



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Diplomarbeit

Design und Evaluierung von digitalen Lehrmethoden in ingenieurwissenschaftlichen Hochschullehrveranstaltungen an der Technischen Universität Wien

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines

Diplom-Ingenieurs

unter der Leitung von

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl. Wirtsch.-Ing. Prof. eh. Dr. h.c. Wilfried Sihn

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik, Systemplanung und Facility Management)

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Markus Steinlechner, BSc

(E330 Institut für Managementwissenschaften, Bereich: Betriebstechnik Systemplanung und Facility Management, Fraunhofer Austria Research GmbH)

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften

von

Thomas Leithner, BSc BSc (WU)

01327361 (066 482)

Walcherstraße 5

1020 Wien

Wien, im Oktober 2020

Thomas Leithner



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der Bezeichnung

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt habe.

Weiters erkläre ich, dass ich dieses Diplomarbeitsthema bisher weder im In- noch Ausland (einer Beurteilerin/einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, im Oktober 2020

Thomas Leithner

Danksagung

Besonders bedanken möchte ich mich bei denjenigen, die es mir ermöglicht haben das Projekt, auf dem diese Diplomarbeit basiert, umzusetzen. Mein Dank gilt Univ.-Prof Dr. Wilfried Sihm, welcher die unkomplizierte Implementierung digitaler Lehrmethoden stets förderte und Dipl.-Ing Markus Steinlechner, der mir bei der Ausarbeitung dieser Arbeit als Betreuer zur Seite stand. Die COVID-19 Pandemie und der abrupte Umstieg auf digitale und virtuelle Hochschullehre, haben gezeigt, dass die Themen der digitalen Lehrmethoden aktueller denn je sind.

Die Studienzeit lässt sich am besten mit einem Marathon vergleichen. Viele passieren den Start, aber nur wenige das Ziel. Ohne die vielen Wegbegleiter während meiner Studienzeit wäre ich sicher nicht an dieses, oft weit entfernte, Ziel gekommen. Mein Dank gilt allen Kollegen, Kameraden und besonders Freunden in den verschiedensten Organisationen, die ich österreichweit und während meines Auslandssemesters auch weltweit, gefunden habe.

Mein besonderer Dank gilt auch meiner Familie, die es mir in vielerlei Hinsicht ermöglicht hat, meine Studien zu absolvieren und mir auch in schwierigen Stunden weitergeholfen hat. Beim Abschluss dieser Arbeit hat mich besonders meine Freundin Anita unterstützt, welche mir immer motivierend zur Seite stand.

Ich hoffe, dass die Ergebnisse dieses Werks auch künftigen Studenten der technischen Universität weiterhelfen werden und ihnen die ein oder andere Erleichterung bei den oft so schwierigen Lehrveranstaltungen bieten kann.

Kurzfassung

Durch die Auswirkungen der digitalen Transformation werden maßgebliche Veränderungen in Produktion und Wirtschaft prognostiziert. Dies wirkt sich auch in direkter Folge auf die darin tätigen Beschäftigten aus. Digitale Kompetenzen werden zu einer Schlüsselqualifikation der Arbeitskraft von morgen. Die formalen Bildungsstätten haben den Auftrag diese Kompetenzen für die unterschiedlichen Qualifikationsstufen zu vermitteln. Besondere Stellung nimmt hier die Hochschule ein, welche einerseits Vermittler, andererseits auch Treiber dieser Veränderungen ist.

Das Wissen über digitale Technologien und die Vermittlung können nicht getrennt betrachtet werden. Die Nutzung digitaler Technologien zur Vermittlung digitaler Kompetenzen hat sich als zweckmäßig erwiesen. Hierfür ist jedoch eine systematische und strukturierte Planung der Umsetzung notwendig, um die gewünschten Leistungs- und Qualitätssteigerungen zu erzielen.

Diese Steigerungen sind auch im Sinne politischer Entscheidungsträger, welche die Verbreitung der Digitalisierung in der Hochschullehre zu Hochprioritätszielen erklärt haben. Besonderen Stellenwert nehmen hier die Fachgebiete Mathematik, Informatik Naturwissenschaft und Technik (MINT) ein, welche als Motor des technischen Fortschritts gesehen werden. Die Ingenieurwissenschaften, in diesem Fall abgebildet durch die Technik, wird als Untersuchungsgebiet dieser Arbeit ausgewählt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die grundlegenden Anforderungen für den Einsatz digitaler Technologien in der Hochschullehre untersucht und mittels systematischer Literaturrecherche passende Formate für eine bestehende Lehrveranstaltung aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften konzipiert und umgesetzt.

In einer anschließenden Befragung mittels Online-Fragebogen wurden umfangreiche Daten über die Auswirkungen auf die Hörer erhoben. Anhand einer qualitativen und quantitativen Evaluierung wurden Unterschiede zwischen den einzelnen Formaten untersucht und dokumentiert, sowie Auswirkungen auf den Leistungsnachweis beforcht.

Die Ergebnisse der Befragung, sowie die nachgewiesenen Auswirkungen wurden abschließend mit den Spannungsfeldern der Digitalisierung in der Hochschullehre reflektiert und daraus Schlussfolgerungen für die Integration digitaler Technologien in die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre gezogen.

Abstract

Due to the effects of the digital transformation, significant changes in production and economy are prognosticated. This will also have a direct impact on the employees working there. Digital skills will become a key qualification of tomorrow's workforce. The formal educational institutions have the responsibility to impart these competences for the different qualification levels. The university plays a special role here, being both an instructor and a driver of these changes.

The knowledge about digital technologies and teaching cannot be considered separately. The use of digital technologies for teaching digital skills has proven to be beneficial. However, this requires systematic and structured planning of implementation in order to achieve the desired improvements in performance and quality.

These increases are also in the interests of political decision-makers who have declared the dissemination of digitalization in university teaching to be a top priority. Of particular importance here are the subject areas of science, technology, engineering, and mathematics (STEM), which are seen as drivers of technical progress. The engineering sciences are chosen as the area of investigation for this thesis.

Within the scope of this thesis, the basic requirements for the use of digital technologies in university teaching were examined and, by means of systematic literature research, suitable formats for an existing course in the field of engineering sciences were designed and implemented.

In a subsequent survey using an online questionnaire, extensive data on the effects on the students were collected. Based on a qualitative and quantitative evaluation, differences between the individual formats were investigated and documented, and effects on the achievement record were researched.

Finally, the results of the survey and the identified effects were reflected on the tensions between digitalization in higher education teaching and conclusions were made regarding the integration of digital technologies in higher education teaching in the engineering sciences.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung.....	8
1.2	Ziel der Arbeit	9
1.3	Forschungsfragen.....	10
1.4	Vorgehensweise	10
1.5	Aufbau und Struktur der Arbeit	12
2	Theoretische Grundlagen.....	15
2.1	Grundlagen der Lerntheorie	15
2.1.1	Definitionen des Lernens	15
2.1.2	Psychologie des Lernens	17
2.2	Grundlagen der Lehrtheorie	20
2.2.1	Instruktionsdesign (Instructional Design) als Leitmodell	20
2.2.2	Zielsetzung von Lehrinhalten	21
2.2.3	Entwicklung von Lehrinhalten	24
2.2.4	Lern-Lehrtheorie in den Ingenieurwissenschaften	26
2.3	Digitale Hochschullehre.....	27
2.3.1	Begriffsabgrenzung Digitalisierung	27
2.3.2	Begriffsabgrenzungen digitaler Hochschullehre.....	28
2.3.3	Organisationsformen der digitalen Hochschullehre.....	30
2.3.4	Anforderungen an die digitale Hochschullehre	34
2.3.5	Verankerungsprozess von digitaler Hochschullehre	34
3	State-of-the-Art Analyse.....	36
3.1	Spannungsfeld Digitalisierung der Wirtschaft	36
3.1.1	Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt.....	36
3.1.2	Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung	38
3.2	Spannungsfeld Digitalisierung der Qualifizierung	42
3.2.1	Auswirkungen der Digitalisierung auf die Kompetenzen	42
3.2.2	Auswirkungen der Digitalisierung auf die Bildung	45
3.2.3	Auswirkungen der Digitalisierung auf die Hochschule	47
4	Systematische Literaturrecherche.....	50

4.1	Planung der systematischen Literaturrecherche	50
4.2	Rechercheprotokoll der systematischen Literaturrecherche.....	51
4.3	Durchführung der systematischen Literaturrecherche	53
5	Konstruktion der Artefakte.....	55
5.1	Einsatzmöglichkeiten von digitalen Technologien	55
5.2	E-Assessment mit Audience Response Systemen.....	56
5.2.1	Formen von Audience Response Systemen.....	58
5.2.2	Möglichkeiten von Audience Response Systemen	59
5.3	Einsatz von digitalen Videos in der Lehre.....	60
5.3.1	Formen digitaler Videos in der Lehre	60
5.3.2	Möglichkeiten digitaler Videos in der Lehre	62
5.4	Flipped Classroom.....	63
5.4.1	Formen des Flipped Classrooms	64
5.4.2	Möglichkeiten des Flipped Classrooms.....	66
5.5	Konzipierte Artefakte	67
5.5.1	Klassischer Vortrag.....	67
5.5.2	Einsatz von Audience Response Systemen	68
5.5.3	Flipped Classroom.....	71
5.5.4	E-Lecture	72
6	Methodologie der Evaluierung	75
6.1	Ablauf der Evaluierung	75
6.2	Formulierte Hypothesen	76
6.3	Operationalisierung	78
6.3.1	Aufgestellte Variablen	78
6.4	Befragung.....	81
6.4.1	Grundgesamtheit der Befragung.....	81
6.4.2	Ablauf der Befragung	82
6.4.3	Fragebogen.....	82
7	Ergebnisse der Evaluierung	85
7.1	Quantitative Evaluierung	85
7.1.1	Deskriptive Statistik.....	85
7.1.2	Überprüfung der aufgestellten Hypothesen	90

7.2	Qualitative Evaluierung.....	109
8	Diskussion der Ergebnisse.....	116
8.1	Ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre im Spannungsfeld der Digitalisierung.....	116
8.2	Rahmenbedingungen der digitalen Hochschullehre in den Ingenieurwissenschaften.....	118
8.3	Einsatzmöglichkeiten der digitalen Hochschullehre.....	119
8.4	Diskussion der Befragungsergebnisse	120
8.4.1	C.1.: Wissenstransfer.....	120
8.4.2	C.2.: Individuelle Anforderungen der Lehrveranstaltungsteilnehmer....	121
8.4.3	C.3.: Wechselbeziehungen zwischen Studenten und Lehrenden	122
8.4.4	C.4.: Auseinandersetzung mit den Lerninhalten	122
8.4.5	C.5.: Präsenzphase	123
8.4.6	C.6.: Zufriedenheit	123
8.4.7	C.7.: Leistungsnachweis	124
9	Conclusio und Ausblick	125
9.1	Zusammenfassung der Befragung	125
9.2	Beantwortung der Forschungsfragen	125
9.3	Conclusio.....	128
9.4	Einschränkungen der Ansätze und Ergebnisse	128
9.5	Nächste mögliche Schritte zur Weiterentwicklung.....	129
10	Anhang	131
10.1	Fragebogen.....	131
10.2	Statistische Methoden.....	134
10.2.1	Gleichheit in der Verteilung von Häufigkeiten	134
10.2.2	Korrelationskoeffizient nach Pearson	134
10.2.3	Unterschiede in den Mittelwerten zweier Gruppen	135
10.3	Details zur quantitativen Auswertung.....	136
10.3.1	Deskriptive Statistik	136
10.3.2	Überprüfung der aufgestellten Hypothesen	140
11	Literaturverzeichnis.....	167
12	Abbildungsverzeichnis	181

13	Tabellenverzeichnis	183
14	Abkürzungsverzeichnis	186

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Die Digitalisierung hat bereits viele Aspekte der Gesellschaft erfasst und nachhaltig verändert. Ein Bereich, in welchem besonders starke Veränderungen erwartet werden, ist die Arbeitswelt, sowie die darin tätigen Arbeitskräfte. Internationale Studien sind sich darüber einig, dass die Digitalisierung weitreichende Auswirkungen auf die Arbeitsbedingungen, Qualifikationsanforderungen und Arbeitsinhalte haben wird. Für viele Berufe und Berufsgruppen werden erhebliche Veränderungen prognostiziert, was soweit führen kann, dass die Berufe obsolet werden.¹

Große Bedeutung wird der produzierenden Industrie zugeschrieben, da diese besonders in Mitteleuropa noch von hoher Relevanz ist. Durch die auf der Digitalisierung basierende Automatisierung und Vernetzung werden in dieser Branche massive und disruptive Veränderungen prognostiziert.²

Die Auswirkungen der Digitalisierung sind auch in der Aus- und Weiterbildung spürbar. Digitale Kompetenzen werden zu essenziellen Komponenten der modernen Berufsausbildung. Die steigende digitale Durchdringung der Gesellschaft hält nicht vor den Mauern von Bildungseinrichtungen still. Dies trifft im wahrsten Sinne des Wortes zu. Wo die Bildung früher streng an Orte, wie zum Beispiel Schulen und Universitäten gebunden war, wird diese Bindung immer mehr aufgeweicht. Durch die fast uneingeschränkte Verbindung mit dem Internet wird die Bearbeitbarkeit von Lerninhalten vom Ort unabhängig.³

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) der Republik Österreich hat die Digitale Transformation zu einem zentralen politischen Handlungsfeld erklärt und setzt sich gezielt mit den Chancen und Herausforderungen disruptiver Veränderungen auseinander. Zu den konkreten Digitalisierungszielen des BMBWF zählt die bessere Nutzung von digitalen Methoden und Technologien, um die Qualität der angebotenen Aus- und Weiterbildung zu steigern. Ziel ist es den digitalen Wandel aktiv mitzugestalten und so eine bestmögliche Qualifizierung der Absolventen zu ermöglichen. Dies gilt speziell für den MINT-Bereich.⁴

Bratengeyer et al. (2016) haben in einer Studie den Einsatz digitaler Technologien an den höchsten österreichischen Bildungseinrichtungen, den Hochschulen, untersucht. Die Nutzung von digitalen Technologien in der Lehre ist bereits weit verbreitet. Zwischen den Hochschulen und den Fachgebieten wurden jedoch wesentliche

¹ Vgl. Peneder et al. 2016, S. 50ff.

² Vgl. Kagermann et al. 2013.

³ Vgl. Schrack 2018.

⁴ Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2020, S. 12.

Unterschiede in den Verwendungsarten und den Ausbaustufen festgestellt. Die Autoren der Studien kamen zu den folgenden Handlungsempfehlungen. Digitale Lehrmethoden müssen strategisch in der Universitätsentwicklung verankert werden. Zudem sollen der Einsatz innovativer Lehrmethoden forciert werden, was auch eine weitere Qualifikation der Lehrenden dieser Fachbereiche benötigt.

Im Educause Horizon Report, einer jährlich publizierten Fachstudie zu den aktuellen Trends in der Hochschullehre, wurde festgestellt, dass ein großer Bedarf an Lehrenden besteht, welche digitale Lehrmethoden effizient, im Rahmen von innovativen Konzepten, in Lehrveranstaltungen integrieren können.⁵

Die Untersuchung dieser Lehrmethoden, für den Bereich der Ingenieurwissenschaften erwies sich als zweckmäßig, da die Digitalisierung maßgebliche Veränderungen in diesem Bereich mit sich bringt und da die Ingenieurwissenschaften als Bestandteil der MINT-Fächer einen wesentlichen Beitrag zur zukünftigen Konkurrenzfähigkeit der lokalen Beschäftigten teilhaben.

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist die Untersuchung der Auswirkungen der Digitalisierung auf die Hochschullehre in Österreich. Schwerpunkt sollen ingenieurwissenschaftliche Hochschullehrveranstaltungen sein. Diese sind als Teil der MINT-Fächer von zentraler wirtschaftlicher Bedeutung, wie bereits in der Ausgangssituation beschrieben wurde.

Dazu werden die durch die Auswirkungen der Digitalisierung in Spannungsfelder rund um das Ökosystem Hochschule untersucht. Mittelpunkt der Untersuchung wird die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre sein, welche einer ganzheitlichen Betrachtung unterzogen wird.

Passend zu diesen Umfeldbedingungen werden unterschiedliche Lehrmethoden und Ansätze untersucht und ausgewählt. Anschließend werden Lehrveranstaltungskonzepte erstellt, welche in einer relevanten Lehrveranstaltung erprobt und evaluiert werden. Bei der Lehrveranstaltung handelt es sich um eine Präsenzlehrveranstaltung mit großer Teilnehmeranzahl.

Mit der Evaluierung der Auswirkungen auf die Hörer soll die Effektivität der ausgewählten Konzepte überprüft werden, um so den Einsatz von digitalen Lehrmethoden und die Ausbildung digitaler Kompetenzen weiter zu forcieren und um die Kompetenzen der aktuellen und zukünftigen Lehrenden zu steigern.

⁵ Vgl. Alexander et al. 2019, S. 12.

1.3 Forschungsfragen

Zur Bearbeitung dieser Zielsetzung wird folgende Hauptforschungsfrage aufgestellt:

„Wie wirkt sich die Digitalisierung auf die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre in Österreich aus?“

Um diese Fragestellung zu präzisieren werden folgende zwei Subforschungsfragen aufgestellt:

„Wie wirken sich durch die Digitalisierung entstandene Spannungsfelder auf die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre in Österreich aus?“

„Wie können digitale Technologien in die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre integriert werden?“

Zur Erhebung der Auswirkungen auf die Hörer wird folgende zweite Hauptforschungsfrage aufgestellt:

„Wie wirkt sich die Integration von digitalen Lehrmethoden in ingenieurwissenschaftlichen Hochschullehrveranstaltungen auf ihre Hörer aus?“

1.4 Vorgehensweise

Die Bearbeitung der Problemstellung orientiert sich am Design Science Ansatz von Hevner et al. (2004). In der Methode Design Science werden basierend auf einer Problemstellung theoriebasierte Artefakte generiert, welche im Anschluss evaluiert und getestet werden. Für diese Diplomarbeit wird die Methode in folgende Schritte angepasst. In Abbildung 1 werden die einzelnen Schritte visualisiert.

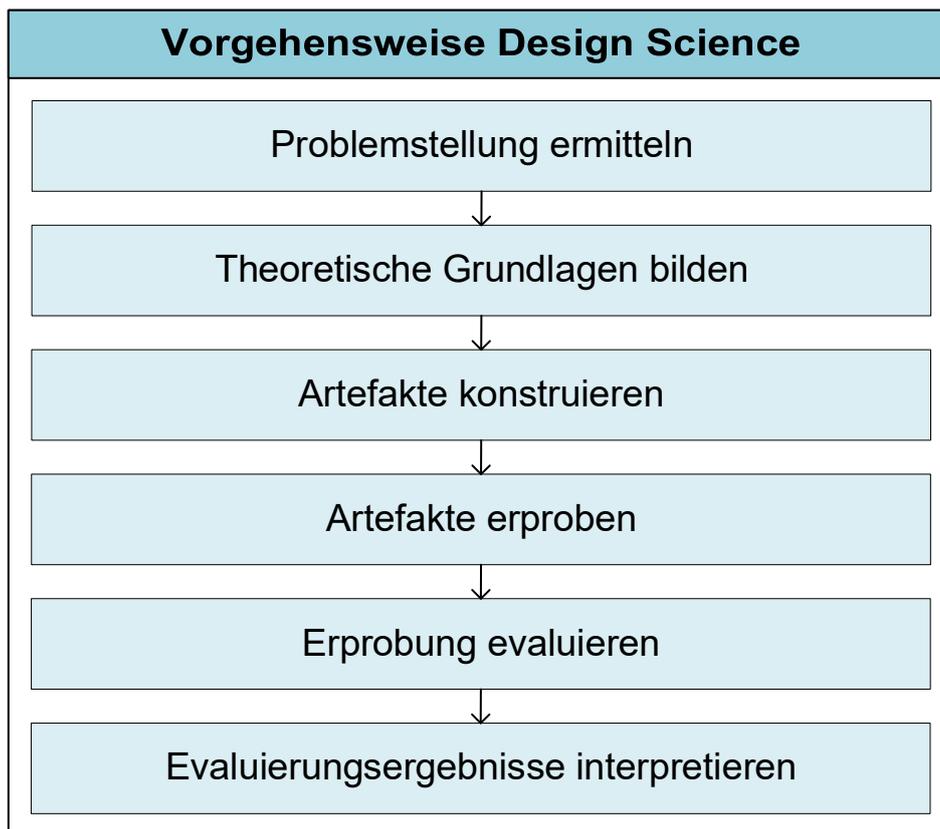


Abbildung 1 Vorgehensweise Design Science

1. Ermittlung der Problemstellung: Im Rahmen des Exposés wurde die Forschungslücke ermittelt und dazu passende Forschungsfragen aufgestellt. Die Problemstellung kann Kapitel 1 entnommen werden.

2. Bildung der theoretischen Grundlagen: Im Zuge einer Literaturrecherche wurden theoretische Modelle des Lernen und Lehrens unter der speziellen Betrachtung der Ingenieurwissenschaften, die Rahmenbedingungen für ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre im Spannungsfeld der Digitalisierung und der Stand der Technik für digitale Lehrmethoden analysiert.

3. Konstruktion der Artefakte: Basierend auf den theoretischen Erkenntnissen, werden Artefakte passend zu einer ingenieurwissenschaftlichen Lehrveranstaltung erstellt. Für diese Problemstellung wird die Lehrveranstaltung Produktions- und Qualitätsmanagement 1 an der technischen Universität Wien herangezogen. Bei dieser Lehrveranstaltung handelt es sich um eine Großvorlesung ohne Anwesenheitspflicht für Studenten des ersten Semesters der Studiengänge Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau.

4. Erprobung der Artefakte: Die erstellten Lehrkonzepte werden im Wintersemester 2019 in der Lehrveranstaltung Produktions- und Qualitätsmanagement 1 erprobt. Parallel dazu findet eine Online-Befragung statt.

5. Evaluierung der Artefakte: Die Evaluierung der Artefakte erfolgt mittels Fragebogen. Dabei kommen sowohl quantitative als auch qualitative Methoden zum Einsatz. Für die quantitative Evaluierung wurden statistische Tests zur Überprüfung aufgestellter Hypothesen verwendet. Die Ergebnisse der Tests wurden mit den Ergebnissen der qualitativen Untersuchung weiter untermauert. Dies erfolgte mittels induktiver Kategorienbildung.

6. Interpretation der Evaluierungsergebnisse: Die Ergebnisse der Evaluierung wurden zur Beantwortung der Forschungsfragen interpretiert und zusammengefasst.

1.5 Aufbau und Struktur der Arbeit

Diese Diplomarbeit unterteilt sich in neun Kapitel und einen abschließenden Anhang, welche zur Dokumentation und Protokollierung der Vorgehensweise dienen. Die Struktur der Arbeit wird in Abbildung 2 grafisch dargestellt.

1. Einleitung: In der Einleitung wird die Ausgangssituation und die daraus folgende Problemstellung beschrieben. Aus der Problemstellung ergeben sich die Ziele der Arbeit, die durch zwei Haupt- und zwei Subforschungsfragen konkretisiert werden. Anschließend wird der Ablauf des Forschungsprojekts beschrieben und visualisiert, sowie der Aufbau und die Struktur der Arbeit beschrieben.

2. Theoretische Grundlagen: In diesem Kapitel wird das theoretische Fundament der Arbeit gebildet. Zu den Grundlagen der Lerntheorie, der Lehrtheorie und der digitalen Hochschullehre werden Modelle, Theorien und Definitionen aufgestellt, um eine aufbauende, theoretische Grundlage für die weitere Bearbeitung sicherzustellen.

3. State-of-the-Art Analyse: In diesem Kapitel werden die Spannungsfelder der Digitalisierung in der Hochschule und in den angrenzenden Bereichen untersucht. Ein besonderes Augenmerk wird hier auf die Auswirkungen bezüglich der Wirtschaft und der Qualifikationen gelegt.

4. Systematische Literaturrecherche: In diesem Kapitel wird der Ablauf der systematischen Literaturrecherche mit dem Untersuchungsbereich digitale Technologien in der Hochschullehre genau dokumentiert und protokolliert.

5. Konstruktion der Artefakte: In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche als theoretische Grundlage für die konzipierten Artefakte dokumentiert und im Anschluss der Aufbau und die Einordnung der umgesetzten Artefakte beschrieben.

6. Methodologie der Evaluierung: In diesem Kapitel wird die Methodologie der durchgeführten Befragung beschrieben. Hierbei wird der konkrete Ablauf der Evaluierung visualisiert und beschrieben. Des Weiteren werden die zu testenden

Hypothesen aufgestellt und die daraus abgeleiteten Variablen operationalisiert. Abschließend wird noch näher auf die Details der Befragung selbst eingegangen.

7. Ergebnisse der Evaluierung: In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Evaluierung dokumentiert. Dies erfolgt einerseits mittels quantitativer Evaluierung durch deskriptiver Statistik und Hypothesentest, andererseits mittels qualitativer Evaluierung durch induktive Kategorienbildung.

8. Diskussion der Ergebnisse: In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der State-of-the-Art Analyse und der Evaluierung interpretiert und diskutiert. Die Diskussion konzentriert sich hierbei auf die Interpretation der untersuchten Variablen.

9. Conclusio und Ausblick: In diesem Kapitel werden die Erkenntnisse der Arbeit in kompakter Form zusammengefasst und die anfangs gestellten Forschungsfragen beantwortet. Außerdem werden angefallene Einschränkungen in der Bearbeitung ausformuliert und Ansatzpunkte für weitere Forschungsarbeiten und Weiterentwicklungen beschrieben.

Anhang: Im Anhang befinden sich weitere Detailinformationen zur Befragung. Dies umfasst den verwendeten Fragebogen, eine Erklärung der statistischen Methoden und genaue Details zur quantitativen Auswertung.

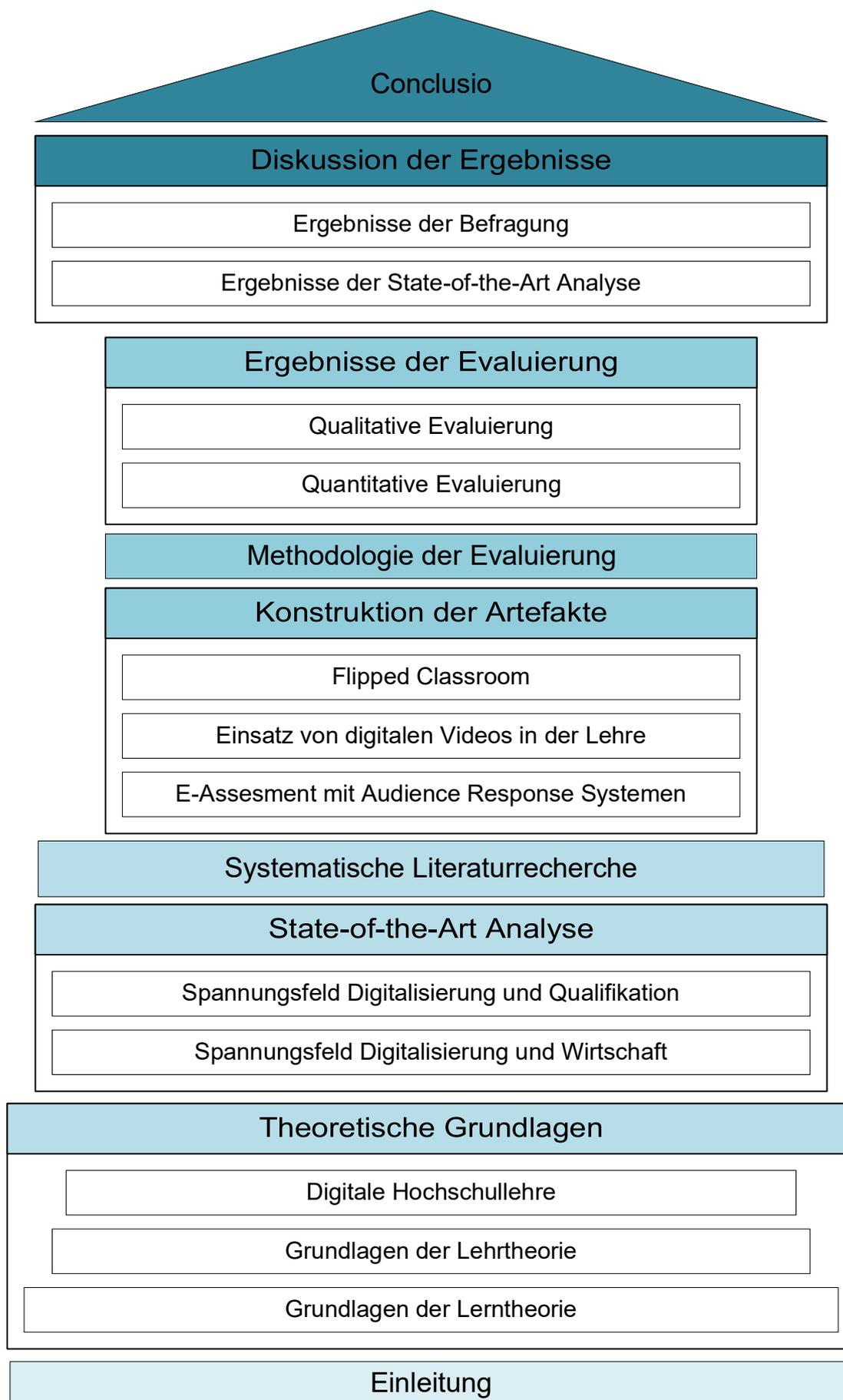


Abbildung 2 Struktur Diplomarbeit

2 Theoretische Grundlagen

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den theoretischen Grundlagen der Arbeit. Es werden verschiedene Modelle beschrieben, welche als theoretisches Fundament fungieren. Bei den Themengebieten handelt es sich um Grundlagen des Lernens und darauf aufbauend Grundlagen des Lehrens. Diese Themengebiete werden anschließend noch unter den speziellen Anforderungen der Ingenieurwissenschaften behandelt. Abschließend wird der Begriff der Digitalisierung genauer definiert und eine theoretische Grundlage der digitalen Hochschullehre erfasst.

2.1 Grundlagen der Lerntheorie

2.1.1 Definitionen des Lernens

Die Lernforschung beinhaltet viele verschiedene Theorien und Strömungen, welche sich mit der Zeit weiterentwickelt haben. Schrader und Berzbach (2005) definieren Lernen *„als ein Prozess der relativ dauerhaften Änderung von Verhaltensmöglichkeiten aufgrund von Erfahrungen“*.

Dieser Prozess kann aus einer psychischen, einer kognitiven Sicht und/oder sozialen Perspektive betrachtet werden. Der Prozess des Lernens wird meist mit der Erweiterung von Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten verbunden.⁶

Der dänische Didaktiker Knud Illeris 2006 hat ein Modell aufgestellt, indem er die verschiedenen Aspekte des Lernens in einem Rahmenkonzept verknüpft. Im Modell des Lerndreiecks wird zwischen zwei Kernprozessen unterschieden.

„Jedes Lernen beinhaltet zwei vom Wesen her unterschiedliche Prozesstypen, und zwar einen externen Interaktionsprozess zwischen dem/der Lernenden und seiner/ihrer sozialen, kulturellen und materiellen Umgebung, und einen internen psychologischen Aneignungs- und Verarbeitungsprozess, in dem neue Impulse mit den Ergebnissen früheren Lernens verbunden sind.“⁷

Zahlreiche klassische Lerntheorien beschäftigen sich nur mit einem dieser Kernprozesse, beispielsweise eine einseitige Betrachtung des psychologischen Prozesses. Durch die von Illeris gewählte Sichtweise kann Lernen in einem breiteren Feld abgedeckt werden.⁸ Die Wechselwirkungen der einzelnen Dimensionen und Kernprozesse als Dreieck sind in Abbildung 3 visualisiert.

⁶ Vgl. Schrader und Berzbach 2005, S. 3.

⁷ Illeris 2006, S. 29.

⁸ Vgl. Siebert 2009, S. 20.

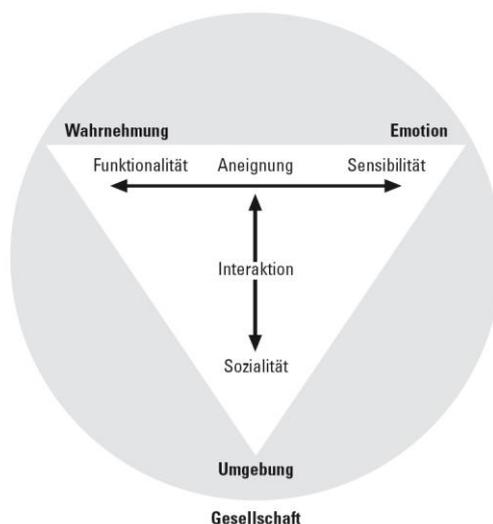


Abbildung 3 Prozesse und Dimensionen des Lernens⁹

Neben der Unterscheidung in zwei Kernprozesse erfolgt die Einteilung des Lernens in drei Dimensionen. Dabei wird unterteilt in „*die kognitive Dimension des Wissens und der Fertigkeiten, die emotionale Dimension der Gefühle und Motivation sowie die soziale Dimension der Kommunikation und Kooperation.*“¹⁰

Der individuelle Lerner befindet sich im Lerndreieck in einem Spannungsfeld der Dimensionen und Prozesse. Die Aneignung des Lerninhaltes steht in einem Spannungsfeld der Emotionen, wie beispielsweise Motivation und Gefühle, mit den kognitiven Fähigkeiten (Funktionalität) des Lernenden. Der Prozess der Aneignung wird maßgeblich durch die persönliche Interaktion des Lernenden mit seiner Umgebung beeinflusst. Interaktion, Kommunikation und Kooperation sind wesentlich für die Integration in soziale Gemeinschaften. Für eine erfolgreiche Integration sind die beiden anderen Dimensionen ebenso maßgeblich. Herrschen in einer der Dimensionen Defizite ist der Prozess des Lernens gestört.¹¹

Weitere Forschungen haben gezeigt, dass sich das Lerndreieck auch auf die Ebene der Organisation erweitern lässt. Pätzold (2017) hat in seiner Forschung ein Modell aufgestellt, in welchem die Dimensionen und Prozesse des Lerndreiecks auf die Lernfähigkeit in Organisationen adaptiert wurden.

Je nach der Strukturiertheit und Intention des Lerners kann man das Lernen in formales und informelles Lernen unterscheiden. Die Europäische Kommission (2001) hat in einer Publikation folgende Definitionen aufgestellt:

Formelles Lernen: „*Lernen, das üblicherweise in einer Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung stattfindet, (in Bezug auf Lernziele, Lernzeit oder*

⁹ Illeris 2006, S. 32.

¹⁰ ebenda

¹¹ Vgl. Illeris 2006.

Lernförderung) strukturiert ist und zur Zertifizierung führt. Formales Lernen ist aus der Sicht des Lernenden zielgerichtet.“¹²

Informelles Lernen: *„Lernen, das im Alltag, am Arbeitsplatz, im Familienkreis oder in der Freizeit stattfindet. Es ist (in Bezug auf Lernziele, Lernzeit oder Lernförderung) nicht strukturiert und führt üblicherweise nicht zur Zertifizierung. Informelles Lernen kann zielgerichtet sein, ist jedoch in den meisten Fällen nichtintentional (oder „inzidentell“/beiläufig).“¹³*

Die Hochschullehre ist ein klassisches Beispiel des formellen Lernens. Lehrveranstaltungen sind klar strukturiert und die Absolvierung endet mit einer Zertifizierung in Form eines Zeugnisses. Für die Lernenden kann die Absolvierung der Lehrveranstaltung als klares Ziel gesehen werden.

Auch in formalisierten Umgebungen, wie bei Hochschullehrveranstaltungen, besitzt der informelle Austausch zwischen den Teilnehmern eine wesentliche Rolle. Durch die steigende Popularität von sozialen Medien, wird dieser Austausch noch zusätzlich erleichtert. Diese Plattformen ermöglichen die einfache Verknüpfung zwischen Personen und den Austausch von Informationen. Erfolgt Lernen im Rahmen dieses Prozesses spricht man vom **sozialem Lernen**. Die Entwicklung eines Sozialverhaltens steht jedoch nicht im Vordergrund dieser Theorie. Durch die Bereitstellung und Förderung der Austauschumgebung, beispielsweise durch Lernplattformen, kann dieser Effekt noch zusätzlich strukturiert werden.¹⁴

2.1.2 Psychologie des Lernens

Die Betrachtung der psychologischen Prozesse des Lernens ist ein umfangreiches Forschungsgebiet. In diesem Abschnitt wird ein Überblick über die bedeutendsten Theorien des Lernens gegeben. Die Reihung erfolgt nach der zeitlichen Entstehung. Innerhalb der Theorien bestehen auch Untertheorien, beziehungsweise Erweiterungen oder Spezialisierungen auf verschiedene Sachverhalte. Bei Lerntheorien handelt es sich um Modelle, welche die Wirklichkeit vereinfachen. Durch die verschiedenen Rahmenbedingungen des Lernens ist das Zurückgreifen auf eine allgemeine Lerntheorie, mit einem sehr hohen Abstraktionsniveau, nicht zweckmäßig.¹⁵

Behaviorismus

Der Ursprung des Behaviorismus geht auf die Ergebnisse von Tierversuchen in der Mitte des 20. Jahrhunderts zurück. Bei den Tieren wurde ein bestimmter Reiz gesetzt und die resultierende Reaktion untersucht. Diese Theorie wird als Reiz-Reaktions-

¹² Europäische Kommission 2001, S. 32.

¹³ Europäische Kommission 2001, S. 36.

¹⁴ Vgl. Kerres und Rehm 2015.

¹⁵ Vgl. Kron 2008, S. 156.

Modell bezeichnet. Die mentalen Prozesse wie der Reiz zur Reaktion umgewandelt wird, sind nicht von Interesse. Man spricht vom Black-Box-Denken.¹⁶ Beim Konditionieren werden zwei Reize gekoppelt, sodass eine Reaktion, welche zuvor nur durch einen Reiz ausgelöst wurde, nun durch beide Reize ausgelöst wird.¹⁷

Durch die Setzung der richtigen Reize durch den Lehrenden, kommt es zu einer reflexartigen Anpassung des Lernenden, so wird Wissen vom Lehrenden zum Lernenden transferiert. Der Wissenstransfer hängt maßgeblich von den gesetzten Reizen ab.¹⁸ Das Lernen im Behaviorismus benötigt eine höher gestellte Lehrperson, welche die Lerninhalte und Lehrprozesse definiert und vorgibt. Der Lehrende ist der Ursprung des Wissens. Er besitzt deshalb meist eine autoritäre Position.¹⁹

Ein Beispiel, indem man den behavioristischen Ansatz anwenden kann, ist die Vorlesung eines Vortragenden vor einem Auditorium.²⁰ Der Einsatz von Lernprogrammen mit vorgefertigten Materialien kann ebenfalls einen behavioristischen Ansatz verfolgen.²¹

Kognitivismus

Der Kognitivismus ist eine Lerntheorie, dessen Ursprünge in Technik und Naturwissenschaft liegen. Erste Modelle wurden zu Beginn der 1980er Jahre aufgestellt. Der technische Ursprung ist durch die Modellierung von Prozessen, welche in der Informationsverarbeitung von Computern benötigt werden, begründet. Dies wirkt sich auch auf die Sichtweise des Lernens aus. Lernen wird als mentaler Prozess gesehen, bei dem vorhandene Information aufgenommen und verarbeitet wird.²²

Der Kognitivismus kann als Gegensatz zum Behaviorismus gesehen werden, da der Fokus auf den Methoden, welche den Menschen zur Lösung von Problemen zur Verfügung stehen, liegt.²³

Der Fokus des Kognitivismus liegt auf dem Wissenserwerb. Die Lernenden sind keine passiven Rezipienten, sondern übernehmen die aktive und individuelle Steuerung des Lernprozesses. Dabei werden verschiedene Methoden und Strategien zur Problemlösung angewandt. Die Funktion des Lehrenden ist die Aufarbeitung und Vorbereitung des Lernmaterials. Lehrende bestimmen, wie die korrekte Anwendung erfolgt, da sie eine höhergestellte Position als die Lernenden haben. In der

¹⁶ Vgl. Brandhofer 2015, S. 87.

¹⁷ Vgl. Ebner und Schön 2013.

¹⁸ Vgl. Baumgartner et al. 2004, 16f.

¹⁹ Vgl. Brandhofer 2015, S. 87.

²⁰ Vgl. Gruttmann 2010, S. 18.

²¹ Vgl. Baumgart 2001, S. 109.

²² Vgl. Ebner und Schön 2013.

²³ Vgl. Baumgartner et al. 2004, S. 20.

Hochschullandschaft verfolgen Übungen oder Seminare einen vergleichbaren Ansatz.²⁴

Konstruktivismus

Der Konstruktivismus weist verschiedene Strömungen auf, weshalb es kaum möglich ist eine einheitliche Theorie aufzustellen. Das Grundprinzip des Konstruktivismus ist die Annahme, dass es keine objektive Realität gibt und jeder Mensch seine eigene subjektive Realität konstruiert.²⁵

Durch die eigenständige Konstruktion ist es im Konstruktivismus nicht möglich Wissen zu übertragen. Wissen wird selbstständig generiert und neue Problemstellungen werden erschlossen. Um dies zu erreichen, werden hohe Anforderungen an den Lernenden gestellt. Die Umfeldbedingungen wirken sich zwar auf den Lernenden aus, der Lernprozess erfolgt jedoch im geschlossenen System des Lernenden. In der Hochschullehre kommt diese Theorie kaum in ihrer Reinform vor. Ein mögliches Beispiel sind, durch die Lernenden selbst betreute Projekte.²⁶

Konnektivismus

Im Vergleich mit den bereits beschriebenen Lerntheorien, ist der Konnektivismus eine relativ junge Lerntheorie. Diese Theorie beruht darauf, dass es durch die massive Steigerung des verfügbaren Wissens zu einer Lücke zwischen dem gelehrten Wissen und dem aktuellen Wissen kommt. Begründet wird dies durch den gesteigerten Einsatz von Informationstechnologie, wodurch die Möglichkeiten Informationen zu verbreiten oder aufzurufen wesentlich vereinfacht wurden. Die Bedeutung des Wissens verändert sich dynamisch. Lernen kann nicht als abgeschlossener Prozess mit vorgegebenen Inhalt und einem definierten Start- und Endpunkt gesehen werden, sondern hat einen andauernden, lebenslangen, sich stetig anpassenden Charakter.²⁷

Lernende schließen Verbindungen zwischen verschiedenen Informationsquellen. Durch die Interaktion mit Netzwerken von Lernenden vergrößert sich das Potenzial zur Wissenssteigerung und der Lernprozess wird erleichtert. Die Lernumgebung, in welcher der Lernprozess stattfindet, hat aus diesem Grund im Konnektivismus eine wesentliche Bedeutung. Um das Potenzial der Wissensflut auszunutzen, muss ein Lernender in der Lage sein eine zweckmäßige Wissensquelle anzuzapfen, um so auf die für ihn benötigte Form des Wissens zugreifen zu können.²⁸

²⁴ Vgl. Gruttmann 2010, S. 19.

²⁵ Vgl. Moser 2008, S. 58.

²⁶ Vgl. Gruttmann 2010, S. 20.

²⁷ Vgl. Siemens 2006.

²⁸ Vgl. Bernhardt und Kirchner 2007.

2.2 Grundlagen der Lehrtheorie

2.2.1 Instruktionsdesign (Instructional Design) als Leitmodell

Der Begriff des Instruktionsdesign hat seinen Ursprung im englischsprachigen Raum unter der Bezeichnung „Instructional Design“. Bei einer wörtlichen Übersetzung kann es zu einer Missinterpretation kommen, da der Begriff der Instruktion im deutschsprachigen Raum negativ und als nicht mehr zeitgemäß konnotiert wird. Die anweisenden Instruktionen in der Lehre passen mehr zu starren und lehrendenzentrierten Ansätzen. Das Instruktionsdesign umfasst jedoch einen Ansatz zur systematischen und ganzheitlichen Gestaltung von Lehrmethoden.²⁹ Beim Instruktionsdesign handelt es sich um keine einheitliche Theorie, sondern eine Sammlung von empirisch beforschten Modellen mit dem Ziel Leitlinien für die Erstellung von Lernangeboten bereitzustellen. Es werden Lernziele aufgestellt, die unter den gegebenen Rahmenbedingungen erreicht werden sollen.³⁰

Die Ursprünge des Instruktionsdesign lassen sich auf den amerikanischen Psychologen Robert Gagné zurückführen. Nach Gagné müssen bei einem effizienten Lernprozess sowohl die internen als auch die externen Lernvoraussetzungen erfüllt werden. Die internen Voraussetzungen beschäftigen sich mit dem Lernend selbst. Bei den externen Voraussetzungen sind der Lernstoff und die Umfeldbedingungen, in denen gelernt wird, relevant.³¹ Diese Betrachtungsweise ist ähnlich dem Lerndreieck von Illeris, welches im vorherigen Abschnitt beschrieben wurde.

Wegen der differenzierten Betrachtungsweise müssen, abhängig von der Art des Lernstoffs und den Eigenschaften des Lernenden, unterschiedliche Herangehensweisen in der Lehre ausgewählt werden. Dabei ist auch die sachlogische Richtigkeit von Bedeutung. Diese Tatsache und die Nutzung von Lernzielen führte zur Entwicklung von Ziel- und Hierarchiemodellen, welche im nächsten Abschnitt näher untersucht werden.³²

Für den Prozess des Lehrens hat Gagné einen Leitprozess mit neun Lehrschritte, dargestellt in Abbildung 4, aufgestellt. Jeder Schritt muss sich an dem zu erfüllenden Lernziel orientieren. Dieser Prozess wurde im Laufe der Zeit an unterschiedliche Lehrumgebungen angepasst, um die benötigten Anforderungen bestmöglich zu erfüllen. Da es sich um ein eher starren Prozess für klassischen Vortragsunterricht handelt, gibt es noch eine Vielzahl an Modellen „zweiter Generation“, welche speziell für Unterrichtsformen mit hohem Interaktionsgrad entwickelt wurden.³³

²⁹ Vgl. Zawacki-Richter 2013, 192f.

³⁰ Vgl. Niegemann und Weinberger 2018, S. 2.

³¹ Vgl. Gagné 1985.

³² Vgl. Niegemann 2018, S. 96.

³³ Vgl. Niegemann 2018.

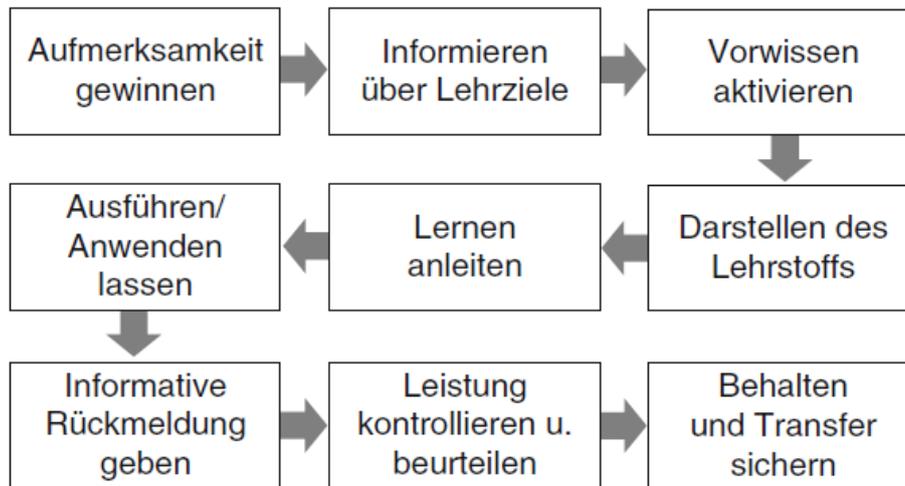


Abbildung 4 Lehrschrte³⁴ nach Gagné (1985)

Es hat sich in der Praxis herausgestellt, dass Instruktionsdesign in Verbindung mit digitalen Lehrmethoden effizient genutzt werden kann. Die Grundsätze der verschiedenen Modelle werden zur systematischen Erstellung von technologisch unterstützten Lehrangeboten verwendet. Speziell im angloamerikanischen Raum findet diese sogenannten Bildungstechnologien weite und professionelle Anwendungen. Im deutschsprachigen Raum ist der Einsatz des Instruktionsdesigns wesentlich weniger professionalisiert und systematisiert.³⁵

2.2.2 Zielsetzung von Lehrinhalten

Eine wesentliche Anforderung im Instruktionsdesign ist die Aufstellung von Lehrzielen. Diese Ziele werden von Lehrenden gesetzt und umfassen die in einer Lehrveranstaltung behandelten Inhalte. Speziell im deutschen Sprachraum verfolgt die Modellierung von Lehrzielen meist einen behavioristischen Ansatz. Das Lernziel hingegen wird vom Lernenden gesetzt und umfasst dessen Wissenszuwachs nach der Absolvierung des Lernprozesses. In der Praxis werden die Begriffe oft fälschlicherweise synonym verwendet. Für Bildungseinrichtungen ist in diesem Kontext der Begriff des Lehrziels treffender, da der Fokus auf den festgelegten Zielen einer strukturierten Lehrveranstaltung liegt.³⁶ Reichelt et al. (2018) haben Lehrziele eine Steuerungsfunktion, eine Reflexions- und Planungsfunktion und eine Evaluationsfunktion zugewiesen. Diese Funktionen werden in Abbildung 5 visualisiert.

³⁴ Niegemann 2018, S. 97.

³⁵ Vgl. Niegemann und Weinberger 2018, S. 13.

³⁶ Vgl. Reichelt et al. 2018, S. 193.



Abbildung 5 Funktionen von Lehrzielen³⁷

Betrachtet man Lernen als Prozess mit einer klaren Zielerreichung ist es zweckmäßig mit der Zielmodellierung zu beginnen.³⁸ Lehrziele bilden die Grundlage für die Bewertung des Lernprozesses. Für die effiziente Erfüllung von Lehrzielen, müssen diese präzise und dem Leistungsniveau des Lernenden angepasst sein. Zur hierarchischen Gliederung haben sich in der Praxis verschiedene Lehrzieltaxonomien bewährt.³⁹ Eine der geläufigsten ist die Taxonomie nach Bloom (1956).

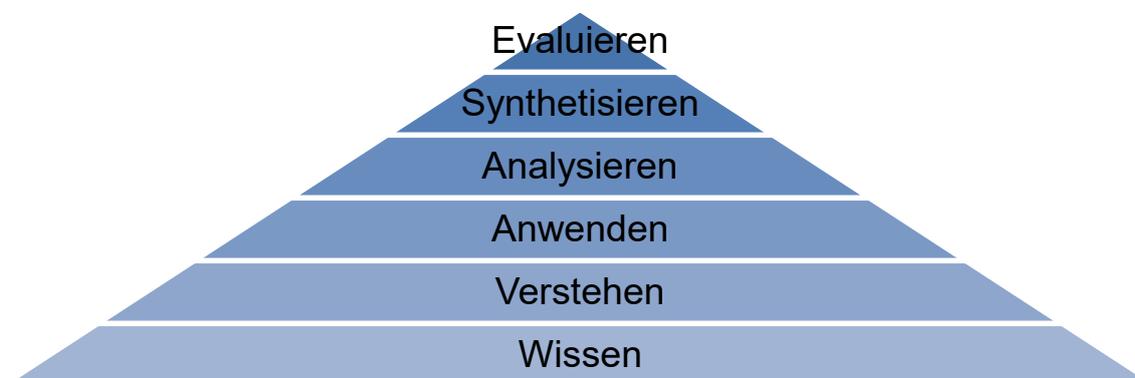


Abbildung 6 Taxonomiestufen nach Bloom (1956) (eigene Abbildung)

Die Taxonomie nach Bloom besteht aus sechs hierarchisch gegliederten Stufen. Die Visualisierung erfolgt meist durch eine Pyramide, ein Beispiel kann Abbildung 6 entnommen werden. Je höher man die Stufen der Pyramide zur Spitze steigt, desto mehr steigt die kognitiven Anforderungen und die Komplexität. Die oberen Stufen sind aufbauend auf den unteren und können nicht isoliert gesehen werden.⁴⁰ Zur Aufstellung der Lernziele der jeweiligen Stufen werden Verben definiert, welche in der

³⁷ Reichelt et al. 2018, S. 194.

³⁸ Vgl. Klauer und Leutner 2012.

³⁹ Vgl. Mayer et al. 2009.

⁴⁰ Vgl. Bloom 1956.

Literatur ständig erweitert werden. Eine nähere Erläuterung der Stufen, sowie einige Musterbeispiele für Verben lauten wie folgt:

- **Wissen:** Die Fähigkeit bestimmte Fakten zu erinnern und zu reproduzieren. (Verben: auflisten, benennen)
- **Verstehen:** Die Fähigkeit zugehörige Informationen sinnerfassend aufzunehmen und zu interpretieren. (Verben: auswählen, interpretieren)
- **Anwenden:** Die Fähigkeit in neuartigen Situationen Wissen zu nutzen, um Probleme zu lösen. (Verben: berechnen, prüfen)
- **Analysieren:** Die Fähigkeit die Bestandteile von Informationen herauszuarbeiten und in Beziehung zu stellen. (Verben: beurteilen, kategorisieren)
- **Synthetisieren:** Die Fähigkeit herausgelöste Bestandteile von Informationen in Verbindung zu setzen. (Verben: konstruieren, integrieren)
- **Evaluieren:** Die Fähigkeit Situationen unter bestimmten Aspekten zu beurteilen. (Verben: einschätzen, verteidigen)⁴¹

Eine Weiterentwicklung der ursprünglichen Taxonomie nach Bloom ist die Taxonomie nach Anderson und Krathwohl (2000). In diesem Modell wird das ursprüngliche rein kognitive Modell, um verschiedene Arten des Wissens erweitert. Für jede Wissensart sind die kognitiven Stufen differenziert zu betrachten. Die Arten des Wissens unterscheiden sich wie folgt:

- **Faktenwissen:** Grundlegende Terminologie und Spezifika einer Fachdisziplin.
- **Konzeptuelles Wissen:** Zusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen des Faktenwissens.
- **Prozedurales Wissen:** Wissen über fachspezifische Methoden und Techniken.
- **Metakognitives Wissen:** Wissen und Bewusstsein über den persönlichen Wissenstand und die Entwicklungen.⁴²

Bei der Aufstellung von Lehrzielen gehen die Lehrenden davon aus, dass die Lernenden diese Lehrziele zu ihren Lernzielen umwandeln. Der australische Psychologe John Biggs hat in seiner Theorie des Constructive Alligments die Grundthese aufgestellt, dass sich Lernende primär an den Anforderungen der Bewertung orientieren. Ziel des Constructive Alligments ist die Abstimmung der Lernziele auf die Lehrmethoden. In diesem Zusammenhang wird auch die Form der Prüfung in die Beurteilung einbezogen.⁴³ Eine Darstellung der Wechselwirkungen kann Abbildung 7 entnommen werden.

⁴¹ Vgl. Wildt und Wildt 2002, 21f.

⁴² Vgl. Anderson und Krathwohl 2000.

⁴³ Vgl. Biggs 1996.

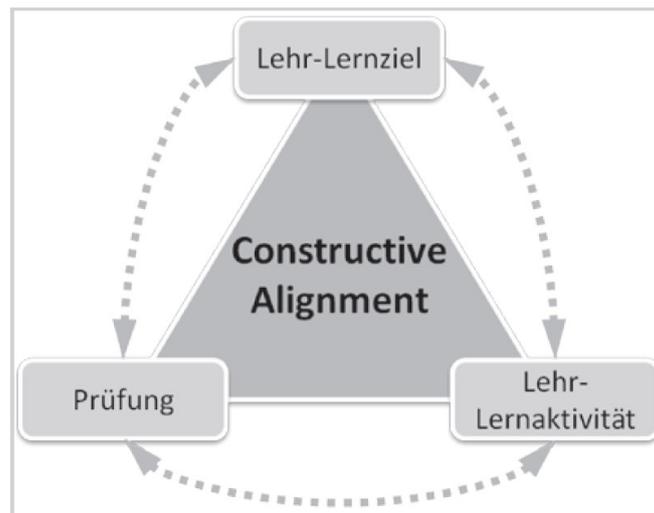


Abbildung 7 Wechselwirkungen im Constructive Alignment⁴⁴

Bei der Gestaltung von Lehrinhalten muss berücksichtigt werden, dass die vorher aufgestellten Lehrziele einbezogen und erreichbar sind und dass die folgende Prüfung auch die Erreichung der aufgestellten Ziele überprüft.⁴⁵ Die Theorie des Constructive Alligments verfolgt einen konstruktivistischen Ansatz, in dem der Lernende selbst für die Erzeugung seines Wissens verantwortlich ist und der Lehrende nur die passenden Umfeldbedingungen schaffen kann⁴⁶.

2.2.3 Entwicklung von Lehrinhalten

Als Standardmodell für die Entwicklung von Lehrinhalten im Rahmen des Instruktionsdesign hat sich das ADDIE Modell etabliert. Das Akronym steht für die Phasen Analysis (Analyse), Design (Konzeption), Development (Entwicklung), Implementation (Implementierung) und Evaluation (Evaluierung). Das ADDIE Modell kann für Lernangebote aller Art herangezogen werden.⁴⁷

Das ADDIE Modell ist ein sehr allgemein gehaltenes Modell zur ganzheitlichen Strukturierung der verschiedenen Phasen und Schritte, welche bei der Entwicklung von Lerninhalten anhand der Prinzipien des Instruktionsdesigns durchlaufen werden. Molenda (2015) hat die Ursprünge des ADDIE Modells untersucht und ist zur Erkenntnis gekommen, dass das ADDIE Modell auf keinen spezifischen Personenkreis zurückzuführen ist. Das Modell kann jedoch als Übermodell gesehen werden, da fast alle Modelle auf dem ADDIE Modell aufgebaut sind und dabei an spezielle Sachverhalte angepasst wurden.

⁴⁴ Baumert und May 2013, S. 23.

⁴⁵ Wildt und Wildt 2002, Vgl. 9ff.

⁴⁶ Vgl. Gallagher 2017.

⁴⁷ Vgl. Niegemann 2018, S. 97.

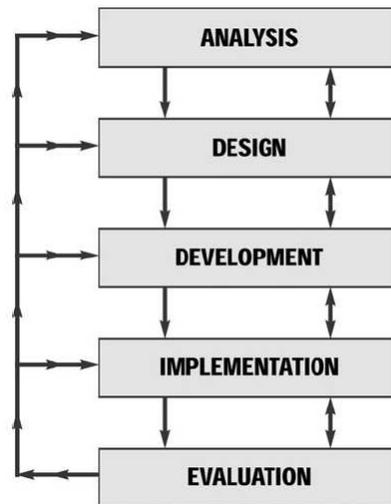


Abbildung 8 Visualisierung des ADDIE-Modells⁴⁸ nach Grafinger (1988)

Das Durchlaufen des ADDIE Modells erfolgt iterativ. Eine Darstellung der verschiedenen Schleifen zwischen den Phasen kann Abbildung 8 entnommen werden. In den Phasen des Modells werden folgende Punkte behandelt:

- **Analyse:** Zu Beginn des Prozesses werden die Umfeldbedingungen untersucht. Ein wesentlicher Punkt ist die Analyse der Zielgruppe, sowie deren Vorwissen. Weitere Punkte sind die Untersuchung der Kursziele, die Analyse der vorhandenen Ressourcen und Kapazitäten, sowie die Auswahl der Medien.
- **Konzeption:** In der Konzeption werden die Lernziele aufgestellt und festgelegt, welche Inhalte abgedeckt werden und wie das Material hierfür erzeugt wird. Es kommt auch zur Festlegung der organisatorischen Kriterien, beispielsweise durch einen Syllabus.
- **Entwicklung:** In der Entwicklung werden die Lehrinhalte erzeugt. In diese Phase fällt auch der Bezug und die Überprüfung von allfälligen Fremdinhalten.
- **Implementierung:** In dieser Phase werden die geplanten Inhalte praktisch umgesetzt.
- **Evaluierung:** Nach der Umsetzung der Lehrinhalte erfolgt die Sammlung von Daten und Feedback, um Verbesserungspotenziale zu finden und diese in den weiteren Iterationen zu verbessern.⁴⁹

Die Anwendung des ADDIE Modells ermöglicht eine gute Kopplung der erstellten Lehrinhalte an die angestrebten Lehrziele. Durch die strukturierte Einteilung kann der Arbeitsaufwand gut aufgeteilt werden. Dadurch ist auch die Aufteilung auf Spezialisten in den verschiedenen Phasen effizient möglich. Diese Effizienzvorteile können vor allem bei großen Projekten optimal ausgenutzt werden. Bei kleineren Projekten ist dies nur bedingt möglich. Ein Kritikpunkt am ADDIE Modell ist der Fokus auf die Konzeption

⁴⁸ Molenda 2015, S. 41.

⁴⁹ Vgl. Shelton und Saltsman 2008.

und Entwicklung der Inhalte und nicht auf die Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden. Das Modell gibt auch keine Entscheidungsunterstützung für die Wahl der Medien, hierfür muss der Anwender auf weitere Modelle zurückgreifen.⁵⁰

2.2.4 Lern-Lehrtheorie in den Ingenieurwissenschaften

In der technischen Hochschulbildung haben sich im deutschsprachigen Raum die Begriffe Technikdidaktik und Ingenieurdidaktik positioniert. Die Technikdidaktik befasst sich mit der Ausbildung von Lehrenden technischer Unterrichtsfächer. Die Adressanten der Ingenieurdidaktik sind Lehrende ingenieurwissenschaftlicher Hochschulen, sowie Studenten ingenieurwissenschaftlicher Hochschulstudiengänge. Im Vergleich mit der Technikdidaktik, welche durch verschiedene Lehramtsstudien bereits eine institutionelle Verankerung besitzt, hat die Ingenieurdidaktik einen wesentlich geringeren Entwicklungsgrad.⁵¹

Die Wirtschaftswissenschaften, welche wie die Ingenieurwissenschaften eine Fachdisziplin mit Handlungsorientierung darstellt, besitzt mit der Wirtschaftspädagogik eine wesentlich stärkere strukturelle und systematische Verankerung. Die unterschiedlichen Fachrichtungen der Ingenieurwissenschaften erschweren die Findung allgemeiner Lehrkonzepte noch zusätzlich.⁵²

In einer Studie, in der die verschiedenen Lehrmethoden unterschiedlicher wissenschaftlicher Fachrichtungen untersucht wurden, war in den Ingenieurwissenschaften ein klarer Trend zu traditionellen, lehrendenzentrierten und behavioristischen Lehrmethoden erkennbar.⁵³

Durch den fehlenden Einbezug der Lernenden tritt ein mangelndes Constructive Alignment auf. Die Ebenen, welche überprüft werden, stimmen nicht mit den gelehrt Inhalten überein, da die überprüften Ebenen meist zu hoch angesetzt werden⁵⁴. Mit traditionellen, lehrendenzentrierten Lehrformen, wie Vorlesungen vor einem großen und anonymen Auditorium können nur die Stufen Wissen und Verstehen gelehrt und in weiterer Folge auch überprüft werden. Für höhere Stufen werden interaktivere, praktischere oder anwendungsorientiertere Methoden benötigt.⁵⁵

⁵⁰ Vgl. Bates 2019, 167 f.

⁵¹ Vgl. Terkowsky et al. 2018, S. 90f.

⁵² Vgl. Sorko und Irsa 2016.

⁵³ Vgl. Wilkesmann und Lauer 2015, S. 719.

⁵⁴ Vgl. Haertel et al. 2019.

⁵⁵ Vgl. Sorko und Irsa 2016, S. 362.

2.3 Digitale Hochschullehre

2.3.1 Begriffsabgrenzung Digitalisierung

Die Digitalisierung ist zu einem zentralen Thema von Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft geworden. Die Vernetzung von Mensch und Maschine, die zunehmende Virtualisierung und die umfassenden Möglichkeiten der Datenanalyse führen zu signifikanten Veränderungen in der Art des Zusammenlebens. Diverse Fachmeinungen bezeichnen Daten und Informationen als Öl des 21. Jahrhunderts.⁵⁶

Lemke et al. (2017) bezeichnen die Summe dieser sozialen, politischen, wirtschaftlichen und ökologischen Umwälzungen, welche aus Digitalisierung und Vernetzung resultieren, als digitale Transformation der Menschheit. Durch die digitale Transformation kommt es in der modernen Wirtschaft und Gesellschaft vielerorts zu signifikanten Veränderungen. Neue digitale Geschäftsmodelle werden geschaffen, welche disruptive Veränderungen in der Geschäftswelt vorantreiben. Ein aktuelles Beispiel sind die Veränderungen im Bereich Transport. Das Taxigewerbe, welches den Fokus auf die physische Bereitstellung von Transportdienstleistungen gelegt hat, wird durch Anbieter, welche nur mehr einen digitalen Marktplatz für die Vermittlung mittels Smartphone-Applikation bereitstellen, stark unter Druck gesetzt.⁵⁷

Die Digitaltechnik, der Ursprung der Digitalisierung, ist verglichen mit der menschlichen Geschichte ein sehr junges Phänomen. Anfang der 1940er Jahre wurde der erste Computer entwickelt und gebaut. Damit begann der Siegeszug der binären Codierung. Rechenoperationen mit null und eins fanden auf Großrechnern mit wenigen hundert Transistoren statt. Die mögliche Rechenleistung entwickelte sich rasant weiter. Die Größe der Transistoren, die für die Berechnungen benötigt wurde, verkleinerte sich exponentiell und die Rechenleistung der Systeme stieg weiter. Durch die gesteigerte Rechenleistung konnten immer komplexere Operationen durchgeführt werden. Die Zahl der Anwendungsmöglichkeiten stieg kontinuierlich. Dadurch kommt es teilweise zu einer Effektivitäts- und Produktivitätssteigerung um Größenordnungen. Aus diesem Grund, ist auch der Begriff einer „digitalen Revolution“ geläufig.⁵⁸

Dieser „revolutionäre“ Charakter hat zur Folge, dass es für den Begriff der Digitalisierung keine scharfe Begriffsabtrennung mehr gibt. Mertens et al. (2017) haben in den Aussagen verschiedener Fachleute aus Fachgebieten wie Betriebswirtschaft, Politik und Medien große Unterschiede in der Begriffsabtrennung von Digitalisierung gefunden. Diese umfasst zum einen die Digitalisierung als Umwandlung von analoger in digitale Werte. Ein anderes Begriffsverständnis ist

⁵⁶ Vgl. Barton et al. 2018, S. 28.

⁵⁷ Vgl. Oswald und Krcmar 2018, S. 6.

⁵⁸ Vgl. Neugebauer 2018, S. 1.

Automation unter Änderung der Geschäftsmodelle, sowie die Nutzung von informationstechnischem Fortschritt mittels Automation.

Für diese Arbeit wurde das Modell von Wolf und Strohschen (2018) zur Beschreibung der Digitalisierung verwendet. Die Autoren beschreiben Digitalisierung wie folgt:

„Wir sprechen von Digitalisierung, wenn analoge Leistungserbringung durch Leistungserbringung in einem digitalen, computerhandhabbaren Modell ganz oder teilweise ersetzt wird.“

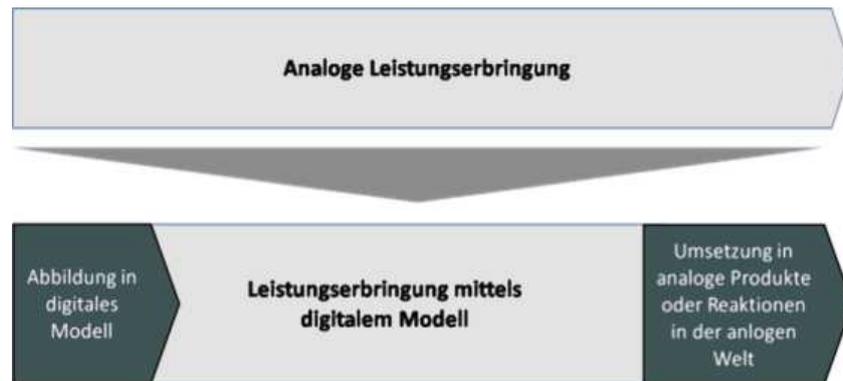


Abbildung 9 Definition Digitalisierung⁵⁹

Analoge Sachverhalte werden in ein digitales Modell der Realität umgewandelt und automatisiert verarbeitet. Anschließend erfolgt die Rücktransformation in die Analoge Realität (Analog-Digital-Analog Wandlung). Eine grafische Darstellung des Modells ist aus Abbildung 9 ersichtlich. Diese Transformation kann für alle Objekte der Leistungserbringung angewandt werden, unter anderem Geschäftsprozesse, Produkte oder Organisationen.⁶⁰

2.3.2 Begriffsabgrenzungen digitaler Hochschullehre

Kern dieser Arbeit ist die Digitalisierung der Hochschullehre. Um diese Umstände genauer zu konkretisieren, werden in diesem Abschnitt zentrale Begriffe des digitalen Lernen und Lehrens genauer definiert.

Anstatt des Begriffs digitaler Lehre wird sehr häufig der Begriff des **E-Learnings** (Electronic Learning) verwendet. In der Literatur gibt es dazu verschiedenste Definitionen. Eine sehr umfassende Definition für E-Learning von Kerres (2013) lautet:

„E-Learning ist ein Oberbegriff für alle Varianten der Nutzung digitaler Medien zu Lehr- und Lernzwecken, sei es auf digitalen Datenträgern oder über das Internet,

⁵⁹ Wolf und Strohschen 2018, S. 58.

⁶⁰ Vgl. Wolf und Strohschen 2018, S. 56ff.

*etwa um Wissen zu vermitteln, für den zwischenmenschlichen Austausch oder das gemeinsame Arbeiten an digitalen Artefakten.*⁶¹

Gruttmann (2010) fasst den Begriff E-Learning im folgenden Satz kompakt zusammen:

*„E-Learning bezeichnet den Einsatz von Informationssystemen zur Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen“.*⁶²

Bei einer korrekten Abtrennung müsste neben dem E-Learning noch der Begriff des E-Teachings aufgestellt werden. Dieser Begriff wird jedoch in der Literatur und in der Praxis meist Synonym verwendet.⁶³

Der Begriff des E-Learnings im Großen kann als sehr umfassender Begriff gesehen werden. Durch verschiedene Konkretisierungen kann der Begriff des E-Learnings in Sonderformen aufgeteilt werden. Eine Sonderform des E-Learnings ist die **virtuelle Lehre**. In der virtuellen Lehre wird vollständig auf Präsenzunterricht verzichtet und die Lehre erfolgt ausschließlich online. Handke und Schäfer (2012) definieren virtuelle Lehre wie folgt:

*„Die Online-Lehre oder virtuelle Lehre ist eine Form des technologiebasiertes [sic!] Lernens, das auf Präsenzunterricht verzichtet und stattdessen auf Informations- und Kommunikationstechnologien zur Vermittlung der Lerninhalte, zur Unterstützung der Lernenden, zur Bewertung des Lernfortschritts und für die Kommunikation von Lernenden und Lehrenden setzt. Online-Kurse werden vollständig über vernetzte Systeme durchgeführt; heute in der Regel über eine internetbasierte Plattform.“*⁶⁴

Mit den Mitteln der virtuellen Lehre gab es auch gravierende Änderungen im Bereich der Fern- oder Distanzlehre, da durch die Digitalisierung analoger Unterlagen der Informationsaustausch wesentlich erleichtert wurde. Oftmals wird dieser Begriff Synonym verwendet, da es kaum mehr Fernlehre ohne die Verwendung digitaler Lehrmethoden gibt.⁶⁵

Eine Mischform aus der virtuellen Lehre und der klassischen Präsenzlehre ist das Konzept des **Blended Learnings**. Sauter et al. (2002) definieren Blended Learning wie folgt:

„Blended Learning ist ein integriertes Lernkonzept, das die heute verfügbaren Möglichkeiten der Vernetzung über Internet oder Intranet in Verbindung mit klassischen Lernmethoden in einem Lernarrangement optimal nutzt. Es ermöglicht Lernen, Kommunizieren, Informieren und Wissensaustausch losgelöst von Ort und

⁶¹ Kerres 2013, S. 6.

⁶² Gruttmann 2010, S. 9.

⁶³ Vgl. Handke und Schäfer 2012, S. 37f.

⁶⁴ Handke und Schäfer 2012, S. 39.

⁶⁵ Vgl. Harper et al. 2004, S. 586ff.

*Zeit in Kombination mit Erfahrungsaustausch, Rollenspiel und persönlichen Begegnungen in klassischen Präsenztrainings.*⁶⁶

Eine weitere Definition von Seufert und Mayr (2002) lautet:

*„Blended Learning bezeichnet Lehr-/Lernkonzepte, die eine didaktisch sinnvolle Verknüpfung von 'traditionellem Klassenzimmerlernen' und virtuellem bzw. Online Lernen auf der Basis neuer Informations- und Kommunikationsmedien anstreben.*⁶⁷

Blended Learning hat das Potenzial die Vorteile aus Präsenzlehre und virtueller Lehre zu nutzen und damit Synergien zu bilden. Die Verteilung der beiden Konzepte unterscheidet sich stark in den möglichen Umsetzungsformen.⁶⁸

2.3.3 Organisationsformen der digitalen Hochschullehre

Die unterschiedlichen Definitionen haben gezeigt, dass der Grad, wie stark digitale Methoden in die Lehre integriert werden können, sehr unterschiedlich sein können. Handke und Schäfer (2012) haben ein Modell mit unterschiedlichen Szenarien aufgestellt, wie man die verschiedenen Lehr- und Organisationsformen anhand des Grads der Virtualisierung einteilen kann. Die Einteilung beruht auf den Klassifikationskriterien nach Schulmeister und Wessner (2010). Die verschiedenen Szenarios sind in Abbildung 10 dargestellt.

Szenario	Lehr- und Organisationsform	Grad der Virtualität	Methode
0	Präsenzlehre klassisch	-	Unterrichtsgespräch, Instruktion
I	Präsenzlehre netzunterstützt	gering	Unterrichtsgespräch, Instruktion
II	Präsenzlehre zusätzliche virtuelle Anteile	mittel	Unterrichtsgespräch, Lernberatung
III	Online-Lehre keine Präsenzanteile	hoch	Lernberatung

Abbildung 10 Szenarios zur Lehrorganisation⁶⁹

Die Szenarien I; II und III erhalten von Schulmeister (2006) die Bezeichnungen „*netzbasierter Lehrorganisationsformen*“. Im Szenario 0 werden keine digitalen Lehrmethoden verwendet. Dieses Szenario wird als Sammelbegriff für die klassische Präsenzlehre verwendet. Die restlichen Szenarien werden anhand des Grads der Virtualität wie folgt aufgeteilt:

- **Szenario I:** Dieses Szenario kann als die fortgeschrittene Variante des Szenarios 0 gesehen werden. Eine geringe virtuelle Komponente wird meist nur

⁶⁶ Sauter et al. 2002, S. 68.

⁶⁷ Seufert und Mayr 2002, S. 23

⁶⁸ Kuhn 2020

⁶⁹ Handke und Schäfer 2012, S. 42.

zum Austausch von Informationen, beispielsweise über ein Learning Management System, genutzt. Die Vermittlung des Inhalts erfolgt fast ausschließlich über die Präsenzphase.

- **Szenario II:** In diesem Szenario gibt es eine Rotation zwischen virtuellen Phasen und Präsenzphasen. Für die Reihenfolge und die verwendeten Methoden liegen keine Anforderungen vor. Die Wissensvermittlung findet jedoch sowohl online als auch in der Präsenzphase statt.
- **Szenario III:** In diesem Szenario findet die Lehre vollständig virtuell, ohne Präsenzphasen statt. Der Lernprozess wird von den Teilnehmern selbst virtuell reguliert.⁷⁰

Der amerikanische Bildungswissenschaftler Puentedura hat im Rahmen seines Wirkens das SAMR-Modell entwickelt, um die Möglichkeiten bei denen digitale Lehrmethoden eingesetzt werden können, besser zu klassifizieren. Dieses Modell wird oft von Praktikern als Leitlinie verwendet. Das SAMR-Modell ist ein Akronym für Substitution, Augmentation, Modification und Redefinition. Die ersten beiden Begriffe sollen zur Verbesserung (Enhancement) bestehender Lösungen verwendet werden und die letzten beiden zur kompletten Umgestaltung (Transformation). Diese Struktur kann als Hierarchie gesehen werden, welche in Abbildung 11 dargestellt wird.⁷¹

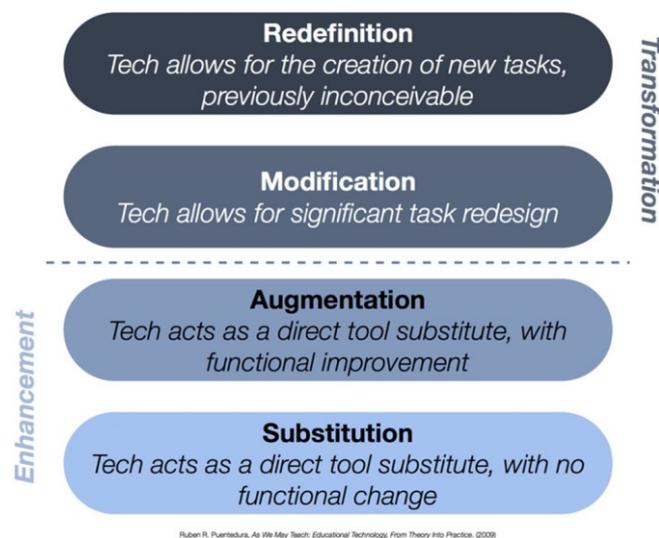


Abbildung 11 SAMR-Modell⁷²

Die Ebenen des SAMR-Modell beinhalten folgende Begrifflichkeiten:

- **Substitution:** Technologien werden als direkter Ersatz, ohne funktionale Veränderung verwendet. Ein Beispiel sind digitale Dokumente als Ersatz für gedruckte Skripten.

⁷⁰ Vgl. Handke und Schäfer 2012, S. 42.

⁷¹ Vgl. Puentedura 2014a.

⁷² Puentedura 2014a.

- **Augmentation:** Technologien werden als Ersatz mit funktionaler Verbesserung verwendet. Ein Beispiel ist die Einbettung von multimedialen Inhalten.
- **Modification:** Technologien ermöglichen eine signifikante Neugestaltung von Aufgaben unter der Einbindung dieser technischen Hilfsmittel. Ein Beispiel ist die vereinfachte Kommunikation mittels digitaler Kommunikationsmittel.
- **Redefinition:** Technologien ermöglichen überhaupt erst die Durchführung verschiedener Aufgaben. Beispiele sind komplexe Visualisierungsmöglichkeiten oder digitales kollaboratives Arbeiten.⁷³

Abbildung 12 zeigt einen Vergleich des SAMR Modells mit der Taxonomie nach Bloom. Die Erreichung der höheren und höchsten Ebenen benötigt laut dieser Darstellung eine Transformation der Lehrmethoden. Dies ist vergleichbar mit der Aussage aus dem vorherigen Abschnitt, dass mit klassischen Vorträgen nur die niederen Ebenen abgedeckt werden können.⁷⁴

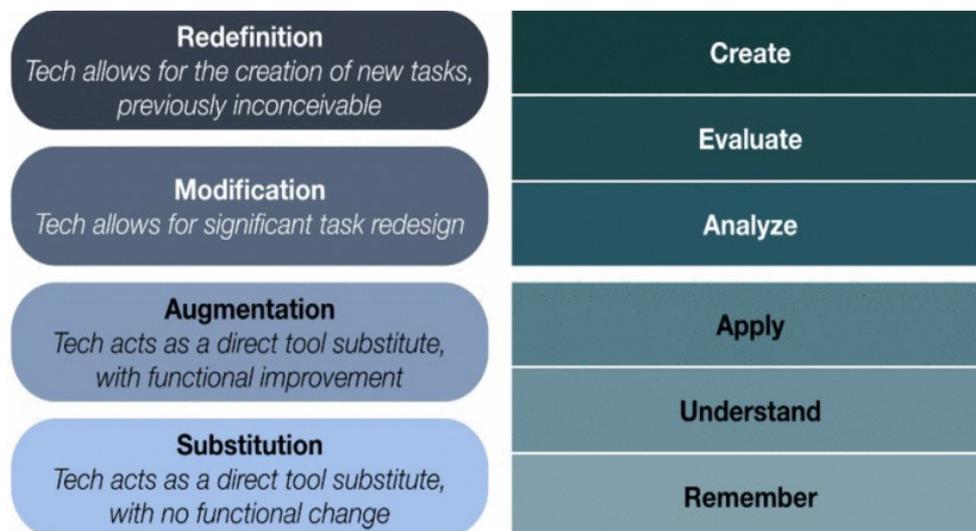


Abbildung 12 SAMR Modell im Vergleich mit Blooms Taxonomie⁷⁵

Das SAMR-Modell ist unter Praktikern weit verbreitet, da es eine einfache Darstellung der Möglichkeiten eines Technologieeinsatzes bietet. Kritik am Modell ist jedoch der Fokus auf das Produkt und nicht den Prozess des Einsatzes. Zudem bezieht das Modell den Kontext in dem gelehrt wird nicht ein.⁷⁶

Ein Modell, welches den Kontext explizit einbezieht, ist das Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Modell. Beim TPACK-Modell wird in folgende grundlegenden Wissensarten unterschieden:

⁷³ Vgl. Puentedura 2014a.

⁷⁴ Vgl. Puentedura 2014b.

⁷⁵ Puentedura 2014b.

⁷⁶ Vgl. Hamilton et al. 2016, S. 439.

- **Technology Knowledge (TK):** Dieses Wissen beinhaltet den Umgang mit Technologien. Im Fall der digitalen Lehre speziell die digitalen Lehrmittel.
- **Content Knowledge (CK):** Dieses Wissen beinhaltet das grundlegende Fachwissen, welches vermittelt werden soll.
- **Pedagogical Knowledge (PK):** Dieses Wissen beinhaltet das Verständnis über Lern- und Lehrprozesse. Das Wissen dieser Prozesse wird für eine effektive Wissensvermittlung herangezogen.⁷⁷

Die einzelnen Wissensbereiche überschneiden sich und ergeben damit Anforderungen an den Wissensvermittler. Eine Darstellung der Schnittmengen kann Abbildung 13 entnommen werden. Dabei ergeben sich folgende Schnittmengen:

- **Technological Content Knowledge:** Dieses Wissen beinhaltet die Kenntnisse wie Fachwissen mittels Technologien vermittelt werden kann.
- **Pedagogical Content Knowledge:** Dieses Wissen beinhaltet die effektive und verständliche Vermittlung fachlichen Wissens an Lernende.
- **Technological Pedagogical Knowledge:** Dieses Wissen beinhaltet die Fähigkeiten Technologien effektiv in die Lern-Lehrprozesse einzubauen.⁷⁸

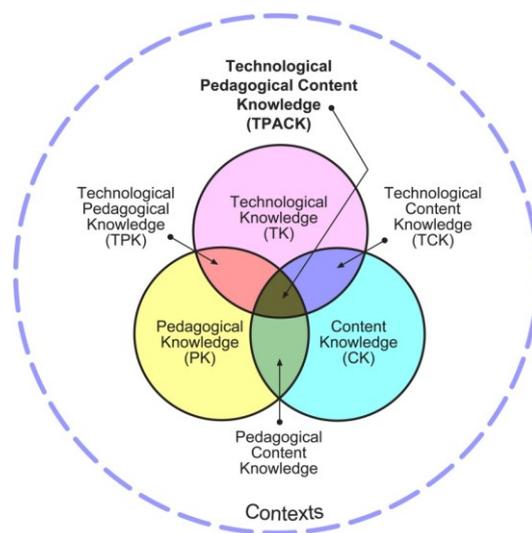


Abbildung 13 TPACK-Modell⁷⁹

Die Schnittmenge aller drei Wissensarten ergibt das **Technological Pedagogical Content Knowledge**. Nur durch die Verknüpfung des pädagogischen, fachlichen und technologischen Wissens kann eine optimale Lehre gewährleistet werden und alle Interdependenzen berücksichtigt werden. Ein wichtiger Faktor in diesem Modell ist, wie bereits angesprochen, der Einbezug des Kontexts. Dies betrifft Faktoren wie das

⁷⁷ Vgl. Koehler und Mishra 2009, S. 63ff.

⁷⁸ Vgl. Koehler und Mishra 2009, S. 64ff.

⁷⁹ Koehler und Mishra 2009, S. 62.

demographische und kulturelle Umfeld, die verfügbare Infrastruktur, aber auch die Erfahrung des Lehrenden. All das beeinflusst die Mittel, die einsetzbar sind.⁸⁰

2.3.4 Anforderungen an die digitale Hochschullehre

Der Einsatz von digitalen Medien in der Lehre ist kein Selbstzweck. Durch die bloße Implementierung von digitalen Methoden ist die Verbesserung der Lehrqualität keine Selbstverständlichkeit. Um einen Vorteil aus dem Einsatz zu ziehen, ist strukturierter Einsatz der Methoden essenziell.⁸¹

Tamim et al. (2011) hat die Einflüsse von digitaler Technologie auf die Ergebnisse der Lernenden in einer umfangreichen Metaanalyse untersucht. Nach Verallgemeinerung der Studien konnte eine Steigerung von 12 Prozentpunkten in der Leistung der Lernenden durch den Einsatz von digitalen Technologien festgestellt werden. In Lehrveranstaltungen, in denen digitale Technologien zusätzlich und nicht als Ersatz für die herkömmliche Präsenzlehre eingesetzt wurden, konnten noch bessere Ergebnisse erzielt werden.

Die gewünschte Theorie unterscheidet sich oft von der Realität. Eine erfolgreiche und strukturierte Einführung digitaler Lehre mit langfristiger Sicherung der Qualität, erfordert einen großen Entwicklungsaufwand, welchen Lehrende oft nicht allein oder nur durch zusätzliche Unterstützung leisten können. Dies wurde auch durch die stichprobenartige Befragung von Hochschullehrenden in Deutschland bestätigt. Nur ungefähr die Hälfte der Befragten sieht sich in der Lage, digitale Lehrmethoden zu planen und auch umzusetzen. Besonders gefragt ist eine bedarfsorientierte Unterstützung der Lehrenden in technischer und personeller Hinsicht.⁸²

2.3.5 Verankerungsprozess von digitaler Hochschullehre

Der Verankerungsprozess von digitaler Lehre kann nicht als abgetrennter Prozess gesehen werden. Dabei handelt es sich um einen vielschichtigen Ablauf, der Veränderungen im Bereich der Organisation und der gelebten Kultur benötigt. Getto und Michael Kerres (2017b) haben diesen Prozess anhand realer Projekte in den folgenden vier Phasen nachgezeichnet:

1. Die erste Phase wird als Phase der Pionierprojekte bezeichnet. Einzelne Akteure erproben die Möglichkeiten digitaler Technologien. Ziel ist es die Möglichkeiten und Potenziale klar sichtbar zu machen. Zur weiteren Verbreitung müssen jedoch zusätzliche Mittel beigesteuert werden.

⁸⁰ Vgl. Schmid und Petko 2020, S. 134f.

⁸¹ Vgl. Getto und Michael Kerres 2017a.

⁸² Vgl. Beckmann 2020, S. 4f.

2. Der wesentliche Aspekt der zweiten Phase ist die überorganisationale Kooperation der Pioniere im Rahmen kooperativer Ansätze. Verschiedene Projekte werden im Verbund von Akteuren unterschiedlicher Standorte erstellt. Bei dieser Phase steht die Erstellung von fachlichen Inhalten im Vordergrund.
3. In der dritten Phase wird die Dissemination von digitaler Lehre an der Hochschule vorangetrieben, da die überorganisationale fachliche Vernetzung nicht zu einer flächendeckenden Verbreitung auf den lokalen Standorten führt. Die Hauptakteure, um die benötigten Maßnahmen zur Verankerung zu setzen, sind in dieser Phase die Hochschulleitungen. Die benötigten Maßnahmen wurden von Getto (2013) in drei Kategorien eingeteilt. Dies umfasst eine Steigerung der Befähigungen (Ability) Lehrender digitale Lehre einzusetzen, die Etablierung einer Organisationskultur die von den Eingebundenen als Handlungsaufforderung (Affordances) gesehen werden kann und Anreize die es für Lehrende attraktiv macht digitale Lehre einzusetzen.
4. Die folgende vierte Phase zielt auf die Umsetzung von strategischen Ansätzen, um digitale Lehre noch weiter zu verankern. Im Fokus steht die Bildung von Kooperationen zwischen Hochschulen und die Gründung von Netzwerken. Ziel der Kooperation ist es Synergien auszunutzen. Ein Beispiel hierfür kann die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur sein.⁸³

Die beschriebenen Phasen zur Verankerung von digitaler Lehre können in einer chronologischen Reihenfolge gesehen werden. Sie stellen jedoch keine streng linearen Zusammenhänge dar, da es immer wieder zum Aufkeimen von Initiativen kommen kann.⁸⁴

⁸³ Vgl. Getto und Michael Kerres 2017b, S. 2ff.

⁸⁴ Vgl. Getto 2013, S. 158.

3 State-of-the-Art Analyse

In der State-of-the Art Analyse werden die Auswirkungen der Digitalisierung auf unterschiedliche Bereiche der Gesellschaft untersucht. Im Fokus liegen für die Ingenieurwissenschaften relevante Wirtschaftsfelder und die daraus folgenden Auswirkungen auf die Arbeitskräfte.

3.1 Spannungsfeld Digitalisierung der Wirtschaft

3.1.1 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt

Ein Projekt, um die zukünftigen Auswirkungen neuartiger Technologien, speziell in der produzierenden Industrie, zu konkretisieren ist Industrie 4.0. Das Projekt wurde von der deutschen Bundesregierung initiiert mit dem Ziel die deutsche Industrie auch in Zukunft konkurrenzfähig zu halten. Durch diese weitreichende Vernetzung entstehen Handlungsspielräume in den unterschiedlichsten Bereichen von Wirtschaft und Gesellschaft. Der Kern von Industrie 4.0 ist die Verschmelzung der physischen mit der virtuellen Welt zu Cyber-Physikalischen-Systemen.⁸⁵

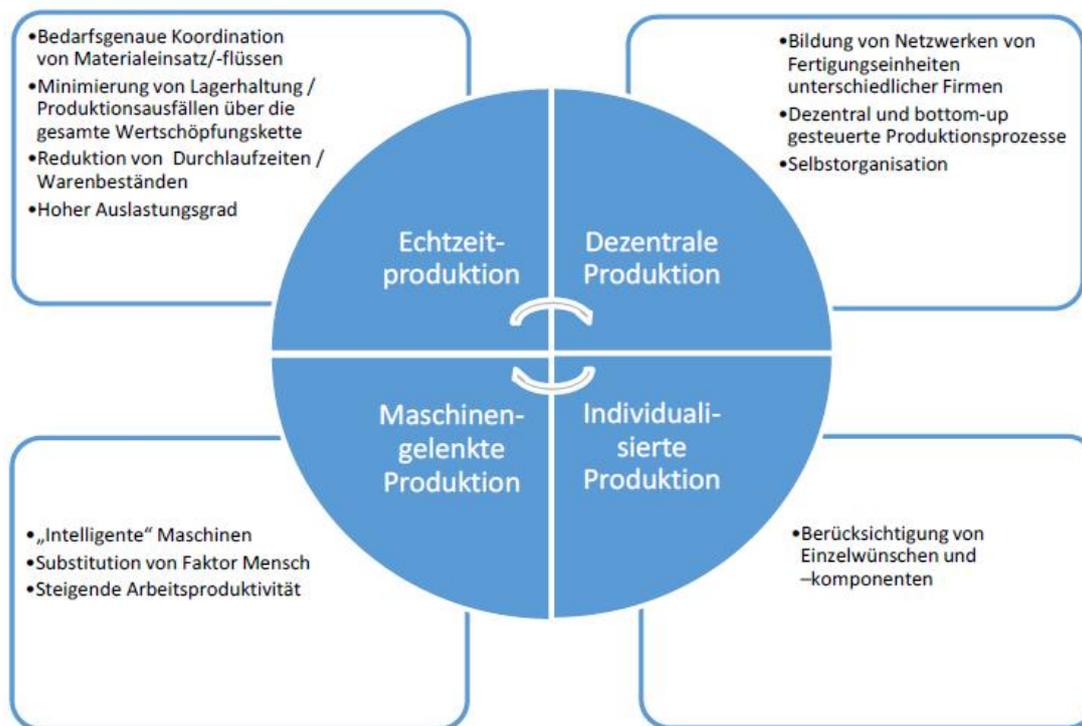


Abbildung 14 Charakteristik des Begriffs Industrie 4.0⁸⁶

Industrie 4.0 kann auf zwei Ebenen betrachtet werden. Einerseits die Vernetzung der Produktion innerhalb des Unternehmens (vertikale Integration), andererseits auch die

⁸⁵ Vgl. Kagermann et al. 2013.

⁸⁶ Wolter et al. 2015, S. 14.

Vernetzung entlang der gesamten Wertschöpfungskette (horizontale Integration). Ziel von Industrie 4.0 ist es individuell angepasste Produkte in einer intelligenten Fabrik zu produzieren, in der die Daten in Echtzeit, abseits einer zentralen Produktionsleitung, produziert werden. Das Wissen über die Produktion liegt direkt bei den Maschinen, welche auch für die Steuerung der Produktion verantwortlich sind. Eine Zusammenfassung dieser Kerncharakteristiken von Industrie 4.0 sind in Abbildung 14 zusammengefasst.⁸⁷

Industrie 4.0 setzt den Schwerpunkt im produzierenden Gewerbe. Grund hierfür ist die große Bedeutung von Maschinen- und Anlagenbau für die deutsche Volkswirtschaft, dessen Stärkung eine der Hauptinteressen der deutschen Bundesregierung bei der Initiierung von Industrie 4.0 war. Der Anteil des produzierenden Gewerbes an der Gesamtwirtschaft ist bereit schon länger rückläufig. Der Dienstleistungsbereich nimmt immer mehr an Bedeutung zu. Aus diesem Grund ist es zweckmäßig Industrie 4.0 auf den Begriff Wirtschaft 4.0 zu erweitern. Die beiden Bereiche Industrie und Wirtschaft dürfen nicht abgetrennt voneinander gesehen werden, da Produkte und Dienstleistungen dicht vernetzt sind.⁸⁸

Für die Umsetzung dieser Visionen sind die Einführung und der verstärkte Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien notwendig, was sich in einer zunehmenden Digitalisierung auswirkt. Diese Veränderungen wirken sich maßgeblich auf die Gestaltung der Unternehmensprozesse und die Art wie die Arbeit erbracht wird aus. Um an den Bekanntheitsgrad von Industrie 4.0 anzuknüpfen wird hier oftmals der Begriff Arbeit 4.0 verwendet. Der Begriff Arbeit 4.0 kann als Sammelbegriff für die Veränderung der Arbeitswelt gesehen werden. Vor der Bekanntheitssteigerung durch Industrie 4.0 war bereits der Begriff des digitalen Arbeitsplatz bekannt, welcher oftmals synonym zu Arbeit 4.0 verwendet wird.⁸⁹

Der digitale Arbeitsplatz führt zu Veränderungen in der Unternehmensorganisation, in der Strukturierung der Gruppen, Teams und Arbeitnehmer, der verwendeten Anwendungen und der benötigten Infrastruktur.⁹⁰ Durch die Digitalisierung ergeben sich neue Wege wie die Arbeit erbracht werden kann. Es werden Paradigmen wie eine feste Arbeitszeit beziehungsweise ein fester Arbeitsort in Frage gestellt. Digitalisierung ermöglicht auch eine Flexibilisierung der Unternehmensstruktur, welche zu neuen Unternehmensmodellen führen kann. Eine Darstellung der möglichen Dimensionen kann Abbildung 15 entnommen werden.⁹¹

⁸⁷ Vgl. Wolter et al. 2015, S. 12ff.

⁸⁸ Vgl. Wolter et al. 2016, S. 9ff.

⁸⁹ Vgl. Lindner et al. 2018, S. 1062ff.

⁹⁰ Vgl. Ludwig et al. 2016.

⁹¹ Lindner et al. 2018, S. 1071f.

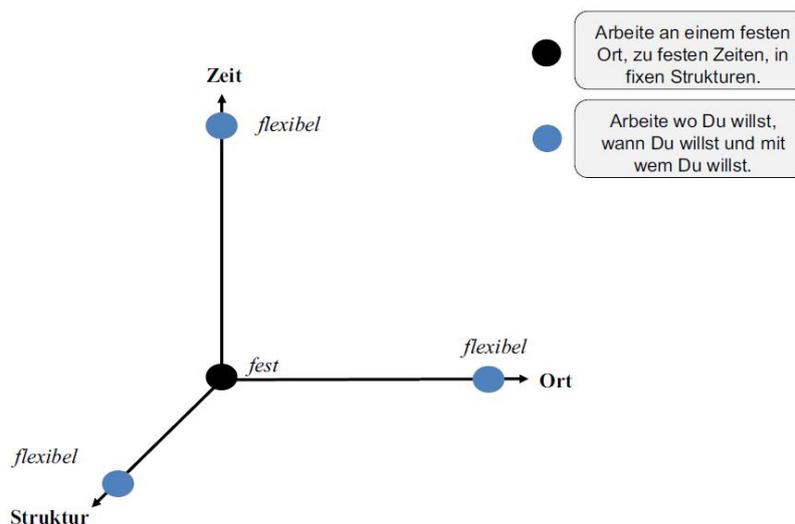


Abbildung 15 Veränderung der Arbeitsverhältnisse durch Digitalisierung⁹²

Durch die Digitalisierung kommt es nicht nur zu massiven strukturellen Veränderungen. Die Digitalisierung beschleunigt auch den hervorgerufenen Wandel. Dies stellt höhere Anforderungen an die Arbeitnehmer im Bereich Selbstständigkeit und Flexibilität. Erlerntes Wissen wird schnell obsolet und eine ständige Weiterbildung wird benötigt, um mit dem technischen Fortschritt mitzuhalten.⁹³

3.1.2 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung

Durch die tiefgreifenden volkswirtschaftlichen Effekte, welche auf die gesteigerte Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologie und die voranschreitende Digitalisierung zurückzuführen sind, konnten bereits in hochentwickelten Volkswirtschaften Veränderungen nachgewiesen werden. Berger und Frey (2016) haben in vielen OECD-Ländern folgende zentrale Entwicklungen nachgewiesen und interpretiert, welche von Fink et al. (2017) zu folgenden Befunden zusammengefasst wurden:

- Die Nachfrage nach höher qualifizierten Arbeitskräften, welche in der Lage sind, digitale Technologien zu beherrschen ist gestiegen. Das Angebot konnte jedoch nicht im gleichen Maße mithalten, was zu einer überproportionalen Lohnsteigerung in diesem Segment führte.⁹⁴
- Auf dem Arbeitsmarkt kam es zu einer Polarisierung der Arbeitnehmer. Die Beschäftigungsanteile hoch- und niedrigqualifizierter Arbeitskräfte sind gestiegen, was eine Kannibalisierung des mittleren Qualifikationssegments auslöste. Für Länder mit sehr hohen Steuerquoten, wie beispielsweise Österreich, verlor auch das niedrigqualifizierte Segment an Bedeutung. Hier ist

⁹² Lindner et al. 2018, S. 1072.

⁹³ Vgl. Weber 2016.

⁹⁴ Vgl. 2016, S. 23f.

eine Polarisierung nur zum hochqualifizierten Segment erkennbar. Auslöser hierfür ist die zunehmende Automatisierung der Tätigkeiten aus dem mittleren Qualifikationsfeld. Aus Rentabilitätsgründen werden Tätigkeiten, welche geringqualifizierte Arbeitskräfte benötigen, nicht automatisiert. Bei entsprechend hohen Lohnkosten, verringert sich auch die Nachfrage nach niedrig qualifizierten Arbeitnehmern.⁹⁵

- Automatisierung auf Basis von Informations- und Kommunikationstechnologie hat zu einer Reduktion der Lohnquote geführt. Durch den vermehrten Einsatz von industriellen Robotern, kommt es in hochentwickelten Ländern zu einem verringerten Einsatz von Arbeitskräften im produzierenden Bereich. Dies führte zu einem starken Produktivitätsanstieg im produzierenden Bereich. Das freiwerdende Personal wurde vom Dienstleistungssektor absorbiert, welcher eine wesentlich geringere Produktivitätssteigerung erfuhr. Im Vergleich mit dem produzierenden Sektor, gab es im Dienstleistungssektor eine wesentlich geringere Produktivitätssteigerung.⁹⁶

Eine Prognose der zukünftigen Veränderungen am Arbeitsmarkt erweist sich wegen der substantziellen Veränderungen als schwierig. Es gibt große Unterschiede in den prognostizierten Werten der zukünftigen Beschäftigung. Grund hierfür sind unterschiedliche Annahmen für die Systemparameter. Es werden unterschiedliche Annahmen mit teilweise geringen, aber auch monumentalen Auswirkungen der Digitalisierung getroffen.⁹⁷

In einer vielzitierten Studie von Frey und Osborne (2017) wird die Anzahl der Arbeitsplätze, welche in den nächsten zwei Jahrzehnten stark gefährdet sind, durch digitale Technologien ersetzt zu werden, auf 47 Prozent geschätzt. Eine Aufteilung nach Branchen kann Abbildung 16 entnommen werden. Laut dieser Statistik sind administrative Aufgaben, Verkauf, und Dienstleistungen besonders stark gefährdet durch die Digitalisierung obsolet zu werden. Produktion und Logistik sind weniger stark betroffen, jedoch auch vielfach im stark gefährdeten Bereich aufzufinden. Ingenieur- und allgemeinwissenschaftliche Tätigkeiten sind kaum betroffen. Dies trifft auch auf die Aufgaben von Führungskräften zu.

⁹⁵ Vgl. Fink et al. 2017, S. 17.

⁹⁶ Vgl. Fink et al. 2017, S. 3.

⁹⁷ Vgl. Hausegger et al. 2016, S. 7.

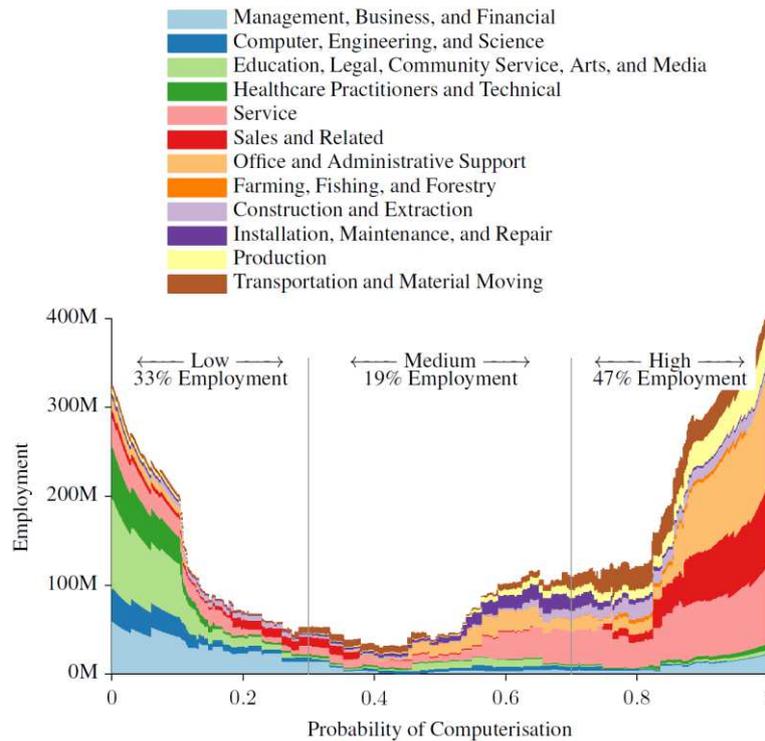


Abbildung 16 Automatisierungswahrscheinlichkeit anhand von Berufsgruppen⁹⁸

Dengler und Matthes (2015) haben in ihrer Analyse die Substituierbarkeit von Berufen betrachtet. In dieser Betrachtung wurde untersucht, welcher Anteil der Kerntätigkeiten durch Computer oder computergesteuerte Systeme ersetzt werden kann. Außerdem musste bedacht werden, dass sich einige Berufsbilder komplett verändern.

Für die Analyse wurde nach zwei unterschiedlichen Faktoren differenziert. Einerseits das Anforderungsniveau, andererseits nach den Berufssegmenten. Das Potenzial der Substituierung anhand des Anforderungsniveau kann Abbildung 17 entnommen werden. Es erfolgte eine Aufteilung in vier Gruppen:

- **Helfer:** Keine bis kaum Berufsausbildung, angelernte Tätigkeiten
- **Fachkraft:** Mindestens zweijährige Berufsausbildung mit berufsbildendem Abschluss
- **Spezialist:** Weiterführende Berufsausbildung mit Meister oder Bachelorabschluss
- **Experte:** Abgeschlossenes Hochschulstudium mit der Dauer von mindestens vier Jahre.⁹⁹

⁹⁸ Frey und Osborne 2017, S. 267.

⁹⁹ Vgl. Dengler und Matthes 2018.

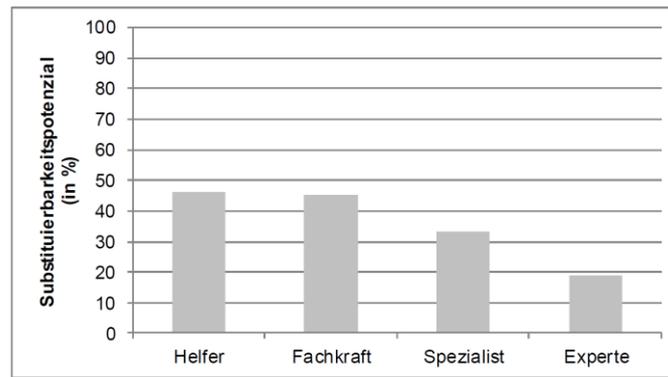


Abbildung 17 Substituierbarkeit nach Anforderungsniveau¹⁰⁰

Betrachtet man die Aufteilung anhand des Anforderungsniveaus, lässt sich erkennen, dass mit steigender Qualifikation das Potenzial der Substituierung sinkt. Trotz höherer Qualifikation sind in den Substituierbarkeitspotenzialen für ungelernete Helfer und Fachkräfte mit Berufsausbildung kaum Unterschiede erkennbar. Dies lässt sich bei näherer Betrachtung der Tätigkeiten erklären. Helfer erledigen größtenteils einfache Nicht-Routinetätigkeiten, welche schwierig und unrentabel zu automatisieren sind. Die Tätigkeiten von Fachkräften lassen sich besser in programmierbaren Algorithmen darstellen und eine Automatisierung ist deshalb auch rentabler.¹⁰¹

In einer weiteren Aufteilung nach Berufssegmenten, welche in Abbildung 18 dargestellt ist, lassen sich teilweise unterschiedliche Ergebnisse, wie in der bereits dargestellten Studie von Frey und Osborne (2017), erkennen. Dengler und Matthes (2015) sehen in den fertigen und unternehmensverwaltenden Berufssegmenten die größten Potenziale für die Substituierung durch Computer.

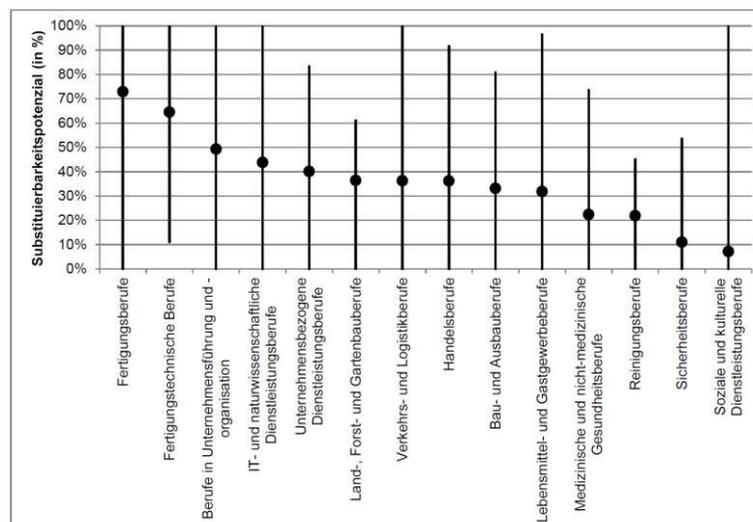


Abbildung 18 Substituierbarkeit nach Berufssegmenten¹⁰²

¹⁰⁰ Dengler und Matthes 2015, S. 13.

¹⁰¹ Vgl. Dengler und Matthes 2015, 12f.

¹⁰² Dengler und Matthes 2015, S. 15.

Anhand der untersuchten Studien lässt sich erkennen, dass besonders sich wiederholende Routinetätigkeiten ein guter Ansatzpunkt für die Automatisierung mittels Computer darstellt. Durch die immer leistungsfähigeren Rechenmaschinen ist es teilweise auch schon möglich komplexere Tätigkeiten und Vorgänge zu automatisieren, welche bis jetzt noch dem Mensch vorbehalten waren. Ein Beispiel hierfür ist der Journalismus, welcher lange als Kreativbranche galt, welche kaum automatisierbar ist. Es ist jedoch bereits möglich, Inhalte aus dem Internet zu filtern und daraus Nachrichten zu erstellen. Die Erstellung von hochwertigen Medien und Meinungen ist hingegen weiter kaum automatisierbar.¹⁰³

Weitere Punkte gegen die vollständige Substituierung von menschlichen Arbeitskräften durch Computer, sind rechtliche und ethische Aspekte. Ein Beispiel hierfür sind Computer, die über das Weiterleben von Menschen entscheiden sollen, wie es beispielsweise bei autonom fahrenden Autos der Fall ist. Teilweise mag eine technische Lösung sogar möglich sein, bis jedoch ein klarer Rechtsrahmen hergestellt ist, ist eine Substituierung kaum der Fall.¹⁰⁴

Durch die rasche Entwicklung der Technologien wird es immer schwieriger am neuesten Stand der Technik zu sein und zu bleiben. Die berufliche Fortbildung, sowie mögliche Umschulungen steigen für alle Berufsgruppen in ihrer Bedeutung. Der Zugang und der Umgang mit der neuesten Technologie muss schon in der Anlernphase integriert sein. Die Implementierung von digitalen Technologien in den Lernprozess und die Schulung des gewissenhaften Umgangs sind deshalb von großer Bedeutung.¹⁰⁵

3.2 Spannungsfeld Digitalisierung der Qualifizierung

3.2.1 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Kompetenzen

Der aktuelle Stand und die Fortschritte im Bereich der Digitalisierung sind von besonderem politischen Interesse. Die Europäische Kommission erhebt für alle Mitgliedsländer den Index für digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI). Mit diesem Index soll ein möglichst gesamtheitlicher Überblick über den Stand der Digitalisierung des Mitgliedslandes erhoben werden. Dabei werden Informationen aus den Bereichen Konnektivität, Humankapital, Internetnutzung, Integration der Digitaltechnik und digitale öffentliche Dienste erhoben. Österreich schneidet in der Gesamtbetrachtung überdurchschnittlich ab und liegt EU-weit auf Rang 13 unter 28 Mitgliedsstaaten. Ein Überblick über die gesamte Verteilung kann Abbildung 19 entnommen werden.¹⁰⁶

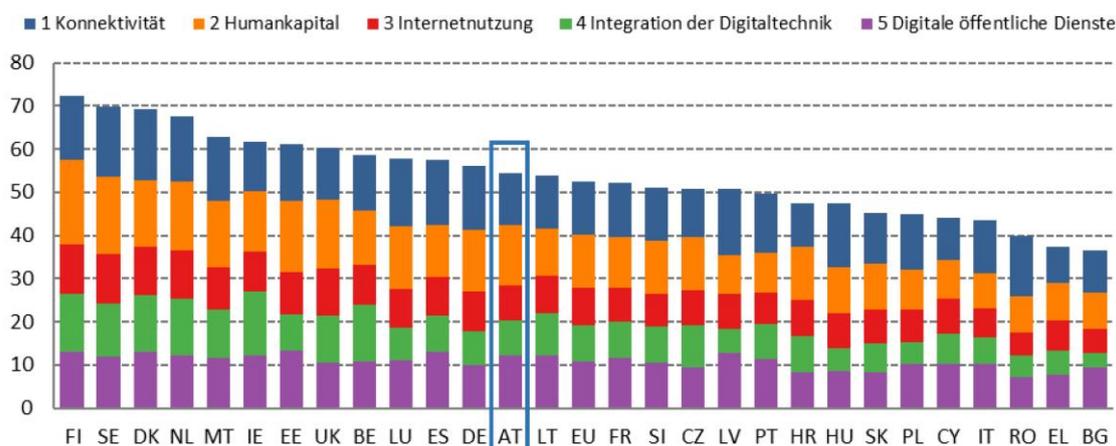
¹⁰³ Vgl. Haberfellner 2015, S. 95ff.

¹⁰⁴ Vgl. Dengler und Matthes 2018, S. 8f.

¹⁰⁵ Vgl. Hausegger et al. 2016, S. 4ff.

¹⁰⁶ Vgl. Europäische Kommission 2020, S. 2f.

Rangfolge nach dem Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI) 2019

Abbildung 19 Verteilung des DESI im Jahr 2019¹⁰⁷

Betrachtet man den DESI unter dem Aspekt der Beschäftigung ist besonders der Teilbereich Humankapital von großem Interesse. In diesem Teilindex werden die grundlegenden und erweiterten digitalen Kompetenzen der Einwohner untersucht. Österreich liegt in diesem Teilbereich weit überdurchschnittlich auf Rang 9 von 28 Mitgliedsländern. Die Tendenz ist jedoch absteigend. Ungefähr zwei Drittel der Österreicher besitzen zumindest grundlegende digitale Kompetenzen und Softwarekompetenzen. Der Prozentsatz an Einwohnern welche mehr als grundlegende digitale Kompetenzen aufweisen liegt bei ungefähr einem Drittel. Der Anteil an Fachkräften, die im IKT-Bereich tätig sind, liegt bei ungefähr vier Prozent aller Beschäftigten – Tendenz steigend. Eine genauere Auflistung kann Abbildung 20 entnommen werden.¹⁰⁸

	Österreich			EU
	DESI 2018	DESI 2019	DESI 2020	DESI 2020
2a1 Mindestens grundlegende digitale Kompetenzen	67 %	67 %	66 %	58 %
% der Einwohner	2017	2017	2019	2019
2a2 Mehr als grundlegende digitale Kompetenzen	36 %	36 %	39 %	33 %
% der Einwohner	2017	2017	2019	2019
2a3 Mindestens grundlegende Softwarekompetenzen	71 %	71 %	69 %	61 %
% der Einwohner	2017	2017	2019	2019
2b1 IKT-Fachkräfte	4,2 %	4,4 %	4,5 %	3,9 %
% der Beschäftigten	2016	2017	2018	2018
2b2 Weibliche IKT-Fachkräfte	1,5 %	1,5 %	1,7 %	1,4 %
% der weiblichen Beschäftigten	2016	2017	2018	2018
2b3 IKT-Absolventen	4,0 %	4,1 %	3,9 %	3,6 %
% aller Absolventen	2015	2016	2017	2017

Abbildung 20 DESI Verteilung im Bereich Humankapital 2019¹⁰⁹

Der Begriff der digitalen Kompetenz wird meist in einer sehr abstrakten und allgemeinen Form verwendet. Van Dijk (2012) hat ein Modell aufgestellt in dem er digitale Kompetenzen in **medienbezogene** und **inhaltsbezogene Kompetenzen**

¹⁰⁷ Europäische Kommission 2020, S. 3.

¹⁰⁸ Vgl. Europäische Kommission 2020, S. 9f.

¹⁰⁹ Europäische Kommission 2020, S. 9.

unterscheidet. Medienbezogene Kompetenzen mit **operationalen Kompetenzen** zur Bedienung des Mediums und **formalen Kompetenzen** zur Navigation in den formalen Strukturen des Mediums bilden das Fundament der Kompetenzen. Darauf aufbauend sind die inhaltsbezogenen Kompetenzen, welche wie folgt lauten:

- **Informationsbezogene Kompetenzen:** Suchen, Auswählen und Beurteilen von Informationen aus digitalen Medien.
- **Kommunikationskompetenzen:** Mittels digitaler Profile in digitalen Medien kommunizieren und Meinungen äußern.
- **Strategische Kompetenzen:** Die Nutzung digitaler Medien zur persönlichen und beruflichen Zielerreichung.
- **Kompetenzen zur Erstellung von Inhalten:** Bewusste Erstellung von Beiträgen in einer gewünschten Form.¹¹⁰

Eine Untersuchung unter österreichischen Unternehmen ergab, dass, wie in Abbildung 21 dargestellt, mit steigender Qualifikation auch die Anforderungen an die digitalen Kompetenzen einer Person steigen. Die Anforderungen auf den unteren Ebenen gehen über die Bedienung digitaler Geräte nicht hinaus, wohingegen auf den höchsten Ebenen die Konzeptionen von Programmen im Vordergrund steht. Als Vermittler der der jeweiligen Kompetenzen ist eine der formalen Bildungseinrichtungen zuständig.¹¹¹

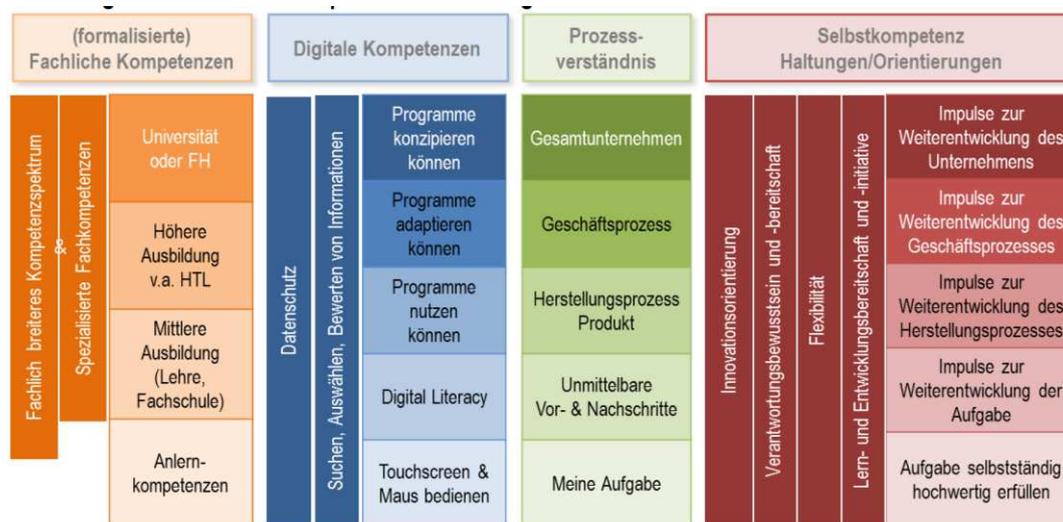


Abbildung 21 Einbindung digitaler Kompetenzen in die Ausbildungsstruktur¹¹²

Die Vermittlung von digitalen Kompetenzen und die Nutzung digitaler Methoden zur Vermittlung kann nicht getrennt gesehen werden. Für die effektive Vermittlung muss die Fähigkeit beherrscht werden digitale Technologien zum Erwerb und zum Austausch von Wissen zu verwenden.¹¹³ Der kompetente Umgang mit digitalen

¹¹⁰ Vgl. van Dijk 2012, S. 122.

¹¹¹ Vgl. Hausegger et al. 2016, S. 10f.

¹¹² Hausegger et al. 2016, S. 10.

¹¹³ Vgl. Hausegger et al. 2016, S. 49.

Technologien wird zukünftig auf allen Ebenen, in der entsprechenden Form, als Musskriterium gesehen werden. Dies führt dann eher zu einem qualifikatorischen Upgrade aller Beschäftigten, als zu einer Polarisierung des Arbeitsmarktes.¹¹⁴

Österreichische Unternehmen geben an, dass ein großer Mangel an verfügbaren Mitarbeitern mit den benötigten digitalen Kompetenzen herrscht. Um dem entgegenzuwirken, streben politische Akteure mehrere Konzepte an. Einerseits sollen Ausbildungsinhalte für Beschäftigungsprofile aktualisiert und um neue Inhalte erweitert werden. Zudem soll der Erwerb von digitalen Kompetenzen in der formalen Ausbildung einen besonderen Stellenwert erhalten. Beginnend ab der Schulbildung soll digitale Bildung ein fixer Bestandteil der Lehrpläne sein.¹¹⁵

3.2.2 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Bildung

Die Relevanz der Nutzung von digitalen Methoden zur Vermittlung von digitalen Kompetenzen wurde bereits in den vorherigen Abschnitten angesprochen. Fasst man diesen Sachverhalt unter dem Begriff digitale Bildung zusammen, tritt das gleiche Problem wie beim Begriff der Digitalisierung auf, dass eine einheitliche Definition kaum zu erfassen ist. Durch eine Erweiterung durch zusätzliche Parameter kann ein umfassender Ansatz erstellt werden, um eine ganzheitlichere Betrachtung zu erhalten.

Als digitale Bildung kann das Lernen mit digitalen Medien gesehen werden. Dies kann aber noch um den Aspekt der Bildung über digitale Medien erweitert werden, was sich auf die Bildung im Bereich Informatik und Medien bezieht. Die Auseinandersetzung mit dem ganzheitlichen Phänomen Digitalisierung und die Aneignung verschiedener Kompetenzen, sowie die reflektive Betrachtung wird unter dem Begriff Bildung durch digitale Medien zusammengefasst. Der Fakt, dass digitale Medien auch ein Störfaktor sein können und in Lern- und Lehrprozessen zu Ablenkung führen können, wird als Bildung trotz digitaler Medien bezeichnet. Die Umfeldbedingungen wirken sich je nach Kontext mit unterschiedlichen Auswirkungen auf die Digitalisierung aus. Diese verschiedenen Bedingungen sollten auch in der digitalen Bildung berücksichtigt werden. Bildung sollte speziell unter den aktuellen Bedingungen der Digitalität betrachtet werden. Diese umspannende Definition wird in Abbildung 22 grafisch dargestellt.¹¹⁶

¹¹⁴ Vgl. Fink et al. 2017, S. 44.

¹¹⁵ Europäische Kommission 2020, S. 9ff.

¹¹⁶ Vgl. Brandhofer et al. 2019, S. 310ff.

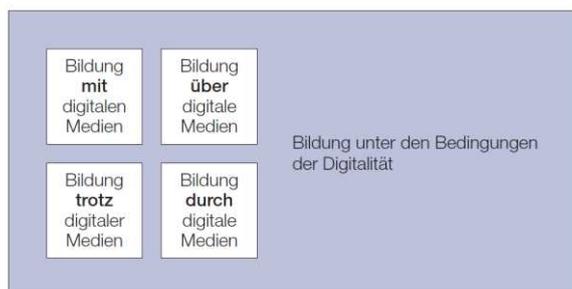


Abbildung 22 Bildung unter den Bedingungen der Digitalität¹¹⁷

Die Bildung unter Bedingungen der Digitalität kann wegen mannigfaltiger Wechselwirkungen nicht isoliert betrachtet werden. Es kommt zu Wechselwirkungen mit unterschiedlichen Bereichen des Umfelds, welche einbezogen und reflektiert werden müssen. Brinda et al. (2016) haben folgende Perspektiven identifiziert, deren Wechselwirkungen in Abbildung 23 dargestellt sind:

- **Technologische Perspektive:** In dieser Perspektive werden die Funktionsweisen und Wirkprinzipien der Systeme einer digital vernetzten Welt betrachtet.
- **Gesellschaftliche Perspektive:** In dieser Perspektive werden die Wechselwirkungen zwischen Individuen und der Gesellschaft in einer digital vernetzten Welt betrachtet.
- **Anwendungsbezogene Perspektive:** In dieser Perspektive wird die effektive und effiziente Auswahl und Nutzung von Systemen der digital vernetzten Welt zur Umsetzung bestimmter Vorhaben betrachtet.¹¹⁸



Abbildung 23 Perspektiven der digitalen Bildung¹¹⁹

Bildung im Kontext der Digitalisierung ist kein Alleinstellungsmerkmal der Pädagogik oder der technischen Disziplinen. Es ist vielmehr eine Querschnittsmaterie und verlangt einen interdisziplinären Ansatz. Es ist essenziell, die weitreichenden Entwicklungen und Auswirkungen der Digitalisierung bereits in der Aus- und

¹¹⁷ Brandhofer et al. 2019, S. 310.

¹¹⁸ Vgl. Brinda et al. 2016, S. 3f.

¹¹⁹ Brinda et al. 2016, S. 3.

Weiterbildung, sowohl von zukünftigen als auch von bestehenden Lehrkräften zu verankern. So kann das benötigte Wissen qualifiziert weitervermittelt werden.¹²⁰

Eine Verankerung muss sowohl institutionell, so wie persönlich erfolgen. Dies umfasst einerseits die Vermittlung von digitalen Kompetenzen eingebettet in den Lehrplänen und Curricula, andererseits auch die aktive, fachliche und didaktische Qualifikation der Lehrenden, um komplexe Inhalte vermitteln zu können. Die Möglichkeit auf systematische Lösungen zurückzugreifen ist zum aktuellen Zeitraum bisher kaum möglich.¹²¹

3.2.3 Auswirkungen der Digitalisierung auf die Hochschule

Die Hochschulen, so wie sie heute im europäischen Raum bekannt sind, können auf die fast 900-jährige Tradition der Universität zurückblicken. In diesem Zeitraum haben sich nicht nur die Universitäten, sondern auch die Menschheit selbst, massiven Veränderungen unterzogen. Die ersten Universitäten entwickelten sich aus den Schulen der christlichen Klostersgemeinschaften. Aus dem *universitas magistrorum et scholarium*, lateinisch für die Gemeinschaft der Lehrenden und Lernenden, entwickelte sich die Universität. Die ältesten Universitäten, welche in Bologna und Oxford gegründet wurden, sind auch heute noch von wesentlicher Bedeutung.¹²²

Viele bahnbrechende Innovationen haben ihren Ursprung auf den Hochschulen. Ein Beispiel ist das Arpanet, was die Grundlage des heutigen Internets bildet und zur Kommunikation zwischen Hochschulen entwickelt wurde. Die Hochschulen übernehmen sowohl Aufgaben zur Produktion von Wissen, aber auch zur forschungsnahen Vermittlung dieses Wissens.¹²³

Hochschulen haben den Auftrag die Beschäftigungsfähigkeit der Bevölkerung zu erhalten. Den Fokus der Aus- und Weiterbildung, limitiert auf die Auswirkungen der Digitalisierung zu legen ist jedoch auch nicht zweckmäßig. Die Vermittlung von fundiertem Grundlagenwissen ist die Basis für die Erfassung und Lösung komplexer Sachverhalte.¹²⁴

Die Digitalisierung trifft die Hochschulen mit weitreichenden Veränderungen, jedoch kann die Hochschule auch als Treiber dieses Wandels gesehen werden. Oftmals wird für die Effekte des digitalen Wandels das Synonym Hochschule 4.0 verwendet. In diesem Begriff werden die Auswirkungen auf alle Teilbereiche der Hochschule subsumiert. Dies betrifft Forschung, Lehre und Verwaltung in gleichen Zügen.¹²⁵

¹²⁰ Vgl. Dengel 2018, S. 23f.

¹²¹ Vgl. Spöttl et al. 2016, S. 15.

¹²² Vgl. Fisch 2015, S. 9.

¹²³ Vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2020, S. 9.

¹²⁴ Vgl. Wilk et al. 2018.

¹²⁵ Vgl. Androsch et al., S. 207ff.

Feldmann und Wolff (2018) machen den Begriff Hochschule 4.0 mit der folgenden Definition greifbarer:

„Hochschule 4.0 ist zum einen das Bestreben der Hochschulen, den veränderten Anforderungen, die unterschiedliche Interessensgruppen bedingt durch die Digitalisierung in allen Bereichen des Alltags und des Arbeitslebens an sie stellen, gerecht zu werden. Zum anderen bezeichnet der Begriff Hochschule 4.0 die Integration digitaler Lehr- und Lernformate in den Alltag von Lehrenden und Studierenden.“¹²⁶

Dieser Definition kann man entnehmen, dass die Integration von digitalen Lehrmethoden einen wesentlichen Beitrag zur digitalen Transformation der Hochschule beiträgt. In einer Umfrage unter verschiedenen Hochschulleitern wird die Integration von digitalen Lehrmethoden als effektive Maßnahme zur Bewältigung zukünftiger gesellschaftlicher Herausforderungen gesehen. Durch digitale Lehrmethoden kann man die Bedürfnisse der wachsenden und immer heterogener werdenden Studentenschaft effizienter und flexibler bedienen. So ist es möglich die Hochschule besser mit Beruf und Familienleben zu vereinbaren, um so die Inklusion im Hochschulbetrieb zu erhöhen.¹²⁷

Neben gesellschaftlichen Potenzialen ergeben sich auch qualitative Verbesserungen aus Sicht des einzelnen Teilnehmers. Durch die örtliche und zeitliche Unabhängigkeit digitaler Medien kann ein Student den Lernprozess anhand seiner optimalen Präferenzen personalisieren. Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden können die Erfordernisse digitaler Kompetenzen vermittelt werden und so als Vorbereitung für den zukünftigen Arbeitsmarkt wirken. Die Aufzeichnungen in Logdaten, welche als Nebenprodukt bei der Nutzung von digitalen Lehrmethoden anfallen, können genutzt werden, um mittels Datenanalyse, auch unter dem Namen Learning Analytics bekannt, Ansatzpunkte für weitere Optimierungsmaßnahmen zu liefern.¹²⁸

Die Integration von digitalen Lehrmethoden bringt jedoch auch verschiedenste Herausforderungen mit sich. Eine Umfrage unter Hochschullehrenden zeigte, dass es in rechtlichen Belangen, wie beispielsweise dem Datenschutz, noch Unklarheiten und wenig klare Regelungen gibt. Durch die vielen Anwendungsmöglichkeiten herrscht teilweise noch keine Übersicht, welche Methoden und Technologien in welchen Situationen beziehungsweise in welchem Umfang sinnvoll und effizient eingesetzt werden können. Ein weiterer Punkt ist die benötigte technische Infrastruktur zur Umsetzung der Methoden.¹²⁹

¹²⁶ Feldmann und Wolff 2018, S. 200.

¹²⁷ Vgl. Schmid et al. 2017, S. 24f.

¹²⁸ Vgl. Feldmann und Wolff 2018, S. 213ff.

¹²⁹ Vgl. Schmid et al. 2017, S. 25.

Im Vergleich mit anderen Bildungseinrichtungen wie Schulen oder Berufsbildungsanstalten ist die technische Infrastruktur an Hochschulen kaum der limitierende Faktor zur Nutzung von digitalen Ressourcen in der Lehre. Dieses Potenzial zur didaktischen Innovation bleibt jedoch in vielen Fällen ungenutzt. In der Gruppe der Lehrenden gibt es teilweise große Skepsis zum Einsatz von digitalen Werkzeugen im Lehrbetrieb. Diese Skepsis kann teilweise durch die fehlenden Ressourcen und durch mangelndes Fachwissen über digitale Lehrmethoden begründet werden. Ein interessanter Sachverhalt ist, dass auch bei der Gruppe der Lehramtsstudenten ein geringes Interesse für die Nutzung des digitalen Angebots entdeckt wurde.¹³⁰

An den österreichischen Hochschulen ist die Nutzung von digitalen Technologien in der Lehre bereits weit verbreitet. Die Intensität des Ausbaus unterscheidet sich jedoch maßgeblich, von Standort zu Standort. In einer Studie von Bratengeyer et al. (2016) werden Handlungsempfehlungen für die zukünftige Entwicklung des Einsatzes von digitalen Lehrmethoden gegeben. Neben einer strategischen Verankerung wird auch das Forcieren von innovativen Lehrformen und die weitere Qualifikation von Lehrenden gefordert. Alexander et al. (2019) haben in ihrer Studie, dem jährlich publizierten Educause Horizon Report, festgestellt, dass für die effiziente Gestaltung von Lehrveranstaltungen in denen digitale Lehrmethoden integriert sind, aktuell großer Bedarf an qualifiziertem Personal herrscht.

Die qualitativ hochwertige Ausbildung von zukünftigen Beschäftigten ist ein wesentliches Interesse der öffentlichen Verwaltung. Zu den Digitalisierungszielen des österreichischen Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung gehört die strategische Integration digitaler Technologien und Medien in die Hochschullehre, um die zukünftige Konkurrenzfähigkeit österreichischer Fachkräfte zu steigern. Besondere Bedeutung haben hierbei die Absolventen von Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, da diese die Grundlage für die Weiterentwicklung innovativer Technologien und den Motor des technischen Fortschritts bilden.¹³¹

¹³⁰ Vgl. Schmid et al. 2017, S. 14f.

¹³¹ Vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung 2020, S. 12.

4 Systematische Literaturrecherche

Die Möglichkeiten und Systeme digitale Technologien in der Lehre einzusetzen sind mannigfaltig. Eine genaue Analyse des aktuellen Stands der Technik und die Auswahl geeigneter Lösungen ist deshalb zweckmäßig.

Mittels systematischer Literaturrecherche werden anfangs die Kriterien der Auswahl passend eingeschränkt und anschließend, basierend auf den Ergebnissen der Literatur, die relevantesten Methoden ausgewählt. Basierend auf den theoretischen Grundlagen werden im nachfolgenden Kapitel Artefakte erstellt, welche im Rahmen einer Evaluierung überprüft werden. Die untersuchte Literatur wird außerdem zur Verdichtung der allgemeinen theoretischen Grundlagen und der State-of-the-Art Analyse verwendet.

4.1 Planung der systematischen Literaturrecherche

Für die Durchführung einer systematischen Literaturrecherche stehen verschiedene Ansätze zur Verfügung. Diese unterscheiden sich meist in den Details der Umsetzung. Die meisten Ansätze zur systematischen Literaturrecherche bauen auf denselben Grundpfeilern auf.

Der Startpunkt ist die Planung der Recherche, in welcher der Untersuchungsbereich festgelegt wird und konkrete Forschungsfragen aufgestellt werden. Anschließend wird für die geplante Durchführung ein Forschungsprotokoll erstellt. Nach der Planung erfolgt die Durchführung. Basierend auf den aufgestellten Kriterien wird passende Literatur identifiziert, ausgewählt und überprüft. Anschließend wird der relevante Inhalt aus der Literatur extrahiert. In der abschließenden Phase erfolgt die Dokumentation der Ergebnisse. Der Inhalt wird abschließend interpretiert und für den weiteren Forschungsprozess verwendet.

Als Leitlinien für diese Literaturrecherche wurden die Ansätze von Kitchenham und Charters (2007), Okoli (2015) und Tranfield et al. (2003) verwendet und an die Anforderungen dieser Arbeit adaptiert. Die ausgewählten Phasen werden in Tabelle 1 übersichtlich dargestellt.

Tabelle 1 Phasen der systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung)

Phase I	Planung der systematischen Literaturrecherche
Phase II	Durchführung der systematischen Literaturrecherche
Phase III	Dokumentation der systematischen Literaturrecherche

In der I. Phase werden Rahmenbedingungen der Analyse fixiert und protokolliert. Der Untersuchungsbereich wird festgelegt und anschließend die Forschungsfrage konkretisiert. Diese Anforderungen werden im Rechercheprotokoll, welches im

nächsten Abschnitt zu finden ist, niedergeschrieben. Tabelle 2 zeigt die einzelnen Arbeitspakete der I. Phase.

Tabelle 2 Schritte der I. Phase der systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung)

Phase I: Planung der systematischen Literaturrecherche	
Arbeitspaket I.1	Festlegung des Untersuchungsbereichs
Arbeitspaket I.2	Konkretisierung der Forschungsfrage
Arbeitspaket I.3	Erstellen eines Rechercheprotokolls

Die II. Phase umfasst die Durchführung der systematischen Literaturrecherche. Passende Literatur wird identifiziert, ausgewählt und überprüft. Erfüllt die Literatur die Anforderungen werden die relevanten Informationen für eine spätere Verwendung extrahiert. Tabelle 3 zeigt die einzelnen Arbeitspakete der II. Phase.

Tabelle 3 Schritte der II. Phase der systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung)

Phase II: Durchführung der systematischen Literaturrecherche	
Arbeitspaket II.1	Identifikation passender Literatur
Arbeitspaket II.2	Auswahl passender Literatur
Arbeitspaket II.3	Überprüfung des Inhalts ausgewählter Literatur
Arbeitspaket II.4	Extraktion der Informationen aus der ausgewählten Literatur

In der abschließenden III. Phase werden die Ergebnisse schriftlich zusammengefasst und dokumentiert. Die Ergebnisse werden interpretiert und für den weiteren Arbeitsprozess aufbereitet. Im konkreten Fall bedeutet dies, dass relevante digitale Lehrmethoden ausgewählt und für eine weitere Verwendung aufbereitet werden.

Tabelle 4 Schritte der III. Phase der systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung)

Phase III: Dokumentation der systematischen Literaturrecherche	
Arbeitspaket III.1	Dokumentation der Ergebnisse
Arbeitspaket III.2	Interpretation der Ergebnisse

4.2 Rechercheprotokoll der systematischen Literaturrecherche

Das folgende Rechercheprotokoll dokumentiert die Rahmenbedingungen für die durchgeführte Literaturrecherche. Anhand dieser Kriterien erfolgte die Identifikation, Auswahl und Überprüfung der relevanten Literatur.

Untersuchungsbereich

Für die Literaturrecherche wurde der folgende Untersuchungsbereich festgelegt:

Digitale Lehrmethoden, welche speziell in der ingenieurwissenschaftlichen Hochschullehre verwendet werden können. Der Einsatz bei einer großen Anzahl an Teilnehmern muss möglich sein.

Forschungsfrage

Für die Literaturrecherche wurde folgende Forschungsfrage konkretisiert:

„Wie können digitale Technologien in die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre integriert werden?“

Verwendete Datenbanken:

Für die Identifikation passender Literatur wurden folgende Datenbanken herangezogen:

Tabelle 5 Verwendete Datenbanken für die systematische Literaturrecherche

Bereitsteller	Datenbank
TU Wien	TU KatalogPlus
Google	Google Scholar

Mittels der folgenden Suchbegriffe wurden in den oben genannten Datenbank nach relevanter Literatur gesucht.

Tabelle 6 Suchbegriffe der systematischen Literaturrecherche

Suchbegriffe
Ingenieurwissenschaften UND Hochschule 4.0
Ingenieurwissenschaften UND Digitale Bildung
Ingenieurwissenschaften UND Digitale Lehrmethoden
Ingenieurwissenschaften UND E-Learning
Ingenieurwissenschaften UND Blended Learning
Hochschullehre UND E-Learning
Hochschullehre UND Blended Learning
Hochschullehre UND Digitale Lehrmethoden
Hochschullehre UND Digitalisierung
Hochschullehre UND Digitale Transformation

Auswahlkriterien für die Grobauswahl

Für die Grobauswahl der Literatur wurden folgende Kriterien aufgestellt.

Tabelle 7 Grobkriterien der systematischen Literaturrecherche

Kriterien für Grobauswahl der relevanten Literatur	
Zeitraum der Veröffentlichung des Werks	2000 bis 2020
Art des Werks	Sammelwerke, Lehrbücher, wissenschaftliche Artikel, wissenschaftliche Arbeiten
Verfügbarkeit des Werks	Volltext verfügbar
Suchbegriff im Werk enthalten	In Abstract/Keywords

Auswahlkriterien für die Feinauswahl

Nach Bewertung des Abstracts und Screening des Werks, erfolgt die Bewertung des Lesers anhand folgender Kriterien:

- Das Werk entspricht den wissenschaftlichen Qualitätsanforderungen.
- Das Werk behandelt den untersuchten Forschungsbereich.
- Das Werk kann zur Beantwortung der Forschungsfrage beitragen.
- Das Werk wurde nicht bereits in einer anderen Suchauswahl ausgewählt.

Wird die Literatur als relevant empfunden wird sie abgespeichert und für die weitere Untersuchung verwendet.

4.3 Durchführung der systematischen Literaturrecherche

Verfügbare Literatur

Basierend auf den aufgestellten Suchbegriffen ergab sich die folgende Anzahl an verfügbaren Werken, welche in Tabelle 8 protokolliert wurde.

Tabelle 8 Ergebnisse der Suchanfragen

Ergebnisse der Suchanfragen		
Suchbegriffe	Datenbank	
	TU KatalogPlus	Google Scholar
Ingenieurwissenschaften UND Hochschule 4.0	46	1790
Ingenieurwissenschaften UND Digitale Bildung	137	6140
Ingenieurwissenschaften UND Digitale Lehrmethoden	6	323
Ingenieurwissenschaften UND E-Learning	60	1830
Ingenieurwissenschaften UND Blended Learning	20	889
Hochschullehre UND E-Learning	87	6160
Hochschullehre UND Blended Learning	60	3340
Hochschullehre UND Digitale Lehrmethoden	10	1040
Hochschullehre UND Digitalisierung	34	2240
Hochschullehre UND Digitale Transformation	19	3780

Nach Durchführung der Grob- und Feinauswahl wurden zu den jeweiligen Suchbegriffen die in Tabelle 9 protokollierte Anzahl an Werken ausgewählt.

Tabelle 9 Ausgewählte Werke durch die systematische Literaturrecherche

Suchbegriffe	Datenbank	
	TU KatalogPlus	Google Scholar
Ingenieurwissenschaften UND Hochschule 4.0	0	4
Ingenieurwissenschaften UND Digitale Bildung	1	7
Ingenieurwissenschaften UND Digitale Lehrmethoden	0	9
Ingenieurwissenschaften UND E-Learning	1	3
Ingenieurwissenschaften UND Blended Learning	0	3
Hochschullehre UND E-Learning	11	11
Hochschullehre UND Blended Learning	0	8
Hochschullehre UND Digitale Lehrmethoden	1	7
Hochschullehre UND Digitalisierung	2	4

Eine Verteilung der ausgewählten Werke kann Abbildung 24 entnommen werden.

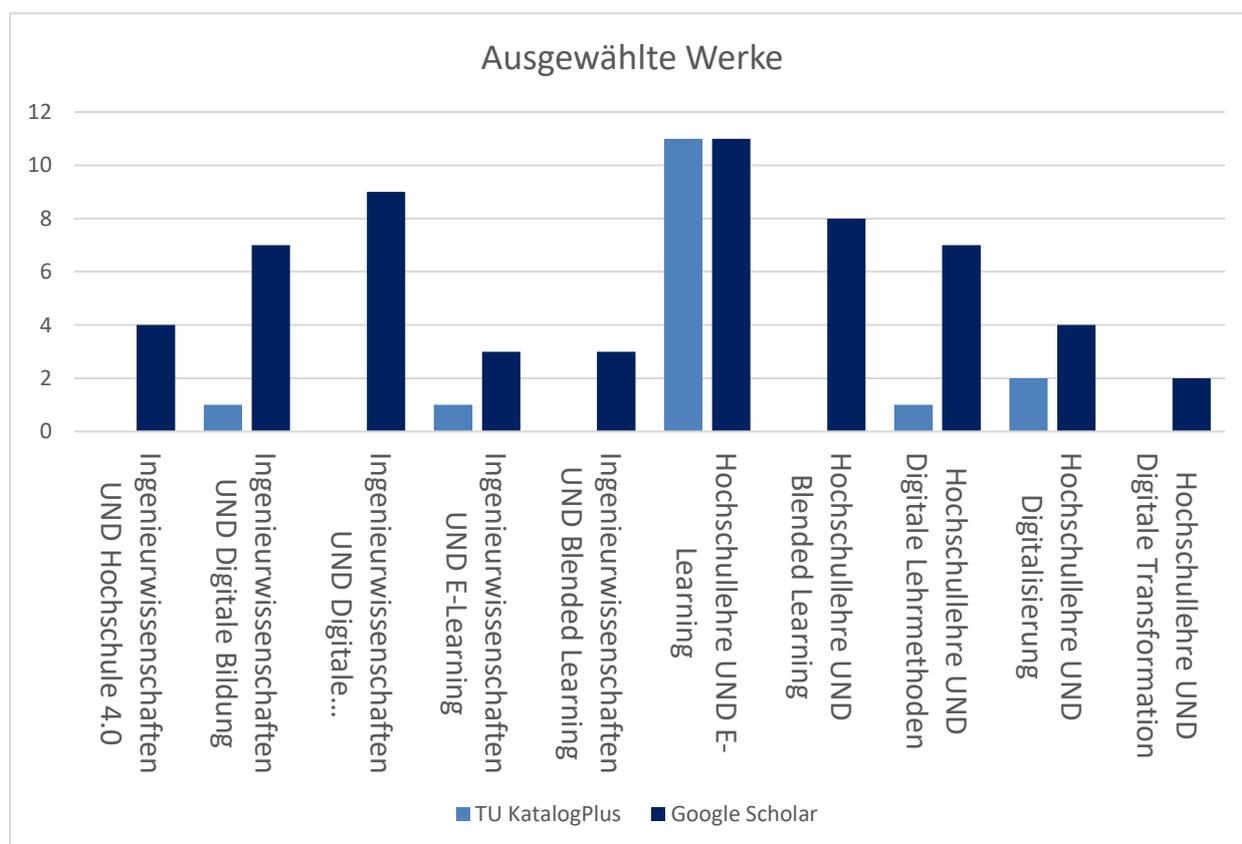


Abbildung 24 Verteilung der ausgewählten Werke

Die Information der ausgewählten Werke wurde extrahiert und aufbereitet. Die Zusammenfassung der Ergebnisse kann dem nächsten Kapitel entnommen werden.

5 Konstruktion der Artefakte

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche dokumentiert und die aus den Ergebnissen erstellten Artefakte beschrieben.

5.1 Einsatzmöglichkeiten von digitalen Technologien

Betrachtet man den Einsatz von digitalen Technologien an Hochschulen, stehen die erstellten Lernmaterialien und die dazu verfügbaren Werkzeuge und Plattformen zur Bereitstellung im Fokus. Lehren und Lernen können als Kernprozess der Bildungswertschöpfungskette gesehen werden. Im Rahmen dieser Arbeit werden diese Kernprozesse näher untersucht.¹³²

Bei einer ganzheitlichen Betrachtung dieser Wertschöpfungskette können noch weitere Teilprozesse miteinbezogen werden und es ergeben sich zusätzliche Potenziale für den Einsatz von digitalen Technologien, wodurch Synergien mit den Kernprozessen gebündelt werden können.¹³³

Informations- und Verwaltungsprozesse stehen am Anfang und Ende dieser Wertschöpfungskette. Die Möglichkeit der elektronischen Datenverarbeitung und die Kommunikation über das Internet ermöglicht eine schnelle und automatisierte Erfassung und Verarbeitung sowohl persönlicher als auch verwaltungsrelevanter Daten.¹³⁴

Beispiele hierfür sind Teilnehmerlisten, Abhaltungsdaten und Erfolgsbestätigungen. Entlang dieser Wertschöpfungskette können mit Hilfe digitaler Technologien verschiedene Artefakte generiert werden. Eine Gruppierung der möglichen Artefakte kann Abbildung 25 entnommen werden.¹³⁵

Artefakte der Digitalisierung

- Lern-Contents (digitale Lehr-Lernmaterialien)
- Lernwerkzeuge (Dokumente erstellen und bearbeiten)
- Lernplattformen (Bildungsarbeit organisieren, Material bereitstellen)
- Lernarchitekturen (organisationsweite Anbindung an Personalmanagement / Talentmanagement)

Abbildung 25 Artefakte der Digitalisierung entlang der Bildungswertschöpfungskette¹³⁶

¹³² Vgl. Getto und Michael Kerres 2017a, S. 18f.

¹³³ ebenda

¹³⁴ Vgl. Getto und Michael Kerres 2017a, S. 21f.

¹³⁵ ebenda

¹³⁶ Getto und Michael Kerres 2017a, S. 22.

Die Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Artefakte hat Beckmann (2020) zu fünf Ansätzen verallgemeinert. Für die Gestaltung erfolgreicher Hochschullehre müssen auf Basis der vermittelten Theorie, passende Ansätze ausgewählt, sowie kombiniert werden. Die Ansätze und passende Beispiele sind in Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10 Ansätze für digitalisierte Hochschullehre¹³⁷

Digitaler Ansatz	Beispiele für mögliche Lehrelemente
Mobile Technologien für den interaktiven Gebrauch	Smartphones, Tablets, auch mit speziellen Anwendungsprogrammen
Online-Kursprogramme	Geschlossene oder offene Onlinekurse, z.B. Massive Open Online Courses (MOOCs)
Learning Objects	Lehrvideos (Selbst aufgenommen oder von öffentlichen Videoportalen), Lernapps zur Interaktion, Digitale Literatur, Software für Übungen und Simulationen, etc.
Technologische Umgebungen für kollaboratives Lernen	Learning Management Systeme in den das Material in Digital Libraries gesammelt wird und kollaboratives Arbeiten (z.B. in Foren) möglich ist
Digitale Lehrkonzepte	Online angebotene Lehrvideos (E-Lectures), Kombinationen aus Präsenzveranstaltungen und E-Learning-Angeboten (Blended Learning)

Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche wurde passende Literatur, welche verschiedenste Ansätze für die Anwendung digitaler Lehrmethoden beinhalten, untersucht und relevante Formate für die Umsetzung ausgewählt. Zu diesen Formaten werden in den folgenden Abschnitten die theoretischen Grundlagen detailliert beschrieben. Im Anschluss werden anhand der theoretischen Konzepte praktische Umsetzungen erstellt, welche an die Zielgruppe und die bestehende Lehrveranstaltung angepasst wurden.

5.2 E-Assessment mit Audience Response Systemen

Integraler Bestandteil des Lehrprozesses ist die Überprüfung und Bewertung (im englischen unter dem Begriff Assessment bekannt) des behandelten Lerninhaltes und eine daraus folgende Lernzielkontrolle. Zur Überprüfung stehen verschiedene Formen des Assessments zur Verfügung, welche sich im Umfang und den Aktivitäten wesentlich unterscheiden.¹³⁸

Crisp (2007) hat bezogen auf den zeitlichen Ablauf drei Formen des Assessments definiert.

¹³⁷ Vgl. Beckmann 2020, S. 3.

¹³⁸ Vgl. Handke und Schäfer 2012, S. 43f.

- Das **diagnostische Assessment** beginnt vor dem Lernprozess und dient als Einschätzung über den aktuellen Wissensstand der Lernenden.
- Das **formative Assessment** dient während des Lernprozesses zur Überprüfung aktueller Lernziele und zum Erkennen möglicher Zielabweichung, wie beispielsweise Verständnisprobleme. Daraus können durch Anpassung der Lehraktivitäten Korrekturmaßnahmen eingeleitet werden.
- Das **summative Assessment** dient nach dem Lernprozess zur abschließenden Überprüfung der aggregierten Lernziele.¹³⁹

Die Relationen zwischen diesen Formen sind in Abbildung 26 dargestellt.

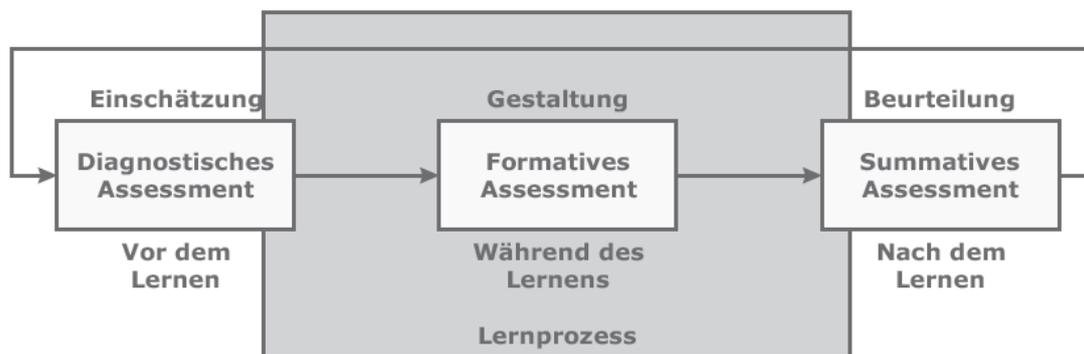


Abbildung 26 Grundlegende Formen des Assessments¹⁴⁰

Untersuchungen ergeben, dass das Assessment wesentliche Auswirkungen auf den Lernprozess hat. Die verwendeten Lerninhalte und die dazugehörigen Prüfungsmethoden wirken sich signifikant auf die Motivation und den Lernaufwand der Teilnehmer aus. Oftmals weichen die aufgestellten Ziele vom Vortragenden stark mit denen der Teilnehmer ab, was zu einer starken Demotivation der Teilnehmer führt. Konkret bedeutet dies, dass Studenten nicht den Aufwand betreiben oder betreiben wollen, wie es der Vortragende geplant hat.¹⁴¹

Digitale Technologien können genutzt werden, um die verschiedenen Assessmentformen effizienter zu gestalten. Dies ist bekannt unter dem Namen elektronisches Assessment (E-Assessment). Laut Eilers et al. (2008) fallen unter E-Assessment folgende Aufgaben:

"E-Assessment bezeichnet eine Lernfortschrittskontrolle, die mit Hilfe elektronischer Medien vorbereitet, durchgeführt und nachbereitet wird. Eine besondere Rolle spielt dabei die (teil-)automatische Durchführung von Korrekturen im Rahmen des technisch Möglichen."¹⁴²

¹³⁹ Vgl. Crisp 2007, S. 39ff.

¹⁴⁰ Handke und Schäfer 2012, S. 44.

¹⁴¹ Vgl. Wormald et al. 2009, S. 202f.

¹⁴² Eilers et al. 2008, 231f.

Es hat sich als zweckmäßig erwiesen die Teilnehmer bereits im Lernprozess auf ein abschließendes summatives Assessment vorzubereiten. Ein Format, welches formatives und summatives Assessment mittels digitaler Hilfsmittel unterstützt sind Audience Response Systeme.¹⁴³

Mittels mobiler Endgeräte können Studenten Fragen in Echtzeit beantworten. Die Ergebnisse können vom Lehrenden genutzt werden, um den Lernprozess zu adaptieren und das Verständnis der Studenten zu verbessern. Hierfür werden die Ergebnisse der Fragen direkt verarbeitet und mittels Präsentationsmedium dargestellt.¹⁴⁴

5.2.1 Formen von Audience Response Systemen

Für den Einsatz von Audience Response Systemen wird ein Übergang von der realen Präsenzlehrveranstaltung zur digitalen Lernumgebung benötigt. Als die ersten Response Systeme aufgekommen sind, wurde hauptsächlich mit stationären Hardwarelösungen gearbeitet. Diese Abstimmungsgeräte sind auch als „Clicker“ Systeme bekannt. Auf diesen Geräten befinden sich eine begrenzte Anzahl an Interaktionsmöglichkeiten, beispielsweise Knöpfe mit Buchstaben und Nummern, mit der Mehrfachantwortfragen (Multiple Choice Fragen) beantwortet werden können. Offene Eingaben waren nicht möglich. Mit der steigenden Verbreitung von internetfähigen Endgeräten sank die Anzahl dieser Geräte signifikant. Mittels Softwarelösungen konnten Response Systeme flexibler eingesetzt werden und durch eine Bildschirmeingabe, ist die Beantwortung von offenen Fragen ebenfalls möglich.¹⁴⁵

Das Wegfallen von aufwendigen, reparaturanfälligen und schnell alternden Clicker Systemen verringert die Kosten für den Einsatz von Audience Response Systemen wesentlich. Der Trend persönliche Endgeräte der Teilnehmer zu nutzen, auch unter dem Begriff Bring Your Own Device (BYOD) bekannt, ermöglicht unterschiedliche Vorteile. Der Lehrende benötigt nur mehr eine Softwarelösung, welche mittels Applikation oder im Webbrowser den Teilnehmern über das Internet zur Verfügung gestellt wird. Greift man auf BYOD zurück, muss davon ausgegangen werden, dass jedem Teilnehmer ein funktionierendes Endgerät zur Verfügung steht. Trotz der sehr weiten Verbreitung, kann noch immer nicht komplett davon ausgegangen werden, dass jedem Teilnehmer ein Gerät zur Verfügung steht. Dies muss beim Einsatz berücksichtigt werden.¹⁴⁶

Die Angebote für hardwaregestützte Audience Response Systeme wird von wenigen Anbietern beherrscht, ein Wachstum ist jedoch nicht zu erkennen. Für

¹⁴³ Vgl. Camuka und Peez 2014, S. 2f.

¹⁴⁴ Vgl. Kay und LeSage 2009a, S. 238.

¹⁴⁵ Vgl. Camuka und Peez 2014, S. 2f.

¹⁴⁶ Vgl. Haintz et al. 2014, S. 39f.

Softwarelösungen sind eine Vielzahl von Anbieter vorhanden. Dies reicht von nicht kommerziellen öffentlichen Anbietern wie Universitäten, welche ihre Produkte kostenlos zur Verfügung stellen, über kostenpflichtige kommerzielle Anbieter, welche spezielle vergünstigte Angebote für den Ausbildungssektor anbieten. Der Markt für Audience Response Systeme weist eine sehr hohe Dynamik auf, was dazu führen kann, dass sich das Angebot in naher Zukunft stark verändern wird.¹⁴⁷

5.2.2 Möglichkeiten von Audience Response Systemen

Audience Response Systeme wurden bereits vielfach in der Literatur beforscht. Dabei konnten zahlreiche Vorteile gegenüber klassischer Lehre nachgewiesen werden. Ein wesentlicher Vorteil ist das gesteigerte Engagement der Studenten während der Lehrveranstaltung. Durch die Anonymität der Fragenbeantwortung kommt es zu einer größeren Zahl an Rückmeldungen. Dies bringt Vorteile für sonst eher zurückhaltende Teilnehmer und verhindert, dass besonders motivierte Studenten das Bild der Lehrveranstaltung verzerren. All diese Faktoren wirken sich positiv auf die Leistungsfähigkeit und die Qualität des Lernerfolges aus.¹⁴⁸

Audience Response Systeme können auch bei großen Lehrveranstaltungen mit mehreren hundert Teilnehmern genutzt werden, wo ohne digitale Hilfsmittel keine Diskussion mit der Einbindung aller Teilnehmer möglich wäre. Die Ergebnisse der Befragung können auch zur Anregung einer Diskussion zwischen den Teilnehmern genutzt werden.¹⁴⁹

Vortragende erhalten durch den Einsatz von Audience Response Systemen Echtzeitfeedback in hoher Quantität. Dieses Feedback ermöglicht eine passende Richtungskorrektur, um die angestrebten Lernziele zu erreichen. Außerdem erhält der Vortragende ein besseres Verständnis über den Zustand der Teilnehmer.¹⁵⁰

Bei Lehrenden, welche noch keine Erfahrung mit der digitalen Überprüfung von Wissen haben, kommt es bei diesen Formaten tendenziell zu Vorbehalten. Ebenfalls abschreckend wirkt der Arbeitsaufwand für die Auswahl und Einführung eines Systems oder einer Softwarelösung, sowie der Arbeitsaufwand für die Erstellung der Fragen. Bei fehlender Erfahrung kann es schnell zu Problemen in der Umsetzung kommen, wenn die Systeme nicht ordnungsgemäß funktionieren. Dies kann beispielsweise durch Technik- oder Bedienerfehler ausgelöst werden. Auch auf Seite der Teilnehmer kann es zu technischen Problemen kommen, beziehungsweise kann es passieren,

¹⁴⁷ Vgl. Schwartz et al. 2014, S. 284f.

¹⁴⁸ Vgl. Kay und LeSage 2009b, S. 822f.

¹⁴⁹ Vgl. Hochschulforum Digitalisierung 2016, S. 16f.

¹⁵⁰ Vgl. Kibler 2015, S. 120f.

dass die Teilnehmer nicht über passende Endgeräte verfügen oder sie nicht parat haben.¹⁵¹

5.3 Einsatz von digitalen Videos in der Lehre

Die Nutzung von Videos in der Lehre ist kein Phänomen, das nur auf die Digitalisierung zurückzuführen ist. Jedoch hat sich durch den rasch voranschreitenden technischen Fortschritt der Aufwand zur Produktion wesentlich verringert. Durch das Aufkommen des Internets wurde auch die Verbreitung von immer größer werdenden Datenmengen erleichtert. Um Videos sinnvoll in der Lehre zu Nutzen ist es trotz technischer Erleichterung noch immer notwendig, didaktische Anforderungen zu erfüllen.¹⁵²

5.3.1 Formen digitaler Videos in der Lehre

In Lehrvideos werden Lehrinhalte audiovisuell aufbereitet und den Lernenden über verschiedene Kanäle zur Verfügung gestellt. Persike (2018) hat die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten in Erklärvideos (Digital Lectures) und Demonstrationsvideos unterteilt. Eine detaillierte Unterteilung kann Abbildung 27 entnommen werden.



Abbildung 27 Einsatzmöglichkeiten von Videos in der Lehre¹⁵³

Bei Demonstrationsvideos steht die beispielhafte Darstellung von realen oder realitätsnahen Sachverhalten im Vordergrund. Ein Beispiel sind praktische Unterrichtssituationen in der Lehrerausbildung, in den besondere Situationen

¹⁵¹ Vgl. Kay und LeSage 2009b, S. 822f.

¹⁵² Vgl. Karapanos et al. 2015, S. 1.

¹⁵³ Persike 2018, S. 273.

durchgespielt werden.¹⁵⁴ Erst durch die Kontextualisierung des Lehrenden wird das Demonstrationsvideo mit einem konkreten Lerninhalt verbunden.¹⁵⁵

Erklärvideos können anhand der zeitlichen Gliederung unterteilt werden. Live Digitized Lectures werden zeitlich synchron in einer realen Hörsaalsituation mit Teilnehmern aufgenommen. Dabei ist es auch möglich die studentische Interaktion mit einzubeziehen. Dies erfordert jedoch die genaue Betrachtung der datenschutzrechtlichen und persönlichkeitsrechtlichen Situation. Die Aufzeichnung des Vortragenden und der Präsentationsunterlagen erfolgt über festinstallierte Aufzeichnungsgeräte. Eine weitere Nachbearbeitung wird meist nicht benötigt, da die Vorlesung in voller Länge hochgeladen wird.¹⁵⁶

Elektronische Vorlesungen oder auch E-Lectures sind ein Sammelbegriff für Videos, welche ohne Publikum aufgenommen werden. E-Lectures können in hochwertigen Studioumfeld oder einfachen Büroräumlichkeiten aufgenommen werden. Der Produktionsaufwand von E-Lectures ist gewöhnlich höher, da meist Postproduktionsprozesse benötigt werden, um die Videos in das gewünschte Format zu bringen. E-Lectures können in folgende Formate aufgeteilt werden:

- **Screencasts:** Mittels einer Softwarelösung wird ein beliebiger Bildschirminhalt aufgenommen. Hierbei können verschiedene Visualisierungen, aber auch komplexe Simulationen aufgenommen werden.
- **Slidecasts:** Eine Unterform des Screencasts bei der die Folien einer digitalen Präsentationssoftware und ein dazugehöriger Sprechertext aufgenommen wird.
- **Videopodcasts:** Eine einfache Produktion bei der nur ein Video eines Sprechers und dessen Sprechertext aufgenommen wird.
- **Lege- und Zeichenvideos:** Auf eine horizontale Arbeitsfläche werden verschiedene Formen aufgelegt oder mit Stiften aufgezeichnet. Die Entwicklung wird aufgezeichnet. Bei diesem Format werden Video und Ton meist getrennt aufgezeichnet.¹⁵⁷

Die Dauer des Videos ist ein wesentlicher Faktor ob Zuseher aus dem Video aussteigen oder es zur Gänze ansehen. Allgemein kann gesagt werden, dass mit zunehmender Dauer mehr Zuseher aus dem Video komplett aussteigen. Außerdem haben Untersuchungen ergeben, dass Zuseher bei schnellen und abrupten Übergängen eher aus dem Video aussteigen oder von vorne beginnen. Es wird empfohlen, sich auf kurze Videos mit ähnlichem Inhalt zu konzentrieren.¹⁵⁸

¹⁵⁴ Vgl. Baltruschat 2018, S. 155.

¹⁵⁵ Vgl. Berk 2009, S. 10.

¹⁵⁶ Vgl. Persike 2018, S. 275f.

¹⁵⁷ Vgl. Persike 2018, S. 277f.

¹⁵⁸ Vgl. Kim et al. 2014.

Santos Espino et al. (2016) haben die am weitesten verbreiteten Lehrvideos, welche in MOOCs verwendet werden, untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass es nur geringe Unterschiede in den Videoformaten gibt. Es wurde zwischen sprecherzentrierten (speaker-centric) und tafelnzentrierten (board-centered) Lehrvideos unterschieden. In Domänen wie den Geistes- und Sozialwissenschaften steht mehrheitlich der Vortragende im Vordergrund, weshalb hier vermehrt sprecherzentrierte Lehrvideos eingesetzt werden. In den Ingenieurwissenschaften, wo verstärkt Tabellen und Diagramme zur Lehre eingesetzt werden, kommt der tafelnzentrierte Ansatz öfter zum Einsatz.

In den Ingenieur- und Naturwissenschaften sind Experimente und Versuche ein wichtiger Bestandteil der Ausbildung. Karapanos et al. (2015) haben Lehrvideos zur Unterstützung der Laborausbildung verwendet und können einen klaren praktischen Mehrwert erkennen. Mit Lehrvideos können aufwendige und kostspielige Versuche einfach wiederholt werden oder Vorbereitungsvideos zum Festigen des Wissenstand genutzt werden.

5.3.2 Möglichkeiten digitaler Videos in der Lehre

Der technische Fortschritt hat die Möglichkeit Videos für die Hochschullehre zu erstellen und zu verwenden wesentlich erleichtert. Videos weisen ein großes Potenzial auf, was auch von vielen Lehrenden genutzt wird. Die Forschungslandschaft und -ergebnisse sind jedoch sehr heterogen. Eine Steigerung der Lehreffektivität hängt wesentlich von den Umfeldbedingungen des Einsatzes ab.¹⁵⁹

Die Auswirkungen von Videos in der Lehre wurde bereits in verschiedenen Bereichen untersucht. Bolliger et al. (2010) haben eine positive Auswirkung auf die Konzentrationsfähigkeit und die Zufriedenheit von Studenten, welche Lehrvideos genutzt haben, feststellen können. Eine zusätzliche Umgestaltung der Lehrveranstaltung, beispielsweise vom klassischen Vortrag auf ein Flipped Classroom Konzept, wirkt sich verstärkend auf diesen Effekt aus.¹⁶⁰

Es kann jedoch nicht angenommen werden, dass die Lehrwirksamkeit durch den Einsatz von Lehrvideos automatisch zunimmt. Bei der Substitution des Vortrags durch ein Lehrvideo haben Basu Roy und McMahon (2012) eine verringerte Tiefenwirkung der Lehre nachgewiesen. Ohne zusätzliche Interaktionsmöglichkeiten, wie beispielsweise das Verringern der Abspielgeschwindigkeit, ist der Lernende vom Vortragstempo abhängig. Dabei kann es bei komplexen Inhalten zur Überbeanspruchung kommen.¹⁶¹ Bos und Gruwel (2016) haben in ihrer Forschung die Wirkung von aufgezeichneten Vorlesungen mit Präsenzvorlesungen verglichen und

¹⁵⁹ Vgl. Persike 2018, S. 296f.

¹⁶⁰ Vgl. Abeysekera und Dawson 2015, S. 6.

¹⁶¹ Vgl. Li et al. 2015.

stellten fest, dass sie bei komplexen Themen und Taxonomiestufen nur bedingt geeignet sind. Dies gilt jedoch auch für die klassische Präsenzlehre.

Speziell in der Anfangsphase der Lehrveranstaltungsaufzeichnungen bestand bei vielen Vorträgen die Befürchtung, dass es durch die Bereitstellung von aufgezeichneten Vorlesungen zu einer drastischen Reduktion der Anwesenheit während der Präsenzvorlesung kommt. Persike (2018) vergleicht verschiedene Untersuchungen zu diesem Thema mit der Schlussfolgerung, dass es nur geringe Auswirkungen auf die Anwesenheit gibt.

Die Forschung von Jensen (2011) ergab, dass wenn man Studenten die Auswahl zwischen einer reinen Präsenzvorlesung, einer reinen Online-Vorlesung und einer Mischform gibt, wird am Anfang die Präsenzvorlesung bevorzugt, jedoch verändert sich mit der Dauer des Kurses die Präferenz zu einer Mischform. Studenten nutzen die Videos, um verpasste Lehrveranstaltungseinheiten nachzuholen und zur Wiederholung beziehungsweise zur Vorbereitung auf Prüfungen.¹⁶²

Ob die Videos in einem hochwertigen Studioumfeld oder in einer einfachen Büroumgebung erstellt werden ist kaum von Bedeutung. Mindestqualitätskriterien müssen jedoch erfüllt werden. Dies betrifft zum Beispiel die Qualität des Sprechers, störende Nebengeräusche oder überlange Videos.¹⁶³

Die Bereitstellung der Lehrvideos für die Lernenden auf einer Lernplattform ist nicht komplex. Lehrvideos können auch leicht zwischen Lehrenden unterschiedlicher Hochschulen oder Fachbereiche ausgetauscht werden. Im Vergleich mit speziellen Lernapplikationen altern Videos weniger schnell und sind robuster gegen Systemveränderungen.¹⁶⁴

5.4 Flipped Classroom

Beim Konzept des Flipped Classroom wird die klassische Vorlesung umgedreht („flipped“ oder „inverted“). Damit versteht man den Tausch der Selbstlernphase vom Ende zum Beginn der Lehrveranstaltung. Neben dem Begriff des Flipped Classroom wird auch häufig der Begriff Inverted Classroom verwendet. Diese Begriffe beziehen sich jedoch auf dasselbe Konzept und können synonym verwendet werden. In dieser Arbeit wird der Begriff Flipped Classroom gewählt.¹⁶⁵

¹⁶² Vgl. Traphagan et al. 2010, S: 34f.

¹⁶³ Vgl. Steinmetz 2017, S. 4.

¹⁶⁴ Vgl. Karapanos et al. 2015, S. 10f.

¹⁶⁵ Vgl. Förster et al. 2018, S. 51.

5.4.1 Formen des Flipped Classrooms

Die klassische Vorlesung in der Hochschullehre, kann in zwei Phasen aufgeteilt werden, welche in Abbildung 28 dargestellt werden. In der ersten Phase wird dem unvorbereiteten Teilnehmern Wissen durch einen Lehrenden im Frontalvortrag vermittelt. Interaktion erfolgt nur über aktive Rückfrage der Teilnehmer an den Vortragenden, ansonst sind die Teilnehmer passive Zuhörer. Nachdem die Vorlesung abgeschlossen wurde, beginnt die zweite Phase, in der den Teilnehmern vom Lehrenden Lehrmaterial bereitgestellt wird, beispielsweise ein Skriptum, welches im Selbststudium bearbeitet wird. Die Unterstützung durch den Lehrenden ist in dieser Selbstlernphase kaum möglich beziehungsweise geplant.¹⁶⁶



Abbildung 28 Ablauf einer klassischen Vorlesung¹⁶⁷

Lehrveranstaltungen mit hohen Teilnehmerzahlen und ohne Anwesenheitspflicht weisen oftmals eine große Heterogenität des Wissensstand auf. Mit einer reinen Präsenzvorlesung ist es kaum möglich alle Teilnehmer auf denselben Wissensstand zu bringen, beziehungsweise die Lernmaterialien auf ein optimales Niveau zu bringen.¹⁶⁸

Wie bereits erwähnt, werden beim Flipped Classroom die Selbstlernphase und Vorlesungsphase gedreht. Vor dem Präsenztermin bekommen die Teilnehmer durch den Lehrenden Vorbereitungsunterlagen zur Verfügung gestellt. Durch die Vorbereitungsunterlagen soll ein einheitlicher Mindestwissensstand erzielt werden, um die Teilnehmer auf ein ähnliches Niveau zu heben. Die Vorlesungsphase wird zur Vertiefung des Wissens genutzt. Aufgrund des einheitlichen Niveaus kann die Präsenzphase intensiver genutzt werden. Dies erfolgt durch die Anwendung bereits erlernter Modelle und Theorien und durch die bessere Möglichkeit auf Fragen der Teilnehmer einzugehen. Der angepasste Ablauf kann Abbildung 29 entnommen werden.¹⁶⁹

¹⁶⁶ Vgl. Rachfall et al. 2016, S. 458f.

¹⁶⁷ Rachfall et al. 2016, S. 459.

¹⁶⁸ Vgl. Getto und Michael Kerres 2017a.

¹⁶⁹ Vgl. Rachfall et al. 2016, S. 459f.

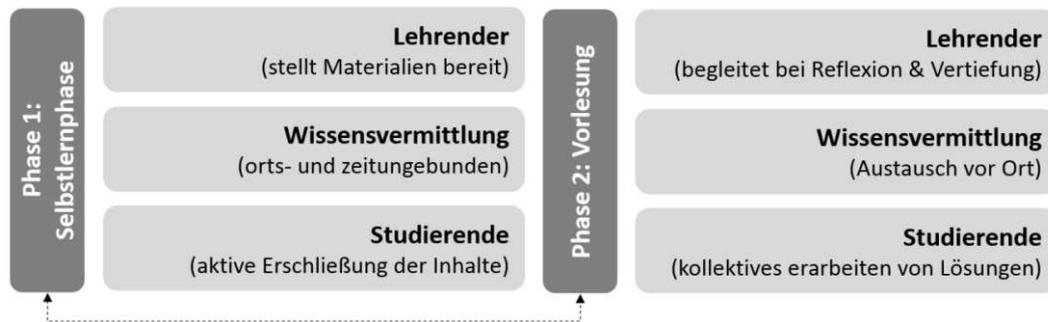


Abbildung 29 Ablauf eines Flipped Classrooms¹⁷⁰

Um auch großen Teilnehmeranzahlen effizient Vorbereitungsunterlagen bereitzustellen, werden digitale Lernplattformen, im englischen auch Learning Management Systems (LMS), verwendet. Auf diese Lernplattformen können die Lehrveranstaltungsteilnehmer orts- und zeitunabhängig zugreifen, um die Vorbereitung an ihre persönlichen Befindlichkeiten anzupassen.¹⁷¹

Learning Management Systeme sind Webbrowser basierte Anwendungsplattformen für die Bereitstellung und Verwaltung von Lerninhalten aus Datenbanken. Dabei unterscheiden sich die Funktionalitäten für Lernende und Lehrende wesentlich. Lehrende nutzen die Systeme zur Verwaltung und Organisation. Lernende nutzen die Systeme zum Zugriff und zur Kommunikation.¹⁷² Laut Schulmeister (2006) sollen Learning Management Systeme folgende Funktionen enthalten:

- Eine Benutzerverwaltung zur Administration der Teilnehmer.
- Eine Kursverwaltung zur Administration der verschiedenen Kurse mit den entsprechenden Inhalten und Dateien.
- Ein Rollenmanagement zur Verwaltung von abgestuften Rollen und Berechtigungen.
- Verschiedene Kommunikationskanäle, wie Echtzeit-Chats oder Foren.
- Die Möglichkeit zur Integration verschiedener Lernwerkzeuge.
- Die Darstellungen der Funktionalitäten in einem netzwerkfähigen Browser.¹⁷³

Lernplattformen ermöglichen einen einfachen Austausch digitaler Unterlagen, da meist nur geringe IT-Kenntnisse und keine dezidierten Programmieranforderungen benötigt werden. Die verschiedenen Lernunterlagen können den Studenten in einer benutzerfreundlichen Oberfläche schnell und leicht verfügbar gemacht, ausgetauscht oder abgeändert werden.¹⁷⁴

¹⁷⁰ Rachfall et al. 2016, S. 459.

¹⁷¹ Vgl. Lehmann et al. 2015, S. 88f.

¹⁷² Vgl. Baumgartner et al. 2002, S. 30.

¹⁷³ Vgl. Schulmeister 2005, S. 10.

¹⁷⁴ Vgl. Schulmeister 2006, S. 261.

Zur selbstständigen Vorbereitung kann der Lehrende digitale Lehrskripten, passende wissenschaftliche Literatur oder verschiedene Arten von Lehrvideos anbieten. Der Wissenstand kann mittels automatisch ausgewerteter Lernzielüberprüfungen, beispielsweise durch digitale Mehrfachantworttests, jederzeit überprüft werden.¹⁷⁵

Neben der Nutzung von digitalen Lernplattformen zur effizienten Bereitstellung von Vorbereitungsunterlagen, können auch in die Präsenzphase digitale Lehrmethoden integriert werden. Ein Beispiel ist die Nutzung von Audience Response Systemen, um die Teilnehmer weiter in die Lehrveranstaltung einzubauen.¹⁷⁶

5.4.2 Möglichkeiten des Flipped Classrooms

Die Invertierung der Lernphasen ermöglicht eine verbesserte Anpassung des Lernprozesses an die Lernenden und eine daraus resultierende stärkere Lernendenzentrierung. Durch die selbstständige Vorbereitung können Studenten in einem für sie optimalen Lerntempo und Lernprozess ein Vorwissen aufbauen, auf welches der Vortragende während der Präsenzeinheit aufbauen kann. Die Präsenzphase kann anschließend zur Vertiefung und zur Bearbeitung von komplexeren Lernzielen verwendet werden. Dies ermöglicht eine Effizienzsteigerung über den gesamten Lehr-/Lernprozess.¹⁷⁷

Anfänglich kommt es durch die Vorbereitung der Lernunterlagen zu einem Mehraufwand für den Lehrenden, der sich jedoch bei mehrmaliger Verwendung der Unterlagen amortisiert.¹⁷⁸ In der Präsenzlehre kommt es zu einer Veränderung der Aufgaben. Das Schwergewicht vom Vortragen vorbereiteter Lehrunterlagen, wechselt zu einer persönlicheren Unterstützung und Beratung der Studenten.¹⁷⁹

Durch die bessere Anpassung an die Anforderungen der Lernenden kann auch eine Motivationssteigerung festgestellt werden. Die besseren Rahmenbedingungen wirken sich ebenfalls positiv auf den Lernerfolg aus.¹⁸⁰

Eine Untersuchung unter Studenten der Ingenieurwissenschaften zeigte, dass Studenten den Mix aus digitalen Elementen mit klassischen Präsenzvorlesungen gegenüber einem reinen Präsenzunterricht präferieren. Die große Materialfülle an Lernunterlagen, kann jedoch leicht zu Überforderung bei den Lernenden führen. Das passiert beispielsweise, wenn Studenten die Materialien nicht wie geplant als Vorbereitung vor den Präsenzlehrveranstaltungen, sondern erst im Rahmen der Prüfungsvorbereitung für ein summatives Assessment nutzen. Das Assessment der

¹⁷⁵ Vgl. Keengwe et al. 2014, S. xviii.

¹⁷⁶ Vgl. Lehmann und Söllner 2014, S. 3.

¹⁷⁷ Vgl. Handke und Sperl 2017, S.9 f.

¹⁷⁸ Vgl. Buchner et al. 2018, S. 115.

¹⁷⁹ Vgl. Rachfall et al. 2016, S. 465.

¹⁸⁰ Vgl. Handke und Sperl 2017, S. 61.

Lehrveranstaltung sollte deshalb bei einer Invertierung der Lehrveranstaltung nicht isoliert betrachtet werden.¹⁸¹

5.5 Konzipierte Artefakte

Anhand der theoretisch beschriebenen Formate wurden Artefakte für die Umsetzung konzipiert, welche in der Lehrveranstaltung praktisch umgesetzt wurden. Im folgenden Abschnitt wird der Ablauf und die theoretische Einstufung im Detail beschrieben.

5.5.1 Klassischer Vortrag

Der „Klassische Vortrag“ wird als Bezeichnung des De-facto-Standards für die Durchführung einer Vorlesung ohne Anwesenheitspflicht eingeführt. Für das Forschungsprojekt wurde der klassische Vortrag in unveränderter Form als Kontrollgruppe verwendet.

Ablauf: Ein Vortragender hält einen Vortrag vor Studenten in einem Hörsaal. Zur Unterstützung wird eine Präsentationssoftware in Verbindung mit einem Videoprojektor verwendet. Der Vortragende trägt Vorlesungsfolien vor, welche anschließend den Studenten digital im TU Wien E-Learning (TUWEL)¹⁸², dem Learning Management System der Technischen Universität Wien, zur Verfügung gestellt werden.



Abbildung 30 Einstufung Klassischer Vortrag

Einstufung: Die Wissensvermittlung des Vortragenden erfolgt Großteils über den Präsenzvortrag (**Hoher Präsenzanteil**). Die digitalen Präsentationsunterlagen sind die

¹⁸¹ Vgl. Rachfall et al. 2016, S. 464f.

¹⁸² <https://tuwel.tuwien.ac.at/>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

einzigsten digitalen Lehrmittel, die verwendet werden (**Niedriger Digitalisierungsgrad**). Der klassische Vortrag entspricht **Szenario 0** der beschriebenen Organisationsformen digitaler Lehre.

5.5.2 Einsatz von Audience Response Systemen

Beim Einsatz von Audience Response Systemen wird der klassische Vortrag um den Einsatz unterschiedlicher digitaler Werkzeuge erweitert. Diese Werkzeuge werden genutzt, um mit möglichst vielen Hörern gleichzeitig interagieren zu können und Ad-hoc-Übungsaufgaben für die Hörer bereitzustellen. Für diese Evaluierung wurde das Learning Management System TUWEL und das Audience Response System PINGO¹⁸³ verwendet.

Ablauf: Wie beim klassischen Vortrag präsentiert der Vortragende die Lehrinhalte mittels einer Präsentationssoftware. Während des Vortrags werden mehrmals Fragen an die Hörer gestellt, die mittels internetfähigem Endgerät bearbeitet werden können (Abbildung 31).

PQ1 - 04 - Lean Management

Zeit zum Abstimmen: 0:38

Wählen Sie eine Antwortmöglichkeit aus:

A

B

C

D

Abstimmen!

Classroom Response für die Vorlesung Lean Management aus PQ1

Abbildung 31 Abstimmung bei Multiple Choice Fragen

Es werden Multiple Choice Fragen mit vorgegebenen Antworten und offene Freitextfragen gestellt. Bei Multiple Choice Fragen wird das Abstimmverhalten und die korrekten Antworten in einem Balkendiagramm zusammengefasst (Abbildung 32). Die Ergebnisse der Freitextfrage werden zu einer Wortwolke zusammengefasst (Abbildung 33).

¹⁸³ <https://pingo.coactum.de/>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

7-006 Sie haben ein neues Messinstrument entwickelt, welches die erfassten Daten automatisch in eine Datenbank hochlädt und verarbeitet. Vor ihrem Produkt hatte noch kein anderes Produkt diese Funktionalität. Welche Anforderung wird erfüllt? 

Teilnehmer: **119**

Umfrage vom Donnerstag, 21.
November 2019, 15:14 Uhr

Antwortmöglichkeiten:

- 18** **15%** Basisanforderungen
- 39** **33%** Leistungsanforderungen
- 62** **52%** Begeisterungsanforderungen

Ergebnisse (%)

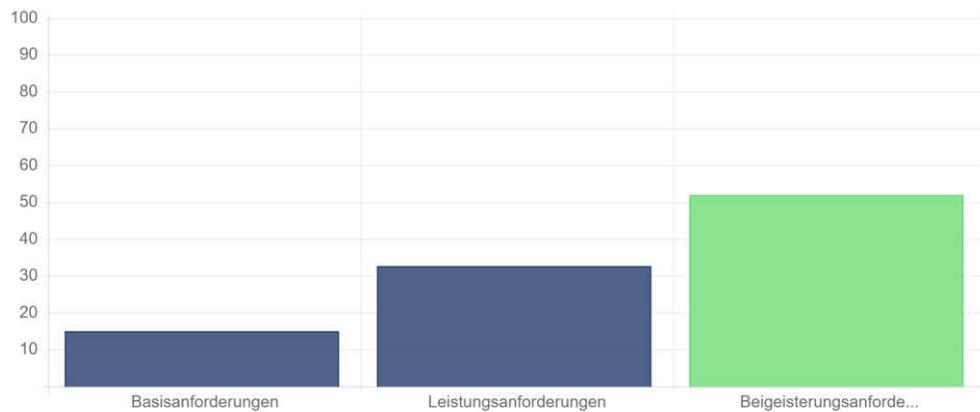


Abbildung 32 Ergebnisse einer Multiple Choice Frage

001 Was ist das Erste was Ihnen zur letzten Lehrveranstaltungseinheit einfällt? 

Dies ist eine Freitext-Frage.

Teilnehmer: **180**



Abbildung 33 Wortwolke der offenen Antworten

Die Ergebnisse werden anschließend an eine Leinwand projiziert und diskutiert. Weiters wurden während des Vortrags kleine Case Studies auf dem Learning

Management System TUWEL bereitgestellt (Abbildung 34), welche von den Studenten bearbeitet werden konnten. In den Case Studies konnten die Studenten zu vordefinierten Fragen Antworten oder Meinungen im Freitext formulieren. Die Texte sind in anonymisierter Form für alle Teilnehmer sichtbar.

Bearbeiten +

Sie sind Produktionstechniker in einem österreichischen Klein und Mittelbetrieb aus dem Maschinenbau (73 Mitarbeiter, viele schon mehrere Jahrzehnte im Unternehmen). Viele der Mitarbeiter nutzen fast ausschließlich gedruckte Unterlagen für die Auftragsbearbeitung. Diesen Arbeitern stehen alte Werkbänke mit vielen verschiedenen Werkzeugen zur Verfügung. Jeder Arbeiter macht quasi alles. Mal holt er Rohmaterial, ein anderes Mal wartet er bei der Maschine und beobachtet die Späne oder beschäftigt sich mit Montage.

Das Layout der Produktionshalle ist sehr weitläufig und noch aus der Zeit der Gründung des Unternehmens. Bestände häufen sich und es kommt immer wieder zu Ausschuss der auch schlecht dokumentiert wird.

Im Unternehmen gibt es viel Optimierungsbedarf. Sie möchten die Prinzipien des Lean Management verfolgen.

Was soll alles verändert werden?

Bearbeiten +

Abbildung 34 Beispiel für verwendete Case Study

Nach Abschluss der Lehrveranstaltungseinheit werden die Präsentationsunterlagen und die Ergebnisse der Case Studies den Studenten als Prüfungsvorbereitung zur Verfügung gestellt.

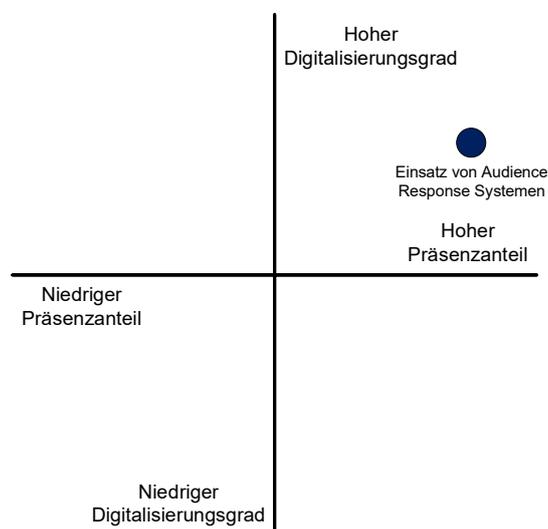


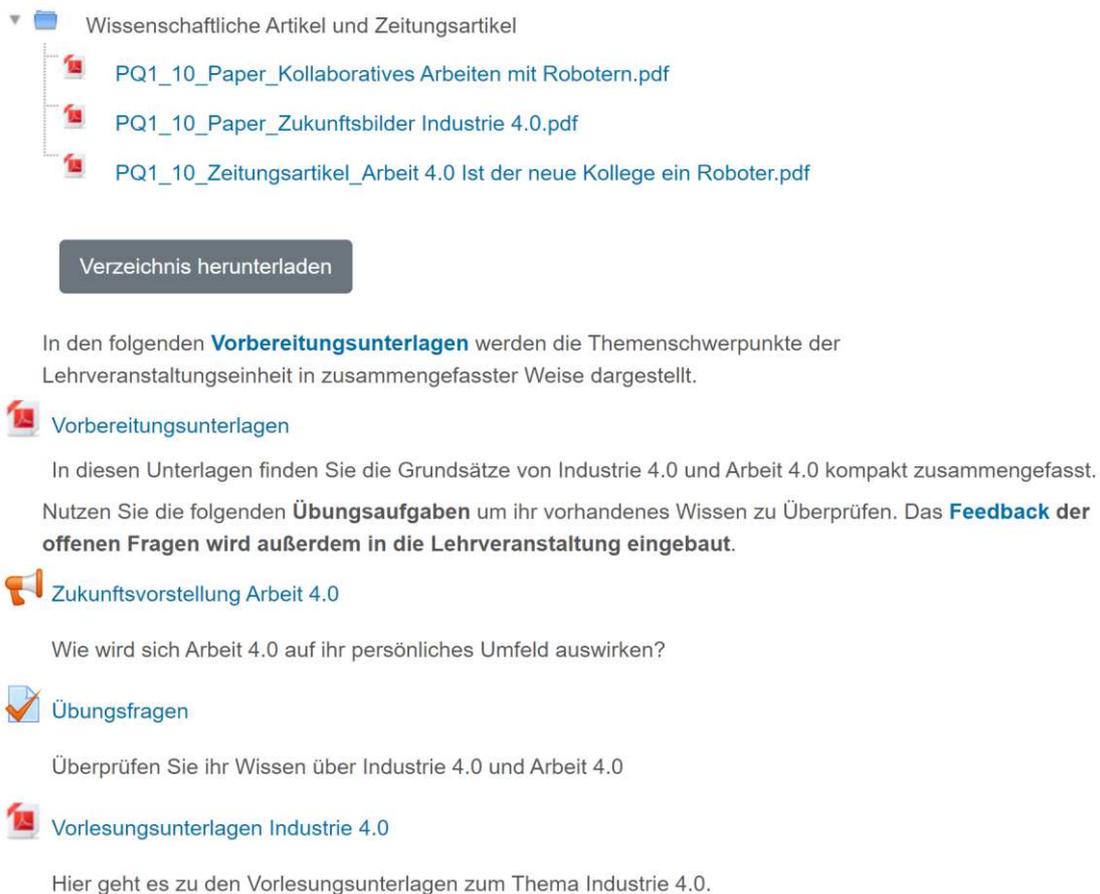
Abbildung 35 Einstufung Audience Response Systeme

Einstufung: Der Wissenstransfer erfolgt wie beim klassischen Vortrag hauptsächlich über den Präsenzvortrag (**Hoher Präsenzanteil**). Durch die Verwendung von digitalen Werkzeugen zur Interaktion und Aufgabenstellung wird der Digitalisierungsgrad erhöht. Teile der Lehrveranstaltung finden trotzdem analog statt (**Erhöhter Digitalisierungsgrad**). Der Einsatz von Audience Response Systemen entspricht **Szenario I** der beschriebenen Organisationsformen digitaler Lehre.

5.5.3 Flipped Classroom

Beim Flipped Classroom werden vor der Durchführung der Lehrveranstaltungseinheit Vorbereitungsunterlagen mit den theoretischen Grundlagen auf dem Learning Management System TUWEL hochgeladen. In der Präsenzveranstaltung werden Praxisbeispiele zu den theoretischen Modellen präsentiert und Fragen der Hörer zu den Lehrinhalten beantwortet.

Ablauf: Eine Woche vor dem Präsenzlehrrveranstaltungstermin werden Vorbereitungsunterlagen auf das Learning Management System TUWEL hochgeladen. Diese umfassen aktuelle Presseartikel und wissenschaftliche Paper zu den Lehrinhalten. Neben den Vorbereitungsunterlagen sind auch Wiederholungsfragen zur Prüfungsvorbereitung und Feedbackfragen, welche für die Diskussion in der Präsenzlehrrveranstaltung genutzt werden, verfügbar. Eine Übersicht über die zur Verfügung gestellten Unterlagen einer Lehrveranstaltungseinheit kann Abbildung 36 entnommen werden. Neben den prüfungsrelevanten Unterlagen sind noch ergänzende und vertiefende Unterlagen in Form von wissenschaftlicher Literatur und Videos verfügbar.



Wissenschaftliche Artikel und Zeitungsartikel

- PQ1_10_Paper_Kollaboratives Arbeiten mit Robotern.pdf
- PQ1_10_Paper_Zukunftsbilder Industrie 4.0.pdf
- PQ1_10_Zeitungsartikel_Arbeit 4.0 Ist der neue Kollege ein Roboter.pdf

Verzeichnis herunterladen

In den folgenden **Vorbereitungsunterlagen** werden die Themenschwerpunkte der Lehrveranstaltungseinheit in zusammengefasster Weise dargestellt.

Vorbereitungsunterlagen

In diesen Unterlagen finden Sie die Grundsätze von Industrie 4.0 und Arbeit 4.0 kompakt zusammengefasst. Nutzen Sie die folgenden **Übungsaufgaben** um ihr vorhandenes Wissen zu überprüfen. Das **Feedback der offenen Fragen wird außerdem in die Lehrveranstaltung eingebaut.**

Zukunftsvorstellung Arbeit 4.0

Wie wird sich Arbeit 4.0 auf ihr persönliches Umfeld auswirken?

Übungsfragen

Überprüfen Sie ihr Wissen über Industrie 4.0 und Arbeit 4.0

Vorlesungsunterlagen Industrie 4.0

Hier geht es zu den Vorlesungsunterlagen zum Thema Industrie 4.0.

Abbildung 36 Vorbereitungsunterlagen auf dem Learning Management System TUWEL

Die Präsenzeinheit erfolgt zum einen Teil als Vortrag mit Präsentationsunterlagen, in dem die Lerninhalte der theoretischen Grundlagen wiederholt werden und passend zu diesen Anwendungs- und Praxisbeispiele präsentiert werden. Zum anderen wird das Feedback der Studenten aus den offenen Vorbereitungsfragen besprochen und Fragen der Studenten zu den Lerninhalten beantwortet.

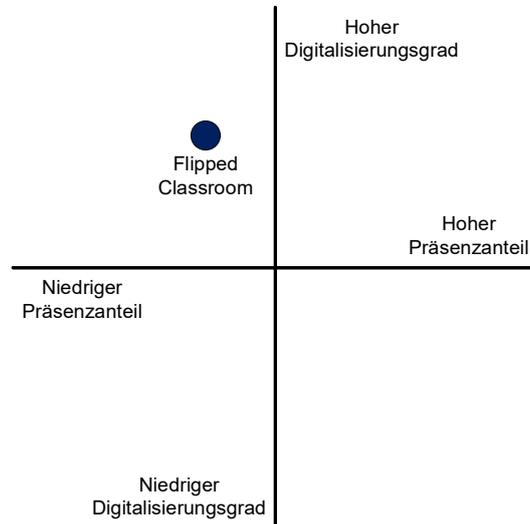


Abbildung 37 Einstufung Flipped Classroom

Einstufung: Der Wissenstransfer erfolgt zum einen Teil über die theoretischen Vorbereitungsunterlagen und zum anderen Teil über die anwendungsorientierte Präsenzphase. Die Präsenzphase ist kürzer und intensiver. In der Vorbereitungsphase kann sich der Student frei nach seinen individuellen Präferenzen vorbereiten (**Verringerter Präsenzanteil**). Die umfangreichen Vorbereitungsaufgaben, welche vollständig digital sind, erhöhen den Digitalisierungsgrad im Vergleich zu einem klassischen Vortrag (**Erhöhter Digitalisierungsgrad**). Ein Flipped Classroom Konzept entspricht **Szenario II** der beschriebenen Organisationsformen digitaler Lehre.

5.5.4 E-Lecture

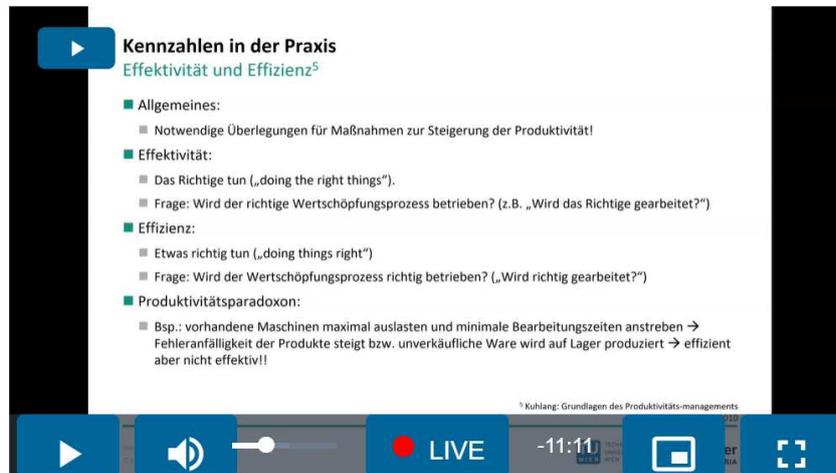
Bei der E-Lecture wird die Lehrveranstaltung vorab als Video aufgenommen und auf die E-Learning-Plattform TUWEL hochgeladen. Die Lehrvideos können wiederholt angesehen werden und stehen ab dem Zeitpunkt des Hochladens dauerhaft zur Verfügung.

Ablauf: Die Präsentationsfolien welche im Normalfall als klassischer Vortrag präsentiert werden, werden für die E-Lecture mittels der Screencastsoftware „Screencast-O-Matic“¹⁸⁴ aufgenommen. In der Aufnahme sind die Folien als Video und die Stimme des Vortragenden als Audio enthalten. Der Vortragende selbst ist nicht auf

¹⁸⁴ <https://screencast-o-matic.com/>, zuletzt geprüft am 16.10.2020.

dem Video zu sehen. Der Vortrag ist in mehrere Teilvideos in der Länge zwischen 10 und 30 Minuten unterteilt. Eine beispielhafte Darstellung kann Abbildung 38 entnommen werden.

Kennzahlen in der Praxis



Dieses Video beschäftigt sich mit den zentralen Kennzahlen und deren Ausprägungen, sowie der daraus resultierenden Zielsetzungen.

Abbildung 38 Beispielvideo E-Lecture

Die Videos sind ab dem Zeitpunkt der regulären Lehrveranstaltungseinheit verfügbar. Es besteht jedoch keine Möglichkeit zur zeitlich synchronen Kommunikation mit dem Vortragenden. Fragen können in dem Learning Management System TUWEL gestellt werden. Es gibt zwei unterschiedliche Foren für fachliche und für allgemeine Fragen an den Vortragenden und die Lehrveranstaltungsleitung, sowie ein Diskussionsforum in dem Fragen mit den Kommilitonen geteilt werden können. Es besteht auch die Möglichkeit anonymisiertes Feedback zu fachlichen oder organisatorischen Themen an die Lehrveranstaltungsleitung zu schicken.

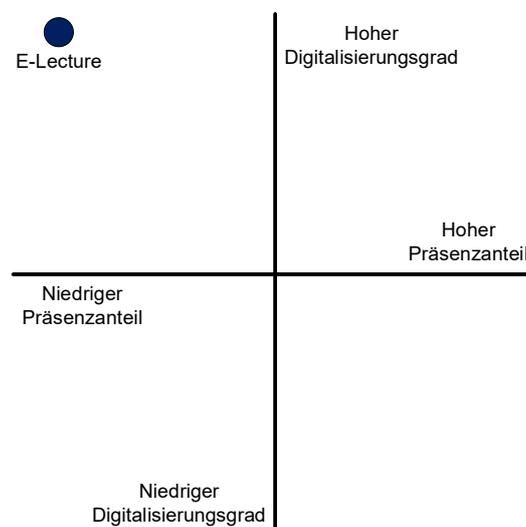


Abbildung 39 Einstufung E-Lecture

Einstufung: Die Durchführung der E-Lecture erfolgt komplett virtuell (**Hoher Digitalisierungsgrad**) und ohne Präsenzphase (**Niedriger Präsenzanteil**). Die E-Lecture entspricht **Szenario III** der beschriebenen Organisationsformen digitaler Lehre.

6 Methodologie der Evaluierung

6.1 Ablauf der Evaluierung

Im folgenden Abschnitt wird der Ablauf der empirischen Evaluierung im Detail beschrieben. Ziel der Evaluierung ist es eine Antwort auf die folgende Forschungsfrage zu finden:

„Wie wirkt sich die Integration von digitalen Lehrmethoden in ingenieurwissenschaftlichen Hochschullehrveranstaltungen auf ihre Hörer aus?“

Basierend auf den Erkenntnissen der Literaturrecherche und der State-of-the-Art Analyse werden verschiedene Hypothesen formuliert, welche im Rahmen der Evaluierung getestet werden.

Anhand der Hypothesen werden Variablen und dazu passende Indikatoren aufgestellt. Im Rahmen der Operationalisierung werden Variablen und Indikatoren klar abgegrenzt und entsprechend definiert.

Im Anschluss an die Operationalisierung erfolgt die Durchführung der Befragung. Dazu werden Informationen zur Grundgesamtheit erhoben und basierend auf den Variablen und Indikatoren ein Fragebogen erstellt. Anschließend wird die Befragung durchgeführt.

Die durch die Befragung erhobenen Daten werden mit qualitativen und quantitativen Methoden der empirischen Sozialforschung evaluiert. Die quantitative Evaluierung erfolgt mittels statistischer Tests, bei der die formulierten Hypothesen getestet werden oder einer deskriptiven Analyse der erhobenen Variablen. Eine nähere Beschreibung der verwendeten statistischen Untersuchungsmethoden kann dem Anhang entnommen werden. Die qualitative Evaluierung erfolgt mittels induktiver Kategorienbildung nach Mayring und Gläser-Zikuda (2008).

Die Ergebnisse der Evaluierung werden für jeden Hypothesencluster interpretiert und abschließend zur Beantwortung der Forschungsfrage verwendet. Eine Visualisierung des Evaluierungsprozesses kann Abbildung 40 entnommen werden.

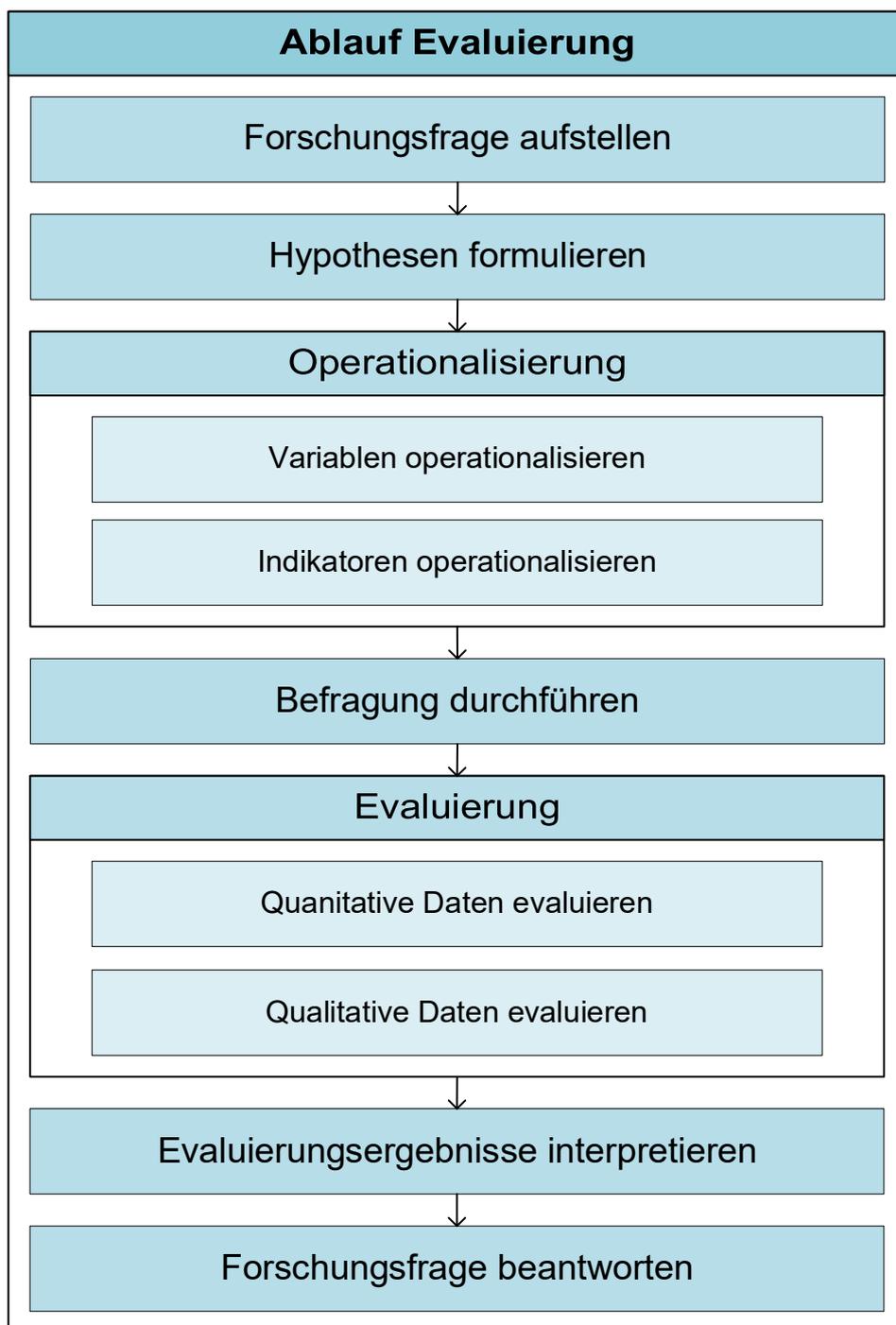


Abbildung 40 Ablauf Evaluierungsprozess

6.2 Formulierten Hypothesen

Zur Überprüfung der Auswirkungen wurden folgende Hypothesen (H) formuliert und im Rahmen eines Hypothesenclusters zusammengefasst. Die Bezeichnung des Hypothesenclusters wird als Clustervariable (C) für die Untersuchung übernommen und im nächsten Abschnitt operationalisiert.

C.1.: Wissenstransfer

- H.1.1.: Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann das **vermittelte Wissen** während der Lehrveranstaltungseinheit vergrößert werden.
- H.1.2.: Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden können Lehrveranstaltungsinhalte **verständlicher** vermittelt werden.
- H.1.3.: Der angemessene **Arbeitsaufwand** zur Absolvierung einer Lehrveranstaltung ist unabhängig von der verwendeten Lehrmethode.

C.2.: Individuelle Anforderungen der Lehrveranstaltungsteilnehmer

- H.2.1.: Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann besser auf die **individuellen Präferenzen** der Lehrveranstaltungsteilnehmer eingegangen werden.
- H.2.2.: Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann besser auf das **individuelle Lerntempo** eingegangen werden.

C.3.: Wechselbeziehungen zwischen Studenten und Lehrenden

- H.3.1.: Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden können **Studenten besser in den Fokus der Lehrveranstaltung** gestellt werden.
- H.3.2.: Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden wird die **Interaktion mit Studenten** gefördert.

C.4.: Selbstständige Auseinandersetzung mit den Lerninhalten

- H.4.1.: Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden wird die **selbstständige Auseinandersetzung** mit den Lerninhalten unterstützt.
- H.4.2.: Die Integration von digitalen Lehrmethoden motiviert Studenten **zum Mitarbeiten**.

C.5.: Nutzung der Präsenzphase

- H.5.1.: Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden ergibt es für Studenten mehr **Sinn** eine Lehrveranstaltung zu besuchen.
- H.5.2.: Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann die **Präsenzzeit effizienter** genutzt werden.
- H.5.3.: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die **Konzentrationsfähigkeit** während der Lehrveranstaltungseinheit aus.

C.6.: Zufriedenheit mit der Lehrveranstaltung

- H.6.1.: Die Nutzung von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die **Zufriedenheit** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.
- H.6.2.: Die Zufriedenheit durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig vom **Geschlecht**.
- H.6.3.: Die Zufriedenheit durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig vom **Studiengang**.
- H.6.4.: Die Zufriedenheit durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig von der **Studiendauer**.

C.7.: Leistungsnachweis

- H.7.1.: Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden fühlen sich Studenten besser auf die **Prüfung vorbereitet**.
- H.7.2.: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die **Prüfungsergebnisse** aus.

6.3 Operationalisierung

6.3.1 Aufgestellte Variablen

Die Untersuchung der Auswirkungen wurde in sieben Hypothesencluster aufgeteilt. Für diese Hypothesencluster wurden verschiedene Clustervariablen (C) aufgestellt und passende Indikatoren (I) dazu ermittelt. Die aufgestellten Clustervariablen, mit den dazugehörigen Indikatoren, sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11 Clustervariablen mit Indikatoren

Clustervariable		Indikatoren	
C.1.	Wissenstransfer	I.1.1.	Wissensvermittlung
		I.1.2.	Verständlichkeit
		I.1.3.	Arbeitsaufwand
C.2.	Individuelle Anforderungen der Lehrveranstaltungsteilnehmer	I.2.1.	Individuelle Präferenzen
		I.2.2.	Individuelles Lerntempo
C.3.	Wechselbeziehungen zwischen Studenten und Lehrenden	I.3.1.	Studentenzentriertheit
		I.3.2.	Interaktion
C.4.	Selbstständige Auseinandersetzung mit den Lerninhalten	I.4.1.	Selbstständige Auseinandersetzung
		I.4.2.	Motivation zum Mitarbeiten
C.5.	Präsenzphase	I.5.1.	Lehrveranstaltungsbesuch
		I.5.2.	Zeitnutzung
		I.5.3.	Konzentrationsfähigkeit
C.6.	Zufriedenheit mit der Lehrveranstaltung	I.6.1.	Zufriedenheit
		I.6.2.	Geschlecht
		I.6.3.	Studiengang
		I.6.4.	Studiendauer
C.7.	Leistungsnachweis	I.7.1.	Prüfungsvorbereitung
		I.7.2.	Prüfungsergebnisse

Die aufgestellten Clustervariablen und Indikatoren werden wie folgt operationalisiert:

- **C.1: Wissenstransfer:** Durch den Besuch der Lehrveranstaltung wird Wissen vom Lehrenden an den Hörer transferiert. Nach der Absolvierung soll das Wissen des Hörers größer sein als davor.

- **I.1.1.: Wissensvermittlung:** Wissen wird von einem wissenden Lehrenden an einen unwissenden Studenten vermittelt. Nach der Wissensvermittlung ist das Wissen des Studenten größer als davor.
- **I.1.2.: Verständlichkeit:** Beschreibt, wie einfach ein Lerninhalt erfasst werden kann. Die Verständlichkeit muss nicht mit der Komplexität eines Lerninhalts zusammenhängen.
- **I.1.3.: Arbeitsaufwand:** Studenten müssen für die Steigerung ihres Wissens kognitive Arbeit aufbringen. Je komplexer ein Sachverhalt ist, desto größer ist der Arbeitsaufwand der Erarbeitung
- **C.2.: Individuelle Anforderungen der Lehrveranstaltungsteilnehmer:** Jeder Student hat seine eigene Herangehensweise zur Bearbeitung von Lerninhalten und zur Steigerung seines Wissens.
 - **I.2.1.: Individuelle Präferenzen:** Bei der Bearbeitung von Aufgaben bevorzugen Studenten verschiedene Herangehensweisen. Diese ist von Student zu Student unterschiedlich.
 - **I.2.2.: Individuelles Lerntempo:** Die Geschwindigkeit der Bearbeitung eines Lerninhalts ist für jeden Studenten unterschiedlich.
- **C.3.: Wechselbeziehungen zwischen Studenten und Lehrenden:** Die Wissensvermittlung zwischen Studenten und Lehrenden hängt vom jeweiligen Beziehungsmodell der Akteure ab.
 - **I.3.1.: Studentenzentriertheit:** Der Student nimmt eine aktive Rolle ein und ist nicht nur reiner Wissensempfänger.
 - **I.3.2.: Interaktion:** Es findet ein wechselseitiger Austausch zwischen Studenten und Lehrenden statt.
- **C.4.: Selbstständige Auseinandersetzung mit den Lerninhalten:** Studenten sehen die Absolvierung der Lehrveranstaltung und Lehrinhalte nicht als reine Pflicht, sondern setzen sich aus Eigeninteresse mit der Thematik auseinander.
 - **I.4.1.: Selbstständige Auseinandersetzung:** Studenten setzen sich eigenständig, ohne Verpflichtung durch die Lehrveranstaltungsleitung, mit den Lerninhalten auseinander
 - **I.4.2.: Motivation zum Mitarbeiten:** Studenten nehmen verstärkt an der Lehrveranstaltung teil und bringen sich aktiv ein.
- **C.5.: Präsenzphase:** In der Präsenzphase befinden sich die Studenten zu einem vorgegebenen Zeitraum in einem Hörsaal an der Universität. In diesem Zeitraum trägt der Vortragende die Lehrinhalte vor.
 - **I.5.1.: Lehrveranstaltungsbesuch:** Für den Besuch der Lehrveranstaltung herrscht keine Anwesenheitspflicht. Die Teilnehmer können selbst abwägen, ob sie die Lehrveranstaltung besuchen oder nicht.

- **I.5.2.: Zeitnutzung:** Die Intensität wie die Präsenzzeit genutzt wird kann sich unterscheiden. Maßgeblich dafür sind die verwendeten Lehrmethoden.
- **I.5.2.: Konzentrationsfähigkeit:** Die Fähigkeit, die Aufmerksamkeit für die zu bearbeiteten Lerninhalte gewollt aufrecht zu erhalten.
- **C.6.: Zufriedenheit:** In der Zufriedenheit sind alle Faktoren, welche sich auf die Lehrveranstaltung auswirken, gesammelt und bewertet. Die Zufriedenheit beschreibt, wie gut die Vorstellungen der Studenten erfüllt worden sind.
 - **I.6.1.: Zufriedenheit:** Siehe C.6.
 - **I.6.2.: Geschlecht:** Männlich oder weiblich.
 - **I.6.3.: Studiengang:** Für den Abschluss welches Studiengangs wurde die Lehrveranstaltung absolviert.
 - **I.6.3.: Studiendauer:** Der Zeitraum, seitdem ein Student in den aktuellen Studiengang eingeschrieben ist. Gemessen in Semester.
- **C.7.: Leistungsnachweis:** Zur positiven Absolvierung der Lehrveranstaltung müssen sich Studenten fokussiert für eine Prüfung vorbereiten und ein ausreichendes Prüfungsergebnis erreichen.
 - **I.7.1.: Prüfungsvorbereitung:** Um eine Prüfung zu bestehen, muss sich ein Student gezielt auf das Stoffgebiet und die Modularitäten der Prüfung vorbereiten.
 - **I.1.2.: Prüfungsergebnisse:** Das Ergebnis einer schriftlichen Prüfung gemessen in Punkten, welche anschließend nach einem Notenschema bewertet werden.

Zur Beschreibung der möglichen Unterschiede in den einzelnen Lehrmethoden wurden diverse Variablen aufgestellt, welche in weiterer Folge deskriptiv untersucht wurden. Die zu untersuchenden Variablen (D) lauten wie folgt:

Tabelle 12 Deskriptiv untersuchte Variablen

Code	Parameter
D.1.	Innovationsgrad
D.2.	Lernziele
D.3.	Lernunterlagen
D.4.	Anwendungsbeispiele

Die aufgestellten Variablen werden wie folgt operationalisiert:

- **Innovationsgrad:** Wie neuartig ist eine Lehrmethode im Vergleich mit dem aktuellen Stand der Technik.
- **Lernziele:** Für die Lehrveranstaltung werden konkrete Lernziele aufgestellt, welche nach der Absolvierung der Lehrveranstaltung erreicht sein sollten. Die Erreichung eines Lernziel soll zur Steigerung des Wissens führen.

- **Lernunterlagen:** Die von der Lehrveranstaltungsleitung bereitgestellten Lernunterlagen werden zur weiteren Vertiefung der Lerninhalte genutzt. Hörer nutzen die Unterlagen, um die Inhalte zu erlernen und zu festigen und um die Prüfung positiv zu absolvieren beziehungsweise um das persönliche Wissen zu steigern.
- **Anwendungsbeispiele:** Beispiele in denen die theoretisch gelehrt Modelle in realen Anwendungen und Praxisbeispielen dargestellt werden. Mittels Anwendungsbeispielen können komplexe Modelle verständlicher dargestellt werden.

6.4 Befragung

6.4.1 Grundgesamtheit der Befragung

Die Grundgesamtheit für die Befragung umfasst Studenten der Technischen Universität Wien in den Studiengängen Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau. Im Wintersemester 2019/20 waren im Studiengang Maschinenbau 2027 Studenten und Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau 1752 Studenten inskribiert. Der Studiengang Maschinenbau teilt sich auf 1803 männliche und 224 weibliche Studenten auf. Der Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau teilt sich auf 1483 männliche und 269 weibliche Studenten auf. Eine gesammelte Darstellung kann Tabelle 13 entnommen werden.

Tabelle 13 Zusammenfassung Grundgesamtheit

Bezeichnung	Maschinenbau	Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau
Studenten	2027	1752
Davon männlich	1803	1483
Davon weiblich	224	269
Erstsemestrig	220	189

Im Curriculum der Studiengänge wird empfohlen die Lehrveranstaltung Produktions- und Qualitätsmanagement 1 im ersten Semester des Bachelorstudiums zu absolvieren. Im Wintersemester 2019/20 gab es im Studiengang Maschinenbau 220 und im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau 189 Studenten im ersten Semester. Zur Lehrveranstaltung Produktions- und Qualitätsmanagement 1 waren im Wintersemester 2019/20 443 Studenten angemeldet.

6.4.2 Ablauf der Befragung

Bevor der Fragebogen zum Einsatz kam, wurde ein Pretest ($n = 10$) durch Universitätsangehörige des Instituts für Managementwissenschaften mit verschiedenen Arbeitsstellen durchgeführt. Dies umfasste Studienassistenten ohne Masterstudienabschluss, Universitätsassistenten mit und ohne abgeschlossenem Doktoratsstudium, sowie Universitätsprofessoren. Ziel des Pretests war es mögliche Unverständlichkeiten frühzeitig zu erkennen und mögliche Lücken in der Befragung zu schließen.

Der Beobachtungszeitraum der Befragung umfasste das Wintersemester 2019/20. Die Befragung erfolgte an den Lehrveranstaltungsterminen, welche wöchentlich von 03.10.2019 bis 12.12.2019 stattfanden. In Summe fanden zehn Lehrveranstaltungseinheiten statt. Die Befragung wurde in jeder Lehrveranstaltungseinheit mittels Online-Fragebogen abgehalten. Durch die Absolvierung der Befragung konnten sich die Hörer für Zusatzpunkte in der Endprüfung qualifizieren.

6.4.3 Fragebogen

Die Erhebung der Daten erfolgte mittels online-Fragebogen. Dazu wurde die Online-Plattform SoSci Survey¹⁸⁵ genutzt. Der vollständige Fragebogen kann dem Anhang entnommen werden. Da die Zeit während der Beantwortung begrenzt war, wurde die leicht erfasstbare Kunin-Skala für den Großteil der Fragen verwendet. Die Codierung für die Auswertung kann Tabelle 14 entnommen werden.

Tabelle 14 Codierung der Kunin-Skala

Wert in Fragebogen	Auswertung	Kodierung
	:))	1
	:)	2
	:|	3
	:(	4
	:((	5

Im Fragebogen wurden drei offene Fragen für zusätzliches, optionales, offenes Feedback eingefügt. Zudem gab es verschiedene Auswahlmöglichkeiten für demographische Daten (Alter, Geschlecht, Studiendauer, Studiengang).

Die Beantwortung der Fragebögen erfolgte nach der Absolvierung der Lehrveranstaltungseinheit. Für die Lehrveranstaltungseinheiten mit Präsenzphase erfolgte die Befragung am Ende der Vorlesung. Für die Lehrveranstaltungseinheiten

¹⁸⁵ <https://www.socisurvey.de/>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

ohne Präsenzphase konnten die Fragebögen nach der Veröffentlichung der Lehrunterlagen, bis zum nächsten Lehrveranstaltungstermin bearbeitet werden.

Insgesamt wurden **2025** gültige Fragebögen erhoben. Die Aufteilung pro Lehrveranstaltungseinheit kann Abbildung 41 entnommen werden. Die Lehrveranstaltungseinheiten sind in chronologischer Reihenfolge aufgetragen. Es ist erkennbar, dass die Hörerzahl mit dem zeitlichen Verlauf deutlich abnimmt.

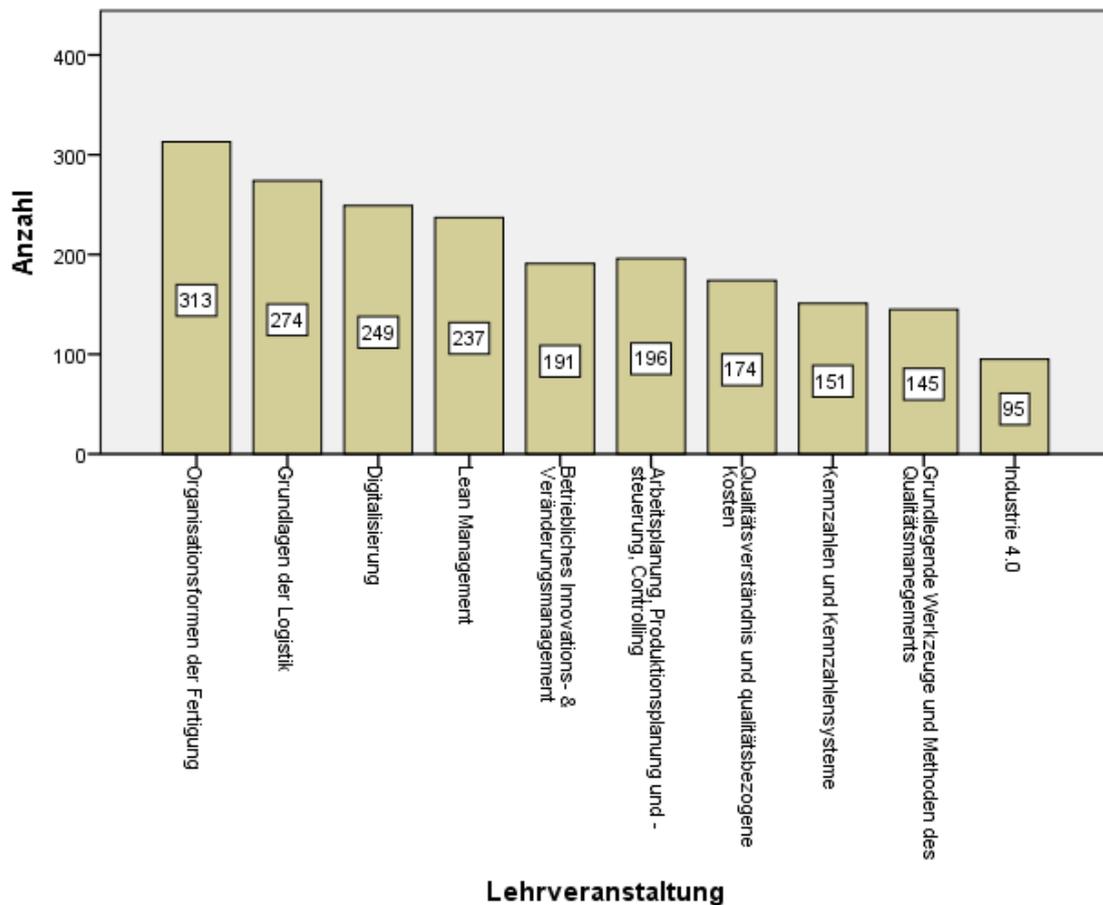


Abbildung 41 Erhobene Fragebögen pro Lehrveranstaltungseinheit

In den Lehrveranstaltungen Organisationsformen der Fertigung (1), Grundlagen der Logistik (2) und Arbeitsplanung, Produktionsplanung und -steuerung, Controlling (6) wurde die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ ($n = 3$) verwendet. In den Lehrveranstaltungen Digitalisierung (3) und Industrie 4.0 (10) wurde die Lehrmethode „**Flipped Classroom**“ ($n = 2$) verwendet. In den Lehrveranstaltungen Lean Management (4), Qualitätsverständnis und qualitätsbezogene Kosten (7) und Grundlegende Werkzeuge und Methoden des Qualitätsmanagements (9) wurde die Lehrmethode „**Einsatz von Audience Response Systemen**“ ($n = 3$) verwendet. Für Betriebliches Innovations- & Veränderungsmanagement (5) und Kennzahlen und Kennzahlensysteme (8) wurde die Lehrmethode „**E-Lecture**“ ($n = 2$) verwendet. Die Aufteilung der erhobenen Fragebögen nach den Lehrmethoden kann Abbildung 42 entnommen werden.

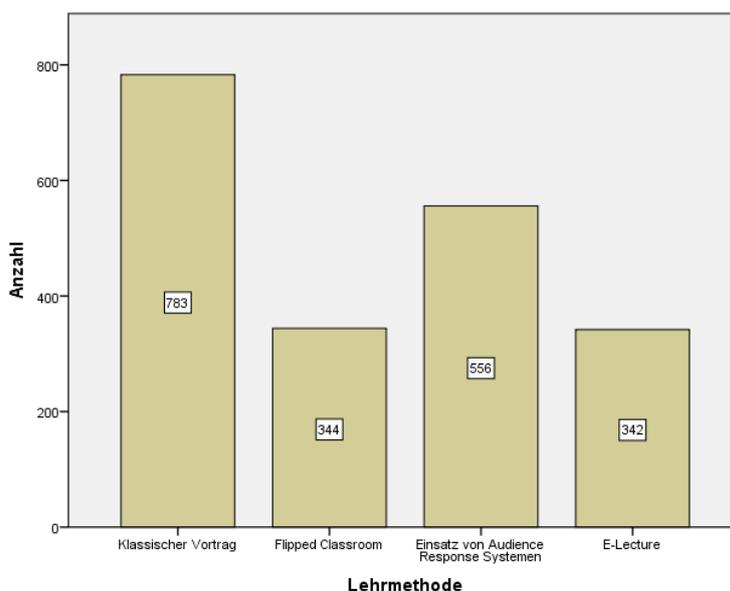


Abbildung 42 Erhobene Fragebögen pro Lehrmethode

Die Lehrmethode „Klassischer Vortrag“ wurde als Kontrollgruppe verwendet und blieb im Vergleich zur den vorherigen Jahren unverändert. Die ersten beiden Lehrveranstaltungseinheiten, sowie eine Lehrveranstaltungseinheit zur Halbzeit der Lehrveranstaltungsdurchführung wurden mit dieser Methode abgehalten. Dies sollte einen geregelten Ablauf der Evaluierung und eine breite Aufteilung der Kontrollgruppe sicherstellen.

Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad wurden gleichmäßig über die verbleibenden Lehrveranstaltungen aufgeteilt. Der Einsatz von Audience Response Systemen erfolgte ein zusätzliches Mal, was durch die Gesamtanzahl der Lehrveranstaltungseinheiten bedingt war. Aus diesem Grund ist die Anzahl der erhobenen Fragebögen für diese Lehrmethode deutlich höher.

7 Ergebnisse der Evaluierung

Die erhobenen Daten wurden mittels Methoden der empirischen Sozialforschung analysiert. Es kann grob zwischen einer quantitativen Evaluierung der Fragebogendaten und einer qualitativen Evaluierung des Feedbacks unterschieden werden. Abschließend wurden die Ergebnisse innerhalb der Clustervariablen interpretiert.

7.1 Quantitative Evaluierung

Die quantitative Evaluierung teilt sich in einen Teilbereich der deskriptiven Statistik und einen Teilbereich zur Hypothesenüberprüfung auf.

7.1.1 Deskriptive Statistik

In der deskriptiven Statistik werden die demographischen Daten der Lehrveranstaltung, sowie allgemeine Parameter der Lehrmethoden deskriptiv beschrieben.

7.1.1.1 Lehrveranstaltung allgemein

Dieser Abschnitt befasst sich mit der deskriptiven Statistik der demographischen Daten, welche allgemein zur Lehrveranstaltung erhoben wurden.

Eine Auswertung der Evaluierungsdaten nach Studiengängen ergibt, dass 1070 Datensätze von Studenten des Studiengangs Maschinenbau (**53,69%**) und 881 Datensätze von Studenten des Studiengangs Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau (**44,20%**) ausgefüllt wurden. Die restlichen 42 Datensätze wurden von allen sonstigen Studiengängen (**2,11%**) ausgefüllt. Die Aufteilung ist in Abbildung 43 grafisch dargestellt.

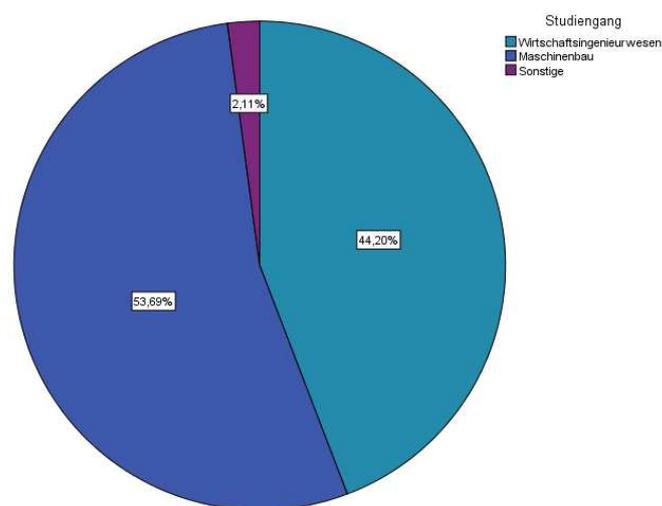


Abbildung 43 Aufteilung der Stichprobe nach dem Studiengang

Insgesamt wurden 1688 Datensätze von **männlichen** Studenten (**85,38%**) und 289 Datensätze von **weiblichen** Studenten (**14,62%**) erhoben. Eine Visualisierung kann

Abbildung 44 entnommen werden. Diese Werte sind ähnlich der Grundgesamtheit, welche 86,95% männliche und 13,05% weibliche Studenten beinhaltet.

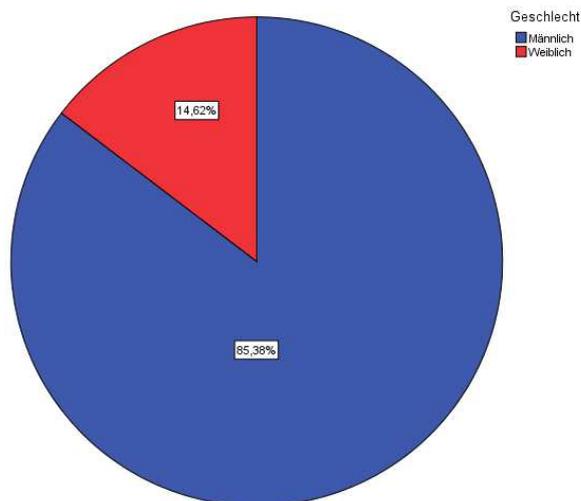


Abbildung 44 Aufteilung der Stichprobe nach dem Geschlecht

Der Mittelwert des Alters der befragten Lehrveranstaltungsteilnehmer beträgt **20,45 Jahre**. Der Großteil der Befragten war zwischen 18 und 21 Jahren alt. Ein Histogramm der Altersverteilung ($n = 1970$) kann Abbildung 45 entnommen werden.

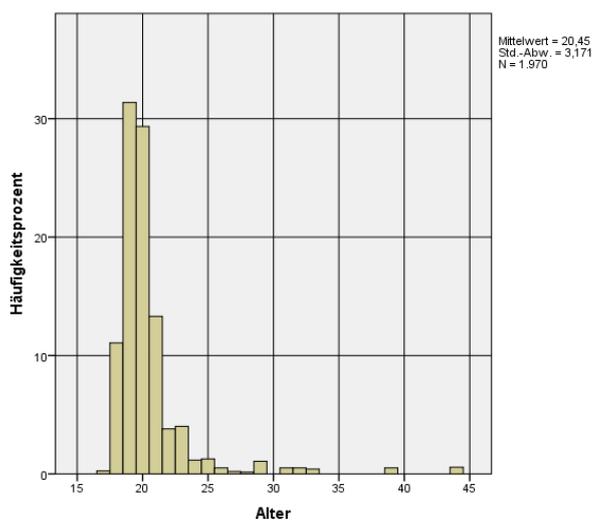


Abbildung 45 Aufteilung der Stichprobe nach dem Alter

Die Verteilung der Studiendauer kann Abbildung 46 entnommen werden. Es zeigt, dass sich fast alle Teilnehmer (**93,53%**) der Befragung im ersten Studienjahr befanden ($n = 1864$).

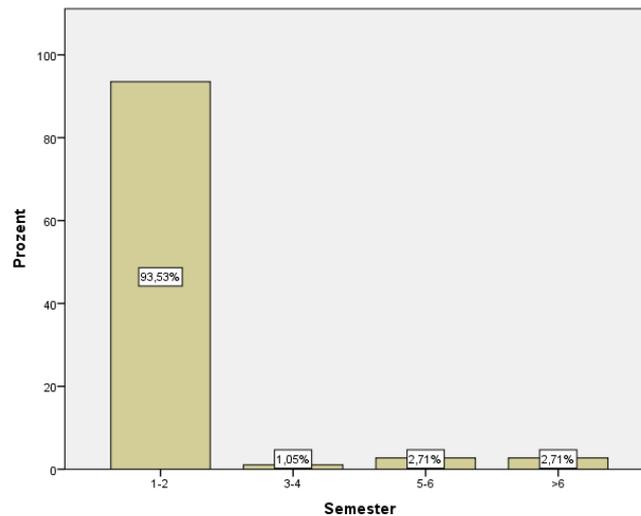


Abbildung 46 Aufteilung der Stichprobe nach der Studiendauer

Da die Anzahl an Datensätzen für die höheren Semester sehr gering ist ($n = 129$), wurden für die weitere Auswertung alle Ergebnisse ab dem zweiten Studienjahr zusammengefasst.

7.1.1.2 Lehrmethoden allgemein

Dieser Abschnitt befasst sich mit der deskriptiven Statistik der Daten zu den Lehrmethoden. Hierbei werden der Innovationsgrad der Lehrmethoden (D.1), die Kommunikation der Lernziele (D.2), der Nutzen der bereitgestellten Lernunterlagen (D.3) und der Umfang der präsentierten Anwendungsbeispiele (D.4) untersucht. Details zur Auswertung können aus dem Anhang entnommen werden.

D.1.: Innovationsgrad

Zu beschreibende Statistik: Wie wird der **Innovationsgrad** der verschiedenen Lehrmethoden empfunden?

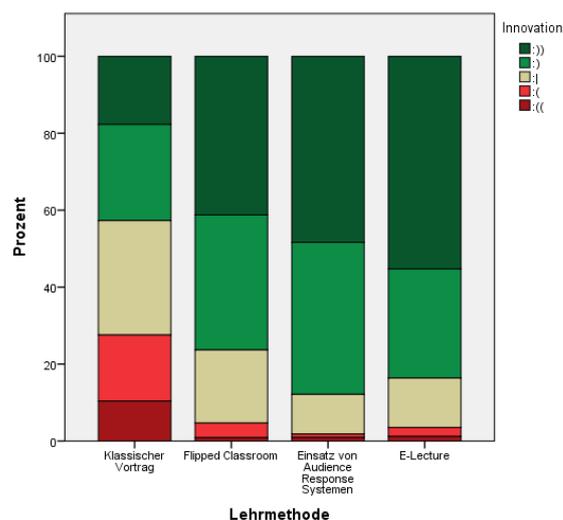


Abbildung 47 Innovationsgrad - Balkendiagramme

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für den Innovationsgrad relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,78**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielten die Methoden „**Einsatz von Audience Response Systemen**“ und „**E-Lecture**“ mit einem Mittelwert von **1,66**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 47 entnommen werden.

D.2.: Lernziele

Zu beschreibende Statistik: Wie klar wurden die **Lernziele** in den verschiedenen Lehrmethoden kommuniziert?

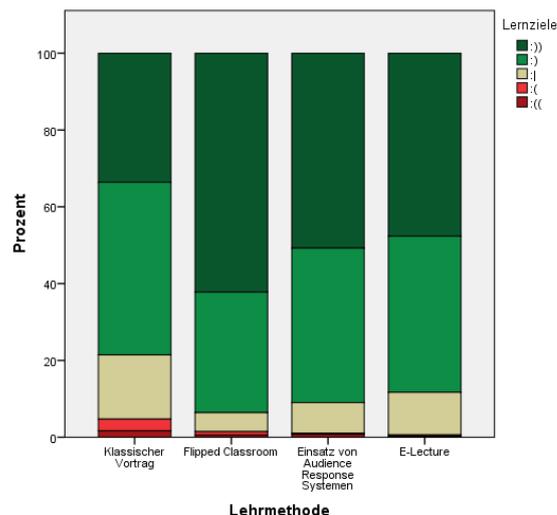


Abbildung 48 Lernziele - Balkendiagramme

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Kommunikation der Lernziele während der Lehrveranstaltungseinheit relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**1,94**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Flipped Classroom**“ mit einem Mittelwert von **1,46**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 48 entnommen werden.

D.3.: Lernunterlagen

Zu beschreibende Statistik: Wie hilfreich waren die bereitgestellten Lernmaterialien?

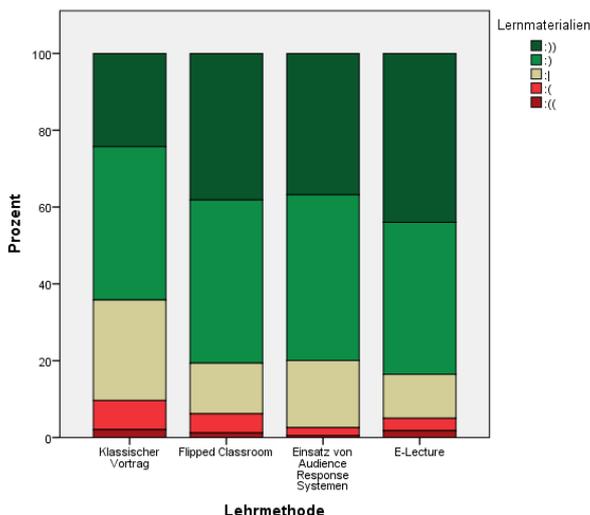


Abbildung 49 Lernunterlagen - Balkendiagramme

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für den Nutzen der bereitgestellten Lernmaterialien relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,23**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**E-Lecture**“ mit einem Mittelwert von **1,79**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 49 entnommen werden.

D.4.: Anwendungsbeispiele

Zu beschreibende Statistik: Arbeiten die verschiedenen Lehrmethoden mit ausreichend Anwendungsbeispielen?

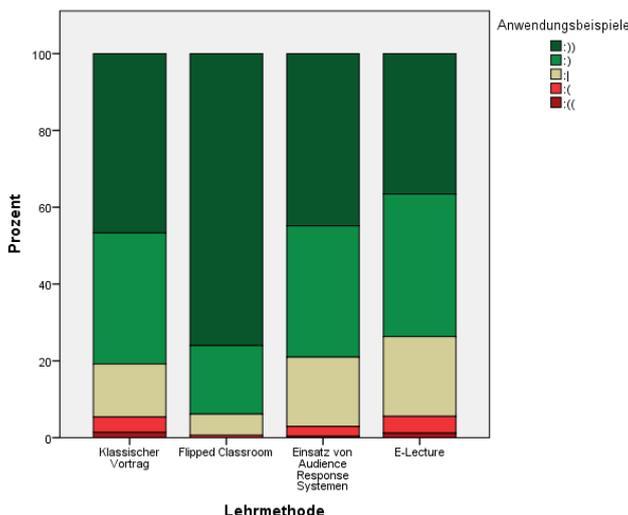


Abbildung 50 Anwendungsbeispiele - Balkendiagramme

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für den Umfang der präsentierten Anwendungsbeispiele relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**E-Lecture**“ den schlechtesten Mittelwert (**1,96**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad und Präsenzphase weisen einen besseren Mittelwert auf. Das

beste Ergebnis erzielte die Methode „**Flipped Classroom**“ mit einem Mittelwert von **1,31**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 49 entnommen werden.

7.1.2 Überprüfung der aufgestellten Hypothesen

In diesem Abschnitt werden die aufgestellten Hypothesen getestet und die dazugehörigen Daten näher überprüft. Dabei wird untersucht ob Unterschiede in den Verteilungen erkennbar sind (Chi-Quadrat-Test für eine Stichprobe, T-Test für mehrere Stichproben) und ob ein Zusammenhang erkennbar ist (Korrelation). Die Details der Auswertung können im Anhang nachgelesen werden.

7.1.2.1 C.1.: Wissenstransfer

Dieser Hypothesencluster beschäftigt sich mit dem **Wissenstransfer der Lehrveranstaltungsteilnehmer** (C.1.) Es werden das vermittelte Wissen durch die Absolvierung von Lehrveranstaltungen (H.1.1.), die Verständlichkeit der vermittelten Lehrveranstaltungsinhalte (H.1.2.) und der angemessene Arbeitsaufwand zur Absolvierung der Lehrveranstaltung (H.1.3.) untersucht.

H.1.1.: Wissensvermittlung

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann das **vermittelte Wissen** während der Lehrveranstaltungseinheit vergrößert werden.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Vergrößerung des Wissens nach der Absolvierung einer Lehrveranstaltungseinheit relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,08**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Flipped Classroom**“ mit einem Mittelwert von **1,43**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 51 entnommen werden.

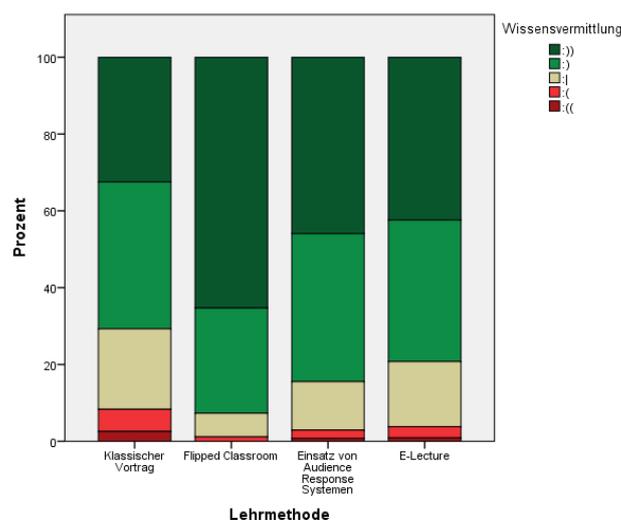


Abbildung 51 Wissensvermittlung - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die Menge des **vermittelten Wissens** während einer Lehrveranstaltungseinheit aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die Menge des **vermittelten Wissens** während einer Lehrveranstaltungseinheit aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte für die Vergrößerung des Wissens nach der Absolvierung einer Lehrveranstaltungseinheit auf. Es kann angenommen werden, dass durch die Integration von digitalen Lehrmethoden mehr Wissen vermittelt werden kann.

H.1.2.: Verständlichkeit

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden können Lehrveranstaltungsinhalte **verständlicher** vermittelt werden.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Verständlichkeit in der Vermittlung der Lehrveranstaltungsinhalte relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**1,91**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Flipped Classroom**“ mit einem Mittelwert von **1,41**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 52 entnommen werden.

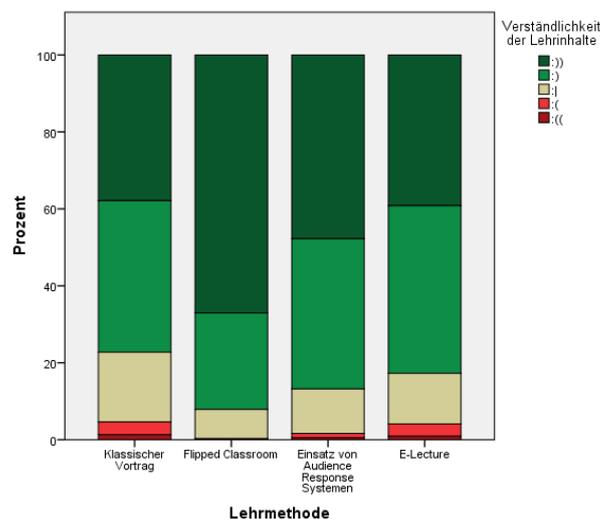


Abbildung 52 Verständlichkeit - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **Verständlichkeit** der Vermittlung von Lehrveranstaltungsinhalten aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **Verständlichkeit** der Vermittlung von Lehrveranstaltungsinhalten aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte für die verständliche Vermittlung der Lehrveranstaltungsinhalte auf. Es kann angenommen werden, dass die Lehrveranstaltungsinhalte durch die Integration von digitalen Lehrmethoden verständlicher vermittelt werden können.

H.1.3.: Arbeitsaufwand

Aufgestellte Hypothese: „Der angemessene **Arbeitsaufwand** zur Absolvierung einer Lehrveranstaltung ist unabhängig von der verwendeten Lehrmethode.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für den angemessenen Arbeitsaufwand einer Lehrveranstaltungseinheit relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,07**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Einsatz von Audience Response Systemen**“ mit einem Mittelwert von **1,79**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 53 entnommen werden.

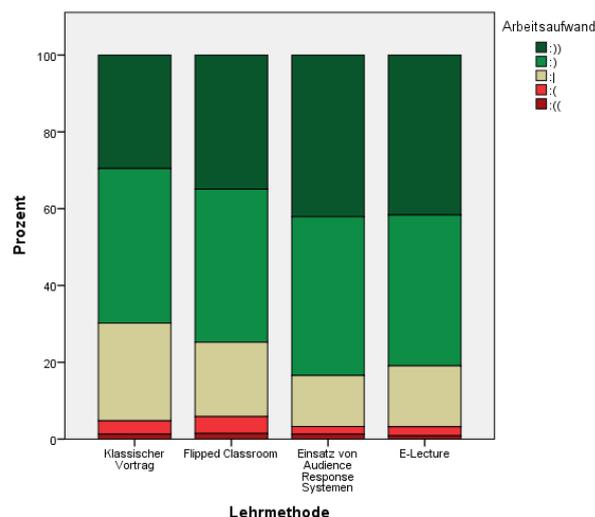


Abbildung 53 Arbeitsaufwand - Balkendiagramme

H₀: Der angemessene **Arbeitsaufwand** zur Absolvierung einer Lehrveranstaltung ist unabhängig von der verwendeten Lehrmethode.

H_A: Der angemessene **Arbeitsaufwand** zur Absolvierung einer Lehrveranstaltung ist abhängig von der verwendeten Lehrmethode.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte für den angemessenen Arbeitsaufwand zur Absolvierung einer Lehrveranstaltungseinheit auf. Es kann angenommen werden, dass durch die Integration von digitalen Lehrmethoden die aufgebrauchte Arbeitsleistung effizienter genutzt werden kann.

7.1.2.2 C.2.: Individuelle Anforderungen der Lehrveranstaltungsteilnehmer

Dieser Hypothesencluster beschäftigt sich mit den **individuellen Anforderungen der Lehrveranstaltungsteilnehmer** (C.2.) Es werden die Individuellen Präferenzen der Lehrveranstaltungsteilnehmer (H.2.1.) und das individuelle Lerntempo während der Lehrveranstaltung (H.2.2.) untersucht.

H.2.1.: Individuelle Präferenzen

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann besser auf die **individuellen Präferenzen** der Lehrveranstaltungsteilnehmer eingegangen werden.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Erfüllung der individuellen Präferenzen relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**3,08**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Einsatz von Audience Response Systemen**“ mit einem Mittelwert von **2,21**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 54 entnommen werden.

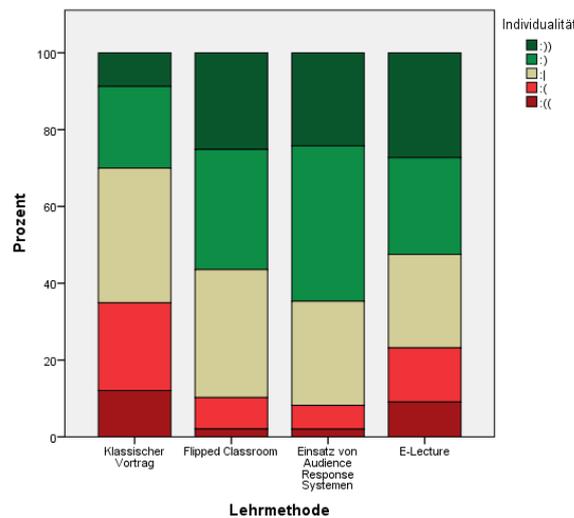


Abbildung 54 Individualität - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die Erfüllung der **individuellen Präferenzen** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die Erfüllung der **individuellen Präferenzen** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte für die Erfüllung der individuellen Präferenzen auf. Es kann angenommen werden, dass die individuellen Präferenzen der Lehrveranstaltungsteilnehmer durch die Integration von digitalen Lehrmethoden besser erfüllt werden können.

H.2.2.: Individuelles Lerntempo

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann besser auf das **individuelle Lerntempo** eingegangen werden.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Anpassung an das individuelle Lerntempo relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**1,91**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Flipped Classroom**“ mit einem Mittelwert von **1,43**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 55 entnommen werden.

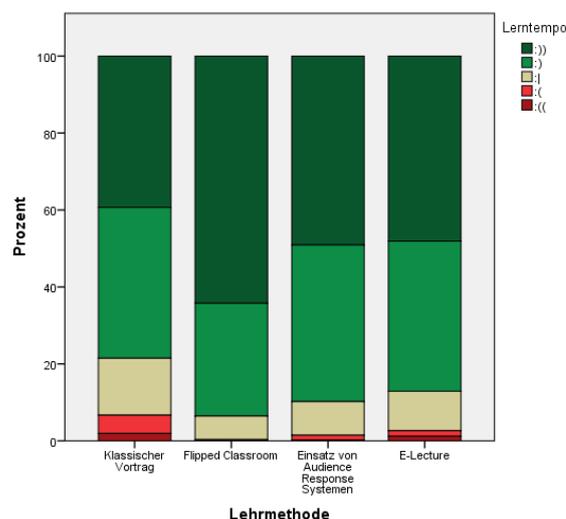


Abbildung 55 Lerntempo - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die Anpassung an das **individuelle Lerntempo** aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die Anpassung an das **individuelle Lerntempo** aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte für die Anpassung an das individuelle Lerntempo auf. Es kann angenommen werden, dass man sich durch die Integration von digitalen Lehrmethoden besser an das individuelle Lerntempo der Lehrveranstaltungsteilnehmer anpassen kann.

7.1.2.3 C.3.: Wechselbeziehungen zwischen Studenten und Lehrenden

Dieser Hypothesencluster beschäftigt sich mit den **Wechselbeziehungen zwischen Studenten und Lehrenden** (C.3.). Es werden die Studentenzentriertheit der Lehrveranstaltung (H.3.1.) und die Interaktion zwischen Studenten und Lehrenden (H.3.2.) untersucht.

H.3.1: Studentenzentriertheit

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden können **Studenten besser in den Fokus der Lehrveranstaltung gestellt werden.**“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Studentenzentriertheit relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**3,01**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Einsatz von Audience Response Systemen**“ mit einem Mittelwert von **1,77**. Im Vergleich mit den anderen digitalen Lehrmethoden weist die Lehrmethode „**E-Lecture**“ einen deutlich schlechteren Mittelwert auf (**2,75**). Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 56 entnommen werden.

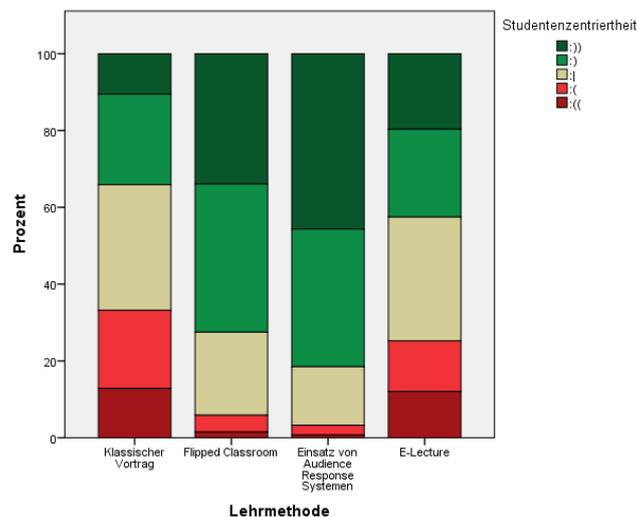


Abbildung 56 Studentenzentriertheit - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **Studentenzentriertheit** der Lehrveranstaltungen aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **Studentenzentriertheit** der Lehrveranstaltungen aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte für die Studentenzentriertheit auf. Es kann angenommen werden, dass durch die Integration von digitalen Lehrmethoden die Studentenzentriertheit verstärkt wird. Digitale Lehrmethoden, welche eine Präsenzphase beinhalten, weisen im Vergleich mit Methoden ohne Präsenzphase bessere Werte auf.

H.3.2: Interaktion

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden wird die **Interaktion** zwischen Studenten und Lehrenden gefördert.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Interaktion zwischen Studenten und Lehrenden relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**E-Lecture**“ den schlechtesten Mittelwert (**3,39**) aufweist. Die anderen Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,57**). Der „**Klassische Vortrag**“ weist im Vergleich mit dem „Einsatz von Audience Response Systemen“ und dem „Flipped Classroom“ einen deutlich schlechteren Mittelwert (**2,46**) auf. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 57 entnommen werden.

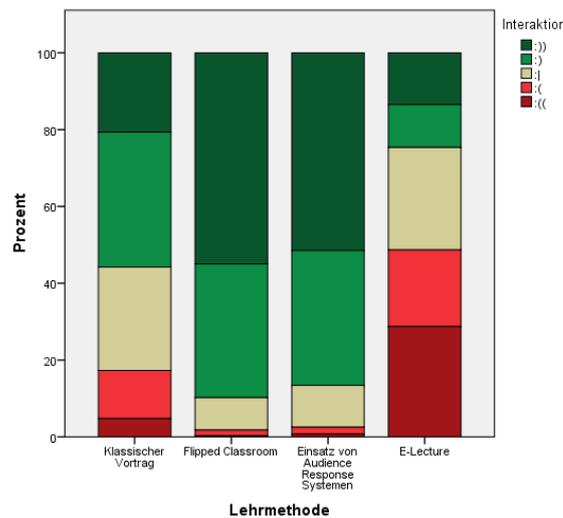


Abbildung 57 Interaktion - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **Interaktion** zwischen Studenten und Lehrenden aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **Interaktion** zwischen Studenten und Lehrenden aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad und Präsenzphase weisen bessere Werte für die Interaktion zwischen Studenten und Lehrenden auf. Es kann jedoch nicht angenommen werden, dass durch die Integration von digitalen Lehrmethoden die Motivation zum Mitarbeiten immer steigt. Nur in Kombination mit einer Präsenzlehrveranstaltung konnte nachgewiesen werden, dass die Motivation zum Mitarbeiten gesteigert wird.

7.1.2.4 C.4.: Auseinandersetzung mit den Lerninhalten

Dieser Hypothesencluster beschäftigt sich mit dem Thema **Auseinandersetzung mit den Lerninhalten** (C.4.). Es werden die selbstständige Auseinandersetzung mit den Lerninhalten (H.4.1.) und die Motivation zum Mitarbeiten während der Lehrveranstaltung (H.4.2.) untersucht.

H.4.1: Selbstständige Auseinandersetzung

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden wird die **selbstständige Auseinandersetzung mit den Lerninhalten unterstützt.**“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die selbstständige Auseinandersetzung mit den Lerninhalten relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,65**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Flipped Classroom**“ mit einem Mittelwert von **1,71**. Im Vergleich mit den anderen digitalen Lehrmethoden weist die Lehrmethode „**E-Lecture**“ einen deutlich schlechteren Mittelwert auf (**2,22**). Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 58 entnommen werden.

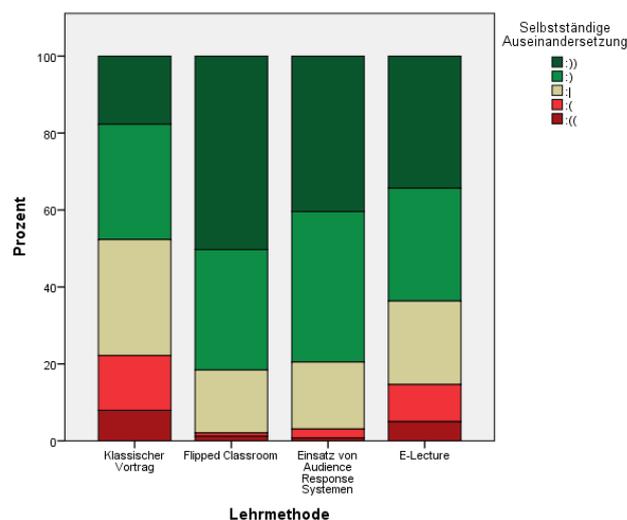


Abbildung 58 Selbstständige Auseinandersetzung - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **selbstständige Auseinandersetzung** mit den Lerninhalten aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **selbstständige Auseinandersetzung** mit den Lerninhalten aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte für die selbstständige Auseinandersetzung mit den Lerninhalten auf. Es kann angenommen werden, dass durch die Integration von digitalen Lehrmethoden die selbstständige Auseinandersetzung mit den Lerninhalten unterstützt wird. Digitale Lehrmethoden, welche eine Präsenzphase beinhalten, weisen im Vergleich mit Methoden ohne Präsenzphase bessere Werte auf.

H.4.2: Motivation zum Mitarbeiten

Aufgestellte Hypothese: „Die Integration von digitalen Lehrmethoden motiviert Studenten zum Mitarbeiten.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Motivation zum Mitarbeiten relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**E-Lecture**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,90**) aufweist. Die anderen Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,71**). Der „**Klassische Vortrag**“ weist im Vergleich mit dem „Einsatz von Audience Response Systemen“ und dem „Flipped Classroom“ einen deutlich schlechteren Mittelwert (**2,70**) auf. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 59 entnommen werden.

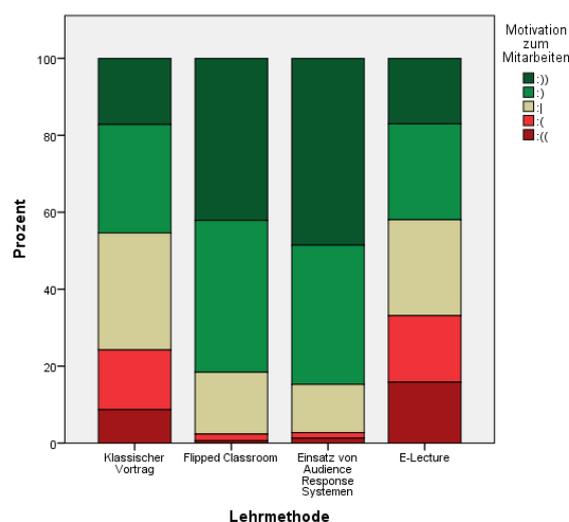


Abbildung 59 Motivation zum Mitarbeiten - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die Motivation von Studenten zum **Mitarbeiten** aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die Motivation von Studenten zum **Mitarbeiten** aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad und Präsenzphase weisen bessere Werte für die Motivation zum Mitarbeiten auf. Es kann jedoch nicht angenommen werden, dass durch die Integration von digitalen Lehrmethoden die Motivation zum Mitarbeiten immer steigt. Nur in Kombination mit einer Präsenzlehrveranstaltung konnte nachgewiesen werden, dass die Motivation zum Mitarbeiten gesteigert wird.

7.1.2.5 C.5.: Präsenzphase

Dieser Hypothesencluster beschäftigt sich mit dem Thema **Präsenz** (C.5.). Es werden die empfundene Sinnhaftigkeit des Lehrveranstaltungsbesuchs (H.5.1.), die Effizienz der Zeitnutzung während der Lehrveranstaltung (H.5.2.) und die Konzentrationsfähigkeit während der Lehrveranstaltung (H.5.2.) untersucht.

H.5.1: Lehrveranstaltungsbesuch

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden ergibt es für Studenten mehr **Sinn** eine Lehrveranstaltung zu **besuchen**.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Sinnhaftigkeit des Lehrveranstaltungsbesuches relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,17**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen deutlich besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Flipped Classroom**“ mit einem Mittelwert von **1,53**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 60 entnommen werden.

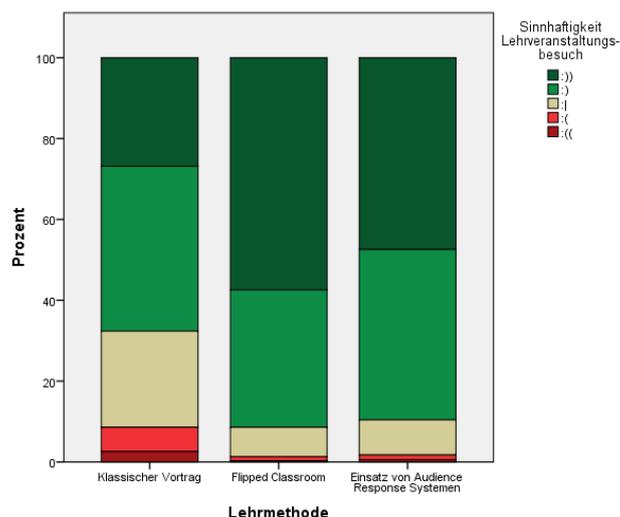


Abbildung 60 Sinnhaftigkeit Lehrveranstaltungsbesuch - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die empfundene **Sinnhaftigkeit des Lehrveranstaltungsbesuchs** aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die empfundene **Sinnhaftigkeit des Lehrveranstaltungsbesuchs** aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte bei der Sinnhaftigkeit des Lehrveranstaltungsbesuchs auf. Es kann angenommen werden, dass es für Studenten mehr Sinn macht eine Lehrveranstaltung zu besuchen, wenn digitale Lehrmethoden integriert sind.

H.5.2: Effiziente Zeitnutzung während der Lehrveranstaltung

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann die **Präsenzzeit effizienter** genutzt werden.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die effiziente Zeitnutzung während der Lehrveranstaltung relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,17**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen deutlich besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Flipped Classroom**“ mit einem Mittelwert von **1,54**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 61 entnommen werden.

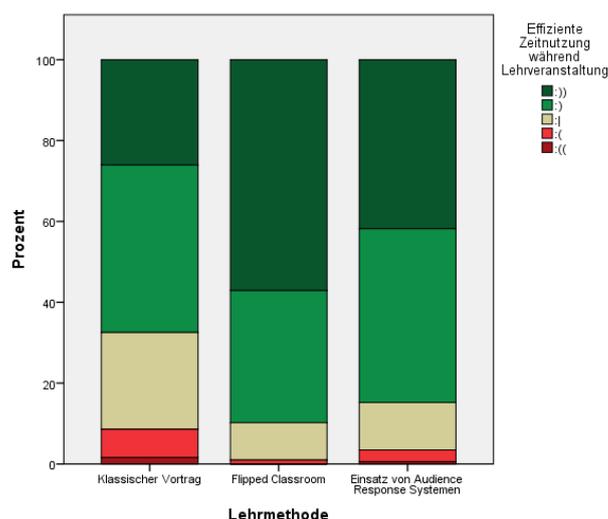


Abbildung 61 Effiziente Zeitnutzung - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **effiziente Zeitnutzung** während der Präsenzzeit aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **effiziente Zeitnutzung** während der Präsenzzeit aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte bei der effizienteren Zeitnutzung während der Lehrveranstaltung auf. Es kann angenommen werden, dass die Zeit während einer Präsenzlehrveranstaltung durch die Integration von digitalen Lehrmethoden effizienter ausgenutzt werden kann.

H.5.3: Konzentrationsfähigkeit während der Lehrveranstaltung

Aufgestellte Hypothese: „Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die Konzentrationsfähigkeit während der Lehrveranstaltungseinheit aus“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Konzentrationsfähigkeit während der Lehrveranstaltung relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,41**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen deutlich besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Flipped Classroom**“ mit einem Mittelwert von **1,71**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 62 entnommen werden.

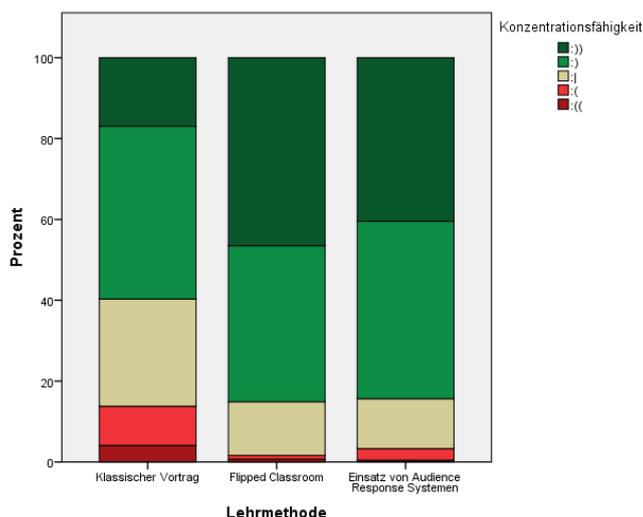


Abbildung 62 Konzentrationsfähigkeit - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **Konzentrationsfähigkeit** während der Lehrveranstaltungseinheit aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **Konzentrationsfähigkeit** während der Lehrveranstaltungseinheit aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte bei der Konzentrationsfähigkeit während der Lehrveranstaltung auf. Es kann angenommen werden, dass sich Studenten durch die Integration von digitalen Lehrmethoden besser auf die Inhalte einer Lehrveranstaltung konzentrieren können.

7.1.2.6 C.6.: Zufriedenheit

Dieser Hypothesencluster beschäftigt sich mit dem Thema **Zufriedenheit** (C.6.). Die Zufriedenheit wird allgemein (H.6.1.) untersucht, außerdem werden Unterschiede zwischen den Geschlechtern (H.6.2.), den Studiengängen (H.6.3.) und der Studiendauer (H.6.4.) analysiert.

H.6.1: Zufriedenheit allgemein

Aufgestellte Hypothese: „Die Nutzung von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die **Zufriedenheit** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Zufriedenheit relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,18**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen deutlich besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Flipped Classroom**“ mit einem Mittelwert von **1,41**. Eine Visualisierung der Ergebnisse kann Abbildung 63 entnommen werden.

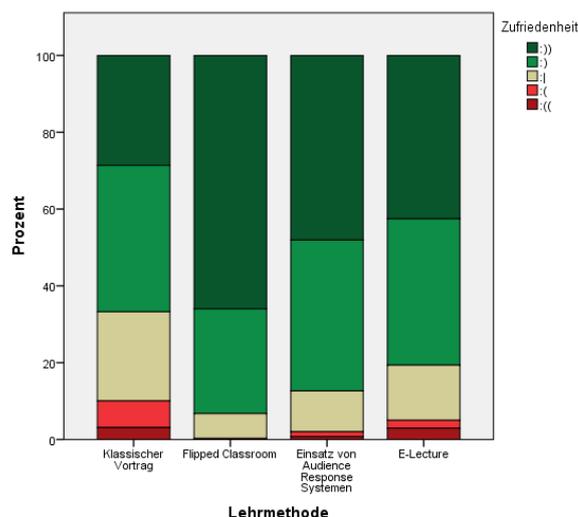


Abbildung 63 Zufriedenheit allgemein - Balkendiagramme

H₀: Die Nutzung von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **Zufriedenheit** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

H_A: Die Nutzung von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **Zufriedenheit** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte bei der Zufriedenheit auf. Es kann angenommen werden, dass sich die Integration von digitalen Lehrmethoden positiv auf die Zufriedenheit auswirkt.

H.6.2: Zufriedenheit Geschlecht

Aufgestellte Hypothese: „Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig vom **Geschlecht**.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten der Zufriedenheit, aufgeteilt nach dem Geschlecht, ergab, dass **weibliche** Lehrveranstaltungsteilnehmer einen geringfügig besseren Mittelwert der Zufriedenheit (**1,54**) als **männliche** Lehrveranstaltungsteilnehmer (**1,67**) aufweisen. Für die Analyse wurden nur die Datensätze digitaler Lehrmethoden herangezogen. Eine Visualisierung aller Datensätze kann Abbildung 64 und Abbildung 65 entnommen werden.

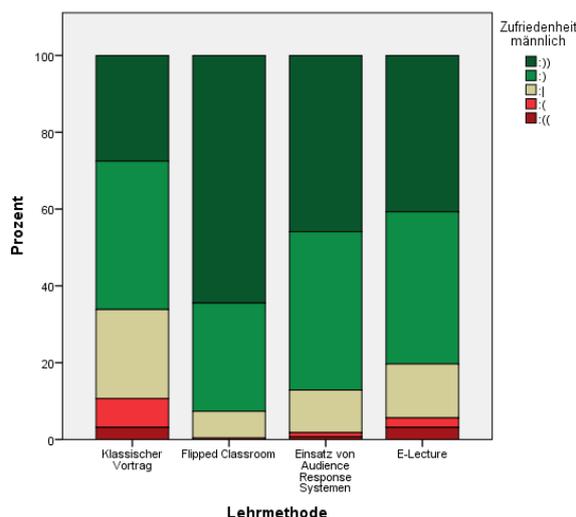


Abbildung 64 Zufriedenheit männlich - Balkendiagramme

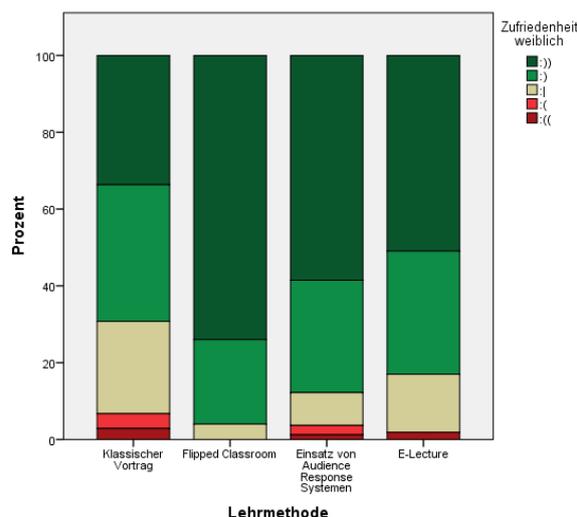


Abbildung 65 Zufriedenheit weiblich - Balkendiagramme

H₀: Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig vom **Geschlecht**.

H_A: Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist abhängig vom **Geschlecht**.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist nicht signifikant ($p = 0,107$) Die **Nullhypothese wird beibehalten**.

Zwischen den Geschlechtern konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Verteilung der Ergebnisse kann als gleich angenommen werden. Es wird angenommen, dass die Zufriedenheit unabhängig vom Geschlecht ist.

H.6.3.: Zufriedenheit Studiengang

Aufgestellte Hypothese: „Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig vom **Studiengang**.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten der Zufriedenheit, aufgeteilt nach dem Studiengang, ergab, dass Studenten des Studiengangs **Wirtschaftsingenieurwesen** einen geringfügig besseren Mittelwert der Zufriedenheit (**1,61**) als Studenten des Studiengangs **Maschinenbau** (**1,68**) aufweisen. Für die Analyse wurden nur die Datensätze digitaler Lehrmethoden herangezogen. Eine Visualisierung aller Datensätze kann Abbildung 66 und Abbildung 67 entnommen werden.

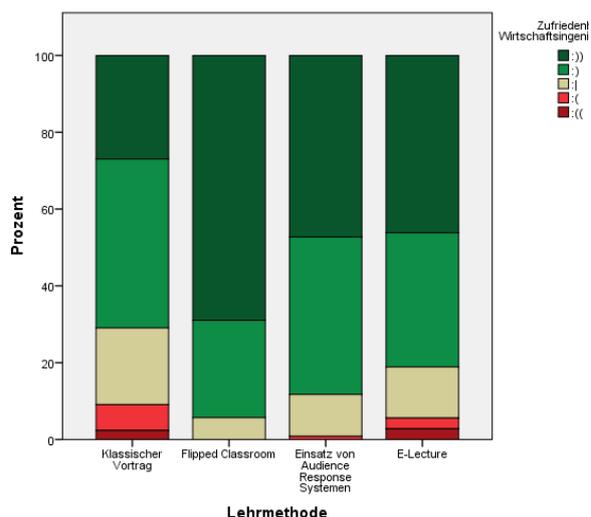


Abbildung 66 Zufriedenheit Wirtschaftsingenieurwesen - Balkendiagramme

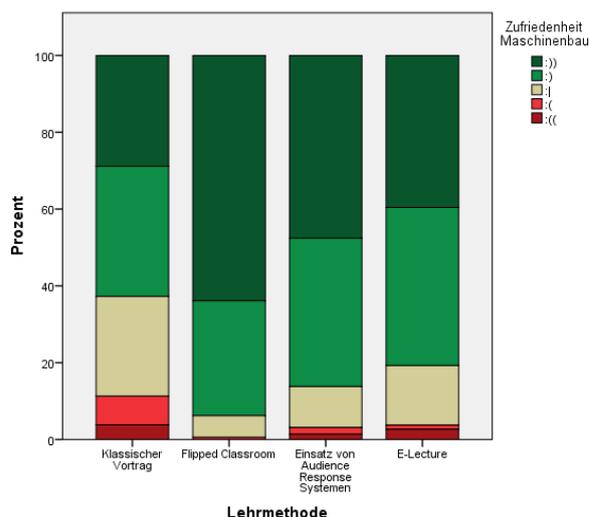


Abbildung 67 Zufriedenheit Maschinenbau - Balkendiagramme

H₀: Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig vom **Studiengang**.

H_A: Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist abhängig vom **Studiengang**.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist nicht signifikant ($p = 0,658$) Die **Nullhypothese wird beibehalten**.

Zwischen den Studiengängen konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Verteilung der Ergebnisse kann als gleich angenommen werden. Es wird angenommen, dass die Zufriedenheit unabhängig vom Studiengang ist.

H.6.4.: Zufriedenheit Studiendauer

Aufgestellte Hypothese: „Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig von der **Studiendauer**.“

Die Analyse der Evaluierungsdaten der Zufriedenheit, aufgeteilt nach der Studiendauer, ergab, dass Studenten **ab dem 2. Studienjahr** einen geringfügig besseren Mittelwert der Zufriedenheit (**1,61**) als Studenten des **1. Studienjahrs (1,65)** aufweisen. Die Methode „Flipped Classroom“, welche bei Studenten des 1. Studienjahrs den besten Mittelwert für Zufriedenheit erzielt, liegt bei Studenten ab dem 2. Studienjahr nur an dritter Stelle. Für die Analyse wurden nur die Datensätze digitaler Lehrmethoden herangezogen. Die Daten der Studenten des 1. Studienjahrs sind deutlich größer ($n = 1143$), als die Daten der Studenten des 2. Studienjahrs ($n = 84$). Eine Visualisierung aller Datensätze kann Abbildung 68 und Abbildung 69 entnommen werden.

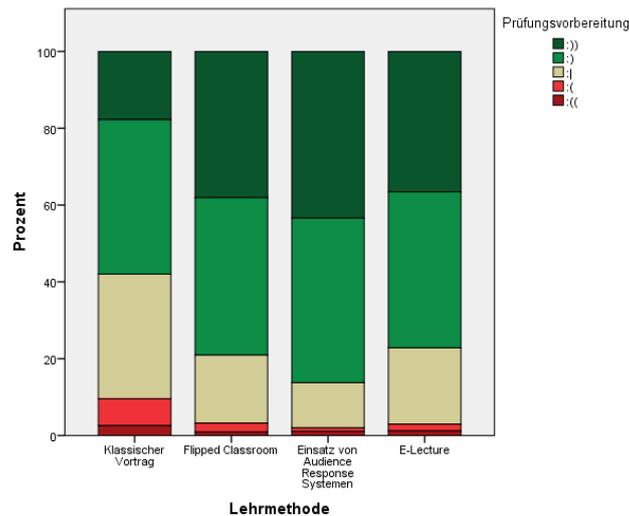


Abbildung 70 Prüfungsvorbereitung - Balkendiagramme

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die empfundene **Prüfungsvorbereitung** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die empfundene **Prüfungsvorbereitung** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

Die Homogenität der Verteilung wurde mittels Chi-Quadrat-Test überprüft. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Alle Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen bessere Werte bei der Prüfungsvorbereitung auf. Es kann angenommen werden, dass sich die Nutzung von digitalen Lehrmethoden positiv auf die Prüfungsvorbereitung auswirkt.

H.7.2.: Prüfungsergebnisse

Aufgestellte Hypothese: „Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die **Prüfungsergebnisse** aus.“

Für die Analyse wurden die drei an die Lehrveranstaltung anschließenden Prüfungstermine herangezogen ($n = 204$). Die Anzahl der Einheiten (0 - 10) an denen die Teilnehmer an der Lehrveranstaltung teilgenommen haben wurde während der Durchführung digital erhoben. In Abbildung 71 werden die Prüfungsergebnisse anhand der Ergebnisse in einem Streudiagramm aufgetragen. Es lässt sich erkennen, dass es große Gruppen an Teilnehmern gibt, die an fast allen Lehrveranstaltungen teilgenommen haben (8 – 10) oder an fast keinen (0 – 4).

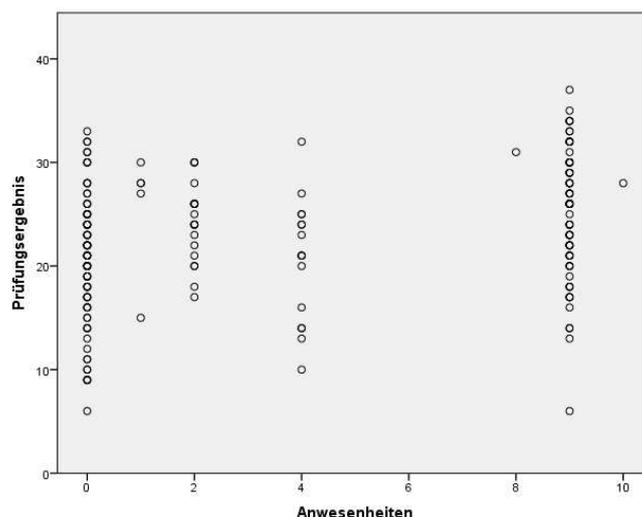


Abbildung 71 Prüfungsergebnisse - Streudiagramm

Die Untersuchung der Abhängigkeit mittels Korrelation nach Pearson ergibt einen positiven Zusammenhang zwischen Anwesenheit und Prüfungsergebnis ($r = 0,307$).

Zur weiteren Untersuchung werden die Anwesenheiten in einer **Teilnahmevariable** gruppiert. Es wird in „**Nein**“ (zwischen 0 und 5 Anwesenheiten) ($n = 126$) und „**Ja**“ (zwischen 6 und 10 Anwesenheiten) ($n = 78$) unterschieden. In Abbildung 72 werden die unterschiedlichen Teilnahmen in einer Populationspyramide angeordnet. Beide Verteilungen weisen eine ähnliche Streuung auf. Die Verteilung der Prüflinge, welche an der Lehrveranstaltung teilgenommen haben, sind leicht zu einem höheren Prüfungsergebnis hin verschoben. Der Mittelwert der Prüfungsergebnisse der Prüflinge, welcher an den Lehrveranstaltungen teilgenommen (**21,43**) haben ist höher als der Mittelwert der Prüflinge, welche nicht an der Lehrveranstaltung teilgenommen haben (**25,26**).

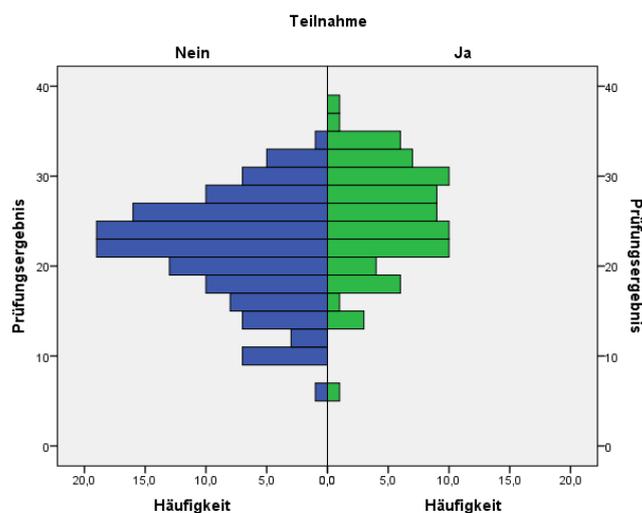


Abbildung 72 Prüfungsergebnisse - Populationspyramide

In Abbildung 73 werden die Verteilungen weiters als Boxplot dargestellt. Auch hier ist der Unterschied der Verteilungen erkennbar.

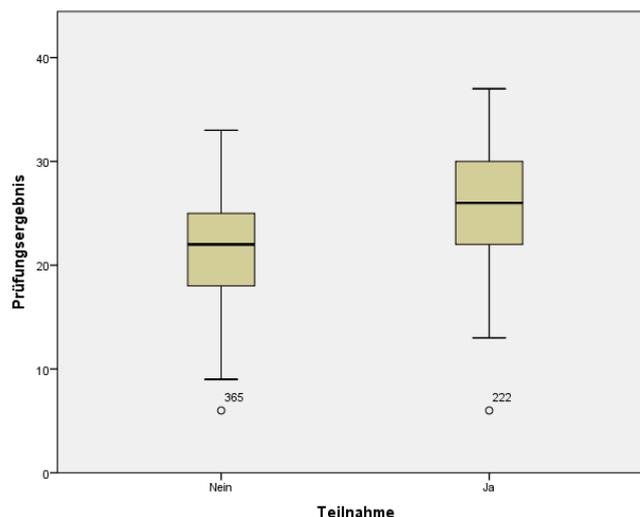


Abbildung 73 Prüfungsergebnisse - Boxplot

H₀: Es besteht kein Unterschied zwischen den **Prüfungsergebnissen** von Prüflingen, welche bei der Lehrveranstaltung anwesend waren oder nicht.

H_A: Es besteht ein Unterschied zwischen den **Prüfungsergebnissen** von Prüflingen, welche bei der Lehrveranstaltung anwesend waren oder nicht.

Ein Levene-Test ergibt, dass gleiche Varianzen angenommen werden können ($p = 0,847$). Die Mittelwerte der Verteilungen werden mittels T-Test bei unabhängigen Stichproben analysiert. Das Ergebnis des Tests ist höchst signifikant ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

Prüflinge, welche an den Lehrveranstaltungen teilgenommen haben, haben bessere Prüfungsergebnisse erzielt. Es kann angenommen werden, dass sich die Teilnahme an Lehrveranstaltungen in welcher digitale Lehrmethoden integriert sind positiv auf die Prüfungsergebnisse auswirkt.

7.2 Qualitative Evaluierung

Um die Ergebnisse der quantitativen Evaluierung zu verdichten, wird das Feedback, dass die Studenten in den drei offenen Fragen geben konnten, auf die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad aufgeteilt und mittels induktiver Kategorienbildung nach Mayring und Gläser-Zikuda (2008) analysiert. Die daraus formierten Kategorien ergeben generalisierte Informationen über die bedeutsamsten Aussagen der einzelnen Ansätze.

Im Rahmen dieser Analyse werden die Daten auf inhaltstragende Textbausteine paraphrasiert. Aussagen, welche sich nicht auf die Lehrmethode, sondern auf sonstige Gegebenheiten (Vortragender, etc...) beziehen, werden gelöscht. Anschließend

werden die Aussagen auf eine einheitliche Ebene generalisiert und zu bedeutungsgleichen Kategorien zusammengefasst. Zur genaueren Analyse werden die Anzahl der Nennungen, sowie konkrete Beispiele angegeben.

Die Codierung der Kategorien erfolgt nach der Lehrmethode (Flipped Classroom, Einsatz von Audience Response Systemen oder E-Lecture) und nach der Art des gegebenen Feedbacks (allgemein, positiv, negativ).

Die aufgestellten Kategorien sind in den Abschnitten der jeweiligen Lehrmethoden in übersichtlicher Tabellenform aufgeteilt, nach der Art des Feedbacks mit Code, Bezeichnung der Kategorie und Anzahl der Nennungen zusammengefasst. Die Codierung erfolgt, um in der anschließenden Interpretation eine leichtere Rückverfolgung zu ermöglichen.

7.2.1.1 Kategorienbildung - Flipped Classroom

In diesem Abschnitt wird das Feedback der Lehrmethode „Flipped Classroom“ analysiert.

Tabelle 15 Flipped Classroom - Feedback allgemein

Flipped Classroom – Feedback allgemein		
Code	Kategorien	Nennungen
F.a.1.	Mehr Lehrveranstaltungen mit dieser Lehrmethode	18
F.a.2.	Präsentation von Praxisbeispielen	18
F.a.3.	Zu umfangreiche Vorbereitungsunterlagen	8

In 18 Nennungen wünschen sich Lehrveranstaltungsteilnehmer einen Ausbau an Lehrveranstaltungen in welcher die Methode Flipped Classroom verwendet wird (F.a.1.). Die Kombination aus theoretischer Vorbereitung und einem Vortrag, welcher sich vornehmlich auf Praxisbeispiele konzentriert (F.a.2.) stieß mit 18 Nennungen ebenfalls auf sehr positive Resonanz. Acht Lehrveranstaltungsteilnehmern waren die Vorbereitungsunterlagen zu umfangreich. Es wurde der Wunsch nach kompakteren Unterlagen geäußert (F.a.3.).

Tabelle 16 Flipped Classroom - Feedback positiv

Flipped Classroom – Feedback positiv		
Code	Kategorien	Nennungen
F.p.1.	Umfangreiche Präsentation von Praxisbeispielen	55
F.p.2.	Viel Interaktion zwischen Vortragenden und Studenten	9
F.p.3.	Multimediale Lehrveranstaltungsabwicklung	8
F.p.4.	Besserer Wissenstransfer durch Vorwissen	2

Wie schon im allgemeinen Feedback, gaben 55 Lehrveranstaltungsteilnehmer an, dass die umfangreiche Präsentation von Praxis- und Anwendungsbeispielen positiv sei (F.p.1.). Die Vortragenden der „Flipped Classroom“ Lehrveranstaltungen hatten

langjährige Industrieerfahrung und konnten so auf viele reale Praxisbeispiele zurückgreifen. Dies wurde im Feedback oft positiv erwähnt. Die Präsenzphase der Lehrveranstaltung wurde zur ausgiebigen Diskussion mit den Teilnehmern genutzt, was ebenfalls neun Mal positiv vermerkt wurde (F.p.2.). Acht Teilnehmer hoben auch die multimediale Lehrveranstaltungsabwicklung durch wissenschaftliche Artikel, Vorbereitungsvideos und Beispielvideos positiv hervor (F.p.3.). Zwei Teilnehmer merkten positiv an, dass es durch die Vorbereitung zu einem besseren Wissenstransfer kam (F.p.4.).

Tabelle 17 Flipped Classroom - Feedback negativ

Flipped Classroom – Feedback negativ		
Code	Kategorien	Nennungen
F.n.1.	Zu umfangreiche Vorbereitungsunterlagen	15
F.n.2.	Zu wenig Bezug auf Vorbereitungsunterlagen	2
F.n.3.	Zu viel Interaktion zwischen Vortragenden und Studenten	2

15 Teilnehmer merkten negativ an, dass die Vorbereitungsunterlagen zu umfangreich waren (F.n.1.). Für zwei Teilnehmer wurde auch zu wenig Bezug auf die Vorbereitungsunterlagen genommen (F.n.2.), was sie negativ anmerkten. Zwei Teilnehmer empfanden die umfangreiche Interaktion durch Fragen der Studenten an den Vortragenden (F.n.3.) als negativ.

7.2.1.2 Kategorienbildung - Einsatz von Audience Response Systemen

In diesem Abschnitt wird das Feedback der Lehrmethode „Einsatz von Audience Response Systemen“ analysiert.

Tabelle 18 Einsatz von Audience Response Systemen - Feedback allgemein

Einsatz von Audience Response Systemen – Feedback allgemein		
Code	Kategorien	Nennungen
A.a.1.	Mehr Lehrveranstaltungen mit dieser Lehrmethode	20
A.a.2.	Anregung zur Mitarbeit durch Methodeneinsatz	8
A.a.3.	Lehrmethode bietet präzise Prüfungsvorbereitung	3
A.a.4.	Viele Anwendungsbeispiele	3
A.a.5.	Unruhe durch Medieneinsatz	3
A.a.6.	Methodeneinsatz anpassen	2
A.a.7.	Andere Werkzeuge verwenden	2

Das häufigste (20 Nennungen) allgemeine Feedback der Teilnehmer ist der Wunsch nach mehr Lehrveranstaltungen, in denen Audience Response Systeme verwendet werden (A.a.1.). Die Möglichkeit mittels Wiederholungsfragen zu interagieren, regt die Lehrveranstaltungsteilnehmer zum Mitarbeiten an (A.a.2.) und wurde von 8 Teilnehmern genannt. Durch die bearbeiteten Wiederholungsfragen fühlen sich drei Teilnehmer besonders bei der Prüfungsvorbereitung unterstützt (A.a.3.). Weiters

wurde von drei Teilnehmern angemerkt, dass die bereitgestellten Wiederholungsfragen, realen Beispiele und Case Studies sehr hilfreich waren (A.a.4.). Drei Teilnehmer merken an, dass es durch den Methodeneinsatz zu Unruhe im Hörsaal kam (A.a.5). Zwei Teilnehmer wünschen sich auch eine Anpassung des Methodeneinsatzes (A.a.6), beispielsweise zur Erweiterung von Diskussionen. Zwei Teilnehmer haben angegeben, dass andere Werkzeuge wie PINGO als Audience Response System verwendet werden sollen (A.a.7.).

Tabelle 19 Einsatz von Audience Response Systemen - Feedback positiv

Einsatz von Audience Response Systemen – Feedback positiv		
Code	Kategorien	Nennungen
A.p.1.	Interaktion zwischen Vortragenden und Studenten	64
A.p.2.	Einsatz von digitalen Lehrmethoden	39
A.p.3.	Anwendungsbeispiele in Lehrveranstaltung	23
A.p.4.	Motivation zum Mitarbeiten	14
A.p.5.	Lehrmethode bietet präzise Prüfungsvorbereitung	12
A.p.6.	Eingesetztes Werkzeug (PINGO)	5
A.p.7.	Bessere Wissensvermittlung durch Lehrmethode	4
A.p.8.	Aufmerksamkeitssteigerung	2

64 Lehrveranstaltungsteilnehmer nennen die Möglichkeit zur Interaktion zwischen Vortragenden und Studenten (A.p.1.) als positives Beispiel. Die Tatsache das Audience Response Systeme als digitale Lehrmethode (A.p.2.) eingesetzt werden, wird positiv angemerkt (39 Nennungen), oft mit zusätzlicher Anmerkung, dass diese Methode als innovativ empfunden wird. Die digitalen Wiederholungsfragen, Case Studies, Übungen und interaktiven Anwendungsbeispiele (A.p.3.) wurden von 23 Lehrveranstaltungsteilnehmern positiv angemerkt. Der Einsatz von Audience Response Systemen motiviert 14 Teilnehmer zum Mitarbeiten (A.p.4.). Die Bearbeitung von möglichen Prüfungsfragen wirkt sich positiv auf die empfundene Prüfungsvorbereitung (A.p.5.) von 12 Teilnehmern aus. PINGO (A.p.6.), das eingesetzte Response System, wird fünf Mal als positives Beispiel genannt. Vier Teilnehmer geben an, dass sich der Einsatz von Audience Response Systemen positiv auf die Vermittlung des Wissens (A.p.7.) und die Aufmerksamkeit (A.p.8.) der Lehrveranstaltungsteilnehmer auswirkt (2 Nennungen).

Tabelle 20 Einsatz von Audience Response Systemen - Feedback negativ

Einsatz von Audience Response Systemen – Feedback negativ		
Code	Kategorien	Nennungen
A.n.1.	Unruhe durch Interaktion	19
A.n.2.	Zeitdauer zur Fragenbeantwortung zu kurz	14
A.n.3.	Störenfriede bei Beantwortung	10
A.n.4.	Mehr Anwendungsbeispiele	2

Am öftesten (19 Nennungen) negativ merkten Lehrveranstaltungsteilnehmer die entstandene Unruhe und gesteigerte Lautstärke im Hörsaal durch den Einsatz von Audience Response Systemen (A.n.1.) an. 14 Lehrveranstaltungsteilnehmer merken an, dass die Bearbeitungszeit der Aufgaben zu kurz (A.n.2.) war. Bei der Bearbeitung von offenen Aufgaben traten Störenfriede auf, welche durch die Angabe von unpassenden Ausdrücken oder Phantasiebegriffen die Bearbeitung störten (A.n.3.). Ein Beispiel hierfür ist die wiederholte unpassende Nennung des Wortes „Stapler“ in Begriffswolken. Dies wurde von 10 Teilnehmern als negativ angemerkt. Zwei Mal wurden noch mehr Anwendungsbeispiele als Feedback gegeben (A.n.4.).

7.2.1.3 Kategorienbildung - E-Lecture

In diesem Abschnitt wird das Feedback der Lehrmethode „E-Lecture“ analysiert.

Tabelle 21 E-Lecture - Feedback allgemein

E-Lecture – Feedback allgemein		
Code	Kategorien	Nennungen
E.a.1.	Mehr Lehrveranstaltungen mit dieser Lehrmethode	31
E.a.2.	Physische Präsenz aufrecht halten	15
E.a.3.	Synchrone Kommunikation implementieren	15
E.a.4.	Medienqualität weiter verbessern	11
E.a.5.	Lehrveranstaltungsformat anpassen	8
E.a.6.	Unterstützung durch weitere digitale Lehrmethoden	4
E.a.7.	Internetverbindung benötigt	1

Mit 31 Nennungen hat die Lehrmethode „E-Lecture“, bei der kleinsten Stichprobenanzahl, die größte Anzahl an Nennungen für die Vergrößerung des Angebots (E.a.1.). Für 15 Teilnehmer ersetzt die komplett digitale Lehrveranstaltung nicht die physische Präsenz und den direkten, persönlichen Kontakt zum Vortragenden (E.a.2.). Das Format E-Lecture enthält keine zeitlich synchrone Kommunikation zwischen Vortragenden und Studenten. Dem Feedback kann entnommen werden, dass eine synchrone Form der Interaktion (E.a.3.) gewünscht wird, in der auch auf die individuellen Präferenzen der Teilnehmer eingegangen werden kann (15 Nennungen). Die Lehrvideos wurden in herkömmlichen Büroräumlichkeiten aufgenommen, was dazu geführt hat, dass es teilweise Videoabschnitte mit verminderter Medienqualität gibt. Es kam elfmal die Anmerkung, dass die Medienqualität weiter verbessert werden soll (E.a.5.). In vier Feedbackbeiträgen wurde die Umsetzung von weiteren digitalen Lehrmethoden zusätzlich zu E-Lectures gewünscht (E.a.6.). Ein Teilnehmer merkte kritisch an, dass für die E-Lecture eine Internetverbindung zwingend erforderlich ist (E.a.8.).

Tabelle 22 E-Lecture - Feedback positiv

E-Lecture – Feedback positiv		
Code	Kategorien	Nennungen
E.p.1.	Selbstständige Einteilung der Bearbeitung möglich	73
E.p.2.	Wiederholtes Ansehen der Lehrinhalte möglich	32
E.p.3.	Keine Präsenz im Hörsaal benötigt	25
E.p.4.	Bessere Konzentrationsfähigkeit	5

In Summe gab es 73 positive Rückmeldungen, dass man sich die Bearbeitung der Lehrveranstaltungsinhalte selbstständig einteilen kann (E.p.1.). Dies gilt für zeitliche und lokale Flexibilität. Es wurde auch angemerkt, dass die Lerninhalte selbstständig in kleine Teilinhalte aufgeteilt werden können und die Lehrveranstaltung nicht in einem Block absolviert werden muss. Die Möglichkeit die Lehrveranstaltungsteile zu wiederholen beziehungsweise wiederholt durcharbeiten (E.p.2.) wurde 32 Mal positiv angemerkt. Von 25 Teilnehmern wurde positiv vermerkt, dass keine direkte Präsenz im Hörsaal benötigt wird (E.p.3.). So können Anreise- und Pendelzeiten vermieden werden. Von drei Teilnehmern kam die Rückmeldung, dass sich die selbstständige Bearbeitung von kurzen Lernvideos positiv auf die Konzentrationsfähigkeit auswirkt (E.p.4.).

Tabelle 23 E-Lecture - Feedback negativ

E-Lecture – Feedback negativ		
Code	Kategorien	Nennungen
E.n.1.	Verringerte Interaktion zwischen Vortragenden und Studenten	31
E.n.2.	Medienqualität weiter verbessern	31
E.n.3.	Verringerte Konzentrationsfähigkeit	7
E.n.4.	Motivation zum Mitarbeiten verringert	7
E.n.5.	Bearbeitung sehr monoton	6
E.n.6.	Aufteilung der Videolängen anpassen	3

Am öftesten (31 Nennungen) wurde die verringerte Interaktion zwischen Vortragenden und Studenten angemerkt (E.n.1.). Dies beinhaltet auch die fehlende synchrone Kommunikation zwischen Studenten und Vortragenden, sowie die Möglichkeit direkt zum Lehrinhalt Fragen zu stellen. Wie schon im allgemeinen Feedback angemerkt, ist die Qualität der Aufnahmen verbesserungswürdig (E.n.2.). Teilweise sind Umgebungsgeräusche hörbar oder die Audioqualität durch die Qualität der Aufnahmegeräte beeinträchtigt. Dieses Feedback hatte ebenfalls 31 Nennungen. Sieben Teilnehmer gaben an, dass die Konzentrationsfähigkeit durch die E-Lectures verringert wird (E.n.3.). Als Gründe wurde hierfür die Lernumgebung angegeben. Im Vergleich mit anderen Lehrmethoden, wurden von sieben Teilnehmern eine verringerte Motivation zum Mitarbeiten angegeben (E.n.4.). Als Indikator hierfür wurde

mangelnde Selbstdisziplin angegeben. Sechs Teilnehmer gaben an, dass die Bearbeitung sehr monoton sei (E.n.5.), was die Methode langweilig wirken lässt. Von drei Teilnehmern kam das Feedback, dass die Videos zu lang sind und weiter in kürzere Abschnitte aufgeteilt werden sollen (E.n.6.).

8 Diskussion der Ergebnisse

In den ersten drei Abschnitten werden die Erkenntnisse der Literaturrecherche zur Beantwortung der Forschungsfragen näher diskutiert. Im vierten Abschnitt werden die Ergebnisse der Evaluierung diskutiert und interpretiert.

8.1 Ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre im Spannungsfeld der Digitalisierung

Die Auswirkungen der Digitalisierung auf die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre können nicht isoliert und nur auf die Hochschule bezogen, betrachtet werden. Nur durch die Mitbetrachtung relevanter Umfeldbedingungen kann eine ganzheitliche Sichtweise erzeugt werden.

Von wesentlicher zukünftiger Bedeutung für die Ingenieurwissenschaften ist die Verschmelzung von realer und virtueller Welt zu Cyber-Physikalischen Systemen und die daraus folgende weitreichende Vernetzung über und entlang der Wertschöpfungsketten. Diese Weiterentwicklung wird zu disruptiven Veränderung sowohl in der produzierenden Industrie als auch in der Dienstleistungswirtschaft führen. Es entstehen vollkommen neue Unternehmensprozesse, -strukturen und -modelle, welche sich flexibel anpassen und ändern können. Durch die gesteigerte Flexibilität steigt die Relevanz der ständigen Weiterbildung, um mit dem technischen Fortschritt mithalten zu können.

Erste nachgewiesene Effekte der Digitalisierung haben gezeigt, dass vor allem einfache Tätigkeiten durch Automatisierung weiter an Bedeutung verlieren. Für höherqualifizierte Aufgaben, welche ein hohes Ausbildungsniveau benötigen, übersteigt die Nachfrage das zur Verfügung stehende Angebot. Dies trifft besonders auf Branchen zu, in welcher Technologien zur Automatisierung und Vernetzung zur Anwendung kommen.

Mehrere Studien haben ein großes Optimierungspotenzial durch den Einsatz von Computern zur Automatisierung festgestellt. Dies betrifft besonders sich wiederholende und somit einfach durch Algorithmen darstellbare Prozesse. Hiervon sind nicht nur einfache Tätigkeiten betroffen, sondern auch Tätigkeiten mit mittlerem Anforderungsniveau, da diese durch höhere Lohnkosten rentabler für eine Automatisierung sind. Der aktuelle Stand der Technik zeigt, dass auch kreative Tätigkeiten durch Digitalisierung und Automatisierung obsolet werden können. Wichtige rechtliche und ethische Fragestellung, in der Computer in das Leben von Menschen eingreifen, sind noch nicht klar geregelt, was eine digitale Substitution in manchen Bereichen noch verhindert.

Der Umgang mit modernen digitalen Technologien wird jedoch in der Bedeutung steigen, weshalb ein frühes Erlernen eines gewissenhaften Umgangs von großer Bedeutung ist. Die Beherrschung digitaler Kompetenzen ist ein wesentlicher Faktor für die Zukunftsfähigkeit eines Landes. Österreich ist im EU-weiten Schnitt überdurchschnittlich, jedoch mit leicht absteigender Tendenz gereiht. Aufgabengebiete, wo keine digitalen

Kompetenzen benötigt werden, wird es zukünftig kaum geben, weshalb es eher zu einem Upgrade aller Beschäftigten, als zu einer Polarisierung kommen wird.

Für eine effektive Vermittlung wäre es unzweckmäßig die Vermittlung und die Nutzung digitaler Methoden getrennt zu betrachten. Bildung unter den Bedingungen der Digitalität beinhaltet nicht nur die einfache Integration von digitalen Medien und Methoden in die Lehre. Das Phänomen der Digitalisierung muss reflektiert betrachtet werden. Digitale Bildung muss aus verschiedenen Perspektiven betrachtet werden. Dies betrifft funktionelle Aspekte, Wechselwirkungen mit der Gesellschaft und eine effektive Auswahl und Nutzung der verfügbaren Möglichkeiten. Mit steigendem Bildungsniveau steigen auch die Ansprüche an die digitalen Kompetenzen. Von einfacher Benützung zur Konzeption von Programmen auf den höchsten Ebenen.

Für die Vermittlung dieser Kompetenzen sind die formalen Bildungseinrichtungen zuständig. Der Erwerb digitaler Kompetenzen soll beginnend ab der Schulbildung einen besonderen Stellenwert bekommen. Zudem ist es zweckmäßig veraltete Beschäftigungsprofile an die neuen digitalisierten Anforderungen anzupassen. Der Erwerb von digitalen Kompetenzen ist ein interdisziplinärer Ansatz und benötigt eine klare institutionelle Verankerung in Lehrplänen und Curricula. Zudem werden entsprechend qualifizierte Lehrende zur Vermittlung benötigt.

Die Hochschulen, die höchsten verfügbaren Bildungseinrichtungen, nehmen eine besondere Rolle in der Vermittlung von digitalen Kompetenzen ein. Sie sind einerseits der Ausgangspunkt für bedeutende Innovation, andererseits haben sie die Aufgabe ihr Wissen forschungsnah zu vermitteln. Eine reine Fokussierung auf die Vermittlung von digitalen Kompetenzen unter Vernachlässigung der Grundlagenlehre wäre in diesem Fall jedoch auch nicht zweckmäßig, da die Grundlagenlehre die Basis für die Erfassung und Lösung komplexer Probleme darstellt.

Die Integration von digitalen Lehrmethoden kann effektiv bei der Bewältigung zukünftiger Herausforderungen genutzt werden. Durch die Flexibilisierung von Ort und Zeit ist die Anpassung an eine immer heterogener werdende Studentenschaft möglich. Die Inklusion an der Hochschule kann durch die bessere Vereinbarkeit mit Beruf und Familienleben erhöht werden. Neben den gesellschaftlichen Potenzialen sind auch direkte Verbesserungen für den einzelnen Studenten möglich. Neben den Qualifikationsvorteilen, durch das Wissen über digitale Kompetenzen, ermöglichen digitale Lehrmethoden auch die Personalisierung des Lernprozesses anhand der optimalen persönlichen Präferenzen. Durch weitere Datenauswertung der Nutzerdaten können sogar automatisierte Optimierungen erreicht werden.

Die Nutzung von digitalen Technologien bringt jedoch auch Herausforderungen mit sich. Trotz der vielen Anwendungsmöglichkeiten herrscht bei Lehrenden oft noch Unklarheit über einen effektiven Einsatz. Faktoren hierfür sind offene rechtliche Regelungen, fehlende Ressourcen oder mangelndes Methodenwissen.

Digitale Technologien sind in der österreichischen Hochschullehre kaum mehr Neuland. Trotzdem unterscheidet sich die Verbreitung von Standort zu Standort stark. Es hat sich jedoch gezeigt, dass eine weitere Qualifikation der Lehrenden und eine zusätzliche strategische Verankerung im Interesse der verschiedenen Entscheidungsträger ist. Dies betrifft vor allem auch die Ingenieurwissenschaften, da sie neben anderen MINT-Fächern, zum Motor des technischen Fortschritts gehören.

8.2 Rahmenbedingungen der digitalen Hochschullehre in den Ingenieurwissenschaften

Als Ursprung jedes Lehrprozesses kann das Lernen gesehen werden. Das Lernen umfasst eine Erweiterung der Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten des Lerners. Für eine vollständige Betrachtungsweise ist es zweckmäßig auch die Umgebung des Lernenden miteinzubeziehen, um die verschiedenen Wechselwirkungen im Lernprozess einzubeziehen. Störungen in diesen Wechselwirkungen können zu Lerndefiziten führen. Betrachtet man das Lernen im Rahmen eines sozialen Austausches sind die Interaktion, die Kommunikation und die Kooperation wesentlich für eine soziale Integration.

Durch die zunehmende Vernetzung und die immer größer werdenden Informationsquellen wird das Erlernen von Faktenwissen weniger relevant. Das Auswählen, Anzapfen und Verbinden der richtigen Informationsquellen steigt im Gegenzug an Bedeutung. Für die Bereitstellung einer passenden Lernumgebung sind die Lehrenden verantwortlich. Dies beinhaltet auch die Erstellung von passenden Lernunterlagen. Für eine strukturierte Herangehensweise müssen Lehrziele aufgestellt werden. Diese Ziele können zur Steuerung, Planung, Reflexion und Evaluation des Lehrprozesses genutzt werden. Bei der Erstellung der Lernziele ist eine Anpassung an das Niveau des Lernenden notwendig. Dies kann über verschiedene hierarchische Taxonomiestufen erreicht werden. Steigende kognitive Anforderungen werden höheren Taxonomiestufen zugewiesen und entsprechende Lehrziele definiert. Aufgestellte Lehrziele werden in der Praxis kaum von Lernenden direkt als deren Lernziele übernommen, da die Lerner meist primär an den Anforderungen der Bewertung orientiert sind. Aus diesem Grund müssen die Lernziele mit den Lernaktivitäten, aber auch mit dem Assessment abgestimmt sein, um einen optimalen Lernerfolg zu erzielen.

In den Ingenieurwissenschaften fehlt diese Abstimmung oftmals. Dies manifestiert sich dadurch, dass höhere Taxonomiestufen überprüft werden, im Gegensatz zu den Ebenen, die gelehrt werden. Oftmals verfolgen ingenieurwissenschaftliche Lehrveranstaltungen ein traditionelles lehrendenzentriertes Format, welches nicht geeignet ist für die Lehre und Überprüfung der oberen Taxonomiestufen. Für die Überprüfung dieser Ziele sind interaktive, praktische oder anwendungsorientierte

Methoden notwendig. Durch den Einsatz von digitalen Methoden in der Lehre ist eine effizientere Abstimmung an die Lehrziele und die Lehre höherer Taxonomiestufen möglich. Dieser Technologieeinsatz, welcher allgemein als E-Learning bekannt ist, kann in verschiedenen Szenarien umgesetzt werden. Dies reicht von einer rein virtuellen Lehre zu unterschiedlichen Mischformen zwischen klassischer Präsenzlehre und virtuellen Lehrformen, auch als Blended Learning bekannt.

Um digitale Lehre effizient zu gestalten benötigt es ein Zusammenspiel aus pädagogischen, fachlichen und technologischen Wissen. Außerdem sind das Umfeld und die Randbedingungen des Einsatzes von zentraler Bedeutung für den Erfolg der Umsetzung. Für den Umsetzer entsteht oft ein wesentlicher persönlicher Mehraufwand. Es benötigt eine strategische und organisatorische Verankerung des Technologieeinsatzes, um die Effizienz- und Qualitätssteigerung auf die ganze Organisation auszudehnen und überorganisationale Steigerungen zu erzielen. Digitalisierungsvorteile im Kernprozess Hochschullehre bringen auch weitere Effizienzvorteile in den anderen Prozessen der Hochschule wie Verwaltung und Forschung mit sich.

8.3 Einsatzmöglichkeiten der digitalen Hochschullehre

Wie bereits erwähnt ist der Kontext des digitalen Lehrmethodeinsatzes von großer Bedeutung für die Effizienz. Es sind unzählige digitale Lehrkonzepte für alle möglichen Lehrveranstaltungsformate verfügbar. Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung wurde eine klassische Präsenzvorlesung, ohne Anwesenheitspflicht, mit großer Höreranzahl und abschließendem summativen Assessment untersucht. Passend zu diesen Rahmenbedingungen haben sich drei Konzepte für den Einsatz digitaler Lehrmethoden als relevant herauskristallisiert.

Beim Einsatz von Audience Response Systemen werden digitale Feedbacksysteme für ein formatives E-Assessment genutzt. So ist es möglich große Teilnehmeranzahlen interaktiv an einer Lehrveranstaltung zu beteiligen und Feedback in Echtzeit zu erheben und zu verarbeiten. Mögliche Anwendungsbeispiele sind kleine Fallstudien oder die Beantwortung von Wiederholungsfragen. Dieses Konzept nutzt die Vorteile der großen Verfügbarkeit von internetfähigen Endgeräten bei den Teilnehmern und die einfache Implementierung von Softwarelösungen zur Umsetzung. Die Erstellung der Unterlagen und die Beherrschung der Technologie stellen trotzdem einen nicht unerheblichen Aufwand für den Lehrenden dar.

Die Bereitstellung von Lehrvideos auf einer digitalen Lernplattform ermöglicht eine vollständige Virtualisierung der Lehre. Die Videos können unabhängig vom Ort bearbeitet werden. Je nach Gestaltung der Videos ist es auch möglich die Videos zeitlich flexibel zu nutzen. Eine weitere Option ist die zeitlich synchrone Virtualisierung einer Lehrveranstaltung. Der Fokus der Videos kann auf einen Vortragenden oder die

Bearbeitung von Lehrunterlagen, meist durch ein Präsentationsmedium, gelegt werden. Durch den technischen Fortschritt ist die Erstellung und Bereitstellung von Lehrvideos wesentlich vereinfacht worden. Verglichen mit speziell erstellten Applikationen sind Videos auch robust gegen Systemveränderungen. Die Erfüllung von grundlegenden technologischen und pädagogischen Anforderungen bleibt weiterhin relevant. Eine Nichtbeachtung kann zur verringerten Tiefenwirkung des Lehrprozesses führen. Hierfür müssen auch ausreichende Interaktionsmöglichkeiten bestehen, da es sonst auch zur Überforderung der Lernenden kommen kann.

Beim Flipped Classroom werden die Selbstlernphase und die Präsenzlehre vertauscht. Auf einem Learning Management System werden digitale Vorbereitungsunterlagen zur Verfügung gestellt, um die Lehrveranstaltungsteilnehmer vor der Präsenzveranstaltung auf ein einheitliches Niveau zu bringen. Die Möglichkeiten für digitale Vorbereitungsunterlagen sind umfangreich und reichen von der Verwendung digitaler Literatur, über die Verwendung multimedialer Lernunterlagen bis zu automatisch ausgewerteten Lernzielüberprüfungen mittels Mehrfachantworttests. Die Präsenzphase kann anschließend zur Vertiefung und zur Bearbeitung von Praxisbeispielen genutzt werden. Durch den einheitlichen Wissensstand ist ein intensiverer Lernprozess während der Präsenzphase möglich. Zusätzlich können in die Präsenzphase noch weitere digitale Lehrmethoden für eine zusätzliche Effizienzsteigerung implementiert werden. Bei der Bereitstellung der Vorbereitungsunterlagen sind die Fülle und der Umfang der bereitgestellten Unterlagen zu beachten, da es sonst zur Überforderung der Lernenden und zu unzureichender Bearbeitung kommen kann.

Ändert sich der Kontext der Lehrveranstaltung werden andere Konzepte relevant. Für kleinere Lernendengruppen steigt der Bedarf an interaktiven und anwendungsorientierten Konzepten, da eine bessere Betreuung des einzelnen möglich wird.

8.4 Diskussion der Befragungsergebnisse

Die Ergebnisse der Befragung werden nach den Hypothesenclustern aufgeteilt interpretiert. Die Ergebnisse der Deskriptiven Statistik und der qualitativen Evaluierung werden für die Begründung und Verdichtung der aufgestellten Aussagen verwendet.

8.4.1 C.1.: Wissenstransfer

Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich für alle verwendeten Methoden positiv auf den **Wissenstransfer** aus (H.1.1.). Der beste Wissenstransfer wird durch die Methode Flipped Classroom erzielt. In dieser Lehrmethode konnten auch die Lernziele am besten kommuniziert werden (D.2.). Bei dieser Methode wird die multimediale Lehrveranstaltungsabwicklung (F.p.3.) und die vielen präsentierten

Praxisbeispiele (F.p.1.) positiv hervorgehoben. Die Präsentation von vielen Praxisbeispielen gilt auch für den Einsatz von Audience Response Systemen (A.p.3.). Betrachtet man die E-Lecture in Statistik D.4., geben die Teilnehmer zwar an, dass mit ausreichend Anwendungsbeispielen gearbeitet wird. Im qualitativen Feedback wird jedoch die Verwendung von zusätzlichen Anwendungsbeispielen häufig gefordert. Teilnehmer geben auch an, dass es durch die Vorbereitung beim Flipped Classroom zu einem besseren Wissenstransfer in der Präsenzphase kommt (F.p.4.). Dies gilt auch für den Einsatz von Audience Response Systemen (A.p.7.). Die E-Lecture schneidet von den digitalen Methoden am schlechtesten ab, obwohl die Teilnehmer angeben, dass diese Methode die besten Lernunterlagen besitzt (D.3). Die Studenten geben auch an, dass in dieser Lehrmethode am wenigsten Anwendungsbeispiele präsentiert werden (D.4.). Flipped Classroom schneidet von den digitalen Lehrmethoden bei den Lernunterlagen am schlechtesten ab. Dies kann durch den zu großen Unterlagenumfang begründet werden (F.p.5.).

Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich für alle verwendeten Methoden positiv auf die **Verständlichkeit** aus (H.1.2.). Die Methode Flipped Classroom vermittelt die Lerninhalte am verständlichsten, gefolgt von Audience Response Systemen. In beiden Methoden vermerken die Teilnehmer, dass viele Praxis- (F.p.1.) und Anwendungsbeispiele (A.p.3) gebracht wurden. In einer E-Lecture werden weniger Anwendungsbeispiele präsentiert, Teilnehmer merken jedoch positiv an, dass die Videos wiederholt angesehen werden können (E.p.2.).

Für Studenten ist der **Arbeitsaufwand** zur Absolvierung einer Lehrveranstaltung durch die Integration von digitalen Lehrmethoden angemessener. Der Einsatz von Audience Response Systemen kann den Arbeitsaufwand am besten ausnutzen. Als Indikator hierfür kann die präzise Prüfungsvorbereitung (A.p.5.) gesehen werden, welche von vielen Teilnehmern positiv erwähnt wird. Die Möglichkeit zur selbstständigen Einteilung (E.p.1.) und die nicht benötigte Präsenz im Hörsaal (E.p.3.) können bei der E-Lecture als Indikatoren für die bessere Ausnutzung des Arbeitsaufwands gesehen werden. Flipped Classroom weist geringfügig schlechtere Werte als die anderen digitalen Methoden auf. Für diese Methode müssen zwar umfangreiche Vorbereitungsunterlagen bearbeitet werden, jedoch ist auch der Wissenstransfer erhöht.

8.4.2 C.2.: Individuelle Anforderungen der Lehrveranstaltungsteilnehmer

Durch den Einsatz von Audience Response Systemen kann man die **individuellen Präferenzen** der Studenten am besten erfüllen (H.2.2.). Dies kann durch die Methode begründet werden, bei der alle Studenten erreicht und in die Lehrveranstaltung

eingebunden werden (A.p.2.). Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann allgemein besser auf die individuellen Präferenzen eingegangen werden.

Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann besser auf das individuelle **Lerntempo** der Hörer eingegangen werden (H.2.1.) Die Methode Flipped Classroom ermöglicht die beste Anpassung. Eine mögliche Erklärung ist die individuelle Erarbeitung des Vorwissens (F.p.4.), welche sich positiv auf die Verständlichkeit in der Präsenzphase und somit auch positiv auf das bevorzugte Lerntempo auswirkt.

8.4.3 C.3.: Wechselbeziehungen zwischen Studenten und Lehrenden

Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden, welche eine aktive Präsenzphase bieten, kann man Studenten am besten in den Fokus einer Lehrveranstaltung stellen. (H.3.1.). Die E-Lecture, welche keine Kontaktphase besitzt, kann dies nur wenig besser als der klassische Vortrag. Der Einsatz von Audience Response Systemen ermöglicht eine bessere **Studentenzentriertheit**. Durch die digitale Interaktion (A.p.2.) kann dies bei dieser Methode leichter erfolgen als beim Flipped Classroom (F.n.3.).

Die Möglichkeit zur **Interaktion** mit den Lehrveranstaltungsteilnehmern wird durch die Integration von digitalen Lehrmethoden mit Präsenzphase signifikant verbessert (H.3.2.). Dieser Sachverhalt wird von den Teilnehmern auch positiv im Feedback angemerkt (A.p.1.) (F.p.2.). Bei Audience Response Systemen ist die Möglichkeit zur Interaktion noch besser als bei der Methode Flipped Classroom. Dies kann durch die besseren Mittelwerte und die höhere Anzahl an positiven Rückmeldungen begründet werden. Eine weitere Begründung ist, dass bei Audience Response Systemen digital interagiert werden kann (A.p.2.) und so mehr Teilnehmer einbezogen werden als bei Flipped Classroom, wo der Vortragende mit einer geringeren Anzahl an Teilnehmern gleichzeitig interagieren kann (F.n.3.). Die E-Lecture schneidet am schlechtesten ab (E.n.1.), dies kann durch die fehlende synchrone Kommunikation (E.a.1.) begründet werden. Manche Teilnehmer wünschen sich, dass zumindest ein Mindestmaß an physischer Interaktion vorhanden bleibt (E.a.2.)

Teilnehmer gaben an, dass es durch den Einsatz von Audience Response Systemen zu Unruhe im Hörsaal kam (A.n.1.). Dies war auch durch Störenfriede bedingt, welche die Systeme ausnutzten, indem sie Spaß- und Phantasiewörter in den anonymisierten Werkzeugen rückmeldeten.

8.4.4 C.4.: Auseinandersetzung mit den Lerninhalten

Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden wird die **selbstständige Auseinandersetzung** (H.4.1) mit den Lerninhalten positiv unterstützt. Die Methoden Flipped Classroom und Einsatz von Audience Response Systemen erzielen die besten Ergebnisse. Die weitere Auseinandersetzung kann durch die Bereitstellung von

zahlreichen Praxis- (F.a.2.) und Anwendungsbeispielen (A.a.4) begründet werden. Die E-Lecture, in welcher weniger Beispiele gebracht werden, weist schlechtere Ergebnisse auf.

Die Integration von digitalen Lehrmethoden motiviert nicht immer zum **Mitarbeiten** (H.4.2.). In Kombination mit einer Präsenzphase kann die Motivation zum Mitarbeiten deutlich gesteigert werden. Audience Response Systeme regen am meisten zum Mitarbeiten an (A.p.4.). Die E-Lecture motiviert am geringsten zur Mitarbeit. Teilnehmer merken an, dass die Bearbeitung monoton sei und ein hohes Maß an Selbstdisziplin benötigt wird (E.n.3). Die Bearbeitung ermöglicht zwar eine selbstständige Einteilung der Bearbeitung (E.p.1.). Diese wirkt sich jedoch sowohl positiv (E.p.4.) als auch negativ (E.n.3.) auf die Konzentrationsfähigkeit aus.

8.4.5 C.5.: Präsenzphase

Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann der **Lehrveranstaltungsbesuch** sinnvoller genutzt werden (H.5.1.). Bei der Methode Flipped Classroom macht es am meisten Sinn die Lehrveranstaltung zu besuchen.

Die **Lehrveranstaltungszeit** kann durch die Integration von digitalen Lehrmethoden effizienter genutzt werden (H.5.2.). Bei der Methode Flipped Classroom kann die Präsenzzeit am effizientesten genutzt werden. Dies kann durch den besseren Wissenstransfer aufgrund der Vorbereitungsunterlagen (F.p.4.) begründet werden.

Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die **Konzentrationsfähigkeit** während der Lehrveranstaltungseinheit aus (H.5.3.). Die Methode Flipped Classroom wirkt sich am besten auf die Konzentrationsfähigkeit aus. Die Teilnehmer geben an, dass durch den Einsatz von Audience Response Systemen die Aufmerksamkeit durch mögliche Interaktion gesteigert wird (A.p.8.). Jedoch kommt es durch den Methodeneinsatz zu Unruhe (A.n.1.) und Störungen (A.n.3.) im Hörsaal.

8.4.6 C.6.: Zufriedenheit

Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die **Zufriedenheit** aus (C.6.1.). Durch jede der verwendeten Methoden konnte ein Anstieg der Zufriedenheit erreicht werden. Für alle Lehrmethoden haben die Teilnehmer angegeben, dass mehr Lehrveranstaltungen in diesem Format verwendet werden sollen (F.a.1.) (A.a.1.) (E.a.1.). Die Methode Flipped Classroom erreichte die besten Werte für die Zufriedenheit, gefolgt vom Einsatz von Audience Response Systemen und der E-Lecture.

Im Vergleich zum klassischen Vortrag werden alle digitalen Lehrmethoden mit einem höheren Innovationsgrad bewertet. Am innovativsten wird der Einsatz von Audience Response Systemen bewertet (D.1.). Im Feedback wird von Teilnehmern angemerkt,

dass es von Vorteil wäre, die unterschiedlichen Methoden miteinander zu verbinden (E.a.6.). Es wurde auch eine Anpassung der Lehrveranstaltungsformate (E.a.5.), sowie der Einsatz von anderen Werkzeugen (A.a.7.) und leichte Anpassungen der Methoden (A.a.6.) gewünscht.

Zwischen den **Geschlechtern** konnte kein signifikanter Unterschied in der Zufriedenheit festgestellt werden (C.6.2.). Weibliche Teilnehmer haben einen geringfügig besseren Wert für die Zufriedenheit.

Zwischen den **Studiengängen** Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau konnte kein signifikanter Unterschied in der Zufriedenheit festgestellt werden (C.6.3.). Studenten des Studiengangs Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau haben einen geringfügig besseren Wert für die Zufriedenheit.

Zwischen der **Studiendauer** kann kein signifikanter Unterschied in der Zufriedenheit festgestellt werden. Studenten ab dem zweiten Studienjahr haben einen geringfügig besseren Wert für die Zufriedenheit (C.6.4.). Die Stichprobengröße für Studenten mit einer längeren Studiendauer war im Vergleich mit Studenten des ersten Studienjahres sehr gering.

8.4.7 C.7.: Leistungsnachweis

Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden fühlen sich die Lehrveranstaltungsteilnehmer besser auf die **Prüfung vorbereitet** (H.7.1.). Die beste Prüfungsvorbereitung bietet der Einsatz von Audience Response Systemen. Dies wird von den Lehrveranstaltungsteilnehmern auch positiv im Feedback angemerkt (A.a.3.).

Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auch positiv auf die **Prüfungsergebnisse** aus (H.7.2.). Bei den Teilnehmern der Lehrveranstaltung konnte ein höherer Mittelwert bei den Prüfungsergebnissen festgestellt werden. Zwischen der Anwesenheit bei den Lehrveranstaltungseinheiten und den Prüfungsergebnissen konnte eine positive Korrelation nachgewiesen werden.

9 Conclusio und Ausblick

9.1 Zusammenfassung der Befragung

Die Ergebnisse der Befragung für die verwendeten digitalen Lehrmethoden weisen wesentliche Unterschiede auf. Die Kernaussagen über die verschiedenen Methoden, welche im vorherigen Kapitel im Detail beschrieben wurden, werden im folgenden Abschnitt in kompakter Weise zusammengefasst.

- **Flipped Classroom:** Hoher Wissenstransfer bei gesteigertem Arbeitsaufwand. Teilnehmer schätzen die Nutzung der Präsenzphase für die Bearbeitung von Praxisbeispielen und die interaktive Bearbeitung von Fragen. Eine gute Abstimmung der Vorbereitungsunterlagen ist essenziell, damit eine Informationsflut vermieden wird.
- **Einsatz von Audience Response Systemen:** Besonders interaktive Methode, mit der die präzise Bearbeitung von bestimmten Themen- und Anwendungsgebieten möglich ist. Ermöglicht ein aktives Einbeziehen der einzelnen Teilnehmer. Durch die gesteigerte Interaktion kommt es leicht zur Unruhe, welche den Lehrveranstaltungsablauf stören kann.
- **E-Lecture:** Selbstständige Einteilung unter Verlust der Interaktion. Teilnehmer schätzen die zeitliche und lokale Unabhängigkeit der Bearbeitung. Durch die asynchrone Bearbeitung geht jedoch die Interaktion zwischen den Studenten und dem Vortragenden verloren, was sich negativ auf die Motivation zum Mitarbeiten und die Anpassung an individuelle Präferenzen auswirkt.

9.2 Beantwortung der Forschungsfragen

Ziel dieser Diplomarbeit war die Bearbeitung folgender Hauptforschungsfrage.

„Wie wirkt sich die Digitalisierung auf die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre in Österreich aus?“

Zur Konkretisierung wurde die Hauptforschungsfrage in zwei Subforschungsfragen aufgeteilt. Die Beantwortung dieser Subforschungsfragen kam zu folgenden Ergebnissen.

„Wie wirken sich durch die Digitalisierung entstandene Spannungsfelder auf die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre in Österreich aus?“

Die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre ist eingebettet in der digitalen Transformation der Produktions- und Dienstleistungsgesellschaft. Die Vernetzung der realen und der virtuellen Welt zu Cyber-Physikalischen-Systemen führt zu disruptiven

Veränderungen in der Arbeitswelt und in weiterer Folge auch auf die sich darin befindenden Beschäftigten.

Immer komplexer werdende Tätigkeiten können durch die Automatisierung maschinell übernommen werden. Die digitalen Kompetenzen zur Beherrschung dieser Technologien werden zu einem Schlüsselfaktor für alle Qualifikationsniveaus, beginnend bei der einfachen Bedienung bis zur Konzeption von Programmen.

Die Aufgaben des Vermittlers digitaler Kompetenzen nehmen die formalen Bildungseinrichtungen ein, unter denen die Hochschulen einen besonderen Stellenwert einnehmen, da sie sowohl Vermittler als auch Treiber der neuesten Innovationen sind.

Die Vermittlung digitaler Kompetenzen ohne die Integration digitaler Technologien wäre unzweckmäßig. Die Integration dieser digitalen Technologien muss unter den Bedingungen der Digitalität aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden, um eine effektive Auswahl und Nutzung der verfügbaren Systeme zu ermöglichen. Zudem kann die Nutzung von digitalen Lehrmethoden zur Flexibilisierung und Personalisierung der Lehre beitragen, was bei der Anpassung an eine immer heterogenere Studentenschaft von Vorteil ist.

Die Integration digitaler Methoden ist zwar an fast allen österreichischen Hochschulstandorten verbreitet, in der Stärke des Ausbaus gibt es jedoch wesentliche Unterschiede. Für eine effektive Umsetzung, die nicht zur Belastung einiger weniger, motivierter Lehrender wird, benötigt die Integration von digitalen Lehrmethoden eine strukturelle Verankerung. Nur so kann die Qualifikation und Anzahl der Anwender stetig erhöht werden.

Die systematische Schulung digitaler Kompetenzen allgemein und besonders in den MINT-Fächern liegt auch im Interesse der politischen Entscheidungsträger, da besonders diese als Motor des technischen Fortschritts gelten.

„Wie können digitale Technologien in die ingenieurwissenschaftliche Hochschullehre integriert werden?“

Die Integration digitaler Technologien in die Hochschullehre ist ein Zusammenspiel aus pädagogischen, fachlichen und technologischen Wissen. Für die effiziente Implementierung ist die Orientierung an allgemeinen, pädagogischen Anforderungen, sowie die Abstimmung von Lehraktivitäten, aufgestellten Lehrzielen und dem überprüfenden Assessment von essenzieller Bedeutung. Verschiedene Lehrveranstaltungsformen eignen sich nicht oder nur bedingt für die Vermittlung höherer Taxonomiestufen. Dies muss bei Auswahl der Lehrveranstaltungsform oder bei der Auswahl der fachlichen Themengebiete beachtet werden.

Der Einsatz digitaler Technologien kann in unterschiedlichen Szenarien erfolgen. Beginnend bei geringfügiger Unterstützung bis hin zur vollständigen virtuellen Lehre. Die Mischformen aus digitaler Lehre und klassischer Präsenzlehre ermöglichen unterschiedlichste Kombinationen an Lehrmethoden. Mittels digitaler Lehrmethoden können Lehrunterlagen in unterschiedlichster Form flexibel zur Verfügung gestellt werden. Außerdem entstehen neue Möglichkeiten mit den Teilnehmern zu interagieren und Feedback einzuholen.

Für einen störungsfreien Lernprozess muss zudem der Kontext der Lehrveranstaltung einbezogen werden. Obwohl eine Vielzahl an digitalen Lehrmethoden zur Verfügung stehen, müssen diese immer passend zum Umfeld der Lehrveranstaltung ausgewählt werden. Dies betrifft Faktoren wie das demographische und kulturelle Umfeld, die verfügbare Infrastruktur, aber auch die Erfahrung des Lehrenden. Nur durch eine passende Abstimmung kann eine Leistungssteigerung erzielt werden.

Für die Beantwortung der folgenden Forschungsfrage wurden zur beforschten Lehrveranstaltung passende digitale Lehrmethoden ausgewählt und umgesetzt.

„Wie wirkt sich die Integration von digitalen Lehrmethoden in ingenieurwissenschaftlichen Hochschullehrveranstaltungen auf ihre Hörer aus?“

Das Ergebnis der vielschichtigen Untersuchung ist, dass sich die Integration fast ausschließlich positiv auf die Lehrveranstaltungsteilnehmer auswirkt. Die Integration wirkte sich sehr positiv auf die Zufriedenheit der untersuchten Stichprobe aus. Es konnten auch Steigerungen in den erbrachten Prüfungsleistungen nachgewiesen werden.

Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden konnte besser auf die individuellen Anforderungen der Teilnehmer eingegangen werden. In Kombination mit einer interaktiven Präsenzphase kann man den Teilnehmer mehr in den Mittelpunkt stellen und die Interaktion zwischen Student und Vortragenden verbessern. Es hat sich als zweckmäßig herausgestellt, in der Präsenzphase gezielt Anwendungs- und Praxisbeispiele, unter der Zuhilfenahme von digitalen Werkzeugen, mit den Teilnehmern interaktiv zu bearbeiten.

Bei Lehrmethoden, die ausschließlich digital abgehalten werden, wurde die fehlende synchrone Kommunikation mit dem Vortragenden negativ angemerkt. Die Möglichkeit der Interaktion ist weniger gegeben, was sich auch negativ auf den Wissenstransfer durch die Lehrmethode auswirkt. Es benötigt mehr Selbstdisziplin, um sich zum Mitarbeiten zu motivieren. Die selbstständige Einteilung der Bearbeitung wird jedoch sehr positiv angemerkt. Es wäre zweckmäßig die Unterschiede zwischen komplett digitalen Lehrveranstaltungen, welche zeitlich synchron oder asynchron abgehalten werden, noch weiter zu untersuchen.

In Lehrveranstaltungen mit digitalen Lehrmethoden, welche eine Präsenzphase besitzen, kann die Lehrveranstaltungszeit effizienter genutzt werden und Teilnehmer sehen einen Besuch der Lehrveranstaltung als sinnvoller an. Durch die Multimediale Lehrveranstaltungsabwicklung kommt es zu einem besseren Wissenstransfer.

Die Teilnehmer wünschen sich für alle verwendeten digitalen Lehrmethoden einen vermehrten Einsatz. Teilweise wurden methodische Anpassungen und unterschiedliche Werkzeuge gefordert. Es wäre zweckmäßig diese Unterschiede in den Methoden und Werkzeugen weiter zu untersuchen.

9.3 Conclusio

Es wird kaum einen Bereich der Wirtschaft oder der Gesellschaft geben, der durch die digitale Transformation keine wesentlichen Veränderungen erfährt. Digitale Kompetenzen werden für alle Qualifikationsstufen zu einem Schlüsselfaktor. Die Beschäftigten der Zukunft werden in irgendeiner Form mit der Interaktion mit digitalen Technologien betroffen sein, sei es die einfache Bedienung von Applikationen, bis hin zur Konzeption von Programmen.

Es ist zweckmäßig, dass die Hochschule, als Treiber des wissenschaftlichen Fortschritts diesen Herausforderungen federführend vorangeht. Das Vermitteln eines fundierten Grundlagenwissens als Basis für eine komplexe Problemlösung darf jedoch nicht aus den Augen verloren werden.

Durch die systematisierte und strukturierte Nutzung von digitalen Technologien in der Hochschullehre kann sowohl die Qualität der Lehre als auch die Rahmenbedingungen des Lehrens verbessert werden. Das manifestiert sich durch eine steigende Zufriedenheit bei gleichzeitiger steigender Leistungserbringung.

Eine Kombination zwischen digitaler Lehre und Präsenzlehre hat sich als beliebteste Lehrform erwiesen. Die einseitige Fokussierung auf einen der beiden Typen hat sich als nicht zielführend erwiesen. Rein virtuelle Lehrformen bringen zwar durch die Flexibilisierung Vorteile mit sich, der fehlende soziale Aspekt überwiegt jedoch teilweise diesen Vorteil.

Um organisationsweite Vorteile aus der Nutzung von digitalen Technologien in der Hochschullehre zu ziehen, wird eine strukturelle und strategische Verankerung in der Hochschulleitung benötigt. Ansonst bleibt das Wissen nur bei den Pionieren und eine gesamtorganisationale Qualitätsverbesserung wird nicht erreicht.

9.4 Einschränkungen der Ansätze und Ergebnisse

Für dieses Forschungsprojekt wurde eine Großvorlesung als Referenzlehrveranstaltung herangezogen. Da eine vollständige Änderung des

Lehrveranstaltungsformats nicht möglich waren, konnten Lehrveranstaltungsformate für kleinere Gruppen nicht herangezogen werden. Die Recherche zeigte, dass in den Ingenieurwissenschaften anwendungsorientierte Lehrformate, in Kleingruppen von besonderer Relevanz wären.

Wegen der eingeschränkten Lehrveranstaltungsanzahl war es kaum möglich innerhalb einer ausgewählten digitalen Lehrmethode Unterschiede zu überprüfen. Bei einer umfangreicheren Untersuchung wäre es zweckmäßig, die ausgewählten Konzepte noch weiter zu unterteilen, um ein genaueres Evaluierungsergebnis zu erzielen. Dies betrifft beispielsweise den Vergleich unterschiedlicher Audience Response Systeme oder verschiedener Videoformate.

Das Schwergewicht dieser Arbeit lag auf der quantitativen Evaluierung. Die Daten der qualitativen Evaluierung wurden hauptsächlich zur Verdichtung der gefundenen Erkenntnisse verwendet. Um die Aussagekraft der gefundenen Erkenntnisse noch weiter zu erhöhen, wäre eine vertiefende qualitative Untersuchung zweckmäßig. Dies hätte jedoch den Rahmen der Arbeit überschritten.

Die untersuchte Stichprobe war sehr homogen, bezogen auf den Studienfortschritt und das Alter. Durch die geringe Anzahl an älteren und höhersemestrigen Studenten wird für eine Präzisierung der Ergebnisse eine größere Stichprobe beziehungsweise eine andere Grundgesamtheit benötigt.

Der Betrachtungszeitraum der Implementierung und Evaluierung umfasste ein Studiensemester. Aus diesem Grund konnten kaum langfristige Ergebnisse erhoben werden. Eine längerfristige Untersuchung wäre zweckmäßig, würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit überschreiten.

9.5 Nächste mögliche Schritte zur Weiterentwicklung

Die Wirksamkeit von digitalen Technologien in der ingenieurwissenschaftlichen Hochschullehre konnte in dieser Arbeit deutlich nachgewiesen werden. Während der Bearbeitung des Forschungsprojekts haben sich noch interessante Anwendungsfelder für eine weitere Bearbeitung ergeben.

Im Rahmen des Blended Learning werden virtuelle Lehrformen mit der klassischen Präsenzlehre vermischt. Eine Untersuchung der verschiedenen Mischformate und das Finden des idealen Mischverhältnisses, auch in anderen Fachgebieten, kann als Ausgangspunkt für weitere Forschungsarbeiten dienen.

Eine vollständige Virtualisierung der Hochschullehre bringt nicht nur Vorteile mit sich. Die Befragung dieser Arbeit hat gezeigt, dass es unterschiedliche Präferenzen zu synchroner und asynchroner virtueller Lehre gibt. Die Untersuchung dieses Phänomens bietet den Anknüpfungspunkt für weitere Untersuchungen.

Für diese Arbeit wurden die Auswirkungen auf Großgruppen näher beforscht. In den Ingenieurwissenschaften hat sich gezeigt, dass Kleingruppen mit anwendungsorientierten Lehrformaten von großer Relevanz sind. Die Auswirkung der Integration von digitalen Lehrmethoden für die Lehre höherer Taxonomiestufen, bietet die Möglichkeit für weitere Untersuchungen.

Allgemein hat sich gezeigt, dass das Wissen über die Integration von digitalen Lehrmethoden meist bei einzelnen Personen liegt. Ein Ansatzpunkt für weitere Untersuchung ist die Institutionalisierung dieses Wissens, um gesamtorganisationale Qualitäts- und Effizienzsteigerungen zu erreichen.

10 Anhang

10.1 Fragebogen

Willkommen zur Lehrevaluierung des Instituts für Managementwissenschaften!

Die folgenden Fragen befassen sich mit der aktuellen Lehrveranstaltungseinheit der Vorlesung Produktions- und Qualitätsmanagement 1.

Es werden Fragen zur Lehrveranstaltung und der verwendeten Lehrmethode gestellt. Eine Beantwortung des Fragebogen nimmt ungefähr 5 Minuten in Anspruch. Die Ergebnisse der Befragung sind gänzlich anonym und dienen zu internen Forschungszwecken.

Bitte beantworten Sie die Fragen gewissenhaft und ehrlich. Die Ergebnisse werden gezielt genutzt um die Lehre und Ihre Studienbedingungen zu verbessern!

1. Was war das Thema der besuchten Vorlesung:

- 1 Organisationsformen der Fertigung
- 2 Arbeitsplanung, Produktionsplanung und -steuerung, Controlling
- 3 Digitalisierung
- 4 Kennzahlen und Kennzahlensysteme
- 5 Lean Management
- 6 Grundlagen der Logistik
- 7 Qualitätsverständnis und qualitätsbezogene Kosten
- 8 Grundlegende Werkzeuge und Methoden des Qualitätsmanagements
- 9 Industrie 4.0
- 10 Betriebliches Innovations- & Verbesserungsmanagement

2. Welche Methode wurde in dieser Lehrveranstaltungseinheit angewandt?

Welche Lehrmethode war das Schwergewicht dieser Lehrveranstaltung.

- Klassischer Vortrag
- Flipped Classroom
- Einsatz von Audience Response Systemen
- E-Lecture

3. Die Ziele dieser Lehrveranstaltungseinheit wurden klar kommuniziert.



4. Die Absolvierung dieser Lehrveranstaltungseinheit bereitet mich gut auf die kommende Prüfung vor.



5. Durch den Besuch dieser Lehrveranstaltungseinheit wurde mein Wissen vergrößert.



6. Die Inhalte dieser Lehrveranstaltungseinheit wurden verständlich vermittelt.



7. In dieser Lehrveranstaltungseinheit wurden ausreichend Anwendungsbeispiele präsentiert.



8. Die verwendete Lehrmethode dieser Lehrveranstaltungseinheit ist innovativ.



9. Die verwendete Lehrmethode dieser Lehrveranstaltungseinheit stellt den Studenten in den Mittelpunkt.



10. In dieser Lehrveranstaltungseinheit wurde ich ermutigt mich selbstständig mit den Lehrinhalten auseinanderzusetzen.



11. Die Interaktion zwischen Studenten und Lehrenden wurde in dieser Lehrveranstaltungseinheit gefördert.



12. In dieser Lehrveranstaltungseinheit wurde ich zum Mitarbeiten motiviert.



13. In dieser Lehrveranstaltungseinheit wurde auf meine individuellen Lernpräferenzen eingegangen.



14. Die bereitgestellten Lernmaterialien waren hilfreich für mich.



15. Für mich war der Arbeitsaufwand zur Absolvierung dieser Lehrveranstaltungseinheit angemessen.

Dies beinhaltet sowohl die Vorbereitung als auch die Lehrveranstaltungseinheit selbst.



16. Ich konnte dem Inhalt dieser Lehrveranstaltungseinheit angemessen folgen.



17. Gab es während dieser Lehrveranstaltungseinheit eine Präsenzphase für den Teilnehmer?

In einer Präsenzphase muss der Teilnehmer physisch anwesend sein. Lehrveranstaltungen, welche digital aufgezeichnet wurden, benötigen keine physische Präsenz des Teilnehmers.

- Ja
 Nein

18. Für mich war der Besuch dieser Lehrveranstaltungseinheit in Kombination mit der verwendeten Lehrmethode sinnvoll.**19. Die Zeit während der Präsenzlehrveranstaltung wurde effizient genutzt****20. Durch die verwendete Lehrmethode konnte ich mich gut auf den behandelten Stoff konzentrieren.****21. Ich bin mit dieser Lehrveranstaltungseinheit zufrieden.****22. Was haben Sie besonders positiv an dieser Lehrveranstaltungseinheit empfunden?**

23. Was haben Sie besonders negativ an dieser Lehrveranstaltungseinheit empfunden?

24. Welches Feedback möchten Sie uns über diese Lehrveranstaltungseinheit mitgeben?

25. Studiengang:

[Bitte auswählen] ▼

Auswahlmöglichkeiten: Wirtschaftsingenieurwesen, Maschinenbau, Sonstige

26. In welchem Studiensemester (beginnend ab der Zulassung zum aktuellen Studiengang) befinden Sie sich?

[Bitte auswählen] ▼

Auswahlmöglichkeiten: 1-2, 3-4, 5-6, >6

27. Geben Sie Ihr Geschlecht an:

[Bitte auswählen] ▼

Auswahlmöglichkeiten: Männlich, Weiblich

28. Geben Sie Ihr Alter an:

Alter

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Wir möchten uns ganz herzlich für Ihre Mithilfe bedanken.

Ihre Antworten wurden gespeichert, Sie können das Browser-Fenster nun schließen.

Wenn Sie uns noch zusätzlich direkt Feedback geben wollen, senden Sie eine Mail über den Link in der Fußzeile.

10.2 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung erfolgte rechnergestützt unter Inanspruchnahme der Statistiksoftware International Business Machines Corporation (IBM) Superior Performing Software System (SPSS) Statistics Version 23. In den folgenden Abschnitten werden die Ansätze der verwendeten statistischen Methoden kurz beschrieben.

10.2.1 Gleichheit in der Verteilung von Häufigkeiten

Es wird überprüft, ob eine kategoriale Variable in zwei oder mehreren Gruppen gleich verteilt ist. Dafür werden folgende Hypothesen formuliert:

H_0 : Die Verteilung einer abhängigen Variable ist in allen Gruppen gleich.

H_A : Zumindest in zwei Gruppen treten unterschiedliche Verteilungen auf.

Als Maßzahl wird das Chi-Quadrat berechnet und die Homogenität der Verteilung überprüft. Kleine Unterschiede in der Verteilung ergeben einen kleinen Chi-Quadrat-Wert was für die Nullhypothese spricht. Bei großen Chi-Quadrat-Werten wird die Nullhypothese verworfen, was bedeutet, dass sich die Verteilungen unterscheiden.

Aus dem Chi-Quadrat-Wert kann der p-Wert berechnet werden, welcher für die Bestimmung der Signifikanz herangezogen wird. Ein p-Wert von unter 0,005 bedeutet Signifikanz und ein Verwerfen der Nullhypothese. Wird die Nullhypothese verworfen, wurden Unterschiede in mindestens zwei Verteilungen festgestellt.¹⁸⁶

10.2.2 Korrelationskoeffizient nach Pearson

Die numerische Darstellung eines Zusammenhangs zwischen zwei Variablen erfolgt über einen Korrelationskoeffizienten. Für einen linearen Zusammenhang wird der Korrelationskoeffizient nach Pearson verwendet.

¹⁸⁶ Vgl. Hatzinger und Nagel 2014, S: 157ff.

Der Wert des Korrelationskoeffizienten liegt zwischen -1 und 1. Je größer der Absolutbetrag, desto größer der Zusammenhang. Die Richtung des Zusammenhangs wird durch das Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten bestimmt. Ein positiver Korrelationskoeffizient bedeutet, dass mit einem steigenden x-Wert auch der y-Wert steigt. Bei einem negativen Korrelationskoeffizient sinkt der y-Wert mit einem steigenden x-Wert.¹⁸⁷

10.2.3 Unterschiede in den Mittelwerten zweier Gruppen

Für zwei Gruppen von unabhängigen Stichproben sollen Unterschiede in den Mittelwerten überprüft werden. Dafür werden folgende Hypothesen formuliert:

H_0 : Die Mittelwerte zweier Gruppen sind gleich.

H_A : Die Mittelwerte zweier Gruppen sind nicht gleich oder ein Mittelwert ist größer/kleiner als der andere Mittelwert.

Zuerst wird mittels Levene-Test überprüft, ob gleiche Varianzen angenommen werden können oder nicht. Dabei werden folgende Hypothesen aufgestellt.

H_0 : Die Varianzen sind gleich.

H_A : Die Varianzen sind nicht gleich

Abhängig davon wird ein Zweistichproben-T-test unter Annahme gleicher oder ungleicher Varianzen durchgeführt. Aus dem Ergebnis des T-Tests wird zur Bestimmung der Signifikanz der p-Wert ermittelt. Ist dieser unter 0,005 ist das Ergebnis signifikant und die Nullhypothese kann verworfen werden. Dies bedeutet, dass die Gruppen unterschiedliche Mittelwerte haben.¹⁸⁸

¹⁸⁷ Vgl. Hatzinger und Nagel 2014, S. 228f.

¹⁸⁸ Vgl. Hatzinger und Nagel 2014, S. 269ff.

10.3 Details zur quantitativen Auswertung

10.3.1 Deskriptive Statistik

10.3.1.1 D.1.: Innovationsgrad

Zu beschreibende Statistik: Wie wird der **Innovationsgrad** der verschiedenen Lehrmethoden empfunden?

Untersuchte Frage: Die verwendete Lehrmethode dieser Lehrveranstaltungseinheit ist innovativ. (Frage 8).

Insgesamt wurden **2016** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**2,78**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Einsatz von Audience Response Systemen**“ und „**E-Lecture**“ haben den besten Mittelwert (**1,66**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 24 entnommen werden.

Tabelle 24 Innovationsgrad - Mittelwerte

Innovation	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,78	780	1,223
Flipped Classroom	1,88	342	,906
Einsatz von Audience Response Systemen	1,66	552	,770
E-Lecture	1,66	342	,875
Insgesamt	2,13	2016	1,131

Tabelle 25 Innovationsgrad - Kreuztabelle

		Innovation * Lehrmethode Kreuztabelle				Gesamt
		Lehrmethode				
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Innovation :))	Anzahl	138	141	267	189	735
	% innerhalb von Innovation	18,8%	19,2%	36,3%	25,7%	100,0%
:)	Anzahl	195	120	218	97	630
	% innerhalb von Innovation	31,0%	19,0%	34,6%	15,4%	100,0%
:|	Anzahl	232	65	57	44	398
	% innerhalb von Innovation	58,3%	16,3%	14,3%	11,1%	100,0%
:(	Anzahl	134	13	5	8	160
	% innerhalb von Innovation	83,8%	8,1%	3,1%	5,0%	100,0%
:((	Anzahl	81	3	5	4	93
	% innerhalb von Innovation	87,1%	3,2%	5,4%	4,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	780	342	552	342	2016
	% innerhalb von Innovation	38,7%	17,0%	27,4%	17,0%	100,0%

Aus Tabelle 25 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

10.3.1.2 D.2.: Lernziele

Zu beschreibende Statistik: Wie klar wurden die **Lernziele** in den verschiedenen Lehrmethoden kommuniziert?

Untersuchte Frage: Die Ziele dieser Lehrveranstaltungseinheit wurden klar kommuniziert. (Frage 3)

Insgesamt wurden **2023** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**1,94**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,46**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 26 entnommen werden.

Tabelle 26 Lernziele - Mittelwerte

Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	1,94	783	,879
Flipped Classroom	1,46	344	,686
Einsatz von Audience Response Systemen	1,60	554	,713
E-Lecture	1,65	342	,710
Insgesamt	1,72	2023	,799

Tabelle 27 Lernziele - Kreuztabelle

Lernziele * Lehrmethode Kreuztabelle

	Lehrmethode				Gesamt
	Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Lernziele :)) Anzahl	263	214	281	163	921
% innerhalb von Lernziele	28,6%	23,2%	30,5%	17,7%	100,0%
:) Anzahl	352	108	223	139	822
% innerhalb von Lernziele	42,8%	13,1%	27,1%	16,9%	100,0%
:| Anzahl	131	17	44	38	230
% innerhalb von Lernziele	57,0%	7,4%	19,1%	16,5%	100,0%
:(Anzahl	24	3	2	1	30
% innerhalb von Lernziele	80,0%	10,0%	6,7%	3,3%	100,0%
:((Anzahl	13	2	4	1	20
% innerhalb von Lernziele	65,0%	10,0%	20,0%	5,0%	100,0%
Gesamt Anzahl	783	344	554	342	2023
% innerhalb von Lernziele	38,7%	17,0%	27,4%	16,9%	100,0%

Aus Tabelle 27 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

10.3.1.3 D.3.: Lernunterlagen

Zu beschreibende Statistik: Wie hilfreich waren die bereitgestellten Lernmaterialien?

Untersuchte Frage: Die bereitgestellten Lernmaterialien waren hilfreich für mich. (Frage 14)

Insgesamt wurden **2023** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**2,23**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**E-Lecture**“ hat den besten Mittelwert (**1,79**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 28 entnommen werden.

Tabelle 28 Lernmaterialien - Mittelwerte

Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,23	779	,969
Flipped Classroom	1,89	341	,899
Einsatz von Audience Response Systemen	1,86	549	,809
E-Lecture	1,79	341	,895
Insgesamt	2,00	2010	,922

Tabelle 29 Lernmaterialien - Kreuztabelle

Lernmaterialien * Lehrmethode Kreuztabelle

		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Lernmaterialien :))	Anzahl	189	130	202	150	671
	% innerhalb von Lernmaterialien	28,2%	19,4%	30,1%	22,4%	100,0%
:))	Anzahl	311	145	237	135	828
	% innerhalb von Lernmaterialien	37,6%	17,5%	28,6%	16,3%	100,0%
:|	Anzahl	204	45	96	39	384
	% innerhalb von Lernmaterialien	53,1%	11,7%	25,0%	10,2%	100,0%
:(	Anzahl	59	17	11	11	98
	% innerhalb von Lernmaterialien	60,2%	17,3%	11,2%	11,2%	100,0%
:((	Anzahl	16	4	3	6	29
	% innerhalb von Lernmaterialien	55,2%	13,8%	10,3%	20,7%	100,0%
Gesamt	Anzahl	779	341	549	341	2010
	% innerhalb von Lernmaterialien	38,8%	17,0%	27,3%	17,0%	100,0%

Aus Tabelle 29 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

10.3.1.4 D.4.: Anwendungsbeispiele

Zu beschreibende Statistik: Arbeiten die verschiedenen Lehrmethoden mit ausreichend Anwendungsbeispielen?

Untersuchte Frage: In dieser Lehrveranstaltungseinheit wurden ausreichend Anwendungsbeispiele präsentiert. (Frage 7)

Insgesamt wurden **2019** Datensätze untersucht. Die „**E-Lecture**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**1,96**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad und Präsenzphase weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,31**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 30 entnommen werden.

Tabelle 30 Anwendungsbeispiele - Mittelwerte

Bericht

Anwendungsbeispiele

Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	1,79	782	,921
Flipped Classroom	1,31	342	,600
Einsatz von Audience Response Systemen	1,79	553	,850
E-Lecture	1,96	342	,925
Insgesamt	1,74	2019	,879

Tabelle 31 Anwendungsbeispiele - Kreuztabelle

Anwendungsbeispiele * Lehrmethode Kreuztabelle

		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Anwendungsbeispiele :))	Anzahl	365	260	248	125	998
	% innerhalb von Anwendungsbeispielen	36,6%	26,1%	24,8%	12,5%	100,0%
:)	Anzahl	267	61	189	127	644
	% innerhalb von Anwendungsbeispielen	41,5%	9,5%	29,3%	19,7%	100,0%
:|	Anzahl	108	19	100	71	298
	% innerhalb von Anwendungsbeispielen	36,2%	6,4%	33,6%	23,8%	100,0%
:(	Anzahl	31	2	14	15	62
	% innerhalb von Anwendungsbeispielen	50,0%	3,2%	22,6%	24,2%	100,0%
:((	Anzahl	11	0	2	4	17
	% innerhalb von Anwendungsbeispielen	64,7%	0,0%	11,8%	23,5%	100,0%
Gesamt	Anzahl	782	342	553	342	2019
	% innerhalb von Anwendungsbeispielen	38,7%	16,9%	27,4%	16,9%	100,0%

Aus Tabelle 31 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

10.3.2 Überprüfung der aufgestellten Hypothesen

10.3.2.1 H.1.1.: Wissensvermittlung

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann das **vermittelte Wissen** während der Lehrveranstaltungseinheit vergrößert werden“.

Untersuchte Frage: Durch den Besuch dieser Lehrveranstaltungseinheit wurde mein Wissen vergrößert. (Frage 5)

Insgesamt wurden **2020** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**2,08**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,43**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 32 entnommen werden.

Tabelle 32 Wissensvermittlung - Mittelwerte

Wissensvermittlung

Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,08	782	,995
Flipped Classroom	1,43	343	,663
Einsatz von Audience Response Systemen	1,73	553	,817
E-Lecture	1,83	342	,873
Insgesamt	1,83	2020	,907

Aus Tabelle 33 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 33 Wissensvermittlung - Kreuztabelle

Wissensvermittlung * Lehrmethode Kreuztabelle

	Lehrmethode				Gesamt
	Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Wissensvermittlung :)) Anzahl	254	224	254	145	877
% innerhalb von Wissensvermittlung	29,0%	25,5%	29,0%	16,5%	100,0%
:) Anzahl	299	94	213	126	732
% innerhalb von Wissensvermittlung	40,8%	12,8%	29,1%	17,2%	100,0%
:| Anzahl	164	21	70	58	313
% innerhalb von Wissensvermittlung	52,4%	6,7%	22,4%	18,5%	100,0%
:(Anzahl	45	4	12	10	71
% innerhalb von Wissensvermittlung	63,4%	5,6%	16,9%	14,1%	100,0%
:((Anzahl	20	0	4	3	27
% innerhalb von Wissensvermittlung	74,1%	0,0%	14,8%	11,1%	100,0%
Gesamt Anzahl	782	343	553	342	2020
% innerhalb von Wissensvermittlung	38,7%	17,0%	27,4%	16,9%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die Menge des **vermittelten Wissens** während einer Lehrveranstaltungseinheit aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die Menge des **vermittelten Wissens** während einer Lehrveranstaltungseinheit aus.

Tabelle 34 Wissensvermittlung - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	142,414 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	148,188	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	28,588	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2020		

a. 2 Zellen (10,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 4,57.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 34 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.2 H.1.2.: Verständlichkeit

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden können Lehrveranstaltungsinhalte **verständlicher** vermittelt werden.“

Untersuchte Frage: Die Inhalte dieser Lehrveranstaltungseinheit wurden verständlich vermittelt. (Frage 6)

Insgesamt wurden **2020** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**1,91**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,41**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 35 entnommen werden.

Tabelle 35 Verständlichkeit - Mittelwerte

Verständlichkeit			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	1,91	782	,895
Flipped Classroom	1,41	343	,642
Einsatz von Audience Response Systemen	1,68	553	,763
E-Lecture	1,83	342	,839
Insgesamt	1,75	2020	,830

Aus Tabelle 36 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 36 Verständlichkeit - Kreuztabelle

Verständlichkeit * Lehrmethode Kreuztabelle

		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Verständlichkeit :))	Anzahl	296	230	264	134	924
	% innerhalb von Verständlichkeit	32,0%	24,9%	28,6%	14,5%	100,0%
:))	Anzahl	308	86	216	149	759
	% innerhalb von Verständlichkeit	40,6%	11,3%	28,5%	19,6%	100,0%
:| )	Anzahl	142	26	64	45	277
	% innerhalb von Verständlichkeit	51,3%	9,4%	23,1%	16,2%	100,0%
:()	Anzahl	26	1	6	11	44
	% innerhalb von Verständlichkeit	59,1%	2,3%	13,6%	25,0%	100,0%
:(()	Anzahl	10	0	3	3	16
	% innerhalb von Verständlichkeit	62,5%	0,0%	18,8%	18,8%	100,0%
Gesamt	Anzahl	782	343	553	342	2020
	% innerhalb von Verständlichkeit	38,7%	17,0%	27,4%	16,9%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **Verständlichkeit** der Vermittlung von Lehrveranstaltungsinhalten aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **Verständlichkeit** der Vermittlung von Lehrveranstaltungsinhalten aus.

Tabelle 37 Verständlichkeit Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	110,124 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	114,789	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	6,495	1	,011
Anzahl der gültigen Fälle	2020		

a. 3 Zellen (15,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,71.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 37 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.3 H.1.3.: Arbeitsaufwand

Aufgestellte Hypothese: „Der angemessene **Arbeitsaufwand** zur Absolvierung einer Lehrveranstaltung ist unabhängig von der verwendeten Lehrmethode.“

Untersuchte Frage: Für mich war der Arbeitsaufwand zur Absolvierung dieser Lehrveranstaltungseinheit angemessen. (Frage 15)

Insgesamt wurden **2009** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**2,07**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Einsatz von Audience Response Systemen**“ hat den besten Mittelwert (**1,79**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 38 entnommen werden.

Tabelle 38 Arbeitsaufwand - Mittelwerte

Arbeitsaufwand			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,07	778	,895
Flipped Classroom	1,98	341	,923
Einsatz von Audience Response Systemen	1,79	549	,840
E-Lecture	1,82	341	,846
Insgesamt	1,93	2009	,885

Aus Tabelle 39 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 39 Arbeitsaufwand - Kreuztabelle

Arbeitsaufwand * Lehrmethode Kreuztabelle

		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Arbeitsaufwand :))	Anzahl	230	119	231	142	722
	% innerhalb von Arbeitsaufwand	31,9%	16,5%	32,0%	19,7%	100,0%
:)	Anzahl	313	136	227	134	810
	% innerhalb von Arbeitsaufwand	38,6%	16,8%	28,0%	16,5%	100,0%
:]	Anzahl	198	66	73	54	391
	% innerhalb von Arbeitsaufwand	50,6%	16,9%	18,7%	13,8%	100,0%
:(	Anzahl	27	15	11	8	61
	% innerhalb von Arbeitsaufwand	44,3%	24,6%	18,0%	13,1%	100,0%
:((	Anzahl	10	5	7	3	25
	% innerhalb von Arbeitsaufwand	40,0%	20,0%	28,0%	12,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	778	341	549	341	2009
	% innerhalb von Arbeitsaufwand	38,7%	17,0%	27,3%	17,0%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Der angemessene **Arbeitsaufwand** zur Absolvierung einer Lehrveranstaltung ist unabhängig von der verwendeten Lehrmethode.

H_A: Der angemessene **Arbeitsaufwand** zur Absolvierung einer Lehrveranstaltung ist abhängig von der verwendeten Lehrmethode.

Tabelle 40 Arbeitsaufwand - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	50,900 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	51,322	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	34,050	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2009		

a. 2 Zellen (10,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 4,24.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 40 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.4 H.2.1.: Individuelle Präferenzen

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann besser auf die **individuellen Präferenzen** der Lehrveranstaltungsteilnehmer eingegangen werden.“

Untersuchte Frage: In dieser Lehrveranstaltungseinheit wurde auf meine individuellen Lernpräferenzen eingegangen. (Frage 13)

Insgesamt wurden **2011** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**3,08**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Einsatz von Audience Response Systemen**“ hat den besten Mittelwert (**2,21**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 41 entnommen werden.

Tabelle 41 Individualität - Mittelwerte

Individualität			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	3,08	779	1,126
Flipped Classroom	2,31	342	1,003
Einsatz von Audience Response Systemen	2,21	549	,948
E-Lecture	2,52	341	1,275
Insgesamt	2,62	2011	1,152

Aus Tabelle 42 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 42 Individualität - Kreuztabelle

Individualität * Lehrmethode Kreuztabelle

		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Individualität	:)) Anzahl	68	86	133	93	380
	% innerhalb von Individualität	17,9%	22,6%	35,0%	24,5%	100,0%
	:.) Anzahl	166	107	222	86	581
	% innerhalb von Individualität	28,6%	18,4%	38,2%	14,8%	100,0%
	:| Anzahl	273	114	149	83	619
	% innerhalb von Individualität	44,1%	18,4%	24,1%	13,4%	100,0%
:(Anzahl	178	28	34	48	288	
% innerhalb von Individualität	61,8%	9,7%	11,8%	16,7%	100,0%	
:((Anzahl	94	7	11	31	143	
% innerhalb von Individualität	65,7%	4,9%	7,7%	21,7%	100,0%	
Gesamt	Anzahl	779	342	549	341	2011
	% innerhalb von Individualität	38,7%	17,0%	27,3%	17,0%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die Erfüllung der **individuellen Präferenzen** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die Erfüllung der **individuellen Präferenzen** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

Tabelle 43 Individualität - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	261,136 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	278,575	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	121,952	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2011		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 24,25.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 43 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.5 H.2.2.: Individuelles Lerntempo

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann besser auf das **individuelle Lerntempo** eingegangen werden.“

Untersuchte Frage: Ich konnte dem Inhalt dieser Lehrveranstaltungseinheit angemessen folgen. (Frage 16)

Insgesamt wurden **2015** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**1,91**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,43**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 44 entnommen werden.

Tabelle 44 Lerntempo - Mittelwerte

Lerntempo			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	1,91	778	,947
Flipped Classroom	1,43	341	,636
Einsatz von Audience Response Systemen	1,63	548	,713
E-Lecture	1,69	341	,807
Insgesamt	1,71	2008	,834

Aus Tabelle 45 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 45 Lerntempo - Kreuztabelle

		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Lerntempo :))	Anzahl	306	219	269	164	958
	% innerhalb von Tempo	31,9%	22,9%	28,1%	17,1%	100,0%
:) Anzahl	Anzahl	305	100	223	133	761
	% innerhalb von Tempo	40,1%	13,1%	29,3%	17,5%	100,0%
:| Anzahl	Anzahl	115	21	48	35	219
	% innerhalb von Tempo	52,5%	9,6%	21,9%	16,0%	100,0%
:(Anzahl	Anzahl	37	0	7	5	49
	% innerhalb von Tempo	75,5%	0,0%	14,3%	10,2%	100,0%
:((Anzahl	Anzahl	15	1	1	4	21
	% innerhalb von Tempo	71,4%	4,8%	4,8%	19,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	778	341	548	341	2008
	% innerhalb von Tempo	38,7%	17,0%	27,3%	17,0%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die Anpassung an das **individuelle Lerntempo** aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die Anpassung an das **individuelle Lerntempo** aus.

Tabelle 46 Lerntempo - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	100,946 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	107,787	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	25,897	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2008		

a. 2 Zellen (10,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 3,57.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 46 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.6 H.3.1.: Studentenzentriertheit

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden können **Studenten besser in den Fokus der Lehrveranstaltung gestellt werden.**“

Untersuchte Frage: Die verwendete Lehrmethode dieser Lehrveranstaltungseinheit stellt den Studenten in den Mittelpunkt. (Frage 9)

Insgesamt wurden **2015** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**3,01**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Einsatz von Audience Response Systemen**“ hat den besten Mittelwert (**1,77**). Im Vergleich mit den anderen digitalen Lehrmethoden weist die Lehrmethode „**E-Lecture**“ einen deutlich schlechteren Mittelwert auf (**2,75**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 47 entnommen werden.

Tabelle 47 Studentenzentriertheit - Mittelwerte

Studentenzentriertheit			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	3,01	780	1,172
Flipped Classroom	2,01	342	,930
Einsatz von Audience Response Systemen	1,77	552	,850
E-Lecture	2,75	341	1,253
Insgesamt	2,46	2015	1,200

Aus Tabelle 47 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 48 Studentenzentriertheit - Kreuztabelle

		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Studentenzentriertheit	:)) Anzahl	82	116	252	67	517
	% innerhalb von Studentenzentriertheit	15,9%	22,4%	48,7%	13,0%	100,0%
	:.) Anzahl	184	132	198	78	592
	% innerhalb von Studentenzentriertheit	31,1%	22,3%	33,4%	13,2%	100,0%
	:| Anzahl	255	74	84	110	523
	% innerhalb von Studentenzentriertheit	48,8%	14,1%	16,1%	21,0%	100,0%
	:(Anzahl	159	15	14	45	233
	% innerhalb von Studentenzentriertheit	68,2%	6,4%	6,0%	19,3%	100,0%
	:((Anzahl	100	5	4	41	150
	% innerhalb von Studentenzentriertheit	66,7%	3,3%	2,7%	27,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	780	342	552	341	2015
	% innerhalb von Studentenzentriertheit	38,7%	17,0%	27,4%	16,9%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **Studentenzentriertheit** der Lehrveranstaltungen aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **Studentenzentriertheit** der Lehrveranstaltungen aus.

Tabelle 49 Studentenzentriertheit - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	444,313 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	486,954	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	101,181	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2015		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 25,38.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 49 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.7 H.3.2.: Interaktion

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden wird die **Interaktion** zwischen Studenten und Lehrenden gefördert.“

Untersuchte Frage: Die Interaktion zwischen Studenten und Lehrenden wurde in dieser Lehrveranstaltungseinheit gefördert. (Frage 11)

Insgesamt wurden **2015** Datensätze untersucht. Die „**E-Lecture**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**3,39**) auf. Die anderen Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,57**). Der „**Klassische Vortrag**“ weist im Vergleich mit dem „Einsatz von Audience Response Systemen“ und dem „Flipped Classroom“ einen deutlich schlechteren Mittelwert (**2,46**) auf. Die detaillierten Werte können aus Tabelle 50 entnommen werden.

Tabelle 50 Interaktion - Mittelwerte

Interaktion			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,46	780	1,095
Flipped Classroom	1,57	342	,734
Einsatz von Audience Response Systemen	1,65	552	,801
E-Lecture	3,39	341	1,361
Insgesamt	2,24	2015	1,207

Aus Tabelle 51 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 51 Interaktion - Kreuztabelle

Interaktion * Lehrmethode Kreuztabelle						
		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Interaktion :))	Anzahl	161	188	284	46	679
	% innerhalb von Interaktion	23,7%	27,7%	41,8%	6,8%	100,0%
:)	Anzahl	274	119	194	38	625
	% innerhalb von Interaktion	43,8%	19,0%	31,0%	6,1%	100,0%
:|	Anzahl	210	29	60	91	390
	% innerhalb von Interaktion	53,8%	7,4%	15,4%	23,3%	100,0%
:(	Anzahl	98	5	10	68	181
	% innerhalb von Interaktion	54,1%	2,8%	5,5%	37,6%	100,0%
:((	Anzahl	37	1	4	98	140
	% innerhalb von Interaktion	26,4%	0,7%	2,9%	70,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	780	342	552	341	2015
	% innerhalb von Interaktion	38,7%	17,0%	27,4%	16,9%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **Interaktion** zwischen Studenten und Lehrenden aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **Interaktion** zwischen Studenten und Lehrenden aus.

Tabelle 52 Interaktion - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	705,545 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	678,204	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	22,412	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2015		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 23,69.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 52 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.8 H.4.1.: Selbstständige Auseinandersetzung

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden wird die **selbstständige Auseinandersetzung** mit den Lerninhalten unterstützt.“

Untersuchte Frage: In dieser Lehrveranstaltungseinheit wurde ich ermutigt, mich selbstständig mit den Lehrinhalten auseinanderzusetzen. (Frage 10)

Insgesamt wurden **2015** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**2,65**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,71**). Im Vergleich mit den anderen digitalen Lehrmethoden weist die Lehrmethode „**E-Lecture**“ einen deutlich schlechteren Mittelwert auf (**2,22**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 53 entnommen werden.

Tabelle 53 Selbstständige Auseinandersetzung - Mittelwerte

Selbstständige Auseinandersetzung			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,65	780	1,160
Flipped Classroom	1,71	342	,853
Einsatz von Audience Response Systemen	1,84	552	,844
E-Lecture	2,22	341	1,163
Insgesamt	2,19	2015	1,105

Aus Tabelle 54 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 54 Selbständige Auseinandersetzung - Kreuztabelle

Selbständige Auseinandersetzung * Lehrmethode Kreuztabelle

		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Selbständige Auseinandersetzung	:)) Anzahl	138	172	223	117	650
	% innerhalb von Selbstständigkeit	21,2%	26,5%	34,3%	18,0%	100,0%
	:) Anzahl	234	107	216	100	657
	% innerhalb von Selbstständigkeit	35,6%	16,3%	32,9%	15,2%	100,0%
	:| Anzahl	235	56	96	74	461
	% innerhalb von Selbstständigkeit	51,0%	12,1%	20,8%	16,1%	100,0%
:(Anzahl	111	3	13	33	160	
% innerhalb von Selbstständigkeit	69,4%	1,9%	8,1%	20,6%	100,0%	
:((Anzahl	62	4	4	17	87	
% innerhalb von Selbstständigkeit	71,3%	4,6%	4,6%	19,5%	100,0%	
Gesamt	Anzahl	780	342	552	341	2015
	% innerhalb von Selbstständigkeit	38,7%	17,0%	27,4%	16,9%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **selbstständige Auseinandersetzung** mit den Lerninhalten aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **selbstständige Auseinandersetzung** mit den Lerninhalten aus.

Tabelle 55 Selbständige Auseinandersetzung - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	271,285 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	296,620	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	90,200	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2015		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 14,72.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 55 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.9 H.4.2.: Motivation zum Mitarbeiten

Aufgestellte Hypothese: „Die Integration von digitalen Lehrmethoden motiviert Studenten zum **Mitarbeiten**.“

Untersuchte Frage: In dieser Lehrveranstaltungseinheit wurde ich zum Mitarbeiten motiviert. (Frage 12)

Insgesamt wurden **2013** Datensätze untersucht. Die „**E-Lecture**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**2,90**) auf. Die anderen Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,71**). Der „**Klassische Vortrag**“ weist im Vergleich mit dem „Einsatz von Audience Response Systemen“ und dem „Flipped Classroom“ einen deutlich schlechteren Mittelwert (**2,70**) auf. Die detaillierten Werte können aus Tabelle 56 entnommen werden.

Tabelle 56 Motivation zum Mitarbeiten - Mittelwerte

Motivation zum Mitarbeiten

Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,70	780	1,178
Flipped Classroom	1,79	342	,815
Einsatz von Audience Response Systemen	1,71	550	,836
E-Lecture	2,90	341	1,316
Insgesamt	2,31	2013	1,182

Aus Tabelle 57 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 57 Motivation zum Mitarbeiten - Kreuztabelle

Motivation zum Mitarbeiten * Lehrmethode Kreuztabelle

		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Motivation zum Mitarbeiten	:)) Anzahl	134	144	267	58	603
	% innerhalb von Mitarbeit	22,2%	23,9%	44,3%	9,6%	100,0%
	:) Anzahl	220	135	199	85	639
	% innerhalb von Mitarbeit	34,4%	21,1%	31,1%	13,3%	100,0%
	:| Anzahl	237	55	69	85	446
	% innerhalb von Mitarbeit	53,1%	12,3%	15,5%	19,1%	100,0%
	:(Anzahl	121	6	8	59	194
	% innerhalb von Mitarbeit	62,4%	3,1%	4,1%	30,4%	100,0%
	:((Anzahl	68	2	7	54	131
	% innerhalb von Mitarbeit	51,9%	1,5%	5,3%	41,2%	100,0%
Gesamt	Anzahl	780	342	550	341	2013
	% innerhalb von Mitarbeit	38,7%	17,0%	27,3%	16,9%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die Motivation von Studenten zum **Mitarbeiten** aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die Motivation von Studenten zum **Mitarbeiten** aus.

Tabelle 58 Motivation zum Mitarbeiten - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	415,488 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	451,911	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	15,394	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2013		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 22,19.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 58 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.10 H.5.1.: Lehrveranstaltungsbesuch

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden ergibt es für Studenten mehr **Sinn** eine Lehrveranstaltung zu **besuchen**.“

Untersuchte Frage: Für mich war der Besuch dieser Lehrveranstaltungseinheit in Kombination mit der verwendeten Lehrmethode sinnvoll. (Frage 18)

Insgesamt wurden **1440** Datensätze untersucht. Dies beinhaltet nur Lehrveranstaltungen mit einer Präsenzphase (Keine E-Lecture). Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**2,17**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,53**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 59 entnommen werden.

Tabelle 59 Sinnhaftigkeit Lehrveranstaltungsbesuch - Mittelwerte

Lehrveranstaltungsbesuch			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,17	618	,976
Flipped Classroom	1,53	303	,704
Einsatz von Audience Response Systemen	1,65	519	,735
Insgesamt	1,85	1440	,886

Aus Tabelle 60 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 60 Sinnhaftigkeit Lehrveranstaltungsbesuch - Kreuztabelle

		Lehrmethode			Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	
Besuch :))	Anzahl	166	174	246	586
	% innerhalb von Besuch	28,3%	29,7%	42,0%	100,0%
:))	Anzahl	252	103	219	574
	% innerhalb von Besuch	43,9%	17,9%	38,2%	100,0%
:|	Anzahl	147	22	45	214
	% innerhalb von Besuch	68,7%	10,3%	21,0%	100,0%
:(	Anzahl	37	3	6	46
	% innerhalb von Besuch	80,4%	6,5%	13,0%	100,0%
:((	Anzahl	16	1	3	20
	% innerhalb von Besuch	80,0%	5,0%	15,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	618	303	519	1440
	% innerhalb von Besuch	42,9%	21,0%	36,0%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die empfundene **Sinnhaftigkeit des Lehrveranstaltungsbesuchs** aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die empfundene **Sinnhaftigkeit des Lehrveranstaltungsbesuchs** aus.

Tabelle 61 Sinnhaftigkeit Lehrveranstaltungsbesuch - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	155,142 ^a	8	,000
Likelihood-Quotient	157,880	8	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	100,110	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	1440		

a. 1 Zellen (6,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 4,21.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 61 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.11 H.5.2.: Effiziente Zeitnutzung während der Lehrveranstaltung

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden kann die **Präsenzzeit effizienter** genutzt werden.“

Untersuchte Frage: Die Zeit während der Präsenzlehrveranstaltung wurde effizient genutzt. (Frage 19)

Insgesamt wurden **1440** Datensätze untersucht. Dies beinhaltet nur Lehrveranstaltungen mit einer Präsenzphase (Keine E-Lecture). Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**2,17**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,54**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 62 entnommen werden.

Tabelle 62 Effiziente Zeitnutzung - Mittelwerte

Zeitnutzung			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,17	618	,947
Flipped Classroom	1,54	303	,703
Einsatz von Audience Response Systemen	1,77	519	,809
Insgesamt	1,89	1440	,887

Aus Tabelle 63 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 63 Effiziente Zeitnutzung - Kreuztabelle

Zeitnutzung * Lehrmethode Kreuztabelle					
		Lehrmethode			Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	
Zeit :))	Anzahl	161	173	217	551
	% innerhalb von Zeit	29,2%	31,4%	39,4%	100,0%
:)	Anzahl	256	99	223	578
	% innerhalb von Zeit	44,3%	17,1%	38,6%	100,0%
:|	Anzahl	148	28	61	237
	% innerhalb von Zeit	62,4%	11,8%	25,7%	100,0%
:(	Anzahl	43	3	15	61
	% innerhalb von Zeit	70,5%	4,9%	24,6%	100,0%
:((	Anzahl	10	0	3	13
	% innerhalb von Zeit	76,9%	0,0%	23,1%	100,0%
Gesamt	Anzahl	618	303	519	1440
	% innerhalb von Zeit	42,9%	21,0%	36,0%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **effiziente Zeitnutzung** während der Präsenzzeit aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **effiziente Zeitnutzung** während der Präsenzzeit aus.

Tabelle 64 Effiziente Zeitnutzung - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	124,416 ^a	8	,000
Likelihood-Quotient	128,029	8	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	59,729	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	1440		

a. 2 Zellen (13,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,74.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 64 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.12 H.5.3.: Konzentrationsfähigkeit während der Lehrveranstaltung

Aufgestellte Hypothese: „Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die Konzentrationsfähigkeit während der Lehrveranstaltungseinheit aus“

Untersuchte Frage: Durch die verwendete Lehrmethode konnte ich mich gut auf den behandelten Stoff konzentrieren. (Frage 20)

Insgesamt wurden **1440** Datensätze untersucht. Dies beinhaltet nur Lehrveranstaltungen mit einer Präsenzphase (Keine E-Lecture). Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**2,41**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,71**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 65 entnommen werden.

Tabelle 65 Konzentrationsfähigkeit - Mittelwerte

Konzentrationsfähigkeit			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,41	618	1,010
Flipped Classroom	1,71	303	,782
Einsatz von Audience Response Systemen	1,79	519	,797
Insgesamt	2,04	1440	,949

Aus Tabelle 66 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 66 Konzentrationsfähigkeit - Kreuztabelle

Konzentrationsfähigkeit * Lehrmethode Kreuztabelle

	Lehrmethode			Gesamt
	Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	
Konzentration :)) Anzahl	105	141	210	456
% innerhalb von Konzentration	23,0%	30,9%	46,1%	100,0%
:) Anzahl	264	117	228	609
% innerhalb von Konzentration	43,3%	19,2%	37,4%	100,0%
:| Anzahl	164	40	64	268
% innerhalb von Konzentration	61,2%	14,9%	23,9%	100,0%
:(Anzahl	60	3	15	78
% innerhalb von Konzentration	76,9%	3,8%	19,2%	100,0%
:((Anzahl	25	2	2	29
% innerhalb von Konzentration	86,2%	6,9%	6,9%	100,0%
Gesamt Anzahl	618	303	519	1440
% innerhalb von Konzentration	42,9%	21,0%	36,0%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **Konzentrationsfähigkeit** während der Lehrveranstaltungseinheit aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **Konzentrationsfähigkeit** während der Lehrveranstaltungseinheit aus.

Tabelle 67 Konzentrationsfähigkeit - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	174,166 ^a	8	,000
Likelihood-Quotient	183,088	8	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	127,586	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	1440		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 6,10.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 67 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.13 H.6.1.: Zufriedenheit allgemein

Aufgestellte Hypothese: „Die Nutzung von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die **Zufriedenheit** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.“

Untersuchte Frage: Ich bin mit dieser Lehrveranstaltungseinheit zufrieden (Frage 21)

Insgesamt wurden **2003** Datensätze untersucht. Der „**Klassische Vortrag**“ weist den schlechtesten Mittelwert (**2,18**) auf. Die Lehrmethoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen besseren Mittelwert auf. „**Flipped Classroom**“ hat den besten Mittelwert (**1,41**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 68 entnommen werden.

Tabelle 68 Zufriedenheit allgemein - Mittelwerte

Zufriedenheit

Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,18	776	1,022
Flipped Classroom	1,41	341	,624
Einsatz von Audience Response Systemen	1,67	545	,774
E-Lecture	1,85	341	,946
Insgesamt	1,85	2003	,932

Aus Tabelle 69 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 69 Zufriedenheit allgemein - Kreuztabelle

Zufriedenheit * Lehrmethode Kreuztabelle

		Lehrmethode				Gesamt
		Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Zufriedenheit :))	Anzahl	222	225	262	145	854
	% innerhalb von Zufriedenheit	26,0%	26,3%	30,7%	17,0%	100,0%
:))	Anzahl	296	93	214	130	733
	% innerhalb von Zufriedenheit	40,4%	12,7%	29,2%	17,7%	100,0%
:|	Anzahl	180	22	58	49	309
	% innerhalb von Zufriedenheit	58,3%	7,1%	18,8%	15,9%	100,0%
:(	Anzahl	54	1	7	7	69
	% innerhalb von Zufriedenheit	78,3%	1,4%	10,1%	10,1%	100,0%
:((	Anzahl	24	0	4	10	38
	% innerhalb von Zufriedenheit	63,2%	0,0%	10,5%	26,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	776	341	545	341	2003
	% innerhalb von Zufriedenheit	38,7%	17,0%	27,2%	17,0%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der verschiedenen Lehrmethoden untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Nutzung von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die **Zufriedenheit** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

H_A: Die Nutzung von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die **Zufriedenheit** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

Tabelle 70 Zufriedenheit allgemein - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	214,657 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	225,081	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	55,880	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2003		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 6,47.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 70 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.14 H.6.2.: Zufriedenheit Geschlecht

Aufgestellte Hypothese: „Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig vom **Geschlecht**.“

Untersuchte Fragen: Ich bin mit dieser Lehrveranstaltungseinheit zufrieden. (Frage 21); Geben Sie Ihr Geschlecht an: (Frage 27)

Insgesamt wurden **1208** Datensätze untersucht. Dies beinhaltet nur Datensätze in denen digitale Lehrmethoden eingesetzt wurden. **Weibliche** Lehrveranstaltungsteilnehmer weisen einen geringfügig besseren Mittelwert für Zufriedenheit auf (**1,54**) als **männliche** (**1,67**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 71 entnommen werden.

Tabelle 71 Zufriedenheit Geschlecht - Mittelwerte

Zufriedenheit			
Geschlecht	Mittelwert	N	Standardabweichung
Männlich	1,67	1023	,808
Weiblich	1,54	185	,794
Insgesamt	1,65	1208	,807

Aus Tabelle 72 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 72 Zufriedenheit Geschlecht - Kreuztabelle

		Geschlecht		Gesamt	
		Männlich	Weiblich		
Zufriedenheit	:))	Anzahl	508	112	620
		% innerhalb von Zufriedenheit	81,9%	18,1%	100,0%
	:)	Anzahl	380	52	432
		% innerhalb von Zufriedenheit	88,0%	12,0%	100,0%
	:|	Anzahl	110	17	127
		% innerhalb von Zufriedenheit	86,6%	13,4%	100,0%
	:(	Anzahl	13	2	15
		% innerhalb von Zufriedenheit	86,7%	13,3%	100,0%
	:((	Anzahl	12	2	14
		% innerhalb von Zufriedenheit	85,7%	14,3%	100,0%
Gesamt		Anzahl	1023	185	1208
		% innerhalb von Zufriedenheit	84,7%	15,3%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der beiden Geschlechter untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig vom **Geschlecht**.

H_A: Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist abhängig vom **Geschlecht**.

Tabelle 73 Zufriedenheit Geschlecht - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	7,614 ^a	4	,107
Likelihood-Quotient	7,703	4	,103
Zusammenhang linear-mit-linear	4,128	1	,042
Anzahl der gültigen Fälle	1208		

a. 2 Zellen (20,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 2,14.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 73 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,107** nicht signifikant. Die **Nullhypothese wird beibehalten**.

10.3.2.15 H.6.3.: Zufriedenheit Studiengang

Aufgestellte Hypothese: „Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig vom **Studiengang**.“

Untersuchte Fragen: Ich bin mit dieser Lehrveranstaltungseinheit zufrieden. (Frage 21); Studiengang: (Frage 25)

Insgesamt wurden **1194** Datensätze untersucht. Dies beinhaltet nur Datensätze in denen digitale Lehrmethoden eingesetzt wurden. Studenten des Studiengangs **Wirtschaftsingenieurwesen** weisen einen geringfügig besseren Mittelwert für Zufriedenheit auf (**1,61**) als Studenten des Studiengangs **Maschinenbau** (**1,65**). Die detaillierten Werte können aus Tabelle 74 entnommen werden.

Tabelle 74 Zufriedenheit Studiengang - Mittelwerte

Zufriedenheit

Studiengang	Mittelwert	N	Standardabweichung
Wirtschaftsingenieurwesen	1,61	540	,771
Maschinenbau	1,68	654	,820
Insgesamt	1,65	1194	,799

Aus Tabelle 75 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 75 Zufriedenheit Studiengang - Kreuztabelle

Zufriedenheit * Studiengang Kreuztabelle

		Studiengang		Gesamt
		Wirtschaftsingenieurwesen	Maschinenbau	
Zufriedenheit :))	Anzahl	288	325	613
	% innerhalb von Zufriedenheit	47,0%	53,0%	100,0%
:)	Anzahl	188	242	430
	% innerhalb von Zufriedenheit	43,7%	56,3%	100,0%
:|	Anzahl	54	70	124
	% innerhalb von Zufriedenheit	43,5%	56,5%	100,0%
:(	Anzahl	6	8	14
	% innerhalb von Zufriedenheit	42,9%	57,1%	100,0%
:((	Anzahl	4	9	13
	% innerhalb von Zufriedenheit	30,8%	69,2%	100,0%
Gesamt	Anzahl	540	654	1194
	% innerhalb von Zufriedenheit	45,2%	54,8%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der beiden Geschlechter untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig vom **Studiengang**.

H_A: Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist abhängig vom **Studiengang**.

Tabelle 76 Zufriedenheit Studiengang - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	2,426 ^a	4	,658
Likelihood-Quotient	2,463	4	,651
Zusammenhang linear-mit-linear	1,943	1	,163
Anzahl der gültigen Fälle	1194		

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 5,88.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 76 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,658** nicht signifikant. Die **Nullhypothese wird beibehalten**.

10.3.2.16 H.6.4.: Zufriedenheit Studiendauer

Aufgestellte Hypothese: „Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig von der **Studiendauer**.“

Untersuchte Fragen: Ich bin mit dieser Lehrveranstaltungseinheit zufrieden. (Frage 21); In welchem Studiensemester (beginnend ab der Zulassung zum aktuellen Studiengang) befinden Sie sich? (Frage 27)

Insgesamt wurden **1227** Datensätze untersucht. Dies beinhaltet nur Datensätze in denen digitale Lehrmethoden eingesetzt wurden. Studenten **ab dem 2. Studienjahr** weisen einen geringfügig besseren Mittelwert für Zufriedenheit auf (**1,61**) als Studenten des **1. Studienjahres (1,65)**. Die detaillierten Werte können aus Tabelle 77 entnommen werden.

Tabelle 77 Zufriedenheit Studiendauer - Mittelwerte

Zufriedenheit			
Studiendauer	Mittelwert	N	Standardabweichung
Nur 1. Studienjahr	1,65	1143	,805
Ab 2. Studienjahr	1,61	84	,822
Insgesamt	1,65	1227	,806

Aus Tabelle 78 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 78 Zufriedenheit Studiendauer - Kreuztabelle

Zufriedenheit * Studiendauer Kreuztabelle				
		Studiendauer		Gesamt
		Nur 1. Studienjahr	Ab 2. Studienjahr	
Zufriedenheit	:)) Anzahl	585	47	632
	% innerhalb von Zufriedenheit	92,6%	7,4%	100,0%
:.)	Anzahl	411	26	437
	% innerhalb von Zufriedenheit	94,1%	5,9%	100,0%
:|	Anzahl	120	9	129
	% innerhalb von Zufriedenheit	93,0%	7,0%	100,0%
:(:	Anzahl	14	1	15
	% innerhalb von Zufriedenheit	93,3%	6,7%	100,0%
:((	Anzahl	13	1	14
	% innerhalb von Zufriedenheit	92,9%	7,1%	100,0%
Gesamt	Anzahl	1143	84	1227
	% innerhalb von Zufriedenheit	93,2%	6,8%	100,0%

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der beiden Geschlechter untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist unabhängig von der **Studiendauer**.

H_A: Die **Zufriedenheit** durch den Einsatz von digitalen Lehrmethoden ist abhängig von der **Studiendauer**.

Tabelle 79 Zufriedenheit Studiendauer - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,902 ^a	4	,924
Likelihood-Quotient	,917	4	,922
Zusammenhang linear-mit-linear	,240	1	,624
Anzahl der gültigen Fälle	1227		

a. 2 Zellen (20,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,96.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 79 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,924** nicht signifikant. Die **Nullhypothese wird beibehalten**. Die Stichprobe der Studenten mit längerer Studiendauer ist jedoch sehr gering. Eine Analyse mit einer größeren Stichprobe wäre zweckmäßig.

10.3.2.17 H.7.1.: Prüfungsvorbereitung

Aufgestellte Hypothese: „Durch die Integration von digitalen Lehrmethoden fühlen sich Studenten besser auf die **Prüfung vorbereitet**.“

Untersuchte Frage: Die Absolvierung dieser Lehrveranstaltungseinheit bereitet mich gut auf die kommende Prüfung vor. (Frage 4)

Insgesamt wurden **2022** Datensätze untersucht. Die Analyse der Evaluierungsdaten, welche für die Prüfungsvorbereitung relevant sind, ergab, dass die Lehrmethode „**Klassischer Vortrag**“ den schlechtesten Mittelwert (**2,36**) aufweist. Alle Methoden mit höherem Digitalisierungsgrad weisen einen deutlich besseren Mittelwert auf. Das beste Ergebnis erzielte die Methode „**Einsatz von Audience Response Systemen**“ mit einem Mittelwert von **1,73**. Die detaillierten Werte können aus Tabelle 80 entnommen werden.

Tabelle 80 Prüfungsvorbereitung - Mittelwerte

Prüfungsvorbereitung			
Lehrmethode	Mittelwert	N	Standardabweichung
Klassischer Vortrag	2,36	783	,939
Flipped Classroom	1,87	344	,845
Einsatz von Audience Response Systemen	1,73	553	,785
E-Lecture	1,90	342	,856
Insgesamt	2,03	2022	,910

Aus Tabelle 81 kann die detaillierte Aufteilung der Ergebnisse entnommen werden.

Tabelle 81 Prüfungsvorbereitung - Kreuztabelle

			Lehrmethode				Gesamt
			Klassischer Vortrag	Flipped Classroom	Einsatz von Audience Response Systemen	E-Lecture	
Prüfungsvorbereitung	:))	Anzahl	139	131	240	125	635
		% innerhalb von Prüfungsvorbereitung	21,9%	20,6%	37,8%	19,7%	100,0%
	:)	Anzahl	315	141	237	139	832
		% innerhalb von Prüfungsvorbereitung	37,9%	16,9%	28,5%	16,7%	100,0%
	:|	Anzahl	254	61	65	68	448
		% innerhalb von Prüfungsvorbereitung	56,7%	13,6%	14,5%	15,2%	100,0%
:(	Anzahl	55	8	5	6	74	
	% innerhalb von Prüfungsvorbereitung	74,3%	10,8%	6,8%	8,1%	100,0%	
:((	Anzahl	20	3	6	4	33	
	% innerhalb von Prüfungsvorbereitung	60,6%	9,1%	18,2%	12,1%	100,0%	
Gesamt	Anzahl	783	344	553	342	2022	
	% innerhalb von Prüfungsvorbereitung	38,7%	17,0%	27,3%	16,9%	100,0%	

Zur weiteren Analyse wird die Homogenität der Verteilung in den Ergebnissen der beiden Geschlechter untersucht. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich nicht auf die empfundene **Prüfungsvorbereitung** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

H_A: Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich auf die empfundene **Prüfungsvorbereitung** der Lehrveranstaltungsteilnehmer aus.

Tabelle 82 Prüfungsvorbereitung - Chi-Quadrat-Tests

Chi-Quadrat-Tests			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	195,880 ^a	12	,000
Likelihood-Quotient	203,327	12	,000
Zusammenhang linear-mit-linear	121,361	1	,000
Anzahl der gültigen Fälle	2022		

a. 0 Zellen (0,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 5,58.

Zur Überprüfung der Nullhypothese wird ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Ergebnisse des Tests können Tabelle 82 entnommen werden. Der p-Wert ist mit **0,000** höchst signifikant. Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen.

10.3.2.18 H.7.2.: Prüfungsergebnisse

Aufgestellte Hypothese: „Die Integration von digitalen Lehrmethoden wirkt sich positiv auf die **Prüfungsergebnisse** aus.“

Zur Analyse der Auswirkungen auf die Prüfungsergebnisse wurden nach dem Abschluss der Lehrveranstaltung die Prüfungsergebnisse der drei direkt folgenden Prüfungen gesammelt ($n = 204$). Die Prüfungsergebnisse können Werte zwischen 0 und 40 Punkte einnehmen. Diese wurden mit den digital erhobenen Anwesenheiten verglichen. Insgesamt konnten Studenten zwischen 0 und 10 Einheiten anwesend sein. Zusätzlich wurde eine Teilnahmevariable erstellt, welche für alle Anwesenheiten zwischen 0 und 5 den Wert „Nein“ einnimmt und für Anwesenheiten von 6 bis 10 den Wert „Ja“ einnimmt.

Um die Abhängigkeit der Prüfungsergebnisse von den Anwesenheiten zu ermitteln wurde die Korrelation nach Pearson ermittelt. Diese ergab einen Korrelationskoeffizient von $r = 0,307$. Die Details der Berechnung können Tabelle 83 entnommen werden.

Tabelle 83 Prüfungsergebnisse - Korrelation

		Korrelationen	
		Prüfungsergebnis	Anwesenheiten
Prüfungsergebnis	Korrelation nach Pearson	1	,307**
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N	204	204
Anwesenheiten	Korrelation nach Pearson	,307**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,000	
	N	204	204

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Nach Aufteilung der Prüflinge anhand der Anwesenheitsvariable ergab sich für Prüflinge, welche an der Lehrveranstaltung teilnahmen ($n = 78$) ein Mittelwert von **25,26** von 40 Punkten und Prüflinge, welche nicht an der Lehrveranstaltung teilnahmen ($n = 126$) ein Mittelwert von **21,43** von 40 Punkten. Weitere Werte können Tabelle 84 entnommen werden.

Tabelle 84 Prüfungsergebnisse - Mittelwerte

Gruppenstatistiken					
	Teilnahme	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Prüfungsergebnis	Nein	126	21,43	5,908	,526
	Ja	78	25,26	5,938	,672

Zur weiteren Analyse werden die Mittelwerte mittels T-Test bei unabhängigen Stichproben auf Gleichheit überprüft. Dazu werden folgende Null- und Alternativhypothese überprüft:

H₀: Es besteht kein Unterschied zwischen den **Prüfungsergebnissen** von Prüflingen, welche bei der Lehrveranstaltung anwesend waren oder nicht.

H_A: Es besteht ein Unterschied zwischen den **Prüfungsergebnissen** von Prüflingen, welche bei der Lehrveranstaltung anwesend waren oder nicht.

Tabelle 85 Prüfungsergebnisse - T-Test

T-Test bei unabhängigen Stichproben

	Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit		
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)
Prüfungsergebnis Varianzen sind gleich	,037	,847	-4,488	202	,000
Varianzen sind nicht gleich			-4,483	162,661	,000

Der Levene-Test auf Varianzgleichheit ergibt, dass die Varianzen als gleich angenommen werden können ($p = 0,847$). Das Ergebnis des T-Tests auf Mittelwertgleichheit ist **höchst signifikant** ($p = 0,000$). Die **Nullhypothese wird verworfen** und die Alternativhypothese angenommen. Die Details des T-Tests können Tabelle 85 entnommen werden.

11 Literaturverzeichnis

Abeysekera, Lakmal; Dawson, Phillip (2015): Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. In: *Higher Education Research & Development* 34 (1), S. 1–14. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Alexander, Bryan; Ashford-Rowe, Kevin; Barajas-Murphy, Noreen; Dobbin, Gregory; Knott, Jessica; McCormack, Mark et al. (2019): Educause Horizon report. 2019 Higher Education edition. Louisville: EDUCAUSE. Online verfügbar unter <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2019/4/2019horizonreport.pdf?la=en&hash=C8E8D444AF372E705FA1BF9D4FF0DD4CC6F0FDD1>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Anderson, Lorin W.; Krathwohl, David R. (2000): A taxonomy for learning, teaching, and assessing. A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York: Allyn & Bacon.

Androsch, Hannes; Gadner, Johannes; Graschopf, Anton: Die Universitäten im digitalen Zeitalter: Von der mittelalterlichen 'universitas' zum globalen Knowledge Network Hub. In: S. 20. Online verfügbar unter http://www.androsch.com/media/artikel/17.08_Hochschulen_Buchbeitrag_H.Androsch_J.Gadner_A.Graschopf.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Baltruschat, Astrid (2018): Exkurs 2: Videos und Filme in der Lehrerbildung. In: Astrid Baltruschat (Hg.): *Didaktische Unterrichtsforschung*. Wiesbaden: Springer Fachmedien, S. 155–172. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/978-3-658-17070-7>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Barton, Thomas; Müller, Christian; Seel, Christian (Hg.) (2018): Digitalisierung in Unternehmen. Von den theoretischen Ansätzen zur praktischen Umsetzung. Wiesbaden: Springer Vieweg (Angewandte Wirtschaftsinformatik). Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/978-3-658-22773-9>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Basu Roy, Robindra; McMahon, Graham T. (2012): Video-based cases disrupt deep critical thinking in problem-based learning. In: *Medical education* 46 (4), S. 426–435. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2011.04197.x>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Bates, Anthony William (2019): *Teaching in a Digital Age – Second Edition. Guidelines for designing teaching and learning*. Vancouver: Tony Bates Associates. Online verfügbar unter <https://pressbooks.bccampus.ca/teachinginadigitalagev2/>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Baumert, Britta; May, Dominik (2013): Constructive Alignment als didaktisches Konzept–Lehre planen in den Ingenieur-und Geisteswissenschaften. In: *Journal Hochschuldidaktik* 24 (1-2), S. 23–28, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Baumgart, Franzjörg (Hg.) (2001): Entwicklungs- und Lerntheorien. Erläuterungen - Texte - Arbeitsaufgaben. 2. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt (Studienbücher Erziehungswissenschaft, 2).

Baumgartner, Peter; Häfele, Hartmut; Maier-Häfele, Kornelia; Häfele, Kornelia Maier (2002): E-Learning Praxishandbuch. Auswahl von Lernplattformen; Marktübersicht - Funktionen - Fachbegriffe. Innsbruck: Studienverlag.

Baumgartner, Peter; Häfele, Hartmut; Maier-Häfele, Kornelia; Kalz, Marco (2004): Content Management Systeme in e-Education. Auswahl, Potenziale und Einsatzmöglichkeiten. Innsbruck: Studienverlag.

Beckmann, Astrid (2020): Digitalisierung in Der Hochschullehre: Erfahrungen Mit Dem MathEdu Digital-Lehrkonzept Und Zur Akzeptanz Digitaler Lehrelemente Durch Die Studierenden. In: *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, S. 1–20. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.21240/mpaed/00/2020.02.24.X>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Berger, Thor; Frey, Carl Benedikt (2016): Structural Transformation in the OECD: Digitalisation, Deindustrialisation and the Future of Work. In: *OECD Social, Employment and Migration Working Papers* (193). Online verfügbar unter <https://www.oecd-ilibrary.org/content/paper/5jlr068802f7-en>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Berk, Ronald (2009): Multimedia Teaching with Video Clips: TV, Movies, YouTube, and mtvU in the College Classroom. In: *International Journal of Technology in Teaching and Learning* 5, S. 1–21. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/228349436_Multimedia_Teaching_with_Video_Clips_TV_Movies_YouTube_and_mtvU_in_the_College_Classroom, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Bernhardt, Thomas; Kirchner, Marcel (2007): E-Learning 2.0 im Einsatz. "Du bist der Autor!" - vom Nutzer zum WikiBlog-Caster. Boizenburg: Verlag Werner Hülsbusch, (E-Learning). Online verfügbar unter http://elearning2null.de/learnmedia/Bernhardt-Kirchner_E-Learning-2.0-im-Einsatz.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Biggs, John (1996): Enhancing Teaching Through Constructive Alignment. In: *Higher Education* 32, S. 347–364. Online verfügbar unter https://www.are.uwa.edu.au/__data/assets/pdf_file/0003/2199045/Biggs-1996-HE-enhancing-teaching-through-constructive-alignment.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Bloom, Benjamin S. (1956): Taxonomy of educational objectives. Vol. 1: Cognitive domain. New York: David McKay.

Bolliger, Doris U.; Supanakorn, Supawan; Boggs, Christine (2010): Impact of podcasting on student motivation in the online learning environment. In: *Computers & Education* 55 (2), S. 714–722. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.03.004>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Bos, Nynke Renate; Gruwel, Saskia (2016): Effectiveness of blended learning. Factors facilitating effective behavior in a blended learning environment. Heerlen: Open Universiteit. Online verfügbar unter <https://openaccess.leidenuniv.nl/bitstream/handle/1887/60428/E-book%20Dissertatie%20Nynke%20Bos.pdf?sequence=3>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Brandhofer, Gerhard (2015): Die Kompetenzen der Lehrenden an Schulen im Umgang mit digitalen Medien und die Wechselwirkungen zwischen Lehrtheorien und mediendidaktischem Handeln. Technischen Universität Dresden, Dresden. Online verfügbar unter <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-190208>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Brandhofer, Gerhard; Baumgartner, Peter; Ebner, Martin; Köberer, Nina; Trültzsch-Wijnen, Christine; Wiesner, Christian (2019): Bildung im Zeitalter der Digitalisierung. In: Simone Breit, Ferdinand Eder, Konrad Krainer, Claudia Schreiner, Andrea Seel und Christiane Spiel (Hg.): Nationaler Bildungsbericht Österreich 2018. Fokussierte Analysen und Zukunftsperspektiven für das Bildungswesen, Bd. 2. Graz: Leykam. Online verfügbar unter <http://doi.org/10.17888/nbb2018-2-8>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Bratengeyer, Erwin; Steinbacher, Hans-Peter; Friesenbichler, Martina; Neuböck, Kristina; Kopp, Michael; Gröbinger, Ortrun; Ebner, Martin (2016): Die österreichische Hochschul-E-Learning-Landschaft. Norderstedt: Books on Demand.

Brinda, Torsten; Diethelm, Ira; Gemulla, Rainer; Romeike, Ralf; Schöning, Johannes; Schulte, Carsten (2016): Dagstuhl-Erklärung: Bildung in der digitalen vernetzten Welt. Hg. v. Gesellschaft für Informatik e.V. Online verfügbar unter https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/Dagstuhl-Erklärung_2016-03-23.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Buchner, Josef; Freisleben-Teutscher, Christian F.; Haag, Johann; Rauscher, Erwin (Hg.) (2018): Inverted classroom, vielfältiges Lernen. Begleitband zur Konferenz Inverted Classroom and Beyond 2018, FH St. Pölten, 20. & 21. Februar 2018. Wien: Morawa Lesezirkel.

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2020): Digitale und soziale Transformation. Ausgewählte Digitalisierungsvorhaben an öffentlichen

Universitäten 2020 bis 2024. Wien. Online verfügbar unter https://pubshop.bmbwf.gv.at/index.php?rex_media_type=pubshop_download&rex_media_file=digital_uni.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Camuka, Ahmet; Peez, Georg (2014): Einsatz eines "Audience Response Systems" in der Hochschullehre. Fragekategorien, didaktische Strukturierungen und Praxisreflexionen zur Partizipation im Hörsaal. In: *Medien-Impulse: Beiträge zur Medienpädagogik* 52 (2). Online verfügbar unter <https://doi.org/10.21243/mi-02-14-13>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Crisp, Geoffrey (2007): *The e-assessment handbook*. New York: Continuum International.

Dengel, Andreas (2018): Medienpädagogik und Didaktik der Informatik. Eine Momentaufnahme disziplinärer Bezüge und schulpraktischer Entwicklungen. In: *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* (33), S. 11–26. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.21240/mpaed/33.X>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2015): Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Nürnberg (IAB-Forschungsbericht, 11/2015). Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/146097>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Dengler, Katharina; Matthes, Britta (2018): Substituierbarkeitspotenziale von Berufen. Wenige Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Nürnberg (IAB-Forschungsbericht, 4/2018). Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/185839>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Ebner, Martin; Schön, Sandra (Hg.) (2013): *Lehrbuch für Lernen und Lehren mit Technologien (L3T)*. 2. Aufl. Norderstedt: Books on Demand.

Eilers, Björn; Gruttmann, Susanne; Kuchen, Herbert (2008): Konzeption eines integrierbaren Systems zur computergestützten Lernfortschrittskontrolle. In: Heinz Lothar Grob, Jan vom Brocke und Christia Buddendick (Hg.): *E-Learning-Management*. München: Vahlen, S. 213–232.

Europäische Kommission (2001): *Einen Europäischen Raum des lebenslangen Lernens schaffen*. COM(2001)678/F1, vom endgültig. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2001/DE/1-2001-678-DE-F1-1.Pdf>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Europäische Kommission (2020): *Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI) 2020*. Österreich. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/austria>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Feldmann, Julia; Wolff, Dietmar (2018): Hochschule 4.0. In: Dietmar Wolff und Richard Göbel (Hg.): Digitalisierung: Segen oder Fluch. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 191–223. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-662-54841-7_8, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Fink, Marcel; Wetzels, Petra; Valkova, Katarina (2017): Arbeit 4.0, Bildung und Qualifikation: Herausforderungen und Lösungsansätze. Institut für Höhere Studien; L&R Sozialforschung. Online verfügbar unter https://irihs.ihs.ac.at/id/eprint/4553/1/IHS_Arbeit%204.0_AKNOE_Endb_15072017.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Fisch, Stefan (2015): Geschichte der europäischen Universität. München: C.H.Beck. Online verfügbar unter <http://doi.org/10.17104/9783406676680>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Förster, Manuel; Heiß, Florian; Klinke, Sigbert; Maur, Andreas; Schank, Thorsten; Weiser, Constantin (2018): Die Implementation und Evaluation eines Flipped Classrooms in einer Großveranstaltung der Statistik. In: *Beiträge zur Hochschulforschung* 40 (4), S. 50–67. Online verfügbar unter <https://docplayer.org/109153053-lhf-hochschulforschung.html#page=54>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Frey, Carl Benedikt; Osborne, Michael A. (2017): The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? In: *Technological forecasting and social change* (114), S. 254–280. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Gagné, Robert Mills (1985): The conditions of learning and theory of instruction. 4. Aufl. New York: Holt Rinehart and Winston.

Gallagher, Gerry (2017): Aligning for Learning. Including Feedback in the Constructive Alignment Model. In: *All Ireland Journal of Higher Education* 9 (1). Online verfügbar unter <https://ojs.aishe.org/index.php/aishe-j/article/view/301/504>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Getto, Barbara (2013): Anreize für E-Learning. Eine Untersuchung zur nachhaltigen Verankerung von Lerninnovationen an Hochschulen. Glückstadt: Hülsbusch.

Getto, Barbara; Michael Kerres (2017a): Digitalisierung von Studium & Lehre: Wer, warum und wie? Bedeutung der digitalen Medien. In: Isabell van Ackeren, Michael Kerres und Sandrina Heinrichs (Hg.): Flexibles Lernen mit digitalen Medien ermöglichen. Strategische Verankerung und Erprobungsfelder guter Praxis an der Universität Duisburg-Essen. Münster, New York: Waxmann.

Getto, Barbara; Michael Kerres (2017b): Vom E-Learning Projekt zur nachhaltigen Hochschulentwicklung. Strategisches Alignment im Kernprozess „Studium und Lehre“. Hg. v. Andreas Mai. Weimar. Online verfügbar unter

<https://tredition.de/autoren/andreas-mai-20649/hochschulwege-2015-hardcover-91708/>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Grafinger, Deborah J. (1988): Basics of instructional systems development. In: *American Society of Training and Development* (8803).

Gruttmann, Susanne (2010): Formatives E-Assessment in der Hochschullehre. Computerunterstützte Lernfortschrittskontrollen im Informatikstudium. Münster: Monsenstein und Vannerdat.

Haberfellner, Regina (2015): Zur Digitalisierung der Arbeitswelt: Globale Trends - europäische und österreichische Entwicklungen. In: *AMS report* (112). Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/147493>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Haertel, Tobias; Terkowsky, Claudius; Frye, Silke (2019): Kreativität in der Industrie 4.0. Drei zentrale Thesen für die Ingenieurdidaktik. In: Tobias Haertel, Claudius Terkowsky, Sigrid Dany und Sabrina Heix (Hg.): *Hochschullehre & Industrie 4.0. Herausforderungen - Lösungen - Perspektiven*. Bielefeld: wbv, S. 13–25.

Haintz, Christian; Pichler, Karin; Ebner, Martin (2014): Developing a Web-Based Question-Driven Audience Response System Supporting BYOD. In: *JOURNAL OF UNIVERSAL COMPUTER SCIENCE* 20 (1), S. 39–56. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/260546805_Developing_a_Web-Based_Question-Driven_Audience_Response_System_Supporting_BYOD, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Hamilton, Erica R.; Rosenberg, Joshua M.; Akcaoglu, Mete (2016): The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model. a Critical Review and Suggestions for its Use. In: *TechTrends* 60 (5), S. 433–441. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0091-y>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Handke, Jürgen; Schäfer, Anna Maria (2012): *E-Learning, E-Teaching und E-Assessment in der Hochschullehre. Eine Anleitung*. München: Oldenbourg. Online verfügbar unter <http://www.oldenbourg-link.com/isbn/9783486708004>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Handke, Jürgen; Sperl, Alexander (2017): *Das Inverted Classroom Model. Begleitband zur ersten deutschen ICM-Konferenz*. München: De Gruyter.

Harper, Kimberly C.; Chen, Kuanchin; Yen, David C. (2004): Distance learning, virtual classrooms, and teaching pedagogy in the Internet environment. In: *Technology in Society* 26 (4), S. 585–598. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2004.08.002>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Hatzinger, Reinhold; Nagel, Herbert (2014): *Statistik mit SPSS. Fallbeispiele und Methoden*. 2. Aufl. München: Pearson Deutschland.

Hausegger, Trude; Scharinger, Christian; Sicher, Jürgen; Weber, Friederike (2016): Qualifizierungsmaßnahmen im Zusammenhang mit der Einführung von Industrie 4.0. Studie im Auftrag der Austria Wirtschaftsservice GmbH-aws, der Arbeiterkammer Wien und des Bundesministeriums für Verkehr, Infrastruktur und Technologie, Wien. Hg. v. prospect Unternehmensberatung. Wien. Online verfügbar unter https://www.prospectgmbh.at/wp/wp-content/uploads/2017/02/Studie_Qualifizierungsma%c3%9fnahmen_Industrie_4.0_Langfassung.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Hevner, Alan; R, Alan; March, Salvatore; T, Salvatore; Park; Park, Jinsoo et al. (2004): Design Science in Information Systems Research. In: *Management Information Systems Quarterly* 28 (1), S. 75–105. Online verfügbar unter <http://doi.org/10.2307/25148625>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Hochschulforum Digitalisierung (2016): The Digital Turn. Hochschulbildung im digitalen Zeitalter. Hochschulforum Digitalisierung. Berlin (Arbeitspapier, 27). Online verfügbar unter <https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Abschlussbericht.pdf>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Illeris, Knud (2006): Das „Lerndreieck“. Rahmenkonzept für ein übergreifendes Verständnis vom menschlichen Lernen. In: Ekkehard Nuisl von Rein (Hg.): Vom Lernen zum Lehren. Lern- und Lehrforschung für die Weiterbildung. Bielefeld: wbv, S. 29–41. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.3278/85/0005w>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Jensen, Scott A. (2011): In-Class Versus Online Video Lectures. In: *Teaching of Psychology* 38 (4), S. 298–302. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1177%2F0098628311421336>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Kagermann, Henning; Wahlster, Wolfgang; Helbig, Johannes (2013): Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt am Main. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/files/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_0.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Karapanos, Marios; Pöhnlein, Martin; Fleuren, Daniela (2015): Lernen mit Videos in den Ingenieur- und Naturwissenschaften. Ein Erfahrungsbericht aus dem Projekt Open MINT Labs. Online verfügbar unter https://www.e-teaching.org/etresources/pdf/erfahrungsbericht_2015_karapanos-poehnlein-fleuren_oml.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Kay, Robin H.; LeSage, Ann (2009a): A strategic assessment of audience response systems used in higher education. In: *Australasian Journal of Educational Technology* 25 (2), zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Kay, Robin H.; LeSage, Ann (2009b): Examining the benefits and challenges of using audience response systems. A review of the literature. In: *Computers & Education* 53 (3), S. 819–827, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Keengwe, Jared; Onchwari, Grace; Oigara, James N. (2014): Promoting active learning through the flipped classroom model. Hershey: IGI Global. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-4987-3>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Kerres, Michael (2013): Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote. 4. Aufl. Berlin, Boston: De Gruyter. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1524/9783486736038>, zuletzt geprüft am 02.10.20.

Kerres, Michael; Rehm, Martin (2015): Soziales Lernen im Internet. Plattformen für das Teilen von Wissen in informellen und formellen Lernkontexten. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 52 (1), S. 33–45. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1365/s40702-014-0112-2>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Kibler, Simon (2015): Audience Response Systeme. Möglichkeiten und Grenzen ihres Einsatzes bei der Vermittlung von Informationskompetenz. In: *b.i.t. online* 18 (2), S. 118–125. Online verfügbar unter <https://www.b-i-t-online.de/heft/2015-02-fachbeitrag-kibler.pdf>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Kim, Juho; Guo, Philip J.; Seaton, Daniel T.; Mitros, Piotr; Gajos, Krzysztof Z.; Miller, Robert C. (2014): Understanding in-video dropouts and interaction peaks in online lecture videos. In: Mehran Sahami (Hg.): Proceedings of the first ACM conference on Learning scale conference. Atlanta. New York: Association for Computing Machinery, S. 31–40. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1145/2556325.2566237>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Kitchenham, Barbara; Charters, Stuart (2007): Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Technical report EBSE-2007-01. Keele University and University of Durham.

Klauer, Karl Josef; Leutner, Detlev (2012): Lehren und Lernen. Einführung in die Instruktionspsychologie. 2. Aufl. Weinheim: Beltz.

Koehler, Matthew; Mishra, Punya (2009): What Is Technological Pedagogical Content Knowledge? In: *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* 9 (1), 60–70.

Kron, Friedrich W. (2008): Grundwissen Didaktik. 5. Aufl. Stuttgart: UTB.

Lehmann, Katja; Oeste, Sarah; Janson, Andreas; Söllner, Matthias; Leimeister, Jan Marco (2015): Flipping the Classroom. IT-unterstützte Lerneraktivierung zur Verbesserung des Lernerfolges einer universitären Massenlehrveranstaltung. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 52 (1), S. 81–95. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1365/s40702-014-0102-4>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Lehmann, Katja; Söllner, Matthias (2014): Theory-Driven Design of a Mobile-Learning Application to Support Different Interaction Types in Large-Scale Lectures. In: Michel Avital, Jan Marco Leimeister und Schultze Ulrike (Hg.): European Conference on Information Systems. Tel Aviv. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2471627>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Lemke, Claudia; Brenner, Walter; Kirchner, Kathrin (2017): Einführung in die Wirtschaftsinformatik. Berlin: Springer Gabler (Gestalten des digitalen Zeitalters, 2).

Li, Nan; Kidziński, Łukasz; Jermann, Patrick; Dillenbourg, Pierre (2015): MOOC Video Interaction Patterns: What Do They Tell Us? In: Gráinne Conole, Tomaž Klobučar, Christoph Rensing, Johannes Konert und Élise Lavoué (Hg.): Design for teaching and learning in a networked world. 10th European Conference on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2015, Toledo, Spain, September 15-18, 2015, Proceedings, Bd. 9307. Cham: Springer International Publishing (Lecture Notes in Computer Science, 9307), S. 197–210.

Lindner, Dominic; Ludwig, Thomas; Amberg, Michael (2018): Arbeit 4.0. Konzepte für eine neue Arbeitsgestaltung in KMU. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 55 (5), S. 1065–1085. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1365/s40702-018-0425-7>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Ludwig, Thomas; Kotthaus, Christoph; Stein, Martin; Durt, Hartwig; Kurz, Constanze; Wenz, Julian et al. (2016): Arbeiten im Mittelstand 4.0. KMU im Spannungsfeld des digitalen Wandels. In: *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 53 (1), S. 71–86. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1365/s40702-015-0200-y>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Mayer, Horst O.; Hertenagel, Johannes; Weber, Heidi (2009): Lernzielüberprüfung im E-Learning. München: Oldenbourg. Online verfügbar unter <http://doi.org/10.1524/9783486848984>.

Mayring, Philipp; Gläser-Zikuda, Michaela (2008): Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse. 2. Aufl. Weinheim, Basel: Beltz.

Mertens, Peter; Barbian, Dina; Baier, Stephan (Hg.) (2017): Digitalisierung und Industrie 4.0 – eine Relativierung. Wiesbaden: Springer Vieweg. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/978-3-658-19632-5>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Molenda, Michael (2015): In Search of the Elusive ADDIE Model. In: *Performance Improvement* 54 (2), S. 40–43. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1002/pfi.21461>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Moser, Heinz (2008): Einführung in die Netzdidaktik. Lehren und Lernen in der Wissensgesellschaft. Hohengehren: Schneider.

Neugebauer, Reimund (Hg.) (2018): Digitalisierung. Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg.

Niegemann, Helmut (2018): Instructional Design. In: Helmut M. Niegemann und Armin Weinberger (Hg.): Lernen mit Bildungstechnologien. Praxisorientiertes Handbuch zum intelligenten Umgang mit digitalen Medien. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 95–151. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-662-54373-3_7-1, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Niegemann, Helmut M.; Weinberger, Armin (Hg.) (2018): Lernen mit Bildungstechnologien. Praxisorientiertes Handbuch zum intelligenten Umgang mit digitalen Medien. Berlin, Heidelberg: Springer.

Okoli, Chitu (2015): A Guide to Conducting a Standalone Systematic Literature Review. In: *Communications of the Association for Information Systems* 37 (43), S. 879–910. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.17705/1CAIS.03743>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Oswald, Gerhard; Krcmar, Helmut (2018): Digitale Transformation. Fallbeispiele und Branchenanalysen. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Pätzold, Henning (2017): Das organisationale Lerndreieck – eine lerntheoretische Perspektive auf organisationales Lernen. In: *Zeitschrift für Weiterbildungsforschung* 40 (1), S. 41–52. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/s40955-017-0087-z>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Peneder, Michael; Bock-Schappelwein, Julia; Firgo, Matthias; Fritz, Oliver; Streicher, Gerhard (2016): Österreich im Wandel der Digitalisierung. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung. Wien.

Persike, Malte (2018): Videos in der Lehre: Wirkungen und Nebenwirkungen. In: Helmut M. Niegemann und Armin Weinberger (Hg.): Lernen mit Bildungstechnologien. Praxisorientiertes Handbuch zum intelligenten Umgang mit digitalen Medien. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 271–301. Online verfügbar unter http://doi.org/10.1007/978-3-662-54373-3_23-1, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Puentedura, Ruben (2014a): Building transformation: An introduction to the SAMR model. Online verfügbar unter http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/08/22/BuildingTransformation_AnIntroductionToSAMR.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Puentedura, Ruben (2014b): SAMR and Bloom's taxonomy: Assembling the puzzle. Online verfügbar unter <https://www.common sense.org/education/articles/samr-and-blooms-taxonomy-assembling-the-puzzle>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Rachfall, Thomas; Dressler, Soeren; Förster-Trallo, Dirk; Kapanen, Antti (2016): Verbesserung der Lernleistung durch Einführung eines Flipped Classroom Konzeptes mit Blended Learning Elementen. In: Linard Nadig und Egle Ulrich (Hg.): CARF Luzern 2016. Controlling.Accounting.Risiko.Financen. Luzern: IFZ – Hochschule Luzern, S. 457–471.

Reichelt, Maria; Kämmerer, Frauke; Finster, Ludwig (2018): Lehrziele und Kompetenzmodelle beim E-Learning. In: Helmut M. Niegemann und Armin Weinberger (Hg.): Lernen mit Bildungstechnologien. Praxisorientiertes Handbuch zum intelligenten Umgang mit digitalen Medien. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 191–206. Online verfügbar unter https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9_15, zuletzt geprüft am 02.10.20.

Santos Espino, José Miguel; Afonso-Suárez, M. D.; Guerra Artal, Cayetano (2016): Speakers and boards. A survey of instructional video styles in MOOCs. In: *Technical Communication* 63 (2), S. 101–115. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/303574526_Speakers_and_boards_A_survey_of_instructional_video_styles_in_MOOCs/stats, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Sauter, Annette M.; Sauter, Werner; Bender, Harald (2002): Blended learning. Effiziente Integration von E-Learning und Präsenztraining. Neuwied: Hermann Luchterhand.

Schmid, Mirjam; Petko, Dominik (2020): ‹Technological Pedagogical Content Knowledge› als Leitmodell medienpädagogischer Kompetenz. In: *MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung* 17 (Jahrbuch Medienpädagogik), S. 121–140. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.21240/mpaed/jb17/2020.04.28.X>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Schmid, Ulrich; Goertz, Lutz; Radomski, Sabine; Thom, Sabrina; Behrens, Julia; Bertelsmann Stiftung (2017): Monitor Digitale Bildung. Die Hochschulen im digitalen Zeitalter. Hg. v. Bertelsmann Stiftung. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.11586/2017014>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Schrack, Christian (2018): Berufsbildung 4.0. Digitalisierung und Industrie 4.0 in der österreichischen Berufsbildung. In: *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik* 135, S. 103–105. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/s00502-017-0587-y>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Schrader, Josef; Berzbach, Frank (2005): Empirische Lernforschung in der Erwachsenenbildung/Weiterbildung. In: *Deutschen Instituts für Erwachsenenbildung*, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Schulmeister, Rolf (2005): Lernplattformen für das virtuelle Lernen. Evaluation und Didaktik. 2. Aufl. Berlin, Boston: De Gruyter. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1515/9783486816204>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Schulmeister, Rolf (2006): eLearning: Einsichten und Aussichten. Berlin, Boston: De Gruyter. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1524/9783486595062>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Schulmeister, Rolf; Wessner, Martin (2010): Virtuelle Universität, virtuelles Lernen. Berlin, Boston: De Gruyter. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1524/9783486598926>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Schwartz, Paul; Nitsche, Kathrin; Eymann, Torsten (2014): Der Markt für Audience Response Systeme. eine explorative Marktstudie. In: Stephan Trahasch, Rolf Plötzner, Gerhard Schneider, Daniel Sassi, Claudia Gayer und Nicole Wöhrle (Hg.): DeLFI 2014. Die 12. e-Learning Fachtagung Informatik. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V., S. 277–285.

Seufert, Sabine; Mayr, Peter (2002): Fachlexikon e-learning. Wegweiser durch das e-Vokabular. Bonn: May.

Shelton, Kaye; Saltsman, George (2008): Applying the ADDIE Model to Online Instruction. In: Lawrence A. Tomei (Hg.): Adapting information and communication technologies for effective education. Hershey: IGI Global, S. 41–58.

Siebert, Horst (2009): Theorieansätze in der Erwachsenenbildung. In: *MAGAZIN erwachsenenbildung.at. Das Fachmedium für Forschung, Praxis und Diskurs*. 7/8. Online verfügbar unter <http://www.erwachsenenbildung.at/magazin/09-7u8/meb09-7u8.pdf>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Siemens, George (2006): Connectivism. Learning Theory or Pastime of the Self-Amused? Online verfügbar unter <http://altamirano.biz/conectivismo.pdf>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Sorko, Sabrina Romina; Irsa, Wolfram (2016): Engineering Education. Status quo in Austria in comparison with the academic field of business education. In: Aytekin İşman und Ahmet Eskicumali (Hg.): International Conference on New Horizons in Education (INTE) Proceedings Book. Wien. The Turkish Online Journal of Educational (2), S. 361–366.

Spöttl, Georg; Gorltdt, Christian; Windelband, Lars; Grantz, Torsten; Richter, Tim (2016): Industrie 4.0 - Auswirkungen auf Aus- und Weiterbildung in der M+E Industrie. Hg. v. Bayerischer Unternehmensverband Metall und Elektro e. V. und Verband der Bayerischen Metallund Elektro-Industrie e. V. München. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3366.9523>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Steinmetz, Nadine (2017): Digitale Lehre für den Weiterbildungsbereich im Projekt BASICplus. Technische Universität Ilmenau. Online verfügbar unter https://www.tu-ilmeneau.de/fileadmin/media/basicplus/Publikationen/UM7.6_BASICplus_Digitale_Lehre_Steinmetz_2017.pdf, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Tamim, Rana M.; Bernard, Robert M.; Borokhovski, Eugene; Abrami, Philip C.; Schmid, Richard F. (2011): What Forty Years of Research Says About the Impact of Technology on Learning. In: *Review of Educational Research* 81 (1), S. 4–28. Online

verfügbar unter <https://doi.org/10.3102/0034654310393361>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Terkowsky, Claudius; Frye, Silke; Haertel, Tobias; May, Dominik; Wilkesmann, Uwe; Jahnke, Isa (2018): Technik- und Ingenieurdidaktik in der hochschulischen Bildung. In: Bernd Zinn, Ralf Tenberg und Daniel Pittich (Hg.): *Technikdidaktik: Eine interdisziplinäre Bestandsaufnahme*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag, S. 87–97.

Tranfield, David; Denyer, David; Smart, Palminder (2003): Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. In: *British Journal of Management* 14 (3), S. 207–222, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Traphagan, Tomoko; Kucsera, John V.; Kishi, Kyoko (2010): Impact of class lecture webcasting on attendance and learning. In: *Educational Technology Research and Development* 58 (1), S. 19–37. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9128-7>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

van Dijk, Johannes A.G.M. (2012): Digitale Spaltung und digitale Kompetenzen. In: André Schüller-Zwierlein und Nicole Zillien (Hg.): *Informationsgerechtigkeit. Theorie und Praxis der Gesellschaftlichen Informationsversorgung*. Göttingen: De Gruyter, S. 108–133. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1515/9783110258851.108>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Weber, Enzo (2016): Industrie 4.0: Wirkungen auf den Arbeitsmarkt und politische Herausforderungen. In: *Zeitschrift für Wirtschaftspolitik* 65 (1), S. 66–74. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1515/zfw-2016-0002>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Wildt, Johannes; Wildt, Beatrix (2002): Lernprozessorientiertes Prüfen im „Constructive Alignment“. Ein Beitrag zur Förderung der Qualität von Hochschulbildung durch eine Weiterentwicklung des Prüfungssystems. In: Brigitte Berendt, Hans-Peter Voss und Johannes Wildt (Hg.): *Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten*. Stuttgart: Raabe.

Wilk, M.; Rommel, S.; Liauw, M. A.; Meier, W.; Moritz, H.-U.; Schinke, B.; Zanthoff, H.-W. (2018): Bildung 4.0: Welche Veränderungen für Studierende, Hochschulen und Industrie lassen sich absehen? In: *Chemie Ingenieur Technik* 90 (9), S. 1245. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1002/cite.201855251>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Wilkesmann, Uwe; Lauer, Sabine (2015): What affects the teaching style of German professors? Evidence from two nationwide surveys. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 18 (4), S. 713–736. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/s11618-015-0628-4>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Wolf, Thomas; Strohschen, Jacqueline-Helena (2018): Digitalisierung: Definition und Reife. In: *Informatik-Spektrum* 41, S. 56–64. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/s00287-017-1084-8>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Wolter, Marc Ingo; Mönnig, Anke; Hummel, Markus; Schneemann, Christian; Weber, Enzo; Zika, Gerd et al. (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. In: *IAB-Forschungsbericht* (8/2015). Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/126512>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Wolter, Marc Ingo; Mönnig, Anke; Hummel, Markus; Weber, Enzo; Zika, Gerd; Helmrich, Robert et al. (2016): Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. In: *IAB-Forschungsbericht* (13/2016). Online verfügbar unter <http://hdl.handle.net/10419/149617>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Wormald, Benjamin W.; Schoeman, Scarpa; Somasunderam, Arnold; Penn, Michelle (2009): Assessment drives learning: an unavoidable truth? In: *Anatomical sciences education* 2 (5), S. 199–204. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1002/ase.102>, zuletzt geprüft am 02.10.2020.

Zawacki-Richter, Olaf (2013): Instruktionsdesign für berufstätige Zielgruppen. In: Anke Hanft (Hg.): *Offene Hochschulen. Die Neuausrichtung der Hochschulen auf Lebenslanges Lernen*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, S. 192–207.

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Vorgehensweise Design Science	11
Abbildung 2 Struktur Diplomarbeit	14
Abbildung 3 Prozesse und Dimensionen des Lernens	16
Abbildung 4 Lehrschritte nach Gagné (1985)	21
Abbildung 5 Funktionen von Lehrzielen	22
Abbildung 6 Taxonomiestufen nach Bloom (1956) (eigene Abbildung)	22
Abbildung 7 Wechselwirkungen im Constructive Alignment	24
Abbildung 8 Visualisierung des ADDIE-Modells nach Grafinger (1988)	25
Abbildung 9 Definition Digitalisierung	28
Abbildung 10 Szenarios zur Lehrorganisation	30
Abbildung 11 SAMR-Modell.....	31
Abbildung 12 SAMR Modell im Vergleich mit Blooms Taxonomie	32
Abbildung 13 TPACK-Modell	33
Abbildung 14 Charakteristik des Begriffs Industrie 4.0	36
Abbildung 15 Veränderung der Arbeitsverhältnisse durch Digitalisierung	38
Abbildung 16 Automatisierungswahrscheinlichkeit anhand von Berufsgruppen	40
Abbildung 17 Substituierbarkeitspotenzial nach Anforderungsniveau	41
Abbildung 18 Substituierbarkeitspotenzial nach Berufssegmenten	41
Abbildung 19 Verteilung des DESI im Jahr 2019	43
Abbildung 20 DESI Verteilung im Bereich Humankapital 2019.....	43
Abbildung 21 Einbindung digitaler Kompetenzen in die Ausbildungsstruktur	44
Abbildung 22 Bildung unter den Bedingungen der Digitalität.....	46
Abbildung 23 Perspektiven der digitalen Bildung.....	46
Abbildung 24 Verteilung der ausgewählten Werke	54
Abbildung 25 Artefakte der Digitalisierung entlang der Bildungswertschöpfungskette	55
Abbildung 26 Grundlegende Formen des Assessments.....	57
Abbildung 27 Einsatzmöglichkeiten von Videos in der Lehre	60
Abbildung 28 Ablauf einer klassischen Vorlesung	64
Abbildung 29 Ablauf eines Flipped Classrooms	65
Abbildung 30 Einstufung Klassischer Vortrag.....	67
Abbildung 31 Abstimmung bei Multiple Choice Fragen	68
Abbildung 32 Ergebnisse einer Multiple Choice Frage	69
Abbildung 33 Wortwolke der offenen Antworten.....	69
Abbildung 34 Beispiel für verwendete Case Study	70
Abbildung 35 Einstufung Audience Response Systeme	70
Abbildung 36 Vorbereitungsunterlagen auf dem Learning Management System TUWEL.....	71
Abbildung 37 Einstufung Flipped Classroom	72

Abbildung 38 Beispielvideo E-Lecture	73
Abbildung 39 Einstufung E-Lecture	73
Abbildung 40 Ablauf Evaluierungsprozess	76
Abbildung 41 Erhobene Fragebögen pro Lehrveranstaltungseinheit.....	83
Abbildung 42 Erhobene Fragebögen pro Lehrmethode.....	84
Abbildung 43 Aufteilung der Stichprobe nach dem Studiengang	85
Abbildung 44 Aufteilung der Stichprobe nach dem Geschlecht.....	86
Abbildung 45 Aufteilung der Stichprobe nach dem Alter	86
Abbildung 46 Aufteilung der Stichprobe nach der Studiendauer	87
Abbildung 47 Innovationsgrad - Balkendiagramme	87
Abbildung 48 Lernziele - Balkendiagramme	88
Abbildung 49 Lernunterlagen - Balkendiagramme.....	89
Abbildung 50 Anwendungsbeispiele - Balkendiagramme.....	89
Abbildung 51 Wissensvermittlung - Balkendiagramme.....	90
Abbildung 52 Verständlichkeit - Balkendiagramme	91
Abbildung 53 Arbeitsaufwand - Balkendiagramme	92
Abbildung 54 Individualität - Balkendiagramme.....	93
Abbildung 55 Lerntempo - Balkendiagramme.....	94
Abbildung 56 Studentenzentriertheit - Balkendiagramme.....	95
Abbildung 57 Interaktion - Balkendiagramme	96
Abbildung 58 Selbständige Auseinandersetzung - Balkendiagramme	97
Abbildung 59 Motivation zum Mitarbeiten - Balkendiagramme	98
Abbildung 60 Sinnhaftigkeit Lehrveranstaltungsbesuch - Balkendiagramme	100
Abbildung 61 Effiziente Zeitnutzung - Balkendiagramme	101
Abbildung 62 Konzentrationsfähigkeit - Balkendiagramme	102
Abbildung 63 Zufriedenheit allgemein - Balkendiagramme	103
Abbildung 64 Zufriedenheit männlich - Balkendiagramme	104
Abbildung 65 Zufriedenheit weiblich - Balkendiagramme	104
Abbildung 66 Zufriedenheit Wirtschaftsingenieurwesen - Balkendiagramme	105
Abbildung 67 Zufriedenheit Maschinenbau - Balkendiagramme.....	105
Abbildung 68 Zufriedenheit nur 1. Studienjahr - Balkendiagramme.....	106
Abbildung 69 Zufriedenheit ab 2. Studienjahr - Balkendiagramme.....	106
Abbildung 70 Prüfungsvorbereitung - Balkendiagramme	107
Abbildung 71 Prüfungsergebnisse - Streudiagramm	108
Abbildung 72 Prüfungsergebnisse - Populationspyramide	108
Abbildung 73 Prüfungsergebnisse - Boxplot.....	109

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Phasen der systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung).....	50
Tabelle 2 Schritte der I. Phase der systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung).....	51
Tabelle 3 Schritte der II. Phase der systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung).....	51
Tabelle 4 Schritte der III. Phase der systematischen Literaturrecherche (eigene Darstellung).....	51
Tabelle 5 Verwendete Datenbanken für die systematische Literaturrecherche	52
Tabelle 6 Suchbegriffe der systematischen Literaturrecherche	52
Tabelle 7 Grobkriterien der systematischen Literaturrecherche	53
Tabelle 8 Ergebnisse der Suchanfragen	53
Tabelle 9 Ausgewählte Werke durch die systematische Literaturrecherche	54
Tabelle 10 Ansätze für digitalisierte Hochschullehre	56
Tabelle 11 Clustervariablen mit Indikatoren.....	78
Tabelle 12 Deskriptiv untersuchte Variablen	80
Tabelle 13 Zusammenfassung Grundgesamtheit	81
Tabelle 14 Codierung der Kunin-Skala.....	82
Tabelle 15 Flipped Classroom - Feedback allgemein.....	110
Tabelle 16 Flipped Classroom - Feedback positiv	110
Tabelle 17 Flipped Classroom - Feedback negativ.....	111
Tabelle 18 Einsatz von Audience Response Systemen - Feedback allgemein	111
Tabelle 19 Einsatz von Audience Response Systemen - Feedback positiv	112
Tabelle 20 Einsatz von Audience Response Systemen - Feedback negativ	112
Tabelle 21 E-Lecture - Feedback allgemein	113
Tabelle 22 E-Lecture - Feedback positiv	114
Tabelle 23 E-Lecture - Feedback negativ	114
Tabelle 24 Innovationsgrad - Mittelwerte.....	136
Tabelle 25 Innovationsgrad - Kreuztabelle	136
Tabelle 26 Lernziele - Mittelwerte	137
Tabelle 27 Lernziele - Kreuztabelle	137
Tabelle 28 Lernmaterialien - Mittelwerte.....	138
Tabelle 29 Lernmaterialien - Kreuztabelle	138
Tabelle 30 Anwendungsbeispiele - Mittelwerte.....	139
Tabelle 31 Anwendungsbeispiele - Kreuztabelle	139
Tabelle 32 Wissensvermittlung - Mittelwerte	140
Tabelle 33 Wissensvermittlung - Kreuztabelle.....	140
Tabelle 34 Wissensvermittlung - Chi-Quadrat-Tests	141
Tabelle 35 Verständlichkeit - Mittelwerte	141
Tabelle 36 Verständlichkeit - Kreuztabelle	142

Tabelle 37 Verständlichkeit Chi-Quadrat-Tests	142
Tabelle 38 Arbeitsaufwand - Mittelwerte	143
Tabelle 39 Arbeitsaufwand - Kreuztabelle	143
Tabelle 40 Arbeitsaufwand - Chi-Quadrat-Tests	144
Tabelle 41 Individualität - Mittelwerte	144
Tabelle 42 Individualität - Kreuztabelle	145
Tabelle 43 Individualität - Chi-Quadrat-Tests	145
Tabelle 44 Lerntempo - Mittelwerte	146
Tabelle 45 Lerntempo - Kreuztabelle	146
Tabelle 46 Lerntempo - Chi-Quadrat-Tests	147
Tabelle 47 Studentenzentriertheit - Mittelwerte	147
Tabelle 48 Studentenzentriertheit - Kreuztabelle	148
Tabelle 49 Studentenzentriertheit - Chi-Quadrat-Tests	148
Tabelle 50 Interaktion - Mittelwerte	149
Tabelle 51 Interaktion - Kreuztabelle	149
Tabelle 52 Interaktion - Chi-Quadrat-Tests	150
Tabelle 53 Selbständige Auseinandersetzung - Mittelwerte	150
Tabelle 54 Selbständige Auseinandersetzung - Kreuztabelle	151
Tabelle 55 Selbständige Auseinandersetzung - Chi-Quadrat-Tests	151
Tabelle 56 Motivation zum Mitarbeiten - Mittelwerte	152
Tabelle 57 Motivation zum Mitarbeiten - Kreuztabelle	152
Tabelle 58 Motivation zum Mitarbeiten - Chi-Quadrat-Tests	153
Tabelle 59 Sinnhaftigkeit Lehrveranstaltungsbesuch - Mittelwerte	153
Tabelle 60 Sinnhaftigkeit Lehrveranstaltungsbesuch - Kreuztabelle	154
Tabelle 61 Sinnhaftigkeit Lehrveranstaltungsbesuch - Chi-Quadrat-Tests	154
Tabelle 62 Effiziente Zeitnutzung - Mittelwerte	155
Tabelle 63 Effiziente Zeitnutzung - Kreuztabelle	155
Tabelle 64 Effiziente Zeitnutzung - Chi-Quadrat-Tests	156
Tabelle 65 Konzentrationsfähigkeit - Mittelwerte	156
Tabelle 66 Konzentrationsfähigkeit - Kreuztabelle	157
Tabelle 67 Konzentrationsfähigkeit - Chi-Quadrat-Tests	157
Tabelle 68 Zufriedenheit allgemein - Mittelwerte	158
Tabelle 69 Zufriedenheit allgemein - Kreuztabelle	158
Tabelle 70 Zufriedenheit allgemein - Chi-Quadrat-Tests	159
Tabelle 71 Zufriedenheit Geschlecht - Mittelwerte	159
Tabelle 72 Zufriedenheit Geschlecht - Kreuztabelle	160
Tabelle 73 Zufriedenheit Geschlecht - Chi-Quadrat-Tests	160
Tabelle 74 Zufriedenheit Studiengang - Mittelwerte	161
Tabelle 75 Zufriedenheit Studiengang - Kreuztabelle	161
Tabelle 76 Zufriedenheit Studiengang - Chi-Quadrat-Tests	161
Tabelle 77 Zufriedenheit Studiendauer - Mittelwerte	162

Tabelle 78 Zufriedenheit Studiendauer - Kreuztabelle.....	162
Tabelle 79 Zufriedenheit Studiendauer - Chi-Quadrat-Tests	163
Tabelle 80 Prüfungsvorbereitung - Mittelwerte	163
Tabelle 81 Prüfungsvorbereitung - Kreuztabelle.....	164
Tabelle 82 Prüfungsvorbereitung - Chi-Quadrat-Tests	164
Tabelle 83 Prüfungsergebnisse - Korrelation.....	165
Tabelle 84 Prüfungsergebnisse - Mittelwerte.....	165
Tabelle 85 Prüfungsergebnisse - T-Test	166

14 Abkürzungsverzeichnis

ADDIE	Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation
BMBWF	Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung
BYOD	Bring Your Own Device
DESI	Digital Economy and Society Index
etc.	et cetera
E-Lecture	Electronic Lecture
E-Learning	Electronic Learning
E-Teaching	Electronic Teaching
EU	Europäische Union
IBM	International Business Machines Corporation
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IT	Informationstechnologie
LMS	Learning Management System
MINT	Mathematik, Informatik Naturwissenschaft und Technik
MOOC	Massive Open Online Course
OECD	Organisation for European Economic Co-operation
PINGO	Peer Instruction for very large Groups
SAMR	Substitution, Augmentation, Modification and Redefinition
SPSS	Superior Performing Software System
STEM	Science, Technology, Engineering, and Mathematics
TPACK	Technological Pedagogical Content Knowledge
TU	Technische Universität
TUWEL	TU Wien E-Learning
z.B.	zum Beispiel