

Pädagogische Hochschule  
Niederösterreich  
Mühlgasse 67  
2500 Baden  
www.ph-noe.ac.at



# **Kompetenzentwicklung und Motivationssteigerung durch den Einsatz des E-Learning Systems LeTTo**

Bachelorarbeit zur Erlangung  
des akademischen Grades Bachelor of Education (BEd)  
im Hochschulstudium Facheinschlägige Studien ergänzende Studien  
im Rahmen der Lehrveranstaltung 392FEA5102 Fachdidaktische Spezialisierung

Vorgelegt im SS 2020 von:

Dipl.-Ing. Felix Pfahler, BSc  
Matr.Nr.: 01073035  
Std.Kz: PC 128 002 324  
felix.pfahler@htlstp.ac.at

Betreuer/Betreuerin:

Dipl.-Ing. Mag. Dr. Brigitte Koliander  
Dipl.-Ing. Mag. Dr. Daniel Asch

Baden, am 28. April 2020

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die eingereichte Bachelorarbeit selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Ich erkläre weiters, dass ich keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten Werken oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind gemäß den Regeln für wissenschaftliche Arbeiten zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Die während des Arbeitsvorgangs gewährte Unterstützung einschließlich signifikanter Betreuungshinweise ist vollständig angegeben. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

---

Felix Pfahler

## Danksagungen

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Bachelorarbeit unterstützt und motiviert haben.

Als erstes gebührt mein Dank meinen Betreuern Dipl. Ing. Mag. Dr. Brigitte Koliander und Dipl.-Ing. Mag. Dr. techn. Daniel Asch, die mir mit hilfreichen Anregungen und konstruktiver Kritik stets zur Seite gestanden sind. Auch mein Freund und Mentor Dipl.-Ing. Dr. Thomas Mayer hat die eine oder andere Idee einfließen lassen, wofür ich mich herzlich bedanken möchte.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinen Eltern für die Unterstützung bei der Erlangung und Ermöglichung meines jetzigen Berufs bedanken. Ein besonderer Dank gilt meinem Vater Andi für das Lektorat dieser Arbeit.

Ebenfalls bedanke ich mich bei meiner Partnerin Franziska für ihre Geduld und das Interesse, das sie mir zeigt, wenn (oder doch obwohl (?)) ich begeistert von statistischen Zusammenhängen schwärme.

Natürlich gilt mein Dank auch der HTL St.Pölten, die mir das Studium ermöglicht hat, welches ich mit dieser Arbeit abschließe. Besonders bedanken möchte ich mich auch bei meinen Kollegen Dipl.-Ing. Dr. Thomas Mayer und Dipl.-Ing. Werner Damböck für die Entwicklung von LeTTo.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Kommilitonen des FESE Studiums bedanken, mit denen ich in Hollabrunn viele schöne Stunden verbringen durfte, die mich stets zum Lachen bringen und immer wieder auf eine herrlich süffisante Weise auf den Boden der Realität zurückholen.

## Abstract

In this thesis the correlation between acceptance of the new e-learning system LeTTo and the time of it's usage was investigated. First a literature research was performed to gain current knowledge of e-learning and motivation. Afterwards an online interview was composed based on the results of the research. It was answered by the students of a whole department of the HTL St. Pölten (192 data records) and then evaluated by using statistical software. The correlation between acceptance and usage time could be confirmed. It also has been shown that there is a lower level of motivation in the third and fourth year, which could not be explained in this thesis.

Mathematically, a linear as well as a cubic connection of motivation with age was established. It has been significantly confirmed that motivation increases on average by 3% per year.

Overall, the acceptance of the LeTTo system by the students is very high, mainly because of the high interaction and transparency of the system. The users perceive the system as competence-enhancing and would also recommend it.

## Kurzfassung

In dieser Arbeit wurde der Zusammenhang der Akzeptanz des neuartigen E-Learning Systems LeTTo mit der Nutzungszeit untersucht. In einer Literaturrecherche wurde der Stand der Forschung zum Thema E-Learning und Motivation untersucht und anhand deren Ergebnissen ein Fragebogen zusammengestellt. Dieser Fragebogen wurde von den Schülerinnen und Schülern einer ganzen Abteilung der HTL St. Pölten (192 Datensätze) beantwortet und anschließend ausgewertet. Dabei wurde die gesuchte Korrelation zwischen Akzeptanz und Nutzungszeit bestätigt. Außerdem hat sich gezeigt, dass ein Motivationseinbruch im dritten und vierten Jahrgang vorherrscht, welcher in dieser Arbeit aber nicht begründet werden konnte.

Mathematisch wurde durch eine quantitative Auswertung sowohl ein linearer als auch ein kubischer Zusammenhang zwischen der Motivation bzw. Akzeptanz und dem Alter hergestellt. Es hat sich signifikant bestätigt, dass die Motivation im Schnitt um 3% pro Jahr ansteigt.

Insgesamt ist die Akzeptanz das Systems LeTTo bei den Schülerinnen und Schülern sehr hoch, da die ständige Interaktion und die Transparenz als motivierend angesehen wird. Die Anwenderinnen und Anwender empfinden das System als kompetenzfördernd und würden es auch weiterempfehlen.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1. Theoretische Grundlagen</b>	<b>3</b>
1.1. Motivation und Lernen . . . . .	3
1.1.1. Lerntheorien und didaktischer Hintergrund . . . . .	3
1.1.2. Quellen der Motivation . . . . .	7
1.1.3. Motivation beim Lernen . . . . .	9
1.2. E-Learning . . . . .	11
1.2.1. Begriffsdefinition . . . . .	12
1.2.2. Paradigmen der Mediendidaktik . . . . .	13
1.2.3. Konzeption von E-Learning Software . . . . .	13
1.3. Evaluationen über E-Fragebögen . . . . .	15
1.4. Motivation und Akzeptanz beim E-Learning . . . . .	16
1.4.1. Interaktivität . . . . .	17
1.4.2. Vergleich E-Learning - konventionelles Lernen . . . . .	17
1.4.3. Akzeptanz . . . . .	18
1.5. Beschreibung von LeTTo . . . . .	18
1.5.1. Entwicklung und Besonderheiten . . . . .	18
1.5.2. Fragenerstellung . . . . .	19
1.5.3. Schüleransicht . . . . .	25
1.5.4. Katalog . . . . .	28
1.5.5. Zusammenfassende Betrachtung von LeTTo . . . . .	28
<b>2. Empirischer Teil</b>	<b>30</b>
2.1. Fragestellung und Hypothese . . . . .	30
2.1.1. Hypothese aus der Praxiserfahrung . . . . .	30
2.1.2. Fragestellung und Ziel . . . . .	31
2.2. Methodisches Vorgehen . . . . .	32
2.2.1. Anonyme Abgabe in LeTTo . . . . .	32
2.2.2. Fragebogen . . . . .	35
2.3. Ergebnisse . . . . .	38
2.3.1. Motivationsquellen . . . . .	40
2.3.2. Auswertung zu LeTTo als Lernhilfe . . . . .	45
2.3.3. Nutzerumgebung . . . . .	47
2.3.4. Motivation durch LeTTo . . . . .	49

---

2.3.5. Kompetenzempfinden . . . . .	54
2.3.6. Allgemeine Fragen . . . . .	56
<b>3. Fazit und Ausblick</b>	<b>60</b>
3.1. Allgemeine Schlüsse . . . . .	60
3.2. Beantwortung der Forschungsfrage . . . . .	61
3.3. Probleme bei der Auswertung . . . . .	63
3.4. Ausblick . . . . .	63
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>63</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>65</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>70</b>
<b>A. Anhang</b>	<b>71</b>
A.1. Korrelationsmatrix . . . . .	71
A.2. Verteilungen der Antworten . . . . .	72
A.3. Antworten auf Frage (19) . . . . .	78
A.4. Konzept . . . . .	87

# Einleitung

In modernen Bildungseinrichtungen ist die Anwendung von E-Learning Angeboten nicht mehr wegzudenken. Neben von den Lehrpersonen vorgegebenen digitalen Bildungsangeboten ist natürlich auch die selbständige Bildung über das Internet und elektronische Medien ein wesentlicher Aspekt einer modernen Ausbildung geworden. Über kein anderes Medium kann Information so schnell und einfach abgerufen werden wie über das Internet.

Die Möglichkeiten im E-Learning Bereich sind beinahe unbegrenzt und werden oftmals viel zu wenig ausgereizt. Eine häufig anzutreffende Anwendung von E-Learning ist die schlichte Informationsweitergabe über einen Moodle-Server<sup>1</sup> und die Möglichkeit der digitalen Abgabe von Ausarbeitungen über diesen Zugang. Da es einfach zu realisieren ist, wird dann oft noch eine Diskussion über die Themen in einem Forum ermöglicht, welches ebenfalls in diesem Portal zu finden ist. Es wird an dieser Stelle hinterfragt, ob eine solche statische Methode des E-Learnings überhaupt Sinn macht, da dieses Angebot nicht mehr ermöglicht als ein Buch in einer Schulklasse. Es kann Information eingeholt werden, diese ist zu bearbeiten und eine fertige Ausarbeitung kann abgegeben werden. Anschließend oder währenddessen kann man darüber diskutieren. Die Nutzung des Internets bietet dafür kaum Vorteile, außer die eventuelle Einsparung von Papier.

Mit heutigen technischen Möglichkeiten sind weitaus mächtigere und motivierendere Mitteln des digitalen Lernens möglich geworden, als das soeben beschriebene. Eine Vielzahl von Softwareangeboten verfügt über ausreichend Funktionen, um ständige Interaktion zwischen Computer und Lernenden zu ermöglichen, sei es spielerisch oder auf einem akademischen Niveau. Diese Interaktion ist wohl ein wesentlicher Faktor für die Motivation von Lernenden, wie in dem theoretischen Teil dieser Arbeit anhand einiger Untersuchungen namhafter Wissenschaftler gezeigt wird.

LeTTo ist ein modernes E-Learning System, das auf der HTL St.Pölten unter ständigem Test in der Praxis von den zwei Lehrern, T. Mayer und W. Damböck, entwickelt wurde. Dieses System baut darauf auf, dass eine interaktive und dynamische Beispielerstellung in den verschiedensten Fachbereichen erfolgen kann und den Schülerinnen und Schülern ein optimales Feedback und dadurch entsprechende Interaktion ermög-

---

<sup>1</sup>Moodle ist eine der gängigsten freien E-Learning Plattformen

licht. Zusätzlich sind die Verknüpfung mit einer digitalen Katalogführung und viele weitere Funktionen implementiert. LeTTo wird vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung auf deren Internetpräsenz als E-Learning Plattform empfohlen. Das System wird in dieser Arbeit kurz vorgestellt.

Als wissenschaftlicher Teil der Arbeit ist eine Befragung bei LeTTo-Anwenderinnen und Anwendern durchgeführt worden, deren primärer Inhalt die Akzeptanz und Motivation bei der Anwendung dieses Systems war. Aus den erhobenen Daten dieser Befragung wurde eine Korrelation zwischen Nutzungsdauer und der Akzeptanz des Systems erstellt. Außerdem wurde der Zusammenhang von Kompetenzerfinden und Motivation bei den Schülerinnen und Schülern analysiert.

Anreiz für diese Untersuchung war die Hypothese, dass Schülerinnen und Schüler der höheren Klassen in der Befragung angeben, dass sie die Arbeit mit LeTTo mehr schätzen als die der ersten Klassen. Dies kann damit begründet werden, dass sie die Erfahrung gemacht haben, dass sie durch die Bearbeitung der Aufgabenstellungen in LeTTo die fachlichen Grundlagen nachhaltiger erlernen.

Ziel der Arbeit war eine Evaluierung der Nutzerinnen- und Nutzer motivation, da das System hinsichtlich der Nutzerinnen- und Nutzerfreundlichkeit ständig verbessert wird.

# 1. Theoretische Grundlagen

In diesem Teil der Arbeit werden die theoretischen Grundlagen dargelegt und belegt, die zur Erstellung und Analyse der Studie recherchiert und ausgearbeitet wurden. Dabei wird zuerst auf Lernen im allgemeinen Sinn und die Motivation von Lernenden eingegangen und im Weiteren dann E-Learning im Speziellen behandelt. Im Kapitel 1.4 werden Forschungserkenntnisse im Bereich Motivation beim E-Learning betrachtet. Im Anschluss werden noch das System LeTTo und dessen Eigenheiten vorgestellt.

## 1.1. Motivation und Lernen

In diesem Kapitel sind Zusammenhänge zwischen Motivation und Lernen (insbesondere E-Learning) dargelegt. Neben gängigen Lerntheorien, die für das E-Learning relevant sind, wird als Grundlage für die Motivation die Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan (1993) herangezogen. Um erfolgreich lernen zu können, ist jedenfalls Motivation ein wesentlicher Faktor. Ist der oder die Lernende motiviert etwas zu lernen, dann kann der Prozess des Lernens deutlich einfacher und effizienter von statten gehen.

### 1.1.1. Lerntheorien und didaktischer Hintergrund

Der Begriff *Lernen* beschreibt reduziert kognitivistisch betrachtet die *wieder abrufbare Abspeicherung von Information in das Gedächtnis*, vor allem ins Langzeitgedächtnis<sup>1</sup>. Dafür sind sowohl ein Gedächtnis als auch der Vorgang des Lernens erforderlich (Hofmann und Löhle, 2016, S.13f).

Nach Barthelmeß (2015) sollte Lernen immer erfahrungsbezogen, dialogisch, sinnvoll und ganzheitlich stattfinden. Sind Erfahrungen vorhanden oder können mitgegeben werden, nimmt der Lernerfolg ebenso zu, wie wenn das Lernen im Dialog (also nicht alleine) stattfindet. Zwei weitere wesentliche Faktoren für den Lernerfolg sind, dass die Lernenden einen Sinn in dem Erlernten sehen sowie ganzheitliche Zusammenhänge erkennen können.

---

<sup>1</sup>Diese sehr reduzierte Betrachtung ignoriert einen komplexen Verarbeitungsprozess, der hier nicht weiter diskutiert wird; Für eine tiefere Betrachtung siehe z.B. Hofmann und Löhle (2016)

Lernprozesse können mit unterschiedlichen Modellen beschrieben werden, die oftmals ineinander übergreifen<sup>2</sup>. Im Folgenden werden drei Lerntheorien beschrieben, die nach Meir (2006) wesentlich für das Verständnis der Vorgänge beim E-Learning sind.

## Behaviorismus

Im Behaviorismus ist das Verhalten<sup>3</sup> der Lernenden auf Reize zentrales Element. Das Lernen wird durch eine sogenannte Reiz-Reaktions-Kette ausgelöst, die in Abbildung 1.1 dargestellt ist.

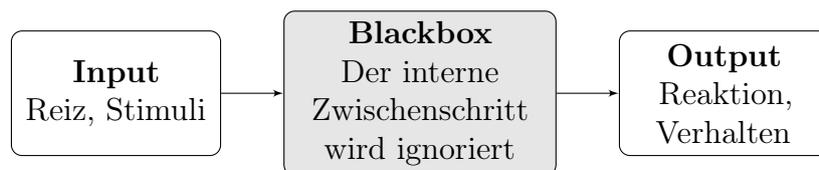


Abbildung 1.1.: Die Reiz-Reaktions-Kette des Behaviorismus mit dem individuellen nicht zu erklärenden Zwischenschritt (Abbildung vom Autor erstellt)

Nach dieser Theorie folgt jedem Reiz (Input) eine Reaktion (Output), die individuell stark variieren kann. Auf diese Variation und deren Begründung wird nicht eingegangen (individuelle Blackbox), siehe dazu Meir (2006). Wenn eine positive Reaktion auf einen Reiz folgt, muss diese im Lernprozess belohnt werden - negative Reaktionen wiederum bleiben unbelohnt. Der oder die Lehrende erhält in dieser Theorie eine sehr wichtige Rolle, da der Lernerfolg der Lernenden ausschließlich davon abhängt, ob Reaktionen als positiv oder negativ angesehen werden. Die dadurch entstehende Passivität der Lernenden und die sehr vereinfachte lineare Darstellung des Prozesses sind wohl auch ein zentraler Grund, warum diese Theorie auf rege Kritik stößt. Kritisiert wird außerdem der *mechanische Blick* auf das menschliche Verhalten und den Menschen, der hier im Grunde nicht als entscheidungsmächtig gesehen wird, sondern als von außen gesteuert. Diese und weitere Kritikpunkte am Behaviorismus haben Niegemann et al. (2013) ausgeführt.

## Kognitivismus

In den kognitivistischen Lerntheorien wird nach Niegemann et al. (2013) das Reiz-Reaktionsmodell des Behaviorismus aufgebrochen und die Blackbox zunächst mit einem individuellen „Gedächtnis“ versehen. Die Wahrnehmung ist also kein passiver Prozess mehr, sondern vielmehr eine aktive Leistung, die durch die Verarbeitung von Informationen bei den Lernenden vollbracht wird (vgl. Abbildung 1.2).

---

<sup>2</sup>Es kann hier nicht auf alle Lerntheorien eingegangen werden. Zur weiteren Information wird auf Niegemann et al. (2013) verwiesen.

<sup>3</sup>von Behaviour (engl.) = Verhalten



Abbildung 1.2.: Im Kognitivismus ist die Verarbeitung des Reizes bei den Lernenden in Form kognitiver Prozesse zentral. (Abbildung vom Autor erstellt)

Die Lerntheorie des Kognitivismus beschreibt also ein sehr individuelles Prinzip der Verarbeitung der Reize, auf das Lehrende unbedingt Rücksicht nehmen müssen. Es ist also die Aufgabe der Lehrenden, den Stoff so aufzubereiten, dass die Verarbeitung des Stoffs einfach und zielorientiert stattfinden kann (Niegemann et al., 2013, S.42ff).

### Konstruktivismus

Die oben beschriebenen Theorien des Behaviorismus und des Kognitivismus beschreiben Lernen als eine (schon teils individuelle) Verarbeitung von Information, die aber von außen sehr klar gesteuert werden kann. Im Konstruktivismus steht nicht mehr diese Information, sondern vielmehr die Lernenden selbst, die sich aus ihrer Wahrnehmung der Umwelt eine Sichtweise bilden (Meir, 2006, S.14).

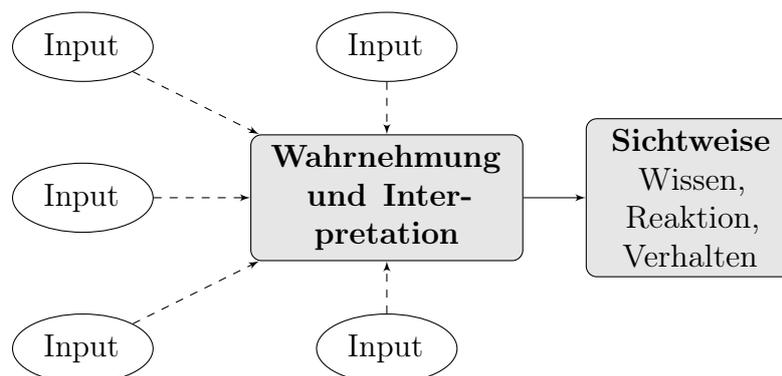


Abbildung 1.3.: Im Mittelpunkt des Konstruktivismus steht das Individuum selbst, das sich aus seiner Wahrnehmung eine Sichtweise konstruiert (Abbildung vom Autor erstellt)

In Abbildung 1.3 wird dargestellt, dass nicht ein Lernergebnis, sondern eine Sichtweise als Ergebnis des Lernens in einem Individuum entsteht. Diese Sichtweise ist abhängig von der Erfahrung, den Lebensumständen, sozialen Umfeld etc. eines Menschen und nie allgemein gültig. Es ist daher nach dem Konstruktivismus keine allgemeingültige Reiz-Reaktions-Formel<sup>4</sup> angebar. Reinmann-Rothmeier et al. schrieben 2003 sehr treffend:

<sup>4</sup>Mit einer solchen Formel könnte man einstirnig betrachtet die Lerntheorien des Behaviorismus und den Kognitivismus beschreiben.

„In Lehr-Lernsituationen bedeutet das, dass konstruktivistische Ansätze nicht das Lösen didaktisch aufbereiteter Probleme, sondern das eigenständige Auffinden und Konstruieren von Problemen sowie den Umgang mit authentischen Situationen in den Vordergrund rücken.“ (Reinmann-Rothmeier et al., 2003, S.36)

Nach dieser Theorie spielen also beim Lernen viel mehr Faktoren eine Rolle, als bloß die objektive Analyse des Lernerfolgs bei unterschiedlichen Reizen. Der Lehrende übernimmt hier die Rolle einer interaktiven Begleitperson (Coach), die sich den Lernenden individuell widmen und auf deren soziale Bedürfnisse eingehen muss.

### Vergleich der Modelle

In der Tabelle 1.1 ist ein Vergleich der drei beschriebenen Lerntheorien im Bezug auf verschiedene Kategorien zu finden.

Kategorie	Behaviorismus	Kognitivismus	Konstruktivismus
Gehirn ist	passiver Behälter	Computer	informationell
Wissen wird	abgelagert	verarbeitet	konstruiert
Wissen ist	In-/Out Relation	Verarbeitung	Situationsreaktion
Lernziele	richtige Antworten	richtige Methoden	Sit. bewältigen
Paradigma	Stimulus Response	Problemlösung	Konstruktion
Strategie	lehren	helfen	kooperieren
Lehrperson	Autorität	Tutor*in	Coach, Trainer*in
Feedback	extern vorgegeben	extern modelliert	intern modelliert
Interaktion	starr vorgegeben	dynamisch	selbstreferentiell
Programm	starrer Ablauf	dynamisch	Ddynamisch, komplex

Tabelle 1.1.: Lerntheorien im Vergleich (Payr und Baumgartner, 1994, S.110, S. 174)

Auf eine subjektive Wertung der vorgestellten Theorien wird an dieser Stelle verzichtet. Für das E-Learning werden Aspekte aller drei Lerntheorien genutzt. Eine genauere Darlegung ist dem Kapitel 1.2 zu entnehmen.

### Lernprozess beim E-Learning

Die vorhin genannten Lerntheorien sind nicht als dogmatische Wahrheiten anzusehen, sondern Versuche die Vorgänge zu beschreiben und allesamt nicht in jeder Situation anwendbar. In (Kerres, 2001) wird versucht ein Modell für die Vorgänge beim E-Learning zu entwickeln. Abbildung 1.4 soll dieses verdeutlichen.

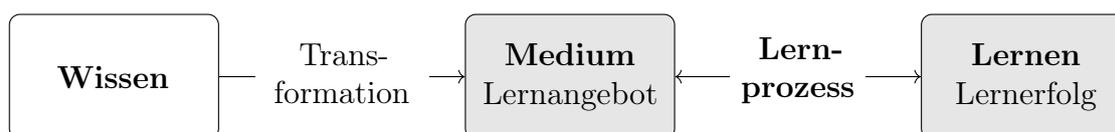


Abbildung 1.4.: Beim E-Learning gibt es ständig eine Interaktion zwischen Medium und Lernerfolg (Abbildung vom Autor erstellt)

Bei E-Learning ohne späterem Feedback eines Menschen<sup>5</sup> ist die Transformation des Wissens von der Lehrperson in das entsprechende Medium sehr entscheidend. Sie hat im Anschluss nämlich keinen Einfluss mehr auf den Lernprozess, der ab nun nur mehr zwischen Medium und Lernenden stattfindet. Dabei spielen dann die vorhin genannten Theorien alle eine Rolle (Meir, 2006, S.19).

### 1.1.2. Quellen der Motivation

Motivation ist als das Streben eines Individuums nach einem Ziel zu verstehen. Es kann durch verschiedene Beweggründe ausgelöst werden und regt auf emotionaler Ebene zu Handlungen an, die für das Erreichen der Ziele förderlich sind (Petri und Govern, 2012, S.3f).

Für das Lernen ist es essentiell, dass der oder die Lernende *motiviert* ist, die Information aufzunehmen und zu verarbeiten. Ist das nicht der Fall, kann ein Lernfortschritt nur sehr langsam oder gar nicht erkannt werden. Die Motivation zum Lernen kann zwei wesentliche Quellen haben: Entweder möchte der oder die Lernende von innen heraus das Wissen erlangen (**intrinsische Motivation**) oder er oder sie wird von jemandem Dritten angetrieben, das Wissen zu erlangen (**extrinsische Motivation**). Abbildung 1.5 zeigt die Aufteilung der beiden genannten Faktoren, die zur Motivation bei Menschen führen.

#### Intrinsische Motivation

Die intrinsische Motivation<sup>6</sup> kann aufgrund von Neugier, eines Anreizes oder der Erfolgserwartung von Lernenden entstehen. Neugier wird vor allem geweckt, wenn etwas eine Dissonanz zwischen bisherigem Wissen und neuer Information besteht. Hier spielen kognitive Aspekte eine große Rolle. Liegt ein Anreiz vor, so sind es in erster Linie Gefühle, die zur Motivation führen. Leistungsmotivation ist gekennzeichnet durch Erfolgsorientierung und Bereitschaft zur Anstrengung für ein klares Ziel (Edelmann, 2003, S.30f).

<sup>5</sup>Damit sind Lernprogramme gemeint, die ohne jeglichen Kontakt zu Menschen anwendbar sind. Chats, Foren, etc. sind hier nicht inkludiert.

<sup>6</sup>intrinsisch - „von innen kommend“ (Edelmann, 2003)

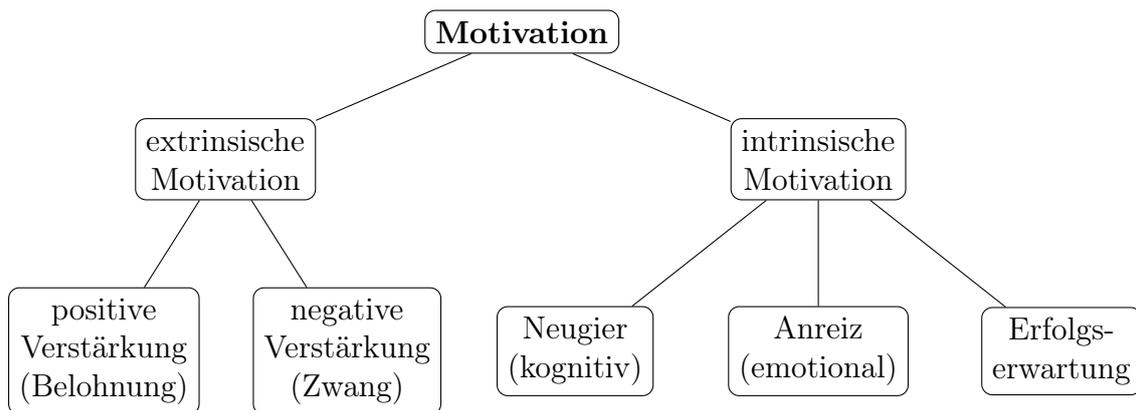


Abbildung 1.5.: Klassische Aufteilung der Motivation in extrinsische und intrinsische Faktoren. (Abbildung vom Autor erstellt)

Menschen fühlen sich bei intrinsisch motivierten Handlungen frei in der Auswahl und Durchführung ihres Tuns. Diese Handlungen stimmen daher mit der eigenen Auffassung von sich selbst überein. Es ist anhand der intrinsischen Motivation erklärbar, warum Menschen ohne jeglichen Druck oder Zwang Tätigkeiten nachgehen, in denen sie tun können, was sie interessiert (Deci und Ryan, 1993, S.226).

### Extrinsische Motivation

Extrinsische Motivation<sup>7</sup> kann durch Verstärkung von außen herbeigeführt werden. Dabei gibt es die Möglichkeit Handlungen positiv (belohnen) oder negativ zu verstärken (zwingen). Beide Varianten der Verstärkung erzeugen in der lernenden Person eine Emotion die zur *Motivation* führt (Edelmann, 2003, S.31f).

Extrinsische Verhaltensregulatoren wirken nicht immer gleich<sup>8</sup>. Es gibt verschiedene Stufen der Regulation, die in Tabelle 1.2 dargestellt sind.

Regulation	External	Introjiert	Identifiziert	Integriert
<b>Assoziierter Prozess</b>	Belohnungen oder Bestrafungen	interne Anstöße oder innerer Druck	Erkenntnis des Werts der Handlung	Identifizierung mit Aspekten des Selbst
<b>Kausalität</b>	extern	eher extern	eher intern	intern
		⇒	Grad der Selbstbestimmung	⇒

Tabelle 1.2.: Eine differenzierte Betrachtung extrinsischer Motivation nach Deci und Ryan (1993) und Niemiec und Ryan (2009)

<sup>7</sup>extrinsisch - „von außen kommend“ (Edelmann, 2003)

<sup>8</sup>Eine Wertung wird hier bewusst ausgelassen, da extern regulierte Motivation nicht immer schlecht ist. (Deci und Ryan, 1993)

Die Betrachtung der extrinsischen Verhaltensregulatoren legen die Einführung des *Selbst* ein, um die Prozesse erklären zu können. Dafür wird zum Kapitel 1.1.3 verwiesen, in dem die Selbstbestimmungstheorie nach Deci und Ryan (1993) bearbeitet wird.

### Zusammenhang beider Motivationsfaktoren

Die Unterscheidung extrinsischer und intrinsischer Motivation hat nach wie vor eine große Bedeutung für die Forschung motivationalen Geschehens, obwohl es bereits reichlich Publikationen zu deutlich detaillierten Unterscheidungen der Motivation gibt (Renninger et al., 2014).

Es ist bereits in einigen empirischen Untersuchungen gezeigt worden, dass intrinsische Motivation zu Tätigkeiten abnimmt, wenn man Personen extrinsische Belohnungen für dieselbe Tätigkeit anbietet (z.B. Deci (1971)). Belohnt man Versuchspersonen z.B. mit Geld für etwas, das sie vorher begeistert ohne Belohnung gemacht haben, sinkt die Bereitschaft, die Tätigkeit im Anschluss in der Freizeit auszuführen.

Kontrovers dazu zeigte Harackiewicz (1979), dass unter bestimmten Umständen extrinsische Bestärkung bei intrinsisch motivierten Prozessen auch unterstützend sein kann, wenn diese der Selbstbestimmung<sup>9</sup> förderlich sind<sup>10</sup>. Nach und nach wurde die strenge Trennung der beiden Motivationsfaktoren gelockert (Deci und Ryan, 1993, S.226).

### 1.1.3. Motivation beim Lernen

Wie schon in Kapitel 1.1.2 erwähnt, ist es für einen Erfolg beim Lernen essentiell *motiviert* zu sein. Nachfolgend wird der Zusammenhang von Motivation und Lernen anhand der *Selbstbestimmungstheorie* dargestellt, die Deci und Ryan im Jahre 1993 entwickelt haben.

#### Die Selbstbestimmungstheorie

Zentrales Element dieser Theorie ist der Begriff des *Selbst* eines Individuums. Die Struktur dieses Selbst ist ständig im Wandel und verfeinert sich durch stetiges Auseinandersetzen mit der sozialen Umwelt (Lernen). Bei dieser Entwicklung ist die Selbstbestimmung, also wie sehr der oder die Lernende das Gefühl hat, selbst das Handeln leiten zu können, ein sehr wichtiger Faktor für die Motivation bei diesem Tun (Deci und Ryan, 1993, S.223).

Menschen handeln motiviert, wenn sie etwas erreichen wollen. Diese Intention gilt einem *Ziel*, also einem zukünftigen Zustand, ob dieser kurzfristig oder langfristig

---

<sup>9</sup>vgl. Kapitel 1.1.3

<sup>10</sup>Dies ist vor allem bei Regulatoren der Fall, die in der Tabelle 1.2 eher rechts angesiedelt sind.

erreicht werden kann. Es können aber nicht alle Verhaltensweisen mit einer solchen Intention erklärt werden, zum Beispiel solche, die kein klares Ziel verfolgen (wie *herumlungern*). Deci und Ryan bezeichnen dieses Verhalten als „*amotiviert*“, welches auch psychologisch erklärbar ist<sup>11</sup>.

Deci und Ryan haben mit ihrer Selbstbestimmungstheorie 1993 erstmalig das einheitliche Konzept der Motivation<sup>12</sup> aufgebrochen und unterschiedliche qualitative Ausprägungen des motivierten Handelns postuliert. Sie gehen davon aus, dass sich motivierte Handlungen nach dem Grad ihrer Selbstbestimmung unterscheiden lassen. Handlungen, die frei gewählt sind, entsprechen den Zielen und Wünschen des individuellen Selbst. Aufgezwungene Handlungen hingegen gelten als *kontrolliert*<sup>13</sup>. Die Energie zu Handlungen kommt aus Bedürfnissen oder Trieben physiologischer, emotionaler oder psychologischer Natur. Letztere ist für die Selbstbestimmungstheorie sehr wesentlich und weiter aufteilbar in

- Bedürfnis nach Kompetenz oder Wirksamkeit
- Bedürfnis nach Autonomie oder Selbstbestimmung
- Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit und Zugehörigkeit

Diese Bedürfnisse hängen alle mit der motivationalen Tendenz zusammen, dass sich Menschen in einem sozialen Milieu mit anderen Menschen verbunden fühlen und in diesem wirken können (Deci und Ryan, 1993, S.228ff).

## Förderung beim Lernen

Es stellt sich nun die Frage, inwiefern mit externen Kontrollfaktoren ein Einfluss auf den Lernerfolg erreicht werden kann. Einige Experimente haben laut Deci und Ryan gezeigt, dass materielle Belohnungen als kontrollierend erlebt werden und intrinsische Motivation zerstören. Haben Testpersonen aber Wahlmöglichkeiten und erhalten emotionale Anerkennung, wird dies in der Regel als autonomiefördernd wahrgenommen und steigert daher die intrinsische Motivation. Positives Feedback kann, sofern es sich auf Sachverhalte bezieht, die aus einer selbstbestimmten Handlung entstanden sind, ebenso intrinsische Motivation steigern, wenn es nicht als kontrollierend verstanden wird. Negatives Feedback bewirkt für gewöhnlich das Gegenteil, außer es wird autonomieunterstützend verstanden<sup>14</sup>.

---

<sup>11</sup>Amotivierte Verhaltensweisen werden in dieser Arbeit nicht näher behandelt, da sie für das Lernen kaum eine Rolle spielen. Es wird dafür auf (Markland und Tobin, 2004) verwiesen.

<sup>12</sup>Bis dato wurde maximal eine Unterscheidung in der Motivationsstärke gemacht.

<sup>13</sup>Diese Unterscheidung erinnert wieder an die Betrachtung intrinsischer und extrinsischer Motivation aus Kapitel 1.1.2.

<sup>14</sup>Der oder die Lernende betrachtet das negative Feedback als Herausforderung, es beim nächsten Mal besser zu machen.

Kombiniert man die bisher beschriebenen Sachverhalte, ist zu erkennen, dass effektives Lernen massiv auf intrinsische Motivation und integrierte Selbstregulation angewiesen ist. Um den Lernerfolg zu fördern, muss also direkt auf die Steigerung intrinsischer Motivation bei den Lernenden eingegangen werden (Deci und Ryan, 1993, S.233). Als Haupteinfluss auf selbstbestimmte Motivation haben Ryan et al. (1990) grundlegendes Interesse am Lerngegenstand beschrieben. Ein solches Interesse kann von der Lehrperson geweckt werden, indem der Sinn des Lernstoffes für die Lernenden klar wird (Meyer, 2018, S.67ff). Jedenfalls ist mit hochwertigen Lernergebnissen zu rechnen, wenn die Grundlage der Motivation eine selbstbestimmte Form der Handlungsregulation ist (Deci und Ryan, 1993, S.234).

Da Schülerinnen und Schüler nicht immer aus Interesse und Begeisterung das geforderte Wissen lernen möchten, sind extrinsische Faktoren essentiell, um deren Motivation zu steigern. Niemiec und Ryan haben 2009 festgestellt, dass die in Tabelle 1.2 rechts aufzufindende integrierte Regulation die beste Form ist, auf Lernende zu wirken. Es ist also bei externen Faktoren wichtig, auf die Internalisierung dieser zu achten<sup>15</sup>.

### Folgerungen für die vorliegende Arbeit

Bei der Verwendung und dem richtigen Einsatz elektronischer Lernmittel (E-Learning, vgl. Kapitel 1.2), ist es den Lernenden möglich, in weiten Kreisen selbst den Umfang und auch die Themen des Lernstoffes zu bestimmen. Es ist daher bei dieser Art des Lernens möglich, sehr individuell zu fördern und daher die Begeisterung für ein Thema zu wecken (Taran, 2005)<sup>16</sup>. Durch diese Selbstbestimmung bei den Handlungen der Lernenden wird automatisch die intrinsische (oder integrierte) Motivation nach Deci und Ryan (1993) steigen, was wiederum positiven Einfluss auf den Lernerfolg zeigt.

## 1.2. E-Learning

Bevor die in dieser Arbeit untersuchte E-Learning-Plattform LeTTo vorgestellt wird, wird im Folgenden die Verwendung des Begriffs E-Learning geklärt. Dafür werden neben Begriffsdefinitionen auch Paradigmen der Mediendidaktik, sowie die Konzeption von E-Learning Software behandelt.

In den vergangenen Jahrzehnten haben sich einige verschiedene Formen des computerunterstützten Lernens etabliert. Anfangs war nur das *Computer Based Training*<sup>17</sup> (CBM) möglich und mit vermehrter Vernetzung entwickelte sich das an Kommunikation orientierte *Web Based Training* (WBT) und *Learning Management Systems*

---

<sup>15</sup>(Niemiec und Ryan, 2009, S. 137f) Internalisierung = Verinnerlichung

<sup>16</sup>vgl. Kapitel 1.4

<sup>17</sup>Ein am Einzelarbeitsplatz orientiertes Lernen mit Computerunterstützung ohne Vernetzung (Internet, etc.)

(LMS). Die später genannten Begriffe wurden bald von den heute gängigeren Begriffen E-Learning<sup>18</sup>, E-Teaching oder digitale Bildung abgelöst (Thilloßen et al., 2018, S. 22).

Nach der Definition von Kerres (2013) wird unter E-Learning<sup>19</sup> jede Form des Lernens verstanden, bei der digitale Medien für die Wiedergabe von Lernmaterialien zum Einsatz kommen oder zur Unterstützung der Kommunikation dienen.

Genaugenommen kann die Bezeichnung *E-Learning* zu Missverständnissen führen, da das technologisch anmutende „E“ in einen direkten Zusammenhang mit den Begriffen Lernen und Bildung gebracht wird (Holzkamp, 1993). Der in der Informationstechnologie zur Zeit sehr gängige Begriff *Machine learning*<sup>20</sup> beschreibt die *künstliche Generierung von Wissen aus Erfahrung*: Ein technisches System lernt aus einer Vielzahl an Beispielen und kann diese verallgemeinern, sofern ausreichend Informationen vorhanden sind. Es handelt sich hier also um kein „Lernen“ im Sinne des in Kapitel 1.1.1 behandelten Prozesses im menschlichen Gehirn (Alpaydin, 2010). Beim E-Learning darf nicht vergessen werden, dass Lernen und Lehren immer subjektive Eigenleistungen der Lernenden und Lehrenden in sozialen kommunikativen, kooperativen und partizipativen Prozessen beinhaltet worin ein wesentlicher Unterschied zum Prinzip des Machine learning besteht (Thilloßen et al., 2018, S. 22f).

### 1.2.1. Begriffsdefinitionn

Wichtige Begriffe um das Thema E-Learning werden anschließend frei nach Thilloßen et al. (2018) definiert und erläutert.

**E-Learning:** Unter dem Begriff E-Learning wird, wie bereits oben erwähnt die Gesamtheit an elektronisch und multimedial verfügbaren Methoden und Varianten des Lernens bezeichnet. In die *virtuellen Lernräume*, in denen diese Form des Lernens praktiziert werden kann, ist es oftmals nur möglich online einzutreten. Es gibt Formen des E-Learning in denen synchron aber auch welche wo asynchron kommuniziert und kooperativ oder partizipativ gelernt werden kann.

**Virtuelle Lernräume:** Das sind digitale Umgebungen (lokale Software oder Webseite im Internet) in denen Lernmedien angeboten werden. Es handelt sich um einen nicht realen *Raum*, in und mit dem gelernt werden kann. Es ist auch möglich mit mehreren Lernenden gleichzeitig in diesem *Raum* zu sein und über das Internet zu kommunizieren.

---

<sup>18</sup>Electronic Learning , elektronisches Lernen

<sup>19</sup>Genaugenommen spricht (Kerres, 2013) von Mediendidaktik, was wohl ein geeigneterer Begriff für E-Learning wäre.

<sup>20</sup>Maschinelles Lernen

**Blended Learning:** Beim Blended Learning wird die Komponente des multimedialen E-Learnings mit Präsenzunterricht in unterschiedlichen Ausprägungen verbunden. Die meisten Formen des E-Learning in mittleren und höheren Schulen sind dieser Kategorie zuzuordnen.

**E-Teaching:** Anstatt des Begriffs E-Learning werden oft die Begriffe *E-Teaching* oder *Computer Assisted Teaching* verwendet. Genaugenommen trifft dieser Begriff auf die reale Situation besser zu, da virtuelle Lernräume nur eine Option für die Lernenden bieten. Es wird also ein virtueller elektronischer Unterricht (Teaching) ermöglicht, welcher nicht zwingend auch ein „Lernen“ zur Folge hat.

Im der vorliegenden Arbeit wird aufgrund der allgemein größeren Verbreitung der Begriff **E-Learning** dem des E-Teaching vorgezogen. Unter dieser Bezeichnung wird hier jegliches über eine lokale oder Web-basierende Software unterstütztes Lernen verstanden.

## 1.2.2. Paradigmen der Mediendidaktik

Bereits in Kapitel 1.1.1 wurde auf Lerntheorien und Paradigmen des Lernens eingegangen. Diese treffen natürlich auch bei E-Learning zu. Bereits in den 1950er Jahren wurden *Lernmaschinen*<sup>21</sup> entwickelt, die nach dem Behaviorismus funktionierten. Eine richtige Antwort wurde sofort belohnt, dadurch konnten sehr kurze Feedback-Schleifen erzielt werden. Mit der Einführung des modernen Personal Computers wurden auch die Möglichkeiten im E-Learning Bereich erweitert. Die Lernenden können mit Problemstellungen konfrontiert werden, die sie mit tutorieller Unterstützung durch die Software lösen können. Dabei sind verschiedene Lösungswege möglich und es kann auch Hilfe angeboten werden. Hier handelt es sich bereits um die Umsetzung der kognitivistischen Lerntheorie. Im Konstruktivismus steht nun nicht mehr das Lösen vorgegebener Probleme an vorderster Stelle, sondern vielmehr das Aufdecken von Problemsituationen und die Entwicklung von Lösungswegen. Auch das ist mittels dynamischer Software heutzutage bereits vielfach realisiert (Kerres, 2001, S.8ff).

## 1.2.3. Konzeption von E-Learning Software

Bei der Konzeption von mediengestützten Lernumgebungen sind didaktische Gestaltungsmerkmale auszuwählen. Dies ist nicht zu verwechseln mit den Interaktionsmerkmalen (z.B. Benutzeroberfläche) des Mediums. Vielmehr ist damit die didaktische Methode und die Lernorganisation des Angebots gemeint (Kerres, 2001, S.11).

---

<sup>21</sup>Es wurden von Skinner Geräte entwickelt, bei denen der Lehrstoff in möglichst kleine Einheiten zerlegt und den Lernenden Schritt für Schritt präsentiert wurde. Nach der Darstellung der Information erfolgte eine Prüfung, ob der Lernende die Information richtig erfasst hat, und sofort darauf wurde Feedback gegeben (Kerres, 2001, S.8).

Generell kommen bei der Konzeption der E-Learning Software die gleichen pädagogischen Ideen zu Tragen, wie bei jedem anderen Lernangebot. Wichtig ist, dass das Konzept der Zielgruppe angepasst ist. Außerdem ist bei der Vorbereitung sehr genau auf alle Eventualitäten Rücksicht zu nehmen, da während des Betriebs kaum mehr ein flexibler Eingriff in den Prozess möglich ist. Die Interaktionsmöglichkeiten zwischen Lernenden und dem Medium müssen vollständig beschrieben und definiert sein. Eine klassische Methode, solche Software zu entwickeln, ist das ADDIE Modell. Es steht für die Planungsschritte **A**nalysis, **D**esign, **D**evelopment, **I**mplementation und **E**valuation und stellt die Ablaufphasen in der Planung von Lernangeboten dar<sup>22</sup> (Kerres, 2001, S.12f).

## Sequenzierung

Ein wichtiges Thema bei der Konzeption ist die Sequenzierung von Lerninhalten. Meistens werden in einem E-Learning System verschiedene Themen bearbeitet und die Lernenden sollen diese alle bearbeiten. Eine Möglichkeit ist die *linear-sukzessiven Struktur*, bei der ein Thema so lange bearbeitet wird, bis der gewünschte Kompetenzgrad erreicht ist, und erst dann zum nächsten Thema gewechselt wird. Die Alternative ist als *Spiral-Sequenzierung* bekannt, wo die Themen ständig wechseln und sich das Niveau gleichmäßig in allen Themen steigert. Es ist nicht generell vorhersehbar, welche Methode erfolgreicher ist. Die Entscheidung hängt sehr vom Lerninhalt und der Zielgruppe ab. Im besten Fall sind in einer E-Learning Software beide Sequenzierungstypen realisiert und man kann diese dem Inhalt anpassen (Niegemann et al., 2013, S. 101f).

Eine weitere wichtige Entscheidung, die getroffen werden muss, ist jene, ob *Aufgabenkompetenz* oder *Domänenkompetenz* vermittelt werden soll. Bei ersterer werden die Lernenden zu Experten ausgebildet, die bestimmte Aufgabentypen sehr gut und effizient lösen können. Letztere geht viel mehr in die Breite des Themenbereichs und vermittelt eine allgemeine Problemlösungskompetenz.

Drei Sequenzierungsmethoden, die für die Erstellung von E-Learning Software wesentlich sind, stammen aus der Elaborationstheorie nach Reigeluth (2013):

- 1. Begriffliche Elaboration:** Ist es das Lernziel, viele semantische verknüpfte Begriffe zu lernen, dann ist eine Sequenz sinnvoll, in der diese Begriffe eng verknüpft mit deren Bedeutung in kleinen Portionen und inhaltlich zusammenhängend dargestellt sind.
- 2. Theoretische Elaboration:** Lerninhalte, welche als regelartige Aussagen (Prinzipien) definiert werden können, bedürfen einer spiralförmigen Sequenz (s. o.).

---

<sup>22</sup>Hier wird nicht näher auf das Projektmanagement bei der Softwareentwicklung eingegangen. Es wird für weitere Information dazu auf Branch (2009) verwiesen.

**3. Vereinfachte Bedingungen:** Komplexe Aufgaben, die ganzheitlich zu lösen sind, können oft nicht von vornherein gelöst werden. Die Methode der vereinfachten Bedingungen postuliert, dass die Bedingungen zur Lösung der Aufgabe so einfach wie irgendwie möglich angenommen werden und im Laufe der Übung zu realistischen, schwereren Bedingungen wachsen.

### Folgerungen für die vorliegende Arbeit

Beim Studium der Sequenzierungsarten wird klar, dass es keine einzig wahre und richtige Methode gibt, die Lerninhalte aufzubereiten und zu wiederholen. Es ist die Aufgabe der Lehrenden, diese Methoden den Inhalten optimal anzupassen. Dafür ist es bei einem umfangreichen E-Learning-Tool wichtig, dass die Methodenvielfalt so groß wie möglich, sowie einfach zu verstehen und zu bedienen ist. LeTTo hat alle Möglichkeiten der Sequenzierung integriert und ermöglicht den Lehrenden somit die maximale Freiheit bei der Umsetzung der Inhalte in das System.

## 1.3. Evaluationen über E-Fragebögen

Da im Rahmen dieser Arbeit eine Evaluation über e-Fragebögen (auch eValuation genannt) erfolgt, wird hier kurz auf den Einfluss der Online-Befragung auf die Ergebnisse eingegangen. Als Grundlage dazu wird die Publikation von [Pohlenz und Hagenmüller \(2020\)](#) herangezogen.

Die Anwendung online durchgeführter Befragungen bietet enorme Vorteile. Sie können von den Befragten in Ruhe, zu beliebiger Zeit und an beliebigen Orten beantwortet werden. Sofern die Befragten in die Anonymität des Systems vertrauen, antworten sie ehrlicher als bei weniger anonymen handschriftlichen Befragungen. Die Ergebnisse von Online-Befragungen sind schneller auswertbar und die Befragung ist generell ressourcenschonend ([Reips, 2003](#)). Dadurch kann mit dem gleichen Aufwand eine deutlich größere Stichprobe gezogen werden, was die statistische Signifikanz der Aussagen im Üblichen wachsen lässt.

Ein Problem bei der Online Evaluierung ist im Vergleich zum herkömmlichen „Interview“, dass die Hemmschwelle zur bewussten Verzerrung der Daten durch Sabotage von Teilnehmern sinkt. Diese Datensätze müssen erkannt und als Ausreißer entfernt werden, was neben dem Aufwand auch statistisch argumentiert werden muss. Es kann auch nicht so einfach geprüft werden, ob alle gezogenen Teilnehmer der Stichprobe (z.B. eine Klasse) die Befragung auch wirklich machen. Hat zum Beispiel ein Teilnehmer *keine Lust*, so kann er einfach nicht mitmachen und aufgrund der Anonymität ist es ihm nicht nachweisbar. Solche *Ausfälle* können systematisch sein und verfälschen dadurch massiv das Ergebnis der Statistik ([Schnell, 2013](#)).

## 1.4. Motivation und Akzeptanz beim E-Learning

Im Kapitel 2 wird eine empirische Untersuchung und deren Abhandlung über die Motivation und Akzeptanz zur E-Learning Software LeTTo dargelegt. Als theoretische Grundlage dazu wird hier der Stand der Forschung zu diesem Thema vorgestellt. Da E-Learning zumeist primär für das Selbststudium<sup>23</sup> genutzt wird, ist der Lernerfolg stark davon abhängig, ob der oder die Lernende intrinsisch motiviert<sup>24</sup> für die Anwendung ist.

Lee et al. (2009) haben ein Modell entwickelt und durch Umfragen bestätigt, das Kriterien zur Motivation beim E-Learning postuliert. Abbildung 1.6 zeigt die Abhängigkeiten dieser Kriterien.

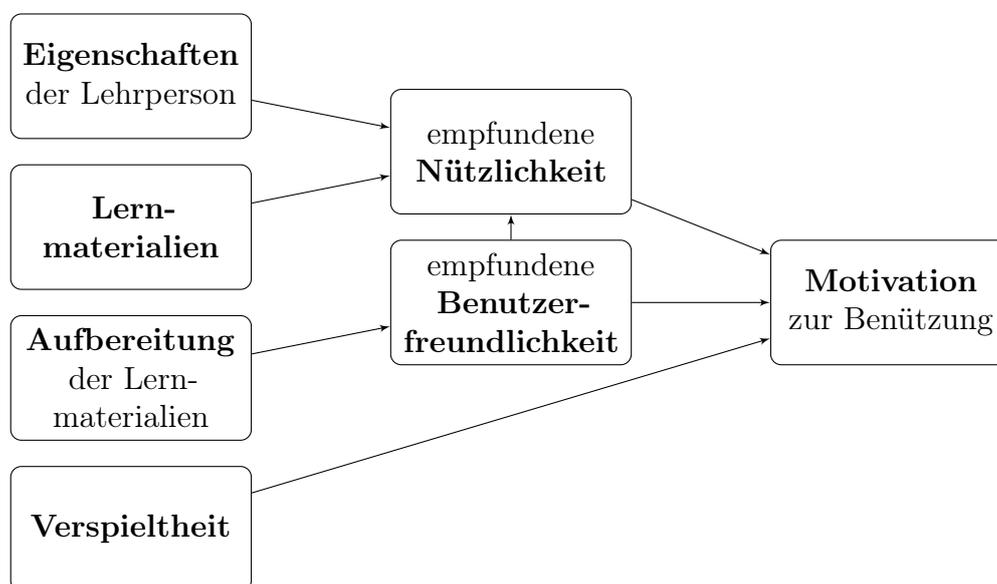


Abbildung 1.6.: Modell zur Motivation beim E-Learning von Lee et al. (2009)

Lee et al. haben gezeigt, dass die Motivation zur Benützung einer E-Learning Software direkt von der empfundenen Nützlichkeit (dem Sinn)<sup>25</sup>, aber auch von der Benutzerfreundlichkeit und der Verspieltheit des Systems abhängt. Die *Eigenschaften der Lehrperson*<sup>26</sup> und die *Unterrichtsmaterialien* sind die Prädiktoren für die *wahrgenommene Nützlichkeit*. Die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit hat die schwächste Auswirkung auf die Motivation zur Benützung (Lee et al., 2009).

<sup>23</sup>hier ist natürlich auch ein ergänzendes Selbststudium (z.B. Hausübungen) inbegriffen

<sup>24</sup>vgl. Kapitel 1.1.2

<sup>25</sup>vgl. Kapitel 1.1

<sup>26</sup>damit ist vor allem auch die Motivation derjenigen gemeint

### 1.4.1. Interaktivität

Der signifikante Einfluss der *Verspieltheit* eines Systems lässt sich mit der Interaktivität eines E-Learning Angebots korrelieren. Als Interaktion wird in diesem Zusammenhang das wechselseitige Einwirken des Lernenden und des Systems bezeichnet. Je mehr solcher Interaktionen eine Software ermöglicht und je verzweigter diese sind, desto eher wird die Interaktion als interessant wahrgenommen.

Interaktion wird in jeder Lernsituation als positiv angesehen und natürlich ist davon E-Learning nicht ausgenommen. Oft wird es sogar als *interaktives Lernen* bezeichnet (Niegemann et al., 2013, S.110). Sehr oft sind aber solche *interaktiven* Lernprogramme überhaupt nicht interaktiv im Sinne der sozialwissenschaftlichen Interaktion. Es ist bestenfalls möglich auf der Plattform Inhalte auszusuchen, zu diesen Informationen zu erhalten und eventuell Kontrollfragen dazu zu beantworten<sup>27</sup>.

Als Hilfe zum Design motivierender Interaktionen haben Keller und Suzuki das ARCS-Modell entwickelt. Die vier Kategorien sind demnach Aufmerksamkeit (**A**ttention), Bedeutung des Lehrstoffs (**R**elevance), Erfolgsoversicht und Selbstvertrauen (**C**onfidence) und Zufriedenheit (**S**atisfaction). Für jede Kategorie können verstärkende Interaktionen programmiert werden, die als motivierend wahrgenommen werden (Keller und Suzuki, 1988).

### 1.4.2. Vergleich E-Learning - konventionelles Lernen

Rovai et al. haben 2007 gezeigt, dass Schülerinnen und Schüler, die mit E-Learning Systemen unterrichtet werden, eine höhere intrinsische Motivation für das Erlernen des Lerninhalts zeigen als solche, die ausschließlich dem herkömmlichen Unterricht beiwohnen. Sie begründen das damit, dass eine gute E-Learning Software viel besser und vor allem öfter auf die psychologischen Bedürfnisse nach Interaktion, Kompetenz etc. eines Einzelnen eingehen kann, als eine Lehrperson im Klassenverband (Rovai et al., 2007, S.427).

Die Studie hat auch gezeigt, dass besser ausgebildete Lernende eher zu der Verwendung von E-Learning motiviert sind, als jene die am Beginn ihrer Ausbildung stehen. Erstere sind eher bereit selbstreguliert und ungezwungen elektronische Lernumgebungen zu nutzen (Rovai et al., 2007, S.429).

Passend dazu haben Law et al. gezeigt, dass einige Faktoren beim E-Learning im Vergleich zum konventionellen Unterricht besonders motivierend sind, nämlich „individuelle Einstellung und Erwartung“, „klare Richtung“ sowie „Belohnung und Anerken-

---

<sup>27</sup>als Vergleich nimmt Niegemann et al. (2013) ein Buch her, welches etwa die gleiche Interaktion ermöglicht. Viele typische Moodle-Anwendungen entsprechen dieser Struktur.

nung“. Deren Ergebnisse deuten auch darauf hin, dass eine einfache, gut strukturierte E-Learning-Umgebung<sup>28</sup> die Lernmotivation und Selbstwirksamkeit steigern kann (Law et al., 2010).

### 1.4.3. Akzeptanz

Wird ein System in einer Gruppe *akzeptiert*, dann ist die allgemeine Motivation zu dessen Benützung höher. Es ist daher relevant für den Erfolg bei der Verwendung einer E-Learning Software, dass diese vom Klassenverband akzeptiert und deren Sinn erkannt wird.

Lee et al. (2009) und Mohammadi (2015) haben gezeigt, dass Motivation und Akzeptanz hier direkt zusammenhängen. Sie beschrieben, dass sich sowohl der *Willen der Lernenden* als auch die *Nutzerzufriedenheit* positiv auf die Akzeptanz und daher die tatsächliche Nutzung von E-Learning auswirken. Es wurde festgestellt, dass „Systemqualität“ und „Informationsqualität“ die Hauptfaktoren sind, die den Willen und die Zufriedenheit der Nutzer hinsichtlich der Nutzung von E-Learning fördern (Mohammadi, 2015). Schließlich wurde durch „empfundene Nützlichkeit“ die Beziehung zwischen Benutzerfreundlichkeit und Benutzerabsichten hergestellt.

## 1.5. Beschreibung von LeTTo

### 1.5.1. Entwicklung und Besonderheiten

Seit 2010 wird LeTTo von den HTL-Professoren DI Werner Damböck und DI Dr. Thomas Mayer entwickelt. Zum aktuellen Zeitpunkt (2020) benutzen bereits tausende Schülerinnen und Schüler in Österreich und Deutschland diese Anwendung. Der Einsatzbereich erstreckt sich von der Primarstufe bis zur universitären Ausbildung, wobei aktuell größtenteils HTLs und Gymnasien mit dem System arbeiten. Das Ziel der Entwickler von LeTTo ist es,

„(...) etablierte Lehrformen zu optimieren und endlich das Individuum als solches zu fördern bzw. neue Lehrformen zu erschließen.“ (Asch, 2018).

Dieses Ziel wurde bei der Entwicklung stets verfolgt und das LeTTo-Team beschreibt ihr System folgendermaßen:

„Zeitgemäßes Lehren und Lernen beinhaltet auch zeitgemäßes Üben und Prüfen. Die Plattform „LeTTo“ ermöglicht dies in einem bisher noch nie da gewesenen Ausmaß. LeTTo ist ein Übungs-, Prüfungs- und Beurteilungssystem, welches auch für mathematisch – technische Aufgabenstellungen

---

<sup>28</sup>vergleiche dazu in (Meyer, 2018, S.25) „Klare Strukturierung“

optimiert ist.

Über diese Plattform werden den Schülerinnen und Schülern individuelle Aufgaben online bereitgestellt, anhand deren geübt werden kann, das Wissen vertieft wird und online Prüfungen abgelegt werden können. Das Feedback erfolgt in Echtzeit und ermöglicht den Schülerinnen und Schülern einen hohen Lernerfolg. Die Aufgaben können einfach erstellt werden, um zielgerichtet Defizite auszugleichen.“ (Damböck, 2020).

Durch die Implementierung der kompetenzorientierten Beispielerstellung ist eine kompetenzorientierte Leistungsbeurteilung möglich. Die vollautomatische und lückenlose Katalogführung liefert für das Lehrpersonal, Schülerinnen und Schülern eine detaillierte Leistungsdarstellung im Sinne der LBVO. Die Lernenden haben laufend in ihre Leistungen und den Beurteilungsstand Einsicht, so herrscht keine asymmetrische Informationslage zwischen der Lehrperson und den Schülerinnen und Schülern bzw. deren Erziehungsberechtigten. Das individuelle Leistungsbild ist für jeden Benutzer und jede Benutzerin transparent und im Sinne der DGV nur individuell einsehbar (Asch, 2018).

Es würde zu weit führen hier eine komplette Beschreibung des Funktionsumfangs von LeTTo anzuführen, aber einige Unterscheidungsmerkmale zu anderen Systemen werden nachfolgend beschrieben.

### 1.5.2. Fragenerstellung

Die Erstellung von Prüfungen wie Tests, Hausübungen, Vokabeltests etc. mit sehr hohem Individualisierungsgrad<sup>29</sup> gestaltet sich durch LeTTo sehr einfach. Diese einfache, flexible und individuelle Aufgabenerstellung ist einer der großen Vorteile von LeTTo (Asch, 2018).

LeTTo bietet unterschiedlichste Fragentypen wie zum Beispiel Freitextfragen, Single- bzw. Multiple Choice, Zuordnungsfragen, graphische Aufgaben sowie Rechenaufgaben mit Folgefehlerbehandlung. Fragentypen sind auch kombinierbar. LeTTo unterstützt die Lehrperson durch ein vollständiges CAS-System<sup>30</sup> sowie für verschiedene Anwendungen maßgeschneiderte Plug-ins. Ein Beispiel hierfür ist das Plot-Plug-in, welches zur komfortablen Erstellung von Funktionsgraphen dient. LeTTo bewertet neben numerischen Ergebnissen auch analytische Eingaben (Asch, 2018).

Unterstützte Datentypen reichen von Vektoren, Matrizen und komplexen Zahlen bis hin zum booleschen Datentyp. Bei Bedarf berücksichtigt LeTTo die physikalische

---

<sup>29</sup>Die Schülerinnen und Schüler erhalten dadurch individuelle Aufgaben und ein Plagiieren wird verhindert.

<sup>30</sup>Computeralgebrasysteme (CAS) sind Programme, die der Bearbeitung und Lösung algebraischer Ausdrücke dienen.

Dimension der Eingabe sowie deren SI-Vorsätze<sup>31</sup> vollständig. Dadurch einen implizierten Einheitencheck braucht sich der Lehrer oder die Lehrerin nicht um Einheiten zu kümmern (Asch, 2018).

## Fragenerstellung anhand eines Beispiels

Anhand eines Beispiels aus der Elektrotechnik wird hier ein kleiner Teil des Funktionsumfangs von LeTTo dargestellt. Eine komplette Beschreibung aller Elemente wäre zu umfangreich für diese Arbeit, aber auch dieses Beispiel macht viele Aspekte der Software deutlich.

LeTTo hat zwei Hauptbereiche. Der Home-Bereich, auf den automatisch verwiesen wird, wenn die entsprechende URL in einen beliebigen Browser eingegeben wird, stellt die Ansicht für Schülerinnen und Schüler und die Katalog- und Testverwaltung für die Lehrerin oder den Lehrer dar (Abbildung 1.7). Natürlich muss man sich im Vorhinein mit seinen Zugangsdaten im System anmelden, womit die den Rechten entsprechenden Funktionen für die Benutzerin oder den Benutzer zur Verfügung stehen.

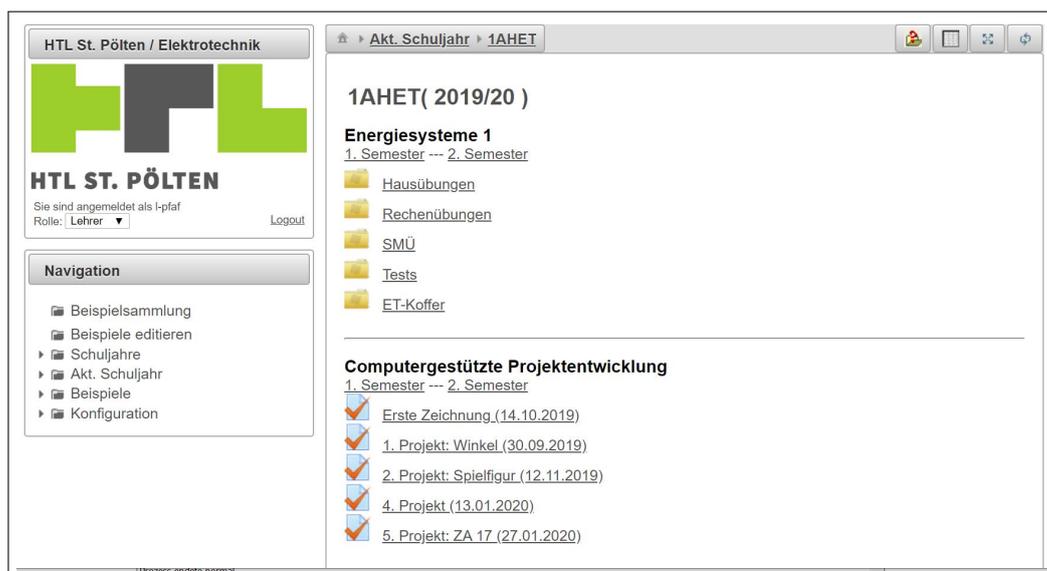


Abbildung 1.7.: Im Home-Bereich von LeTTo können Schülerinnen und Schüler arbeiten und Lehrpersonen den Katalog und Tests verwalten.

Möchte man als Lehrerin oder Lehrer nun die Beispielsammlung verwalten und bearbeiten, muss über die Beispielverwaltung gearbeitet werden. Auf diese können eingeloggte Lehrerinnen und Lehrer (bzw. andere Personen mit entsprechender Be-

<sup>31</sup>Vorsätze für Einheiten dienen dazu, Vielfache oder Teile der Einheiten zu bilden, um Zahlen mit vielen Stellen vor oder nach dem Dezimaltrennzeichen zu vermeiden.

rechtigung) über den Link [Beispiele editieren] oder [Beispielsammlung] zugreifen. Der Startbildschirm ist nun etwas umfangreicher gegliedert (Abbildung 1.8).

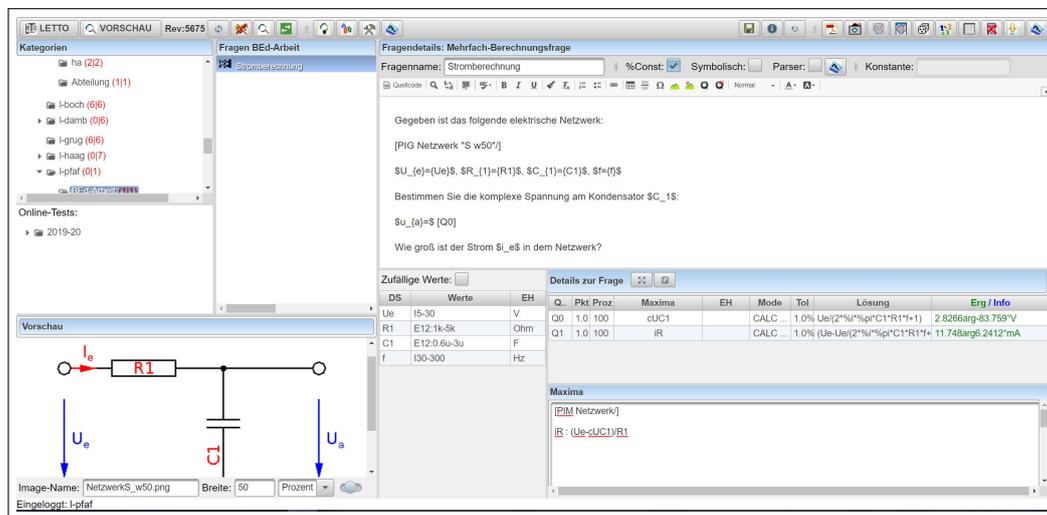


Abbildung 1.8.: Home-Ansicht der Beispielsammlung, Hier können Beispiele verwaltet werden.

In der Beispielsammlung findet sich ganz links ein Strukturbaum in dem nach Betriebssystem-typischer Gliederung alle Beispiele geordnet sind, auf die zugegriffen werden kann (typischerweise eine Sammlung der Schule). Der Inhalt eines Ordners wird im Feld rechts daneben angezeigt. Darunter findet sich ein Feld, in dem bedarfsweise Grafiken angezeigt werden können. Im rechten Bereich befindet sich der Beispielditor mit dem dynamische Beispiele generiert werden können.

Anhand eines kleinen Wechselstrom-Beispiels wird in der Folge beschrieben, wie eine solche Beispielderstellung abläuft. Die Frage wird über den rechten Teil der Beispielsammlung erstellt und bearbeitet, den Abbildung 1.9 zeigt.

Im obersten Fenster kann der Fragentext gesetzt werden. Dabei sind neben normalem Text und entsprechenden Formatierungen auch dynamische Elemente einsetzbar. Soll zum Beispiel eine *Variable* eingesetzt werden, dann kann der Variablenname (z.B. R1) eingegeben werden und mit anschließender Taste [F3] wird automatisch eine Variable angelegt, die den Namen R1 hat. Im Fragentext findet sich dann der Code  $\$R_1=\{R1\}\$,$  welcher in  $\text{\LaTeX}$ -Syntax in der Ansicht für die Schülerin oder den Schüler die Ausgabe  $R_1 = x\Omega$  ergibt. Anstatt  $x$  wird für jede Schülerin und jeden Schüler ein zufälliger Wert generiert, der im Datensatz-Editor eingegrenzt werden kann (Abbildung 1.10). Die Variable R1 ist im Datensatz-Editor hier an zweiter Stelle zu finden.

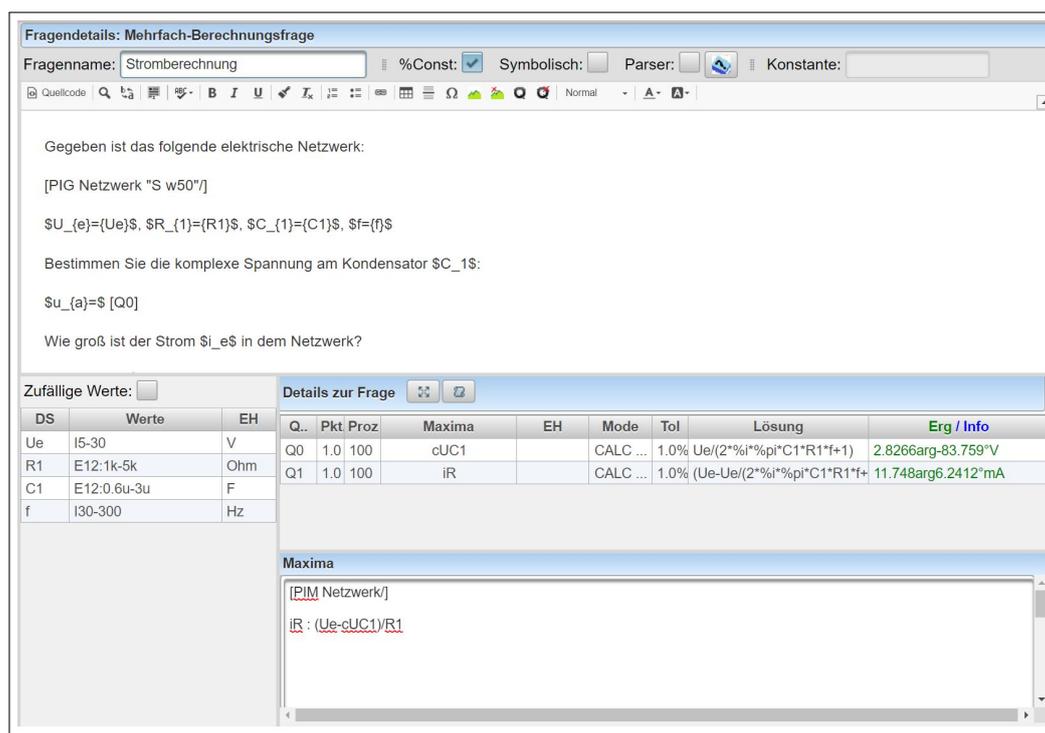


Abbildung 1.9.: Fragenansicht im Bearbeitungsmodus von LeTTo.

DS	Werte	EH
Ue	I5-30	V
R1	E12:1k-5k	Ohm
C1	E12:0.6u-3u	F
f	I30-300	Hz

Abbildung 1.10.: Der Datensatzeditor dient zur Bearbeitung und Eingrenzung von Variablen

Standardmäßig nimmt LeTTo bei einem Widerstand E12:1k-5k als Eingrenzung. Das bedeutet, dass nur Werte der E12 Reihe zwischen 1 k $\Omega$  und 5 k $\Omega$  generiert werden können. Ein anderes, sehr häufig gebrauchtes Kürzel ist zum Beispiel I5-20, wobei nur Integerwerte (ganze Zahlen) zwischen 5 und 20 generiert werden. In der dritten Spalte findet sich die physikalische Einheit der Größe. Diese wird automatisch immer mitberechnet und die Lehrerin oder der Lehrer braucht sich nicht mehr darum zu kümmern.

Für einige Anwendungen gibt es Plug-ins, die die Beispielerstellung vereinfachen. Hier wird ein Plug-in für die Schaltungsberechnung und Darstellung genutzt (Abb. 1.11).

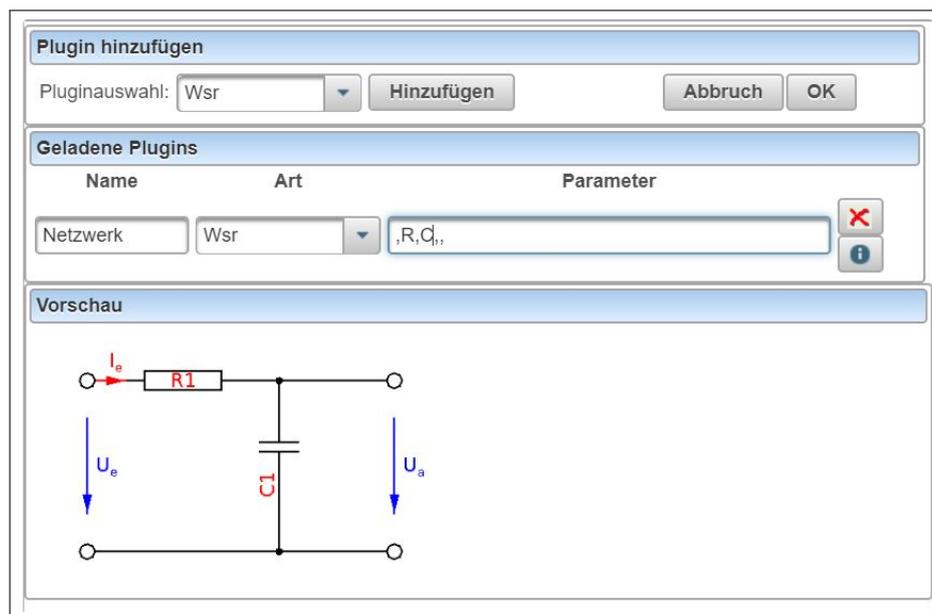


Abbildung 1.11.: Plug-ins dienen zur einfachen Erstellung von spezielleren Beispielen

Mit dem *Wsr-Plug-in* kann mittels eines sehr einfachen Codes eine Schaltung generiert werden. Im dargestellten Beispiel wird ein RC-Tiefpass mit Eingangs- und Ausgangsspannung mit dem Code `,R,C,,` generiert. Beliebige komplexe Schaltungen können mit einer einfach zu erlernenden Syntax beschrieben werden.

Die nötigen Variablen werden automatisch angelegt und Standard-Wertebereiche ausgewählt, die anschließend bearbeitet werden können. Mit `[PIG Netzwerk "S"/]` kann nun die Schaltung als Bild in den Fragentext eingefügt werden. Es können auch diverse Parameter zur Formatierung etc. angegeben werden.

Soll ein Feld für eine Schülereingabe erzeugt werden, kann das mit dem Shortcut `[Strg]+[Q]` erfolgen. Es wird automatisch eine Frage erstellt und im Fragentext wird der Code `[Q0]` angezeigt, was das Eingabefeld für die Frage Q0 (=Query 0) ist. Die Fragen werden automatisch inkrementiert. In der Fragenübersicht (oberes Feld in der Abbildung 1.12) können die Teilfragen des Beispiels bearbeitet werden. Neben den Punkten zur Bewertung kann auch der Modus der Frage angepasst werden. Die wichtigsten Fragemodi sind (Damböck et al., 2020):

**Text:** Die Schülerin oder der Schüler kann einen Text eingeben, der automatisch überprüft wird. Es können auch mehrere Alternativen als richtig gewertet werden.

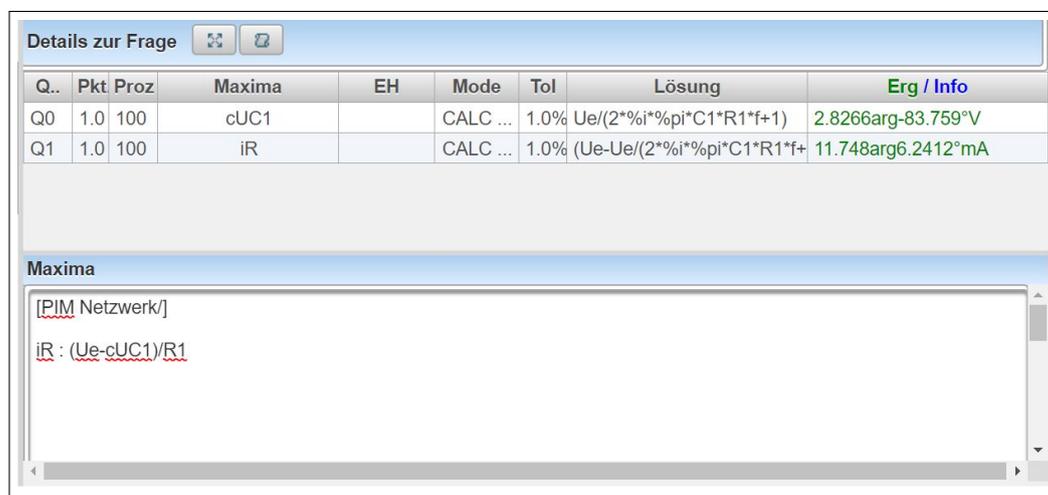
**Single-Choice:** Dem Schüler oder der Schülerin steht eine Anzahl an möglichen Antworten zu Verfügung und nur eine stimmt und führt zu den Punkten

**Multiple-Choice:** Dem Schüler oder der Schülerin steht eine Anzahl an möglichen Antworten zu Verfügung und es können mehrere Antworten richtig sein.

**Calculated:** Berechnungsformel, mit der zur Testzeit die richtige Lösung berechnet wird, die mit der Schülereingaben verglichen wird. Es wird eine automatische Berechnung aus dem Maximafeld durchgeführt (Beschreibung dazu unten).

**Boolesch:** Berechnungsformel, die nach der Schülereingabe berechnet wird. Das Ergebnis der Formel muss boolesch sein. Wenn das Ergebnis wahr ist, bekommt die Schülerin oder der Schüler die angegebenen Punkte.

Der im Beispiel verwendete Fragentyp ist eine Frage des Modus „Calculated“, bei der Berechnungen durchgeführt werden. Bei der Frage Q0 wird mittels cUCE direkt auf das Plug-in zugegriffen und die komplexe Spannung am Kondensator berechnet.



The screenshot shows a window titled "Details zur Frage" with a table of questions and a Maxima field below it.

Q..	Pkt	Proz	Maxima	EH	Mode	Tol	Lösung	Erg / Info
Q0	1.0	100	cUC1		CALC ...	1.0%	$U_e / (2 * i * \pi * C_1 * R_1 * f + 1)$	2.8266arg-83.759°V
Q1	1.0	100	iR		CALC ...	1.0%	$(U_e - U_e / (2 * i * \pi * C_1 * R_1 * f + 1))$	11.748arg6.2412°mA

Below the table, the Maxima field contains the following text:

```
[PIM Netzwerk/]
iR : (Ue-cUC1)/R1
```

Abbildung 1.12.: Im Maxima-Feld können Berechnungen durchgeführt werden.

## Maxima-Implementierung

In Abbildung 1.12 ist im unteren Bereich das Maxima-Feld sichtbar. Maxima ist ein plattformunabhängiges und kostenloses Computeralgebraprogramm, welches in LeTTo integriert ist (Haager, 2019). Da die Software in vielen Schulen und Universitäten im mathematischen Bereich Anwendung findet, ist die Inklusion in LeTTo sinnvoll, da die meisten Techniker damit umgehen können. Ein Erlernen der wesentlichen Grundfunktionen ist ansonsten auch schnell erlernbar. Im Maximafeld können beliebig komplexe Berechnungen mit den vorhin definierten Variablen und eventuellen Variablen aus Plug-ins durchgeführt werden. Auch Folgefehler können hier berücksichtigt werden. Im Beispiel in Abbildung 1.12 wird zuerst das Plug-in geladen ([PIM Netzwerk/])

und anschließend der Variablen  $iR$  der Wert  $(U_e - U_{C1})/R_1$  zugewiesen. Dabei wird die mathematische Operation

$$\begin{aligned} \underline{I}_R &= \frac{U_e - U_{C1}}{R_1} \\ &= \frac{|U_e| \cdot e^{j \cdot 0} - |U_{C1}| \cdot e^{j \cdot (-\frac{\pi}{2})}}{R_1} \end{aligned} \quad (1.1)$$

durchgeführt. Maxima rechnet dabei mit den Größen aus den definierten Datensätzen und den Variablen aus dem Plug-in für jede Schülerin und jeden Schüler individuell die komplexe Lösung aus.

Diese kann anschließend vom Schüler oder von der Schülerin in jeder beliebigen Schreibweise eingegeben werden und wird unabhängig davon beurteilt:

$$\underline{I} = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} \cdot e^{j\varphi_i} = I \cdot e^{j\varphi_i} = I/\underline{\varphi}_i = \text{Re}\{\underline{I}\} + j \text{Im}\{\underline{I}\} \quad (1.2)$$

Dies ist freilich nur ein kleines Beispiel des mathematischen Umfangs, den Maxima beherrscht und der hier ausgedehnt werden kann. Es ist somit im Prinzip jedes mathematische Problem darstellbar und algebraisch lösbar<sup>32</sup>.

## Testerstellung

Als *Test* wird in LeTTo jegliche Zusammenstellung von Beispielen bezeichnet. Es gibt verschiedene Testmodi, die für die Schülerin oder den Schüler unterschiedliche Möglichkeiten bieten. Prinzipiell werden in jeden Test einfach Beispiele hineingezogen und diese mit Punkten gewichtet. Ist der Test im Modus *Hausübung*, dann können die Lernenden beliebig oft Ergebnisse eingeben und sehen immer sofort, wo sie Fehler gemacht haben. Im Modus *Test* ist das jedoch nicht mehr möglich. Hier muss das Ergebnis eingecheckt werden und es wird erst nach der Abgabe sichtbar, ob es richtig oder falsch war.

### 1.5.3. Schüleransicht

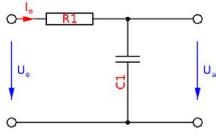
Die Lernenden steigen in LeTTo genauso ein wie die Lehrenden. Nach einem Login mit den persönlichen Zugangsdaten erscheint die Startseite wie in Abbildung 1.7 gezeigt. Schülerinnen und Schüler haben freilich nicht die Möglichkeit auf die Beispielsammlung und die Erstellungswerkzeuge zuzugreifen, aber können natürlich die offenen Tests in ihrer Klasse absolvieren.

Das hier beschriebene Beispiel sieht für die Lernenden wie in Abbildung 1.13 gezeigt aus.

<sup>32</sup>sofern eine oder mehrere Lösungen existieren

Beispiel 1 -- 2.0 Punkt(e)

Gegeben ist das folgende elektrische Netzwerk:



$U_e = 26 \text{ V}$ ,  $R_1 = 2.2 \text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = 2.7 \mu\text{F}$ ,  $f = 245 \text{ Hz}$

Bestimmen Sie die komplexe Spannung  $\underline{U}_a$  am Kondensator  $C_1$ :

$\underline{U}_a =$

Wie groß ist der komplexe Strom  $\underline{I}_e$  in dem Netzwerk?

$\underline{I}_e =$

Prüfen

Abbildung 1.13.: Schüleransicht des Beispiels

Durch eindeutige Eingabefelder und den  $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Formelmodus ist eine sehr übersichtliche Darstellung gegeben. Die Schülerin oder der Schüler kann nun das Beispiel lösen und die berechneten Ergebnisse in die Felder eintragen. Der Button [Prüfen] ist nur in Übungs-Testmodi (z.B. Hausübung) vorhanden und dient dazu, zu überprüfen ob die Eingabe richtig ist. Die Schülerin oder der Schüler kann sofort sehen, wo Fehler gemacht wurden. Siehe dazu Abbildung 1.14.

Bestimmen Sie die komplexe Spannung  $\underline{U}_a$  am Kondensator  $C_1$ :

$\underline{U}_a =$   ✓

Wie groß ist der komplexe Strom  $\underline{I}_e$  in dem Netzwerk?

$\underline{I}_e =$   ✗

Ergebnisauswertung:

Prüfen Zurücksetzen

✗ **Bewertung:** Punkte: 1,00 / 2,00 Beantwortung teilweise richtig

Abbildung 1.14.: Ansicht bei richtiger und falscher Antwort

Dadurch, dass LeTTo unter Einbeziehung der Einheiten rechnet, kann auch überprüft werden, ob die physikalischen Größen richtig mitangegeben wurden. Die Wertigkeit dieser Eingabe kann eingestellt werden. In Abbildung 1.15 kann gesehen werden, dass

Bestimmen Sie die komplexe Spannung  $\underline{U}_a$  am Kondensator  $C_1$ :

$\underline{U}_a =$   ✖

Wie groß ist der komplexe Strom  $\underline{I}_e$  in dem Netzwerk?

$\underline{I}_e =$   ✔

Abbildung 1.15.: Ansicht bei fehlender Einheit

bei der Spannung  $\underline{U}_a$  die Einheit vergessen wurde. LeTTo kennzeichnet die Eingabe als *teilweise richtig*, damit die Schülerin oder der Schüler weiß, dass der Wert zwar stimmt, aber die Einheit vergessen wurde.

Nach diesem Schema können Schülerinnen und Schüler alle Aufgaben eines Tests lösen<sup>33</sup>. Wird der Test abgegeben, wird er von LeTTo beurteilt und fließt nach einer von der Lehrerin oder dem Lehrer definierten Gewichtung in die Gesamtbeurteilung ein. Alle Leistungen sind zu jeder Zeit einsehbar und ein Prozentwert zeigt den aktuellen Leistungsstand. Die Ansicht der Schülerin oder des Schülers ist in Abbildung 1.16 sichtbar.

-- ( 83,1% )

**Hausübungen (1.5)**

Bezeichnung	Datum	Gew.1	Gew.2	Prozent	Prozent	Note
1. Hausübung	24.09.2019	1.0	1.0	100%	100%	+
2. Hausübung	01.10.2019	1.0	1.0	100%	100%	+
3. Hausübung: CMOS	09.10.2019	1.0	1.0	100%	100%	+
4. Hausübung	03.12.2019	1.0	1.0	100%	100%	+
Σ %: 100%						

**Mitarbeit (1.5)**

Bezeichnung	Datum	Gew.1	Gew.2	Prozent	Prozent	Note
Mitarbeit	24.09.2019	2.0	1.0	85%	85%	+~
1. Rechenübung	08.10.2019	1.0	0.0	100%	100%	+
Mitarbeit	09.10.2019	1.0	1.0	100%	100%	+
Mitarbeit	22.10.2019	1.0	1.0	100%	100%	+
2. Rechenübung	14.11.2019	1.0	0.0	100%	100%	+
3. Rechenübung	03.12.2019	1.0	0.0	0%	37,5%	-
Mitarbeit Generell	14.01.2020	1.0	1.0	93,8%	93,8%	+
Rechenschaltungen	14.01.2020	2.0	1.0	87,5%	87,5%	+~
Σ %: 91,2%						

**Prüfungen (7.0)**

Bezeichnung	Datum	Gew.1	Gew.2	Prozent	Prozent	Note
1. Test	19.11.2019	5.0	1.0	79,5%	79,5%	2
2. Test	17.12.2019	5.0	1.0	75,9%	75,9%	3
Σ %: 77,7% Σ Noten: 2,5						

Note 1. Semester: 2  
Note 2. Semester:

Abbildung 1.16.: Beurteilungsansicht einer Schülerin oder eines Schülers

<sup>33</sup>Die verschiedenen Fragetypen werden hier nicht alle dargestellt und für weitere Informationen darf auf Damböck et al. (2020) verwiesen werden.

In welche Kategorien die Leistungen unterteilt werden und welche Wertigkeit diese anschließend haben, ist natürlich von der Lehrerin oder dem Lehrer individuell einstellbar. Die Gesamtnote wird manuell eingetragen - der Prozentwert ist also nur ein Richtwert, der auch als solcher verstehen zu ist - die Note gibt gemäß LBVO der Lehrer oder die Lehrerin und kein Computer.

### 1.5.4. Katalog

Der Lehrer oder die Lehrerin kann in allen Klassen einen Katalog führen, der direkt mit allen Aufgaben die über LeTTo abgewickelt wurden, verknüpft ist. Ein solcher Katalog ist in Abbildung 1.17 zu sehen. Die diversen Kategorien sind übersichtlich dargestellt und alle direkt mit den Leistungserhebungen verknüpft.

Name	o	Beurteilungen				Hausübung				Rechenübung			Test		SMÜ	Projekt	M	1.Sem.	M	2.Sem.	Σ(%)
Gewichtung	1.0					1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0					
+ [Name]	~	~				+	+	~	+	+~	+	-	3	4	+~	---		3			70,5%
+ [Name]	~	+				+	+	+	+	+	+	-	1	1	~	¥		1			88,7%
+ [Name]	+	+	+~	+	+	+	+	+	+	+	+	(-)	1	1	+~	---		1			97,4%
+ [Name]	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	1	1	+	---		1			94%
+ [Name]	~	+~	+			+	+	+	+	+	+	---	3	2	+~	---		2			81,2%
+ [Name]	~					+	+	+	+	+	(+)	---	3	2	~	---		2			77,4%
+ [Name]	-					+	+	~	+	+	+	---	2	1	+~	---		2			86,5%
+ [Name]	~	~	+			+	+	~	+	+	+	---	4	3	+~	---		3			69,5%
+ [Name]	-					+	+	+~	+	+	+	(-)	2	2	+~	---		2			84,3%
+ [Name]	~	~	+			+	-	+	+	(~)	+	---	2	2	+	---		2			83,3%
+ [Name]	+					+	~	+	+	+	+	---	3	2	-	---		2			75,3%
+ [Name]	+					+	-	+~	+	+	+~	-	3	3	-	---		3			71,1%
+ [Name]	+	+~	+	+		+	+	+	+	+	+	-	2	3	+~	---		2			83,1%
+ [Name]	+	+	+			+	+	+	+	+	+	---	1	1	+~	---		1			94,3%

Abbildung 1.17.: Katalogansicht einer Klasse

Es kann also direkt auf eine Beurteilung geklickt werden und man sieht sofort, wo die Schülerin oder der Schüler Fehler gemacht hat. Sofern Kompetenzen bei den Fragen hinterlegt sind, wird mit jedem Schüler oder jeder Schülerin ein NOST-kompatibler Kompetenzkatalog verknüpft und die Leistungen den lehrplankonformen Kompetenzen zugeordnet.

### 1.5.5. Zusammenfassende Betrachtung von LeTTo

LeTTo ist ein Übungs-, Prüfungs- und Beurteilungssystem, welches unkompliziert (ohne Softwareinstallation) über den Browser aufgerufen werden kann. Über die

Plattform können den Schülerinnen und Schülern individuelle Aufgaben zur Lösung bereitgestellt werden. Die Möglichkeiten bei der Testerstellung sind sehr umfangreich um den Pädagoginnen und Pädagogen möglichst viel Freiraum bei der Wahl der Sequenzierung (vgl. Kapitel 1.2.3) zu lassen. Auch die Abarbeitung der Beispiele durch die Lernenden kann sehr klar vorgegeben, oder, um die intrinsische Motivation (vgl. Kapitel 1.1.3 nach Deci und Ryan (1993)) zu stärken, sehr offen gestaltet werden.

Auch Prüfungen können mit dem System abgelegt werden, um den Lernenden in der Stresssituation keine neue, unbekannte Methode zu unterbreiten. Die sofortige Rückmeldung der Software, ob eine Aufgabe richtig gelöst wurde, verkürzt die Feedback-Schleife und maximiert dadurch den Lernerfolg.

Die Beispielerstellung ist genauso flexibel wie das restliche System. Es ist möglich, einfache, statische und natürlich auch komplexe, dynamische Fragen zu erstellen, welche mit einem Feedback versehen werden können, welches nach Abgabe erscheint. Für technische Beispiele ist ein umfangreiches Mathematik-System integriert, welches dynamische, und damit für die Lernenden immer neue, Beispiele erzeugen lässt.

Die transparente Katalogführung ermöglicht den Schülerinnen und Schülern ständige Einsicht in ihren Leistungsstand und verhindert demotivierende Überraschungen und nicht nachvollziehbare Noten.

## **2. Empirischer Teil**

Im praktischen Teil dieser Arbeit werden Fragestellung und Auswertung einer Befragung beschrieben, deren Inhalt die Akzeptanz von LeTTo bei Schülerinnen und Schülern darstellt.

### **2.1. Fragestellung und Hypothese**

Das Entwicklerteam von LeTTo legt großen Wert darauf, dass die Nutzerinnen und Nutzer des Systems den maximalen Lernerfolg aus der Anwendung gewinnen. Dafür wurde in enger Kooperation mit den Entwicklern des Systems ein Konzept entwickelt, in dem diese Arbeit als Studie zur Evaluierung von Akzeptanz und Motivation der Nutzerinnen und Nutzer verstanden wird.

#### **2.1.1. Hypothese aus der Praxiserfahrung**

Die tägliche Praxis mit LeTTo als Lernplattform für Schülerinnen und Schüler der HTL St. Pölten führt öfters zu Gesprächen über die Arbeitsmoral und Motivation derselben bei der Anwendung des Systems. LeTTo wird in der Abteilung Elektrotechnik der HTL als E-Learning Plattform für die verschiedensten Fachbereiche genutzt. Dabei ist es gerade in den frühen Jahrgängen ein sehr wichtiges Werkzeug, um den Schülerinnen und Schülern eine Vielzahl an Beispielen zu Verfügung zu stellen, die sie als verpflichtende oder freiwillige Übungen erledigen können. Aufgrund der dynamischen Beispielerstellung hat jede Schülerin und jeder Schüler ein individuelles Beispiel, welches auch nicht von einer Mitschülerin oder einem Mitschüler abgeschrieben werden kann. Daher wird der oder die Lernende dazu gezwungen, das Beispiel selbst zu machen und bestenfalls auch zu verstehen. Das ist natürlich gerade am Anfang ein enormer Lernaufwand und aus diesem Grund zeigt sich die Begeisterung der Schülerinnen und Schüler im Bezug auf LeTTo am Beginn der Nutzung eher ambivalent. Gleichzeitig wird einem als Lehrperson in höheren Jahrgängen das Gefühl gegeben, dass die Nutzung von LeTTo Spaß macht und die Schülerinnen und Schüler sogar dankbar dafür sind, dass sie am Beginn der Technikerinnen- und Techniker-ausbildung mit dem Tool zum selbständigen Lösen von Problemen gezwungen wurden.

Diese mögliche Wandlung der Akzeptanz des Systems LeTTo ist prinzipiell nachvollziehbar und auf die wachsende Reife der Jugendlichen zurückzuführen. Dennoch

ist die beschriebene Beobachtung vorerst nicht mehr als eine Vermutung einiger Lehrpersonen, die hier fundiert werden soll. Es wird also folgende Hypothese zur quantitativen Auswertung aufgestellt:

Die Akzeptanz der E-Learning Software LeTTo steigt proportional mit der Anwendungszeit an. Da die Motivation zur Nutzung nach Lee et al. (2009) und Mohammadi (2015) direkt mit der Akzeptanz zusammenhängen steigt auch diese mit an.

Diese Hypothese soll mittels einer Schülerbefragung untermauert, und statistisch belegt oder auch widerlegt werden.

Theoretische Grundlage für diese Hypothese ist die in Kapitel 1.1.3 beschriebene Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1993). Die beiden Pioniere der Motivationsforschung haben darin beschrieben, dass die Motivation am größten ist, wenn den Lernenden ein klares Ziel vor Augen steht. Sie haben ein Bedürfnis nach Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit. Durch die flexible Gestaltung des Zeitmanagements beim Lernen und die klare Struktur bei LeTTo liegt die Annahme nach dieser Theorie nahe, dass die Software zum Lernen motiviert.

### 2.1.2. Fragestellung und Ziel

Das primäre Ziel der Untersuchung ist, die Hypothese zu untermauern, die im Kapitel 2.1.1 aufgestellt wurde. Die Fragestellung an die Untersuchung lautet daher:

Es soll untersucht werden, ob sich die Akzeptanz von LeTTo im Laufe der Schullaufbahn verändert. Dafür soll mittels Befragung und entsprechender statistischer Auswertung die Akzeptanz des Systems als Funktion der Anwendungszeit dargestellt werden. Eine Analyse der Motivation der Schülerinnen und Schüler das System zu verwenden und damit zu lernen, ist ebenfalls als Teil der Umfrage zu verstehen.

Die Ergebnisse der Akzeptanz von LeTTo werden im Anschluss mit der Anwendungszeit korreliert.

Außerdem soll im Rahmen der Befragung der Zusammenhang von Kompetenzerpfinden und Motivation bei den Schülerinnen und Schülern erhoben werden. Dafür ist es erforderlich, Fragen zum persönlichen Kompetenzerpfinden zu formulieren, was sich unter Umständen als Herausforderung darstellen wird.

Allgemeines Ziel ist es, den Entwicklern von LeTTo durch die Ergebnisse der Befragung Ansätze liefern zu können, damit diese das System noch besser an die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler anpassen können. So relevant und spannend die wissenschaftliche Analyse der Motivation beim E-Learning auch ist, letztlich sollen diese

Erkenntnisse dort ankommen, wo sie etwas nützen, nämlich bei den Schülerinnen und Schülern. Da das Entwicklerteam von LeTTo persönliches Interesse daran hat, ist mit einer realen Umsetzung allfälliger aus den Erkenntnissen dieser Analyse resultierenden Optimierungsmöglichkeiten zu erwarten.

## 2.2. Methodisches Vorgehen

Um relevante Ergebnisse zu erhalten, ist ein vorweg gut geplantes methodisches Vorgehen essentiell. In diesem Kapitel wird die Zweckmäßigkeit anonymer Befragungen für solche Analysen dargelegt und anschließend die Entwicklung der durchgeführten Befragung beschrieben.

In Kapitel 1.3 wurde bereits Grundzüge der Evaluierung per E-Fragebogen dargelegt. Vor und Nachteile einer solchen Befragung sind dort kurz umrissen und entsprechen den Erkenntnissen von Pohlenz und Hagenmüller (2020). Da die Vorteile der Online-Evaluation für diese Arbeit überwiegen, wurde diese Methode gewählt. Da die sie optimal ablaufen soll und die Rohdaten anschließend möglichst direkt in eine Statistik-Software fließen sollen, hat sich LeTTo-Entwickler und Co-Betreuer Dr. Thomas Mayer bereit erklärt, eine anonyme Befragungsoption in LeTTo zu integrieren. Dadurch ist ein Einbau in den Unterricht unkompliziert und die Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit, über ihr *Standard-Tool* LeTTo zu bewerten. Schließlich wird dadurch der Zeitaufwand für alle Beteiligten minimiert.

### 2.2.1. Anonyme Abgabe in LeTTo

Wie oben beschrieben, wurde in LeTTo eine Möglichkeit zur anonymen Befragung geschaffen. Diese wird für die Umfragen in dieser Arbeit genutzt und soll auch anschließend für Evaluationen aller Art zu Verfügung stehen. Kern der Befragung ist eine absolute Anonymität, das heißt, dass in der Datenbank keine Verknüpfung zu dem Benutzer oder der Benutzerin vorhanden ist, der oder die den Datensatz generiert hat. Dennoch ist es für eine Korrelation der Antworten wesentlich, dass die Rohdaten einem anonymen *User*<sup>1</sup> zugeordnet werden können. Möchte man beispielsweise die Antworten der Frage 1 mit den Antworten der Frage 4 korrelieren, dann müssen die jeweiligen Datensätze dem selben virtuellen User zugeordnet sein. Ohne dieser Möglichkeit ist eine statistische paarweise Korrelation nicht möglich (Lange und Bender, 2007). Es wurden drei mögliche Fragetypen realisiert:

---

<sup>1</sup>Dieser User wird in der Datenbank der Einfachheit halber nur männlich dargestellt, da keine nachvollziehbare Beziehung zu realen Personen besteht, sondern damit eine Elementbezeichnung in der Datenbank gemeint ist.

## Fragen mit visuellen Analogskalen

Funke und Reips haben 2007 einen wissenschaftlichen Beitrag zu Datenerhebungen im Netz veröffentlicht, in der sie die visuelle Analogskalen als Antwortmöglichkeit wieder aufleben ließen. Diese hat bereits Freyd (1923) entwickelt, damals natürlich für Papier-Fragebögen. Da auf der Seite des Clients zumindest Java-Script<sup>2</sup> laufen muss, zählt sie zu den anspruchsvollsten Antwortmethoden auf der technischen Ebene. Eine visuelle Analogskala ist eine horizontale Linie, die, bis auf (verbale, numerische oder graphische) Verankerung der Enden, über keine weiteren Markierungen verfügt (Funke und Reips, 2007). Abbildung 2.1 zeigt die Implementierung in LeTTo.



Abbildung 2.1.: Visuelle Analogskala in LeTTo

Die Lehrerin oder der Lehrer kann bei der Fragenerstellung, die nach der gleichen Methodik abläuft wie in Kapitel 1.5.2 beschrieben, die Verankerungen der Skala bestimmen (in der Grafik „trifft nicht zu“ und „trifft sehr zu“) und den Wertebereich, den die Skala quantitativ abdecken soll. Die Skala gibt anschließend (linear skaliert) einen numerischen Wert zurück, der in der Datenbank abgelegt wird.

Der enorme Vorteil dieser Skala liegt darin, dass den Probanden keinerlei Vorgaben gemacht werden und sie aus der Intuition heraus antworten können. Der Schieberegler rastet nicht ein und es kann jeder beliebige Werte eingegeben werden. Es können daher geringe Unterschiede gemessen werden, welche bei anschließender statistischer Auswertung relevant für einen positiven Shapiro-Wilk Test<sup>3</sup> sein können (Funke und Reips, 2006).

Um *Nonresponse* (Nichtbeantwortung von Fragen) zu verhindern, wurde implementiert, dass die Beantwortung verpflichtend ist und sich der Schieber grün verfärbt, wenn eine Antwort gegeben ist (siehe Abbildung 2.2). Diese lässt sich freilich im Nachhinein noch anpassen.

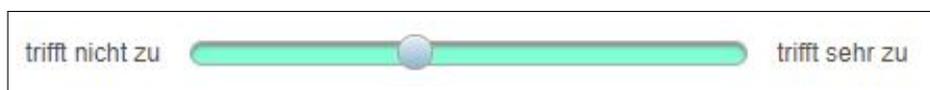


Abbildung 2.2.: Visuelle Analogskala nach Beantwortung

<sup>2</sup>eine clientseitig laufende Programmiersprache

<sup>3</sup>Der Shapiro-Wilk Test ist ein numerisches Verfahren zur Prüfung ob Daten normalverteilt sind. Eine Normalverteilung der Daten ist notwendig für viele weitere statistische Verfahren.

Für eine weitere statistische Auswertung (wie Korrelationen, Regressionen, t-Test, ANOVA, etc.) sind numerische Daten notwendig (Sachs und Hedderich, 2018). Da die in LeTTo implementierten Schieber solche Daten ausgeben und diese optimal die intuitive Antwort des Probanden oder der Probandin widerspiegeln, wird versucht, möglichst viele Fragen mit diesem Antworttyp abzudecken.

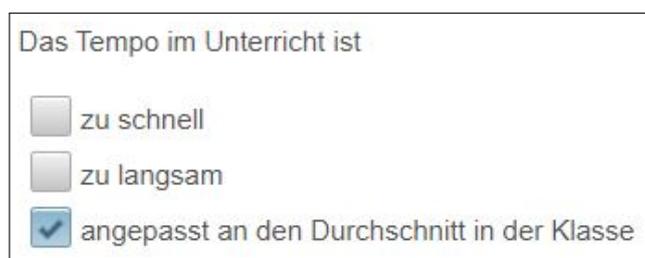
### Multiple-Choice-Fragen

Klassische Multiple Choice Fragen sind einfach zu realisieren und ermöglichen eine einfach auswertbare Struktur. Mit diesem Fragetyp sind einerseits kurze Textpassagen oder Wörter auswählbar, andererseits auch klar abgestufte Schritte einer Skala auswählbar<sup>4</sup>. Letzteres wird aus den Gründen, die bei der Fragenbeschreibung der visuellen Analogskalen genannt wurden, bei dieser Befragung nicht verwendet. Werden aber ordinale oder nominale Daten aufgenommen, ist dieser Fragetyp sinnvoll.

**Ordinale Daten:** Numerische oder Zeichendaten. Die Werte gehören in geordnete Kategorien. Beispiele sind Monate, Buchstaben, Größe etc.

**Nominale Daten:** Numerische oder Zeichendaten. Die Werte gehören zu Kategorien, aber die Reihenfolge ist unerheblich. Beispiele sind Farben, Beschreibungen etc.

Nachteil von Multiple-Choice-Fragen ist, dass im Vorhinein alle möglichen und sinnvollen Antworten bekannt sein müssen. Eventuell vergessene, jedoch sinnvolle Antworten können nur schlecht (bis gar nicht) während der Befragung hinzugefügt werden. Die Implementierung in LeTTo ist ganz klassisch über Checkboxes. Mehrfachnennungen sind prinzipiell möglich und je nach Fragestellung auch sinnvoll. Abbildung 2.3 zeigt eine Multiple Choice Frage aus LeTTo.



Das Tempo im Unterricht ist

- zu schnell
- zu langsam
- angepasst an den Durchschnitt in der Klasse

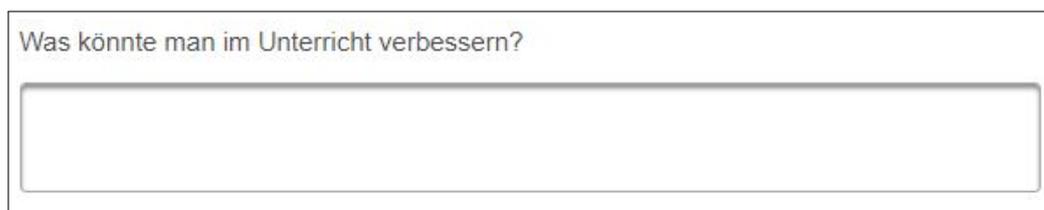
Abbildung 2.3.: Multiple Choice Frage in LeTTo

Im Rohdatenexport werden die Antworten der Frage als String durch Beistriche getrennt ausgegeben. Werden also mehrere Antworten angekreuzt, was bei entsprechender Fragestellung sinnvoll sein kann, ist diese Mehrfachbeantwortung als eigener nominaler Datenpunkt in der Statistik zu berücksichtigen.

<sup>4</sup>hier wäre die „Single-Choice“-Frage sinnvoller

## Freitextfragen

Sehr aufwändig auszuwerten, aber trotzdem sehr wichtig sind Fragen, bei denen die Probandinnen oder Probanden ohne ein vorgegebenes Antwortenraster ihre Meinung kundtun können. Zu implementieren ist dieser Fragetyp eher einfach, da nur ein Textfeld nötig ist. In LeTTo ist dieser Fragetyp auch implementiert, um eine maximale Flexibilität der Befragungen zu ermöglichen. Abbildung 2.4 zeigt die Freitextfrage in LeTTo.



Was könnte man im Unterricht verbessern?

Abbildung 2.4.: Freitext Frage in LeTTo

### 2.2.2. Fragebogen

In diesem Kapitel sind die Fragen angeführt, die auf dem Fragebogen zu finden sind. Ihre Bedeutung und deren Hintergrund ist kurz beschrieben. Die Beantwortung erfolgt zumeist über einen Schieber. Die dadurch entstehenden Daten sind kontinuierlich, was bei einer natürlichen Verteilung einer Normalverteilung entsprechen sollte, und einen statistischen Shapiro-Wilk Test zur Verteilungsanalyse möglich macht.

Das Alter der Befragten, welches für die Belegung der Hypothese relevant ist, kann durch die klassenweise Beantwortung der Fragen in LeTTo auf die Schulstufe reduziert werden, was für diese Auswertung ausreicht. Die Daten werden anonym über die Plattform erhoben und nicht benutzerzugeordnet in der Datenbank abgelegt.

### Technische Probleme

LeTTo wird auf der HTL St.Pölten in einer Beta-Version eingesetzt, bei der es vorkommen kann, dass die Software unerwartete Fehler oder Abstürze verursacht. Der Einsatz dieser Version ist nötig, um neue Funktionen zu optimieren und Fehler zu finden. Es wird erwartet, dass solche Fehler als demotivierend angesehen werden. Es hat daher eine Frage zu diesem Thema gegeben. Generell soll aber nicht erhoben werden, ob das Auftreten von Fehlern die Schülerinnen und Schüler demotiviert, sondern eine Bewertung von LeTTo im Normalbetrieb (ohne Fehler) erfolgen. Deswegen wird folgende Information vor dem Fragebogen angegeben:

Liebe Schülerin, Lieber Schüler!  
Vielen Dank, dass Sie an dieser Befragung teilnehmen und uns dadurch

helfen LeTTo besser zu machen.

Die Fragen dienen zur Weiterentwicklung von LeTTo und wir bitten Sie, diese ehrlich zu beantworten. Ihre Beantwortung ist anonym und technisch nicht rückverfolgbar.

Bitte beantworten Sie die Fragen in der Annahme LeTTo funktioniert, wie es soll. Dass Abstürze des Systems oder fehlerhafte Fragen frustrierend sind ist uns klar, aber nicht Hauptaugenmerk dieser Auswertung. Es gibt aber auch eine Frage dazu.

### Fragen zu LeTTo als Lernhilfe

**(1) LeTTo unterstützt mich bei der Prüfungsvorbereitung.** Diese Frage zielt darauf ab zu überprüfen, ob die Schülerin oder der Schüler das Gefühl hat, dass sie oder er durch die Anwendung von LeTTo besser auf Prüfungen vorbereitet wird. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „*trifft völlig zu*“ und „*trifft nicht zu*“.

**(2) Wenn ich viel mit LeTTo übe, schneide ich bei den Tests besser ab.** Im Gegensatz zur Frage (1) soll hier geprüft werden, ob die Schülerin oder der Schüler glaubt, dass sie oder er durch LeTTo bessere Noten in der Schule erreicht. Dies muss nicht unbedingt mit Frage (1) korrelieren, ist aber zu erwarten. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „*trifft völlig zu*“ und „*trifft nicht zu*“.

### Fragen zur Nutzerumgebung

**(3) Die LeTTo-Umgebung ist für mich leicht zu bedienen.** Hier wird die Benutzerfreundlichkeit abgefragt, die für gewöhnlich mit der Akzeptanz korreliert, wie z.B. (Lee et al., 2009) gezeigt haben. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „*trifft völlig zu*“ und „*trifft nicht zu*“.

**(4) Die Benutzeroberfläche von LeTTo ist einfach und logisch strukturiert.** Logische Struktur und Benutzerfreundlichkeit korreliert bei Software oft. Deswegen handelt es sich um eine Überprüfungsfrage zu Frage (3). Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „*trifft völlig zu*“ und „*trifft nicht zu*“.

**(5) Es ist für mich in Fächern, in denen mit LeTTo benotet wird, einfacher meine Note zu verstehen.** Durch die klare Katalogführung ist die Beurteilung durch LeTTo transparent für die Schülerin oder den Schüler. Hier wird geprüft, ob sie oder er das auch so empfindet. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „*trifft völlig zu*“ und „*trifft nicht zu*“.

### Fragen zur Motivation

**(6) Mit LeTTo macht mir das Lernen mehr Spaß.** Hier handelt es sich um eine plakative Frage zur Motivation der Schülerin oder des Schülers. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „*trifft völlig zu*“ und „*trifft nicht zu*“.

**(7) In einem Gegenstand sind Rechen-Hausübungen zu machen (50% mit und 50% ohne LeTTo-Unterstützung).**

**Die LeTTo Rechen-Hausübungen mache ich lieber, als jene, die klassisch auf Papier (ohne LeTTo) abzugeben sind.** Hier wird gefragt ob ein Schüler oder eine Schülerin lieber Hausübungen macht, die mittels der LeTTo-Software oder auf Papier abzugeben sind. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „*trifft völlig zu*“ und „*trifft nicht zu*“.

**(8) Ich löse Aufgaben lieber, wenn ich sofort die Rückmeldung bekomme, ob die Lösung richtig ist.** Durch ständige Interaktion mit der Software wird höhere Motivation erwartet. Hier wird diese Vermutung überprüft. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „*trifft völlig zu*“ und „*trifft nicht zu*“.

**(9) Wenn LeTTo einen Fehler hat, abstürzt oder eine Frage nicht funktioniert, dann demotiviert mich das.** Die Annahme, dass es Lernende demotiviert, wenn die zuvor erwähnten Abstürze vorkommen, wird hier geprüft. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „*trifft völlig zu*“ und „*trifft nicht zu*“.

### Fragen zu Motivationsquellen

Um auf die Motivationsquellen nach Deci und Ryan (1993) einzugehen, ist im Fragebogen auch ein Block von Fragen dazu zu finden. Diese Fragen wurden nach dem Vorbild des Fragebogens von Müller et al. (2007) erstellt und sind alle über einen Schieber mit den Endwerten „*trifft völlig zu*“ und „*trifft nicht zu*“ zu beantworten.

**(10) Ich lerne, weil es mir Spaß macht, mich mit den Themen auseinanderzusetzen.** Diese Frage zielt auf eine intrinsische Motivationsquelle ab.

**(11) Ich lerne, weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann.** Diese Frage zielt auf eine identifizierte Motivationsquelle ab.

**(12) Ich lerne, weil ich möchte, dass meine Eltern, mein Lehrer oder andere denken, dass ich ein guter Schüler/eine gute Schülerin bin.** <sup>5</sup> Diese Frage zielt auf eine introjizierte Motivationsquelle ab.

---

<sup>5</sup>Die weibliche Form des Lehrers ist hier natürlich mit einbezogen und wurde leider bei der Erstellung des Fragebogens vergessen. Deshalb wurde sie hier jetzt trotz der Inkorrektheit weggelassen.

**(13) Ich lerne, weil ich sonst Ärger bekomme, wenn ich schlechte Noten habe.** Diese Frage zielt auf eine externale Motivationsquelle ab.

**(14) Ich lerne oft gar nicht im Unterricht oder beschäftige mich mit anderen Dingen** Diese Frage zielt auf Amotivation ab.

### Fragen zum Kompetenzzempfinden

**(15) Wenn ich mit LeTTo lerne, kann ich nachher wirklich besser solche Aufgaben lösen.** Hier wird direkt nach dem Kompetenzzempfinden in Korrelation mit LeTTo gefragt. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „trifft völlig zu“ und „trifft nicht zu“.

**(16) Ich bin in der Schule als Schüler/in erfolgreich.** Im Gegensatz zu Frage (15) wird hier nach dem Kompetenzzempfinden in der Schule gefragt. Die Antworten müssen nicht zwingend korrelieren. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „trifft völlig zu“ und „trifft nicht zu“.

**(17) Ich würde ohne LeTTo in der Schule mehr lernen.** Diese Frage spielt nicht direkt auf das Kompetenzzempfinden an, sondern auf den allgemeinen Lernfortschritt und ist somit eine Überprüfungsfrage zu (1) als Gegenteil formuliert. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „trifft völlig zu“ und „trifft nicht zu“.

### Allgemeine Fragen

**(18) Ich würde dem Bildungsminister empfehlen LeTTo an allen Schulen einzusetzen.** Überprüfung, ob die Schülerin oder der Schüler LeTTo als wertvolles Instrument für den Unterricht sieht. Die Beantwortung erfolgt über einen Schieber mit den Endwerten „trifft völlig zu“ und „trifft nicht zu“.

**(19) Ich würde mir wünschen, dass bei LeTTo Folgendes noch verbessert wird:** Die letzte Frage ist eine allgemeine Freitextfrage für zusätzliche Informationen. Diese Frage ist schwer statistisch auszuwerten, aber für die weitere Entwicklung von LeTTo und als Ideenquelle sehr wichtig.

## 2.3. Ergebnisse

Im März 2020 wurde während der *COVID-19-Pandemie*<sup>6</sup> die Befragung, wie im Kapitel 2.2.2 geplant, durchgeführt. Durch die anonyme Befragung mit LeTTo konnte

---

<sup>6</sup>Eine neuartige Erkrankung die 2020 massiven Auswirkungen auf das öffentliche Leben und zu Schulschließungen über Monate hinweg geführt hat.

diese Befragung auch im Rahmen des Fernunterrichts von zuhause durchgeführt werden.

Es wurden alle Klassen der höheren Abteilung Elektrotechnik der HTL St.Pölten im Schuljahr 2019/20 befragt. Tabelle 2.1 zeigt eine Übersicht der erhobenen Daten.

Jahrgang	A-Klasse	B-Klasse	Summe
1	22	24	46
2	20	19	39
3	19	22	41
4	18	14	32
5	17	17	34
Insgesamt erhobene Datensätze:			192

Tabelle 2.1.: Übersicht der erhobenen Datensätze

In diesem Teil der Arbeit werden die Ergebnisse der Befragung dargestellt und diskutiert. Dafür wurden statistische Methoden nach [Sachs und Hedderich \(2018\)](#) und [Shapiro und Wilk \(1965\)](#) angewandt, die mit der PC-Software SAS JMP 13.2.0 umgesetzt wurden. Die Grafiken wurden alle vom Autor mit `TikZ pgfplots` erstellt. Eine Übersicht der Antworten findet sich im Anhang [A.2](#).

**Anzahl der Datensätze:** Zum Zeitpunkt der Befragung besuchten die höheren Abteilung für Elektrotechnik der HTBLuVA St. Pölten insgesamt 201 Schülerinnen und Schüler<sup>7</sup>. Es haben also insgesamt neun Schülerinnen oder Schüler nicht an der Befragung teilgenommen. Gründe dafür können Krankheit, Desinteresse oder technische Probleme beim Ausfüllen des Fragebogens sein. Da der Anteil mit 4.48% vernachlässigbar klein ist und die Stichproben die Gesamtpopulation der Klassen gut widerspiegeln, wird dem Grund des Ausfalls nicht weiter nachgegangen.

**Unterschiede der Klassen:** In der Hypothese wird von einer Korrelation zwischen Alter und Antwortverhalten der Schülerinnen und Schüler ausgegangen. Dabei wurde nicht berücksichtigt, dass die Population des Jahrgangs (z.B. „Erstklässler/in“) wohl eine zu allgemeine Annahme ist, da die Unterpopulationen der einzelnen Klassen nicht unbedingt gleich antworten müssen. Dennoch wird in dieser Auswertung davon ausgegangen, dass die Klassen gleich geantwortet haben<sup>8</sup>. Gibt es jedoch einen signifikanten Unterschied bei einer Frage, der für die Auswertung relevant ist, wird dieser diskutiert.

---

<sup>7</sup>Zählung laut Sokrates-Export am 06.04.2020

<sup>8</sup>Diese Annahme wurde zu jeder Auswertung mit statistischen Methoden überprüft.

### 2.3.1. Motivationsquellen

Als einführende Auswertung sollen hier die Fragen (10) bis (14) dargestellt werden. Zu beantworten waren die Statements aus Kapitel 2.2.2 mit einem Schieber zwischen 0 (trifft nicht zu) und 100 (trifft völlig zu). Ausgegeben wurde pro Frage ein Zahlenwert  $x \in [0, 100]$  der gut zur quantitativen Auswertung geeignet ist. Die Tabelle 2.2 zeigt die Fragen und die dazu zuzuordnenden Motivationsquellen nach Deci und Ryan (1993). Die Fragen waren in dieser Reihenfolge untereinander zu beantworten. Die Schülerinnen und Schüler konnten also den Zusammenhang der Fragen erkennen.

<b>Frage (10)</b>	<b>intrinsische Motivationsquelle</b> Ich lerne, weil es mir Spaß macht mich mit den Themen auseinanderzusetzen.
<b>Frage (11)</b>	<b>identifizierte Motivationsquelle</b> Ich lerne, weil ich die Sachen, die ich hier lerne später gut gebrauchen kann.
<b>Frage (12)</b>	<b>introjizierte Motivationsquelle</b> Ich lerne, weil ich möchte, dass meine Eltern, mein Lehrer oder andere denken, dass ich ein guter Schüler/ eine gute Schülerin bin.
<b>Frage (13)</b>	<b>externale Motivationsquelle</b> Ich lerne, weil ich sonst Ärger bekomme, wenn ich schlechte Noten habe.
<b>Frage (14)</b>	<b>Amotivation</b> Ich lerne oft gar nicht im Unterricht oder beschäftige mich mit anderen Dingen.

Tabelle 2.2.: Übersicht der Fragen zu Motivationsquellen

Ziel dieser Fragegruppe war es, einen Zusammenhang zwischen dem Alter der Schülerinnen und Schüler und der Motivationsquelle nach Deci und Ryan (1993) herzustellen. Müller et al. (2007) haben bereits eine ähnliche Befragung durchgeführt.

#### Analyse der Verteilungsfunktion

Zuerst wurde wie bei jeder statistischen Untersuchung die Verteilungsfunktion analysiert und die Daten mittels Shapiro-Wilk Test (Shapiro und Wilk, 1965) auf Normalverteilung überprüft. Die Auswertung erfolgte mittels  $p$ -Wert: Der  $p$ -Wert gibt an, wie wahrscheinlich es ist, dass die vorhandene Stichprobe aus einer normalverteilten Grundgesamtheit stammt. Je größer dieser Wert ist, desto wahrscheinlicher sind die Daten normalverteilt.

Die hier untersuchten Daten sind im allgemeinen **nicht** normalverteilt, was durch die begrenzte Skala und ein meist einseitiges Antwortverhalten auch nicht verwunderlich ist. Ein Beispiel für diese Überprüfung ist in den folgenden zwei Abbildungen 2.5 und 2.6 gezeigt.

Die Abbildung 2.5 zeigt das Antwortverhalten der Erstklasslerinnen und Erstklassler auf die Frage „*Ich lerne, weil es mir Spaß macht mich mit den Themen auseinanderzusetzen.*“ Zur Darstellung wurde ein Histogramm und ein Boxplot darüber (die Antennen zeigen das 80% Konfidenzintervall) gewählt. Es wurde außerdem eine Normalverteilung über die Daten gelegt.

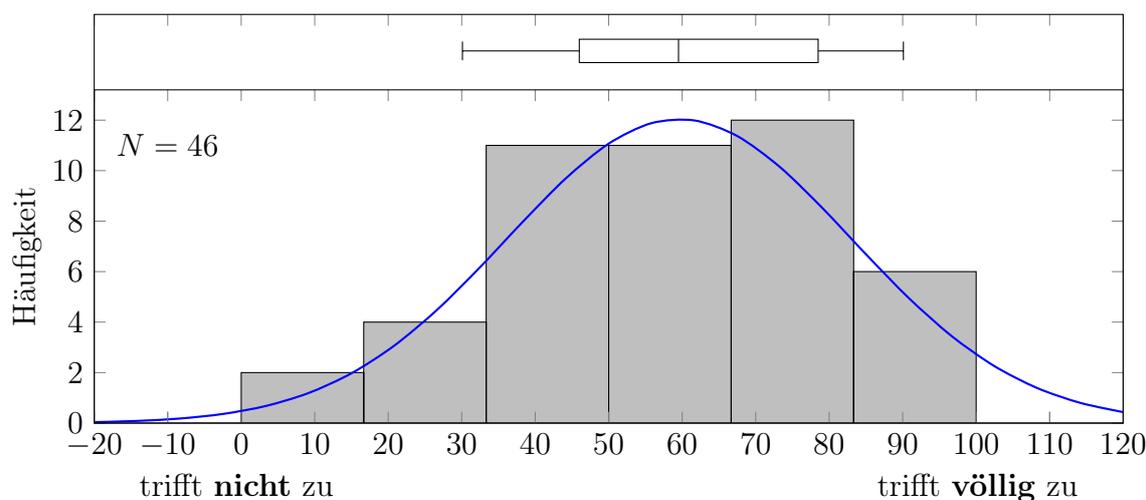


Abbildung 2.5.: Antwort auf die Frage „*Ich lerne, weil es mir Spaß macht mich mit den Themen auseinanderzusetzen.*“ der ersten Klassen.  $X \sim \mathcal{N}(\mu = 59.6, \sigma = 23.4)$

In dem hier gezeigten Beispiel sind die Daten statistisch gesehen ausreichend normalverteilt. Der Shapiro-Wilk-Test ergibt einen  $p$ -Wert von 0.397 und einen  $W$ -Wert von 0.97. Für Schieber-Antworten aus einem Fragebogen sind das gute Werte<sup>9</sup>, um eine Normalverteilung zu repräsentieren.

Die Abbildung 2.6 zeigt ein Gegenbeispiel, in dem die Daten überhaupt nicht normalverteilt sind. Die überwiegende Mehrheit der Schülerinnen und Schüler der fünften Klassen haben hier den Schieber zwischen 0 und 10 eingestellt, aber es gibt auch einige Antworten fernab dieses Bereichs.

<sup>9</sup>Genaugenommen ist nicht unbedingt zu erwarten, dass Menschen auf solche Fragen normalverteilt antworten, die statistischen Methoden haben sich aber für Produktionsstreuungen etabliert, welche im Regelfall aus normalverteilten Prozessen stammen.

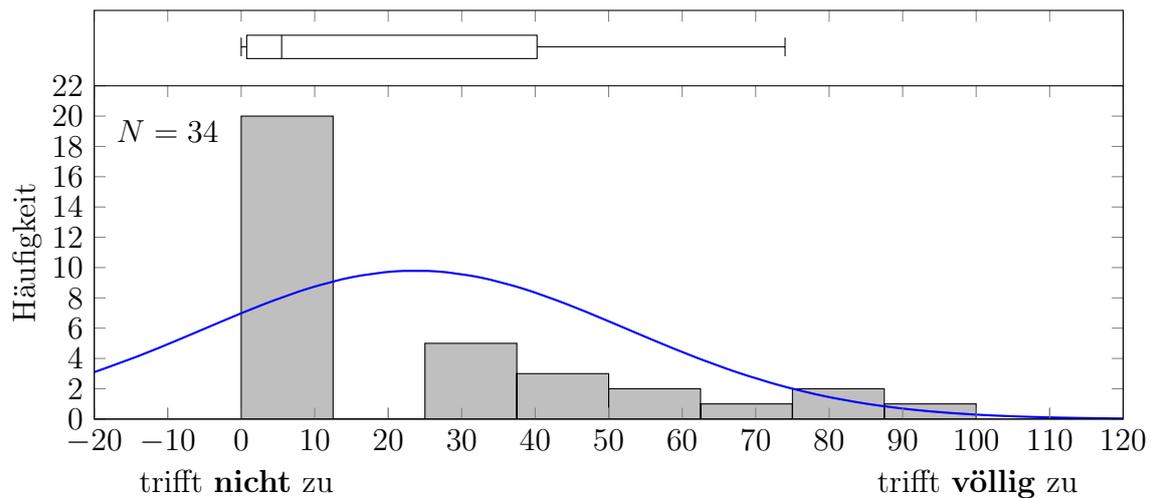


Abbildung 2.6.: Antwort auf die Frage „Ich lerne, weil ich sonst Ärger bekomme, wenn ich schlechte Noten habe.“ der fünften Klassen.  $X \sim \mathcal{N}(\mu = 23.7, \sigma = 28.8)$

Hier sieht man bereits an der Grafik, dass eine Normalverteilung die Daten definitiv nicht gut widerspiegelt. Der Shapiro-Wilk-Test liefert zur Bestätigung der Annahme einen  $p$ -Wert von  $< 0.0001$ .

**Analyse nicht normalverteilter Daten** Normalverteilte Daten ermöglichen einige sehr nützliche statistische Analyseverfahren wie ANOVA, t-Test, f-Test, etc.. Sind die Daten nicht normalverteilt, muss man mit der Anwendung dieser Tools vorsichtiger sein. Ein vorzuziehendes Mittel sind hier nichtparametrische Vergleichstests, die auch angewandt werden.

### Analyse der Daten

Die in Tabelle 2.2 gezeigten Fragen wurden über die Jahrgänge analysiert. Gezeigt werden zwei Graphiken, die den Trend in der Beantwortung der Fragen sehr deutlich hervorheben.

Abbildung 2.7 zeigt einen Vergleich der Jahrgänge in ihrer intrinsischen Motivation. Die Boxplots zeigen (neben dem Median und den 50%-Quantilen) mit den Antennen die 80% Konfidenzintervalle an. Da Ausreißer praktisch immer die Extremwerte angenommen haben, ist diese Darstellung sinnvoller. Sowohl die ANOVA ( $p$ -Wert=0.0162), als auch der Wilcoxon Test ergaben, dass sich die Gruppen signifikant unterscheiden. Es ist deutlich erkennbar, dass die intrinsische Motivation bereits am Beginn der Schullaufbahn in der HTL groß ist und gegen Ende hin noch zunimmt. Offensichtlich sinkt sie aber im Laufe der 3. und 4. Klasse wieder etwas. Zur Verdeutlichung wurden

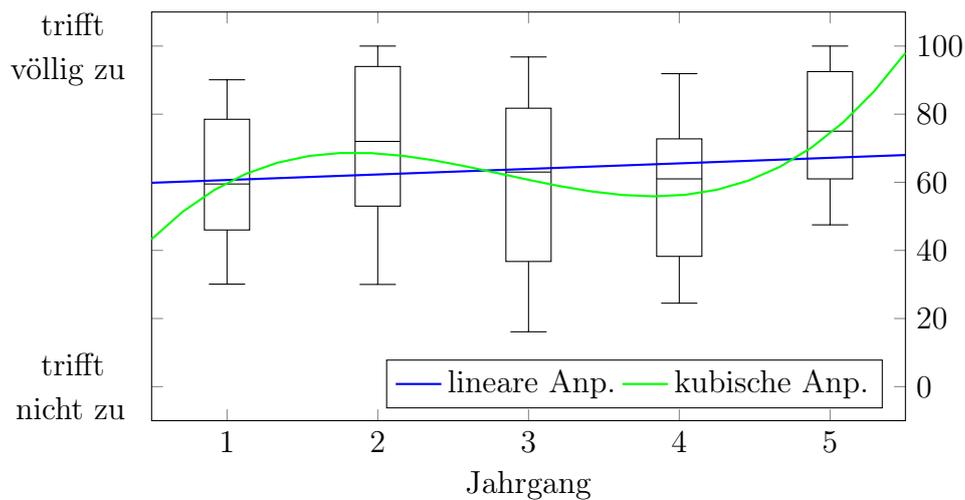


Abbildung 2.7.: Antworten auf die Frage „Ich lerne, weil es mir Spaß macht mich mit den Themen auseinanderzusetzen.“ über den Jahrgang

mathematische Funktionen an die Daten angepasst. Eine lineare Anpassung zeigt einen Trend im Antwortverhalten über den Jahrgang, die statistische Auswertung der Anpassung ergibt aber nur einen  $p$ -Wert von 0.21. Deutlich besser lässt sich das Verhalten durch eine kubische Interpolation beschreiben. Die Varianzanalyse ergibt hier einen  $p$ -Wert von 0.008. Dies bestätigt die Annahme, dass die intrinsische Motivation zuerst ansteigt, einen Tiefpunkt zwischen 3. und 4. Klasse hat und gegen Ende der Ausbildung massiv ansteigt.

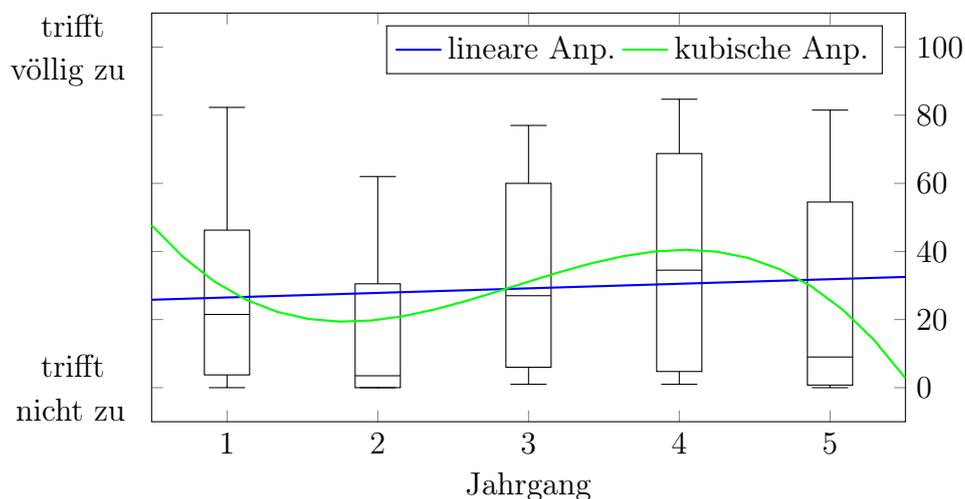


Abbildung 2.8.: Antworten auf „Ich lerne oft gar nicht im Unterricht oder beschäftige mich mit anderen Dingen.“ über den Jahrgang

Als Untermauerung der Theorie wurden die Antworten auf die Frage der Amotivation untersucht. Abbildung 2.8 zeigt das Ergebnis. Wie zu erwarten ist das Antwortverhalten hier genau indirekt proportional zu dem bei der intrinsischen Motivation. Es gibt hier einen Peak zwischen 3. und 4. Jahrgang, der auch mittels einer kubischen Anpassung am besten dargestellt werden kann (Varianzanalyse  $p$ -Wert von 0.037). Eine lineare Anpassung ist auch hier unbrauchbar (Varianzanalyse  $p$ -Wert von 0.39). Die Antennen der Boxplots zeigen wieder das 80% Konfidenzintervall der Daten.

Die direkte Korrelation der beiden vorhin analysierten Fragen zeigt Abbildung 2.9. Sie zeigt einen Korrelationsfaktor von  $\rho = -0.22$ . Eine Anpassung ergibt hier eine lineare Korrelation mit einem  $p$ -Wert von 0.0029, die auch in der Grafik dargestellt ist.

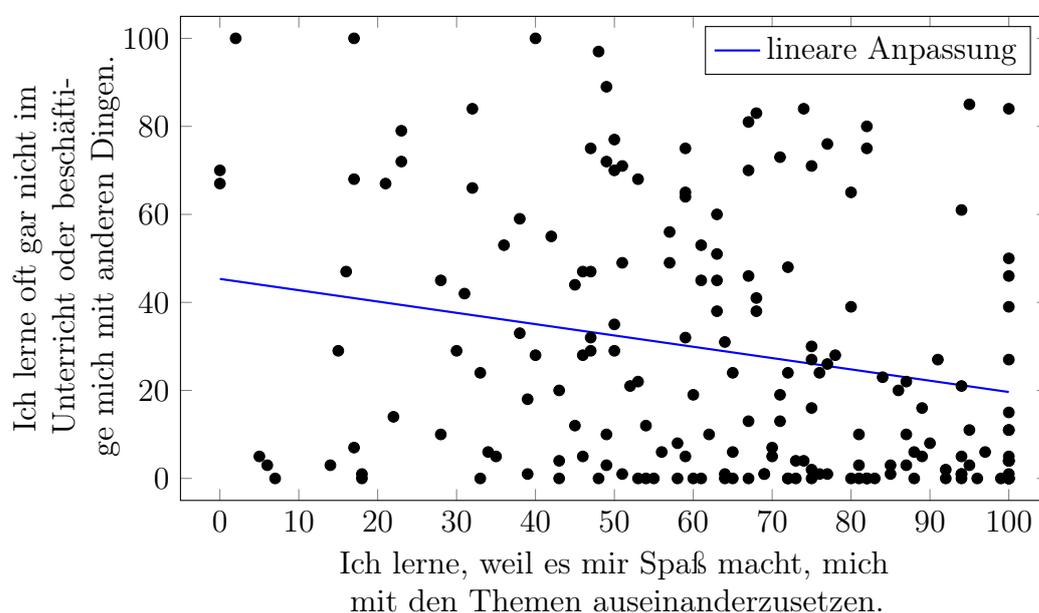


Abbildung 2.9.: Korrelation der Antworten auf die Fragen (10) und (14)

Als letzte Darstellung werden in Abbildung 2.10 die Motivationsquellen im Vergleich der Jahrgänge dargestellt. Auf der Ordinate werden die Motivationsquellen von Amotivation (ganz links) bis zur intrinsischen Motivation (ganz rechts dargestellt) und der Median der Antworten der einzelnen Jahrgänge darüber aufgetragen.

Es ist hier gut sichtbar, dass die Schülerinnen und Schüler der HTL mehrheitlich durch eine identifizierte Motivationsquelle angetrieben sind, da die Aussage „Ich lerne, weil ich die Sachen, die ich hier lerne später gut gebrauchen kann.“ am höchsten bewertet wurde. Gut sichtbar ist auch, dass externale Motivation über alle Jahrgänge hinweg in der HTL offensichtlich kaum relevant ist. Die vorhin diskutierten Unterschiede der Jahrgänge sind hier ebenfalls sichtbar.

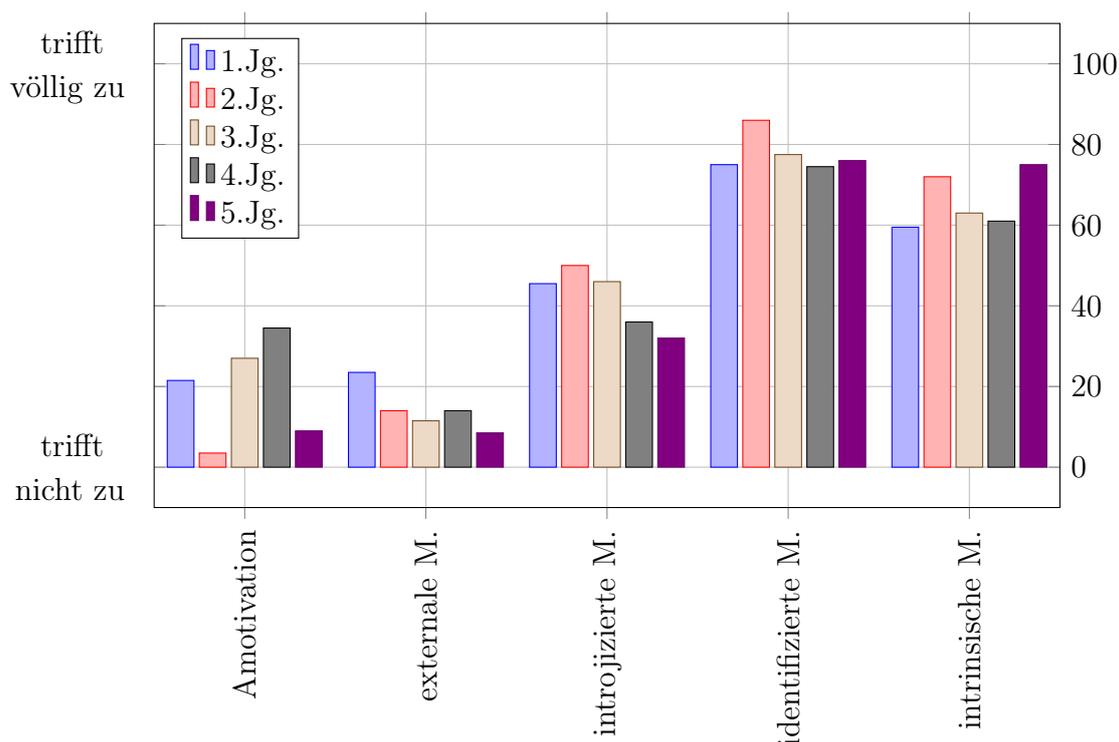


Abbildung 2.10.: Vergleich der Motivationsquellen aller Jahrgänge (nur Mediane)

### 2.3.2. Auswertung zu LeTTo als Lernhilfe

Die ersten beiden Fragen der Erhebung bezogen sich auf LeTTo zur Prüfungsvorbereitung. Wie bereits in Kapitel 2.2.2 vermutet, ist eine Korrelation der beiden Fragen zu erwarten. „LeTTo unterstützt mich bei der Prüfungsvorbereitung.“ und „Wenn ich viel mit LeTTo übe, schneide ich bei den Tests besser ab.“ wird von den Schülerinnen und Schülern sehr ähnlich beantwortet ( $\rho = 0.6998$ ). Abbildung 2.11 zeigt eine Korrelation der Antworten auf die beiden Fragen. Mit einem  $p$ -Wert der Varianzanalyse von  $< 0.0001$  und einem Lack-of-Fit-Testwert<sup>10</sup> von  $\mathcal{P}(\mathcal{X} > F) = 0.0006$  korrelieren die Antworten auf diese beiden Fragen signifikant. Die angepasste Korrelationsgerade ist auch im Plot dargestellt.

Etwas unerwartet ist das Ergebnis der Korrelation zwischen den Fragen (1) und (17) mit nur  $\rho = -0.16$ . Die Varianzanalyse ergibt hier  $p = 0.03$ . Somit ist von einer signifikanten, aber schwachen Korrelation auszugehen. Die lineare Anpassung (blau eingezeichnet) ist mit einem  $r^2$ -Wert von 0.024 jedoch ungeeignet. Das ist deshalb überraschend, da die Frage „Ich würde ohne LeTTo in der Schule mehr lernen.“ als Überprüfungsfrage zur Frage 1 gedacht war. Offensichtlich haben die Schülerinnen

<sup>10</sup>Näheres in (Sachs und Hedderich, 2018)

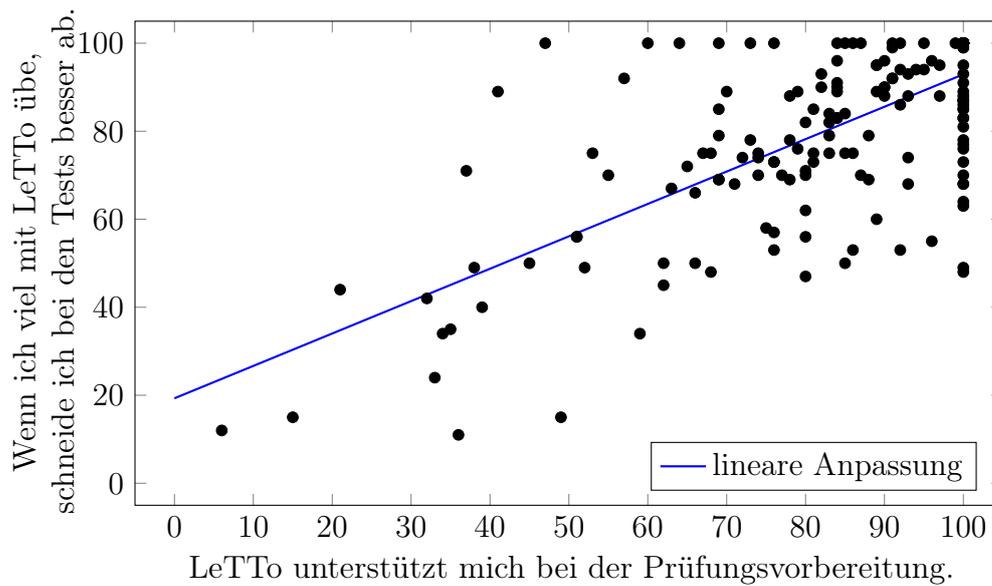


Abbildung 2.11.: Korrelation der Antworten auf die Frage (1) und (2)

und Schüler hier keinen direkten Bezug zwischen Kompetenzzempfinden durch LeTTo und LeTTo als Unterstützung für die Prüfungsvorbereitung gesehen.

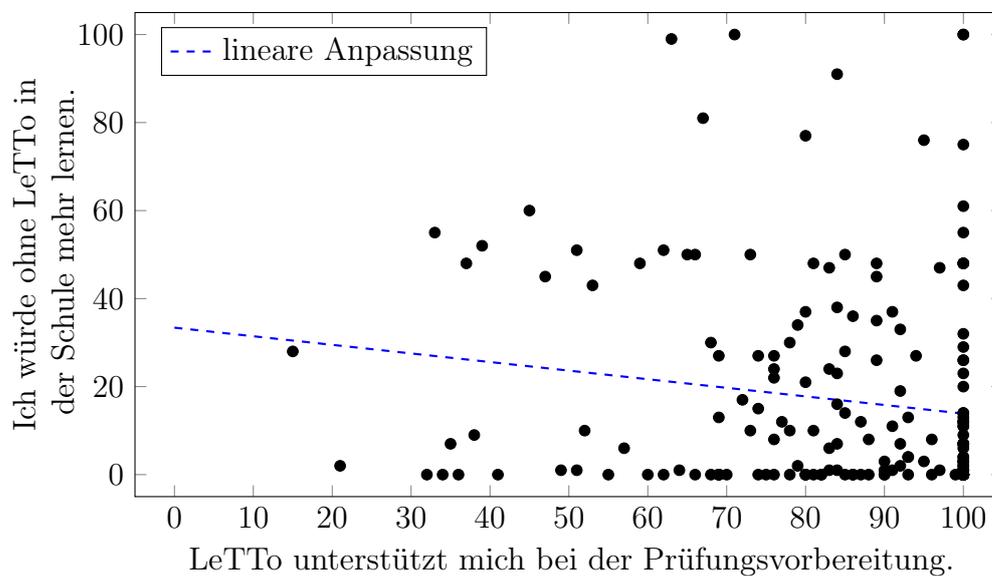


Abbildung 2.12.: Korrelation der Antworten auf die Fragen (1) und (17)

Mathematisch begründbar ist diese Ergebnis wohl dadurch, dass die Antworten auf Frage (17) mit einem Median von 6 und 50% Quantil von  $[0, 27]$  sehr einseitig

angesiedelt sind. Durch die vielen harten Schieberegulierungen auf 0 ergibt sich eine schlecht berechenbare Korrelation. Zur Verteilung der Antworten siehe Abbildung 2.13.

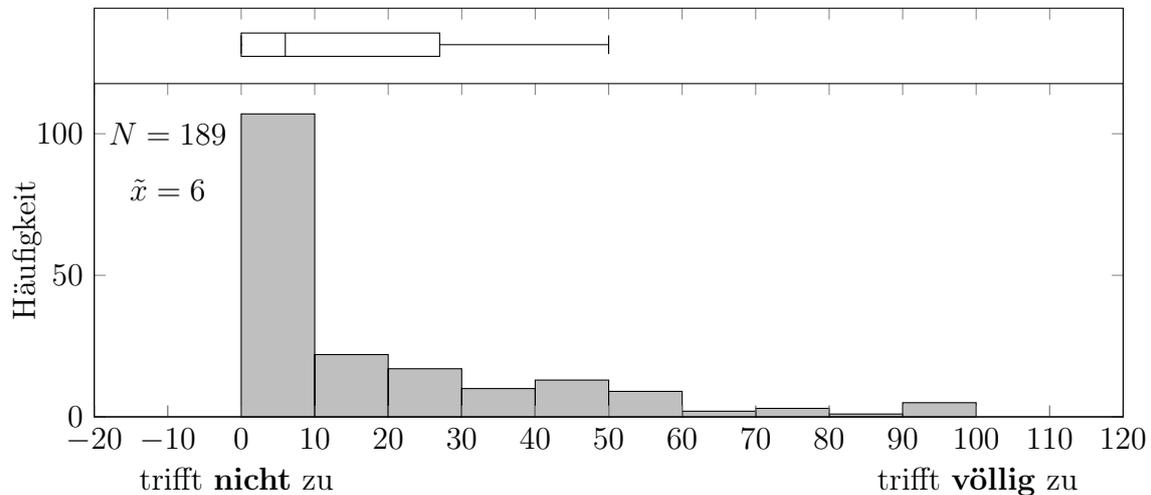


Abbildung 2.13.: Antwort auf die Fragen „Ich würde ohne LeTTo in der Schule mehr lernen.“

Es fällt an dieser Stelle auf, dass offensichtlich die überwiegende Mehrheit der Schülerinnen und Schüler klar davon überzeugt ist, dass sie ohne LeTTo in der Schule nicht mehr lernen würden, sondern wohl weniger<sup>11</sup>.

Die Frage (1) wurde mit einem Median von 90 und einem 50% Quartil von [76, 100] beantwortet, was deutlich zeigt, dass die Schülerinnen und Schüler überzeugt sind, dass LeTTo bei der Prüfungsvorbereitung hilft und durch die Korrelation mit Frage (2) auch auf die Prüfungen bessere Noten zu erwarten sind.

### 2.3.3. Nutzerumgebung

Zur Nutzerumgebung wurden zwei explizite Fragen gestellt. Die Frage (3) „Die LeTTo-Umgebung ist für mich leicht zu bedienen.“ und die Frage (4) „Die Benutzeroberfläche von LeTTo ist einfach und logisch strukturiert.“. Als Überprüfungsfragen zueinander gedacht, korrelieren die beiden Antwortsätze auf diese Fragen auch signifikant linear zueinander mit  $\rho = 0.65$ . Abbildung 2.14 zeigt den Zusammenhang.

Die Korrelation zwischen den Antworten auf die beiden Fragen ist mit  $r^2 = 0.42$  und  $p < 0.0001$  der Anpassung statistisch bewiesen. Diese Korrelation ist nicht unbedingt trivial, da eine einfache und logische Strukturierung zwar eine leichte Bedienbarkeit

<sup>11</sup>Die Problematik, dass hier auch *gleich viel* stehen könnte ist wohl einer uneleganten Fragestellung geschuldet.

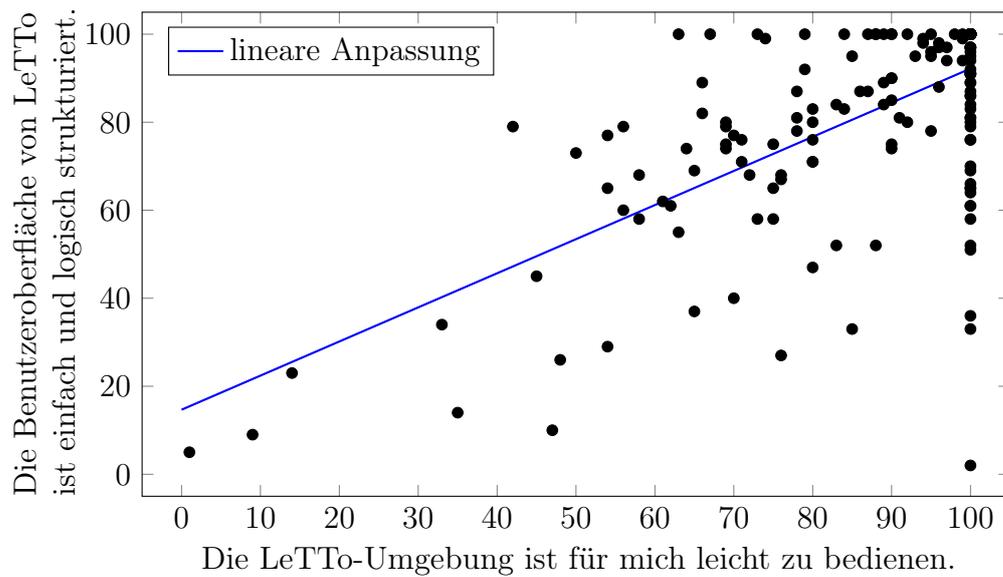


Abbildung 2.14.: Korrelation der Antworten auf die Fragen (3) und (4)

implizieren, aber nicht zwingend umgekehrt.

Da nach Lee et al. (2009) die Akzeptanz eines Systems einen direkten Zusammenhang mit der Benutzerfreundlichkeit hat, wurde sie im Bezug auf die Arbeitshypothese mit dem Jahrgang korreliert.

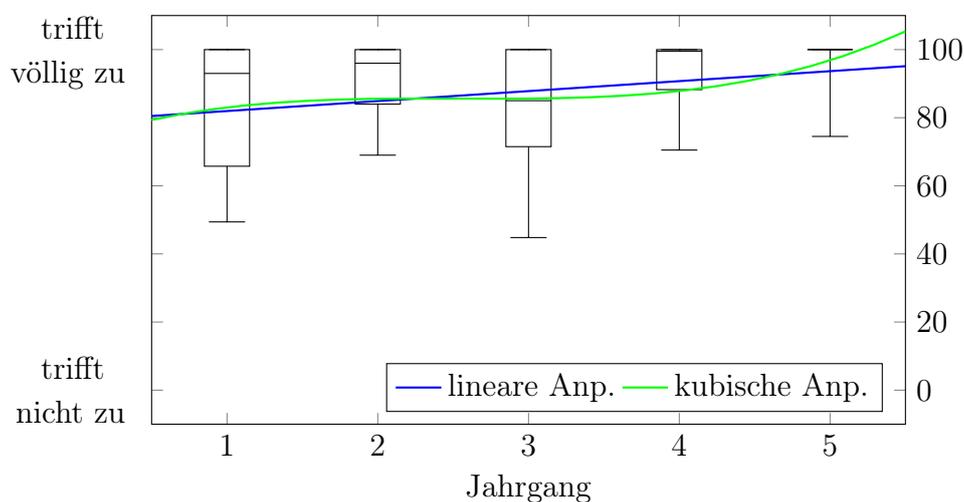


Abbildung 2.15.: Anpassung der Antworten auf Frage (4) über den Jahrgang

Abbildung 2.15 zeigt diese Auswertung. Ein Trend mit dem Älterwerden der Schülerinnen und Schülern ist klar sichtbar und wird hier durch die Anpassung zweier

Kurven gezeigt. Beide Anpassungen liefern einen  $p$ -Wert, der deutlich das  $\alpha$ -Niveau von 0.05 unterschreitet ( $p_{lin} = 0.002$  und  $p_{kub} = 0.0069$ ). Die kubische Anpassung zeigt trotz höherem  $p$ -Wert deutlicher die Einstellung der dritten Klassen. Statistisch gesehen ist das aber eher eine Überanpassung. Die geringen  $r^2$ -Werte von  $r_{lin}^2 = 0.05$  und  $r_{kub}^2 = 0.062$  deuten aber auf eine schwache Anpassung hin. Trotzdem ist die Signifikanz des Trends klar sichtbar und es ist dadurch bestätigt, dass das Empfinden einer gut bedienbaren Benutzeroberfläche mit dem Alter steigt.

Die Frage (5) „Es ist für mich in Fächern, in denen mit LeTTo benotet wird, einfacher meine Note zu verstehen.“ wurde ebenfalls in die Kategorie Nutzerumgebung gelegt. Die einfache Katalogführung ist transparent für die Schülerin oder den Schüler. Dadurch sollte es für sie oder ihn einfach sein, die Beurteilungen nachvollziehen zu können. Abbildung 2.16 zeigt die Antworten.

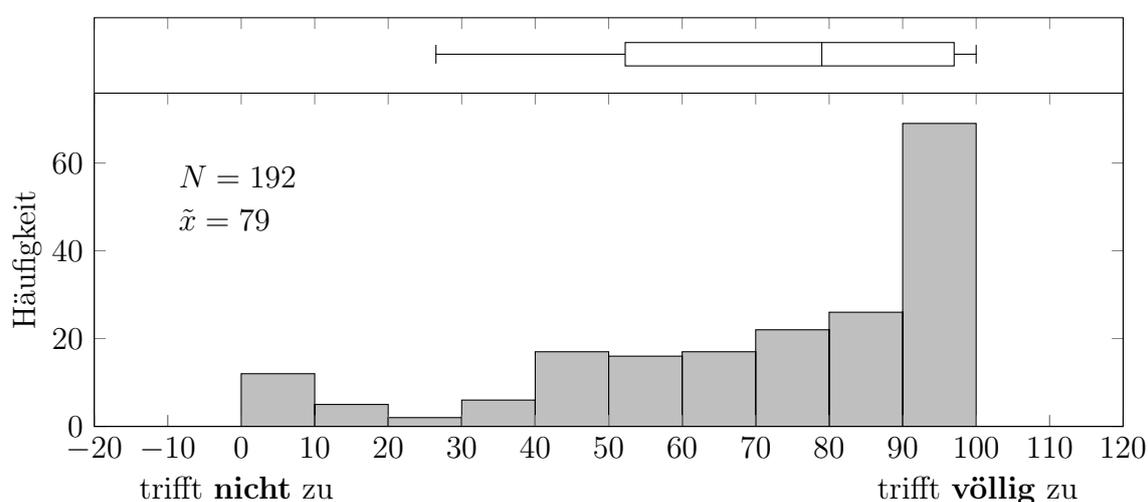


Abbildung 2.16.: Antwort auf die Frage (5)

Die Antworten liegen mit einem Median von 79 und einem 25% Quartil von 52.25 klar im zustimmenden Bereich von über 50. Die Schülerinnen und Schüler sind also auch der Meinung, dass die Noten durch LeTTo transparenter sind als in Fächern ohne LeTTo.

### 2.3.4. Motivation durch LeTTo

Zentrales Thema der Untersuchung war laut der Fragestellung und Hypothese in Kapitel 2.1.1 der Zusammenhang zwischen Alter und Akzeptanz bzw. Motivation bei der Anwendung von LeTTo. Die hier ausgewerteten Fragen belegen die Hypothese und zeigen weitere Zusammenhänge.

## Unterschiede zwischen den Klassen

Wie bereits am Beginn dieses Abschnitts angedeutet, wurde erwartet, dass die Schülerinnen und Schüler eines Jahrgangs als normalverteilte Gesamtpopulation betrachtet werden können, was einen einfachen statistischen Vergleich der Jahrgänge mathematisch unbestreitbar macht. Da pro Jahrgang nur zwei Klassen zur Verfügung standen, können diese aber auch einzeln betrachtet werden. Abbildung 2.17 zeigt diesen Vergleich bei der Antwort auf die Frage (6) „Mit LeTTo macht mir das Lernen mehr Spaß.“.

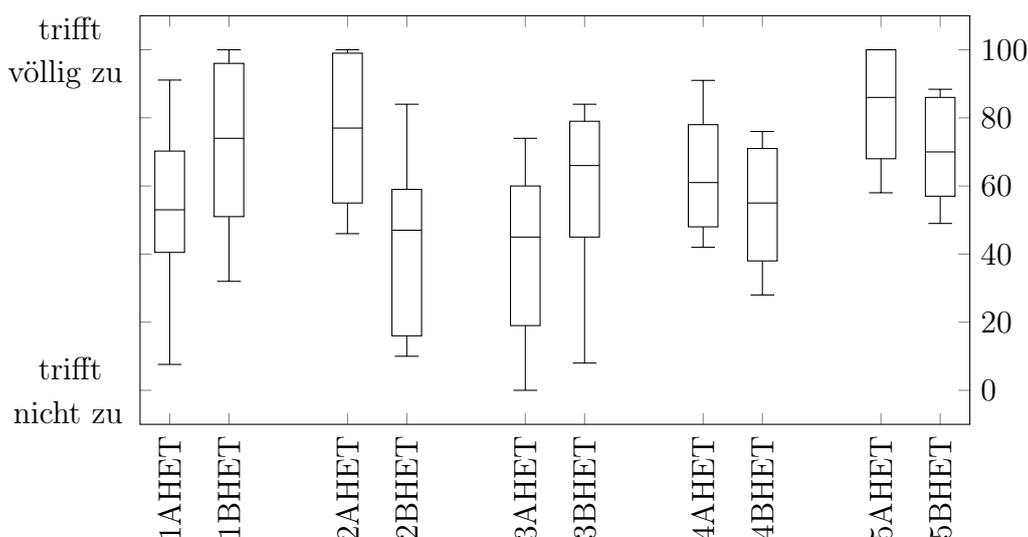


Abbildung 2.17.: Vergleich der Antworten auf Frage (6) über die Klassen

Es ist bereits bei der Betrachtung der Boxplots<sup>12</sup> klar sichtbar, dass sich die beiden Klassen in den Jahrgängen unterscheiden. Eine statistische Auswertung bringt Klarheit: Nicht nur die ANOVA sondern auch ein einseitiger t-Test jeweils zwischen den Klassen ergeben  $p$ -Werte deutlich unter 0.05. Auch der nichtparametrische Kruskal-Wallis Test ergibt, dass sich die beiden Klassen aller Jahrgänge signifikant unterscheiden.

Dieser signifikante Unterschied ist nicht irrelevant bei der weiteren Auswertung. Es zeigt sehr deutlich, dass die gesuchten Faktoren eben nicht nur vom Alter abhängig sind, sondern auch von weiteren Parametern, nach denen a priori nicht gesucht wurde. Betrachtet man beispielsweise den enormen Unterschied zwischen 2AHET und 2BHET, wird deutlich, dass es andere Parameter als das Alter geben muss, wie diese Frage beantwortet wird. Diese werden aber im Rahmen dieser Untersuchung nicht weiter betrachtet und könnten Anstoß für weitere Arbeiten sein.

<sup>12</sup> Auch hier deuten die Antennen das 80% Konfidenzintervall an. Median und 25% bzw. 75% Quartil sind auch hier in der Box dargestellt.

### Spaß durch LeTTo

Hier werden die Schülerinnen und Schüler der Klassen wie eingangs festgelegt der Population *Jahrgang* zugeordnet, um die gesuchten Zusammenhänge aufstellen zu können. Abbildung 2.18 zeigt die Antworten auf die Frage (6) über den Jahrgang:

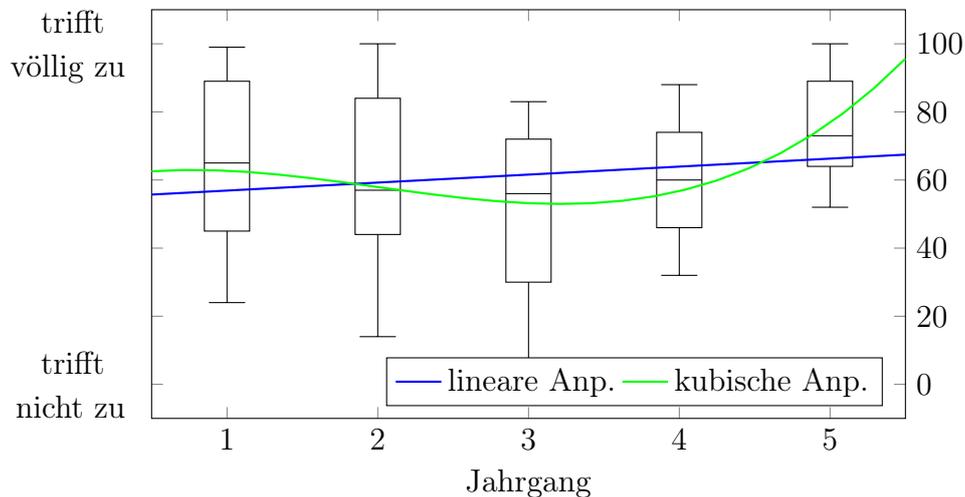


Abbildung 2.18.: Anpassung der Antworten auf Frage (6) über den Jahrgang

Den Trend der Antworten auf Frage (7) „In einem Gegenstand sind Rechen-Hausübungen zu machen (50% mit und 50% ohne LeTTo-Unterstützung). Die LeTTo Rechen-Hausübungen mache ich lieber, als jene, die klassisch auf Papier (ohne LeTTo) abzugeben sind.“ zeigt zum Vergleich Abbildung 2.19.

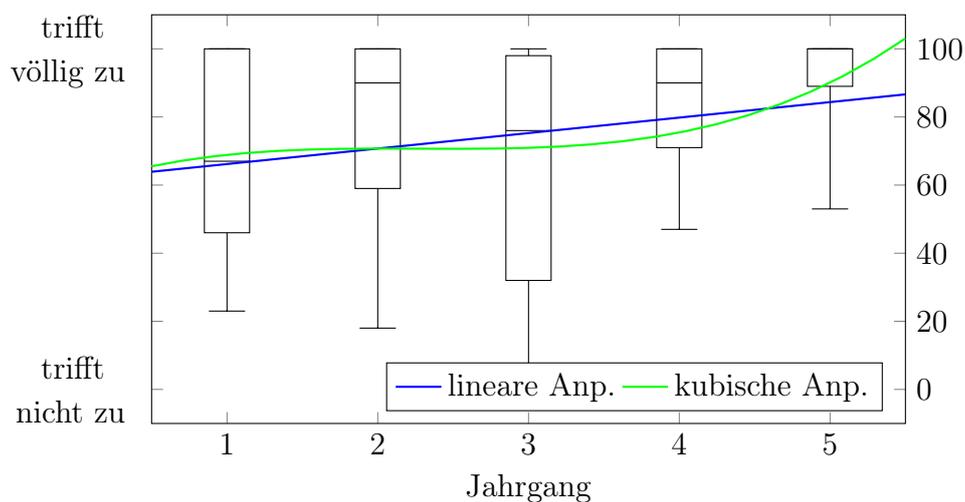


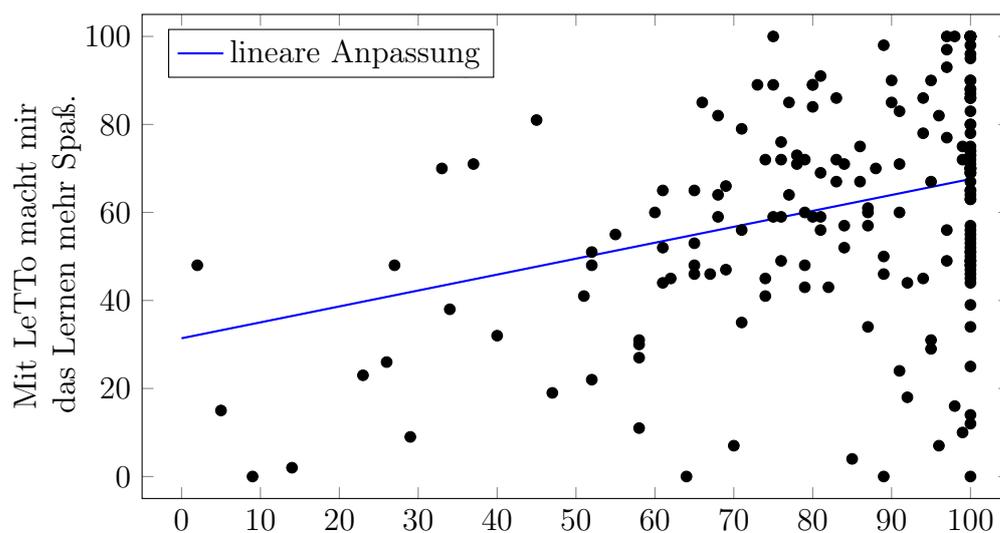
Abbildung 2.19.: Anpassung der Antworten auf Frage (7) über den Jahrgang

Der Trend beider Fragen ist gleich: Es gibt signifikante Unterschiede zwischen den Jahrgängen, die sich sowohl durch eine lineare als auch durch eine kubische Interpolation anpassen lassen. Es zeigt sich bei beiden Fragen der signifikante Trend (alle  $p$ -Werte unter 0.05), dass die Motivation im Umgang mit LeTTo mit dem Jahrgang steigt. Die kubische Anpassung zeigt dennoch etwas besser das Motivationstief in den mittleren Klassen. Die beiden Fragen korrelieren mit  $\rho = 0.38$

Auf Frage (7) wurde deutlich zustimmender geantwortet als auf Frage (6) (Mediane aller Datensätze:  $\tilde{x}_{Q7} = 88$  zu  $\tilde{x}_{Q6} = 64$ ). Das bedeutet, dass die Schülerinnen und Schüler zwar deutlich lieber Hausübungen mit LeTTo als konventionell mit Papier-Abgabe machen, aber nur geringfügig mehr Spaß am Lernen durch LeTTo haben. Hier muss allerdings erwähnt werden, dass mit einem 25% Quartil von 46 die Antwort auf Frage (6) dennoch überwiegend ist: *Mit LeTTo macht Lernen mehr Spaß.*

### Zusammenhang zur Bedienbarkeit

Abbildung 2.20 zeigt den Zusammenhang von *Mehr-Spaß durch LeTTo* mit der *Usability* des Systems.



Die Benutzeroberfläche von LeTTo ist einfach und logisch strukturiert.

Abbildung 2.20.: Korrelation der Antworten auf die Frage (6) und Frage (4)

Mit einem  $r^2$  Wert von 0.1 ist die lineare Anpassung vielleicht nicht ideal, trotzdem ist sie mit einem  $p$ -Wert von  $< 0.0001$  signifikant. Auch der Korrelationskoeffizient  $\rho = 0.32$  spricht für einen klaren Zusammenhang.

Dieser Zusammenhang ist nicht weiter verwunderlich, da, wie bereits in Kapitel 1.4 beschrieben nach Lee et al. (2009), typischerweise ein Zusammenhang zwischen

Motivaton, Akzeptanz und empfundener Benutzerfreundlichkeit besteht. Dieser ist auch hier sichtbar und statistisch signifikant.

### Sofortige Rückmeldung

Frage (8) „*Ich löse Aufgaben lieber, wenn ich sofort die Rückmeldung bekomme, ob die Lösung richtig ist.*“ hat eine ganz klare Zustimmung erhalten, wie die Verteilung in Abbildung 2.21 zeigt.

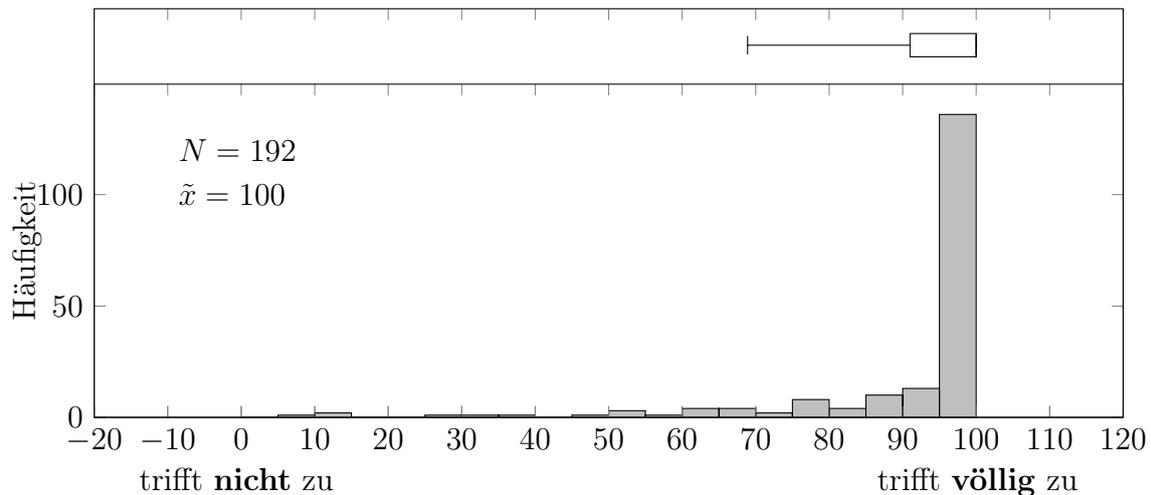


Abbildung 2.21.: Antwort auf die Frage (8)

Diese sofortige Rückmeldung bei der Lösung von Beispielen ist eine motivierende Interaktion des Systems mit den Lernenden. Es ist natürlich für die Schülerinnen und Schüler deutlich interessanter, Aufgaben zu lösen, wenn sie sofort erfahren, ob es richtig war, was sie gemacht haben und nicht erst Wochen später. Das zeigt diese Frage sehr deutlich.

Hier ist eine Korrelation mit dem Jahrgang nicht zielführend. Es zeigt sich lediglich ein etwas negativeres Antwortverhalten bei einer dritten Klasse, was aber für eine weitere Analyse nicht signifikant genug ist. Ein Zusammenhang dieser Frage mit dem Alter ist nicht erkennbar. Es liegt offensichtlich allen Schülerinnen und Schülern am Herzen, sofort Feedback über ihre Antworten zu erhalten.

### Abstürze des Systems

Auf der HTL St. Pölten wird eine Beta-Version von LeTTo verwendet, die noch Fehler hat. Dadurch kommt es gelegentlich zu einem Absturz des Systems oder einer fehlerhaften Frage. Die Frage (9) „*Wenn LeTTo einen Fehler hat, abstürzt oder eine Frage nicht funktioniert, dann demotiviert mich das.*“ sollte den Einfluss eines solchen

Fehlers auf die Motivation der Lernenden überprüfen. Abbildung 2.22 zeigt den Trend der Antworten.

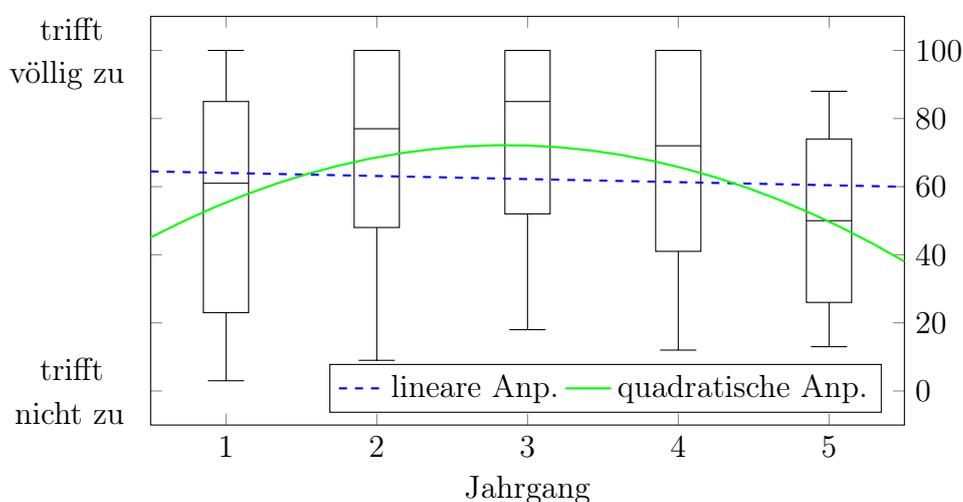


Abbildung 2.22.: Anpassung der Antworten auf Frage (9) über den Jahrgang

Die Standardabweichung der Antworten ist bei dieser Frage sehr hoch. Eine lineare Anpassung ist nicht erkennbar und auch statistisch nicht vorhanden. Allerdings zeigt sich eine quadratische Anpassung als signifikant mit einem  $p$ -Wert von 0.0016. Offensichtlich sind Schülerinnen und Schüler der frühen und späten Jahrgänge nicht so leicht zu demotivieren wie jene der mittleren.

Ein Systemabsturz oder eine nicht funktionierende Frage sind problematisch und sollten vermieden werden. Interessant ist die extreme Streuung der Antworten auf diese Frage. Mit einem Overall-Median von  $\tilde{x} = 68.5$  und einem 50% Quartil von [37.5, 90.75] liegt das Antwortverhalten zwar eher im Bereich *demotivierend*, aber weit weniger als erwartet.

### 2.3.5. Kompetenzzempfinden

Das persönliche Kompetenzzempfinden eines Schülers oder einer Schülerin ist sehr charakterabhängig. Daher sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten und korrelieren mit Sicherheit mit Randbedingungen wie der Integration, den sozialen Verhältnissen oder der Erziehung von Lernenden. Zum Kompetenzzempfinden wurden zwei Fragen gestellt. Die Frage (15) „Wenn ich mit LeTTo lerne, kann ich nachher wirklich besser solche Aufgaben lösen.“ soll überprüfen, ob das Kompetenzzempfinden durch die Anwendung von LeTTo gestärkt wird und Frage (16) „Ich bin in der Schule als Schüler/in erfolgreich.“ überprüft das generelle Kompetenzzempfinden. Die Abbildungen 2.23 und 2.24 zeigen die interessanten Verteilungen über das Alter.

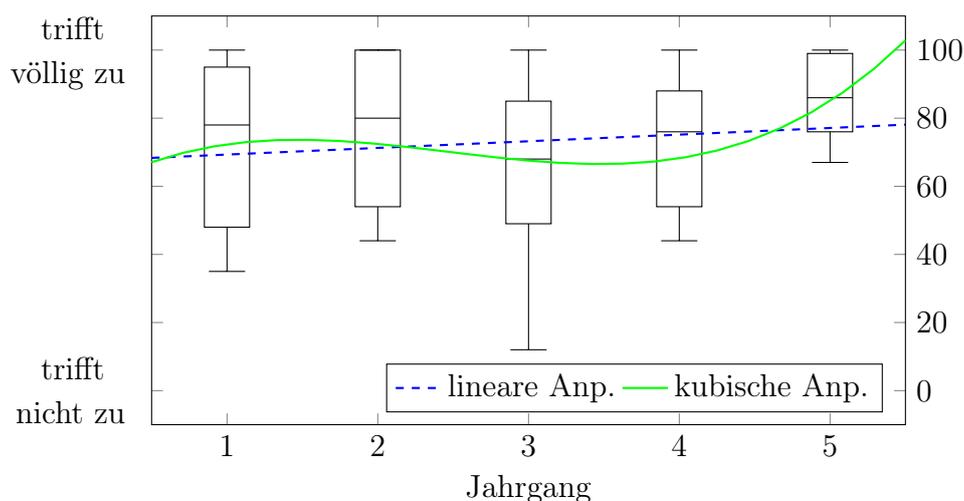


Abbildung 2.23.: Anpassung der Antworten auf Frage (15) über den Jahrgang

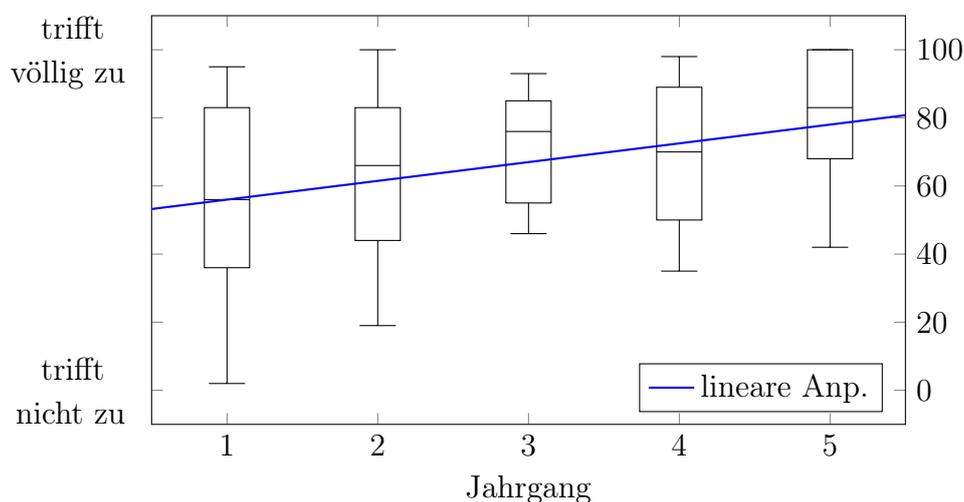


Abbildung 2.24.: Anpassung der Antworten auf Frage (16) über den Jahrgang

Die Antworten auf Frage (15) zeigen den typisch kubischen Trend, der auch hier signifikant mit einem  $p$ -Wert von 0.0063 ist. Genauer betrachtet sollen hier die Antworten auf Frage (16) werden. Die Schülerinnen und Schüler finden sich selbst offensichtlich in der Schule immer erfolgreicher, je älter sie werden. Das korreliert linear mit  $p < 0.0001$ ,  $r^2 = 0.09$  und  $\rho = 0.3$ . Außerdem ist das die erste Frage, auf die die Schülerinnen und Schüler der dritten Klassen signifikant positiver geantwortet haben, als die der zweiten. Offensichtlich finden sie sich erfolgreich (kompetent?), sind aber trotzdem demotiviert. Überraschend ist weniger, dass es in der ersten Klasse einige gibt, die erkannt haben, dass die HTL nicht die richtige Wahl war, und sich ihren Misserfolg auch eingestehen. Diese Schülerinnen und Schüler fehlen natürlich in späteren Jahrgängen, was eine

Deutung des Trends sein kann.

Abbildung 2.25 zeigt eine Korrelation der Fragen (1) und (15). Wie erwartet korrelieren die Antworten linear mit  $p < 0.0001$ ,  $r^2 = 0.24$  und  $\rho = 0.493$ . Die Aussage, die diese Korrelation stützt, wäre: *Wenn eine Schülerin oder ein Schüler LeTTo als funktionierendes Werkzeug zur Prüfungsvorbereitung akzeptiert hat, dann findet sie oder er auch, dass ihre oder seine Kompetenz durch die Anwendung steigt.* Selbstverständlich könnte diese Aussage auch umgekehrt betrachtet werden, das ist jedoch unwahrscheinlicher.

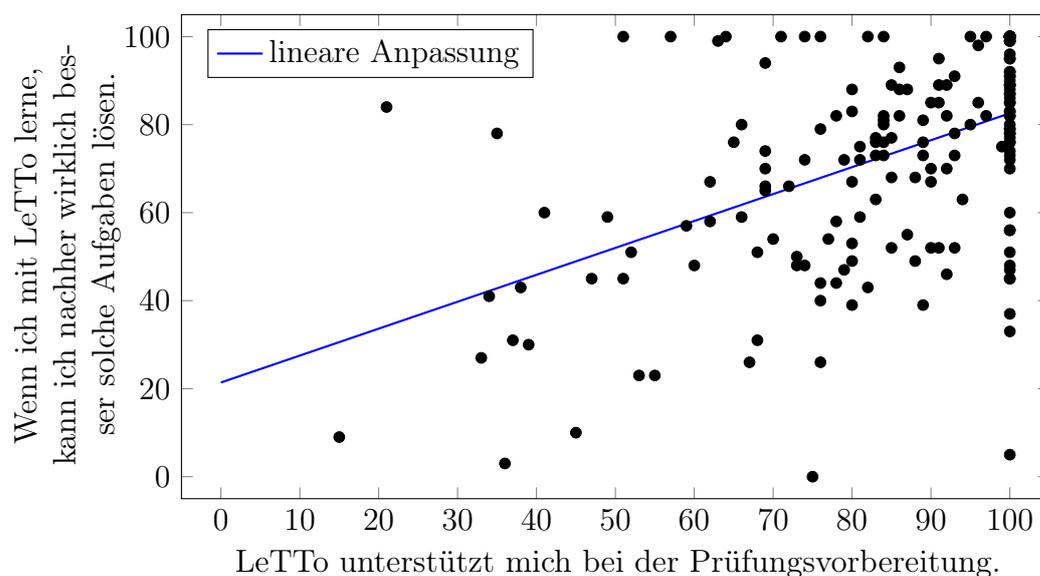


Abbildung 2.25.: Korrelation der Antworten auf die Fragen (1) und (15)

In der Gesamtverteilung über alle Jahrgänge finden die Schülerinnen und Schüler mit einem Overall-Median von  $\tilde{x} = 78$  und einem 50% Quartil von  $[54.75, 93]$  doch klar, dass sie die Anwendung von LeTTo kompetenter gemacht hat. Dieses Antwortverhalten korreliert relativ gut mit allen anderen Antworten, in denen die Qualität des Systems abgefragt wird (Siehe Tabelle A.1 im Anhang A.1). Das zeigt, dass das Kompetenzzempfinden im Bezug auf ein System sehr deutlich zur Akzeptanz des Systems beiträgt.

### 2.3.6. Allgemeine Fragen

Die Schülerinnen und Schüler wurden gefragt, ob sie dem Bildungsminister LeTTo für alle Schulen empfehlen würden. Dies würden sie wohl nur tun, wenn sie es akzeptieren und dadurch motiviert werden. Abbildung 2.26 zeigt das Antwortverhalten aller Schülerinnen und Schüler.

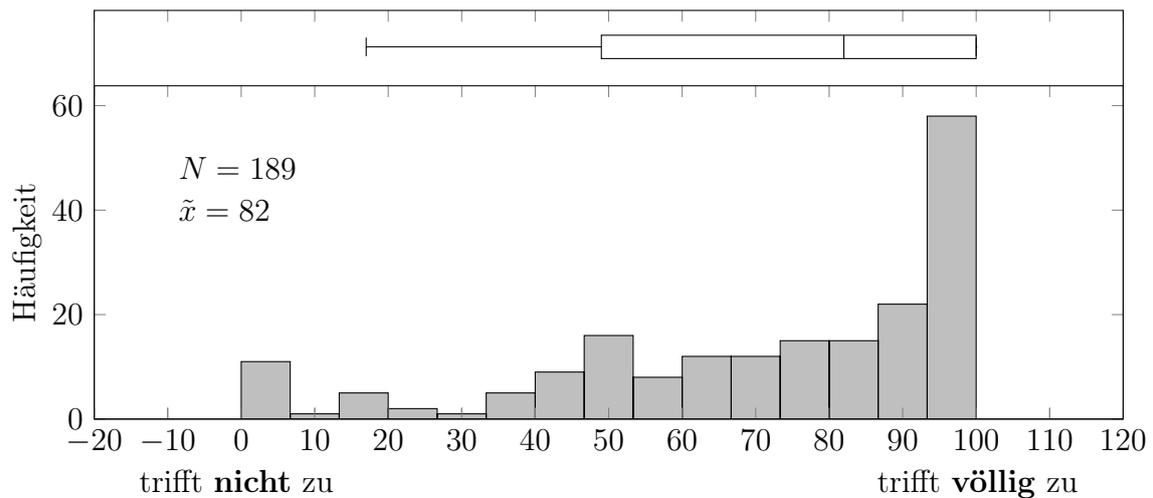


Abbildung 2.26.: Antwort auf die Frage (17) „Ich würde dem Bildungsminister empfehlen, LeTTo an allen Schulen einzusetzen.“

Die Abbildung 2.27 zeigt die Antworten wieder über den fünf Jahrgängen dargestellt. Die Ergebnisse sind wieder vergleichbar mit den vorherigen Anpassungen.

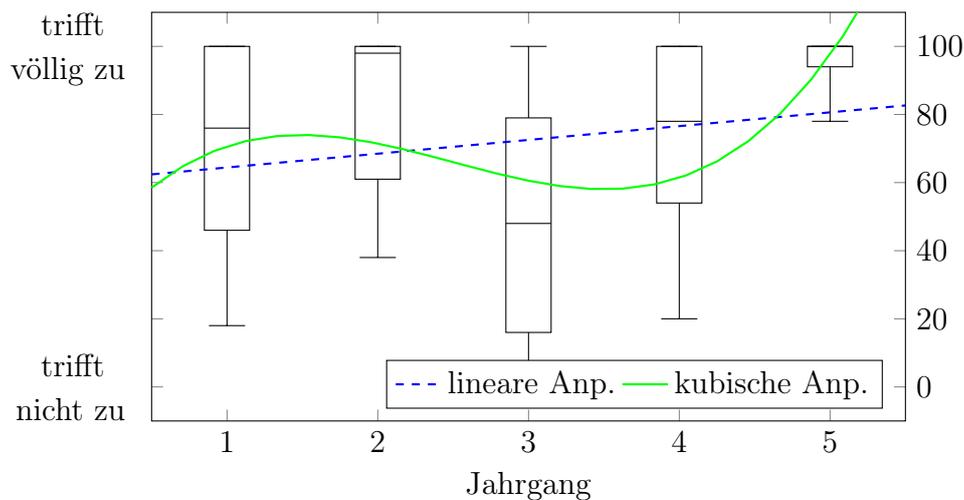


Abbildung 2.27.: Anpassung der Antworten auf Frage (17) über den Jahrgang

Wieder passt eine kubische Anpassung am besten zu den Daten. Der  $p$ -Wert dieser Interpolation der Daten deutet mit  $< 0.0001$  auf eine sehr gute Anpassung hin. Die lineare Anpassung ist hingegen mit  $p = 0.012$  nur schwach aber dennoch signifikant. Das lokale Minimum der Kurve liegt wieder zwischen dritter und vierter Klasse, wie schon bei früheren Auswertungen.

Im Allgemeinen ist das Antwortverhalten auf diese Frage klar zustimmend. 75% der Befragten würden dem Bildungsminister LeTTo empfehlen und 50% hatten den Schieber auf einem Wert über 82 von 100 eingestellt.

### Freitextfrage

Die Frage (19) diente als Möglichkeit für die Schülerinnen und Schüler noch Ergänzungen zum Fragebogen hinzuzufügen. Sie wurde sehr intensiv angenommen. Um eine Auswertung zu ermöglichen, wurden alle Antworten geclustert und in Gruppen unterteilt, die inhaltliche Zusammenhänge aufweisen. Über diese Gruppen wurde anschließend ein Pareto-Plot erstellt (Abbildung 2.28).

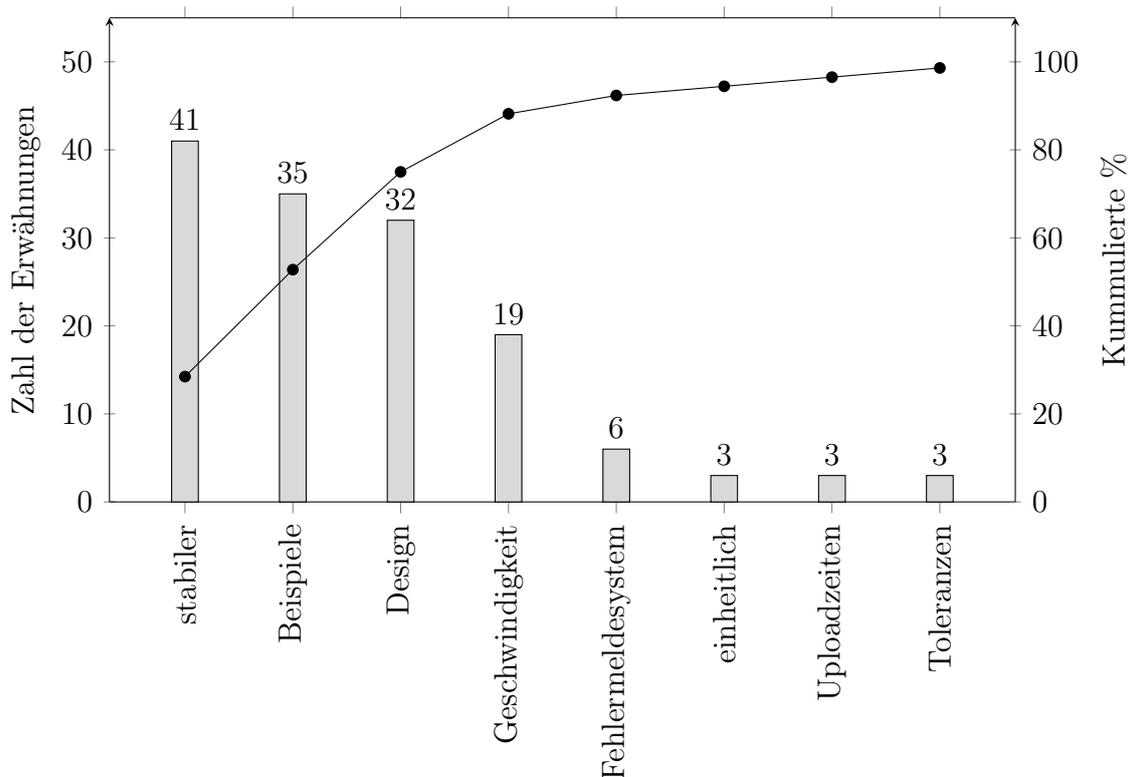


Abbildung 2.28.: Pareto-Plot über die Verbesserungsvorschläge in der Freitextfrage nach Anzahl der Erwähnungen

In der folgenden Aufzählung werden die in der Grafik angeführten Schlagworte beschrieben. Sie sind eine kompakte Zusammenfassung der Vorschläge der Schülerinnen und Schüler.

**stabiler:** Das System soll stabiler werden. Damit sind weniger Abstürze und Fehlermeldungen gemeint. Durch die Beta-Version, die auf der HTL St. Pölten läuft,

kommt es noch zu Softwarefehlern. Diese sind für die Schülerinnen und Schüler offensichtlich ein großer Kritikpunkt.

**Beispiele:** Es soll bei den Beispielen darauf geachtet werden, dass sie nicht fehlerhaft sind. Damit sind falsche Lösungen oder Berechnungsprobleme gemeint. Außerdem wird von den Befragten oft erwähnt, dass ein Lösungsweg nach Abgabe angezeigt werden soll.

**Design** Die Benutzeroberfläche (vor allem das grafische Design) soll moderner und sympathischer werden. Unter diese Kategorie fallen auch einige kleinere Designvorschläge, die nur einzeln erwähnt wurden.

**Geschwindigkeit:** Die Zugriffs- und Berechnungszeit von LeTTo soll kürzer werden. Gerade wenn viele Benutzer gleichzeitig damit arbeiten, ist das System sehr langsam<sup>13</sup>.

**Fehlermeldesystem:** Ein Fehlermeldesystem für Schülerinnen und Schüler soll eingerichtet werden. Dort sollen sie direkt Fehler an die Entwickler weitergeben können.

**einheitlich:** Die Struktur soll in allen Fächern einheitlich sein. Hier ist meistens das Ordnersystem in LeTTo gemeint.

**Uploadzeiten:** Es soll fixe Zeiten (in der Nacht) für Systemupdates geben, in denen wenige Personen damit arbeiten.

**Toleranzen:** Bei den Beispielen sollen größere Lösungstoleranzen eingestellt werden. Die Standard-Toleranz ist aktuell 1%, diese ist aber einstellbar.

Zusätzlich wurde öfters erwähnt, dass LeTTo sehr gut ist, und die Schülerinnen und Schüler sehr dankbar dafür sind, dass sie das System zu Verfügung haben. Bei den Verbesserungsvorschlägen fällt auf, dass großteils auf Fehler und Abstürze hingewiesen wird. Es sollte also intensiv an der Fehlerbehebung gearbeitet werden.

---

<sup>13</sup>Anmerkung: Im *Corona-Semester* war durch den Fernunterricht meist die ganze Abteilung gleichzeitig auf LeTTo.

## 3. Fazit und Ausblick

In dieser Arbeit wurde die Akzeptanz und Motivation in Zusammenhang mit dem E-Learning System LeTTo untersucht. Dabei ist insbesondere auf die Hypothese eingegangen worden, dass die Akzeptanz des Systems mit dem Alter steige. Die wesentlichen Erkenntnisse werden hier zusammengefasst.

### 3.1. Allgemeine Schlüsse

Die Fragen der Erhebung waren in zusammenhängende Blöcke unterteilt. Die Ergebnisse dieser Teilbereiche werden in der Folge kurz umrissen.

**Motivationsquellen:** Die Schülerinnen und Schüler der HTL sind nach Deci und Ryan (1993) mehrheitlich identifiziert motiviert. Ganzheitlich ist ihre Motivation eher intrinsisch als extrinsisch zu klassifizieren. Über die Dauer des Schulbesuchs beobachtet, zeigt sich ein kubisches Verhalten in der Motivation. Zu Beginn der HTL-Zeit ist eine große intrinsische Motivation vorhanden, welche in die zweite Klasse hinein noch ansteigt, jedoch dann zwischen dritter und vierter Klasse deutlich einbricht, bevor sie gegen Ende der Schulzeit ihr Maximum erreicht.

**LeTTo als Prüfungsvorbereitung:** Die Vorbereitung auf Prüfungen mit LeTTo wird von den Schülerinnen und Schülern ganz deutlich als außerordentlich nützlich bewertet. Dies hat die Auswertung zweier ähnlicher Fragen ergeben. Gleichzeitig finden die Lernenden, dass sie ohne LeTTo in der Schule weniger lernen würden.

**Benutzeroberfläche:** Die Benutzeroberfläche wird von einer großen Mehrheit der Schülerinnen und Schüler als logisch strukturiert und einfach zu bedienen angesehen. Diese Ansicht steigt auch signifikant mit dem Alter an. Bringt man die Beziehung der Akzeptanz zur Benutzerfreundlichkeit ins Spiel, steigt auch die Akzeptanz des Systems generell mit dem Alter. Zu Oberfläche wurde bei der Freitextfrage öfters erwähnt, dass sie *moderner* und *schöner* gestaltet werden sollte.

**Transparenz:** Die Lernenden finden eine Beurteilung über den LeTTo-Katalog transparenter als eine mittels herkömmlicher Methoden. Dies ist nachvollziehbar, da bei klar definierten Punktesystemen vorhersehbar ist, wie die Note zustandekommt, und somit darauf unmittelbar reagiert werden kann.

**Motivation durch LeTTo:** Es zeigt sich eine hohe Motivation bei der Anwendung von LeTTo. Diese kommt offenbar aus der Interaktion des Systems, welche die Schülerinnen und Schüler als sehr motivierend auffassen. Auch die empfundene Benutzerfreundlichkeit korreliert gut mit dem Motivationsempfinden der Lernenden bei der Arbeit mit LeTTo.

Die Motivation (und Akzeptanz) korreliert mit der Nutzungsdauer, jedoch ist die kubische Interpolation hier auch signifikanter als die lineare.

**Akzeptanz:** Die Schülerinnen und Schüler akzeptieren das System LeTTo mehrheitlich und wenden es gerne an. Die Akzeptanz korreliert ebenfalls mit dem Alter. Der Großteil der Anwenderinnen und Anwender würden dem Bildungsminister<sup>1</sup> das System für alle Schulen empfehlen.

**Kompetenzempfinden:** Die Schülerinnen und Schüler sehen sich selbst in der Schule erfolgreicher, wenn sie älter werden. Das persönliche Kompetenzempfinden korreliert ebenfalls mit der Anwendung von LeTTo. Umgekehrt konnte auch gezeigt werden, dass das Kompetenzempfinden im Bezug auf ein System sehr deutlich zur Akzeptanz des Systems beiträgt.

**Verbesserungsvorschläge:** In einer Freitextfrage wurden die Schülerinnen und Schüler um Verbesserungsvorschläge gebeten. Sie haben größtenteils Vorschläge zur Usability gemacht und angemerkt, dass Fehler, Abstürze und Geschwindigkeitsprobleme reduziert werden sollten.

## 3.2. Beantwortung der Forschungsfrage

In der Forschungsfrage und dem Ziel dieser Arbeit wurde nach einem Zusammenhang zwischen der Nutzungsdauer und der Motivation/Akzeptanz des Systems gesucht. Dafür wurde zuerst der Zusammenhang der Motivation und der Akzeptanz von LeTTo überprüft, welcher signifikant bestätigt werden konnte. Außerdem wurden die Motivationsquellen nach Deci und Ryan (1993) der Schülerinnen und Schüler gesucht. Dabei hat sich gezeigt, dass sowohl die generelle Motivation, als auch die Motivation bei der Anwendung von LeTTo korrelieren.

Diese Korrelation ist linear darstellbar und als solche auch signifikant. Deutlich besser passt aber eine kubische Funktion in das Antwortverhalten der Schülerinnen und Schüler über den Jahrgang. Der Jahrgang kann hier als Nutzungszeit betrachtet werden, da in der HTL St.Pölten ab der ersten Klasse LeTTo verwendet wird. In Abbildung 3.1 ist das Antwortverhalten aller motivationsrelevanten Fragen in grau

---

<sup>1</sup>Anm.: Zur Zeit Heinz Fassmann

dargestellt und darüber eine gemittelte kubische Funktion in grün geplottet. Eine lineare Vereinfachung ist in blau sichtbar.

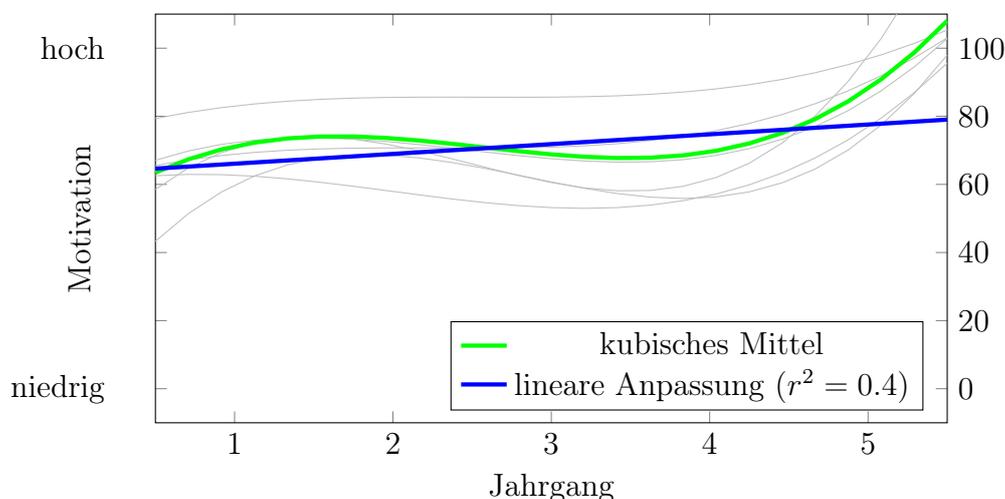


Abbildung 3.1.: Generelle Motivationskurve über den Jahrgang

Die kubische gemittelte Funktion stellt also die Motivation der Schülerinnen und Schüler in der Abteilung Elektrotechnik der HTL St. Pölten über den Jahrgang dar, welche sowohl mit der Akzeptanz von LeTTo als auch mit der Motivation bei der Anwendung des Systems korreliert. Die Funktion ist mathematisch mit  $Jg \dots$  Jahrgang und  $Mot \dots$  Motivation wie folgt beschreibbar:

$$Mot(Jg) = 2.0747 \cdot Jg^3 - 15.9634 \cdot Jg^2 + 35.7063 \cdot Jg + 49.3525 \quad (3.1)$$

Sie hat ein lokales Maximum bei 1.65, also im Laufe der zweiten Klasse und ein lokales Minimum bei 3.48, als Mitte der vierten Klasse. Wird diese Funktion durch eine lineare Funktion im Intervall  $[0, 5]$  interpoliert, so erhält man

$$Mot(Jg) = 2.8771 \cdot Jg + 63.198. \quad (3.2)$$

mit einem Bestimmtheitsmaß von  $r^2 = 0.4$ , was auf eine plausible Annäherung schließen lässt. Diese Gerade ist der signifikante Motivations- und Akzeptanzanstieg über die Nutzungszeit. Mit  $k = 2.9$  bedeutet das einen Anstieg der Akzeptanz von ca. 3% pro Jahr, was in Anbetracht der bereits relativ hohen Motivation zu Schulbeginn erheblich und signifikant ist.

**Motivationstief in den mittleren Jahrgängen:** Das kubische Verhalten über den Jahrgängen lässt auf einen generellen Motivationseinbruch zwischen dritter und vierter Klasse HTL schließen. Der Grund für dieses Verhalten wird hier nicht näher untersucht. Möglicherweise ist ein allgemeiner Entwicklungsstatus der etwa 16 bis 17 Jährigen ausschlaggebend für das identifizierte Motivationstief.

### 3.3. Probleme bei der Auswertung

Die Auswertung verlief problemlos, da bereits bei der Fragenerstellung darauf geachtet wurde, dass die Ergebnisse quantitativ mit numerischen Tools ausgewertet werden können. Durch die methodische Analyse konnten einige signifikante Zusammenhänge nachgewiesen werden.

Die Frage (17) „*Ich würde ohne LeTTo in der Schule mehr lernen.*“ wurde ungünstig formuliert, da eine Gegenaussage nicht eindeutig festzulegen ist. Es ist unklar, ob man daher mit LeTTo gleich viel oder mehr lernen würde. Hier wäre eine klarere Formulierung wie „*Mit LeTTo lerne ich in der Schule mehr, als wenn es kein LeTTo gäbe.*“ geschickter gewesen.

Es wurde festgestellt, dass Schülerinnen und Schüler eines Jahrgangs nicht als normalverteilte Population anzusehen sind, da sich die Klassen des gleichen Jahrgangs teilweise deutlich in ihrem Antwortverhalten unterscheiden. Die gesuchten Faktoren sind nicht nur vom Alter abhängig, sondern auch von weiteren Parametern, nach denen hier nicht gesucht wurde. Diese Unterschiede konnten bei der Auswertung aber nicht gedeutet werden, da keine weiteren Parameter verfügbar waren.

### 3.4. Ausblick

Forschungsfrage für eine anschließende Untersuchung könnte der Grund für den Motivationseinbruch zwischen dritter und vierter Klasse sein, der in dieser Arbeit festgestellt wurde. Es wäre interessant zu verstehen, ob das eine zufällige Momentaufnahme, ein generelles Phänomen höherer Schulen oder ein Status in der persönlichen Entwicklung der Schülerinnen und Schüler ist. (Pubertät)

Eine andere Untersuchung könnte sich mit dem Zusammenhang zwischen der Akzeptanz von E-Learning-Plattformen und der Kompetenz der Lehrerinnen und Lehrer in der Bedienung solcher Systeme befassen. Der deutliche Unterschied zwischen den einzelnen Klassen im gleichen Jahrgang könnte damit erklärt werden, dass in jenen Klassen, welche das System weniger akzeptieren, die Lehrpersonen geringere Anwendungskompetenzen damit aufweisen könnten, und daher eher Probleme und Fehler auftreten, die demotivierend sind.

# Abbildungsverzeichnis

1.1. Reiz-Reaktions-Kette des Behaviorismus . . . . .	4
1.2. Lernablauf im Kognitivismus . . . . .	5
1.3. Lernablauf im Konstruktivismus . . . . .	5
1.4. Lernprozess beim E-Learning . . . . .	7
1.5. Quellen der Motivation . . . . .	8
1.6. Modell zur Motivation beim E-Learning . . . . .	16
1.7. Home-Ansicht von LeTTo . . . . .	20
1.8. Home Screen Beispielsammlung . . . . .	21
1.9. Fragenansicht in LeTTo . . . . .	22
1.10. Datensatzeditor . . . . .	22
1.11. Plug-in-Ansicht . . . . .	23
1.12. Maxima-Feld . . . . .	24
1.13. Schüleransicht des Beispiels . . . . .	26
1.14. Ansicht bei richtiger und falscher Antwort . . . . .	26
1.15. Ansicht bei fehlender Einheit . . . . .	27
1.16. Beurteilungsansicht einer Schülerin oder eines Schülers . . . . .	27
1.17. Katalogansicht einer Klasse . . . . .	28
2.1. Visuelle Analogskala in LeTTo . . . . .	33
2.2. Visuelle Analogskala nach Beantwortung . . . . .	33
2.3. Multiple Choice Frage in LeTTo . . . . .	34
2.4. Freitext Frage in LeTTo . . . . .	35
2.5. Verteilung Lernen aus Spaß - 1.Klassen . . . . .	41
2.6. Verteilung Lernen durch Zwang - 5.Klassen . . . . .	42
2.7. Lernen aus Spaß über Jahrgang . . . . .	43
2.8. Amotivation über Jahrgang . . . . .	43
2.9. Korrelation der Motivationsquellen . . . . .	44
2.10. Motivationsquellen Gesamtvergleich . . . . .	45
2.11. Korrelation Fragen zu LeTTo als Prfg.-Vorbereitung . . . . .	46
2.12. Korrelation zur Überprüfungsfrage . . . . .	46
2.13. Verteilung Fragen (17) . . . . .	47
2.14. Korrelation zur Überprüfungsfrage . . . . .	48
2.15. Bedienbarkeit über Jahrgang . . . . .	48
2.16. Antwort auf die Frage (5) . . . . .	49
2.17. Unterschiede der Motivation über die Klassen . . . . .	50

2.18. Spaß durch LeTTo über Jahrgang . . . . .	51
2.19. Lieber LeTTo als konventionell über Jahrgang . . . . .	51
2.20. Korrelation zwischen Frage (6) und Frage (4) . . . . .	52
2.21. Antwort auf die Frage (8) . . . . .	53
2.22. Abstürze von LeTTo über Jahrgang . . . . .	54
2.23. Anpassung der Antworten auf Frage (15) über den Jahrgang . . . . .	55
2.24. Anpassung der Antworten auf Frage (16) über den Jahrgang . . . . .	55
2.25. Korrelation zur Überprüfungsfrage . . . . .	56
2.26. Empfehlung an den Bildungsminister . . . . .	57
2.27. Anpassung der Antworten auf Frage (17) über den Jahrgang . . . . .	57
2.28. Pareto-Plot über die Verbesserungsvorschläge . . . . .	58
3.1. Generelle Motivationskurve über den Jahrgang . . . . .	62
A.1. Histogramme zum Thema LeTTo als Lernhilfe . . . . .	72
(a). Frage (1); $N = 192$ ; $\tilde{x} = 90$ . . . . .	72
(b). Frage (2); $N = 192$ ; $\tilde{x} = 88$ . . . . .	72
A.2. Histogramme zum Thema Nutzerumgebung . . . . .	73
(a). Frage (3); $N = 192$ ; $\tilde{x} = 99$ . . . . .	73
(b). Frage (4); $N = 192$ ; $\tilde{x} = 91$ . . . . .	73
(c). Frage (5); $N = 192$ ; $\tilde{x} = 79$ . . . . .	73
A.3. Histogramme zum Thema Motivation und LeTTo . . . . .	74
(a). Frage (6); $N = 192$ ; $\tilde{x} = 64$ . . . . .	74
(b). Frage (7); $N = 192$ ; $\tilde{x} = 88$ . . . . .	74
(c). Frage (8); $N = 192$ ; $\tilde{x} = 100$ . . . . .	74
(d). Frage (9); $N = 192$ ; $\tilde{x} = 68.5$ . . . . .	74
A.4. Histogramme zum Thema Motivationsquellen . . . . .	76
(a). Frage (10); $N = 191$ ; $\tilde{x} = 65$ . . . . .	76
(b). Frage (11); $N = 191$ ; $\tilde{x} = 77$ . . . . .	76
(c). Frage (12); $N = 191$ ; $\tilde{x} = 44$ . . . . .	76
(d). Frage (13); $N = 191$ ; $\tilde{x} = 13$ . . . . .	76
(e). Frage (14); $N = 189$ ; $\tilde{x} = 19$ . . . . .	76
A.5. Histogramme zum Thema Kompetenzzempfinden . . . . .	77
(a). Frage (15); $N = 190$ ; $\tilde{x} = 78$ . . . . .	77
(b). Frage (16); $N = 190$ ; $\tilde{x} = 71$ . . . . .	77
(c). Frage (17); $N = 189$ ; $\tilde{x} = 6$ . . . . .	77
A.6. Histogramm zum Thema Allgemeine Fragen . . . . .	77
(a). Frage (18); $N = 189$ ; $\tilde{x} = 82$ . . . . .	77

# Tabellenverzeichnis

1.1. Lerntheorien im Vergleich . . . . .	6
1.2. Diff. Betrachtung extrinsischer Motivation . . . . .	8
2.1. Übersicht der erhobenen Datensätze . . . . .	39
2.2. Übersicht der Fragen zu Motivationsquellen . . . . .	40
A.1. Korrelationsmatrix aller Fragen . . . . .	71

# Literaturverzeichnis

- Alpaydin, E. (2010). *Introduction to Machine Learning*. (2. Aufl.). Cambridge, Massachusetts, London: The MIT Press.
- Asch, D. (2018). LeTTo im Überblick - Digitalisierung war gestern!
- Barthelmeß, H. (2015). *E-Learning - bejubelt und verteufelt: Lernen mit digitalen Medien, eine Orientierungshilfe*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*, Band 722. New York: Springer Science & Business Media.
- Damböck, W. (2020). LeTTo ... die ultimative Übungs-, Prüfungs- und Beurteilungssoftware. <https://www.letto.at>. Zugriff am 17.02.2020.
- Damböck, W., Mayer, T., und Asch, D. (2020). LeTTo Hilfe- und Dokumentationswiki. <https://letto.at/mediawiki>. Zugriff am 24.02.2020.
- Deci, E. L. (1971). Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. *Journal of personality and Social Psychology*, 18(1):105.
- Deci, E. L. und Ryan, M. R. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2):223–238.
- Edelmann, W. (2003). Intrinsische und extrinsische Motivation. *Grundschule*, 4:30–32.
- Freyd, M. (1923). The graphic rating scale. *Journal of educational psychology*, 14(2):83.
- Funke, F. und Reips, U. (2006). Visual analogue scales in online surveys: Nonlinear data categorization by transformation with reduced extremes. In *Poster presented at the General Online Research (GOR) conference, Bielefeld, Germany*.
- Funke, F. und Reips, U.-D. (2007). Datenerhebung im Netz: Messmethoden und Skalen. *Online-Forschung*, Seiten 52–76.
- Haager, W. (2019). *Computeralgebra mit Maxima: Grundlagen der Anwendung und Programmierung*. (2. aktual. Aufl.). München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co KG.

- Harackiewicz, J. M. (1979). The effects of reward contingency and performance feedback on intrinsic motivation. *Journal of personality and social psychology*, 37(8):1352.
- Hofmann, E. und Löhle, M. (2016). *Erfolgreich Lernen - Effiziente Lern- und Arbeitsstrategien für Schule, Studium und Beruf*. (3. Aufl.). Göttingen: Hogrefe Verlag GmbH & Co. KG.
- Holzkamp, K. (1993). *Lernen. Subjektwissenschaftliche Grundlegung*. (1. Aufl.). Frankfurt: Campus.
- Keller, J. und Suzuki, K. (1988). Application of the ARCS model to courseware design. *Instructional designs for microcomputer courseware*, 1:401–434.
- Kerres, M. (2001). *Multimediale und telemediale Lernumgebungen – Konzeption und Entwicklung*. (2. Aufl.). Deutschland: Oldenburg.
- Kerres, M. (2013). *Mediendidaktik – Konzeption und Entwicklung mediengestützter Lernangebote*. (4. überarb. u. aktual. Aufl.). München: Oldenburg Wissenschaftsverlag GmbH.
- Lange, S. und Bender, R. (2007). Lineare Regression und Korrelation. *DMW-Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 132(S 01):e9–e11.
- Law, K. M., Lee, V. C., und Yu, Y.-T. (2010). Learning motivation in e-learning facilitated computer programming courses. *Computers & Education*, 55(1):218–228.
- Lee, B.-C., Yoon, J.-O., und Lee, I. (2009). Learners' acceptance of e-learning in South Korea: Theories and results. *Computers & Education*, 53(4):1320–1329.
- Markland, D. und Tobin, V. (2004). A modification to the behavioural regulation in exercise questionnaire to include an assessment of amotivation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 26(2):191–196.
- Meir, S. (2006). Didaktischer Hintergrund Lerntheorien. *e-learning plus - Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen*, 1(2):9–19.
- Meyer, P. D. H. (2018). *Was ist guter Unterricht?* (13. Aufl.). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Mohammadi, H. (2015). Investigating users' perspectives on e-learning: An integration of TAM and IS success model. *Computers in Human Behavior*, 45:359–374.
- Müller, F. H., Hanfstingl, B., und Andreitz, I. (2007). Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern. *Adaptierte und ergänzte Version des Academic*, 242.

- Niegemann, H. M., Hessel, S., Hochscheid-Mauel, D., Aslanski, K., Deimann, M., und Kreuzberger, G. (2013). *Kompendium E-Learning*. (1. Aufl.). Berlin - Heidelberg - New York: Springer-Verlag.
- Niemiec, C. P. und Ryan, R. M. (2009). Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: Applying self-determination theory to educational practice. *Theory and research in Education*, 7(2):133–144.
- Payr, S. und Baumgartner, P. (1994). *Lernen mit Software*. Innsbruck: Oesterr. Studien-Verlag.
- Petri, H. L. und Govern, J. M. (2012). *Motivation: Theory, Research, and Application*. (6<sup>th</sup> ed.). Clifton Park, NY: Cengage Learning.
- Pohlenz, P. und Hagenmüller, J.-P. (2020). eValuation–Neue Medien in der Lehrevaluation. *Köhler, Thomas (Hrsg.): Multimediale Bildungstechnologien*, 1:27–44.
- Reigeluth, C. M. (2013). *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory, Volume II*. New York: Routledge.
- Reinmann-Rothmeier, G., Vohle, F., Adler, F., und Faust, H. (2003). *Didaktische Innovation durch Blended Learning - Leitlinien anhand eines Beispiels aus der Hochschule*. (1. Aufl.). Bern: H. Huber.
- Reips, U.-D. (2003). Online-Erhebungen in der wissenschaftlichen Sozialforschung. *Online Erhebungen. Reihe Sozialwissenschaftliche Tagungsberichte*, 7:21–30.
- Renninger, K. A., Hidi, S., Krapp, A., und Renninger, A. (2014). *The role of interest in learning and development*. Psychology Press.
- Rovai, A., Ponton, M., Wighting, M., und Baker, J. (2007). A Comparative Analysis of Student Motivation in Traditional Classroom and E-Learning Courses. *International Journal on E-Learning*, 6(3):413–432.
- Ryan, R. M., Connell, J. P., und Plant, R. W. (1990). Emotions in non-directed text learning. *Learning and Individual Differences* 2, 2(1):1–17.
- Sachs, L. und Hedderich, J. (2018). *Angewandte Statistik: Methodensammlung mit R*. (16. Aufl.). Berlin - Heidelberg: Springer-Verlag.
- Schnell, R. (2013). *Nonresponse in Bevölkerungsumfragen: Ausmaß, Entwicklung und Ursachen*. Wiesbaden: Springer-Verlag.
- Shapiro, S. S. und Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4):591–611.

- Taran, C. (2005). Motivation techniques in eLearning. In *Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05)*, Seiten 617–619. IEEE.
- Thillosen, A., Zimmer, G. M., Arnold, P., und Kilian, L. (2018). *Handbuch E-Learning - Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. (5. Aufl.). Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG.

# A. Anhang

## A.1. Korrelationsmatrix

Die Tabelle A.1 zeigt eine Korrelationsmatrix aller numerisch beantworteten Fragen. In der ersten Spalte und Zeile ist der Jahrgang aufgetragen, um auch Korrelationen mit diesem darzustellen. In den übrigen Spalten und Zeilen sind die Fragen nach ihrer Fragennummer aufgetragen. Die Korrelationskoeffizienten wurden mit der Software SAS JMP mit der Methode *Paarweise* geschätzt.

$\rho$	Jg.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Jg.	1.00	0.21	0.25	0.22	0.26	0.04	0.13	0.21	0.12	-0.04	0.09	-0.05	-0.06	-0.13	0.06	0.12	0.30	-0.04	0.18
(1)	0.21	1.00	0.70	0.40	0.45	0.45	0.45	0.31	0.41	-0.18	0.19	0.29	0.12	-0.03	-0.05	0.49	0.19	-0.16	0.58
(2)	0.25	0.70	1.00	0.29	0.43	0.41	0.41	0.35	0.36	-0.09	0.22	0.26	0.15	-0.04	-0.04	0.46	0.27	-0.10	0.41
(3)	0.22	0.40	0.29	1.00	0.65	0.31	0.24	0.19	0.34	-0.10	-0.01	0.10	-0.08	-0.07	-0.04	0.16	0.10	-0.19	0.32
(4)	0.26	0.45	0.43	0.65	1.00	0.27	0.32	0.29	0.34	-0.18	0.12	0.23	0.05	-0.06	-0.05	0.30	0.19	-0.25	0.41
(5)	0.04	0.45	0.41	0.31	0.27	1.00	0.40	0.35	0.36	-0.13	0.13	0.08	0.06	0.00	-0.12	0.36	0.17	-0.06	0.47
(6)	0.13	0.45	0.41	0.24	0.32	0.40	1.00	0.37	0.28	-0.12	0.41	0.27	0.11	-0.03	-0.20	0.52	0.24	-0.03	0.54
(7)	0.21	0.31	0.35	0.19	0.29	0.35	0.37	1.00	0.45	-0.12	0.05	0.10	0.11	-0.08	0.02	0.43	0.10	-0.13	0.46
(8)	0.12	0.41	0.36	0.34	0.34	0.36	0.28	0.45	1.00	-0.07	0.05	0.16	0.12	-0.08	-0.11	0.36	-0.10	-0.21	0.30
(9)	-0.04	-0.18	-0.09	-0.10	-0.18	-0.13	-0.12	-0.12	-0.07	1.00	0.01	-0.06	0.08	0.05	-0.11	-0.20	0.04	0.08	-0.27
(10)	0.09	0.19	0.22	-0.01	0.12	0.13	0.41	0.05	0.05	0.01	1.00	0.43	0.09	-0.10	-0.22	0.23	0.27	-0.04	0.19
(11)	-0.05	0.29	0.26	0.10	0.23	0.08	0.27	0.10	0.16	-0.06	0.43	1.00	0.11	-0.10	-0.14	0.26	0.13	-0.03	0.17
(12)	-0.06	0.12	0.15	-0.08	0.05	0.06	0.11	0.11	0.12	0.08	0.09	0.11	1.00	0.52	0.11	0.16	-0.02	0.12	0.08
(13)	-0.13	-0.03	-0.04	-0.07	-0.06	0.00	-0.03	-0.08	-0.08	0.05	-0.10	-0.10	0.52	1.00	0.22	-0.09	-0.15	0.16	-0.02
(14)	0.06	-0.05	-0.04	-0.04	-0.05	-0.12	-0.20	0.02	-0.11	-0.11	-0.22	-0.14	0.11	0.22	1.00	-0.14	-0.09	0.01	-0.10
(15)	0.12	0.49	0.46	0.16	0.30	0.36	0.52	0.43	0.36	-0.20	0.23	0.26	0.16	-0.09	-0.14	1.00	0.18	-0.15	0.54
(16)	0.30	0.19	0.27	0.10	0.19	0.17	0.24	0.10	-0.10	0.04	0.27	0.13	-0.02	-0.15	-0.09	0.18	1.00	0.14	0.16
(17)	-0.04	-0.16	-0.10	-0.19	-0.25	-0.06	-0.03	-0.13	-0.21	0.08	-0.04	-0.03	0.12	0.16	0.01	-0.15	0.14	1.00	-0.16
(18)	0.18	0.58	0.41	0.32	0.41	0.47	0.54	0.46	0.30	-0.27	0.19	0.17	0.08	-0.02	-0.10	0.54	0.16	-0.16	1.00

Tabelle A.1.: Korrelationsmatrix aller Fragen

## A.2. Verteilungen der Antworten

Die folgenden Grafiken zeigen die Verteilungen der Antworten aller numerischen Fragen. Der Antennen der Boxplots zeigen die 10% und 90% Quartile wie bereits im Analyseteil der Arbeit. In der Beschriftung ist die Fragennummer, die Anzahl an Antworten zu der Frage  $N$  und der Median  $\tilde{x}$  angegeben.

Die Histogramm-Plots wurden alle mit zehn Bins dargestellt. Dabei ist die Abszisse von 0 bis 100 skaliert, wobei 0 *trifft nicht zu* und 100 *trifft völlig zu* bedeutet. Die Ordinate hingegen zeigt wieder die Häufigkeit.

**Frage (1):** LeTTo unterstützt mich bei der Prüfungsvorbereitung.

**Frage (2):** Wenn ich viel mit LeTTo übe, schneide ich bei den Tests besser ab.

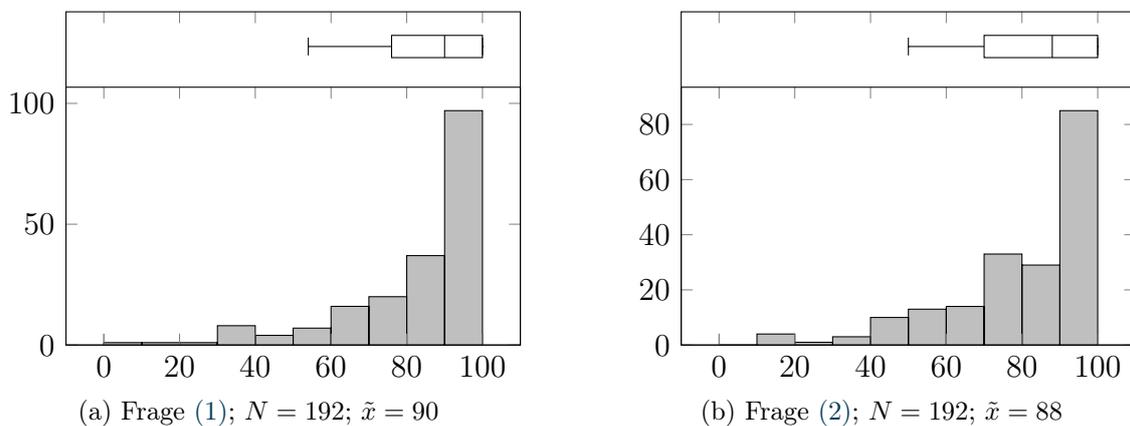


Abbildung A.1.: Verteilung der Antworten auf die Fragen zum Thema **LeTTo als Lernhilfe** von allen Befragten

**Frage (3):** Die LeTTo-Umgebung ist für mich leicht zu bedienen.

**Frage (4):** Die Benutzeroberfläche von LeTTo ist einfach und logisch strukturiert.

**Frage (5):** Es ist für mich in Fächern, in denen mit LeTTo benotet wird, einfacher meine Note zu verstehen.

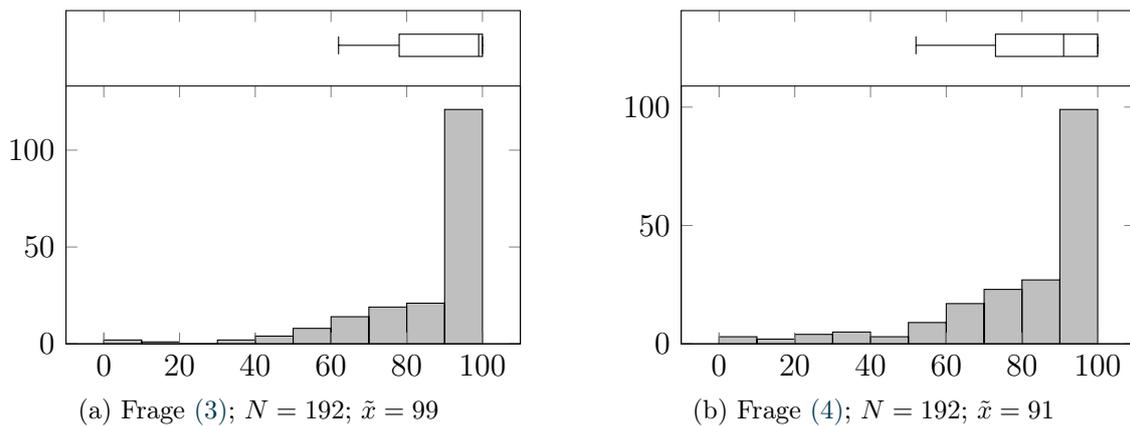


Abbildung A.2.: Verteilung der Antworten auf die Fragen zum Thema **Nutzerumgebung** von allen Befragten

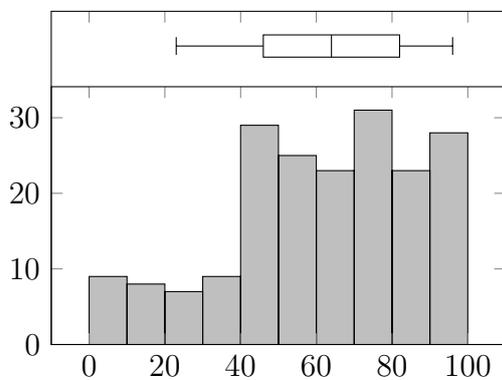
**Frage (6):** Mit LeTTo macht mir das Lernen mehr Spaß.

**Frage (7):** In einem Gegenstand sind Rechen-Hausübungen zu machen (50% mit und 50% ohne LeTTo-Unterstützung).

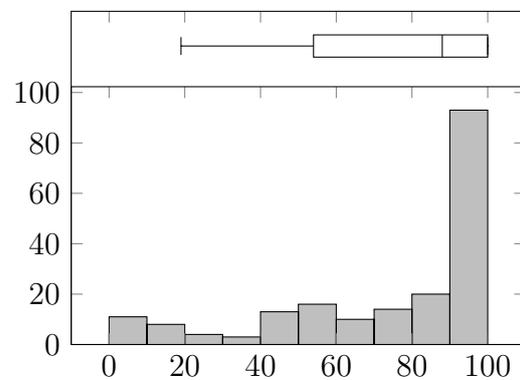
Die LeTTo Rechen-Hausübungen mache ich lieber, als jene, die klassisch auf Papier (ohne LeTTo) abzugeben sind.

**Frage (8):** Ich löse Aufgaben lieber, wenn ich sofort die Rückmeldung bekomme, ob die Lösung richtig ist.

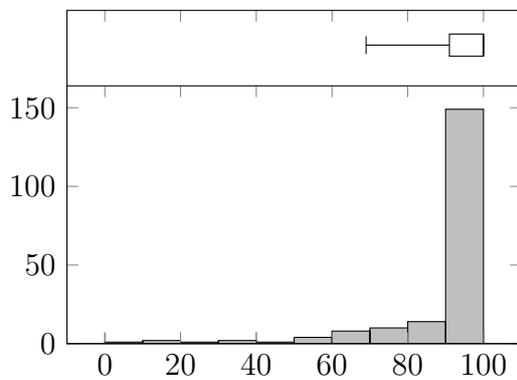
**Frage (9):** Wenn LeTTo einen Fehler hat, abstürzt oder eine Frage nicht funktioniert, dann demotiviert mich das.



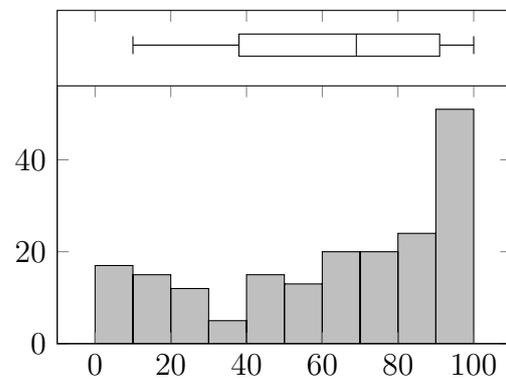
(a) Frage (6);  $N = 192$ ;  $\tilde{x} = 64$



(b) Frage (7);  $N = 192$ ;  $\tilde{x} = 88$



(c) Frage (8);  $N = 192$ ;  $\tilde{x} = 100$



(d) Frage (9);  $N = 192$ ;  $\tilde{x} = 68.5$

Abbildung A.3.: Verteilung der Antworten auf die Fragen zum Thema **Motivation und LeTTo** von allen Befragten

**Frage (10):** Ich lerne, weil es mir Spaß macht, mich mit den Themen auseinanderzusetzen.

**Frage (11):** Ich lerne, weil ich die Sachen, die ich hier lerne, später gut gebrauchen kann.

**Frage (12):** Ich lerne, weil ich möchte, dass meine Eltern, mein Lehrer oder andere denken, dass ich ein guter Schüler/eine gute Schülerin bin.

**Frage (13):** Ich lerne, weil ich sonst Ärger bekomme, wenn ich schlechte Noten habe.

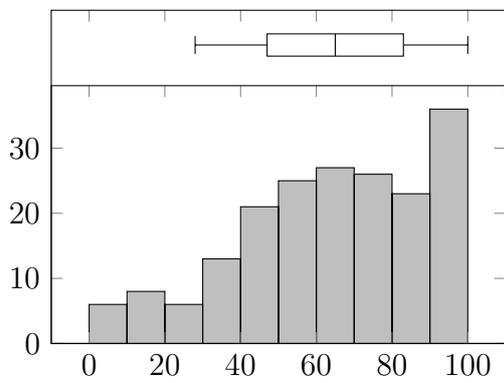
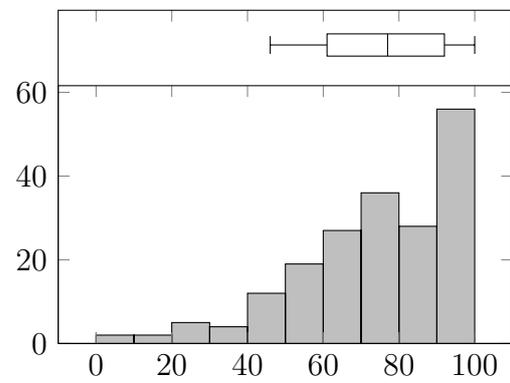
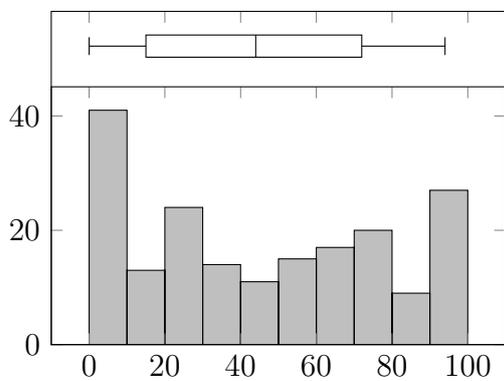
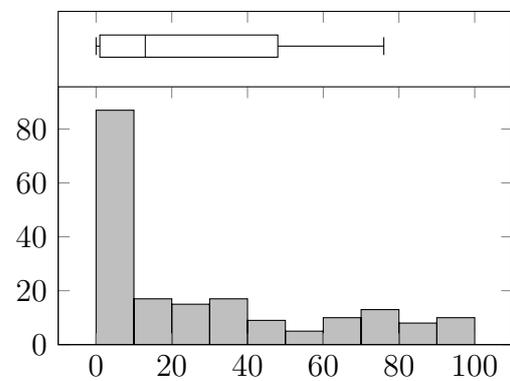
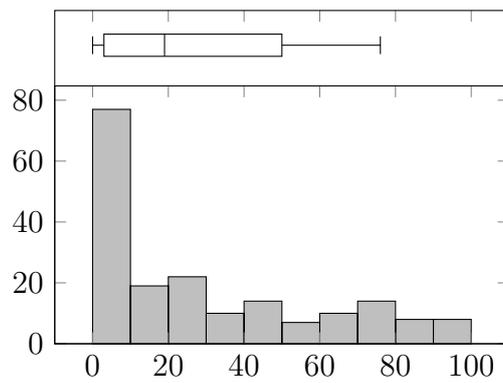
**Frage (14):** Ich lerne oft gar nicht im Unterricht oder beschäftige mich mit anderen Dingen.

**Frage (15):** Wenn ich mit LeTTo lerne, kann ich nachher wirklich besser solche Aufgaben lösen.

**Frage (16):** Ich bin in der Schule als Schüler/in erfolgreich.

**Frage (17):** Ich würde ohne LeTTo in der Schule mehr lernen.

**Frage (18):** Ich würde dem Bildungsminister empfehlen LeTTo an allen Schulen einzusetzen.

(a) Frage (10);  $N = 191$ ;  $\tilde{x} = 65$ (b) Frage (11);  $N = 191$ ;  $\tilde{x} = 77$ (c) Frage (12);  $N = 191$ ;  $\tilde{x} = 44$ (d) Frage (13);  $N = 191$ ;  $\tilde{x} = 13$ (e) Frage (14);  $N = 189$ ;  $\tilde{x} = 19$ Abbildung A.4.: Verteilung der Antworten auf die Fragen zum Thema **Motivationsquellen** von allen Befragten

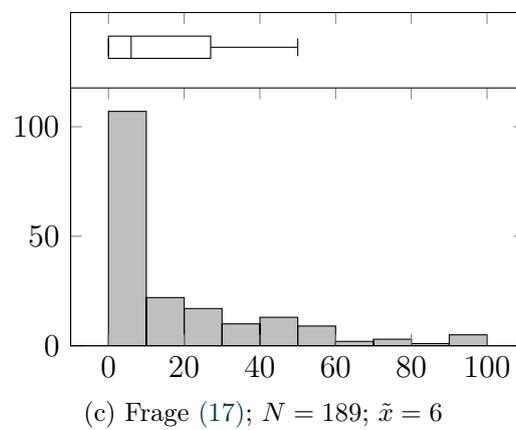
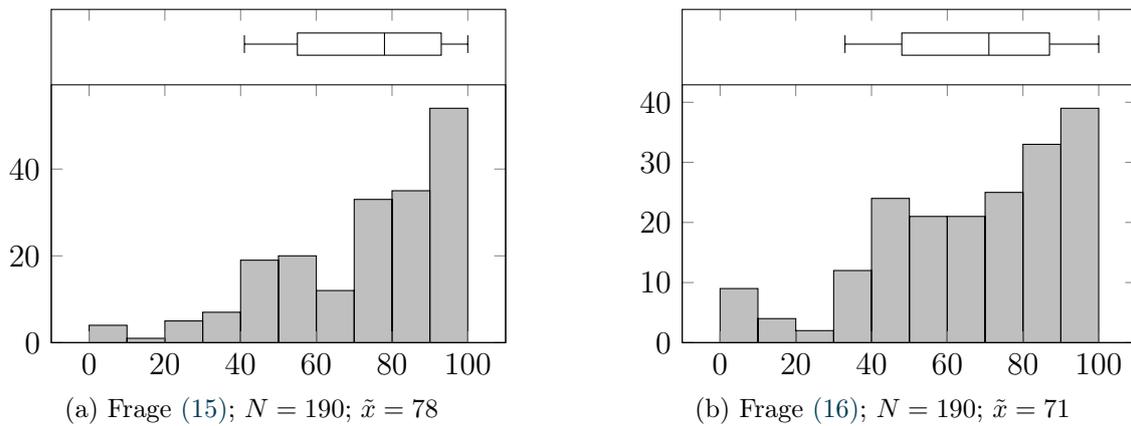


Abbildung A.5.: Verteilung der Antworten auf die Fragen zum Thema **Kompetenzempfinden** von allen Befragten

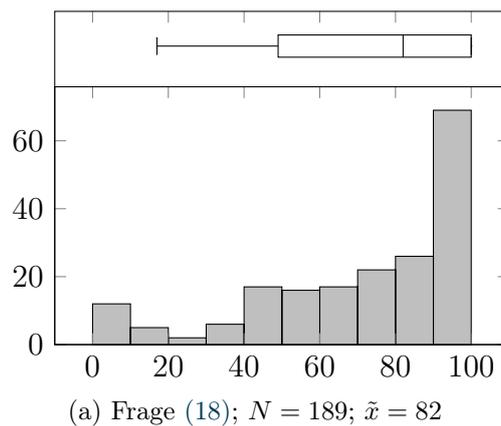


Abbildung A.6.: Verteilung der Antworten auf die Frage zum Thema **Allgemeine Fragen** von allen Befragten