1,61%												
Selten (2)	20,97%												
Gelegentlich (3)	33,87%												
Oft (4)	40,32%												
Immer (5)	3,23%												

Insgesamt lässt sich anhand der dargestellten Items in Tabelle 1 mit Mittelwerten zwischen 2,87-3,22 erkennen, dass Studierende bezüglich der geprüften exemplarischen Items Schwierigkeiten haben ihre Selbstlernphasen und planen und reflektieren. Werden die dargestellten Items mit der Vorbildung korreliert variieren die Mittelwerte um max. 0,2 und es lassen sich keine signifikanten Zusammenhänge erkennen. Bei der Korrelation mit dem Zeitpunkt des Modulabschlusses, beträgt die Zustimmung, ob Fragen in Übungen gestellt werden konnten, der Mittelwert bei Studierenden im ersten Studienjahr 3,18 und bei Studierenden in höheren Studienjahren 3,44. Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht statistisch signifikant. Insgesamt stehen die Studierenden vor Herausforderungen, die typisch sind für den Übergang von der Schule zur Hochschule und exemplarisch auf eine für die Selbstlernphasen unter den Veranstaltungsbedingungen nicht hinreichende Lernkompetenz sprechen. Diese hat auch nach ein bis zwei Studienjahren hinsichtlich der getesteten Items nur gering zugenommen. Weiterhin werden in dieser Stichprobe keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen der Vorbildung, besonders im Hinblick ob bereits ein anderer

Studiengang begonnen wurde und der Selbstlernkompetenzen identifiziert. Die zweite Hypothese „*Studierende haben unterschiedliche technische Vorbildungen, die den Kompetenzerwerb im Bereich Grundlagen der Konstruktionstechnik beeinflussen.*“ wird anhand der Items in Tabelle 2 untersucht.

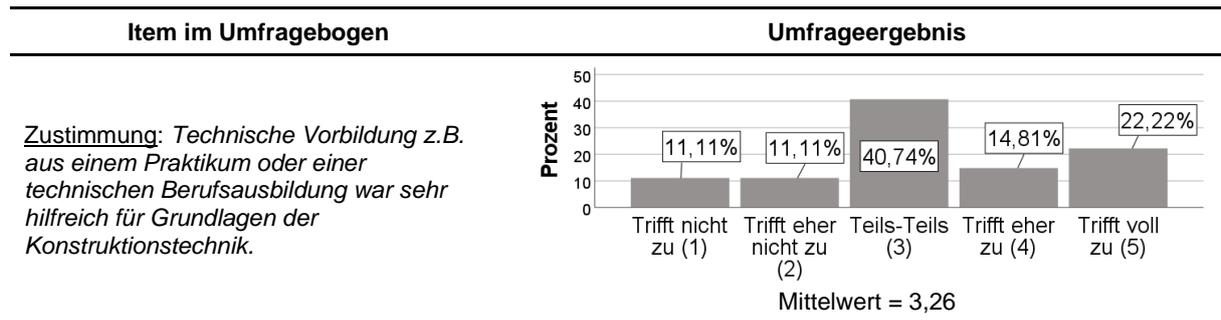
Tabelle 2: Auswertung hinsichtlich des Einflusses der technischen Vorbildung auf den Kompetenzerwerb

Item im Fragebogen	Umfrageergebnis																		
<p><u>Meinung: Empfundener Umfang des Moduls.</u></p>	<table border="1"> <caption>Empfundener Umfang des Moduls</caption> <thead> <tr> <th>Rang</th> <th>mit technischer Vorbildung</th> <th>ohne technische Vorbildung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>zu niedrig (1)</td> <td>0</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>niedrig (2)</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>angemessen (3)</td> <td>10</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>hoch (4)</td> <td>10</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>zu hoch (5)</td> <td>2</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	Rang	mit technischer Vorbildung	ohne technische Vorbildung	zu niedrig (1)	0	3	niedrig (2)	3	0	angemessen (3)	10	17	hoch (4)	10	17	zu hoch (5)	2	6
Rang	mit technischer Vorbildung	ohne technische Vorbildung																	
zu niedrig (1)	0	3																	
niedrig (2)	3	0																	
angemessen (3)	10	17																	
hoch (4)	10	17																	
zu hoch (5)	2	6																	
<p><u>Meinung: Empfundener Schwierigkeitsgrad des Moduls.</u></p>	<table border="1"> <caption>Empfundener Schwierigkeitsgrad des Moduls</caption> <thead> <tr> <th>Rang</th> <th>mit technischer Vorbildung</th> <th>ohne technische Vorbildung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>zu niedrig (1)</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>niedrig (2)</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>angemessen (3)</td> <td>12</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>hoch (4)</td> <td>11</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>zu hoch (5)</td> <td>1</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>	Rang	mit technischer Vorbildung	ohne technische Vorbildung	zu niedrig (1)	0	0	niedrig (2)	0	0	angemessen (3)	12	19	hoch (4)	11	14	zu hoch (5)	1	7
Rang	mit technischer Vorbildung	ohne technische Vorbildung																	
zu niedrig (1)	0	0																	
niedrig (2)	0	0																	
angemessen (3)	12	19																	
hoch (4)	11	14																	
zu hoch (5)	1	7																	
<p><u>Beurteilung der Veranstaltung hinsichtlich des persönlichen Wissensstandes vor der Veranstaltung: In der Veranstaltung wurde hinsichtlich des persönlichen Wissens...</u></p>	<table border="1"> <caption>Beurteilung der Veranstaltung hinsichtlich des persönlichen Wissensstandes</caption> <thead> <tr> <th>Rang</th> <th>mit technischer Vorbildung</th> <th>ohne technische Vorbildung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>wurde zu viel wiederholt (1)</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>wurde einiges wiederholt (2)</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>war die Veranstaltung passend (3)</td> <td>11</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>fehlte zum Teil Hintergrundwissen (4)</td> <td>8</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>fehlte sehr viel Hintergrundwissen (5)</td> <td>2</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>	Rang	mit technischer Vorbildung	ohne technische Vorbildung	wurde zu viel wiederholt (1)	0	0	wurde einiges wiederholt (2)	4	5	war die Veranstaltung passend (3)	11	9	fehlte zum Teil Hintergrundwissen (4)	8	19	fehlte sehr viel Hintergrundwissen (5)	2	6
Rang	mit technischer Vorbildung	ohne technische Vorbildung																	
wurde zu viel wiederholt (1)	0	0																	
wurde einiges wiederholt (2)	4	5																	
war die Veranstaltung passend (3)	11	9																	
fehlte zum Teil Hintergrundwissen (4)	8	19																	
fehlte sehr viel Hintergrundwissen (5)	2	6																	

Mit einem Mittelwert von jeweils ca. 3,6 empfinden die befragten Studierenden insgesamt das Modul als eher umfangreich und eher schwierig. Wird zwischen Studierenden mit technischer Vorbildung und ohne technische Vorbildung differenziert, empfinden Studierende ohne technische Vorbildung die Veranstaltung schwieriger mit einem Mittelwert von 3,72 im Vergleich zu Studierenden mit technischer Vorbildung mit einem Mittelwert von 3,54 und umfangreicher mit einem Mittelwert von 3,70 im Vergleich zu Studierenden mit technischer Vorbildung mit einem Mittelwert von 3,44. Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht statistisch signifikant. In dem Modul fehlt den Studierenden hinsichtlich des individuellen Wissensstandes mit einem Mittelwert 3,53 eher Hintergrundwissen. Differenziert nach vorhandener technischer Vorbildung fehlt Studierenden ohne technische Vorbildung mit einem Wissensstand von 3,66 mehr Hintergrundwissen als Studierenden mit technischer Vorbildung mit einem Mittelwert von 3,32. Dieser Zusammenhang ist nicht statistisch signifikant.

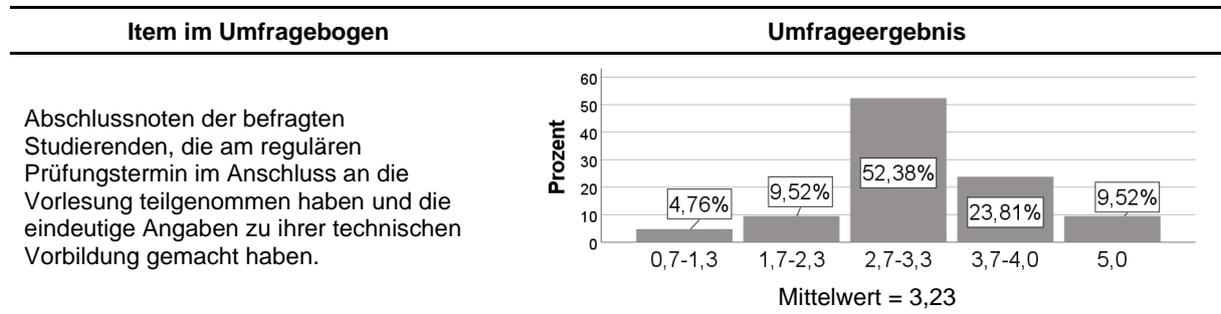
Auch die Studierenden selber stimmen mit einem Mittelwert von 3,26 grundsätzlich eher zu, dass ihre vorhandene technische Vorbildung zumindest teilweise hilfreich ist für das Modul.

Tabelle 3: Auswertung des Items, inwieweit Studierende ihre technische Vorbildung als hilfreich bewerten



Für die dritte Hypothese „Studierende mit technischer Vorbildung schließen nach einem Studienjahr das Modul besser ab als Studierende ohne technische Vorbildung“ wird die Modulabschlussnote als wichtigstes Item betrachtet.

Tabelle 4: Auswertung des Items der Modulabschlussnote



Da nicht alle befragten Studierenden bereits an der Modulabschlussprüfung in Form einer Klausur teilgenommen haben und die Gründe dafür (z.B. Krankheit am Prüfungstermin) die Ergebnisse beeinflussen könnten, werden Datensätze ausgeschlossen bei denen Studierende noch nicht an der Modulabschlussprüfung teilgenommen haben. Es bleiben 42 Datensätze mit einem Mittelwert der Note einschließlich der nicht bestandenen, also mit 5,0 bewerteten, Prüfungen von 3,23. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Noten im Umfragebogen klassifiziert wurden (0,7-1,3 entspricht 1, 1,7-2,3 entspricht 2 usw.).

Der Notendurchschnitt bei Studierenden mit technischer Vorbildung liegt bei 2,94 und bei Studierenden ohne technische Vorbildung bei 3,45. Für die Prüfung auf statistische Signifikanz der Hypothese wird die Nullhypothese formuliert, dass kein Zusammenhang zwischen der technischen Vorbildung und der Modulabschlussnote besteht. Die Prüfung der Mittelwerte auf statistische Signifikanz ergibt mit einem Signifikanzniveau von $0,038 < 0,05$ eine statistische Signifikanz, somit wird die Nullhypothese verworfen und der Zusammenhang nachgewiesen.

Der Zeitpunkt des Modulabschlusses, könnte ein weiterer möglicher Indikator des Erfolgs in dem Modul sein, unter der Annahme, dass der spätere Modulabschluss darauf zurückzuführen ist, dass Studierende die Prüfung erst nach einem oder mehr Fehlversuchen bestanden haben oder nicht an der Prüfung teilgenommen haben, da sie sich nach der Veranstaltung noch nicht ausreichend auf die Prüfung vorbereitet gefühlt haben. Im Vergleich schließen Studierende mit technischer Vorbildung das Modul eher (Mittelwert 1,77 Studienjahre) ab, als Studierende ohne technische Vorbildung (Mittelwert 1,84 Studienjahre).

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass durch den Zeitpunkt der Umfrage nur Studierende berücksichtigt werden, die zu Beginn des dritten Semesters das Studium weiterführen und die konstruktionsaffine Lehrveranstaltung in diesem Semester besucht haben. Daher werden gerade die leistungsschwächeren Studierenden, die sich bereits ohne Abschluss exmatrikuliert haben oder sich im dritten Semester noch oder erneut

mit den Fächern des ersten Studienjahrs beschäftigen nicht berücksichtigt. In der Auswertung berücksichtigt sind 42 Klausurteilnehmer von denen vier nicht bestanden haben, also eine Bestehens Quote von ca. 90 %. Tatsächlich hatte die Klausur jedoch eine Bestehens Quote von ca. 60 %. Eine Berücksichtigung Studierender, die nicht befragt wurden bzw. nicht teilgenommen haben, würde möglicherweise einen noch stärkeren Zusammenhang anzeigen, da nur die Studierenden befragt wurde, die mit den bestehenden Lehrveranstaltungen tendenziell eher erfolgreich waren.

Durch die Durchführung der Befragung nach der Lehrveranstaltung über das WS 20/21 und das Sommersemester 21 wurden weiterhin Studierende befragt, deren frontale Lehrveranstaltungen pandemiebedingt synchron über Zoom durchgeführt worden sind, wodurch die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden und damit auch die individuelle Berücksichtigung des Wissensstands geringer war als in Präsenzsemestern.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt hat die Befragung der Studierenden gezeigt, dass diese teilweise eine technische Vorbildung haben, die dazu führt, dass sie den Vorlesungsumfang und Schwierigkeitsgrad als durchschnittlich geringer bewerten und auch das Modul signifikant erfolgreicher abschließen. Dieser Zusammenhang kann damit begründet sein, dass die angebotenen Lehrveranstaltungen nicht für eine Wissenshomogenisierung der Studierendengruppe ausreichen, besonders, da gezeigt wird, dass die Studierenden im Übergang von der Schule zur Hochschule die curricular vorgesehenen Selbstlernphasen und Sprechstunden aufgrund zu wenig erworbenen Selbstlernkompetenz möglicherweise nicht hinreichend nutzen können. Daher ist für den fachlichen Kompetenzerwerb für das untersuchte Modul an der Ruhr-Universität Bochum eine individualisierte Unterstützung sinnvoll. Hierbei nimmt die Unterstützung bei der Reflektion des eigenen Lernprozesses, wie im vorgeschlagene Ansatz einer adaptiven E-Learning Umgebung umgesetzt, eine zentrale Rolle ein. Ergänzend sind Angeboten zur Erleichterung des Übergangs von der Schule zur Hochschule und Verbesserung der Lernkompetenz notwendig.

Für die weitere Untersuchung der aus der Literatur hergeleiteten Hypothesen wären Befragungen an anderen Universitäten in ähnlichen Fächern zu Studienbeginn sinnvoll. Auch die Berücksichtigung derjenigen Studierenden der RUB, die das Modul nicht erfolgreich abschließen konnten, erlaubt die Erweiterung der Erkenntnisse aus der Befragung um weitere Einflussfaktoren.

Literaturangaben

- [1] Albers, A.; Denkena, B.; Matthiesen, S.: Faszination Konstruktion. Berufsbild und Tätigkeitsfeld im Wandel. 2012
- [2] Kattwinkel, D.; Song, Y.-W.; Bender, B.: ANALYSIS OF ECODSIGN AND SUSTAINABLE DESIGN IN HIGHER EDUCATION. Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference. Design Conference Proceedings. Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK 2018, S. 2451–2460
- [3] Eckert, C.; Seifried, E.; Spinath, B.: Heterogenität in der Hochschule aus psychologischer Sicht: Die Rolle der studentischen Eingangsvoraussetzungen für adaptives Lehren. In: Rheinländer, K. (Hrsg.): Ungleichheitssensible Hochschullehre. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2015, S. 257–274
- [4] Kannengiesser, U. et al.: DO HIGH SCHOOL STUDENTS BENEFIT FROM PRE-ENGINEERING DESIGN EDUCATION? Proceedings of the 20th International Conference on Engineering Design (ICED15). 2015
- [5] Žeželj, D.; Miler, D.: MANUFACTURING TECHNOLOGY-BASED APPROACH TO TEACHING ENGINEERING DRAWING. Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference. Design Conference Proceedings. Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb, Croatia; The Design Society, Glasgow, UK 2018, S. 2553–2562
- [6] Kossack, F.; Kattwinkel, D.; Bender, B.: Adaptive E-Learning for the Engineering Design Education at Ruhr-University Bochum. Proceedings of the Design Society 2 (2022), S. 2313–2322

- [7] Metraglia, R. et al.: Development of a Self-assessment Questionnaire for basic Technical Drawing Skills: A Preliminary Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 106 (2013), S. 848–859
- [8] Pfäffli, B. K.: *Lehren an Hochschulen. Eine Hochschuldidaktik für den Aufbau von Wissen und Kompetenzen. UTB Schlüsselkompetenzen Hochschuldidaktik, Bd. 4325.* Bern: Haupt 2015
- [9] Baronio, G. et al.: Integrated Approach to the Innovation of Technical Drawing Teaching Methods. In: Cavas-Martínez, F.; Eynard, B.; Fernández Cañavate, F. J.; Fernández-Pacheco, D. G.; Morer, P.; Nigrelli, V. (Hrsg.): *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing II. Lecture Notes in Mechanical Engineering.* Cham: Springer International Publishing 2019, S. 705–713
- [10] Arnold, R.: *Bildung nach Bologna!* Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2015
- [11] Arnold, R.: *Systemische Berufsbildung. Kompetenzentwicklung neu denken - mit einem Methoden-ABC.* Systemia, Band 4. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH 2015
- [12] Brahm, T.; Jenert, T.; Wagner, D.: *Nicht für alle gleich: subjektive Wahrnehmungen des Übergangs Schule - Hochschule.* Zeitschrift für Hochschulentwicklung 9 (2014)
- [13] Handke, J.: *Handbuch Hochschullehre Digital. Leitfaden für eine moderne und mediengerechte Lehre.* 2020
- [14] Arnold, P. et al.: *Handbuch E-Learning. Lehren und Lernen mit digitalen Medien. utb Pädagogik, Bd. 4965.* Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag 2018
- [15] Mayer, H. O.; Kriz, W.: *Evaluation von eLernprozessen.* Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2010
- [16] Kerpen, D. et al.: *COMBINING COLLABORATIVE USER EXPERIENCE DESIGN WITH CROWD ENGINEERING: A PROBLEM-BASED LAB COURSE FOR (UNDER-)GRADUATE STUDENTS.* DS 110: Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering and Product Design Education (EPDE 2021). The Design Society 2021
- [17] Whitehead, T.; Buck, L.; Hewitt, J.: *BLENDED LEARNING TECHNOLOGIES IN PRODUCT DESIGN EDUCATION.* DS 110: Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering and Product Design Education (EPDE 2021). The Design Society 2021
- [18] Gonzales-Almaguer, C. et al.: *STEM COMPETENCY-BASED LEARNING FOR ENGINEERING AND DESIGN STUDENTS OF THE EDUCATIONAL MODEL TEC21.* DS 110: Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering and Product Design Education (EPDE 2020). The Design Society 2020
- [19] Hoppe, L. V. et al.: *DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT TUTORING SYSTEM FOR DESIGN EDUCATION* DS 110: Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering and Product Design Education (EPDE 2021). The Design Society 2021
- [20] Zorn, S.; Jonuschies, I.; Gericke, K.: *ADAPTING COURSE DESIGN TO FOSTER THE DEVELOPMENT OF SPATIAL ABILITIES IN ENGINEERING EDUCATION - A CASE STUDY.* DS 110: Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering and Product Design Education (EPDE 2021). The Design Society 2021
- [21] Metraglia, R. et al.: *High School Graphics Experience Influencing the Self-Efficacy of First-Year Engineering Students in an Introductory Engineering Graphics Course.* *Engineering Design Graphics Journal (EDGJ)* (2015) Vol. 79 No.3
- [22] Stoyanov, S.; Kirschener, P.: *Expert Concept Mapping Method for Defining the Characteristics of Adaptive E-Learning: ALFANET Project Case.* *ETR&D* Vol. 52 (2004) 2, S. 41–56
- [23] Rey, G. D.: *E-Learning. Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung.* Psychologie-Lehrbuch. Bern: Verlag Hans Huber 2009
- [24] Kerr, P.: *Adaptive learning.* *ELT Journal* 70 (2016) 1, S. 88–93
- [25] Fakultät Maschinenbau: *Modulhandbuch Bachelor Studiengang Maschinenbau PO 2013, 2021.* https://www.mb.rub.de/studium-mb/wp-content/uploads/2022/03/2021-09-08-Modulhandbuch_Maschinenbau_Bachelor_WS2122-PO-2013.pdf
- [26] Biggs, J. B.; Tang, C. S.-k.: *Teaching for quality learning at university. What the student does.* UK Higher Education OUP Humanities and Social Sciences Higher Education OUP Ser. Maidenhead: McGraw-Hill/Open University Press 2011
- [27] Rasch, B.: *Quantitative Methoden. Einführung in die Statistik für Psychologie, Sozial- und Erziehungswissenschaften.* Lehrbuch. Berlin: Springer 2021
- [28] Döring, N.; Bortz, J.: *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften.* Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2016
- [29] Hollenberg, S.: *Fragebögen.* Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2016
- [30] Moosbrugger, H. u. Kelava, A.: *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion.* Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012
- [31] Moodle Contributors: Moodle. <https://moodle.com/about/> 2021
- [32] IBM Corp.: *IBM SPSS Statistics.* Armonk, NY 2021