

# Studien zum Physik- und Chemielernen

H. Niedderer, H. Fischler, E. Sumfleth [Hrsg.]

251

Michael Wenzel

## Computereinsatz in Schule und Schülerlabor

Einstellung von Physiklehrkräften  
zu Neuen Medien



λογος

# Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Hans Niedderer, Helmut Fischler und Elke Sumfleth

Diese Reihe im Logos-Verlag bietet ein Forum zur Veröffentlichung von wissenschaftlichen Studien zum Physik- und Chemielernen. In ihr werden Ergebnisse empirischer Untersuchungen zum Physik- und Chemielernen dargestellt, z. B. über Schülervorstellungen, Lehr-/Lernprozesse in Schule und Hochschule oder Evaluationsstudien. Von Bedeutung sind auch Arbeiten über Motivation und Einstellungen sowie Interessensgebiete im Physik- und Chemieunterricht. Die Reihe fühlt sich damit der Tradition der empirisch orientierten Forschung in den Fachdidaktiken verpflichtet. Die Herausgeber hoffen, durch die Herausgabe von Studien hoher Qualität einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der physik- und chemiedidaktischen Forschung und zur Förderung eines an den Ergebnissen fachdidaktischer Forschung orientierten Unterrichts in den beiden Fächern zu leisten.

Hans Niedderer

Helmut Fischler

Elke Sumfleth

*Studien zum Physik- und Chemielernen*

Band 251



Michael Wenzel

# **Computereinsatz in Schule und Schülerlabor**

Einstellung von Physiklehrkräften  
zu Neuen Medien

Logos Verlag Berlin



## *Studien zum Physik- und Chemielernen*

Hans Niedderer, Helmut Fischler, Elke Sumfleth [Hrsg.]

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Copyright Logos Verlag Berlin GmbH 2018

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-4659-5



Logos Verlag Berlin GmbH  
Comeniushof, Gubener Str. 47,  
D-10243 Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 42 85 10 90

Fax: +49 (0)30 / 42 85 10 92

<http://www.logos-verlag.de>

# **Computereinsatz in Schule und Schülerlabor**

## Einstellung von Physiklehrkräften zu Neuen Medien

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Naturwissenschaften

vorgelegt beim Fachbereich Physik  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
in Frankfurt am Main

von  
Michael Wenzel  
aus Eschwege

Frankfurt 2018

vom Fachbereich Physik der  
Johann Wolfgang Goethe-Universität als Dissertation angenommen.

Dekan: Prof. Dr. Owe Philipsen

Gutachter: Prof. Dr. Thomas Wilhelm  
Prof. Dr. André Bresges

Datum der Disputation: 25.01.2018



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Theoretische Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1. Neue Medien . . . . .	3
2.1.1. Begriffsklärung . . . . .	3
2.1.2. Computer im Unterricht . . . . .	5
2.1.3. Einstellung zu Computern . . . . .	10
2.2. Außerschulische Lernorte . . . . .	13
2.2.1. Goethe-Schülerlabor Physik . . . . .	16
2.3. Lehrerfortbildungen . . . . .	22
2.3.1. Implementation von Innovationen . . . . .	22
2.3.2. Fortbildungstheorie . . . . .	24
2.3.3. Fortbildung im Schülerlabor . . . . .	27
2.4. Schlussfolgerungen . . . . .	29
<b>3. Lehrerfragebogen</b>	<b>31</b>
3.1. Methodik . . . . .	31
3.1.1. Aufbau des Lehrerfragebogens . . . . .	32
3.1.2. Explorative Faktorenanalyse . . . . .	33
3.1.3. Explorative Clusteranalyse . . . . .	35
3.2. Ergebnisse . . . . .	37
3.2.1. Deskriptive Analyse . . . . .	38
3.2.2. Faktorenanalyse . . . . .	55
3.2.3. Clusteranalyse . . . . .	69
3.3. Schlussfolgerungen . . . . .	83
<b>4. Lehrerinterviews</b>	<b>85</b>
4.1. Methodik . . . . .	85
4.1.1. Vorgehen . . . . .	86
4.1.2. Interviewleitfaden . . . . .	86
4.1.3. Kodiermanual . . . . .	87
4.1.4. Einordnung der Interviews in Cluster . . . . .	88
4.2. Ergebnisse . . . . .	90
4.2.1. Kodierung . . . . .	90
4.2.2. Subkategorien . . . . .	92
4.2.3. Einordnung und Beschreibung der einzelnen Fälle . . . . .	130
4.2.4. Cluster 1 – Verhinderte Nutzer . . . . .	135

4.2.5. Cluster 2 – Neugierige . . . . .	147
4.2.6. Cluster 3 – Computerenthusiasten . . . . .	161
4.2.7. Cluster 4 – Realisten . . . . .	183
4.2.8. Cluster 5 – Meider . . . . .	191
4.3. Schlussfolgerungen . . . . .	196
<b>5. Schülerfragebogen</b>	<b>199</b>
5.1. Methodik . . . . .	199
5.1.1. Aufbau des Fragebogens . . . . .	200
5.1.2. Aufbereitung und Auswertung der Daten . . . . .	202
5.2. Ergebnisse . . . . .	203
5.2.1. Beschreibung der Stichprobe . . . . .	203
5.2.2. Computereinsatz im Schülerlabor . . . . .	205
5.2.3. Angaben zur Quantität des Computereinsatzes außerhalb des Un- terrichts . . . . .	217
5.2.4. Angaben zur Quantität des Medieneinsatzes im Physikunterricht	224
5.2.5. Allgemeine Aussagen zum Computer . . . . .	228
5.2.6. Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler . . . . .	230
5.3. Schlussfolgerungen . . . . .	232
<b>6. Zusammenfassung</b>	<b>235</b>
<b>A. Anhang</b>	<b>I</b>
A.1. Lehrerfragebogen . . . . .	I
A.2. Interviewleitfaden . . . . .	XVI
A.3. Kodiermanual . . . . .	XVII
A.4. Berechnungen . . . . .	XXI
A.5. Schülerfragebogen . . . . .	XXI
<b>B. Literatur</b>	<b>XXVII</b>

# 1. Einleitung

In praktisch allen Wissenschaften werden, z.B. im Experiment, Daten erhoben und diese am Computer dargestellt, um sie interpretieren zu können. Und alle Wissenschaften machen sich Modelle zur Beschreibung von Wirklichkeit. Die Umsetzung mathematischer Modelle am Computer ermöglicht es, Abläufe zu simulieren. Der Computer bietet auch und gerade für den Physikunterricht vielfältige Einsatzmöglichkeiten. Einerseits ergeben sie sich beispielsweise durch die Verwendung von Sensoren zur Messwertaufnahme bei komplexen, aber authentischen Experimenten. Andererseits kann durch die Verwendung des Computers als Werkzeug zum Zeichnen von Graphen oder zur Durchführung von Berechnungen der zeitliche Schwerpunkt des Unterrichtsgeschehens etwa auf das Verstehen der zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien oder die Vermittlung anderer Kompetenzen verschoben werden. Diese und viele weitere Möglichkeiten werden in der Schule nur rudimentär genutzt. Erfahrungen zeigen aber, dass Schülerinnen und Schüler am Computereinsatz sehr interessiert sind und sich damit auch leichter tun als viele Lehrkräfte. Das Thema Computereinsatz ist im Lehramtsstudium, im Referendariat und in der Lehrerfortbildung häufig unterrepräsentiert. Dabei zeigen Untersuchungen, dass diese große Auswirkungen auf den Einsatz des Computers haben.

Nach dem Erscheinen großer internationaler Studien, in denen festgestellt wird, dass die Ausstattung deutscher Schulen mit Neuen Medien schlechter ist als in anderen Teilnehmerländern, formulieren die Öffentlichkeit und die Politik regelmäßig die Forderung, die Schulen besser mit Computern auszurüsten. Doch reicht es, einfach nur in die Ausrüstung mit Neuen Medien zu investieren? Die Implementationsforschung verneint diese Frage. Gerade der Physikunterricht, der als eher technik-affines Fach angesehen werden kann, stellt höhere Ansprüche an die Lehrkräfte sowie die Schülerinnen und Schüler als nur die grundlegende Medienkompetenz.

Um sich ein Bild des tatsächlichen Ist-Standes in den Schulen zu machen, ist es nötig, die Akteure in den Schulen zu ihrem Nutzungsverhalten zu befragen. Dazu zählt zum einen die Perspektive der Schülerinnen und Schüler: Inwiefern haben sie das Gefühl im Physikunterricht die Möglichkeiten Neuer Medien auszuschöpfen? Wollen sie diese Veränderung des Unterrichts überhaupt? Immerhin ist es einleuchtend, dass ihnen guter Unterricht ohne Neue Medien lieber ist als mittelmäßiger oder schlechter mit Neuen Medien. Es ist schwierig, die Lehrkräfte für die Nutzung der zusätzlichen Möglichkeiten zu bewegen, wenn die Schülerinnen und Schüler diese ablehnen. Dieser Gedankengang zeigt aber auch, dass es unerlässlich ist, den Lehrkräften Ideen und funktionierende Modelle eines Physikunterrichts mit Computereinsatz zu zeigen. Das kann dazu dienen, dass die Qualität des Unterrichts nicht unter dem sozialen und politischen Druck, Neue Medien einzusetzen, leidet. An dieser Stelle findet sich auch die zweite wesentliche Perspektive wieder, die es zu beachten gilt. Wie sehen die Lehrkräfte den Computereinsatz? Wie oft

## 1. Einleitung

und auf welche Art und Weise nutzen Physiklehrkräfte heute überhaupt Neue Medien in ihrem Unterricht?

Doch der Ist-Zustand in Bezug auf die Quantität der Computernutzung ist nicht alles. Wenn man Handlungen erklären möchte, müssen auch die Motive dahinter betrachtet werden. Für die Implementation Neuer Medien ist es von Bedeutung, dass die Lehrkräfte das auch für sinnvoll halten. Daher ist es von Interesse, die Einstellungen der Physiklehrkräfte zu Neuen Medien zu finden und zu erfassen. Das ist fachunabhängig schon geschehen. Von welcher Einstellung ist bei Physiklehrkräften auszugehen? Durch die Ausrichtung des Physikunterrichts (Schwerpunkt auf Experimenten und Messungen, Verwendung von Modellen, . . .) sind Unterschiede etwa zu geisteswissenschaftlichen Fächern oder Sprachen zu erwarten.

Die vorliegende Untersuchung soll sich einigen der hier aufgeworfenen Fragen annehmen. Da die Nutzungshäufigkeit des Computers im Unterricht allgemein für „zu niedrig“ gehalten wird, soll in dieser Untersuchung einerseits die Frage bearbeitet werden, ob dies der Wahrheit entspricht und andererseits was man tun muss, um Fortbildungen zu Neuen Medien adressatengerecht und interessant zu gestalten. Dazu gilt es jedoch ebenfalls zu klären, was die Zielgruppe genau ausmacht (vor allem bezogen auf das aktuelle Nutzungsverhalten und ihre Einstellungen zum Computereinsatz). In Kapitel 3 wird das Nutzungsverhalten von Physiklehrkräften bzgl. Medien genauer untersucht, um fundierte Aussagen zu Handlungsbedarfen formulieren zu können. Gleichzeitig werden aber auch die Einstellungen der Lehrkräfte zu Computern erhoben, weil diese eine wichtige Rolle für alle weiteren Maßnahmen spielen, sei es in Aus- oder Fortbildung von Lehrkräften.

Eine Fortbildungsmöglichkeit, die bisher ungenutzt blieb, ist, Lehrkräften beim Besuch von Schülerlaboren funktionierende Modelle von Neuen Medien im Fachkontext zu präsentieren und beobachten zu lassen. Im zweiten Teil dieser Arbeit (Kapitel 4) soll daher unter anderem der Frage nachgegangen werden, ob diese Idee ein vielversprechender Ansatz ist. Es gilt auch Perspektiven zu entwickeln, wie man diesen Ansatz weiterführen könnte, um den Schülerlaborbesuch für Lehrkräfte tatsächlich zu einer Fortbildungsmaßnahme zu machen.

Als Grundlage der Untersuchung dient der bisherige Forschungsstand, der in Kapitel 2 vorgestellt wird. In diesem Kapitel wird sich zunächst auf die Begriffsklärung und Beschreibung Neuer Medien bezogen und anschließend die Erkenntnisse zu außerschulischen Lernorten und Lehrerfortbildungen zusammengefasst. Ausgehend davon können die oben angegebenen Fragen behandelt werden.

Da es sich gerade bei der Erforschung von Einstellungen um komplexe Systeme handelt, kann bei einer explorativen Studie, wie der vorliegenden, ein Mixed-Methods-Ansatz von Vorteil sein. Dadurch werden die Vorzüge einer quantitativen Analyse großer Stichproben mit der möglichen Tiefe einer qualitativen Analyse verbunden. Im Speziellen können die Einstellungen, die aus der Fragebogenerhebung gebildet werden, durch Interviews ergänzt werden, um ein möglichst vollständiges Bild zu erhalten.

## 2. Theoretische Grundlagen

Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit stehen Neue Medien und die Lehrkräfte, die sie einsetzen. Daher wird in diesem Kapitel zunächst ein Blick auf den Ist-Stand geworfen. Was sind Neue Medien eigentlich und was versprechen sich Forschung, Politik und Lehrkräfte davon in Bezug auf den Unterricht? Der Forschungsstand wird dargelegt und auf die Studie bezogen, um deren Schwerpunkte zu untermauern und die offenen Fragen deutlich zu machen. Zunächst soll daher in Kapitel 2.1 geklärt werden, welcher Nutzen sich von Neuen Medien versprochen wird und wieso es notwendig ist, Physiklehrkräfte diesbezüglich fortzubilden. Dafür ist es zweckmäßig, einen genaueren Blick auf die Einstellung von Lehrkräften zum Computereinsatz zu richten. Um den Rahmen der Untersuchung zu verstehen, wird in Kapitel 2.2 zunächst allgemein über außerschulische Lernorte und dann im Speziellen über das Goethe-Schülerlabor Physik an der Universität Frankfurt informiert. Schließlich wird in Kapitel 2.3.2 noch der Wissensstand zu Lehrerfortbildungen beschrieben, um zu klären, ob die Beobachtung des Computereinsatzes im Schülerlabor überhaupt Kriterien einer Fortbildung erfüllen kann und wie damit weiter umgegangen werden muss.

### 2.1. Neue Medien

Seit der Entwicklung des *personal computers* für den Arbeitsplatz sind beinahe 50 Jahre vergangen und auch für den Heimgebrauch hat sich der PC seit den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts immer stärker etabliert. In dieser Zeit hat sich die Lebens- und Arbeitswelt so stark verändert, dass heutzutage kaum ein Mensch mehr auf dieses Medium verzichten kann. Die Verbreitung des Internets seit Ende der 1990er Jahre und mobiler Endgeräte wie Smartphones seit der Mitte der 2000er Jahre zeigen exemplarisch die Schnelligkeit der Veränderung in der Medienlandschaft.

#### 2.1.1. Begriffsklärung

Doch was versteht man eigentlich unter „neuen Medien“? Wenn eine Lehrkraft sich heute dafür entscheidet, einen Videorecorder das erste Mal einzusetzen, ist es für sie zwar eine neue mediale Verwendung, aber deswegen noch lange kein Einsatz von Neuen Medien im beabsichtigten Wortsinn. Girwidz (2015a) zeigt auf, dass der Begriff „Neue Medien“ relativ unscharf gebraucht wird. Die rapide Entwicklung der Medienlandschaft und damit auch der Möglichkeiten, die der einzelnen Lehrkraft zur Verfügung stehen, lässt sich auch an der jeweiligen Begrifflichkeit, die sie beschreibt, erkennen. Während in den 90er Jahren von Multimedia und mit stärkerer Einbindung des Internets und der Betonung

## 2. Theoretische Grundlagen

von Informationen und Informationseinheiten von Hypermedien die Rede war (T. Fischer, 2008), spricht Girwidz (2015a) von digitalen Medien, die stärker das Datenformat und die Datenspeicherung in den Mittelpunkt rücken. Tulodziecki (2009) sowie Nattland und Kerres (2009) nutzen die Benennung „computerbasierte Medien“ für ihre Beschreibung. Im englischen Sprachraum wird meist von *information and communication technology (ICT)* gesprochen. Der Begriff der Neuen Medien ist also weit gefasst, lässt sich aber in dieser umfangreichen Vielfalt relativ klar in Abgrenzung zu den etablierten, klassischen Medien fassen. Zu klassischen Medien werden von Girwidz (2015b) im Wesentlichen Wandtafel, Arbeits- bzw. Overheadprojektor, Schulbuch, Arbeitsblatt sowie Film bzw. Video gezählt.

**Neue Medien** Wenn im Laufe der vorliegenden Arbeit von *Neuen Medien* die Rede ist, so sind damit computerbasierte Systeme gemeint, die Anwendungen erlauben, die über die Möglichkeiten klassischer Medien hinausgehen.

Damit ist also nicht gemeint, einen PC nur zum Lesen eines Textes oder ein interaktives Whiteboard nur zum Anschreiben zu verwenden. Die Verwendung des allgemeinen Begriffs in diesem Zusammenhang soll ohne spezielle Schwerpunktsetzung auf einzelne Aspekte der Nutzung geschehen und dient gleichzeitig einer intuitiven Verständlichkeit für Lehrkräfte und Forscher.

Mittlerweile sind eine Vielzahl von Anwendungen Neuer Medien im Physikunterricht bekannt und erprobt worden. Eine Reihe von *best practice*-Beispielen findet sich etwa in Maxton-Küchenmeister und Meßinger-Koppelt (2014). Forschungsansätze dazu finden z. T. in Form von Fallstudien oder dem Prinzip des *design experiments* entsprechend statt (vgl. Bresges u. a., 2014; Mishra und Koehler, 2006). Eine breite Basis an verschiedenen Möglichkeiten, Neue Medien im Physikunterricht einzusetzen, fragen Gröber und Wilhelm (2006) und Wilhelm und Trefzger (2010) in ihren empirischen Erhebungen ab. Dabei wird sowohl der Einsatz von Hardware als auch verschiedener Software und Anwendungen im Physikunterricht von Lehrkräften abgefragt. Als „Physikmedien“ werden in diesem Zusammenhang Videoanalyse von Bewegungen, Simulationen, Modellbildungsprogramme, digitale Messwerterfassung, interaktive Bildschirmexperimente (IBE), das Internet als Informationsmedium und das Internet als Kommunikationsmedium abgefragt. Girwidz (2015a) kategorisiert unter der Überschrift „Der Computer im Physikunterricht“:

1. *Übungsprogramme/Selbstlerneinheiten* bestehen aus Aufgaben, die entsprechend der Bearbeitungsschritte eine Rückmeldung geben und zur nächsten Aufgabe überleiten. Sie dienen etwa zur Einübung von Faktenwissen und Arbeitsverfahren.
2. *Tutorielle Programme* bieten Informationen zu einem Sachverhalt an. Es folgen Verständnisfragen, die beantwortet werden müssen und die die Benutzerin oder den Benutzer zu bestimmten Programmteilen weiterführen, die neue Inhalte bereithalten oder alte wiederholen.

3. *Computerwerkzeuge* oder sog. „cognitive tools“ machen den Computer zum Hilfswerkzeug. Sie ermöglichen es, durch Erleichterung von Routinearbeiten (z. B. Berechnungen) Kapazitäten für tiefere Betrachtungen frei zu machen.
4. *Simulationen* dienen dazu, bestimmte Aspekte der Realität zu rekonstruieren. Dabei wird eine vereinfachte Form der Wirklichkeit im Modell dargestellt und Elemente, Relationen und Zusammenhänge können gezielt variiert werden.
5. *Modellierungsprogramme* bieten mehr inhaltliche Anpassungen und Variationsmöglichkeiten als Simulationen. Mithilfe von Modellbildungsprogrammen kann man auch die zugrundeliegenden Modellannahmen variieren und den Computer als Projektionsfläche für eigene Gedanken zum Modell, das ein Phänomen erklären soll, nutzen.
6. *Messwerverfassungssysteme* ermöglichen es, viele Messwerte in kurzer Zeit mit digitalen Geräten aufzunehmen oder Messwertaufnahmen über lange Zeit automatisiert erfolgen zu lassen. Die eigentliche Messwerverfassung kann damit als eine Grundlage zur Aufbereitung und Präsentation der Messdaten dienen oder direkt während der Aufnahme grafisch aufbereitet werden.

Eine ähnliche Gruppierung von computerbasierten Anwendungen beschreiben auch Nattland und Kerres (2009). Neben diesen Einsatzarten beschreibt Girwidz (2015a) auch Möglichkeiten, die die Verwendung des Internets als Informations- oder Kommunikationsmedium oder mobiler Endgeräte (Smartphones und Tablets) ermöglichen. Die Anwendungen für letztere lassen sich aber prinzipiell in die oben aufgeführte Kategorisierung einordnen.

In der vorliegenden Arbeit wird sowohl von Simulationen als auch von Animationen die Rede sein. Daher wird an dieser Stelle eine kurze Begriffsklärung notwendig. Unter Simulationen soll – ähnlich wie bei Girwidz – eine interaktive Anwendung verstanden werden, der gewisse Modellannahmen zugrunde liegen und bei der bestimmte Parameter variiert werden können. Meistens sind Simulationen grafisch aufbereitet. Animationen dagegen sind bewegte Modelldarstellungen, die einen Prozess veranschaulichen, aber keine Eingriffsmöglichkeit bieten. Sie sind im Prinzip Filmausschnitte, die ein Modell veranschaulichen.

**Computer** Der Begriff *Computer* soll in der vorliegenden Arbeit als Überbegriff für PCs und Laptops einerseits, aber auch für Smartphones und Tablets andererseits genutzt werden. Bei der Beschreibung von Einstellungen zum Computer und dessen Nutzung sind also immer mobile Endgeräte genauso wie feststehende Rechner gemeint.

### 2.1.2. Computer im Unterricht

Für Kinder und Jugendliche sind PC, Laptop, Smartphone und Tablet heutzutage Alltagsgegenstände. Regelmäßig ergeben Untersuchungen, wie etwa die JIM-Studie von Feierabend, Plankenhorn und Rathgeb (2016), Auskunft darüber, dass immer mehr

## 2. Theoretische Grundlagen

Jugendliche ein eigenes Smartphone besitzen. Im Jahr 2016 waren es 94% der Zwölf- bis 19-jährigen. Außerdem benutzt diese Gruppe täglich das Internet für verschiedene schul- und freizeitbezogene Aktivitäten. Andererseits ist der Einsatz von diesen Geräten in den Schulen im Vergleich dazu eher selten. Eine Studie der Bitkom-Stiftung ergab, dass digitale Medien im Allgemeinen bisher nur selten im Unterricht eingesetzt werden. Nur etwa ein Drittel der befragten Schülerinnen und Schüler (Jahrgangsstufe 8) erleben täglich den Einsatz von Computern oder Laptop. Smartphone und Tablet werden noch wesentlich seltener (7% bzw. 6%) eingesetzt (BITKOM, 2015). Ähnliche Ergebnisse liefert auch die Studie ICILS 2013 von Bos u. a. (2014). Diese Untersuchung bietet darüber hinaus auch noch den internationalen Vergleich an: In Deutschland scheinen digitale Medien signifikant seltener mindestens einmal pro Woche im Unterricht eingesetzt zu werden im Gegensatz zum EU- oder OECD-Durchschnitt (ebd., S. 203 f.). Schülerinnen und Schüler der achten Klasse in Deutschland erreichen „ein Kompetenzniveau, das sich im internationalen Vergleich im Mittelfeld der Länderrangreihe einordnet“ (ebd., S. 16). Speziell der Vergleich mit den Mittelwerten von EU und OECD zeigt keinen signifikanten Unterschied. Im Rahmen der Allensbach-Studie zu digitalen Medien im Unterricht gibt knapp die Hälfte der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I an, gerne häufiger in der Schule am Computer arbeiten zu wollen. In der Sekundarstufe II ist es lediglich ein knappes Viertel (Deutsche Telekom Stiftung, 2013). Diese Erfassungen des subjektiven Bedarfs seitens Schülerinnen und Schülern bzw. Lehrkräften bilden nur eine Ausprägung der Forderungen nach mehr Computereinsatz. Aus Sicht der Medienpädagogik, Erziehungswissenschaften und Psychologie gibt es auch verschiedene Veröffentlichungen, die Neuen Medien im Unterricht einen Mehrwert zubilligen. Neue Medien bieten Möglichkeiten, Abläufe zu digitalisieren, beispielsweise indem Vorgänge modelliert oder der Computer als *cognitive tool* verwendet wird. Dadurch können die Darstellungen dieser Abläufe an die räumlichen und zeitlichen Möglichkeiten des Unterrichts angepasst und auch simuliert werden (Jong und van Joolingen, 1998; Müller, Blömeke und Eichler, 2006). Es liegt somit durch die Digitalisierung eine Erleichterung vor, die es einerseits ermöglicht, authentische Probleme zu betrachten, die für das herkömmliche Vorgehen zu komplex oder zu schwer zu erfassen sind und andererseits auch eine stärkere Individualisierung der Tätigkeiten von Schülerinnen und Schülern zulässt. Multimedialen Angeboten wird bei geeignetem Einsatz eine Interessensteigernde und Lernmotivation fördernde Wirkung zugesagt (Deimann, 2002; Weidenmann, 1996). Eine Steigerung der Unterrichtsqualität lässt sich auch durch die schüleraktivierende Wirkung digitaler Medien erzielen (Müller, Blömeke und Eichler, 2006; Tulodziecki, 2002). Zu den grundlegenden Voraussetzungen für eine gelungene Anwendung Neuer Medien zählt Deimann (2002) die Interaktivität und die Adaptivität bzw. Adaptierbarkeit. Erstere dient vor allem zur Individualisierung und Motivierung, die durch die Anwendung bei Schülerinnen und Schülern erreicht werden kann. Zweitere zielt vor allem auf geeignete Unterstützungsmaßnahmen für die Schülerinnen und Schüler ab. Die Adaptivität soll verhindern, dass sich Novizen sich selbst überlassen fühlen und bei fehlender Durchdringung des multimedial aufbereiteten Gegenstands zu dem Schluss kommen, dass sich eine Beschäftigung mit dem Themengebiet nicht lohnt, weil ihnen sogar diese aufbereitete Version unverständlich bleibt. Beim Arbeiten in kooperativen Formen, wie beispielsweise Gruppenarbeit, können die Schülerinnen und Schüler mit



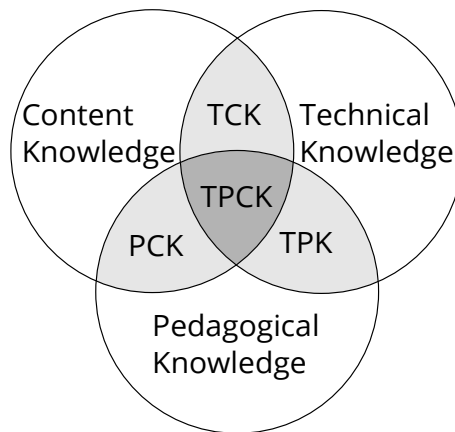
Computern häufiger neue Ideen entwickeln, austesten und kritisch überdenken (z. B. Crook, 1996, S. 222 f.). Sie bieten damit Möglichkeiten, die in besonderer Weise zum Aufbau kognitiver Flexibilität dienen (Müller, Blömeke und Eichler, 2006; Vosinadou, 1994; Weinberger, F. Fischer und Mandl, 2002). Damit lässt sich feststellen, dass der Unterricht durch den Einsatz Neuer Medien profitieren kann, wenn die Lehrkräfte dafür sorgen, dass die geeigneten Voraussetzungen geschaffen werden können. Tun sie das im aktuellen Unterricht vielleicht bereits?

Im Rahmen der Studie ICILS 2013 wurden neben den Schülerinnen und Schülern auch die Lehrkräfte als wesentlicher Akteur in der Schule in Bezug auf den Computereinsatz unter die Lupe genommen. Dabei wurde festgestellt, dass die Lehrkräfte zwar die Potenziale wahrnehmen, die digitale Medien für den Unterricht bergen, aber nur zwei Drittel der Befragten sehen sich selbst dazu in der Lage, Unterricht, in dem digitale Medien eingesetzt werden, vorbereiten zu können. Daraus leiten Bos u. a. die Forderung nach verbesserter Lehreraus- und -fortbildung ab. Diese Forderung wird durch die Tatsache gestützt, dass weniger als ein Fünftel der Lehrkräfte, die sich an der Studie beteiligt haben, in den zwei Jahren vor der Erhebung an einer Fortbildung zu digitalen Medien teilgenommen haben. Des Weiteren werden „gegenseitige Fortbildungen und Weitergabe von Expertise“ innerhalb des Lehrerkollegiums gefordert (Bos u. a., 2014, S. 19). Der Ruf nach Fortbildungen für Lehrkräfte zum Computereinsatz findet sich bereits in früheren Veröffentlichungen. Kerres (2000) stellt fest, dass es wenig effizient ist, Unterricht mit Neuen Medien genauso zu gestalten, wie Unterricht mit klassischen Medien. Daraus folgt direkt, dass es nicht ausreicht, die Ausstattung der Schulen in Bezug auf diese Medien zu verbessern, weil damit nicht automatisch eine Erhöhung der Unterrichtsqualität einher geht. Vielmehr müssen die zusätzlichen Möglichkeiten, die sich bieten, den Lehrkräften näher gebracht werden. Das lässt sich auch aus der Studie von Schaumburg (2002) ableiten. Diese hat festgestellt, dass eine Veränderung des Unterrichts allein durch den Einsatz von Laptops nicht auftritt. Speziell das unterrichtliche Handeln der Lehrkraft hat sich kaum vom herkömmlichen Unterricht unterschieden. Sowohl zum Einführen als auch zum Beibehalten von Computereinsatz im Unterricht sieht Eickelmann (2011) die Notwendigkeit, Fortbildungen anzubieten. Owston (2003) schreibt zu diesem Thema: „For any classroom innovation to be successful, teachers need to learn new skills, and, equally as important, they may need to unlearn beliefs about students or pedagogy that have dominated their professional careers.“ (ebd., S. 142).

Bei Fortbildungen gilt es zu berücksichtigen, dass Maßnahmen zum Computereinsatz im Allgemeinen nicht ausreichen werden, weil Lehrkräfte entsprechend ihres Unterrichtsfachs unterschiedliche „Subkulturen“ bei der Gestaltung des Unterrichts aufweisen. Das wird von Jones (1999) auch explizit auf digitale Medien bezogen und erscheint speziell im Bezug auf das Unterrichtsfach Physik deutlich zu sein: Messwerterfassung mit Sensoren wird in sprach- oder geisteswissenschaftlichen Fächern kaum vorkommen, ist aber bei der Auswertung von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht definitiv von Bedeutung.

Einen weiteren Hinweis, dass das Unterrichtsfach eine relevante Größe beim Computereinsatz darstellt, kann man aus dem TPACK-Modell von Mishra und Koehler (2006) ableiten. Dies stellt eine Erweiterung des PCK-Modells nach Shulman (1986) dar. Shul-

## 2. Theoretische Grundlagen



**Abbildung 2.1.:** *Technological Pedagogical Content Knowledge-Modell* nach Mishra und Koehler (2006)

man beschreibt in seinem Modell, dass neben Fachwissen (*content knowledge* CK) und allgemeinem pädagogischem Wissen (*pedagogical knowledge* PK) für Lehrkräfte ebenfalls die „Schnittmenge“ des fachdidaktischen Wissens (*pedagogical content knowledge* PCK) relevant ist, das speziell auf Methoden und Erklärungsmodelle des jeweiligen Unterrichtsfaches ausgelegt ist. Mishra und Koehler erweitern dieses Bild um das technologische Wissen (*technological knowledge* TK; vgl. Abb. 2.1). Unter diese Kategorie fallen alle Arten von Medien. Sowohl klassische als auch moderne, digitale Medien sowie das Wissen um den grundsätzlichen Umgang damit. Dadurch ergeben sich drei weitere Schnittbereiche, die im modernen Schulalltag relevant sind: TPK (*technological pedagogical knowledge*) kann als Medienpädagogik aufgefasst werden. Dieser Bereich betrifft das Wissen um fachunabhängige Möglichkeiten, wie man Technologien als Werkzeuge im Unterricht einsetzen kann. Mishra und Koehler nennen in diesem Zusammenhang Beispiele wie Verwaltungsaufgaben, WebQuests, Foren und Chatrooms. TCK (*technological content knowledge*) beschreibt das Wissen um den Einfluss von (neuen) Technologien auf das jeweilige Unterrichtsfach. Auf das Fach Physik bezogen lässt sich als Beispiel die Messwerterfassung per Videoanalyse nennen. Sie ermöglicht andere Formen der Datenaufbereitung, die der Lehrkraft zunächst einmal bekannt sein müssen. Eine Verbindung aller drei Aspekte findet sich in TPCK (*technological pedagogical content knowledge*). Darunter lassen sich fachdidaktische Konzepte für den Einsatz von (Neuen) Medien im Unterricht verstehen. Mishra und Koehler (2006) bezeichnet TPCK als die Basis guten Unterrichts unter Einbeziehung von Technologien. Es ist also auch notwendig, bezüglich des Unterrichtsfaches adressatengerechte Fortbildungen zu entwerfen und zu implementieren, um die Möglichkeiten des Technologieeinsatzes im Physikunterricht sinnvoll auszuschöpfen. In der Expertiseforschung wird zur Operationalisierung der bereichsspezifischen Erfahrung einer Lehrkraft neben der zeitlichen Erfahrung etwa mit der Medienverwendung im Unterricht auch die Anzahl der besuchten didaktischen Fortbildungen miterhoben (Bromme und Haag, 2004; Müller, Blömeke und Eichler, 2006). Dabei wird also schon in den Grundannahmen eine direkte Verbindung zwischen Fortbildungen und der Expertise

der Lehrkräfte gezogen. Allein durch die in diesem Absatz geschilderten Studien kann man erkennen, dass ein großer Teil der Lehrkräfte noch Bedarf an Fortbildungen hat. Um Nutzen aus dem Einsatz Neuer Medien für den Unterricht zu ziehen, ist es also – auch und gerade wegen des ständigen Wandels der technischen Möglichkeiten – geboten, den Lehrkräften die notwendigen Fertigkeiten und Fähigkeiten näher zu bringen. Auf die Theorie zu Fortbildungen wird in Kapitel 2.3 eingegangen.

In ihrer Studie untersucht Eickelmann (2011) die Faktoren, die den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie in Schulen begünstigen und auch behindern. Sie teilt die Faktoren in mehrere Ebenen ein (angelehnt an Ditton, 2000). Zum einen beschreibt sie die Prozessebene. Diese betrifft einerseits die administrative Unterstützung beispielsweise durch die Schulleitung. Wenn diese eine unterstützende Atmosphäre im Kollegium schafft und beispielsweise Kooperationen und Austausch zwischen den Lehrkräften ermutigt und fördert, kann dies die Implementierung und später Konservierung von Neuen Medien im Unterricht deutlich stärken (Dexter, Seashore und Anderson, 2002; Eickelmann, 2011; Sugar, Crawley und Fine, 2004; Tondeur, Cooper und Newhouse, 2010). Ein hinderlicher Faktor wird in der begrenzten Zeit gesehen, die den Lehrkräften zur Verfügung steht. Dies wirkt sich auf das tatsächliche Erlernen des Umgangs mit neuen Technologien im Rahmen der Unterrichtsvorbereitung aus. Eine fehlende Spezifizierung der Einsatzmöglichkeiten in den Curricula wird ebenfalls als Hindernis für die Entwicklung von Lernszenarien angesehen. Eine andere betrachtete Ebene stellt die Eingangsebene (bei Eickelmann *input level*) dar. Diese Ebene bezieht sich auf die Eingangsvoraussetzungen, wie Personal und finanzielle Ausstattung. Die Ausstattung, also Verfügbarkeit von und Zugang zu Neuen Medien, ist eine notwendige Voraussetzung dafür, dass diese auch von den Lehrkräften eingesetzt werden können. Andererseits sind aber auch Variablen zu beachten, die mit den Lehrkräften selbst verbunden sind. Während in der Auswertung der großangelegten, internationalen IEA-Studie *SITES 2006* (Brese und Carstens, 2006) durch Law, Pelgrum und Plomp (2008) kein Zusammenhang zwischen Mediennutzung und Alter der Lehrkräfte<sup>1</sup> gefunden wurde, sind andere Faktoren wie die Motivation, Erfahrung und Vertrautheit im Umgang mit Computern, Offenheit Neuem gegenüber und persönliche Einstellungen und Ansichten zur Nützlichkeit Neuer Medien zum Unterrichten und Lernen beachtenswerte Variablen der Lehrkräfte. Speziell zu den Einstellungen der Lehrkräfte gibt es die Ansicht, dass sie einen großen Einfluss auf den Einsatz Neuer Medien haben. So stellt beispielsweise Teo (2009) fest, dass bei einem Modell zur Akzeptanz von (neuen) Technologien die Einstellungen zur Computernutzung, die die Lehrkräfte aufweisen, eine zentrale Rolle für die Nutzungsabsicht spielen. Dabei ist auch die wahrgenommene Verbesserung der Lernergebnisse sowie wahrgenommene Motivation der Schülerinnen und Schüler ein guter Prädiktor für die Nutzungshäufigkeit. Es kann den Lehrkräften also helfen, gelungene Beispiele des Computereinsatzes zu sehen und zu erleben, um die eigene Nutzungsabsicht zu verstärken. Hinzu kommt die Tatsache, dass Lehrkräfte computergestützte Unterrichtskonzepte eher anwenden, wenn sie ihrem eigenen Unterrichtsstil ähneln (Eickelmann, 2011; Müller, Blömeke und Eichler, 2006). Aber auch dies spiegelt sich in den Einstellungen zum Computereinsatz wider. Christensen und

---

<sup>1</sup>Dieses Ergebnis lieferten auch andere Untersuchungen wie die von van Braak (2001).

## 2. Theoretische Grundlagen

Knezek (2008) stellt eine positive Korrelation der Einstellung zum Computereinsatz mit der Vertrautheit mit Computern her und auch Owston (2007) berichtet bei der Auswertung seiner internationalen Studie zur Nachhaltigkeit von Implementationsmaßnahmen für Neue Medien, dass eine positive Grundeinstellung der Lehrkräfte notwendig sei, um diese Medien einzuführen und beizubehalten. Einen noch stärkeren Schwerpunkt auf die Einstellung der Lehrkräfte bei der Integration von Computern in den Unterricht legt Ertmer (2005). Sie gibt an, dass die Einstellung sich wesentlich auf die Wahrnehmung des Computereinsatzes auswirke und damit einen grundlegenden Unterschied für das weitere Vorgehen mache. Es scheint also elementar zu sein, die Einstellungen der Lehrkräfte für den Einsatz Neuer Medien im Unterricht genauer zu untersuchen. Auch in diesem Zusammenhang ist eine fachspezifische Betrachtung sinnvoll (Jones, 1999).

### 2.1.3. Einstellung zu Computern

Seit der breiteren Einführung von Personal Computern ab den 1960er Jahren gibt es eine Vielzahl von Untersuchungen, die sich mit der Einstellung von Personen zum Computereinsatz beschäftigen. Zunächst richtete sich der Blick auf die Implementation der neuen Möglichkeiten, die sich durch die technologische Veränderung bot. Insbesondere wirtschaftsbezogene Untersuchungen aus dem englischsprachigen Raum sind in großer Zahl angefertigt worden.

Information technology offers the potential for substantially improving white collar performance (Curley, 1984; Edelman, 1981, Sharda et al., 1988). But performance gains are often obstructed by users' unwillingness to accept and use available systems (Bowen, 1986; Young, 1984). Because of this problem, explaining use acceptance has been a long-standing issue in MIS research (Swanson, 1974; Lucas, 1975; Schultz and Slevin, 1975; Robey, 1979; Ginzberg, 1981; Swanson, 1987). (Davis, 1989)

An diesem Zitat lässt sich zweierlei festmachen. Zum einen kann Davis schon in den 1980er Jahren auf diverse Vorarbeiten zurückgreifen und zum anderen bezieht er sich bei seiner Untersuchung von wahrgenommenem Nutzen („percieved usefulness“) und wahrgenommener Benutzerfreundlichkeit („percieved ease of use“) des Computers bzw. dessen Anwendungen auf die Verwendung im beruflichen Umfeld. Im Fokus der meisten Untersuchungen aus der Anfangszeit des Computereinsatzes steht die Einstellung von Menschen, die im Büroalltag (in Zukunft) mit dem Computer arbeiten. Viele der Fragen, aus denen sich die damaligen Testinstrumente zusammensetzen, gehen davon aus, dass die Probanden im privaten Umfeld nicht mit Computern in Berührung kommen oder grenzen das Arbeiten mit dem Computer von herkömmlichen Vorgängen, etwa dem Verwenden von Schreibmaschinen ab. Sie sind für den heutigen Kontext also weitgehend als überholt anzusehen. Neben den Einschätzungen von Vorteilen stammt aus der Zeit auch eine Reihe von Untersuchungen, die eine abschreckende Wirkung des Computers genauer in den Blick nehmen. So untersuchte Rosen, Sears und Weil (1987) die „Computerphobie“, die einige Nutzerinnen und Nutzer an den Tag legen und stellte dabei fest, dass emotionale und rationale Komponenten im Umgang mit dem Computer eine wichtige Rolle spielen. Die

Angst vor dem Computereinsatz nimmt auch bei den Betrachtungen von Heinssen, Glass und Knight (1987), die zur Messung dieser Angst die *Computer Anxiety Rating Scale (CARS)* entwerfen, einen zentralen Stellenwert ein. Auch bei diesen Erhebungen kann nicht ohne Weiteres eine Übertragung in den modernen Kontext vorgenommen werden. Aussagen wie „I feel insecure about my ability to interpret a computer printout.“ scheinen heute kaum nachvollziehbar bzw. müssen auf Auswertungsergebnisse im Allgemeinen umgedeutet werden. Dennoch sollte der grundsätzliche Gedanke, dass der Computer abschreckend auf potentielle Anwender wirken kann, auch bei modernen Untersuchungen nicht außer Acht gelassen werden.

In jüngerer Zeit gibt es auch im deutschsprachigen Raum Untersuchung zum Computereinsatz und dank diverser Anwendungsmöglichkeiten im schulischen Kontext, wie sie im vorherigen Abschnitt schon erläutert wurden, gibt es auch speziellere Untersuchungen zu den Anwenderinnen und Anwendern in diesem Bereich, nämlich den Schülerinnen und Schülern sowie den Lehrkräften. Verschiedene Untersuchungen beschäftigen sich etwa mit dem Einfluss auf die Motivation oder die Lernleistung der Kinder und Jugendlichen durch konkrete Interventionen oder Programme (z. B. Brell, 2008). Andere Untersuchungen beziehen sich auf Computer- und informationsbezogene Kompetenzen, das Wissen im Umgang mit Computern (Bos u. a., 2014) oder die Selbstwirksamkeitserwartung der Lernenden (Spannagel und Bescherer, 2009). Andererseits gibt es auch Studien, die sich mit den Lehrkräften beschäftigen. Verschiedene Studien geben einen Einblick in die Nutzungshäufigkeit Neuer Medien durch die Lehrkräfte. Dabei handelt es sich einerseits um größere internationale Studien, die fachunabhängig den Vergleich der Computernutzung und Ausstattung zwischen verschiedenen Staaten ziehen. Diese Untersuchungen, wie etwa *ICILS 2013* (Bos u. a., 2014) oder *Survey of Schools* (Europäische Kommission, 2013a) werden oftmals im gesellschaftlichen oder politischen Diskurs aufgegriffen, um zu betonen, dass das deutsche Schulsystem bei der Computerausstattung und -erziehung nur mittelmäßig bis schlecht abschneide (z. B. Friedmann, 2014; Spiewak, 2014). Wie aber schon im vorherigen Kapitel gezeigt wurde, sind andererseits Untersuchungen zur Einstellung der Lehrkräfte elementar, um deren Akzeptanz von Neuen Medien und auch von Fortbildungsmaßnahmen dazu zu verstehen.

Die Studien, die sich bisher mit der Einstellung zum Computereinsatz beschäftigen, sind fast ausschließlich nicht auf Physiklehrkräfte bezogen. Ein validiertes Testinstrument ist *INCOBI-R* von Richter, Naumann und Hertz (2010). Es handelt sich dabei um eine revidierte Fassung des Inventars zur Computerbildung (INCOBI) (Naumann, Richter und Groeben, 2001; Richter, Naumann und Groeben, 2001). Neben computerbezogenen Einstellungen wird in diesem Instrument auch Computerängstlichkeit sowie praktisches und theoretisches Computerwissen abgefragt. Die ursprüngliche Zielpopulation, für die der INCOBI entwickelt wurde, sind Studierende der Geistes- und Sozialwissenschaften, weil die Autoren vor allem im akademischen Lernen den Mangel eines standardisierten diagnostischen Instruments wahrgenommen haben und ausräumen wollten. Die Beschränkung auf Geistes- und Sozialwissenschaften rührt daher, dass die Zielpopulation keine besonderen Computerkenntnisse haben sollte. Damit eignet sich dieses Instrument definitiv nicht für Informatikstudierende und auch bei Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern (z. B. aus der Physik) kann die Bewertung „keine besonderen

## 2. Theoretische Grundlagen

Computerkenntnisse“ in Frage gezogen werden. Dennoch sind die Skalen, die sich auf die Einstellung zum Computer beziehen, von ihrer Stoßrichtung her interessant. Die Computerängstlichkeit wurde bereits im ersten Abschnitt dieses Kapitels betrachtet. Daneben wird der Computer jeweils als Lern- und Arbeitsmittel und als Unterhaltungs- und Kommunikationsmittel für die Aspekte „nützliches Werkzeug/Technologie“, „unbeeinflussbare Maschine/Technik“ einmal nach der persönlichen Erfahrung und einmal nach den gesellschaftlichen Folgen beurteilt. Damit ergeben sich acht Skalen. Diese Skalen sind für die vorliegende Fragestellung, nämlich wie Physiklehrkräfte zum Computereinsatz im und außerhalb des Unterrichts stehen, nur zum Teil zielführend.

Eine weitere Studie, die sich mit der Einstellung zum Computereinsatz beschäftigt, stammt von van Braak (2001). Sie legt den Schwerpunkt der Erhebung auf den Computereinsatz im Unterricht und hat Lehrkräfte der Sekundarstufe als Zielgruppe, die mit dem Computereinsatz grundsätzlich vertraut sind. Durch van Braaks Untersuchung wird auch die Entscheidung unterstützt, Physiklehrkräfte nicht genauso zu behandeln wie Geistes- und Sozialwissenschaftler. Dieser hat nämlich festgestellt, dass Lehrkräfte, die ein technologiebezogenes Fach unterrichten, sich in ihrer Einstellung signifikant von denen unterscheiden, die ein anderes Fach unterrichten.

Ähnlich wie van Braak nehmen auch Ehmke, Senkbeil und Bleschke (2004) die Lehrkräfte verschiedener Schulformen und -fächer bei ihrem schulischen Einsatz Neuer Medien in den Blick. In Bezug auf die Einstellung zum Computer wurde in dieser Untersuchung nur erhoben, inwieweit sich die Lehrkräfte in der Verantwortung sehen, die Medienkompetenz zu vermitteln und wie hoch die computerbezogene Kontrollüberzeugung ist (Ehmke, Senkbeil und Bleschke, 2004; Pietzner, 2009). Dennoch unterteilen Ehmke, Senkbeil und Bleschke die Lehrkräfte basierend auf ihrer Rollenidentität, ihrem Wissen und ihrer Kompetenz sowie ihrer Kooperationsbereitschaft in fünf Typen. Eine Gruppe sind die Enthusiasten, die sich grundsätzlich im Schulalltag nicht zu hoch belastet fühlen und im Bezug auf den Computereinsatz eine positive Einschätzung ihrer eigenen Fähigkeiten an den Tag legen und sowohl in der privaten als auch in der schulischen Nutzung Neuer Medien durch ihre Häufigkeit auffallen. Daneben gibt es die aufgeschlossenen Pragmatiker. Sie nutzen Neue Medien am häufigsten in ihrem Unterricht, sind aber wenig bereit, sich an Fortbildungen zu beteiligen. Die eigene Kompetenz bezüglich des Einsatzes wird als eher gering eingeschätzt. Die dritte Gruppe stellen die verhinderten Mediennutzer dar. Sie zeigen ebenfalls kaum Fortbildungsbereitschaft, halten es aber für notwendig, den Schülerinnen und Schülern Fähigkeiten und Fertigkeiten für den Umgang mit dem Computer beizubringen. Paradoxerweise findet bei den verhinderten Mediennutzern jedoch kaum Computereinsatz im Unterricht statt. Die vierte Gruppe sind die interessierten Laien. Sie sind grundsätzlich nicht besonders engagiert, weisen aber eine sehr hohe Bereitschaft auf, an Fortbildungen teilzunehmen, auf. Bei sich selbst wird die Medienkompetenz eher gering eingeschätzt. Die letzte Gruppe, die von Ehmke, Senkbeil und Bleschke identifiziert wird, sind die Innovationsablehner. Sie nutzen Neue Medien im Unterricht nicht und haben auch kein Interesse daran.

Neben den beiden Untersuchungen von van Braak und Richter, Naumann und Groeben und darauf aufbauend hat auch Pietzner (2009) die Einstellung von Lehrkräften untersucht. Sie hat als Zielpopulation Lehrkräfte der Sekundarstufe, die eine Naturwissenschaft

(Biologie, Chemie oder Physik) unterrichten, untersucht. Sie unterteilt die Lehrkräfte nach der Häufigkeit ihres Computereinsatzes im Unterricht in „Nutzer“ (mindestens einmal pro Monat) und „Meider“ (seltener als einmal pro Monat) und betrachtet die Einstellung der beiden Gruppen. 60% der Lehrkräfte fallen demnach in Pietzners Kategorie der Meider. Diese Gruppe zeichnet sich durch drei wesentliche Hinderungsgründe aus: die Unterrichtsthemen, die Ausstattung und die Unsicherheit der Lehrkräfte. Die Nutzer haben eher Spaß an neuen Programmen. Insgesamt konzentriert sich Pietzner auf die Gruppe der Meider und führt die genaue Rolle der Einstellungen nur in beschränktem Maße weiter aus. Um einen Rückschluss auf die adressatengerechte Ausrichtung von Fortbildungen für Physiklehrkräfte zu schließen, muss an dieser Stelle also noch weitergegangen werden.

Einen Blick exklusiv auf Physiklehrkräfte richtet T. Fischer (2008) in seiner Studie, in der er anhand von zwölf Fallstudien die Unterrichtspraxis dieser Lehrkräfte in Bezug auf ihren Medieneinsatz und vor allem auf die Planungsphase bezogen, untersucht. Er identifiziert zwei Typen von Lehrkräften, nämlich die Novizen und die Experten in Bezug auf ihre Medienkompetenz. Er hält es für sinnvoll, Weiterbildungsmaßnahmen, in denen fachdidaktische Konzepte vermittelt werden, anzubieten. Die Einstellungen zu Neuen Medien werden von T. Fischer nur implizit betrachtet.

## 2.2. Außerschulische Lernorte

Unter dem Begriff *außerschulische Lernorte* versammelt sich eine Mannigfaltigkeit von Bildungsangeboten für Kinder und Jugendliche. Sie haben alle gemeinsam, dass sie den Schülerinnen und Schülern Wissen und Erfahrungen außerhalb des gewohnten Lernortes, etwa des Schulgebäudes, näher bringen. Je nach fachlichem Kontext kann dies in Universitäten, Museen, Opernhäusern, Firmen und Betrieben, der freien Natur oder an ganz anderen Orten stattfinden. Karpa, Lübbecke und Adam (2015) haben Beispiele aus verschiedenen Unterrichtsfächern und Kontexten zusammengetragen. Die Einbindung außerschulischer Lernorte verfolgt je nach Einsatzart verschiedenste Ziele und dient meist zur Bereicherung der Möglichkeiten des unterrichtlichen Lernens. Thomas (2009) bezeichnet als generelles Ziel des Lernens außerhalb der Schule, Schülerinnen und Schülern vor Ort Erfahrungen zu vermitteln, die in der Schule selbst nicht möglich sind. Thomas bemerkt außerdem, dass Orte außerhalb der Schule erst dann zu Lernorten werden, wenn sie absichtsvoll in den Unterricht einbezogen werden.

Eines dieser außerschulischen Angebote, meist im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen (kurz: *MINT*) Bereich, bilden Schülerlabore. Der Begriff „Schülerlabor“ ist allerdings nicht geschützt, sodass sich unter diesem Oberbegriff eine Vielzahl von außerschulischen Lernorten versammeln, die sich untereinander jedoch mitunter in Organisationsform und verfolgten Zielen recht stark unterscheiden können. Haupt u. a. (2013) haben daher versucht eine Begriffsschärfung und Kategorisierung von Schülerlaboren vorzunehmen. Sie unterscheiden sechs verschiedene Kategorien von Schülerlaboren. Allen ist gemein, dass sie das Wissenschaftsinteresse und -verständnis von Schülerinnen und Schülern steigern, Nachwuchs für MINT-Berufe und -Studiengänge gewinnen wollen und dass Fachpersonal zur Betreuung zur Verfügung steht. Haupt u. a. setzen im Allgemeinen

## 2. Theoretische Grundlagen

folgende Kriterien für Schülerlabore an: Sie bilden einen außerschulischen Lernort im MINT-Bereich und werden dauerhaft betrieben (also an mindestens 20 Tagen im Jahr). Außerdem soll der Schwerpunkt auf eigenem Experimentieren mit Schwerpunkt auf dem Forschungsprozess liegen. Diese Ziele und Kriterien müssen alle außerschulischen Lernorte, die unter dem Begriff „Schülerlabor“ nach Haupt u. a. (2013) fallen, genügen. Weitere Ziele hängen von der jeweiligen Kategorie ab.

1. *Klassische Schülerlabore* werden von ganzen Klassen im Rahmen schulischer Veranstaltungen besucht. Die Experimente, an denen die Schülerinnen und Schüler arbeiten, sind an das Curriculum angelehnt, was eine Verknüpfung des Schülerlaborbesuchs mit dem Unterrichtsgeschehen erleichtert. Meist kommen die Klassen zu (Halb-)Tagesveranstaltungen.
2. *Schülerforschungszentren* bieten Kindern und Jugendlichen in ihrer Freizeit die Möglichkeit, alleine oder in kleinen Gruppen zu experimentieren. Ein Bezug zum Lehrplan besteht nicht automatisch. Vielmehr steht das Arbeiten an eigenen Forschungsprojekten im Mittelpunkt, das mit zunehmendem Alter der Teilnehmerinnen und Teilnehmer immer weniger intensiv betreut wird. Es kommt häufig vor, dass die erarbeiteten Projekte auch für Wissenschaftswettbewerbe wie „Jugend Forscht“ genutzt werden.
3. *Lehr-Lern-Labore* werden an Universitäten mit in die Lehrerausbildung einbezogen. Studierende beschäftigen sich in diesen Laboren im Rahmen von Seminaren oder Praktika mit fachdidaktischen Aspekten wie etwa der Erstellung von Arbeitsmaterialien und Lernumgebungen für oder mit der Betreuung von Schülerinnen und Schülern. Damit sind diese Art von Schülerlaboren mit in die Kernaufgaben der Universität eingebunden.
4. *Schülerlabore zur Wissenschaftskommunikation* sind meist an großen Forschungszentren angesiedelt und bieten einen Einblick in die wissenschaftliche Arbeit der jeweiligen Zentren. Es besteht meist kein Zusammenhang zum Curriculum, sondern das Zentrum versucht über seine Arbeit zu informieren und somit Öffentlichkeitsarbeit zu betreiben. Daneben wird auch ein Eindruck von der Arbeitsweise und den Berufsmöglichkeiten gegeben.
5. *Schülerlabore mit Bezug zu Unternehmen* finden sich vorzugsweise an forschungsinintensiven Unternehmen der Großindustrie und geben auf schülergerechtem Niveau Einblick in Betriebsprozesse. Je nach Unternehmen liegt der Schwerpunkt dabei mehr oder weniger auf den Vorgängen von der Idee bis zum Produkt.
6. *Schülerlabore mit Berufsorientierung* haben als Ziel vor allem die Nachwuchsförderung für MINT-Berufe und -Studiengänge. Für diese Art der Schülerlabor bietet es sich auch an, Kooperationspartner aus der Industrie, kleinen und mittelständischen Unternehmen oder der Wissenschaft miteinzubeziehen. Örtlich können sie als praxisbezogenes Modul in speziellen Schülerlaborräumen oder auch an authentischen Orten in der Realität angesiedelt sein.



Diese Kategorien sind nicht als disjunkt anzusehen. So kann es durchaus vorkommen, dass eine Klasse einen klassischen Schülerlabortag verbringt, die betreuenden Studierenden jedoch im Rahmen eines Seminars oder Praktikums die Lerngelegenheit konzipiert haben und diese mit der Klasse erproben. In diesem Fall handele es sich sowohl um ein klassisches Schülerlabor als auch um ein Lehr-Lern-Labor. Ein Vorteil, den Schülerlabore nutzen, ist, dass sie nicht an die strengen zeitlichen Vorgaben wie Unterrichtsstunden (45-Minuten-Taktung) gebunden sind. Dadurch können Lernprozesse flexibler gestaltet werden (Euler, Schüttler und Hausamann, 2015). Bei allem Trennenden gibt es doch auch einen gemeinsamen Kern. Sie sind bezogen auf die Formalität der Lernsituation auf einem Spektrum zwischen informell (Science-Center, Museen) bis formell (Schulunterricht) in der Mitte anzusiedeln und füllen damit eine Lücke auf, die zuvor klaffte (Guderian und Priemer, 2008). Außerdem werden die verschiedenen Schülerlabore durch die Prämisse verbunden, das Interesse an MINT-Fächern, -Berufen und -Studiengängen zu steigern.

Seit den 2000er Jahren sind einige Studien zur Wirksamkeit von Schülerlaborbesuchen angefertigt worden. In einem Überblick über Studien zur Wirksamkeit von Schülerlaboren haben Guderian und Priemer (ebd.) festgestellt, dass das Interesse durch einen Schülerlaborbesuch zwar kurzfristig signifikant ansteigt, aber danach auch schnell wieder sinkt. Das ist allerdings auch aufgrund des singulären Charakters eines Schülerlaborbesuchs leicht nachzuvollziehen. Gerade in Anbetracht der Tatsache, dass diese Besuche im Unterricht kaum eine Vor- oder Nachbereitung erfahren, ist es „höchst kontraintuitiv“ eine nachhaltige Wirkung anzunehmen, (Euler, Schüttler und Hausamann, 2015). Euler, Schüttler und Hausamann (ebd.) tragen die Ergebnisse von Studien in verschiedenen Fächern zusammen und zeigen kurz- bis mittelfristige Effekte im Bereich des emotionalen Interesses (Labortätigkeit hat Spaß gemacht), wertbezogenen Interesses (Bedeutsamkeit des Laborbesuchs) und epistemischen Interesses (Wunsch, mehr zu lernen) auf. Pawek (2009) kann in seiner Studie neben einem positiven Einfluss auf das Interesse auch eine positive Veränderung des Fähigkeitsselbstkonzepts von Schülerinnen und Schülern nachweisen. Euler, Schüttler und Hausamann (2015) ziehen insgesamt ein positives Fazit aus dem Forschungsstand zu Schülerlaboren:

Trotz einiger Unterschiede in der Wirksamkeit, die mit der Zielgruppe, dem Fach und der spezifischen Laborkonzeption in Zusammenhang stehen, zeichnen die bislang durchgeführten Studien ein durchweg optimistisch stimmendes Bild von der Wirkung der Schülerlaborangebote in unserem Bildungssystem. (ebd.)

Dem entgegen steht ein zusammenfassender Beitrag der aktuellen Forschungsergebnisse von Nickolaus und Mokhonko (2017). Diese ziehen den Schluss, dass aufgrund der nur kurzfristig auftretenden positiven Effekte auf Interesse, Berufsorientierung und Selbstkonzepte der Schülerinnen und Schüler die „umfangreichen Mittel, die in dieses Segment investiert werden“, an anderer Stelle vielleicht besser eingesetzt seien. Allerdings gestehen sie Schülerlaboren positive Effekte im Bereich von Konzeptentwicklung der Schülerinnen und Schüler zu.

Im Rahmen von Lehr-Lern-Laboren wurden auch bereits Auswirkungen von Schülerlaboren auf die zur Konzeption und Betreuung eingesetzten Studierenden untersucht.

## 2. Theoretische Grundlagen

Es werden Auswirkungen auf das akademische Selbstkonzept der betreuenden Studierenden erwartet, die sich auf Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und pädagogisches Wissen erstrecken (Elsholz und Trefzger, 2017). Außerdem kann bei den Studierenden eine Verbesserung der professionellen Unterrichtswahrnehmung durch ihre Tätigkeit im Lehr-Lern-Labor nachgewiesen werden (Treisch und Trefzger, 2017). Die Art der Veränderungen und auch die zu erwartende Stärke hängt logischerweise auch von der genauen Strukturierung des begleitenden Seminars ab und ist somit nicht als Automatismus bei der Betreuung im Rahmen von Schülerlaboren anzusehen. Es lässt sich aber der Schluss ziehen, dass im Rahmen von Lehr-Lern-Laboren eine positive Wirkung auf die Lehramtsstudierenden zu erwarten ist.

Neben Schülerinnen und Schülern sowie Studierenden sind in den meisten Typen von Schülerlaboren auch die Lehrkräfte der besuchenden Klassen mit anwesend. Da sie jedoch in der Regel keinen aktiven Part im Schülerlabor übernehmen, sondern die Klasse lediglich als Aufsichtsperson begleiten, gibt es bisher noch keine Untersuchungen oder begründete Vermutungen, ob nicht auch diese Gruppe durch den Laborbesuch profitieren kann. Dieses Defizit soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit angegangen und zumindest im Ansatz behoben werden, indem bestehende theoretische Modelle zu Rate gezogen werden (vgl. Kap. 2.3).

Um diese Überlegungen mit einem konkreten Beispiel zu untermauern, soll an dieser Stelle zunächst das Goethe-Schülerlabor Physik an der Universität Frankfurt vorgestellt werden.

### 2.2.1. Goethe-Schülerlabor Physik

Seit dem Herbst 2013 existiert an der Universität Frankfurt das „Goethe-Schülerlabor Physik gefördert von der Adolf Messer Stiftung“. In diesem Schülerlabor finden für Schulkassen der Primarstufe sowie vorrangig der Sekundarstufen I und II Versuchstage statt, bei denen ein Schwerpunkt auf dem Computereinsatz liegt. Dabei sollen die Schülerinnen und Schüler im Schülerlabor unter anderem mit Hilfe von Sensoren oder Videokameras Realexperimente erfassen und an Simulationen experimentieren. Diese Konzeption lässt eine Einordnung als „klassisches Schülerlabor“ nach Haupt u. a. (2013) zu.

Ein typischer Experimentiertag läuft so ab, dass eine Schulklasse mit ihrer Lehrkraft einen Vormittag im Schülerlabor verbringt. Die Klasse ist je nach Altersstufe und Thema zwischen drei und fünf Stunden im Schülerlabor aktiv und bearbeitet vorbereitete Experimente anhand von Arbeitsheften, die jede Schülerin und jeder Schüler erhält. Die Klasse wird zu Beginn ihres Besuchs in Kleingruppen von drei bis sechs Schülerinnen und Schülern aufgeteilt, die dann einen Stationenzirkel durchlaufen. Zur Betreuung steht an jeder Station eine studentische Hilfskraft (meist Studierende des Lehramts) bereit, die die Kleingruppe betreut. Die Arbeitshefte sind möglichst selbsterklärend gestaltet, sodass die Betreuerinnen und Betreuer sich darauf konzentrieren können, auf die Fragen und Probleme der Schülerinnen und Schüler einzugehen und so das individuelle Verständnis zu unterstützen. Außerdem kann durch die so gegebene Aufsicht auch ermöglicht werden,

dass komplexere Experimente oder solche mit empfindlichen oder teuren Materialien durch die Schülerinnen und Schüler selbst durchgeführt werden können.

Um einen konkreteren Einblick zu verschaffen, werden im Folgenden die sechs am häufigsten angebotenen Themen vorgestellt, die von Klassen im Erhebungszeitraum (vgl. Kap. 5.2) durchgeführt wurden. Außer diesen Themen ist das Goethe-Schülerlabor Physik auch in fächerübergreifende Aktivitäten eingebunden und in die Erprobung von wissenschaftlichen Hausarbeiten („Examensarbeiten“) von Studierenden, sofern diese die Konzeption oder Evaluation eines Schülerlaborthemas beinhalten.

### 2.2.1.1. Physik und Kriminalistik

Das Schülerlabor zum Thema „Physik und Kriminalistik“ besteht aus vier umfangreichen Stationen, die Experimente aus verschiedenen Themenbereichen der Physik enthalten und ist an die Konzeption von Ottenthal (2012) angelehnt. Im Mittelpunkt aller Experimente steht ein fiktiver Mordfall in einem Museum, den die Schülerinnen und Schüler anhand kriminaltechnischer Untersuchungen von Spuren aufklären sollen. Dazu gibt es an jeder Station eine Untersuchung, die im Fall weiterhilft und mehrere Experimente, die die Funktionsweise und den physikalischen Hintergrund besser verständlich machen. Die vier Stationen können in beliebiger Reihenfolge durchlaufen werden. Im Rahmen einer dieser Stationen wird auch der Computer eingesetzt. Das Schülerlabor ist für Schülerinnen und Schüler ab Jahrgangsstufe neun empfohlen.

An der ersten Station beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit Lumineszenzphänomenen und damit mit Experimenten aus Optik und Atomphysik. Neben Versuchen zu Dispersion sowie Emission und Absorption werden verschiedene Lumineszenzerscheinungen (Phosphoreszenz, Fluoreszenz und Chemolumineszenz) anhand von Experimenten erkundet und schließlich mit einer Luminollösung Blutrückstände auf einer Fliese nachgewiesen.

Die zweite Station dient der Analyse von Einschusslöchern, die die Schülerinnen und Schüler in einer (Holz-) Wand finden. Dabei werden Kenntnisse aus Mechanik und Optik genutzt. Zunächst werden Laserpointer in den Löchern in der Wand platziert und der Strahlengang zur Rekonstruktion der Flugbahn der Pistolenkugeln mit einer Nebelmaschine sichtbar gemacht. So können Größe und Schussposition des Täters ermittelt werden. Der Vergleich mit herkömmlichen Taschenlampen, die einen Lichtkegel ausstrahlen, mit den verwendeten Laserpointern zeigt, dass letztere eine bessere Rekonstruktion der Flugbahn zulassen. Durch Betrachten des waagerechten Wurfs anhand eines Balls wird jedoch der Einfluss der Erdbeschleunigung auf die Flugbahn eines Körpers in die Diskussion gebracht. Um die reale Flugbahn einer Pistolenkugel festzustellen, simulieren die Schülerinnen und Schüler diese mit dem Modellbildungsprogramm *NEWTON-II* (Lück, 2011) am Laptop. Dazu geben sie alle notwendigen Parameter (Startgeschwindigkeit, Erdbeschleunigung, . . .) anhand einer kleinschrittigen Anleitung ein, betrachten die errechnete Flugbahn in einem  $y(x)$ -Graphen und erhöhen schrittweise die Startgeschwindigkeit der Pistolenkugel in x-Richtung. Die Schülerinnen und Schüler bewerten daraufhin, ob ihr experimentelles Vorgehen am Anfang der Station, nämlich Flugbahnrekonstruktion per Laserstrahl, in Ordnung war.

## 2. Theoretische Grundlagen

An der dritten Station beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit Elektrostatik und Optik. Durch Experimente zur Influenz bzw. elektrische Polarisation, lernen sie zunächst Eigenschaften elektrischer Ladung kennen. Diese Kenntnisse werden dann angewandt, um einen Schuhabdruck mit einer elektrostatischen Matte abzunehmen. Aus der Größe des Abdrucks lässt sich die Schuhgröße des Täters ermitteln. Im zweiten Teil der Station beschäftigt sich die Gruppe damit, wie man mithilfe zweier Spiegel einen Laserstrahl so umlenken kann, dass die Alarmanlage des Museums beim Durchgehen nicht ausgelöst wird.

Die vierte Station bietet Experimente zu optischen Instrumenten und zur Vergrößerung. Die Schülerinnen und Schüler bestimmen experimentell den Vergrößerungsfaktor einer Lupe und anschließend die Brennweite zweier Sammellinsen. Aus diesen Linsen sollen sie dann ein Mikroskop bauen, um die Aufschrift auf dem Boden einer Patronenhülse zu lesen und so deren „Seriennummer“ zu sichern. Danach nehmen sie ihre eigenen Fingerabdrücke sowie einen von einem Kunstobjekt, den der Täter dort hinterlassen hat. Nachdem sie in einem Experiment die Funktionsweise von Umlenkprismen kennengelernt haben, nutzen sie diese, um den Aufbau eines Vergleichsmikroskops zu vervollständigen und zwei vergrößerte Abdrücke zu vergleichen.

Jede dieser Stationen dauert ca. eine Stunde und nachdem alle Gruppen die vier Stationen absolviert haben, können sie aus einer Liste der Verdächtigen ihren mutmaßlichen Täter ermitteln. Zur Auflösung bekommen sie den „tatsächlichen“ Tathergang erzählt und können sehen, ob ihre Ermittlungen erfolgreich waren.

### 2.2.1.2. Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen

Der Experimentierzyklus zur Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen beruht auf dem Entwurf von Eberlein und Wilhelm (2011). An jeder von insgesamt sechs Stationen arbeiten die Schülerinnen und Schüler mit dem Videoanalyseprogramm *measure dynamics* (Suleder, o. J.). Fachlicher Inhalt ist die Bewegungslehre in der Sekundarstufe I nach dem Mechanikkonzept von Wilhelm, Tobias u. a. (2012). Das Schülerlabor ist ab Jahrgangsstufe sieben empfohlen.

Die Schülerinnen und Schüler bekommen zu Beginn des Experimentiervormittags eine Einführung in den fachlichen Inhalt und in das Computerprogramm *measure dynamics*. Das Programm wird anhand der Analyse eines einfachen Videos eines fallenden Balles eingeführt und die automatische Analysefunktion zur Messwertaufzeichnung sowie dynamische Einblendungen vorgestellt. Im weiteren Verlauf des Vormittags liegen den Schülerinnen und Schülern ausgedruckte Anleitungen des Programms vor, in denen die wichtigsten erforderten Funktionen aufgeführt und illustriert sind.

Die ersten beiden Stationen des Experimentierzyklusses dienen im Wesentlichen dazu, die Funktionsweise des Programms und die wesentlichen Aspekte beim Aufnehmen eines Videos zu Analyse Zwecken kennenzulernen. Für sie sind ca. 20 Minuten einkalkuliert. Die restlichen vier Stationen dauern jeweils ca. 40 Minuten und nutzen die Videoanalyse zum Erarbeiten und Vertiefen eines Verständnisses von Geschwindigkeit und Beschleunigung bei zweidimensionalen Bewegungen. Die betrachteten Vorgänge werden an unterschiedlichen Spielzeugen (Autorennbahnen, Flummis, elektrischen Eisenbahnen) oder einem

Ausschnitt aus einem Spielfilm, der kritisch hinterfragt und experimentell nachgestellt wird, exemplarisch erarbeitet. Die Schülerinnen und Schüler drehen die meisten Videos mithilfe von Digitalkameras selbst, um sie dann zu untersuchen und die Fragen der Arbeitshefte zu beantworten.

### 2.2.1.3. Biomechanik

Das Schülerlabor zur Biomechanik ist im Rahmen eines interdisziplinären Schülerlaborprojekts in Zusammenarbeit mit Sportpädagogik und Biologiedidaktik entstanden (genauere Beschreibung inklusive der anderen Disziplinen in Klees u. a., 2016). Der Physik-Teil kann jedoch auch als einzelne, eigenständige Veranstaltung genutzt werden. An drei Stationen arbeiten die Schülerinnen und Schüler an Laptops mit einem Videoanalyseprogramm und Kraftmessplatten. Die notwendigen Programme werden nicht extra eingeführt, sondern ggf. von den betreuenden Studierenden an den entsprechenden Stationen individuell erklärt. Zielgruppe für dieses Laborangebot sind Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II, die bereits die Mechanik der Oberstufe behandelt haben.

An der ersten Station beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit den Kräften und Beschleunigungen, die beim Springen und Gehen am eigenen Körper auftreten. Dazu werden Messwerte mit einer Kraftmessplatte mit dem Programm *SPARKvue* (PASCO scientific, 2009) aufgenommen und graphisch angezeigt. Die Schülerinnen und Schüler lernen im ersten Teil der Station zunächst kennen, was genau die Platte misst und das Programm anzeigt, um anschließend die Normalkraft, die beim Springen auf der Platte auftritt, zu analysieren. Der Verlauf des  $F(t)$ -Diagramms wird anhand verschiedener Fragestellungen betrachtet und begründet. Im zweiten Teil der Station betrachten die Schülerinnen und Schüler die Normal- und die Querkraft, die beim Gehen über die Platte auftreten. Dabei können sie feststellen, dass der Fuß beim Auftreten zunächst abgebremst wird und beim Weitergehen die Platte in die entgegengesetzte Richtung drückt.

Die zweite Station beinhaltet, dass zur Videoanalyse mit *measure dynamics* eine Schülerin bzw. ein Schüler beim Springen gefilmt wird. Das Video wird anschließend automatisch analysiert und die Gruppe beschäftigt sich mit den Geschwindigkeiten und Beschleunigungen, die in den einzelnen Bewegungsphasen (Absprung, Flug, Landung) auftreten. Dazu nutzen sie einerseits dynamische Einblendungen von Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvektoren im Programm und andererseits die Möglichkeit, dass man sich verschiedene Graphen (Ort, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsbetrag oder -komponenten) parallel zum Video anzeigen lassen kann. Die Graphen bauen sich dabei auch beim Ablauf des Videos simultan mit auf, sodass man beim Betrachten und Stoppen des Videos an beliebiger Stelle auch immer den aktuellen Wert jeder Größe mit der momentanen Bewegung verbinden kann.

Im Rahmen der dritten Station nehmen die Schülerinnen und Schüler ein Video einer joggenden oder sprintenden Person auf. Dieses Video wird ebenfalls per *measure dynamics* analysiert. Dabei werden die verschiedenen Bewegungsabläufe von Kopf und Hüfte (eher sinusartig) mit denen eines Fußes (abruptes Abbremsen und Beschleunigen) verglichen. Zur Veranschaulichung werden wieder dynamische Einblendungen von Geschwindigkeits-

## 2. Theoretische Grundlagen

und Beschleunigungspfeilen sowie die Ortskurven der jeweiligen Körperteile im Verlauf der Bewegung untersucht.

### 2.2.1.4. Auge und Sehen

Das Schülerlabor zum Thema Auge und Sehen basiert auf der wissenschaftlichen Hausarbeit zum ersten Staatsexamen von Ghanem (2014). Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten zu diesem Thema an acht Stationen à ca. 20 Minuten Experimente und Fragen zu verschiedenen Aspekten des Sehvorgangs und der biologischen und physikalischen Hintergründe. Dabei werden Strahlengänge an Linsen und Blenden unter unterschiedlichen Gesichtspunkten betrachtet. Das Schülerlabor ist als Ergänzung für den Optikunterricht in Sekundarstufe I gedacht.

An einer Station wird mithilfe von Sensoren ein Elektrokulogramm aufgenommen. Dabei kommt ein Elektrophysiologiesensor des Systems Cobra4 in Kombination mit dem Programm *measure* (zur Datenaufnahme und -verarbeitung) zum Einsatz. An ihn werden Elektroden angeschlossen, die sich die Schülerin oder der Schüler an entsprechenden Stellen in der Nähe des eigenen Auges anbringt und zur Messwertaufnahme einen Text liest. Da sich durch die Augenbewegung die gemessenen Potentiale an den einzelnen Elektroden ändern, kann eine Differenz als Spannungsverlauf gegen die Zeit aufgetragen werden. Die Gruppe an der Station kann daraus Rückschlüsse beispielsweise auf die Lesegeschwindigkeit der Versuchsperson ziehen. Zur Durchführung des Experiments finden die Schülerinnen und Schüler an der Station eine Schritt-für-Schritt-Anleitung, wie sie zur Messwertaufnahme vorgehen sollen und einige Hinweise, die zur Auswertung der Daten helfen.

### 2.2.1.5. Magnetismus

Das Schülerlabor zum Magnetismus beruht auf den Arbeiten von Rachel (2013) und van Heukelum (2015). Die Schülerinnen und Schüler können in beliebiger Reihenfolge 16 Experimente in Kleingruppen von zwei oder drei Personen durchführen. Dabei lernen sie zum Ferromagnetismus die Polregel und das Elementarmagnetmodell kennen und können Stärke und Wirkung von Magneten im Zusammenspiel mit anderen Materialien erproben. Eine Station bietet eine Simulation am Laptop (SUPRA, 2013). Das Schülerlabor ist für den Sachunterricht in Klasse vier oder den Einstieg in das Thema im Anfangsunterricht der Sekundarstufe I geeignet.

Die Simulation dient zur Illustration des Elementarmagnetmodells. Dabei können in einem Stück Eisen Elementarmagnete eingeblendet und beobachtet werden, wie sich diese ausrichten, wenn ein Magnet mit Nord- oder Südpol in die Nähe des Eisenstücks gebracht wird. Außerdem kann die Auswirkung von Hitze und Erschütterungen auf die Ausrichtung untersucht werden. Durch die recht intuitive Bedienbarkeit der Simulation wird auf weitere schriftliche Erklärungen für die Schülerinnen und Schüler verzichtet. Im Zweifelsfall stehen betreuende Studierende für Fragen zur Verfügung.

### 2.2.1.6. Elektromobilität

Der Experimentierzyklus zur Elektromobilität ist in einem interdisziplinären Projekt in Zusammenarbeit mit Soziologie und Chemiedidaktik entworfen worden (Wilhelm, Dalichau und Lühken, 2016). Der Physikteil kann aber auch losgelöst von den anderen Fächern durchgeführt werden. Das Schülerlabor besteht aus drei Stationen, die sich mit unterschiedlichen Arten von Elektromotoren beschäftigen. An zwei dieser Stationen wird der Computer zur Animation bzw. zur Simulation eingesetzt. Voraussetzungen für den Besuch des Schülerlabors sind das Wissen um die Polregel bei Magneten und das Phänomen, dass stromdurchflossene Spulen ebenfalls wie ein Magnet wirken (Induktion selbst muss nicht bekannt sein).

In der ersten Station betrachten die Schülerinnen und Schüler zunächst eine Animation, bei der sie die Ausrichtung der magnetischen Pole beim Stromwendermotor visualisiert bekommen. Dabei sind die Magnetpole im Dauermagneten des Stators und die induzierten Magnetpole im Rotor farblich eingezeichnet. Damit lässt sich die Anziehung bzw. Abstoßung im Verlauf der Rotation darstellen. Anhand von Fragen werden die Schülerinnen und Schüler auf die auftretenden Kräfte zwischen Rotor und Stator aufmerksam gemacht, damit sie verstehen, wieso sich der Rotor dreht. Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten Fragen, anhand derer sie ein Verständnis für die Funktionsweise des Stromwendermotors entwickeln sollen. Daran anschließend führen sie mit Experimentiermodellen eigene Versuche durch und variieren Parameter (Zeitpunkt der Umpolung, Anzahl der T-Anker des Rotors etc.), die in der Animation festgelegt sind. Im letzten Schritt der Station untersuchen sie ausgebaute Stromwendermotoren aus verschiedenen Haushaltsgeräten.

In der zweiten Station bauen die Schülerinnen und Schüler jeweils einen eigenen Stromwendermotor aus einem Bausatz und versuchen ihn im Rahmen der mechanischen Möglichkeiten zu optimieren.

In der dritten Station beschäftigen sich die Schülerinnen und Schüler mit Drehstromsynchronmotoren. Zu Beginn werden sie anhand einiger kleinerer Experimente auf das Funktionsprinzip hingeführt, nämlich dass ein magnetischer Rotor einem äußeren rotierenden Magnetfeld folgt. Dann arbeiten die Schülerinnen und Schüler mit einer Simulation, in der sie veranschaulicht bekommen, wie drei stromdurchflossene Spulen bei passender Ausrichtung ein Magnetfeld erzeugen können, das mit konstantem Betrag und konstanter Winkelgeschwindigkeit rotiert. Dabei können sie die Frequenz des angelegten Wechselstroms variieren und erkennen, dass sich dementsprechend auch die Rotationsfrequenz des resultierenden Magnetfelds ändert. Nach der Simulation arbeiten die Schülerinnen und Schüler selbst mit einem Modellaufbau bzw. drei Spulen und lernen dadurch Eigenschaften dieser Motorart kennen.

Zur Übersicht ist in Tabelle 2.1 noch einmal zusammenfassend ein Überblick über die Laborthemen und die jeweilige Art des Computereinsatzes dargestellt. Bei all diesen Themen ist die Lehrkraft als Beobachterin anwesend und kann sehen, wie ihre Schülerinnen und Schüler mit den Experimenten und auch mit den eingesetzten Medien umgehen. Daher stellt sich die Frage, ob es möglich ist, dass die Lehrkraft Anregungen für den eigenen Unterricht aufnimmt oder anderweitig einen Nutzen für ihre eigene Lehrtätigkeit ziehen –

## 2. Theoretische Grundlagen

sich also fortbilden – kann. Um die Voraussetzungen dafür genauer zu prüfen, wird im nächsten Abschnitt expliziter auf die Bedingungen für gelungene Lehrerfortbildungen eingegangen.

	Messwerterfassung mit Sensoren	Videoanalyse von Bewegungen	Simulation / Ani- mation
Kriminalistik			X
Videoanalyse 2D Bewegungen		X	
Biomechanik	X	X	
Auge und Sehen	X		
Magnetismus			X
Elektromobilität			X

**Tabelle 2.1.:** Übersicht über Schülerlaborthemen und der verwendeten Art des Computers.

### 2.3. Lehrerfortbildungen

Bereits im Kapitel 2.1.2 wurden einige Forderungen nach Fortbildungen wiedergegeben (vgl. Bos u. a., 2014; Eickelmann, 2011; Kerres, 2000; Schaumburg, 2002). Aber wie begründen sich diese Forderungen überhaupt? Reicht es für die Implementation Neuer Medien in den Unterricht nicht aus, wenn man die Schulen mit der nötigen Ausstattung versorgt? Um diese Fragen zu beantworten, wird in diesem Abschnitt zunächst ein Blick in die Implementationsforschung geworfen, um festzustellen, unter welchen Umständen Innovationen implementiert werden. Darauf aufbauend werden die gängigen Theorien geschildert, wie Fortbildungen für Lehrkräfte überhaupt funktionieren und inwiefern der in dieser Arbeit vorgestellte Ansatz, anhand von Beobachtungen zu lernen, bereits den Ansprüchen an Fortbildungen genügt.

Zunächst muss aber wieder eine Begriffsklärung erfolgen. Der Begriff der Fortbildung wird oftmals in einem Atemzug mit dem Begriff Weiterbildung genannt (Bachmaier, 2011). Tatsächlich bezeichnen die beiden Begriffe jedoch nicht dasselbe. Während unter Fortbildungen Maßnahmen, die auf dem bisher Bekannten aufbauen, gemeint sind, dienen Weiterbildungen dazu, ganz neues Wissen (etwa im Sinne des Erwerbs einer Fakultas für ein zusätzliches Unterrichtsfach) zu generieren und sind meist mit einer Abschlussprüfung und einem Zertifikat verbunden (vgl. Bachmaier, 2011; Fischler, 2015).

#### 2.3.1. Implementation von Innovationen

Auf das Bildungssystem kommen aus den verschiedensten Richtungen immer wieder Innovationen zu. Seien es die Umsetzung politischer Entscheidungen, wissenschaftlicher Erkenntnisse oder technologischer Entwicklungen. Um jedoch nicht nur den Begriff



Innovation aus der Alltagssprache zu adaptieren, ohne ihn weiter zu hinterfragen, hat Hunneshagen (2005, S. 17) eine kompakte Definition für den Begriff gefasst:

Innovationen sind geplante Prozesse, mit dem Ziel einer wünschenswerten Veränderung bzw. Verbesserung, die zu einer signifikanten Änderung des Status quo führen. (ebd., S. 17)

Damit legt sie einen Schwerpunkt auf die Verbesserung des Ist-Zustands durch Neuerungen. Um diese Verbesserungen zu bewerkstelligen, müssen die Innovationen in der Praxis umgesetzt werden. Bei diesem Vorgang spricht man von Implementation. Der Vorgang, eine Innovation zu implementieren, startet also mit der Absicht, sie in das System zu integrieren und kann dann als abgeschlossen gelten, wenn die beabsichtigten Prozesse im System institutionalisiert sind und genutzt werden (Fullan und Pomfret, 1977; Hasselhorn u. a., 2014). Das bedeutet also auch, dass die Implementation kein singuläres Ereignis sein kann, sondern ebenfalls einen Prozess darstellt.

Coburn (2003) nennt vier Kriterien für den Erfolg einer Implementation, nämlich die Tiefe (*depth*) der Veränderung, ihre Nachhaltigkeit (*sustainability*), ihre Verbreitung (*spread*) und das Zu-Eigen-Machen der Innovation (*shift in reform ownership*). Die Tiefe der Innovation lässt sich mit dem Grad der Umsetzung im Sinne der Initiatoren identifizieren. Soll beispielsweise ein neues Computerprogramm für eine bestimmte Arbeitsmethode im Unterricht eingeführt werden, aber die Lehrkräfte übernehmen nur das Programm und nicht die Methode, ist die Tiefe der Implementation nicht sehr hoch. Es gilt speziell zu beachten, inwiefern Lehrkräfte nur ihren bestehenden pädagogischen Überzeugungen entsprechende Teile der Innovation übernehmen oder ob auch diese Einstellungen, die dem Verhalten zugrunde liegen, modifiziert werden (Hasselhorn u. a., 2014). Speziell mit der Nachhaltigkeit beim Implementieren Neuer Medien in Schulen hat sich Eickelmann (2011) genauer beschäftigt. Sie zeigt auf, dass dafür die Entwicklung und Verbesserung von (Medien-) Konzepten, die Unterstützung der Lehrkräfte durch die politische Ebene und „pedagogical training“ – also Fortbildungen – für die Lehrkräfte nötig sind. Der Grad der Verbreitung einer Neuerung ist ein recht offensichtliches Merkmal für ihre Implementation. Allerdings sollte man die Verbreitung speziell im Bezug auf Neue Medien eher als notwendiges, nicht aber als hinreichendes Kriterium ansehen. Wenn beispielsweise eine Schule so mit Laptops ausgestattet wird, dass jede Schülerin und jeder Schüler einen zur Verfügung hat, ist die Verbreitung der technischen Innovation hoch. Nutzen die Lehrkräfte trotzdem statt der Laptops lieber die bisherigen Arbeitsblätter oder geben ihren Schülerinnen und Schülern diese einfach als digitales Dokument, dann ist die Implementation nach Coburn offensichtlich nicht erfolgreich. Dafür ist nämlich auch wichtig, dass die Lehrkräfte sich die Innovation selbst zu eigen machen. Sie müssen für den Erfolg selbst hinter dem Prozess stehen und diesen mit eigenen Ideen bereichern.

Für eine Implementation identifizieren Gräsel und Parchmann (2004) im Wesentlichen drei Strategien: Top-down-Strategien, Bottom-up-Strategien und symbiotische Strategien. Top-down-Strategien liegen vor, wenn die Innovation (für den Unterricht oder die Schule) von außen initiiert wird. Ein Beispiel dafür ist etwa die Einführung der achtjährigen Gymnasialzeit in Bayern durch das Kultusministerium. Als wichtige Einflussfaktoren für die Implementation sind die Merkmale der Lehrkräfte besonders wichtig. Daher sind

## 2. Theoretische Grundlagen

flankierende Maßnahmen wie Informationsmaterialien oder Fortbildungen erforderlich, die eben auf diese Merkmale ausgerichtet sind.

Generell ist es in der Implementationsforschung unbestritten, dass Einstellungen der Lehrkräfte gegenüber der Innovation und Überzeugungen für die Umsetzung der Veränderung entscheidend sind. (Gräsel und Parchmann, 2004, S. 203)

Bottom-up-Strategien liegen vor, wenn Innovationen direkt von den Akteuren, (z. B. den Lehrkräften oder Schulen) konzipiert werden. Gräsel und Parchmann (ebd.) meinen jedoch, dass es sich bei solchen Vorgängen definitionsgemäß um situationsabhängige Einzelmaßnahmen handele und sie deshalb nicht verallgemeinerbar bewertet werden könnten. Auslöser für die Entwicklung einer Innovation können wahrgenommene Probleme, Bedarfe oder Herausforderungen sein (Hasselhorn u. a., 2014). Symbiotische Implementationsstrategien liegen vor, wenn die Akteure vor Ort gemeinsam mit den Verantwortlichen die Umsetzung einer Innovation planen und durchführen. Für diese Art der Implementation kooperieren Lehrkräfte, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Personen aus der Bildungsadministration und aus Fortbildungsinstituten im Idealfall miteinander. Es werden also keine „fertigen“ Konzeptionen umgesetzt, die Strategie liegt „in einer gemeinsamen Realisierung von Maßnahmen auf Basis der Problemstellung und des konzeptionellen Rahmens.“ (Gräsel und Parchmann, 2004, S. 206). Die Wirkung der Maßnahmen wird durch Reflexion und Selbstevaluation kontinuierlich überprüft und optimiert. Dieser Weg wird auch im Rahmen des sog. *Design-Based Research* eingeschlagen (Design-Based Research Collective, 2003) und erweitert, indem durch zwischengeschaltete Rahmenkonzeptionen zwischen theoretischen Konzeptionen der Forschung und der Praxis vermittelt wird. „Erfolgreich ist eine Implementation demnach dann, wenn sie sowohl in die Bildungspraxis als auch in die Theoriebildung hinein wirkt [...]“ (Hasselhorn u. a., 2014, S. 143).

Bezieht man diese Erkenntnisse der Implementationsforschung auf Neue Medien im Unterricht, so lässt sich erkennen, dass eine Top-down-Strategie betrieben wurde. Die Impulse auf die Schulen kamen von außen durch die technologische Entwicklung und in jüngerer Zeit immer öfter auch durch die Forschung (vgl. Kap. 2.1.2), die Gesellschaft und schließlich auch die Politik. Durch letztere wird nach und nach die Ausstattung in den Schulen verbessert, aber das reicht – wie oben beschrieben – nicht aus. Die Implementierung ist scheinbar noch nicht abgeschlossen, sodass es nach wie vor den Bedarf gibt, „flankierende Maßnahmen“, wie Gräsel und Parchmann (2004) sie nennen, anzubieten.

### 2.3.2. Fortbildungstheorie

Lehrerfortbildungen werden heutzutage in unterschiedlichen Formaten und mit unterschiedlichen Schwerpunkten eingesetzt. Traditionell entspricht der Gedankengang hinter der Konzeption von Fortbildung einem von zwei linearen Wegen. Im ersten Weg nimmt man an, dass durch die Fortbildung eine Änderung im Wissen und Überzeugungen der Lehrkraft bewirkt wird. Diese Änderung führt zu einem Wandel in ihrer Unterrichtspraxis,

der wiederum eine Veränderung der Lernleistung der Schülerinnen und Schüler bewirkt (vgl. etwa Clarke und Hollingsworth, 2002; Fullan, 1982). Der zweite Weg wurde von Guskey (1986) beschrieben. Er meint, dass die Fortbildungsmaßnahme darauf abzielen sollte, dass die Lehrkraft zunächst ihre Unterrichtspraxis verändern sollte, also ihr Handeln im Umgang mit der Klasse modifiziert. Wenn das zu einer (positiven) Veränderung der Lernleistung der Schülerinnen und Schüler führt, dann sorgt es im Endeffekt dafür, dass die Lehrkraft auch ihre Überzeugungen und Einstellungen ändert.

Der erste Weg hat den Vorteil, dass man den Erfolg der Fortbildungsmaßnahme anhand der Lernleistung auf Schülerseite messen kann. Allerdings warnen neuere Studien davor, dass man sich nicht allein auf diesen Indikator verlassen sollte (Scher und O'Reilly, 2009; Yoon u. a., 2007). Die tatsächliche Auswirkung vieler Fortbildungen wurde von Kennedy (1998) in einer Metastudie über 93 Fortbildungen als enttäuschend niedrig erkannt. Sie konnte nur bei zwölf der 93 Untersuchungen eine Verbesserung durch die Fortbildungsmaßnahme feststellen. Sie fand außerdem heraus, dass Maßnahmen, die auf das Curriculum, das Fachwissen oder das fachdidaktische Wissen der Lehrkraft ausgerichtet sind, effektiver sind als solche, die auf das Verhalten der Lehrkraft abzielten. Die geringe Wirksamkeit von Fortbildungen wird schon seit einiger Zeit auf die Praxis zurückgeführt, isolierte (Halb-) Tagesveranstaltungen anzubieten (Clarke und Hollingsworth, 2002; Monahan, 1996). Diese Isolation sorgt dafür, dass Lehrkräfte das neue theoretische Wissen nicht mit ihrem Unterricht verbinden und damit die Wirkung der Fortbildung verpufft (Clarke und Hollingsworth, 2002; Soebari und Aldridge, 2015).

Clarke und Hollingsworth (2002) entwerfen daher ein anderes Modell, wie Fortbildungen wirksam sein können. Dieses Modell ist allerdings komplexer als die zuvor gebräuchlichen, linearen Ansätze. Clarke und Hollingsworth gehen von vier Domänen aus, die miteinander interagieren (vgl. Abb. 2.2).

Die vier Domänen beschreiben die Welt der Lehrkraft. Es handelt sich dabei um:

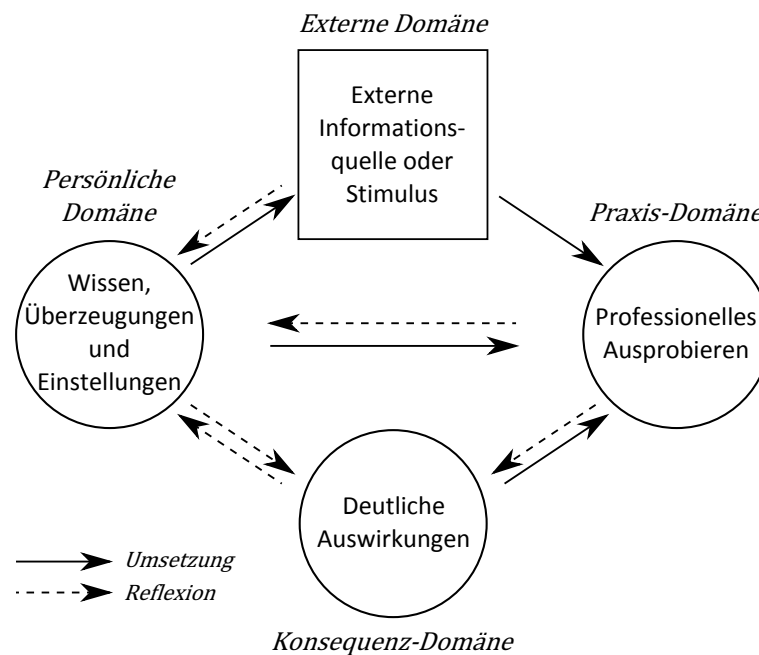
**Persönliche Domäne** (*Personal Domain*) Dieser Bereich besteht aus Wissen, Überzeugungen und Einstellungen der Lehrkraft.

**Praxis-Domäne** (*Domain of Practice*) Dieser Bereich beschreibt das bewusste Ausprobieren bzw. das professionelle Experimentieren der Lehrkraft. Das umfasst nicht nur das Texten im Klassenraum, sondern auch alle anderen Formen professionellen Experimentierens.

**Konsequenz-Domäne** (*Domain of Consequence*) Dieser Bereich besteht aus den sichtbaren Ergebnissen, die erzielt werden (Clarke und Hollingsworth (ebd.): *salient outcomes*).

**Externe Domäne** (*External Domain*) Diese Domäne besteht aus Informationsquellen, Stimuli oder Unterstützung für die Lehrkraft.

Die vier Domänen werden durch die Prozesse der Umsetzung und der Reflexion verbunden. In ihrem Modell unterscheiden Clarke und Hollingsworth zwischen der persönlichen Welt der Lehrkraft, die die ersten drei Domänen beinhalten, sowie der externen Domäne.



**Abbildung 2.2.:** Die Veränderungsumgebung nach Clarke und Hollingsworth (2002)

Die persönliche Welt der Lehrkraft umfasst also ihre Handlungen, deren angenommene Konsequenzen und das Wissen und die Überzeugungen, die die Lehrkraft zu diesen Handlungen angeregt haben. Nach diesem Modell kann der Wandel (*change*) in jeder dieser vier Domänen auftreten. Ein Wandel in einer der Domänen kann durch Reflexion und Umsetzung auf eine andere Domäne einwirken.

Auf dieses Modell lassen sich auch Ergebnisse und Forderungen anderer Forscher anwenden. So wird heute statt singulärer Fortbildungen ein größerer Nutzen von praxisbegleitenden Maßnahmen erwartet und auch erzielt (z. B. Eickelmann, 2011; Obst, 2013). Am effektivsten fallen Fortbildungen aus, wenn Sequenzen im Modell erfolgen, die Clarke und Hollingsworth *Change Sequences* nennen. Dabei werden möglichst alle Domänen mit einbezogen und auf unterschiedliche Weise durchlaufen. So kann eine Lehrkraft beispielsweise durch einen Stimulus (Externe Domäne) dazu gebracht werden, etwas Neues im Unterricht auszuprobieren (Praxis-Domäne). Durch Reflexion des Resultats (Konsequenz-Domäne) hinterfragt oder bestätigt sie ihr eigenes Wissen bzw. ihre Einstellung (persönliche Domäne) und wird dementsprechend ihr Handeln anpassen (Praxis-Domäne). In anderen Fällen kann es auch passieren, dass die Lehrkraft im Modell öfter zwischen zwei Domänen hin und her springt. Beispielsweise wenn eine Lehrkraft über eine Reihe von Unterrichtsstunden Dinge ausprobiert und dabei regelmäßig ihre eigene Ansicht reflektiert, bevor sie die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler z. B. in Form eines Tests misst und sich dann abschließend eine Meinung über das neue Handlungsmuster bildet. Damit erlaubt das hier vorgestellte Modell ein flexibleres Vorgehen, das aber auch mehr zu berücksichtigende Aspekte mit sich bringt. Es lässt damit aber auch zu, dass die individuellen Bedürfnisse der Lehrkraft für ihre professionelle Entwicklung berücksichtigt werden können.

### 2.3.3. Fortbildung im Schülerlabor

Ist es nach den bisherigen theoretischen Überlegungen denkbar, dass die Lehrkräfte, die mit ihren Klassen das Schülerlabor besuchen, durch ihre Beobachtung eine Art Fortbildung erfahren? Immerhin ist Lernen durch Zuschauen und Nachahmen im Rahmen der sozialen Lerntheorien durchaus bekannt (Bandura, 1976; Ittel, Raufelder und Schaithauer, 2014). Bandura gibt an, dass Lernen dann besonders effektiv ist, wenn die entsprechende Umwelt bzw. Lernsituation für das Individuum bedeutsam ist, da das Modell dann die Aufmerksamkeit erhält, die für eine erfolgreiche Nachahmung notwendig ist. Es geht beim Modelllernen nicht um eine passive Übernahme fremden Verhaltens. Die Auswirkungen der Übernahme werden stetig überprüft und können ggf. modifiziert werden (Ittel, Raufelder und Schaithauer, 2014, S. 340). Es handelt sich also um einen aktiven Prozess. Nach Bandura wird die Übernahme eines Modellverhaltens generell erleichtert, wenn eine Ähnlichkeit zwischen der Modellsituation (also z. B. der Situation im Schülerlabor) und der Situation des Individuums (z. B. des Lehrers in seinem Unterricht) besteht, das Modell als erfolgreich gilt und sich das Individuum aktiv mit der Modellsituation auseinandersetzt. Da die Lehrkraft im Schülerlabor die Klasse, die sie aus ihrem eigenen Unterricht kennt, zu einem Thema, das ebenfalls so ähnlich im Unterricht behandelt wird, beim Arbeiten mit Neuen Medien beobachten kann, ist davon auszugehen, dass die Situation im Schülerlabor dem Unterricht auf gewisse Weise ähnlich ist. Das sollte also eine Übernahme der Modellsituation nach der Theorie begünstigen.

Ein Blick auf das Modell von Clarke und Hollingsworth (2002) erlaubt eine weitere Einschätzung, die sich mit der psychologischen Perspektive verbinden lässt. Sicherlich wirkt der Besuch im Schülerlabor als Stimulus bzw. externe Informationsquelle (externe Domäne). Speziell auf den Einsatz Neuer Medien bezogen, sieht die Lehrkraft einige Möglichkeiten, wie sie in die Arbeitsweise von Schülerinnen und Schüler eingebunden werden können. Von der externen Domäne sind zwei Verbindungen möglich: Die Lehrkraft kann das Gesehene in Bezug auf die eigene Einstellung (persönliche Domäne) reflektieren: Was hält sie davon? Inwiefern passt das, was sie gesehen hat, mit ihrer Einschätzung von Unterricht und Lernen mit Neuen Medien zusammen? Da Lehrkräfte geneigt sind, die eigenen Ansichten und Einstellungen beizubehalten und dadurch eher Innovationen aufzunehmen, die diesen Einstellungen entsprechen (Eickelmann, 2011; Ertmer, 2005), werden Lehrkräfte, die eher schülerzentrierte, konstruktivistische Einstellungen haben, das Gesehene positiv bewerten und eher geneigt sein, es im eigenen Unterricht umzusetzen.

Die andere Verbindung ist die Umsetzung in der Praxis-Domäne. Im Schülerlabor bleibt die Lehrkraft selbst jedoch passiv und setzt das Gesehene nicht direkt um. Ertmer berichtet davon, dass Lehrkräften stellvertretende Erfahrungen helfen können: „The power of vicarious experiences for building teacher confidence and competence is supported by both the self-efficacy literature and the literature on technology professional development (Bandura, 1997; Downes, 1993; Handler, 1993).“ (Ertmer, 2005, S. 33). Dass stellvertretende Erfahrungen ein starkes Mittel beim Lernen sein können, liegt daran, dass sie sowohl informierende als auch motivierende Auswirkungen haben können (Ertmer, 2005; Schunk, 2012). Es ist also gerechtfertigt anzunehmen, dass durch die stellvertretenden Erfahrungen, die die Lehrkraft im Schülerlabor sammelt, die Praxis-Domäne zumindest

## 2. Theoretische Grundlagen

in einem gewissen Maße angesprochen und aktiviert wird. Ertmer verspricht sich viel von dem Ansatz des beobachtenden Lernens, meint aber auch, dass es schwierig sei, die Lehrkräfte in angemessene Beobachtungssituationen zu bringen. Gerade an dieser Stelle können Schülerlabore also einen interessanten Beitrag leisten.

Auch für die Annahme, dass von der Konsequenz-Domäne ein Impuls ausgeht, lassen sich stimmige Begründungen finden. Die Lehrkraft kann im Laufe eines Vormittags im Schülerlabor das Handeln der Schülerinnen und Schüler beobachten und wie es sich im Vergleich zum bisherigen Unterricht ändert, wenn Computer eingesetzt werden.

If they [teachers] believe that students are benefiting from and are supporting a particular innovation, they in turn will be more inclined to devote the additional time and effort required to maximize the advantages brought on by the innovation. (Owston, 2007, S. 72)

Das würde sich mit der Einschätzung decken, dass, wenn von der Lehrkraft in der Konsequenz-Domäne nach Clarke und Hollingsworth (2002) ein Erfolg beim Lernprozess der Schülerinnen und Schüler wahrgenommen wird, sich das auf die persönliche und die Praxis-Domäne auswirkt.

Andere Modelle legen einen größeren Wert auf die wahrgenommene Nützlichkeit (*percieved usefulness*) und die wahrgenommene Bedienungsfreundlichkeit (*ease of use*) beim Einsatz Neuer Medien. Teo (2009) hat in einer Untersuchung festgestellt, dass diese beiden Aspekte der Wahrnehmung des Computereinsatzes sich auf die individuelle Einstellung zur Nutzung auswirken. Aber auch Teo betont, dass es nötig sei, dass die Lehrkräfte an Fortbildungen teilnehmen, um mit fortschreitenden Anforderungen an Fertigkeiten und Wissen zum Computereinsatz mitzuhalten. Auch von dieser Seite ist also anzunehmen, dass das Beobachten gelungenen Computereinsatzes im Schülerlabor sich positiv auf die Einstellung der Lehrkraft auswirkt.

Informelle Lernumgebungen wie Schülerlabore werden auch von Owston (2007) hervorgehoben. Er gibt zu bedenken, dass diese Art gleich wirksam wie formale Kurse sind, wenn nicht sogar stärker wirksam und bezieht sich dabei auch auf Hiebert, Gallimore und Stigler (2002). Informelle Arten der Fortbildungen werden auch von Heise (2007) genauer betrachtet. Sie legt Wert auf den Unterschied zwischen informellem Lernen, „das sich in mittelbaren Lebens- und Erfahrungszusammenhängen außerhalb der Curricula von Bildungsinstitutionen vollzieht“ und inzidentellem Lernen. Letzteres erfolgt beiläufig per Zufall. Informellem Lernen wird ein hoher Grad an Selbststeuerung und Problemorientierung zugeschrieben und es ist im Vergleich zu formalisiertem Lernen eher durch Kontextsituierung und Autonomie ausgezeichnet (ebd., S. 515). Sie fordert mehr Möglichkeiten, um Lehrkräften informelles Lernen zu ermöglichen. Der Besuch des Schülerlabors könnte eine authentische Möglichkeit hierfür sein.

Es lässt sich also sagen, dass die Grundvoraussetzungen für eine Fortbildungswirkung durch das Beobachten der eigenen Klasse im Schülerlabor gegeben sind. Dennoch ist es wichtig, diese Möglichkeit nicht überzubewerten. Einfach nur durch das Anschauen des Geschehens im Schülerlabor alleine wird sich wenig am Verhalten der Lehrkraft ändern. Ein Rückgriff auf das Modell von Clarke und Hollingsworth (2002) weist darauf hin, dass der Reflexionsprozess eine wesentliche Rolle spielt. Die Lehrkräfte müssen dazu gebracht

werden, sich kritisch mit dem Gesehenen und mit dem eigenen Wissen, Gewohnheiten und Einstellungen auseinanderzusetzen, um einen Wandel anzustoßen.

## 2.4. Schlussfolgerungen

Aus den vorherigen Abschnitten lassen sich zusammenfassend die folgenden Schlüsse ziehen. Die Verbreitung Neuer Medien stellen in Gesellschaft und Schule eine unumkehrbare Neuerung und eine Bereicherung der Möglichkeiten dar. Diese Möglichkeiten werden aber nur in beschränktem Maße im Unterricht eingesetzt. Daher besteht die Forderung, Lehrkräften die Möglichkeit zu bieten, sich fortzubilden. Als wesentlicher Punkt haben sich in der Forschung zu Lehrerfortbildungen und in der Implementationsforschung die Einstellung der Lehrkräfte herausgestellt. Es ist daher notwendig, Fortbildungsmöglichkeiten zu Neuen Medien zu bieten, die auf die Einstellungen zu den Neuen Medien Rücksicht nehmen. Gleichzeitig ist auch das Unterrichtsfach der Lehrkraft ein ausschlaggebender Faktor für adressatengerechte Fortbildungen, da nicht nur die Technologie, sondern die fachspezifische Anwendung derselben es im Unterricht ermöglicht, das volle Potential der Neuen Medien auszuschöpfen. Die Einstellung von Physiklehrkräften zu Computern ist bisher noch nicht erforscht, sodass an dieser Stelle angesetzt werden muss. Für die Funktionsweise von Fortbildungen für Lehrkräfte ist es ebenfalls notwendig, dass der Computereinsatz in den Augen der Lehrkraft eine Relevanz aufweist. Daher resultiert die Forderung, funktionierende, authentische Modelle anzubieten, an denen sich die Lehrkräfte orientieren und ihre Meinung bilden können. Ein solches Modell kann ein Schülerlabor mit Einsatzschwerpunkt auf Neuen Medien grundsätzlich liefern. Die Frage bleibt jedoch, was die Lehrkräfte beim Beobachten ihrer Klasse in diesem Rahmen wahrnehmen und wie sie mit den neuen Möglichkeiten umgehen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird im Speziellen an diese Punkte angeknüpft: Es gilt die Einstellung von Physiklehrkräften zum Computereinsatz zu sondieren und ihre Wahrnehmung des Einsatzes im Schülerlabor zu erfassen. Da die Einstellung dieser Zielgruppe bisher nicht genauer untersucht wurde, ist es nötig, einen explorativen Ansatz zu wählen. Aufbauend auf der Einstellungsforschung von Lehrkräften allgemein kann ein passendes Testinstrument entworfen werden. Um die Einstellungen jedoch genauer beschreiben zu können, ist es sinnvoll, sie in Faktoren zusammenzufassen und somit übersichtlich zu strukturieren. Auf Basis dieser Einstellungsfaktoren oder -dimensionen gilt es dann weiter, Handlungs- und Förderungsempfehlungen für den Fortbildungsbedarf von Lehrkräften zu entwickeln. Es ist anzunehmen, dass es unterschiedliche Ausprägungen der Einstellung bei den einzelnen Lehrkräften gibt. Daher ist es ratsam nach einer Struktur zu suchen, um die Lehrkräfte gemäß ihrer Einstellung in prototypische Gruppen aufzuteilen. Dafür bietet sich die explorative Clusteranalyse an.

Um eine bessere Einschätzung zu den hier angestellten Überlegungen zu erhalten, ob der beobachtete Computereinsatz im Schülerlabor als informelle Fortbildung für Lehrkräfte wirken kann, reicht ein Fragebogen jedoch nicht aus. Vielmehr bietet es sich an, die Lehrkräfte im Laufe des Schülerlaborbesuchs zu interviewen, um ihre Wahrnehmung zu

## *2. Theoretische Grundlagen*

erkunden. Schließlich gibt es keine Datenbasis, auf der ein Fragebogen aufbauen könnte. Um die Wahrnehmung der Lehrkräfte dennoch in Bezug auf ihre Einstellung und auch auf eine mögliche Einordnung in die prototypischen Gruppen beurteilen zu können, sollten die interviewten Lehrkräfte zusätzlich zu ihrer Befragung auch den für den ersten Teil der Untersuchung entwickelten Fragebogen bearbeiten. Dies lässt eine Triangulierung im Sinne eines Mixed-Method-Ansatzes zu.

Eine Grundvoraussetzung für eine mögliche Fortbildungswirkung durch den Schülerlaborbesuch ist, dass die Schülerinnen und Schüler den Computereinsatz als positiv bewerten. Die deutlichen Auswirkungen, die die Lehrkraft erkennen muss, damit die Konsequenz-Domäne angesprochen wird, liegen in der Arbeitsweise der Schülerinnen und Schüler vor Ort. Daher ist es zweckmäßig, auch von dieser Gruppe zu erfahren, wie sie den Computereinsatz im Schülerlabor wahrgenommen hat und ob sie sich einen ähnlichen Einsatz auch im Unterricht wünscht. Zu diesem Zweck gilt es, bei der zu erwartenden großen Besucherzahl im Erhebungszeitraum einen adäquaten Fragebogen zu erstellen und einzusetzen.



## 3. Lehrerfragebogen

Der Schwerpunkt dieser Untersuchung liegt darauf, die Einstellungen von Lehrkräften bezüglich des Computereinsatzes zu untersuchen. Dabei kann auf eine Reihe an Vorarbeiten zurückgegriffen werden, aber es gilt auch zu beachten, dass physikspezifische Aspekte in den Einstellungen vorliegen können, die bisher nicht untersucht wurden und hier aufgedeckt werden sollen. Die Zielsetzung ist herauszufinden, wovon man für adressatengerechte Lehrerfortbildungen zu Neuen Medien ausgehen kann. Dafür ist einerseits eine Typenbildung nach möglichen Einstellungsdimensionen sinnvoll, andererseits ist aber auch notwendig, zu erfahren, von welchem Nutzungs- und Kenntnisstand Neuer Medien man heute bei Physiklehrkräften ausgehen kann.

### 3.1. Methodik

Um all die Informationen zu erhalten, die für die Exploration des Feldes „Computereinsatz von Physiklehrkräften“ nötig sind, wurde als Erhebungsinstrument auf einen Fragebogen zurückgegriffen. Ein Fragebogen ist für diesen Zweck angebracht, weil damit vollstandardisiert viele Personen in einem kurzen Zeitraum befragt werden können und es leicht möglich ist, das Nutzungsverhalten zu erfassen. Da die Lehrkräfte jedoch selbst beurteilen, wie häufig sie beispielsweise welche Medien nutzen, ist die Fragebogenstudie subjektiv gefärbt. Bei Aussagen zur eigenen Einstellung ist dies jedoch ein natürlicher Effekt, den es durchaus zu messen gilt. Darüber hinaus ist der Fragebogen als Methode diskreter und anonym als Interviews (Döring und Bortz, 2016, S. 398).

Zielgruppe der Befragung sind Physiklehrkräfte der Sekundarstufe. Die Erhebung wurde mittels eines Onlinefragebogens in drei Regionen durchgeführt: Im Großraum Frankfurt am Main sowie in den bayerischen Regierungsbezirken Schwaben und Unterfranken. Die Datenerfassung fand zwischen November 2014 und Februar 2015 statt. Um im Raum Frankfurt alle Physiklehrkräfte zu erreichen, wurde das staatliche Schulamt Frankfurt hinzugezogen. Über diese offizielle Stelle wurden alle Schulleiter der Sekundarstufe I und II angeschrieben und gebeten, den Internetlink zur Umfrage an die Physiklehrkräfte zur Bearbeitung weiterzuleiten. Die Auswertung der Daten wird zeigen, dass dabei hauptsächlich Gymnasiallehrkräfte erreicht wurden. Ergänzend wurde ein E-Mail-Verteiler für Physiklehrkräfte im Raum Frankfurt genutzt, um direkt an diese heranzutreten und sie zur Beteiligung aufzufordern. Im bayerischen Schwaben wurde ebenfalls ein etablierter privater E-Mailverteiler für Physiklehrerinnen und -lehrer an Gymnasien genutzt, der seit vielen Jahren besteht und unter anderem zum Werben für Fortbildungen verwendet wird. In Unterfranken war es möglich, den offiziellen Weg über den Fachreferenten des Ministerialbeauftragten für Unterfranken zu wählen, um sowohl die Fachbetreuer für

### 3. Lehrerfragebogen

Physik an den Gymnasien als auch die einzelnen Lehrkräfte zu erreichen. Von staatlichen bzw. dienstlichen Wegen kann man sich versprechen, dass der Fragebogen mit einer höheren Verbindlichkeit wahrgenommen wird. Außerdem zeigt die Tatsache, dass die offiziellen Stellen auf elektronischem Wege mit den Schulen kommunizieren, dass auf diese Weise alle Lehrkräfte erreichbar sein müssen und die Wahl eines Onlinefragebogens angebracht ist.

Mit der Wahl eines Onlinefragebogens gehen allerdings auch Probleme einher. Da es bei der Erhebung unter anderem um eine Erfassung des Nutzungsgrads Neuer Medien geht, kann es sein, dass bereits durch die Wahl des Online-Formats einige Lehrkräfte gar nicht erreicht werden. Falls es komplette Computer-Verweigerer gibt, werden diese also nicht an der Umfrage teilnehmen. Dennoch ist nicht davon auszugehen, dass es viele Lehrkräfte mit dieser Grundhaltung gibt, weil auch die staatlichen Stellen offizielle Anfragen per E-Mail an die Lehrkräfte richten und es damit zwingend erforderlich machen, diesen Kommunikationsweg (wenigstens für berufliche Zwecke) auch zu nutzen. Ein weiteres Problem bei dieser Art der Erhebung ist, dass die Rücklaufquote nicht kontrolliert werden kann. Es ist nicht sicher, wie groß der Anteil der Umfrageteilnehmerinnen und -teilnehmer an der Gesamtpopulation aller Lehrkräfte ist. Dennoch kann bei einer ausreichend großen Teilnehmerzahl ein repräsentativer Charakter angenommen werden.

#### 3.1.1. Aufbau des Lehrerfragebogens

Zur Einschätzung der Physiklehrkräfte wurde ein Fragebogen erstellt, der vor allem Auswahlfragen und Items, die mit Likertskalen kodiert sind, enthält. Der Fragebogen findet sich auch im Anhang in Kapitel A.1 ab Seite I. Er lässt sich in vier Bereiche einteilen, nämlich Allgemeines, Computer im Unterricht, Einstellung zum Computer und Computer im schulischen Kontext.

Die im Lehrerfragebogen verwendeten Items lehnen sich zum großen Teil an die aus den Fragebögen von Gröber und Wilhelm (2006) bzw. Wilhelm und Trefzger (2010) und Pietzner (2009) an. Pietzner hat wiederum einige ihrer Items aus dem Messinstrument INCOBI von Richter, Naumann und Groeben (2001) sowie aus der „Attitude towards computers in education scale“ von van Braak (2001) und der „computer anxiety rating scale“ des CARS-Fragebogens von Heinssen, Glass und Knight (1987) übernommen.

Der Fragebogen beginnt mit einem allgemeinen, demographischen Teil. Darin werden Angaben zur Person wie Alter, Geschlecht und Unterrichtsfächer erfragt. Daneben ist auch noch die Schulart und die bisherige Berufserfahrung als Lehrkraft von Interesse. Insgesamt besteht der allgemeine, demographische Teil aus zehn Items, die sich alle in Fragenblock 1 wiederfinden.

Ein zweiter Bereich des Fragebogens beschäftigt sich mit der Nutzung von Medien durch die Lehrkraft. In den Frageblöcken 3, 4 und 6 bis 8 wird die Quantität der Mediennutzung mit 41 Items erfragt (davon 14 nach Pietzner (2009) und 18 nach Wilhelm und Trefzger (2010)). Dabei sind sowohl die genaue Art des Computereinsatzes (Messwerterfassung, Simulationen, . . .) als auch die verschiedenen Softwares von Interesse. Leitfragen für diese Teile des Fragebogens sind „Welche Medien werden im und außerhalb des Physikun-

terrichts eingesetzt?“, „Wie wird der Computer im Physikunterricht eingesetzt?“ und „Welche Software und welche Hardware wird verwendet?“.

Die Fragenblöcke 5, 10 und 11 enthalten insgesamt 40 Items zur Einstellung zum Computereinsatz. Die Items sind auf einer sechsstufigen Likert-Skala gemäß des Zustimmungswertes der Lehrkraft zu beantworten. Wie oben bereits angedeutet, hat Pietzner (2009) einen Großteil der Items (37) in ihrer Untersuchung schon verwendet. Allerdings lassen sich einige der Items schon in vorherigen Untersuchungen wiederfinden. Neben van Braak und Richter, Naumann und Groeben, auf die Pietzner sich bezieht, sind auch in neueren Studien Ähnlichkeiten zu finden. So sind beispielsweise viele der Items zu Hinderungsgründen so oder sehr ähnlich auch von Eickelmann (2011, S. 95) in ihrer Untersuchung genutzt worden. Die Aussagen, die die Items bilden, sind so gewählt, dass sowohl Hinderungsgründe, verschiedene Aspekte, die den Einsatz im Unterricht betreffen, als auch Einschätzungen des persönlichen Umgangs mit dem Computer im Fragebogen vorkommen.

Ein weiterer Aspekt, der im Fragebogen abgedeckt ist, sind die schulischen Rahmenbedingungen des Computereinsatzes (Blöcke 2, 9 und 12). Dabei handelt es sich sowohl um die Aus- als auch die bisherige Weiterbildung, die die Lehrkraft in Bezug auf den Einsatz Neuer Medien im Physikunterricht erfahren hat. Außerdem ist für die Implementation dieser Medien die Unterstützung innerhalb des Kollegiums wichtig (vgl. etwa Eickelmann, 2011; Owston, 2003). Daher wird auch dieser Aspekt im Fragebogen erfasst. Die Rahmenbedingungen werden in insgesamt 24 Items erfasst.

#### 3.1.2. Explorative Faktorenanalyse

Neben der rein deskriptiven Beschreibung der Ergebnisse zur tatsächlichen Nutzung und schulischen Rahmenbedingungen in Kapitel 3.2.1 soll die Einstellung der Lehrkräfte zum Computereinsatz stärker kondensiert beschrieben werden. Um nicht das Antwortverhalten auf jedes Item (bzw. jede Variable) einzeln zu analysieren, werden stattdessen Skalen gebildet, die es anschließend zu interpretieren gilt. Die Zusammenführung mehrerer Items zu Einstellungsskalen wird in diesem Zusammenhang explorativ passieren und greift daher auf ein hypothesengenerierendes Verfahren, die Faktorenanalyse, zurück, das im Folgenden vorgestellt wird.

Eine Möglichkeit, aus einer größeren Zahl beobachteter und in gewisser Weise gleichartiger Variablen auf Grundlage ihrer korrelativen Beziehung eine kleinere Zahl neuer, von einander unabhängiger Variablenkonstrukte (sog. *Faktoren*) zu extrahieren, bildet die Faktorenanalyse (Eckstein, 2014, Kapitel 11). Bei diesem Verfahren wird in mehreren Schritten vorgegangen: Zunächst die Faktoren-Extraktion und anschließend die Faktoren-Rotation (Döring und Bortz, 2016, S. 624). Zuvor gilt es jedoch zu überprüfen, ob eine Faktorenanalyse über die gewählten Variablen überhaupt geeignet ist. Dazu dienen zwei Tests (Brosius, 2013, S. 794 f.). Einerseits der Bartlett-Test auf Sphärizität, der per  $\chi^2$ -Test die These überprüft, dass alle Korrelationskoeffizienten zwischen den Variablen der Grundgesamtheit den Wert null haben. Das soll ausschließen, dass die Korrelationen zwischen den einzelnen Merkmalen nicht nur zufällig auftreten, sondern auf die latenten Variablen im Hintergrund (also die Faktoren) zurückzuführen sind. Andererseits das

### 3. Lehrerfragebogen

Kaiser-Meyer-Olkin-Maß (KMO), das angibt, wie viel spezifische Varianz auf einzelne Items zurückzuführen ist und wie viel durch alle Items gemeinsam geliefert wird (Lamprecht, 2011, S.88). Dieser Wert sollte mindestens 0,5 betragen und kann maximal den Wert 1 annehmen.

Zur Faktoren-Extraktion wird eine Datenmatrix aufgestellt, die jedem Merkmalsträger (im vorliegenden Fall jeder Lehrkraft) seine Merkmalswerte (im vorliegenden Fall die Antwortwerte zu jedem einzelnen Item) zuordnet. Diese Matrix wird z-transformiert<sup>1</sup>, um sie zu einer standardisierten Datenmatrix zu machen, die weitere Analyseschritte zulässt, ohne durch die Ausprägung einzelner Merkmale übermäßig verzerrt zu werden. Schließlich stellt man mit Hilfe von bivariaten Maßkorrelationskoeffizienten eine Korrelationsmatrix auf, die die Zusammenhänge zwischen den standardisierten Merkmalen sichtbar macht. Auf Basis der Korrelationsmatrix lassen sich bei  $m$  Merkmalen bis zu  $m$  Faktoren extrahieren. Jedoch wird bei  $m$  Faktoren keine Dimensionsreduktion erzielt. Zur Extraktion der Faktoren können verschiedene Verfahren verwendet werden, die mehrere Variablen zu einem Faktor zusammenfassen. Im vorliegenden Fall wird die sog. Hauptkomponentenmethode gewählt. Diese ermöglicht die Generierung von voneinander unabhängigen Faktoren, die einen möglichst großen Teil der Gesamtvarianz der Variablen erklären (Bortz, 2005, S. 511 ff.). Dazu wird eine neue Variable (der erste Faktor) eingeführt, die eine möglichst hohe Korrelation zu den bestehenden aufweist und damit auch einen möglichst großen Teil der Gesamtvarianz aufklärt. Um die Restvarianz zu erklären, wird der erste Faktor aus den ursprünglichen Variablen herauspartialisiert. Damit ergeben sich Partialkorrelationen zwischen den ursprünglichen Faktoren, die nicht durch den ersten Faktor erklärt werden. Zur Erklärung dieser Korrelationen wird ein neuer, zweiter Faktor eingeführt, der vom ersten Faktor unabhängig ist und erneut die korrelativen Zusammenhänge zwischen den Variablen möglichst gut erklärt. Auf diese Weise kann nach und nach ein immer größerer Teil der Gesamtvarianz zwischen den Variablen aufgeklärt und auf Faktoren zurückgeführt werden. So entstehen nach und nach Faktoren, die wechselseitig unabhängig sind und sukzessiv maximale Varianz erklären.

Eine wichtige Bedeutung bei der Faktoren-Extraktion kommt den Eigenwerten  $\lambda$  der Korrelationsmatrix zu. Bei dieser Art der Auswertung kann  $\lambda$  als Maßzahl angesehen werden, die den Anteil der Varianz erklärt, die von dem Faktor mit diesem Eigenwert aufgeklärt wird (Eckstein, 2014, S.390). Um zu bestimmen, wie viele Faktoren extrahiert werden, können zwei Kriterien zu Rate gezogen werden. Einerseits kann der Eigenwert  $\lambda_k$  jedes Faktors  $F_k$  betrachtet werden. Wenn  $\lambda_k < 1$  ist, erklärt der Faktor  $F_k$  einen geringeren Betrag der Gesamtstreuung als die einzelnen Merkmale bzw. Items, aus denen er besteht (Brosius, 2013, S. 802). Dieses Kriterium wird auch Kaiser-Guttman-Kriterium genannt (Bortz, 2005, S. 544). Ein weiteres, oft verwendetes Kriterium ist die Auswahl anhand des sog. Screeplots (Brosius, 2013; Eckstein, 2014). Eckstein (2014) empfiehlt dieses Kriterium erst ab einer größeren Anzahl von Variablen ( $m > 10$ ). In Screeplots sind die Faktoren  $F_k$  nach der Größe ihrer Eigenwerte  $\lambda_k$  sortiert und gegen diese aufgetragen. Für gewöhnlich ergibt sich ein Graph, der zunächst stark abnimmt, dann einen Knick

---

<sup>1</sup>Standardisierung mittels z-Transformation sorgt dafür, dass eine Variable dimensionslos, ihr Mittelwert null und ihre Standardabweichung eins wird.

aufweist und anschließend flacher verläuft (vgl. auch Abb. 3.15 auf Seite 56). Es werden dann alle Faktoren gewählt, die im steilen Teil des Graphens links des Knicks liegen (die Knickstelle selbst wird nicht mit verwendet). Mit dem Eigenwertkriterium neigt man dazu, die Faktorenzahl zu überschätzen, wenn man alle Faktoren mit  $\lambda_k > 1$  für die weitere Auswertung benutzt. Der Screeplot andererseits weist unter Umständen keinen eindeutigen Knick auf, sondern erscheint manchmal eher kontinuierlich zu verlaufen. Es ist also vom jeweiligen Datensatz abhängig zu machen, welches Kriterium adäquat ist oder ob die Faktorenzahl zwischen den aus den Kriterien gefolgerten zu wählen. Neben den Eigenwerten der Korrelationsmatrix kommt auch den zugehörigen Eigenvektoren eine Bedeutung zu. Sie geben zu jedem standardisierten Merkmal  $Z_j$  die Korrelation zum Faktor  $F_k$  an und werden als Faktorladung  $l_{jk}$  bezeichnet. Damit lässt sich die Faktorladung als Korrelation zwischen Merkmal und Faktor deuten, die einen Wert zwischen  $-1$  und  $1$  annehmen kann und die Wichtigkeit eines einzelnen Items für den entsprechenden Faktor anzeigt.

Nachdem bei der Faktoren-Extraktion bedeutsame Faktoren gebildet und die Entscheidung für eine bestimmte Anzahl von Faktoren getroffen wurde, dient die Rotation dazu, die Variablen den gefundenen Faktoren möglichst eindeutig zuzuordnen. Das bedeutet, dass die Faktorladung einer Variablen möglichst nur auf einen Faktor hoch und auf die restlichen niedrig ausfallen soll. Wenn dies zutrifft, kann anhand der zugeordneten Variablen leichter eine Interpretation der jeweiligen Faktoren erfolgen. Ein Verfahren, das diesen Effekt hat, ist die sog. Varimax-Methode. Sie hat zum Ziel, dass sich für jeden Faktor eine möglichst geringe Anzahl von Variablen mit möglichst hohen Faktorladungen ergibt (Brosius, 2013, S. 807). Auf Basis der rotierten Faktoren kann anschließend die Faktorenbenennung stattfinden.

### 3.1.3. Explorative Clusteranalyse

Ein Ziel der vorliegenden Untersuchung besteht darin, möglichst effiziente und passende Fortbildungen zum Computereinsatz für Lehrkräfte zu entwerfen. Eine der in Kapitel 2.3 vorgestellten theoretischen Voraussetzungen für erfolgreiche Lehrerfortbildungen ist, dass die Relevanz für die Zielgruppe sichtbar sein muss. Die Voraussetzungen sind jedoch für jede Person auf Basis ihrer bisherigen Kenntnisse und der Problemstellungen und Einsatzmöglichkeiten unterschiedlich. Daher müsste man im Idealfall für jede Lehrkraft individuell eine einzelne Fortbildung entwerfen. Dies ist aber offenkundig nicht praktikabel. Eine sehr praktikable Möglichkeit wäre, Fortbildungen anzubieten, die auf viele Bedürfnisse, jedoch dafür nicht tiefgehend, eingeht. Ein Mittelweg besteht darin, die Lehrkräfte bezüglich ihrer Einstellung zum Computereinsatz nach Typen einzuteilen und angepasste Fortbildungen zu entwickeln, die dem Einzelnen eher gerecht werden und somit ein stärker individualisiertes Vorgehen bei gleichzeitiger Aufwandsökonomie ermöglichen. Die Typenbildung ist in diesem Fall also gewählt, um eine adressatengerechte Förderung der Lehrkräfte in Bezug auf Fortbildungen zum Computereinsatz zu entwickeln.

Zur Typenbildung ist die Clusteranalyse prädestiniert. Sie bildet auf Grundlage einer Reihe von Variablen Gruppen (sog. *Cluster*) von Merkmalsträgern (in der vorliegenden Studie die Lehrkräfte). Im Wesentlichen lassen sich bei dem Verfahren drei Schritte un-

### 3. Lehrerfragebogen

terscheiden: Die Bestimmung der Ähnlichkeit, die Auswahl des Fusionierungsalgorithmus und schließlich die Bestimmung der Clusterzahl (Backhaus u. a., 2016, S. 456 ff.).

Im ersten Schritt werden die Ausprägungen der Beschreibungsmerkmale geprüft und Unterschiede bzw. Übereinstimmungen durch einen Zahlenwert beschrieben. Im vorliegenden Fall wurde sich für die Betrachtung der Unterschiede zwischen den Variablen entschieden und als Maß dafür die quadratische euklidische Distanz gewählt. Das ist möglich, weil durch die Likert-Skalierung, die den Variablen zu Grunde liegt, ein endlich-dimensionaler Raum gebildet wird. Die quadratische euklidische Distanz sorgt dafür, dass große Unterschiede zwischen Variablen stärker gewichtet werden und kleine eher weniger ins Gewicht fallen. Differenzen zwischen den Angaben der Lehrkräfte haben daher einen größeren Einfluss auf das Verfahren, je größer sie ausfallen.

Im zweiten Schritt werden aufgrund der Ähnlichkeits- bzw. Distanzmaße die Fälle zu Gruppen zusammengefasst, in denen die Ausprägungen der Beschreibungsmerkmale möglichst ähnlich sind. Für die Clusteranalyse stehen grundsätzlich viele verschiedene Fusionierungsalgorithmen zur Verfügung. Die wichtigsten stellen die partitionierenden und die hierarchischen Verfahren dar. Bei partitionierenden Verfahren wird von einer anfänglichen Aufteilung der betrachteten Merkmalsträger in Gruppen ausgegangen, die dann so lange hin und her verschoben werden, bis eine gegebene Zielfunktion ein Optimum erreicht. Diese Art von Verfahren ist für den zu untersuchenden Sachverhalt ungeeignet, weil sie voraussetzt, dass man zuvor die Anzahl der zu erwartenden Cluster bereits kennt. Daher wird für diese Studie auf ein hierarchisches Verfahren zurückgegriffen. Dabei kann man zum einen agglomerative Verfahren benutzen, die zunächst jedes Objekt als einzelnen Cluster ansehen und dann nach bestimmten Kriterien nach und nach immer zwei Cluster miteinander verbinden, bis am Ende ein einziger Cluster entsteht, der alle Objekte enthält. Zum anderen besteht die Möglichkeit auf divisive Verfahren zurückzugreifen, die den umgekehrten Weg gehen und zunächst alle Objekte in einer Gruppe verorten und diese dann nach und nach aufteilen. In beiden Fällen ist zuvor nicht bekannt, wie viele Cluster als sinnvolles Ergebnis zu erwarten sind und es gilt im dritten Schritt der Clusteranalyse ein Abbruchkriterium für die Agglomeration bzw. Division zu finden. Um gut verständliche und beschreibbare Gruppen von Lehrkräften zu bilden, wird in der vorliegenden Untersuchung das *Ward-Verfahren* verwendet. Dieses hat die Eigenschaft, dass diejenigen Cluster vereinigt werden, die nach Verbindung die Streuung (und damit die Varianz) innerhalb der neuen Gruppe am wenigsten vergrößern. Dadurch werden möglichst homogene Cluster gebildet (Backhaus u. a., 2016; Eckstein, 2014).

Im dritten und letzten Schritt wird die Entscheidung getroffen, welche Anzahl von Clustern zweckmäßig und die geeignetste Lösung für das vorliegende Feld ist. Dabei muss abgewogen werden zwischen einer hohen Zahl von Clustern, die in sich homogen, aber dafür schlechter handhabbar sind und einer niedrigen Anzahl von Clustern, die in sich relativ heterogen bezüglich der Beschreibungsmerkmale sein können. Ein hilfreiches Mittel zur Entscheidung, wie viele Cluster als abschließende Lösung anzusehen sind, bietet das sog. Elbow-Kriterium (Backhaus u. a., 2016, S. 495). Dieses Kriterium beruht auf einer graphischen Darstellung, in der auf der x-Achse der Vereinigungsschritt und auf der y-Achse die zugehörige Distanz, die zwischen den beiden im betrachteten Schritt fusionierten Clustern besteht, aufgetragen ist. Für gewöhnlich weist dieser Graph bei

Vereinigung der letzten Cluster einen sprunghaften Anstieg auf, der als Knick im Graphen ersichtlich ist. Die Benennung des Kriteriums beruht auf dem Aussehen des Graphen, dessen flacher Teil einem Unterarm und dessen steil ansteigender Teil einem Oberarm ähnelt. Das Auswahlkriterium besagt dann, dass man die Auswahl der Clusterzahl an der Stelle festmachen sollte, an der in diesem Bild der „Ellenbogen“ liegt. Eine andere Darstellung der Distanzen zwischen den Clustern wird in einem baumartigen Dendrogramm verwirklicht, dessen Betrachtung bei der Clusterzahl ebenfalls hilfreich sein kann. Allerdings lässt sich dabei nur schwer ein verallgemeinerbares Auswahlkriterium festlegen.

Neben dem Vorgehen bei der Clusteranalyse seien an dieser Stelle noch einige andere methodische Aspekte angesprochen, die bei der Beschreibung der Cluster relevant sind. Eine Möglichkeit, a posteriori die Güte der Clusteranalyse zu beurteilen, besteht darin, anschließend eine Diskriminanzanalyse als strukturenprüfendes Verfahren durchzuführen (vgl. Kap. 4.1.4). Dieses Verfahren ordnet jedes einzelne Objekt sukzessive einem der Cluster zu, indem dabei nur Mittelwert und Streuung der einzelnen Cluster sowie deren Lage zueinander beachtet werden. Werden durch dieses Verfahren die meisten Objekte demselben Cluster zugeordnet, wie in der explorativen Clusteranalyse, so sichert das die vorherige Analyse ab (ebd., S. 216 ff). Dies wird erneut in den Kapiteln 4.1.4 bzw. 4.2.3 thematisiert.

In den folgenden Untersuchungen werden die Cluster auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede untersucht. Der Clusterbildung liegt eine Standardisierung der Ausgangsvariablen zu Grunde. Dies dient dazu, dass alle Variablen einen gleich großen Einfluss auf das Resultat haben und keine ungewollten Gewichtungen zwischen den Faktoren auftreten. Um dies zu bewerkstelligen wird eine Z-Transformation durchgeführt. Diese sorgt dafür, dass der Mittelwert der Variablen als 0 und die Standardabweichung als 1 festgelegt wird.

Des Weiteren wird bei paarweisen Vergleichen der Cluster bzgl. Variablen, die nicht in die Faktoren- bzw. Clusterbildung mit einbezogen wurden, bei Signifikanzberechnungen die Bonferroni-Korrektur verwendet, um vor einem möglichen kumulierten  $\alpha$ -Fehler bei Mehrfachtestung zu schützen. Dabei wird die Irrtumswahrscheinlichkeit, die bei den einzelnen statistischen Tests errechnet wird, mit der Anzahl der Tests multipliziert und liefert somit eine konservativere Schätzung des  $\alpha$ -Fehlers ab.

## 3.2. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Fragebogenerhebung sind in diesem Kapitel aufgeführt. Dabei soll nach einer kurzen Stichprobenbeschreibung zunächst die Auswertung zur Quantität des Computereinsatzes vorgestellt und der Bezug zu den bisherigen Untersuchungen von Gröber und Wilhelm (2006) und Wilhelm und Trefzger (2010) hergestellt werden. Anschließend werden die Einstellungen der Lehrkräfte genauer untersucht und auf dieser Basis eine Clusteranalyse vorgenommen, um die Lehrkräfte in Gruppen bezüglich ihrer Einstellung einzuteilen.

### 3. Lehrerfragebogen

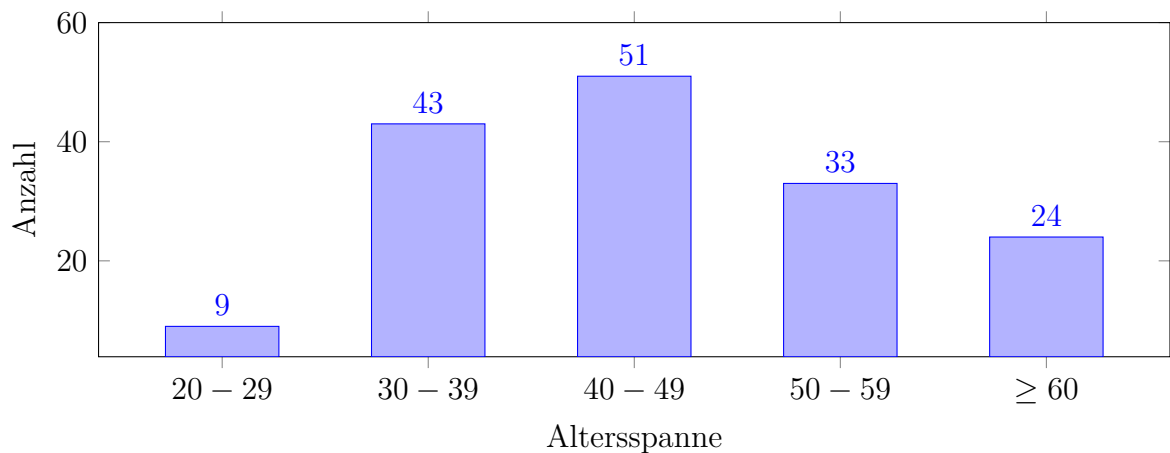


Abbildung 3.1.: Altersverteilung der Probanden.

#### 3.2.0.1. Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt ergab sich ein Rücklauf von  $N = 163$  Probanden. Davon kamen die Befragten in etwa zu gleichen Teilen aus den drei befragten Regionen (Frankfurt: 51, Schwaben: 52, Unterfranken: 60). 69% der Befragten waren Männer und 31% Frauen. Die Hälfte der befragten Physiklehrkräfte arbeiten schon 14 oder mehr Jahre im Schuldienst. An der Altersverteilung in Abbildung 3.1 kann man erkennen, dass die meisten Lehrkräfte ein Alter von 40 bis 49 Jahren haben und die verschiedenen Altersgruppen recht gut verteilt sind.

#### 3.2.1. Deskriptive Analyse

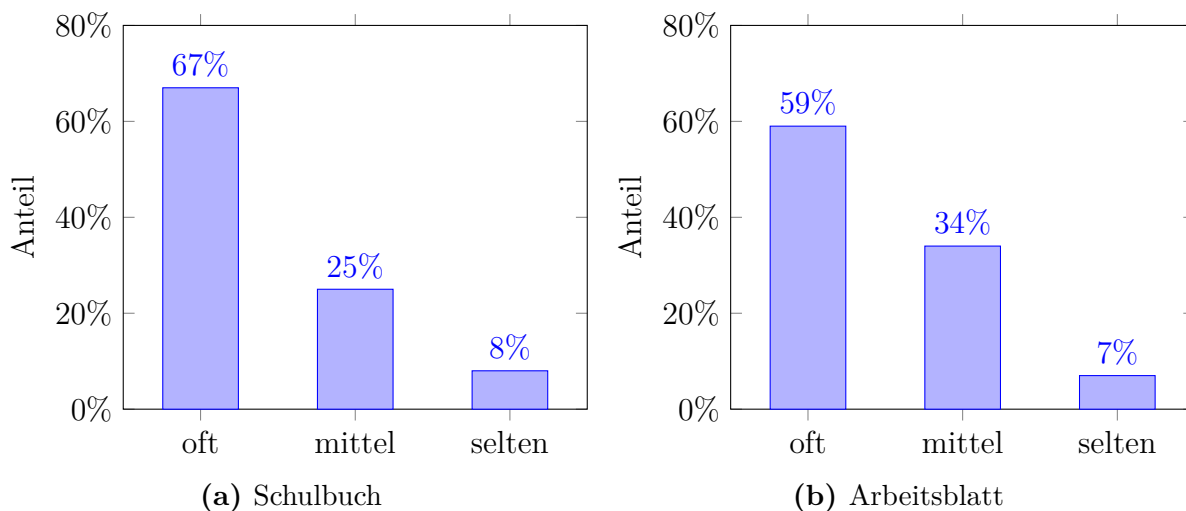
Um eine Übersicht über die Ergebnisse der Antworten der Lehrkräfte in Bezug auf die Nutzungsquantität zu bekommen, sind die Ergebnisse der einzelnen Bereiche des Fragebogens, die sich damit beschäftigen, im vorliegenden Kapitel zusammenfassend wiedergegeben. Teile dieses Abschnitts wurden bereits in Wenzel und Wilhelm (2015) veröffentlicht.

Soweit im Folgenden nichts anderes erwähnt wird, besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Erhebungsregionen. Zur besseren Lesbarkeit wurde außerdem die sechsstufige Ordinalskala zur Nutzungshäufigkeit in drei Gruppen zusammengefasst. Die Gruppen sind „oft“ (mindestens einmal pro Woche), „mittel“ (ein bis mehrmals pro Monat) und „selten“ (weniger als einmal pro Monat oder nie).

##### 3.2.1.1. Mediennutzung im Kontext des Unterrichts

Ein sehr präzentes, klassisches Unterrichtsmedium im Physikunterricht ist die Tafel bzw. ein Whiteboard, das nur zum Anschreiben genutzt wird und deshalb vergleichbar ist. Das wird von 85% der Probanden oft genutzt. Nur 3% nutzen die Tafel mit mittlerer Häufigkeit. Von den Probanden gaben aber 12% an, die Tafel nur selten zu benutzen. Bei





**Abbildung 3.2.:** Einsatzhäufigkeiten klassischer Medien im Physikunterricht.

dieser Angabe ist jedoch ein möglicher Fehler durch die genaue Formulierung des Items möglich: „Tafel/interaktives Whiteboard nur zum Anschreiben“. Etwa 10% der Probanden haben dort „nie“ angegeben, was sich darauf beziehen könnte, dass die Lehrkräfte durch die Erwähnung des Whiteboards irritiert waren.

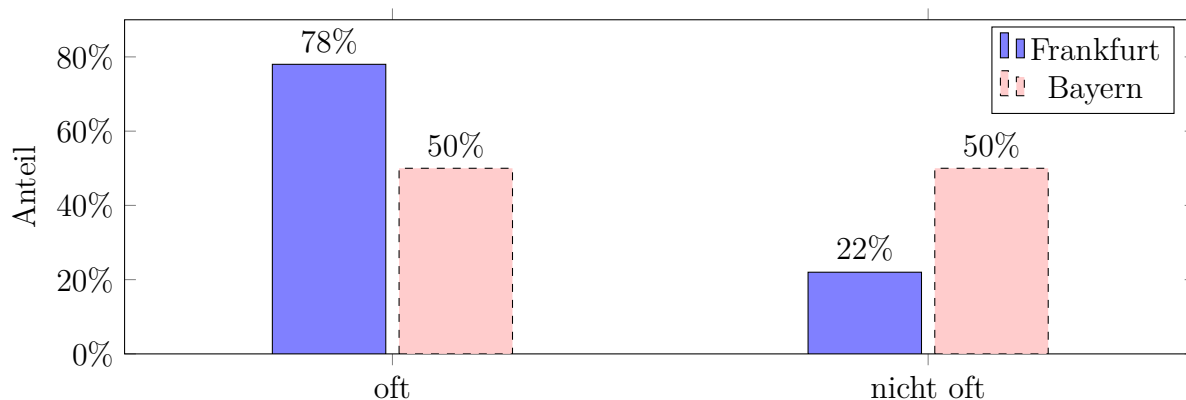
Die klassischen Medien Schulbücher und Arbeitsblätter werden zwar etwas seltener als die Tafel genutzt, sind aber immer noch sehr präsent im Physikunterricht (siehe Abb. 3.2a und 3.2b). Zwischen den untersuchten Gebieten lässt sich ein tendenzieller, jedoch nicht signifikanter Unterschied feststellen, der zeigt, dass im Raum Frankfurt öfter Arbeitsblätter und dafür seltener das Schulbuch im Unterricht eingesetzt werden (siehe Abb. 3.3).

Fasst man die beiden bayerischen Gebiete zusammen und vergleicht sie mit dem Raum Frankfurt, dann ergibt sich bei einem  $\chi^2$ -Test mit Yates-Korrektur, dass in Frankfurt Arbeitsblätter signifikant häufiger eingesetzt werden als in den bayerischen Gebieten ( $\chi^2(1) = 10,05$ ,  $p = 0,02 < \alpha = 0,05$ ).

### 3.2.1.2. Einsatzhäufigkeit Neuer Medien im Physikunterricht

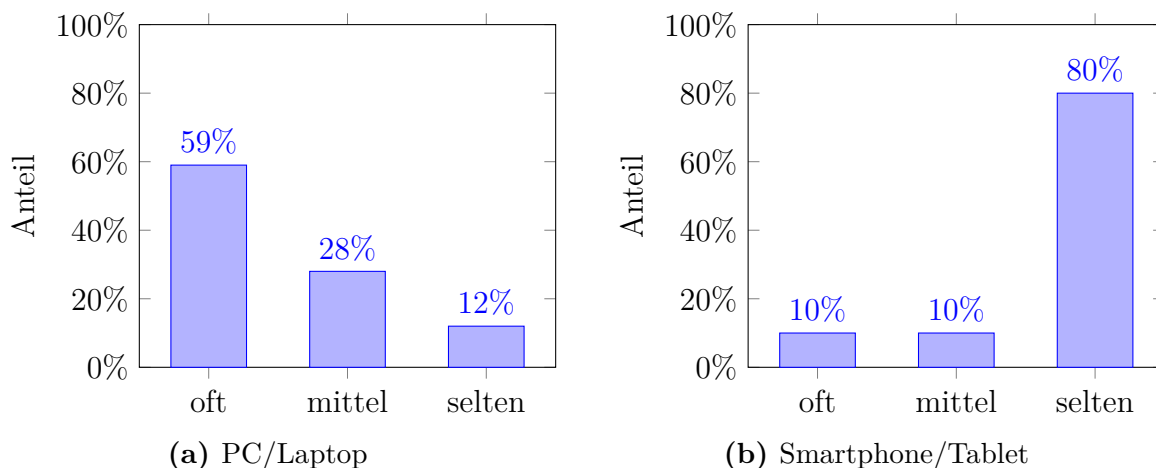
Für die Betrachtung Neuer Medien im Physikunterricht wurde zwischen PC bzw. Laptop einerseits und Tablet bzw. Smartphone andererseits unterschieden. In Abbildung 3.4a lässt sich erkennen, dass der Computer im Physikunterricht des Gymnasiums von fast 60% der Probanden oft eingesetzt wird. Das ist ein deutlich höherer Wert, als in ICILS 2013 festgestellt wurde. In jener Untersuchung haben nur 34% den Computer mindestens wöchentlich eingesetzt (Bos u. a., 2014, S. 203). In der ICILS wurden Lehrkräfte aller Fächer und Schulformen einbezogen. Es wurde dort jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen den Schulformen gefunden. Die Vermutung liegt nahe, dass Physiklehrkräfte überdurchschnittlich oft mit dem PC/Laptop arbeiten. Nur knapp über 10% nutzen den PC bzw. Laptop selten in ihrem Unterricht. 5% der Physikgymnasiallehrkräfte nutzen ihren Angaben nach den PC bzw. Laptop nie im Unterricht. Dieser Wert ist vergleichbar

### 3. Lehrerfragebogen



**Abbildung 3.3.:** Arbeitsblatteinsatz im Vergleich zwischen dem Großraum Frankfurt und den beiden untersuchten Regionen Bayerns.

mit dem Ergebnis der ICILS 2013 (Bos u. a., 2014), in der festgestellt wurde, dass 7% der Lehrkräfte an Gymnasien nie den Computer nutzen.

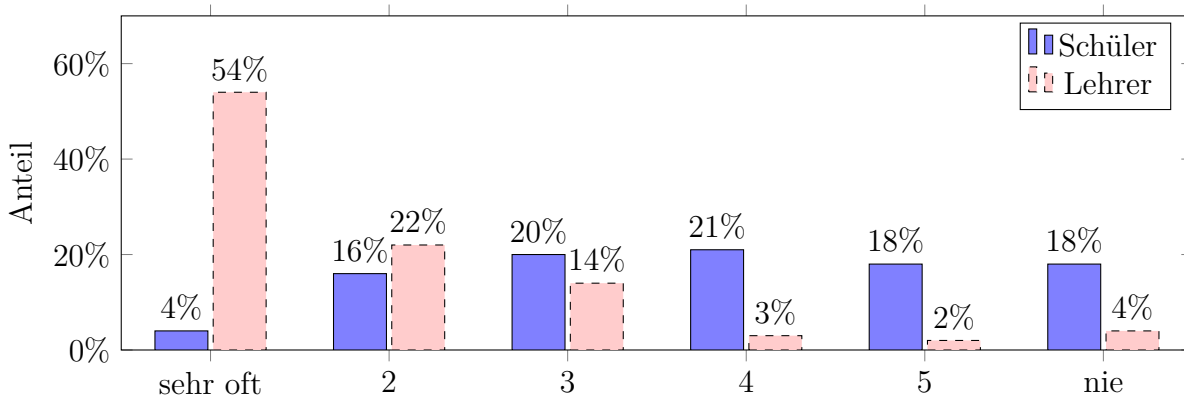


**Abbildung 3.4.:** Einsatzhäufigkeiten Neuer Medien im Physikunterricht.

Pietzner unterteilte in ihrer Studie die Lehrkräfte nach ihrem durchschnittlichen Computereinsatz im Unterricht in sog. „Nutzer“ und „Meider“ (Pietzner, 2009). Dabei wurden alle, die den Computer öfter als einmal im Monat in ihrem naturwissenschaftlichen Unterricht einsetzen, in die erste Kategorie eingeteilt, der Rest in die zweite. Vergleicht man die Ergebnisse dieser Umfrage mit Pietzners Studie, so kann man die Befragten, die den Computer selten einsetzen, mit den von Pietzner als „Meider“ benannten Lehrkräften identifizieren. In Pietzners Studie wurden Biologie-, Chemie- und Physiklehrkräfte aller Schulformen aus Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen untersucht und sie fand heraus, dass 42% der Gymnasial- und 52% der Physiklehrkräfte den Computer weniger als einmal im Monat im Unterricht verwenden. In der hier vorliegenden Studie können jedoch nur 12% der Physikgymnasiallehrkräfte in diese Kategorie eingeordnet werden. Selbst wenn man bedenkt, dass bei Pietzner auch Nichtgymnasiallehrkräfte befragt wurden,

die den Computer seltener verwenden, als die hier befragten Gymnasiallehrkräfte, kann man doch vermuten, dass sich der Anteil der Nichtcomputer-„Nutzer“ in den letzten Jahren deutlich verringert hat. Andererseits ist allerdings auch festzustellen, dass Tablets bzw. Smartphones bisher noch nicht im Schulalltag angekommen sind (vgl. Abb. 3.4b). Obwohl mittlerweile ca. 95% der Jugendlichen zwischen zwölf und 19 Jahren ein eigenes Smartphone besitzen (Feierabend, Plankenhorn und Rathgeb, 2016), wird diese vertraute Technologie nur von einem von fünf Physiklehrkräften öfter als einmal im Monat eingesetzt (siehe Abb. 3.4b). Knapp 70% der Befragten nutzen Smartphone oder Tablet nie in ihrem Unterricht.

Der Computer wird sehr oft durch die Lehrkraft, also zu Demonstrationszwecken, eingesetzt (siehe Abb. 3.5). Schülerinnen und Schüler arbeiten eher seltener mit dem Computer. Dabei ergibt sich zwischen verschiedenen Sozialformen (Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit) kein Unterschied. In allen dreien wird der Computer in etwa gleich selten im Physikunterricht eingesetzt.



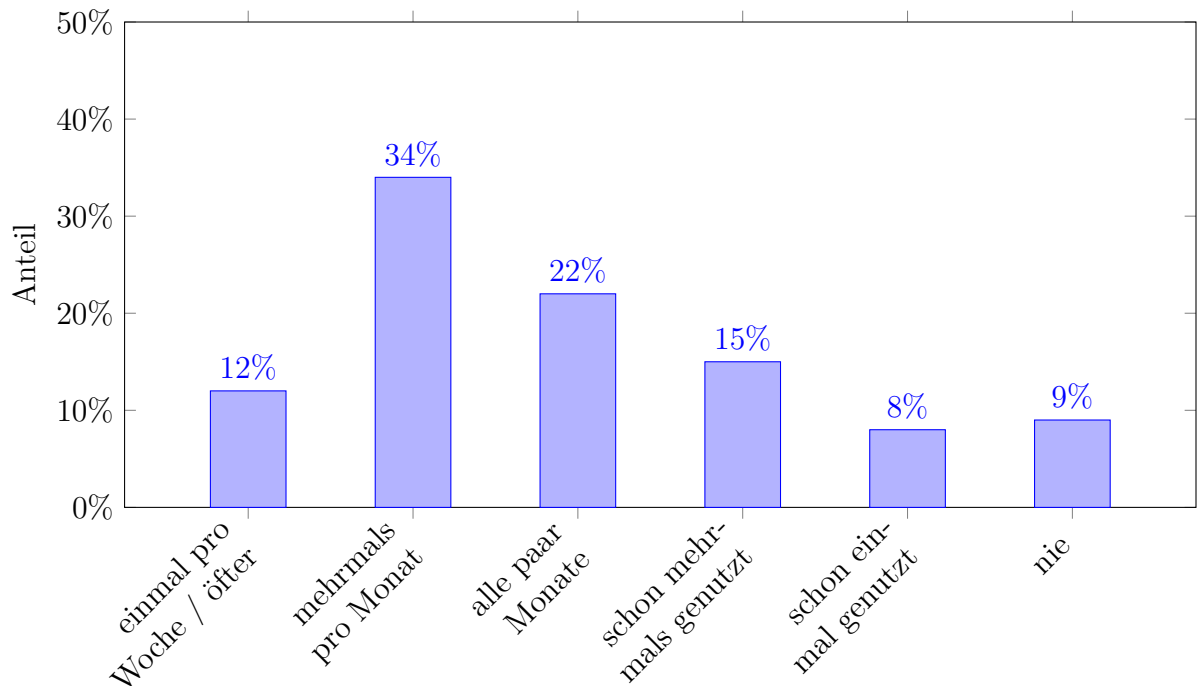
**Abbildung 3.5.:** Computereinsatz im Physikunterricht durch Schülerinnen und Schüler bzw. durch die Lehrkräfte.

### 3.2.1.3. Benutzte Soft- und Hardware

Wie im Abschnitt 3.1.1 ab Seite 32 beschrieben wurden unterschiedliche Arten, den Computer im Physikunterricht zu nutzen, abgefragt. Die Lehrkräfte aus den drei Erhebungsgebieten (Frankfurt sowie die bayerischen Regierungsbezirke Unterfranken und Schwaben) unterscheiden sich in manchen Nutzungsarten. Immer wenn ein solcher regionaler Unterschied auszumachen ist, wird er explizit thematisiert. Wenn nichts weiter dazu gesagt wird, ist davon auszugehen, dass es keine entsprechenden Unterschiede gibt. Außerdem werden die Zahlen der vorliegenden Studie mit denen bisheriger Umfragen ins Verhältnis gesetzt. Bei der Nennung der konkreten Software sind alle Programme angegeben, die von mehr als 3% der Befragten im Fragebogen (vgl. Abschnitt A.1) in Block 8 angekreuzt wurden.

### 3. Lehrerfragebogen

**Internet als Informationsmedium** Abbildung 3.6 kann man entnehmen, dass etwa ein Drittel der Befragten den Computer im Unterricht mehrmals pro Monat zur Recherche im Internet einsetzt. Diese Einsatzart ist nach wie vor ähnlich stark verbreitet wie schon 2009 (Wilhelm und Trefzger, 2010), als 94% der Lehrkräfte angaben, den Computer schon mindestens einmal dafür genutzt zu haben. Die vorliegende Umfrage ermittelte dazu einen Wert von 91%.



**Abbildung 3.6.:** Einsatz des Internets als Informationsmedium.

**Interaktive Bildschirmexperimente** Eine leichte Zunahme des Einsatzes kann man bei interaktiven Bildschirmexperimenten (kurz: IBEs) feststellen. Während 2009 noch nur zwei Drittel der Lehrkräfte IBEs im Physikunterricht schon mindestens einmal genutzt haben (ebd.), liegt die Quote 2015 bei knapp über drei Viertel. In Abbildung 3.7 lässt sich erkennen, dass IBEs dennoch von den wenigsten Lehrkräften häufig genutzt werden. Etwa zwei von fünf Befragten nutzen IBEs eher regelmäßig.

**Messwerterfassung mit externen Sensoren** Bei der Messwerterfassung mit externen Sensoren lassen sich zwischen der Studie von Wilhelm und Trefzger (ebd.) und den aktuellen Daten nur geringe Unterschiede feststellen. 2009 hatten 82% der Befragten angegeben, schon mindestens einmal im Unterricht „PC-Messungen“ eingesetzt zu haben. Dieser Wert ist vergleichbar mit dem Aktuellen, nach dem 78% der Probanden angeben, schon mindestens einmal Messwerte mit externen Sensoren erfasst zu haben (vgl. Abb. 3.8).

Eine genauere Analyse ergibt, dass in Unterfranken eine intensive Nutzung des Computers zur Messwerterfassung (mehrmals pro Monat oder öfter) bei einem Si-

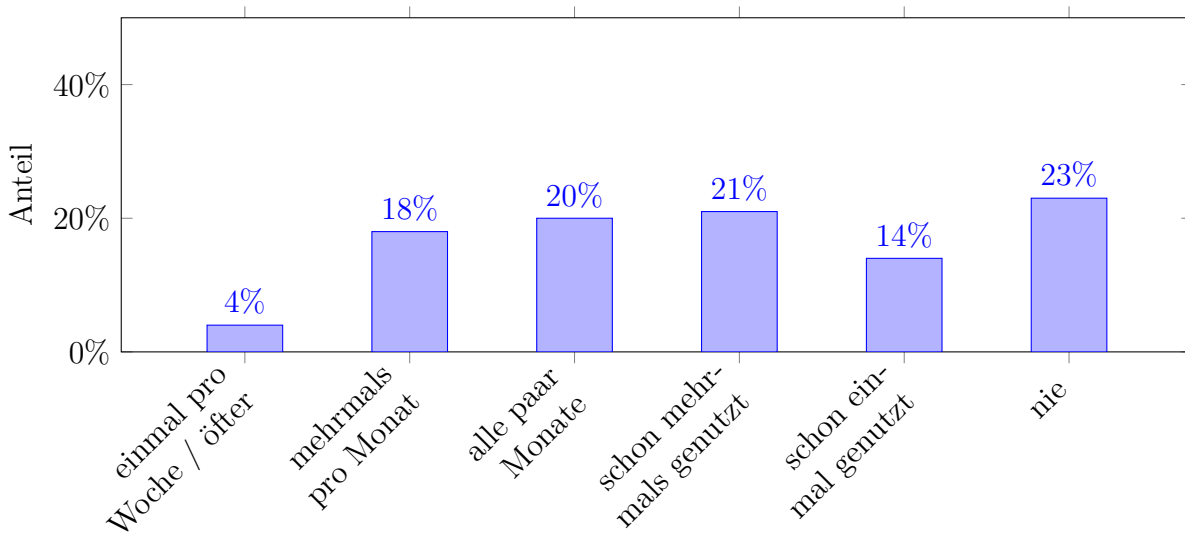


Abbildung 3.7.: Einsatz interaktiver Bildelemente.

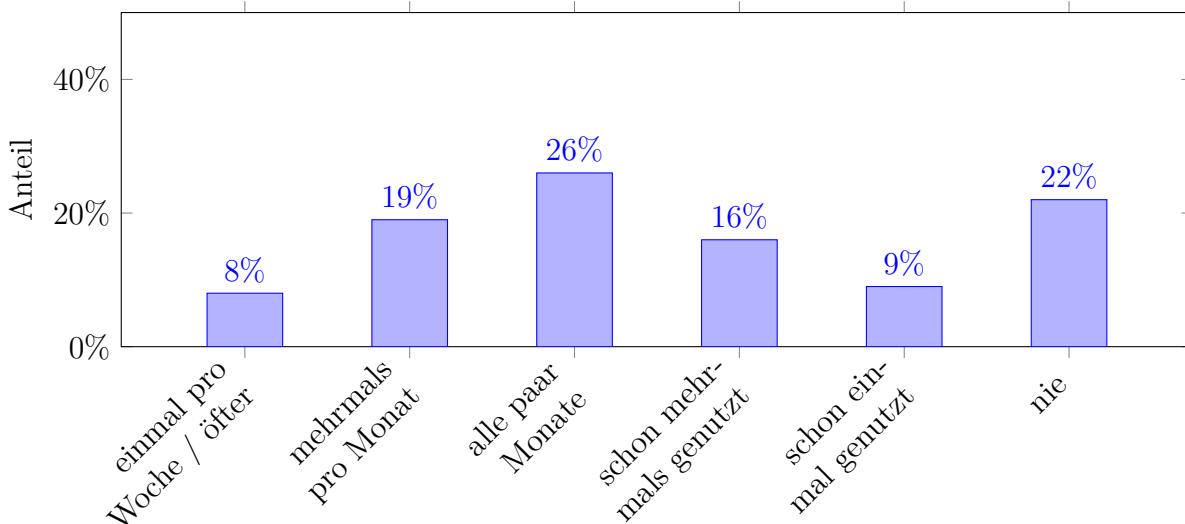


Abbildung 3.8.: Einsatz von Messwerterfassung mit externen Sensoren.

gnifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  signifikant häufiger angegeben wird als in Schwaben  $\chi^2(2) = 8,63$ ,  $p = 0,01 < \alpha$  und auch signifikant häufiger als im Raum Frankfurt  $\chi^2(2) = 20,89$ ,  $p < 0,001 < \alpha$ . Dies könnte daran liegen, dass die computerbasierte Messwerterfassung in Würzburg in Ausbildung und Fortbildung stark vermittelt wurde. Welche Sensoren am häufigsten genutzt werden, kann man der Tabelle 3.1 entnehmen. Dabei lassen sich regionale Unterschiede bemerken. Dennoch ist allgemein festzustellen, dass die Software *CASSYLab* zum Messwerterfassungssystem *CASSY* von wenigstens der Hälfte aller Lehrkräfte schon einmal benutzt wurde. Bereits im Jahr 2009 war *CASSY* das bekannteste Messwerterfassungssystem in Unterfranken. Jedoch hat sich dort die

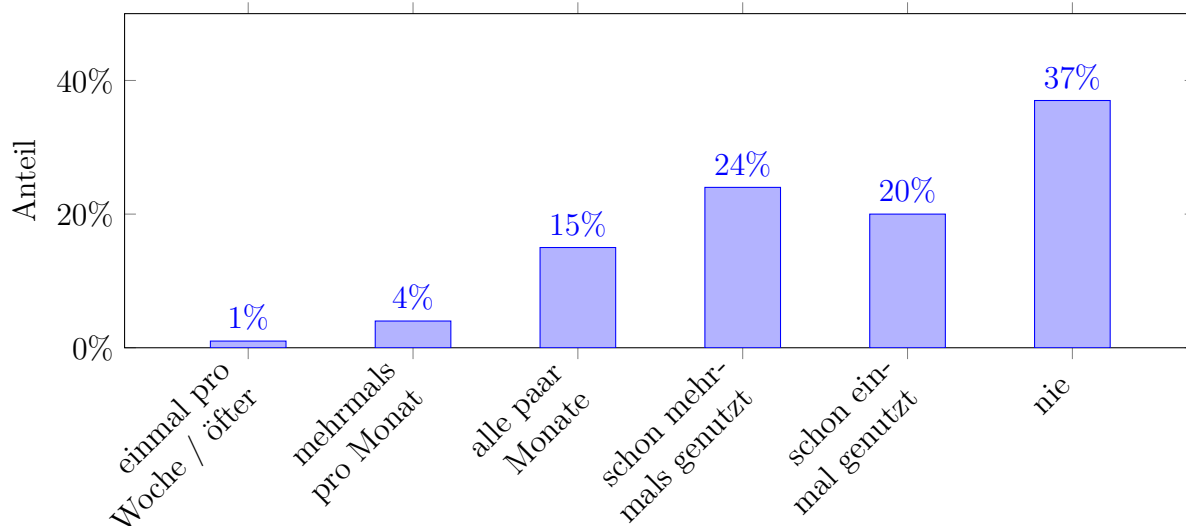
### 3. Lehrerfragebogen

Verwendung von *DataStudio* seitdem von 17% auf 30% der Physiklehrkräfte gesteigert (Wilhelm und Trefzger, 2010). Die Nutzung von *DataStudio* in Unterfranken und Schwaben unterscheidet sich signifikant mit  $\chi^2(1) = 5,64$ ,  $p = 0,02 < \alpha$ , und die zwischen Unterfranken und Frankfurt signifikant mit  $\chi^2(1) = 17,94$ ,  $p < 0,001 < \alpha$ .

	Frankfurt	Unterfranken	Schwaben
CASSYLab zu CASSY (LD-Didactic)	49%	62%	65%
measure zu Cobra4 (Phywe)	10%	2%	6%
DataStudio zu Passport (Pasco)	0%*	30%*+	12%+
Logger Pro (Vernier)	10%	3%	4%

**Tabelle 3.1.:** Schon mindestens einmal eingesetzte Soft- und Hardware nach Regionen ( $N_{\text{Frankfurt}} = 51$ ;  $N_{\text{Unterfranken}} = 60$ ;  $N_{\text{Schwaben}} = 50$ ); (signifikante Unterschiede gemäß  $\chi^2$ -Test sind mit \* bzw. + markiert).

**Videoanalyse von Bewegungen** Während 2009 nur 35% der Physikgymnasiallehrkräfte schon mindestens einmal mit einer Software zur Videoanalyse von Bewegungen gearbeitet hatten, hat sich dieser Anteil bis 2015 beinahe verdoppelt auf 63% (vgl. Abb. 3.9).



**Abbildung 3.9.:** Einsatz von Videoanalyse von Bewegungen.

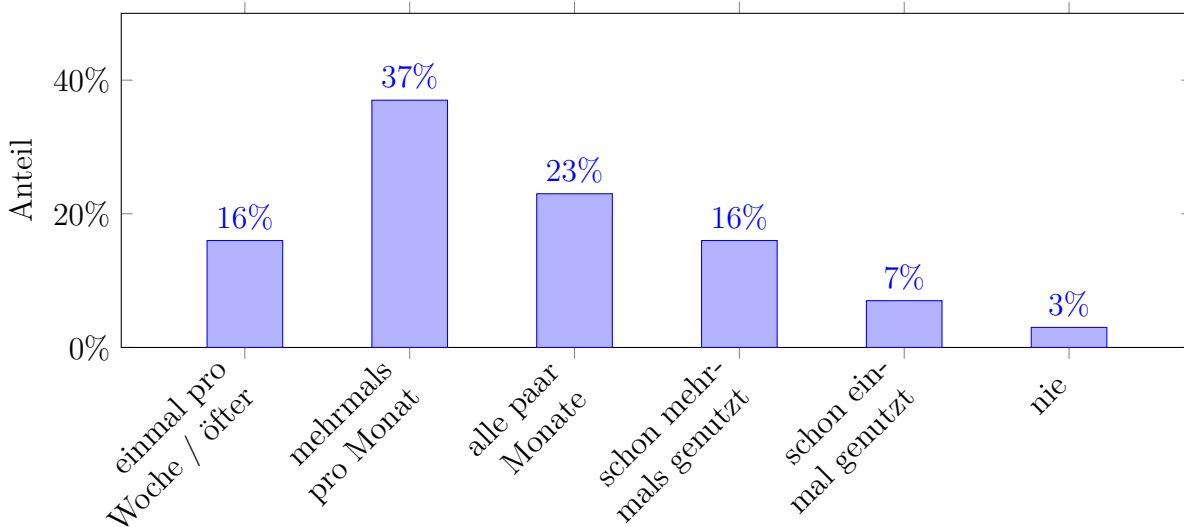
Die Steigerung der Bekanntheit von Videoanalysesoftware schlägt sich auch in einer großen Bandbreite von verwendeten Produkten nieder. Den Unterschied in der Bekanntheit von *Viana* zwischen Frankfurt und Unterfranken ist signifikant. Einen weiteren signifikanten Unterschied zwischen Unterfranken und den anderen beiden Regionen erkennt man in Tabelle 3.2 in der Verwendung von *measure dynamics*. Da dieses Programm zunächst in Würzburg (Unterfranken) entwickelt wurde und dort auch viele Fortbildungen dazu angeboten wurden, lässt sich dieser Effekt leicht erklären. Entsprechend

ist anzumerken, dass *Galileo* von einem unterfränkischen Lehrer programmiert wurde, während *ViMPS* im Rahmen einer Mainzer Staatsexamensarbeit entstand. Gegenüber 2009 hat sich vor allem der Anteil der Lehrkräfte, die schon *measure dynamics* nutzten, stark verändert (in Unterfranken von 7% auf 71% verzehnfacht).

	Frankfurt	Unterfranken	Schwaben
Viana bzw. Viana.net	50%*	20%*	32%
measure dynamics	31%*	71%*+	43%+
Tracker	3%	9%	7%
ViMPS	9%	0%	0%
Coach 5	0%	6%	11%
Coach 6	0%	0%	7%
Galileo	6%	11%	7%
Video Analyzer	19%	6%	18%
Sonstige	6%	9%	7%

**Tabelle 3.2.:** Schon mindestens einmal eingesetzte Soft- und Hardware nach Regionen ( $N_{\text{Frankfurt}} = 51$ ;  $N_{\text{Unterfranken}} = 60$ ;  $N_{\text{Schwaben}} = 50$ ); (signifikante Unterschiede gemäß  $\chi^2$ -Test sind mit \* bzw. + markiert).

**Simulationen und Animationen** Über die Hälfte der Probanden gab an, dass sie einmal pro Monat oder öfter Simulationen oder Animationen in ihrem Unterricht einsetzen (vgl. Abb. 3.10).



**Abbildung 3.10.:** Einsatz von Simulationen und Animationen.

Von den abgefragten Einsatzmöglichkeiten des Computers waren Simulationen und Animationen die verbreitetste Form. Nur 3% der Befragten nutzen diese Möglichkeit nicht

### 3. Lehrerfragebogen

in ihrem Unterricht. Den 97% der Lehrkräfte, die 2015 Simulationen und Animationen schon einmal eingesetzt haben, stehen 83% aus 2009 gegenüber (Wilhelm und Trefzger, 2010). Betrachtet man die verwendete Software, so stellt man fest, dass die verbreitetste

	Frankfurt	Unterfranken	Schwaben
Applets	73%	73%	65%
Crocodile Physics	25%	23%	23%
Yenka Physics	8%	3%	4%
Interactive Physics	12%	17%	6%
CliXX Physik	6%	7%	0%
Albert	6%	7%	2%
Cinderella	4%	3%	8%
PAKMA	2%*	25%*+	6%+
Apps	10%	3%	2%

**Tabelle 3.3.:** Schon mindestens einmal eingesetzte Soft- und Hardware nach Regionen ( $N_{\text{Frankfurt}} = 51$ ;  $N_{\text{Unterfranken}} = 60$ ;  $N_{\text{Schwaben}} = 50$ ); (signifikante Unterschiede gemäß  $\chi^2$ -Test sind mit \* bzw. + markiert).

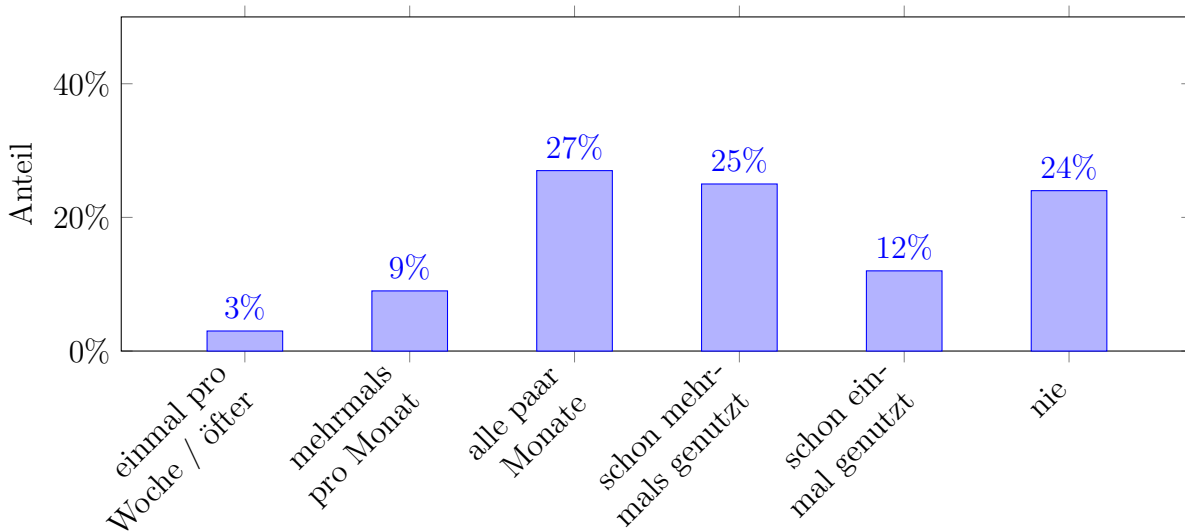
Variante des Einsatzes von Simulationen und Animationen die Nutzung von Applets ist (vgl. Tab. 3.3). Zwei Drittel bis drei Viertel der Probanden gaben an, dies schon in ihrem Unterricht genutzt zu haben. In der Umfrage von 2009 war es noch nur knapp über der Hälfte der Physiklehrkräfte (vgl. Tab. 3.4). Außerdem fällt auf, dass *PAKMA* in Unterfranken signifikant häufiger genutzt wurde, als in den anderen untersuchten Gebieten ( $\chi^2(1) = 11,61$ ,  $p = 0,001 < \alpha$  zwischen Frankfurt und Unterfranken und  $\chi^2(1) = 7,64$ ,  $p = 0,006 < \alpha$  zwischen Unterfranken und Schwaben). Auch diese signifikante lokale Unterscheidung lässt sich darauf zurückführen, dass das Programm in Würzburg entwickelt und dementsprechend in der umliegenden Gegend verbreitet wurde. Da es nicht weiterentwickelt wurde, wird es zunehmend seltener genutzt. Die Beobachtung, dass Applikationen für Tablet und Smartphone nur von 10% der Befragten oder weniger genutzt wird, deckt sich mit der Tatsache, dass die entsprechende Hardware auch nur sehr selten im Unterricht eingesetzt wird (vgl. Abb. 3.4b).

**Mathematische Modellbildung** Eine weitere Möglichkeit, den Computer im Physikunterricht einzusetzen, bietet die mathematische Modellbildung, bei der eine Bewegung numerisch mit der Methode der kleinen Schritte berechnet wird. Im Jahr 2009 gaben gut die Hälfte (56%) der Lehrkräfte an, dies schon eingesetzt zu haben (ebd.). In der aktuellen Erhebung gaben schon 75% der Befragten an, wenigstens einmal Software zur mathematischen Modellbildung eingesetzt zu haben (vgl. Abb. 3.11). Dieser Anstieg lässt sich auch damit erklären, dass in Bayern die mathematische Modellbildung seit dem Schuljahr 2008/09 in der zehnten Jahrgangsstufe im Lehrplan verankert ist. Außerdem lässt sich festhalten, dass in Frankfurt signifikant seltener der Computer zur mathematischen Modellbildung im Physikunterricht eingesetzt wird als in Unterfranken ( $\chi^2(2) = 10,38$ ,  $p = 0,006 < \alpha$ ).



	Rheinland- Pfalz 2004, $N = 293$	Unterfranken 2009, $N = 98$	Hessen/Bayern 2015, $N = 163$
Applets	33%	55%	70%
Crocodile Physics	13%	24%	24%
Interactive Physics	3%	7%	11%

**Tabelle 3.4.:** Anteil der Lehrkräfte, die die entsprechende Anwendung „schon einmal genutzt“ haben. Vergleich der aktuellen Ergebnisse zu Simulationen mit denen von Gröber und Wilhelm (2006, Erhebung in 2004) und Wilhelm und Trefzger (2010, Erhebung in 2009).



**Abbildung 3.11.:** Einsatz von Software zur mathematischen Modellbildung.

### 3. Lehrerfragebogen

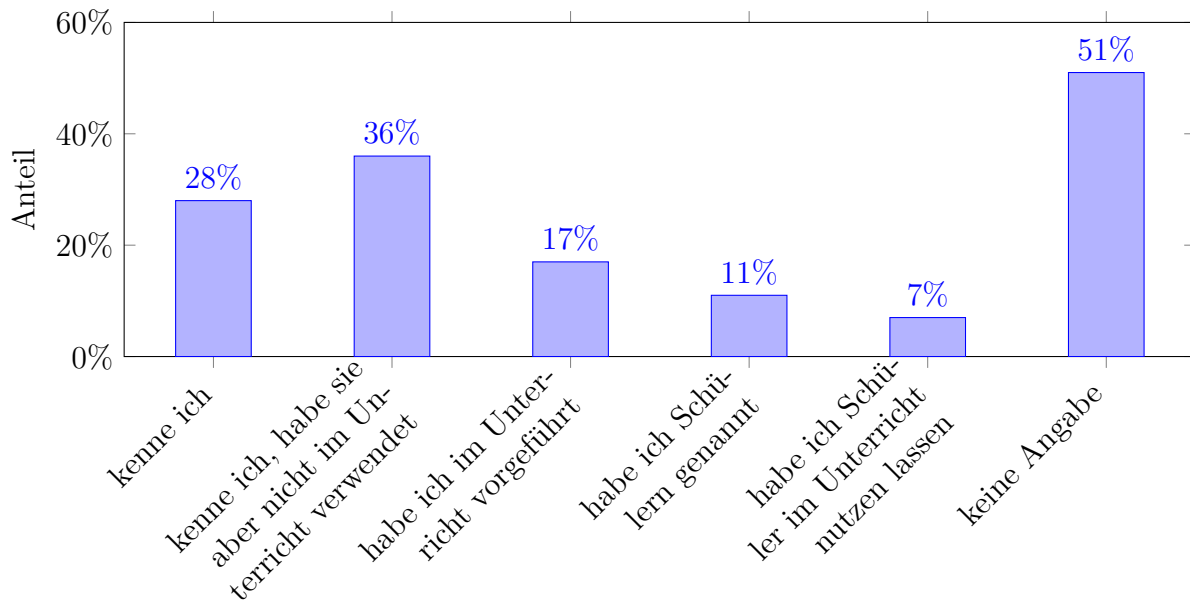
Dass die Bandbreite der eingesetzten Software nicht sehr groß ist, kann man Tabelle 3.5 entnehmen. Die am weitesten verbreitete Möglichkeit, mathematische Modellbildung im Unterricht zu betreiben, ist die Arbeit mit Tabellenkalkulationsprogrammen wie *Excel*. Signifikant mehr unterfränkische Lehrkräfte arbeiten mit dieser Art Programm im Vergleich zu denen aus dem Raum Frankfurt ( $\chi^2(1) = 4,67, p = 0,031 < \alpha$ ). Allerdings ist fraglich, ob die Lehrkräfte, wenn sie hier *Excel* angaben, wirklich damit immer mathematische Modellbildung durchführten oder es anders verwendeten – etwa zur Berechnung oder Auswertung von Messwerten. Die Bekanntheit von *Newton-II* in Unterfranken unterscheidet sich signifikant von der in Frankfurt ( $\chi^2(1) = 9,50, p = 0,002 < \alpha$ ) bzw. von der in Schwaben ( $\chi^2(1) = 12,75, p = 3,5 \cdot 10^{-4} < \alpha$ ). Dieses Programm wurde jedoch auch in Unterfranken entwickelt. *PAKMA* (und das Erweiterungspaket *VisEdit*), das ebenfalls im Raum Würzburg entwickelt wurde, wird in Unterfranken signifikant häufiger eingesetzt als in Schwaben ( $\chi^2(1) = 4,91, p = 0,027 < \alpha$ ) bzw. in Frankfurt ( $\chi^2(1) = 4,66, p = 0,031 < \alpha$ ).

	Frankfurt	Unterfranken	Schwaben
Tabellenkalkulation ( <i>Excel</i> etc.)	47%*	68%*	60%
Dynasys	4%	2%	8%
Newton-II	2%*	22%*+	0%+
VisEdit/PAKMA	2%	13%*	2%*

**Tabelle 3.5.:** Software, die schon mindestens einmal zur mathematischen Modellbildung eingesetzt wurde, nach Regionen (signifikante Unterschiede gemäß  $\chi^2$ -Test sind mit \* bzw. + markiert).

**Physikalische Apps für Smartphone und Tablet** Bei der Frage, ob die Probanden physikalische Apps für Smartphone oder Tablet kennen, ging es im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Einsatzarten von Computern im Physikunterricht auch um deren pure Kenntnis bzw. Bekanntheit. Knapp über die Hälfte der Befragten machten keine Angabe, die darauf hindeutet, dass sie Apps für den Physikunterricht kennen. Es liegt daher nahe, dass ihnen entsprechende Anwendungen unbekannt sind. Diejenigen, die angaben, physikalische Apps zu kennen, nutzten sie aber nicht unbedingt (vgl. Abb. 3.12). Immerhin gut ein Drittel der Befragten gab an, zwar entsprechende Applikationen zu kennen, sie aber noch nicht im Unterricht eingesetzt zu haben. 17% der Lehrkräfte haben sie schon vorgeführt und nur 7% haben Apps im Physikunterricht durch die Lernenden nutzen lassen.

**Sonstige Einsatzarten** Neben den oben aufgeführten Arten, den Computer im Physikunterricht einzusetzen, wurden noch vier weitere Arten abgefragt, nämlich Messwertfassung mit internen Sensoren, Internet als Kommunikationsmedium, Arbeiten mit kompletten Lerneinheiten und Mind Maps bzw. Concept Maps. Da die Ergebnisse zeigen, dass diese Arten des Computereinsatzes eher selten verwendet werden, wird an dieser Stelle auch nur kurz darauf eingegangen.



**Abbildung 3.12.:** Angaben zur Aussage „Physikalische Apps für Smartphone/ Tablet“. Mehrfachnennungen möglich.

**Messwerterfassung mit internen Sensoren** 76% der Lehrkräfte haben im Unterricht noch nie Messwerte mit internen Sensoren von Tablet oder Smartphone aufgenommen. Nur 13% der Befragten gaben an, die internen Sensoren immerhin schon einmal genutzt zu haben und 11% haben diese Möglichkeit schon öfter als einmal eingesetzt. Auch diese Angaben decken sich mit der Tatsache, dass vier Fünftel der Befragten noch nie mit Tablet oder Smartphone im Unterricht gearbeitet haben. Dies ist unabhängig von den untersuchten Regionen.

**Internet als Kommunikationsmedium** Wie man in Abbildung 3.13 erkennen kann, wurde das Internet als Kommunikationsmittel (z. B. E-Mails, Foren, zum Chatten oder für WhatsApp) von der Hälfte der Lehrkräfte noch nie im unterrichtlichen Kontext benutzt. Knapp ein Viertel der Lehrkräfte nutzt das Internet aber regelmäßig im Unterricht als Kommunikationsmedium und zwar wenigstens alle paar Monate.

**Arbeiten mit kompletten Lerneinheiten** Komplette Lerneinheiten sind im Physikunterricht nicht sehr verbreitet. 70% der Probanden gaben an, damit noch nie im Unterricht gearbeitet zu haben. 17% haben diese Möglichkeit bisher nur einmal ausprobiert. Nur die restlichen 13% haben schon mehr als einmal mit kompletten Lerneinheiten im Unterricht gearbeitet.

**Mind Maps/Concept Maps** Noch weniger gebräuchlich als komplette Lerneinheiten sind Mind Maps oder Concept Maps. Über drei Viertel (77%) der Befragten gaben an,

### 3. Lehrerfragebogen

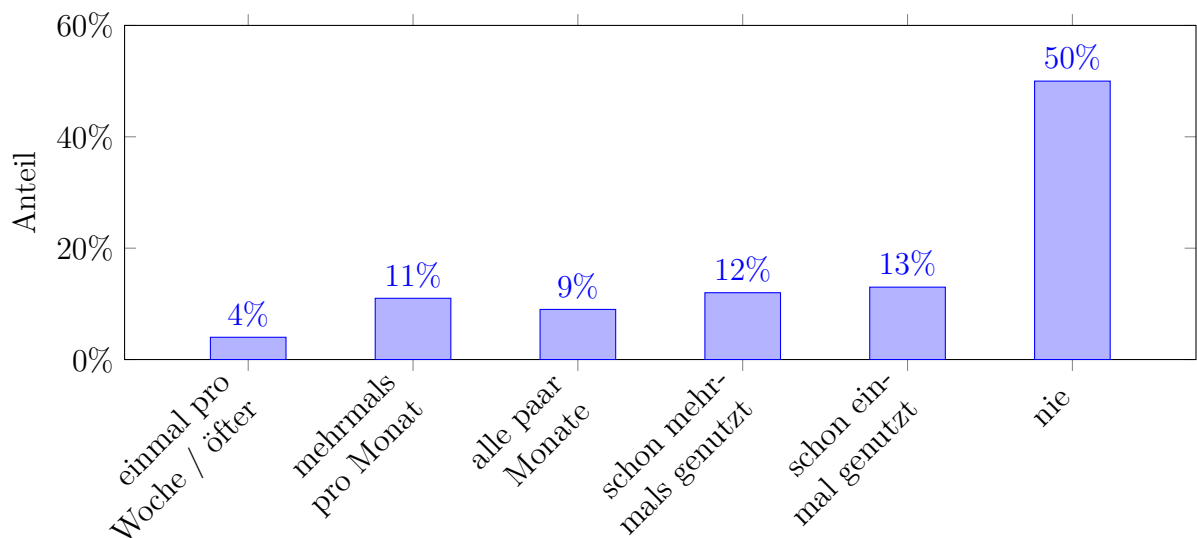


Abbildung 3.13.: Einsatz des Internets als Kommunikationsmedium.

damit noch nie in ihrem Physikunterricht gearbeitet zu haben. 13% haben Mind Maps schon einmal im Unterricht eingesetzt, aber nur 10% haben das auch schon mehrmals getan.

#### 3.2.1.4. Computereinsatz außerhalb des Unterrichts

Auch außerhalb des Physikunterrichts arbeiten die Lehrkräfte mit dem Computer. So wird der Computer von 96% der Befragten oft zur Unterrichtsvorbereitung eingesetzt. Ebenfalls oft nutzen 93% der Physiklehrkräfte den Computer für Verwaltungsarbeiten, 98% für Informationssuche im Internet und 92% für E-Mail-Verkehr im schulischen Kontext. Lehrkräfte, die den Computer zu den genannten schulischen Zwecken selten anwenden, belaufen sich jeweils auf etwa 2% der antwortenden Probanden. Die einzige Ausnahme dazu stellt der Computereinsatz zur Unterrichtsnachbereitung dar, in der nur 76% der befragten Lehrkräfte den Computer oft und 15% den Computer selten einsetzen. Dabei stellt sich jedoch auch die Frage, inwiefern der Physikunterricht tatsächlich durch die Lehrkräfte regelmäßig nachbereitet wird. Dies wurde nicht separat im Fragebogen abgefragt. Es lässt sich anhand der vorliegenden Zahlen also belegen, dass das Arbeitsmedium Computer bei den Probanden eine sehr hohe Anwendung findet.

#### 3.2.1.5. Neue Medien in Aus- und Fortbildung

In der Lehrerausbildung, also Studium und Referendariat, hat die Hälfte der befragten Lehrkräfte an Lehrveranstaltungen zu Neuen Medien im Unterricht teilgenommen. 28% haben in ihrem Studium entsprechende Veranstaltungen besucht und 37% im Referendariat.

Teilt man die gesamte Gruppe in erfahrene (Dienstzeit von fünf bzw. von zehn Jahren und mehr) und neuere Lehrkräfte (Dienstzeit weniger als fünf bzw. weniger als zehn

Inhalt der Fortbildung	Anteil
Computereinsatz im Physikunterricht	54%
Computereinsatz im anderen Unterrichtsfach	51%
Medienkompetenz	23%
Computerkurs für eine bestimmte Software	23%
Office-Programme	23%
Netzwerk, Administration	17%
Einsatz von Tablets/Smartphones	16%
Medienpädagogik	15%
Medienerziehung	15%
Programmierung (z.B. <i>C++</i> , <i>Java</i> etc.)	15%
Mediendidaktik	14%
Entwicklung von Unterrichtsphasen mit Computereinsatz	14%
Intel-Fortbildung	14%
Nutzung des Internets im Unterricht	14%
Sonstiges	8%

**Tabelle 3.6.:** Themen der besuchten computerbezogenen Fortbildungen ( $N = 126$ ). Mehrfachnennungen möglich.

Jahren) auf, so lässt sich dennoch kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen erkennen. Eine mögliche Änderung in der Lehrerausbildung in den letzten zehn Jahren bezüglich Neuer Medien schlägt sich also nicht signifikant in den aktuellen Daten nieder.

Nur 37 der 163 Befragten (23%) haben noch keine Fortbildung im Bereich Computereinsatz bzw. Neue Medien besucht. Das heißt, dass knapp über drei Viertel der Physiklehrkräfte an Gymnasien schon an entsprechenden Fortbildungen teilgenommen haben. Dabei handelte es sich meistens um Fortbildungen zum Computereinsatz im Physikunterricht oder auch dem anderen Unterrichtsfach (je über der Hälfte der Lehrkräfte; vgl. Tab. 3.6). Etwa 36% der Lehrkräfte äußern den Wunsch nach Fortbildungen zu bestimmten Themen. Besonders häufig wurden in dem Zusammenhang Fortbildungen zu einer bestimmten Software oder zum Einsatz von Tablets und Smartphones im Physikunterricht gewünscht.

### 3.2.1.6. Rahmenbedingungen zu Neuen Medien

Eine wesentliche Rolle für den Computereinsatz spielt natürlich die Ausstattung der Schulen mit den entsprechenden Medien. Im Mittel besitzt jede Schule fünf PCs bzw. Laptops nur für den Physikunterricht ( $\sigma = 6,4$ ; Median: 3; Modalwert: 3 mit 33 Nennungen;  $N = 157$ ). Tablets und Smartphones sind bei den allermeisten der befragten Lehrkräfte in der Schule nicht vorhanden. Nur 7% der Befragten ( $N = 150$ ) haben ein oder mehrere Tablets für ihren Physikunterricht zur Verfügung und sogar nur 1% können für ihren Unterricht auf ein schulisches Smartphone zurückgreifen ( $N = 152$ ).

### 3. Lehrerfragebogen

Ein möglicher Hinderungsgrund für den Einsatz von Computern im Unterricht ist, dass die Geräte nicht ausreichend gewartet sind oder es zu aufwändig ist, neue Software zu installieren. Aus diesem Grund ist es interessant zu wissen, welche Personen innerhalb der Schule berechtigt sind, Software zu installieren. In knapp der Hälfte der Fälle gibt es einen Administrator an der Schule, der diese Berechtigung besitzt (vgl. Tab. 3.7). Ein

Wer darf auf den Geräten Software installieren?	Anteil
Administrator der Schule	66%
eine bestimmter Fachkollege	28%
jede Physiklehrkraft	20%
übergeordnete Behörde	16%
externe Firma	9%
Schulleitung	6%

**Tabelle 3.7.:** Angaben, wer auf den Geräten der Physik Software installieren darf ( $N = 162$ ). Mehrfachnennungen möglich.

weiterer Aspekt, der für manche Arten des Computereinsatzes wichtig ist, ist, ob im Unterrichtsraum bzw. zur Vorbereitung des Unterrichts ein Internetanschluss vorhanden ist (vgl. Tab. 3.8). 92% der befragten Lehrkräfte können im Physikraum auf das Internet zugreifen. Knapp drei Vierteln ist dies auch in der Physiksammlung möglich. Nur 3% haben gar keine Möglichkeit, das Internet im Unterricht zu nutzen. Eine Frage, die sich hier anschließt, ist, ob die Kapazität für die gesamte Klasse ausreicht oder ob nur ein Gerät oder wenige Geräte gleichzeitig im Netz sein können.

Räume mit Internetanschluss	Anteil
Physik-Unterrichtsraum	92%
Physik-Sammlung	73%
Gar nicht	3%
Sonstiges	7%

**Tabelle 3.8.:** Angaben, in welchen Räumen die Physiklehrkräfte auf das Internet zugreifen können ( $N = 156$ ). Mehrfachnennungen möglich.

#### 3.2.1.7. Unterstützung innerhalb der Schule

Ein wesentlicher Faktor für dauerhafte Einbindung Neuer Medien in den Schulalltag ist eine förderliche Atmosphäre im Kollegium und die Unterstützung durch die Schulleitung (Eickelmann, 2011).

In Abbildung 3.14 (Item 12.1) ist zu sehen, dass sich 72% der befragten Lehrkräfte durch ihre Schulleitung im Computereinsatz (eher) unterstützt fühlen. Nur ein kleiner Teil von ihnen hat das Gefühl, gar keine Unterstützung durch die Schulleitung zu erfahren.

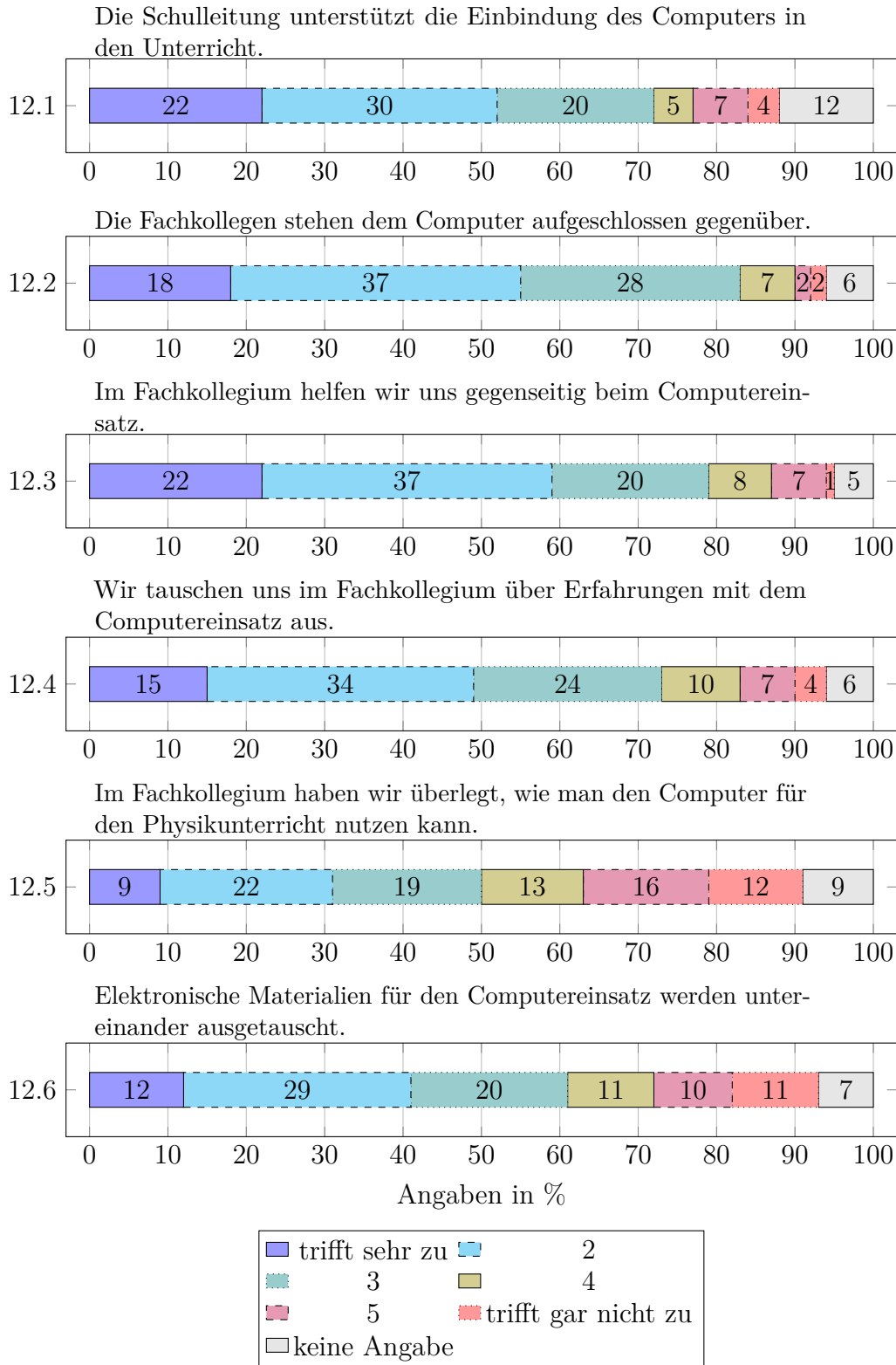


Abbildung 3.14.: Zustimmung zu den Items 12.1 bis 12.6.  $N = 162$

### 3. Lehrerfragebogen

Die Stimmung in den Fachkollegien scheint ebenfalls recht harmonisch zu sein, was den Computereinsatz angeht. Bei den Items 12.2 bis 12.4 befinden 50% und mehr der Lehrkräfte, dass eine aufgeschlossene Grundhaltung unter den Physiklehrkräften bestehe, man sich gegenseitig helfe und Erfahrungsaustausch stattfinde. Jedoch werden die Zustimmungsraten geringer, je konkreter die abgefragten Handlungen sind. Während beim Erfahrungsaustausch noch 49% den höchsten oder zweithöchsten Zustimmungswert angegeben haben, reduziert sich das beim Austausch elektronischer (bzw. digitaler) Materialien auf 41% und nur bei 31% der Physiklehrkräfte ist die Zustimmung in Bezug auf gemeinsame Überlegungen zum Computereinsatz im Fachkollegium noch so hoch. Trotzdem lässt sich an dieser Stelle eine positive Bilanz zu den Rahmenbedingungen im persönlichen Umgang ziehen.

Betrachtet man die Fakten zur Ausstattung der Schulen, so erkennt man, dass für den Physikunterricht alleine keine Smartphones in den Schulen zur Verfügung stehen (in 99% der Fälle). Wenn Lehrkräfte also Messungen per Smartphone im Unterricht einsetzen wollen, können sie nur auf ihr eigenes Gerät zurückgreifen oder im Sinne des *Bring Your Own Device* (BYOD) die Schülerinnen und Schüler deren Smartphones einsetzen lassen. Das Gleiche gilt in etwas abgeschwächter Form auch für den Einsatz von Tablets. Da geben 93% der befragten Lehrkräfte an, keines für die Physik zur Verfügung zu haben. Im Bezug auf PCs bzw. Laptops sieht die Lage aber schon etwas anders aus. Nur etwa 5% sind alleine auf die PC-Räume der Schule angewiesen. Zwei Drittel der Lehrkräfte (67%) haben zwischen einem und vier entsprechende Geräte nur für den Physikunterricht zur Verfügung. 11% der Lehrkräfte geben an, eine Zahl von mehr als zehn Geräten zur Verfügung zu haben. Das ließe eine Arbeitsform der Schülerinnen und Schüler zu, bei der nicht mehr als drei Kinder gleichzeitig an einem Gerät arbeiten müssen. Der Internetzugriff ist in fast allen Physikunterrichtsräumen (93%) gegeben. Auch in den meisten Sammlungsräumen (74%) können die Lehrkräfte bei der Unterrichtsvorbereitung auf das Internet zugreifen. Jedoch geben noch immer 4% der Befragten an, in den Physikräumen der Schule gar keine Möglichkeit zu haben, das Internet zu nutzen.

Auf die Frage, wer auf den physikinternen Geräten Software installieren darf, antwortet mit 66% der größte Teil der Lehrkräfte, dass der Administrator der Schule berechtigt sei. 28% der Befragten geben an, dass ein bestimmter Fachkollege bzw. eine bestimmte Fachkollegin berechtigt wäre und 20% der Lehrkräfte berichten davon, dass jede Physiklehrkraft befugt sei. 16% geben an, dass eine übergeordnete Behörde und 9%, dass eine externe Firma berechtigt ist. Bei der Befragung waren Mehrfachnennungen erlaubt (vgl. Tab. 3.7). Ein verbreitetes Modell liegt nach diesen Daten scheinbar vor: Es gibt eine Person an der Schule, die für die Wartung und Installation von Software für alle Geräte zuständig ist. Damit kann die Flexibilität der vorhandenen Software bezweifelt werden. Besonders ungünstig kann es verlaufen, wenn an der eigenen Schule gar kein Ansprechpartner vorhanden ist und man sich immer erst an eine andere Behörde oder Firma wenden muss. Im Vergleich zu anderen Ländern, in denen jeder Schule eine eigene IT-Fachkraft zur Verfügung steht (Europäische Kommission, 2013b), sind das keine guten Grundbedingungen.



### 3.2.1.8. Zwischenfazit

Generell lässt sich sagen, dass der Computereinsatz im Physikunterricht recht verbreitet ist. Gerade PCs und Laptops werden von den meisten Lehrkräften regelmäßig im Physikunterricht eingesetzt. Smartphones und Tablets sind im Schulalltag jedoch nicht sehr verbreitet. Ausnahmen bilden einzelne Schulen, an denen Tablet-Klassen eingerichtet wurden. Wenn der Computer eingesetzt wird, dann in aller Regel durch die Lehrkraft selbst. Das kann zum Beispiel auch daran liegen, dass die Ausstattung mit Computern Grenzen setzt, weil nicht genügend Computer für eine – geschweige denn mehrere – Klassen vorhanden sind. Regionale Unterschiede im Computereinsatz finden sich im Wesentlichen nur bei der eingesetzten Software. Die Verwendungsarten sind in den meisten Fällen ähnlich verbreitet. Die verbreitetste Art, den Computer einzusetzen, besteht darin, Applets zu verwenden. Außerdem lässt sich festhalten, dass der Wunsch nach Fortbildungen zu Neuen Medien und auch speziell zum Computereinsatz vorhanden ist. An dieser Stelle lohnt es sich also, die vorliegende Untersuchung weiterzuführen, um die Qualität und die Quantität eines sinnvollen Computereinsatzes im Physikunterricht zu steigern.

### 3.2.2. Faktorenanalyse

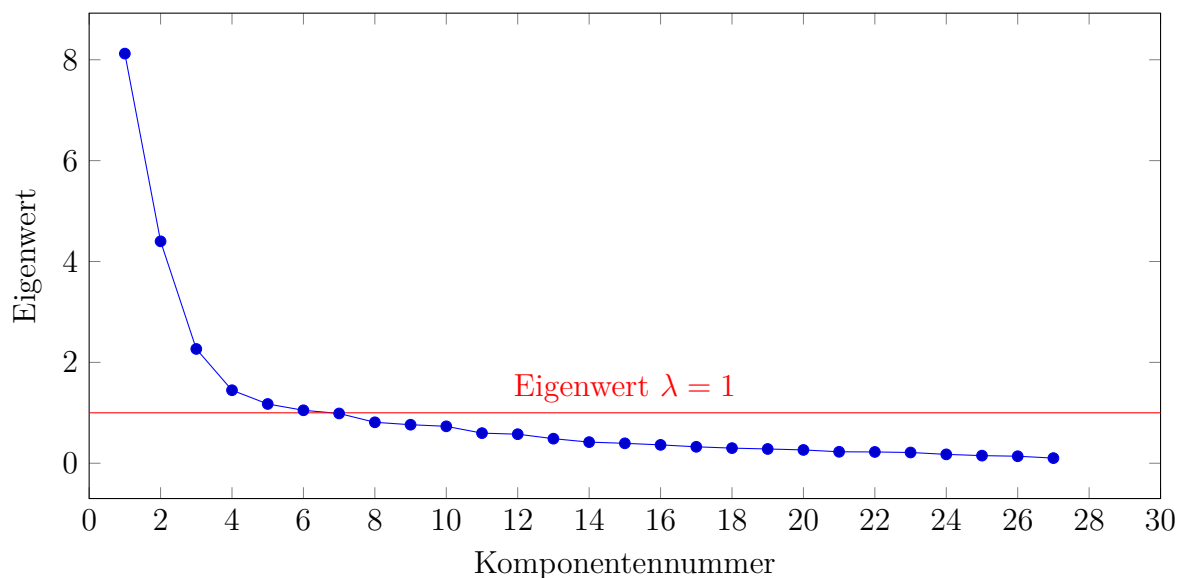
Zur Dimensionsreduktion und besseren Interpretierbarkeit der Daten wurde mit den Items zur Einstellung eine Faktorenanalyse durchgeführt. In den drei Blöcken 5 „Hinderungsgründe“, 10 „Meinung zum Computer im Physikunterricht“ und 11 „Allgemeine Überzeugungen zum Computer“ des Fragebogens (vgl. Abschnitt A.1) waren die Lehrkräfte aufgefordert, anhand einer sechsstufigen Likert-Skala zu verschiedenen Aussagen den Grad ihrer Zustimmung von 1 „trifft sehr zu“ bis 6 „trifft gar nicht zu“ anzugeben. Auf Grundlage dieser Angaben wurde im Folgenden die explorative Bildung von Skalen zur Einstellung zum Computereinsatz vorgenommen.

Zum Zweck der Faktorenanalyse wurden einige Aussagen gespiegelt, sodass generell bei der sechsstufigen Likert-Skala der Wert 1 sehr „pro Computer“ und 6 sehr „anti Computer“ war. Das dient der besseren Interpretierbarkeit. Bei den Berechnungen der Faktorladungen der einzelnen Items ändert die Richtung der Skala nur das Vorzeichen. Die Bildung der Faktoren erfolgte wie folgt.

Zunächst wurde zur Bestimmung der Faktoren eine Faktoranalyse per Hauptkomponentenmethode über alle 39 Items aus Block 5, 10 und 11 durchgeführt. Aus dem Screeplot dazu wurde sichtbar, dass sechs Faktoren sinnvoll scheinen. Laut Eigenwertkriterium ( $\lambda \geq 1$ ) kämen sogar bis zu elf Faktoren infrage. Jedoch war selbst nach einer Rotation nach der Varimax-Methode für zwölf der Items keine eindeutige Zuordnung zu einem Faktor zu gewährleisten. In einigen Fällen war die Faktorladung einzelner Items sehr niedrig, in anderen wurde die Reliabilität der gebildeten Skala teils deutlich verbessert, wenn man das entsprechende Item entfernte. Weitere Items bestanden eine anschließende Plausibilitätsprüfung zur Interpretierbarkeit der Faktoren nicht, weil sie inhaltlich eine vollkommen andere Orientierung haben, als die anderen Aussagen (z. B. der Zusammenhang zwischen Geschlecht und Umgang mit dem Computer in den Items 10.3 sowie 10.9). Das Ergebnis

### 3. Lehrerfragebogen

dieser Herangehensweise war daher nicht aussagekräftig. Zur besseren Interpretierbarkeit wurden die zwölf Items, die nicht zugeordnet werden konnten, aus dem Itempool entfernt. Im Weiteren wurde die Faktorenanalyse per Hauptkomponentenmethode mit den 27 noch übrigen Items ausgeführt. Die Überprüfung der Voraussetzungen (vgl. Kap. 3.1.2) ergaben für den Bartlett-Test auf Sphärizität, dass die Hypothese, alle Korrelationen zwischen den 27 Variablen seien in der Grundgesamtheit gleich 0, verworfen werden sollte ( $\chi^2(351) = 1796, p < 0,001 < \alpha$ ). Die zweite Voraussetzung, ein KMO-Maß über 0,5, ist ebenfalls erfüllt und ergibt sich im vorliegenden Fall zu  $KMO = 0,822$  und ist daher nach Kaiser (1974) als *recht gut* einzustufen. Das weist darauf hin, dass die Zusammenstellung der Variablen für ein faktorenanalytisches Modell durchaus geeignet zu sein scheint (Brosius, 2013, S. 797). Zur Entscheidung, wie viele Faktoren aus diesen Items gebildet



**Abbildung 3.15.:** Screeplot zur endgültigen Faktorenbildung.

werden sollen, wurden zwei Kriterien herangezogen. Einerseits wurde der Screeplot, der in Abbildung 3.15 zu sehen ist, herangezogen. Aus ihm folgt, dass mindestens drei Faktoren notwendig sind. Außerdem wurde auch berücksichtigt, dass  $\lambda \geq 1$  sein soll. Das lässt sieben Faktoren zu. Die Betrachtung der verschiedenen Möglichkeiten in Bezug auf die Interpretierbarkeit der entstehenden Faktoren liefern sechs bedeutsame Faktoren, die gemeinsam 68,4% der Gesamtvarianz aufklären. Die Faktorladungen der einzelnen Items auf die entsprechenden Faktoren sind in Tabelle 3.9 zu sehen. Im vorliegenden Fall wurde sich auch deshalb für sechs Faktoren entschieden, weil die Betrachtung der Faktorladungen in diesem Fall die ersten vier nach Guadagnoli und Velicer (1988) als bedeutsame Faktoren (mindestens 4 Variablen mit einer Ladung von 0,6 oder größer bei beliebiger Stichprobengröße) einstufen und auch die anderen beiden Faktoren ebenfalls eine hohe interne Konsistenz aufweisen und inhaltlich zwei weitere, interessante Aspekte abdecken (vgl. Kap. 3.2.2.5 f.).

Item	Aussage	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6
11.1	Ich kenne mich mit dem Computer gut aus.	,796	,049	-,032	,076	-,185	-,023
11.2	Wenn ich am Computer arbeite, fühle ich mich unsicher. (gespiegelt)	,862	,086	-,013	,133	,023	,059
11.3	Ich habe Angst, dass ich im Unterricht beim Computereinsatz etwas falsch mache. (gespiegelt)	,751	,024	,039	,322	,128	,080
11.5	Mir macht es Freude, Neues am Computer auszuprobieren.	,791	,295	,031	,094	,201	,021
11.6	Ich finde mich in neuen Programmen schnell zurecht.	,798	,102	-,044	,244	,095	-,102
11.7	Der Computer schreckt mich ab. (gespiegelt)	,825	,175	,054	,102	-,015	,002
11.9	Ich nehme mir Zeit, mich in neue Programme einzuarbeiten.	,646	,128	-,066	,071	,279	-,172
5.2	Die Themen, die ich zurzeit unterrichte, bieten einen Computereinsatz nicht an. (gespiegelt)	,218	,476	,008	,374	,160	,155
5.6	Ich habe kein Interesse am Computereinsatz. (gespiegelt)	,462	,553	,057	,299	,289	-,069
5.9	Ich halte den Computereinsatz didaktisch nicht für sinnvoll. (gespiegelt)	,181	,725	,127	,158	,308	-,025
10.7	Ich halte es für überflüssig, den Computer im Physikunterricht einzubinden. (gespiegelt)	,085	,683	,304	,213	,227	,019
10.8	Der Physikunterricht ist nicht dafür da, die Computernutzung zu üben. (gespiegelt)	,103	,673	,382	-,109	-,278	,009
10.11	Durch die Arbeit am Computer werden die Schüler vom Lernstoff abgelenkt. (gespiegelt)	,088	,692	-,002	,011	,157	-,080
11.11	Ich beziehe einen möglichen Computereinsatz stets in meine Unterrichtsplanung mit ein.	,462	,441	-,073	,186	,389	,057
10.2	Die Schüler müssen in der Schule den Umgang mit dem Computer lernen.	,246	,209	,627	-,146	,211	,182

**Tabelle 3.9.:** Faktorladungen der einzelnen Items. Fortsetzung nächste Seite.

Item	Aussage	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6
10.12	Ich würde den Computer im Physikunterricht gerne häufiger nutzen.	-,070	,067	,770	,053	,168	-,327
10.16	Ich würde gerne Fortbildungen besuchen, die speziell auf den Computereinsatz im Physikunterricht ausgerichtet sind.	-,019	,058	,796	-,076	,102	-,157
10.17	Der Computereinsatz im Physikunterricht sollte stärker in die Lehrerausbildung einfließen.	-,174	,124	,780	-,149	,206	-,076
5.1	Ich weiß nicht, wofür ich ihn einsetzen könnte. (gespiegelt)	,145	,313	-,138	,730	,202	,023
5.5	Ich weiß nicht, wie ich die vorhandene Software benutzen soll. (gespiegelt)	,401	,076	-,235	,663	,161	,080
5.7	Ich weiß nicht, wie ich den Computer sinnvoll bedienen kann. (gespiegelt)	,583	,091	,036	,611	-,228	,045
5.8	Ich fühle mich nicht kompetent genug. (gespiegelt)	,484	,033	-,034	,657	-,163	,041
10.4	Mit dem Computer kann man manche Dinge besser verdeutlichen.	,086	,266	,243	-,031	,640	,075
10.6	Computer bringen neue Aspekte in den Unterricht ein.	,061	,185	,278	,060	,778	,074
10.10	Ich glaube, durch den Computereinsatz wird der Unterricht interessanter.	,038	,197	,459	,099	,600	,000
5.3	Meine Schule ist nicht gut mit Computern ausgestattet. (gespiegelt)	-,042	,034	-,111	,056	,075	,918
5.4	Meine Schule ist nicht gut mit Software ausgestattet. (gespiegelt)	-,041	-,065	-,180	,068	,047	,882

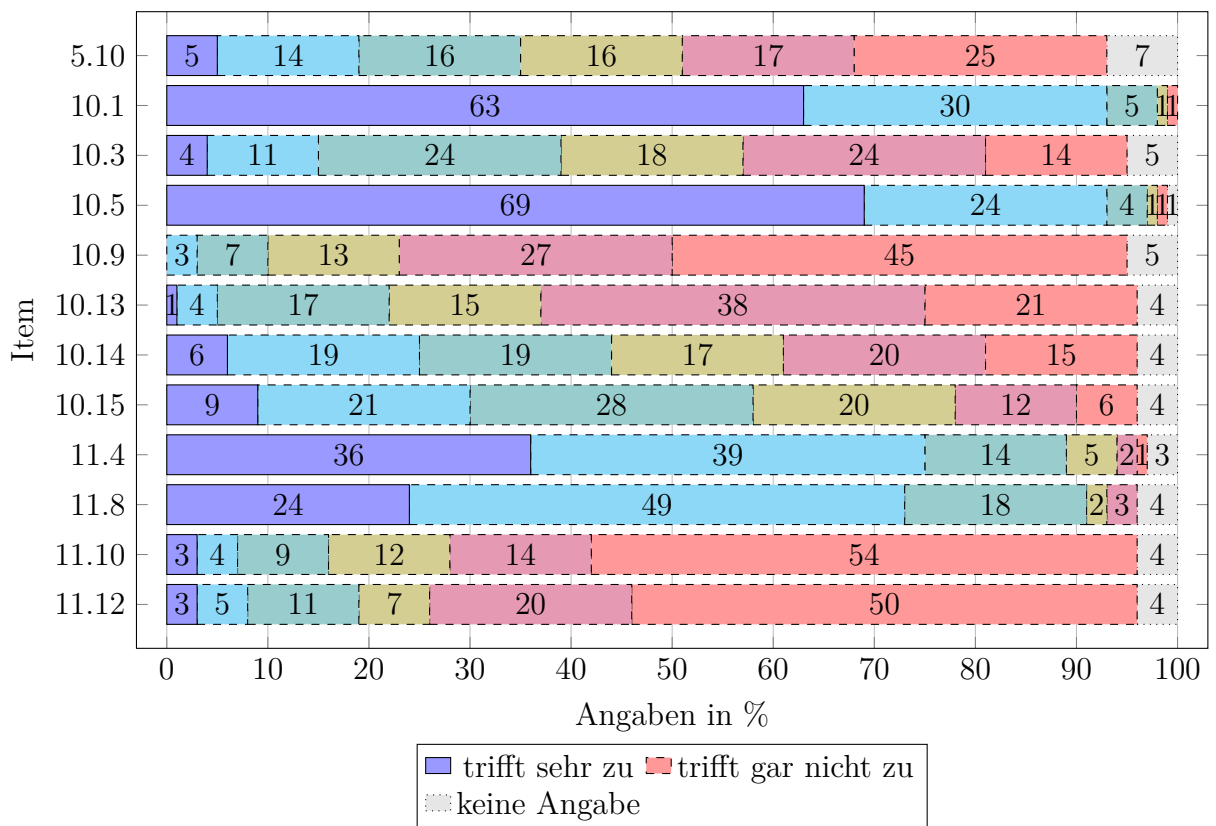
**Tabelle 3.9.:** Faktorladungen der einzelnen Items auf die sechs Faktoren nach der Rotation per Varimax-Verfahren mit Kaiser-Normalisierung. Die Rotation konvergierte nach neun Iterationsschritten.

**Nicht in den Faktoren verwendete Items** Die in Tabelle 3.10 genannten Items sind beim ersten Schritt des zu Beginn von Kapitel 3.2.2 beschriebenen Vorgehens ausgeschieden. Sie wurden also nicht für die endgültige Faktorenanalyse verwendet. Der Grad der Zustimmung zu den jeweiligen Items ist in Abbildung 3.16 zu sehen. Diese beruht auf einer sechsstufigen Likert-Skala. In der Abbildung sind hohe Zustimmungen zur entsprechenden Aussage mit blau und niedrige mit rot markiert. Dazwischen gibt es noch vier Abstufungen. Einige der nicht verwendeten Items unterscheiden sich inhaltlich deutlich von denen, auf denen die Faktoren basieren und die im Folgenden noch beschrieben werden. Daher sollen an dieser Stelle auch noch die Ergebnisse der Lehrkräfte bezüglich dieser Aussagen vorgestellt werden. Wenn in diesem Abschnitt davon die Rede ist, dass Lehrkräfte einer Aussage (eher) zustimmen, heißt das, dass sie einen Skalenwert zwischen 1 „trifft sehr zu“ und 3 angegeben haben. Wenn davon gesprochen wird, dass sie eine Aussage (eher) ablehnen, haben sie einen Skalenwert zwischen 4 und 6 „trifft gar nicht zu“ angegeben.

Item	Aussage
5.10	Der Aufwand, die Schüler in neue Software einzuführen, ist zu groß.
10.1	Es ist für die Zukunft der Schüler wichtig, sich mit dem Computer auszukennen.
10.3	Der Computereinsatz motiviert die Jungen mehr als die Mädchen.
10.5	Der Computer ist ein wichtiger Bestandteil der modernen Welt.
10.9	Der Computereinsatz wirkt auf die Mädchen abschreckend.
10.13	Durch die Computernutzung leidet die Zusammenarbeit der Schüler.
10.14	Durch den Einsatz des Computers im Physikunterricht kann ich Zeit sparen.
10.15	Mit dem Computer können die Schüler individueller arbeiten.
11.4	Ich überlege mir genau, was ich mit dem Computereinsatz erreichen will.
11.8	Was ich mit dem Computer kann, habe ich mir selbst beigebracht.
11.10	Ich habe das Gefühl, im Studium gut für den Computereinsatz ausgebildet worden zu sein.
11.12	Ich fühle mich durch die Erwartung, dass der Computer im Physikunterricht eingesetzt werden sollte, unter Druck gesetzt.

**Tabelle 3.10.:** Liste der Items, die nicht zur Faktorenanalyse verwendet wurden.

### 3. Lehrerfragebogen



**Abbildung 3.16.:** Beurteilung der Items, die nicht zur Faktorenanalyse verwendet wurden.  
 $N = 162$

Gut ein Drittel der befragten Lehrkräfte stimmt der Aussage (eher) zu, dass ihnen der Aufwand, die Schüler in neue Software einzuführen, zu groß sei (Item 5.10). Ein Viertel meint jedoch, dass dies gar nicht zutrefte und sieht darin keinen Hinderungsgrund für den Computereinsatz. Bei den Aussagen 10.1 und 10.5 geht es jeweils um die Wichtigkeit von Computern für die Gesellschaft und die Schülerinnen und Schüler. Diese wird von fast allen Lehrkräften als hoch eingeschätzt. Das sorgt dafür, dass das Antwortverhalten der Personen wenig Rückschlüsse auf deren generelle Einstellung zulässt: Unabhängig von der persönlichen Einstellung werden Computer als wichtige Alltagsgegenstände angesehen. Die Aussagen 10.3 und 10.9 beziehen sich beide auf die Frage, ob der Computereinsatz im Unterricht durch das Geschlecht der Schülerinnen bzw. Schüler beeinflusst wird. Während 56% der Befragten es (eher) nicht so sehen, dass Jungen durch den Computereinsatz stärker motiviert werden als Mädchen, stimmen 40% der Aussage (eher) zu. Dass der Computereinsatz auf Mädchen eher abschreckend wirken könne, meinen nur 10%. Fast die Hälfte der Lehrkräfte gibt an, dass sie den Computer für Mädchen gar nicht abschreckend findet. Das ist vermutlich so zu interpretieren, dass der Computer in den Augen der meisten Lehrkräfte für Mädchen wie für Jungen gleich motivierend bzw. abschreckend ist. Dass die Zusammenarbeit der Schülerinnen und Schüler durch den Computereinsatz (eher) leide, meinen nur 22% der Befragten (Item 10.13). Die große Mehrheit ist der Meinung, dass der Computereinsatz (eher) keinen negativen Effekt auf die Zusammenarbeit hat. 44% der

Lehrkräfte sehen im Computereinsatz (eher) eine Zeitersparnis für den Physikunterricht (Item 10.14). 58% sehen im Computereinsatz (eher) eine Chance zur Differenzierung des Unterrichts (Item 10.15). Sie versprechen sich davon (eher) eine stärkere Individualisierung der Arbeitsweise der Schülerinnen und Schüler. In Aussage 11.4 wird gefragt, inwiefern das Ziel des Computereinsatzes genau überlegt ist. Fast alle Lehrkräfte stimmen dem sehr oder eher zu. Das legt nahe, dass die Wahl des Computers in den meisten Fällen mit Bedacht erfolgt und ihr eine gewisse Planung vorausgeht. Die Aussagen 11.8 und 11.10 befassen sich damit, woher die Lehrkräfte ihrer Meinung nach ihr Wissen und Können im Umgang mit dem Computer haben. Ein knappes Viertel der Befragten meint, dass es sehr zutreffe, dass sie sich alles selbst beigebracht hätten. Weitere zwei Drittel meinen, dass dies eher zutreffe. Im Studium (eher) gut für den Computereinsatz ausgebildet worden zu sein geben nur 16% der Befragten an. 54% sagen, dass dies gar nicht zutreffe. Die heutigen Lehrkräfte sind scheinbar unzufrieden mit ihrer Ausbildung bezüglich des Computereinsatzes im Physikunterricht und im Wesentlichen Autodidakten. Die Hälfte der Lehrkräfte fühlt sich gar nicht durch die Erwartung, den Computer im Physikunterricht einzusetzen, unter Druck gesetzt (Item 11.12).

Bei genauerer Betrachtung des Antwortverhaltens zu den einzelnen Items lässt sich erkennen, dass manche Aussagen sehr einheitlich beantwortet wurden. Dass diese Aussagen jeweils keinen großen Mehrwert für die Faktorenanalyse hatten, lässt sich daher inhaltlich leicht nachvollziehen. Aussagen wie die, die sich auf das Geschlecht der Schülerinnen bzw. Schüler beziehen, unterscheiden sich stark von allen anderen, sodass sie ebenfalls schwer in einen sinnvollen Faktor mit anderen Aussagen passen und damit verständlicherweise nicht für die endgültige Dimensionsreduktion infrage kommen.

Für die weitergehende Analyse der Faktoren wurden die Skalenmittelwerte als einfach zu berechnende Größe gewählt. Dies erleichtert die Reproduzierbarkeit der vorliegenden Studie. Wie sich im Folgenden zeigen wird, ist die interne Konsistenz der Skalen, die aus der Faktorenanalyse stammen, im akzeptablen bis hohen Bereich. Dies rechtfertigt das vereinfachte Vorgehen.

### 3.2.2.1. Faktor 1: Computerbezogenes Selbstbewusstsein

Der erste Faktor besteht aus folgenden Aussagen:

1. Ich kenne mich mit dem Computer gut aus.
2. Wenn ich am Computer arbeite, fühle ich mich unsicher. (gespiegelt)
3. Ich habe Angst, dass ich im Unterricht beim Computereinsatz etwas falsch mache. (gespiegelt)
4. Mir macht es Freude, Neues am Computer auszuprobieren.
5. Ich finde mich in neuen Programmen schnell zurecht.
6. Der Computer schreckt mich ab. (gespiegelt)

### 3. Lehrerfragebogen

7. Ich nehme mir Zeit, mich in neue Programme einzuarbeiten.

Diese sieben Aussagen stammen alle aus Block 11 „Allgemeine Überzeugungen zum Computer“. Die interne Konsistenz dieses Faktors liegt mit einem Cronbachs- $\alpha$ -Wert von  $\alpha = 0,96$  hoch (Döring und Bortz, 2016, S. 443), was darauf hindeutet, dass alle Aussagen ein gemeinsames Konstrukt beschreiben und damit eine hohe Reliabilität gegeben ist. Es ist daher angemessen, eine weitere Interpretation des Faktors anzustellen. Für eine erneute Erhebung mit diesem Fragebogen wäre es möglich und sinnvoll, einige Aussagen aus diesem Faktor herauszunehmen, um das Testinstrument etwas schlanker zu gestalten und somit die Zeiteffizienz der Erhebung zu erhöhen.

**Beschreibung** Die Benennung des Faktors als „Computerbezogenes Selbstbewusstsein“ rührt daher, dass die Person Auskunft über grundsätzliche Zu- und Abneigungen dem Computer gegenüber und emotionale Erklärungsansätze dazu gibt. In diesem Faktor schätzt die Person ihr Wissen und Können in Bezug auf den Computereinsatz allgemein (nicht zwangsläufig im Unterricht) ein. Faktor 1 umfasst einerseits eine Beschreibung des Ist-Standes in Form einer Fähigkeitselbsteinschätzung wie in Item 1. Andererseits werden auch emotionale Aspekte des Computereinsatzes, die zu Zu- oder Abneigung führen, abgefragt, wie etwa Angst, Hemmungen, Spaß und Sicherheitsgefühl. Das Sicherheitsgefühl, das in Item 2 abgefragt wird, lässt Rückschlüsse auf das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten zu und bildet so eine Verbindung zu Item 1. Mit den Items 3, 5 und 7 wird auch die Offenheit für Neues abgefragt und damit die Innovationsfreude der Person in diesem Faktor mit einbezogen. Außerdem wird die Zuneigung zum Arbeiten mit dem Computer in Item 7 mit abgefragt, indem geklärt wird, ob die Person bereit ist, Anstrengung und Zeit zu investieren um sich weiter einzuarbeiten. Durch dieses Item lässt sich auch ein Rückschluss auf die Stärke der Abneigungen ziehen.

#### 3.2.2.2. Faktor 2: Computer im aktuellen Physikunterricht

Der zweite Faktor besteht aus folgenden Aussagen:

1. Die Themen, die ich zurzeit unterrichte, bieten einen Computereinsatz nicht an. (gespiegelt)
2. Ich habe kein Interesse am Computereinsatz. (gespiegelt)
3. Ich halte den Computereinsatz didaktisch nicht für sinnvoll. (gespiegelt)
4. Ich beziehe einen möglichen Computereinsatz stets in meine Unterrichtsplanung mit ein.
5. Ich halte es für überflüssig, den Computer im Physikunterricht einzusetzen. (gespiegelt)
6. Der Physikunterricht ist nicht dafür da, die Computernutzung zu üben. (gespiegelt)



7. Durch die Arbeit am Computer werden die Schüler vom Lernstoff abgelenkt.  
(gespiegelt)

Die ersten drei Items stammen aus Block 5 „Hinderungsgründe“, Item 4 aus Block 11 „Allgemeine Überzeugungen zum Computer“ und die letzten drei Items stammen aus Block 10 „Meinung zum Computer im Physikunterricht“. Die interne Konsistenz des Faktors liegt mit  $\alpha = 0,83$  in einem akzeptablen Bereich (ebd., S. 443).

**Beschreibung** In diesem Faktor werden einzelne, ausgewählte Gründe für den Computereinsatz abgefragt: Einsatz bietet sich an (Item 1), didaktische Sinnhaftigkeit (Item 3), Computernutzung üben (Item 6) und Fokussierung auf den Lernstoff (Item 7). Die Aussagen zur Einstellung (Items 2 und 5) basieren auf diesen Gründen. Sie hängen logisch damit zusammen, wie man an folgendem Gedankengang nachvollziehen kann: Die Person hat eine positive Einstellung zum Computereinsatz, wenn sie die genannten Gründe für den Computereinsatz nachvollziehen kann bzw. unterstützt. Item 4 beschreibt eine Handlung, die als Konsequenz aus der Einstellung zum Computereinsatz folgt. Damit umfasst dieser Faktor den Dreischritt

Grund  $\rightarrow$  Einstellung  $\rightarrow$  Handlung,

der sich auf den Computereinsatz im Unterricht bezieht, weil die abgefragten Gründe aus unterrichtsbezogenem Kontext stammen.

### 3.2.2.3. Faktor 3: Zukünftiger Nutzungswunsch

Der dritte Faktor besteht aus folgenden Aussagen:

1. Die Schüler müssen den Umgang mit dem Computer lernen.
2. Ich würde den Computer im Physikunterricht gerne häufiger einsetzen.
3. Ich würde gerne Fortbildungen besuchen, die speziell auf den Computereinsatz im Physikunterricht ausgerichtet sind.
4. Der Computereinsatz im Physikunterricht sollte stärker in die Lehrerausbildung einfließen.

Alle vier Items dieses Faktors stammen aus Block 10 „Meinung zum Computer im Unterricht“. Die interne Konsistenz des Faktors liegt bei  $\alpha = 0,77$  und befindet sich nach Krüger, Parchmann und Schecker (2014, S. 265) für eine Skala mit wenigen Items in einem akzeptablen Bereich.

**Beschreibung** Die Items dieses Faktors befassen sich alle mit der Wichtigkeit, die die Person dem Computer bzw. dessen Einsatz beimisst. Item 1 beschreibt dabei die grundsätzliche Wichtigkeit darin, dass Schülerinnen und Schüler den Umgang mit dem Computer beherrschen. Es wird also auch eine gesellschaftliche Dimension des Computereinsatzes mit angesprochen. In den Items 2 und 3 spiegelt sich eine persönliche

### 3. Lehrerfragebogen

Wichtigkeit wieder, die die Person dem Computer und dessen Einsatz zuschreibt. In diesen Items wird außerdem eine gewisse Erwartungshaltung bezüglich des Nutzens des Computers beschrieben: Ein häufigerer Einsatz im Unterricht bzw. eine Fortbildung dazu wird schließlich nur dann gewünscht, wenn der Computereinsatz den Physikunterricht verbessern kann und die Person bei sich ein Defizit in diesem Zusammenhang wahrnimmt. Es wird jedoch nicht klar, ob diese Erwartung von der Person selbst ausgeht oder durch gesellschaftliche Einstellung sozial erwünscht ist. Wie später im Kapitel 3.2.2.7 zu sehen ist, korreliert dieser Faktor nicht mit Faktor 1 „Computerbezogenes Selbstbewusstsein“. Auch in Item 4 wird die Wichtigkeit des Computereinsatzes angesprochen. Es ist wichtig, dass andere den Computereinsatz lernen, um den Computer im Physikunterricht auch zu verwenden. Es wird außerdem eine Aussage getroffen, inwiefern die eigene Ausbildung genug Lerngelegenheiten zum Computereinsatz beinhaltet hat und ob somit das Entwicklungspotential ausgeschöpft wurde. Auch wenn die Vermutung naheliegt, dass dieses Item mit den Lerngelegenheiten zum Computereinsatz in der eigenen Ausbildung zusammenhängt, konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang festgestellt werden.

#### 3.2.2.4. Faktor 4: Praktische Umsetzungskennnisse

Der vierte Faktor besteht aus folgenden Aussagen:

1. Ich weiß nicht, wofür ich ihn [den Computer] einsetzen könnte. (gespiegelt)
2. Ich weiß nicht, wie ich die vorhandene Software benutzen soll. (gespiegelt)
3. Ich weiß nicht, wie ich den Computer sinnvoll bedienen kann. (gespiegelt)
4. Ich fühle mich nicht kompetent genug. (gespiegelt)

Die vier Items, aus denen dieser Faktor besteht, stammen alle aus Block 5 „Hinderungsgründe“ und sind gespiegelt, damit in der Faktorenanalyse bei allen Items ein hoher Wert eher für und ein niedriger Wert eher gegen den Computereinsatz spricht. Für diesen Faktor ergibt sich mit  $\alpha = 0,80$  ein guter Wert für die Reliabilität.

**Beschreibung** Dieser Faktor trägt den Namen „Praktische Umsetzungskennnisse“, weil in den vier Items einerseits abgefragt wird, ob die Person Ideen hat, wie man den Computer einsetzen kann (Item 1) und andererseits die eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer eingeschätzt wird. Letzteres passiert in Item 4 ganz explizit, indem die gefühlte Kompetenz erfragt wird. Außerdem wird in diesem Item angegeben, inwiefern die (ggf. mangelnden) eigenen Fähigkeiten dem Computereinsatz im Weg stehen. In den Items 2 und 3 gibt die Person ebenfalls an, ob sie ihrer Ansicht nach über die Fähigkeiten verfügt, den Computer einzusetzen. Damit tragen die Items 2 bis 4 logischerweise dazu bei, dass die Person bei Item 1 ähnlich antwortet. Somit lässt sich der Zusammenhang, der sich in der internen Konsistenz (Cronbachs  $\alpha$ ) ausdrückt, verstehen.

### 3.2.2.5. Faktor 5: Wirksamkeitserwartung

Der fünfte Faktor besteht aus folgenden Aussagen:

1. Mit dem Computer kann man manche Dinge besser verdeutlichen.
2. Computer bringen neue Aspekte in den Unterricht ein.
3. Ich glaube, durch den Computereinsatz wird der Unterricht interessanter.

Die drei Items dieses Faktors stammen alle aus Block 10 des Fragebogens „Meinung zum Computer im Physikunterricht“. Das Cronbachs  $\alpha$  liegt bei  $\alpha = 0,73$ .

**Beschreibung** Alle drei Items dieses Faktors fragen ab, inwiefern die Person eine Auswirkung des Computereinsatzes erwartet. Aus dieser Gemeinsamkeit resultiert der Name des Faktors. Außerdem wird in Item 1 und 3 auch der Einfluss auf die Unterrichtsqualität abgefragt. Item 2 ist genereller formuliert und zielt eher auf die Frage ab, ob der Computereinsatz den Physikunterricht ergänzen kann und damit eine gewisse Innovation mit sich bringt.

### 3.2.2.6. Faktor 6: Ausstattung

Der sechste Faktor besteht aus folgenden Aussagen:

1. Meine Schule ist nicht gut mit Computern ausgestattet.
2. Meine Schule ist nicht gut mit Software ausgestattet.

Dieser Faktor besteht lediglich aus zwei Items aus Block 5 „Hinderungsgründe“. Für die interne Konsistenz ergibt sich ein Wert von  $\alpha = 0,87$ .

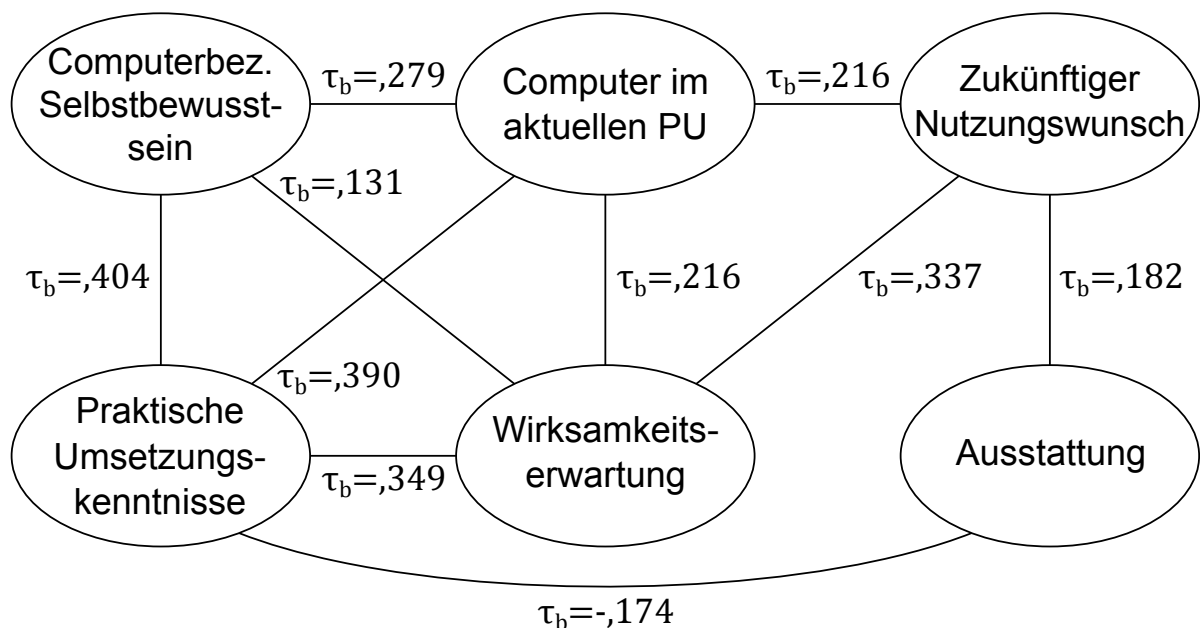
**Beschreibung** Beide Items, aus denen der Faktor besteht, fragen ab, wie die Qualität der Ausstattung in der Schule der Person ist. Dabei wird sich sowohl auf Hardware als auch auf Software bezogen. Als Besonderheit bei diesem Faktor sind diese Items nicht umgepolt, sodass eine hohe Zustimmung (also ein niedriger Wert in der Codierung) für eine als schlecht wahrgenommene und dementsprechend eine niedrige Zustimmung (also ein hoher Wert in der Codierung) für eine als gut wahrgenommene Ausstattung spricht.

### 3.2.2.7. Korrelation zwischen den Faktoren

Um den Zusammenhang der einzelnen Faktoren genauer beurteilen zu können, wird ein rangkorrelationsbasierter Unabhängigkeitstest durchgeführt. Dabei wird folgende Hypothese getestet: „Die Faktoren sind voneinander unabhängig.“ Als Signifikanzniveau wird  $\alpha = 0,05$  festgelegt. Es wird rangkorrelationsbasiert getestet, weil die Daten aus einer Ordinalskala berechnet wurden und ein unvollständig spezifizierter Test auf eine Normalverteilung der sechs Faktoren mit Hilfe des Kolmogorow-Smirnow-Anpassungstests in der Lilliefors-Modifikation ergab, dass die Faktoren nicht normalverteilt sind. Weil mehr

### 3. Lehrerfragebogen

als ein Fünftel der Variablen-Werte Rangbindungen aufweisen, das heißt mehreren Fällen der gleiche Rang zugewiesen wird, wird auf Kendalls Korrelationsmaß  $\tau_b$  zurückgegriffen (Eckstein, 2014, S. 295).



**Abbildung 3.17.:** Signifikante Korrelationen zwischen den Faktoren mit Angabe des Kendall- $\tau_b$

In Abbildung 3.17 sind die signifikanten Korrelationen zwischen den sechs Faktoren eingetragen. Es lässt sich erkennen, dass die paarweise Unabhängigkeit nur für wenige Faktoren angenommen werden kann. Es wurden beim paarweisen Vergleich immer zwischen 129 und 152 Fälle betrachtet. Im Folgenden werden die existierenden Abhängigkeiten der Faktoren im einzelnen analysiert und auf Plausibilität überprüft bzw. eine Erklärung dafür gesucht.

Die Beurteilung der Stärke der Korrelationen erfolgt nach Brosius (2013, S. 523).

Zwischen den Faktoren 1 „Computerbezogenes Selbstbewusstsein“ und 2 „Computer im aktuellen Physikunterricht“ besteht mit  $p < 0,001 < \alpha = 0,05$  ein signifikanter, schwacher Zusammenhang mit  $\tau_b = 0,279$ . Dieser Zusammenhang lässt sich nachvollziehen, da zu erwarten ist, dass ein hohes Computerbezogenes Selbstbewusstsein (Faktor 1) mit positiven Einschätzungen des Computers im Physikunterricht (Faktor 2) einhergehen. Ebenfalls wurde in der Beschreibung zu Faktor 2 auf Seite 63 erklärt, dass sich aus einer Unterstützung von Gründen für den Computereinsatz eine positive Einstellung dazu ergibt. Die Einstellung zum Computereinsatz ist dementsprechend beiden Faktoren immanent. Die Stärke des Zusammenhangs zeigt aber auch, dass die Gemeinsamkeit der beiden Faktoren nur begrenzt ist und die einzelnen Ausprägungen der Faktoren nur eine geringe Schnittmenge haben.

Zwischen den Faktoren 1 „Computerbezogenes Selbstbewusstsein“ und 4 „Praktische Umsetzungskennntnisse“ besteht mit  $p < 0,001 < \alpha = 0,05$  ein signifikanter, mittelstarker Zusammenhang mit  $\tau_b = 0,404$ . Dieser Zusammenhang lässt sich mit einem Rückgriff auf die Beschreibung der beiden Faktoren auf den Seiten 62 und 64 verstehen. In beiden Fällen spielt die Fähigkeitseinschätzung der Person eine Rolle. Während in Faktor 1 zu diesem Zweck das Item „Ich kenne mich gut mit dem Computer aus.“ verwendet wird, taucht in Faktor 4 die negierte Form „Ich fühle mich nicht kompetent genug.“ [um den Computer im Unterricht einzusetzen] auf, die für die Faktoranalyse noch gespiegelt wurde. Faktor 1 beschreibt damit bezüglich der Selbsteinschätzung eher eine allgemeine Einstellung, während in Faktor 4 der Fokus auf dem Computereinsatz im Unterricht liegt. Die Verbindung zwischen den beiden Faktoren wird in diesem Zusammenhang offensichtlich. Nichtsdestotrotz gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Faktoren. Während in Faktor 1 emotionale Aspekte angesprochen werden, konzentrieren sich die Aussagen in Faktor 4 deutlich auf die Verwendung des Computers im Physikunterricht und betreffen das aktive Handeln der Person viel stärker.

Zwischen den Faktoren 1 „Computerbezogenes Selbstbewusstsein“ und 5 „Wirksamkeitserwartung“ besteht mit  $p = 0,032 < \alpha = 0,05$  ein signifikanter, sehr schwacher Zusammenhang mit  $\tau_b = 0,131$ . Die Gemeinsamkeiten beider Faktoren sind gering, machen sich aber im signifikanten Zusammenhang bemerkbar. Man kann sie so erklären, dass mit einer positiven Einschätzung eigenen Wissens und Könnens scheinbar auch eine positive Erwartung an die Wirksamkeit einhergeht. Wenn die Person für sich eine positive Einstellung dem Computer gegenüber hat, erwartet sie auch eher, dass sich durch dessen Verwendung etwas an der Unterrichtsqualität verbessert. Durch die Aussage „Computer bringen neue Aspekte in den Unterricht ein.“ wird in Faktor 5 jedoch außerdem eine allgemeinere Einschätzung eingeholt, die eine gewisse Gemeinsamkeit mit dem computerbezogenen Selbstbewusstsein in Faktor 1 aufweist. Wie in der Beschreibung des Faktors 1 auf Seite 62 erwähnt, wird in diesem Faktor auch die Innovativität der Person mit erfasst, die auch im oben zitierten Item aus Faktor 5 eine Rolle spielt.

Zwischen den Faktoren 2 „Computer im aktuellen Physikunterricht“ und 3 „Zukünftiger Nutzungswunsch“ besteht mit  $p = 0,001 < \alpha = 0,05$  ein signifikanter, schwacher Zusammenhang mit  $\tau_b = 0,216$ . Ganz oberflächlich lässt sich ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Faktoren wie folgt erklären: Wenn die Person den Nutzen des Computers im aktuellen Physikunterricht sieht, wird sie ihm eine höhere Wichtigkeit beimessen und dadurch auch einen höheren zukünftigen Nutzungswunsch aufweisen. Schaut man sich die einzelnen Aspekte aus der Faktorbeschreibung genauer an, so kann man erkennen, dass sich aus dem Dreischritt aus Grund, Einstellung und Handlung in Faktor 2 der Aspekt der Einstellung auch in der Wichtigkeitseinschätzung wiederfindet, die in Faktor 3 vorgenommen wird. Bei dieser Einschätzung in Faktor 3 wird einerseits auf die persönliche Wichtigkeit des Computereinsatzes eingegangen, was eine Gemeinsamkeit mit Faktor 2 darstellt, aber andererseits auch auf die gesellschaftliche und damit eine allgemeinere Wichtigkeit. Dies stellt einen Unterschied zwischen den Faktoren dar. Aus der Schnittmenge lässt sich der signifikante Zusammenhang erklären und gleichzeitig bei genauerem Hinsehen erkennen, wieso der Zusammenhang schwach ausgeprägt ist.

### 3. Lehrerfragebogen

Zwischen den Faktoren 2 „Computer im aktuellen Physikunterricht“ und 4 „Praktische Umsetzungskenntnisse“ besteht mit  $p < 0,001 < \alpha = 0,05$  ein signifikanter, schwacher Zusammenhang mit  $\tau_b = 0,390$ . Dieser Zusammenhang ist relativ leicht ersichtlich: Wenn eine Person praktische Umsetzungskenntnisse aufweist, liegt es nah, dass sie diese Kenntnisse auch anwendet und somit den Computer im aktuellen Physikunterricht einsetzt; bzw. umgekehrt: Weil sie den Computer einsetzt, hat sie hohe Umsetzungskenntnisse. Genauer gesagt, umfasst Faktor 2 auch die Abfrage aus ausgewählten Gründen und Handlungsabsichten der Person. Faktor 4 stellt eine Weiterführung der Handlungsabsichten dar, indem nach den speziellen Fähigkeiten der Person zur Umsetzung gefragt wird („Ich weiß wofür ich den Computer einsetzen kann/wie ich die Software benutzen soll/wie ich den Computer sinnvoll bedienen kann.“ Faktor 4, Items 1, 2 und 3). Dieser Zusammenhang besteht scheinbar bei vielen Personen, die den Fragebogen ausgefüllt haben, sollte aber nicht als Automatismus gesehen werden. Es kann auch sein, dass eine Person zwar einen Computereinsatz stets in die Unterrichtsplanung mit einbezieht (Faktor 2, Item 4), aber ihr dennoch die Ideen fehlen, tatsächlich den Computer variantenreich einzusetzen. Somit lässt sich nachvollziehen, wieso es nur einen schwachen Zusammenhang gibt.

Zwischen den Faktoren 2 „Computer im aktuellen Physikunterricht“ und 5 „Wirksamkeitserwartung“ besteht mit  $p < 0,001 < \alpha = 0,05$  ein signifikanter, schwacher Zusammenhang mit  $\tau_b = 0,349$ . Es liegt nahe, dass diese beiden Faktoren zusammenhängen, weil die Wirksamkeitserwartung den Dreischritt aus Grund (für den Computereinsatz), Einstellung und Handlung flankiert. Einerseits werden auch in Faktor 5 wieder Aspekte als möglicher Grund für eine Verbesserung der Unterrichtsqualität genannt. Diese Aspekte werden dann allerdings noch fortgeführt durch die Frage, inwiefern diese Gründe tatsächlich zu einer Verbesserung beitragen. In Faktor 2 geben die abgefragten Gründe nur in Hinblick auf deren Nachvollziehbarkeit bzw. Unterstützung durch die Person Auskunft. Die Beschreibung, dass die Wirksamkeitserwartung den Dreischritt flankiert, äußert sich weitergehend darin, dass eine hohe Wirksamkeitserwartung auch positiv mit der Einstellung der Person zum Computereinsatz zusammenhängt. Schließlich wird eine Person, die es nicht für sinnvoll hält, den Computer einzusetzen, eher nicht davon ausgehen, dass dieser Einsatz den Physikunterricht verbessert. Andernfalls würde sie ja bewusst einer Verbesserung des eigenen Unterrichts entgegen stehen.

Zwischen den Faktoren 3 „Zukünftiger Nutzungswunsch“ und 5 „Wirksamkeitserwartung“ besteht mit  $p < 0,001 < \alpha = 0,05$  ein signifikanter, schwacher Zusammenhang mit  $\tau_b = 0,337$ . Wie in der Beschreibung von Faktor 3 auf Seite 63 bereits vermutet, besteht tatsächlich ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Faktoren. Die Wichtigkeit, die die Person dem Computer bzw. dessen Einsatz beimisst, impliziert eine Erwartungshaltung: Häufigerer Einsatz des Computers bzw. Fortbildungen zum Computereinsatz im Physikunterricht verbessern die Unterrichtsqualität. Eine Person, die zukünftig den Computer häufiger einsetzen möchte, wird das also vermutlich unter dieser Wirksamkeitserwartung tun. So kann sich eine Korrelation zwischen diesen Faktoren erklären lassen. Dennoch sind Unterschiede zwischen den Faktoren ebenfalls deutlich. Während in Faktor 3 auch auf die Wichtigkeit des Computers für Schülerinnen und Schüler eingegangen wird, befasst sich Faktor 5 mit Innovationen, die der Computereinsatz für den Unterricht mit sich bringen kann.

Zwischen den Faktoren 3 „Zukünftiger Nutzungswunsch“ und 6 „Ausstattung“ besteht mit  $p = 0,004 < \alpha = 0,05$  ein signifikanter, sehr schwacher Zusammenhang mit  $\tau_b = 0,182$ . Der Zusammenhang zwischen den beiden Faktoren lässt sich so deuten, dass Personen, die den Computer als nicht besonders wichtig wahrnehmen, also einen niedrigen Wert für Faktor 3 aufweisen, eher mit der Ausstattung an Soft- und Hardware ihrer Schule zufrieden sind, also auch einen niedrigen Wert für Faktor 6 aufweisen. Umgekehrt heißt das, dass Personen, die den Computer und dessen Nutzen für wichtig halten, dazu neigen höhere Ansprüche an die Ausstattung zu haben und dementsprechend eher unzufrieden damit zu sein. Die Korrelation zwischen den beiden Faktoren ist jedoch sehr schwach und sollte daher nicht überinterpretiert werden.

Zwischen den Faktoren 4 „Praktische Umsetzungskenntnisse“ und 6 „Ausstattung“ besteht mit  $p = 0,009 < \alpha = 0,05$  ein signifikanter, sehr schwacher negativer Zusammenhang mit  $\tau_b = -0,174$ . Interessanterweise ist die Korrelation zwischen diesen beiden Faktoren negativ. Das heißt, dass Personen, die umfangreiche Kenntnisse zum Computereinsatz im Physikunterricht haben, eher mit der vorhandenen Ausstattung zufrieden sind. Das könnte daran liegen, dass diese Personen mit der vorhandenen Ausstattung bereits arbeiten und somit ihre eigenen Fähigkeiten in gewissem Rahmen anhand der Gegebenheiten entwickelt haben. Dadurch können sie ihre Kenntnisse mit der Soft- und Hardware, die an der Schule vorhanden ist, auch umsetzen. Umgekehrt würde das aber auch die Interpretation zulassen, dass die Personen, die nicht wissen, wie sie mit der vorhandenen Ausstattung umgehen sollen, mit dieser auch nicht zufrieden sind und vielleicht sogar den eigenen Mangel an Fähigkeiten auf die als schlecht empfundene Ausstattung zurückführen.

### 3.2.3. Clusteranalyse

Auf Basis der Faktoren zur Einstellung der Physiklehrkräfte soll nun eine Clusteranalyse stattfinden, um die verschiedenen Einstellungstypen bezüglich des Computereinsatzes unterscheiden zu können und anschließend Handlungsempfehlungen für entsprechende Fortbildungen zu entwickeln. Das methodische Vorgehen ist in Kapitel 3.1 beschrieben. Das Ergebnis der Analyse wird im Folgenden genauer dargelegt und die einzelnen Cluster werden voneinander abgegrenzt.

In diesem Kapitel wird die Variable  $i \in \{1, \dots, 6\}$  immer für einen der sechs Faktoren und  $j \in \{1, \dots, 5\}$  immer für einen der fünf Cluster stehen, wie beispielsweise in  $M_{Faktor\ i,j}$ . Zur Erinnerung sei auch zu erwähnen, dass ein Wert von 1 für „trifft sehr zu“ und ein Wert von 6 für „trifft gar nicht zu“ steht.

Für die Einschätzung der Merkmalsausprägung, auf deren Basis die Analyse stattfindet, sind an dieser Stelle in Tabelle 3.11 die Mittelwerte  $M_{Faktor\ i}$  und Standardabweichungen  $\sigma_i$  dargestellt. Es lässt sich erkennen, dass die Mittelwerte aller Faktoren 1 bis 5 einen Wert  $M_{Faktor\ i} < 2,7$  aufweisen, und somit tendenziell eher „pro Computer“ deuten. Wie in Kapitel 3.2.2 erwähnt, sind alle Items in den Faktoren 1 bis 5 so gepolt, dass ein niedriger Wert eine hohe Zustimmung „pro Computer“ darstellt. Lediglich bei Faktor 6 deutet ein hoher Wert darauf hin, dass die Lehrkräfte eher zufrieden mit der Ausstattung

### 3. Lehrerfragebogen

an ihren Schulen sind (vgl. S. 65). Eine genauere Deutung der Mittelwerte erfolgt bei der Beschreibung der einzelnen gefunden Cluster in diesem Abschnitt.

	N	$M_{\text{Faktor } i}$	$\sigma_i$
Faktor 1	146	2,14	0,95
Faktor 2	136	2,58	1,03
Faktor 3	148	2,65	1,10
Faktor 4	141	1,71	0,97
Faktor 5	155	2,22	0,93
Faktor 6	152	4,45	1,56

**Tabelle 3.11.:** Fallzahlen, Mittelwerte und Standardabweichungen zu allen Faktoren.

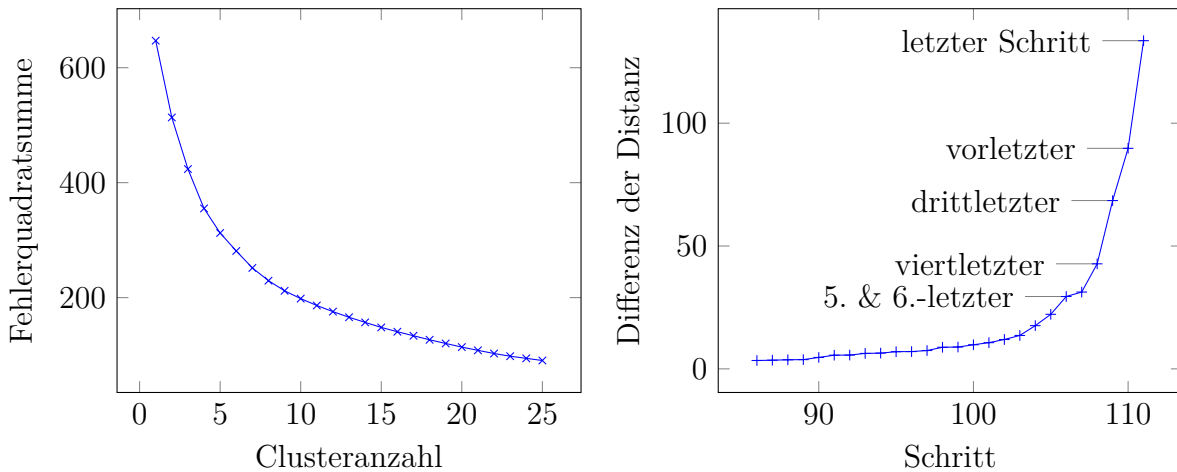
#### 3.2.3.1. Entstehung der Cluster

Wie in Kapitel 3.1.3 beschrieben wird die Clusteranalyse mittels der Ward-Methode durchgeführt. Dabei werden unter Berücksichtigung der Varianz innerhalb der Cluster immer mehr von ihnen zusammengefasst, bis schließlich nur noch ein riesiger Cluster übrig bleibt, der die komplette Stichprobe umfasst. Die Frage, die sich bei diesem Vorgehen stellt, ist, bei welcher Clusterzahl man abbricht. Dazu kann das Elbow-Kriterium genutzt werden. In diesem Fall wurde sich für fünf Cluster entschieden, weil einerseits der Abstand der Cluster in den letzten fünf Schritten sprunghaft zunimmt und andererseits die beiden Cluster, die bei der Reduktion von sechs auf fünf Cluster zusammengefasst werden, sich im Profil relativ ähnlich sind, sodass sich kaum signifikante Unterschiede zwischen den beiden Clustern ergeben, die in diesem Schritt vereinigt werden. In Abbildung 3.18a ist zu erkennen, dass die Abstände zwischen den sich jeweils am nächsten befindlichen Clustern mit Anzahl der Zusammenfassungsschritte deutlich zunehmen. Abbildung 3.18b verdeutlicht, wie stark sich die Distanz von einem Schritt zum nächsten verändert. Darin kann man erkennen, dass der fünft- und der sechstletzte Schritt zu einer ähnlichen Änderungsrate führen. Die Distanz zwischen den Clustern 6 und 7 (Vereinigung im sechstletzten Schritt) ist halb so groß wie zwischen den Clustern 5 und 6 (Vereinigung im fünftletzten Schritt). Danach nimmt die Distanz noch stärker zu und somit auch die Unterschiede zwischen den Clustern.

Eine weitere Reduktion auf vier Cluster wurde an dieser Stelle nicht vorgenommen, weil sie einerseits eine große Distanz zwischen den zu vereinenden Clustern überwinden müsste (vgl. Abb. 3.18) und andererseits die inhaltliche Diskrepanz zwischen den verhinderten Nutzern und den Computerenthusiasten hoch ist. Die Cluster 4 und 5 (Realisten und Meider) sind die „stabilsten“ Cluster, die sich aus der getroffenen Auswahl von fünf Gruppen am längsten halten, nämlich bis zum vorletzten Vereinigungsschritt.

Die Anwendung der explorativen Clusteranalyse liefert fünf Cluster: Verhinderte Nutzer, Neugierige, Computerenthusiasten, Realisten und Meider. Eine Übersicht über die Anzahl der Fälle aller Cluster kann in Abbildung 3.19 und eine Übersicht über die Ausprägungen in Abbildung 3.20 gesehen werden. Dabei werden die Z-Faktorwerte (vgl.





(a) Distanz zwischen den nächsten beiden Clustern. (b) Differenzen der Distanzen zur Abschätzung der Distanzänderung.

**Abbildung 3.18.:** Veranschaulichung der Entscheidungskriterien für die Anzahl der Cluster.

Kap. 3.1.3) betrachtet, um die Unterschiede zwischen den Faktoren und Clustern leichter interpretierbar zu machen und somit bei der explorativen Clusteranalyse ein möglichst unverzerrtes Bild zu bekommen und einzelne Faktoren nicht stärker oder schwächer zu gewichten als andere. Signifikante Unterschiede zwischen den Clustern innerhalb eines Faktors wurden mittels Kruskal-Wallis-Test bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  ermittelt.

### 3. Lehrerfragebogen

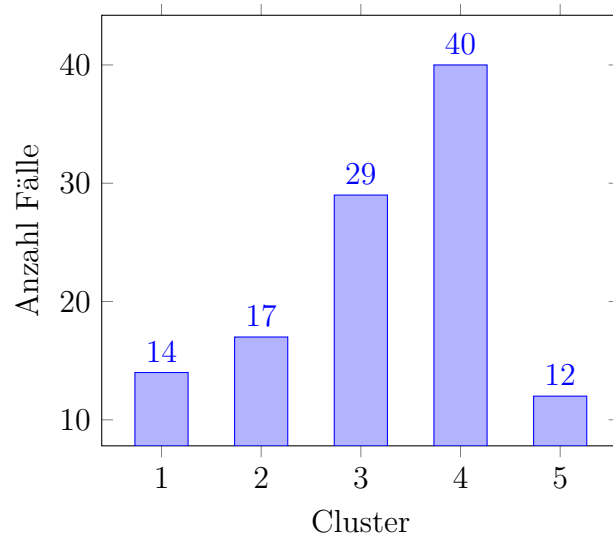


Abbildung 3.19.: Anzahl der Fälle, die dem jeweiligen Cluster zugeordnet wurden.

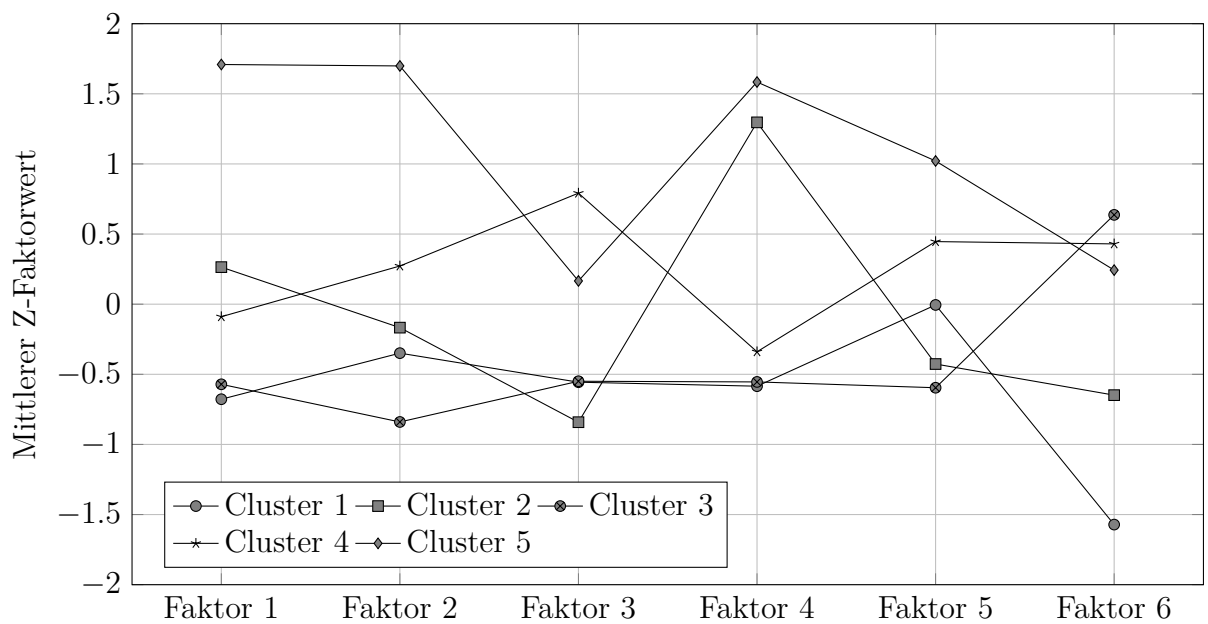


Abbildung 3.20.: Übersichtsgraphik über alle fünf Cluster im Vergleich.

### 3.2.3.2. Cluster 1: Verhinderte Nutzer

Cluster 1 enthält 14 Lehrkräfte (dies entspricht 12,5% der gültigen 112 Fälle) und ist damit der zweitkleinste Cluster. Er ist in Abbildung 3.21 hervorgehoben.

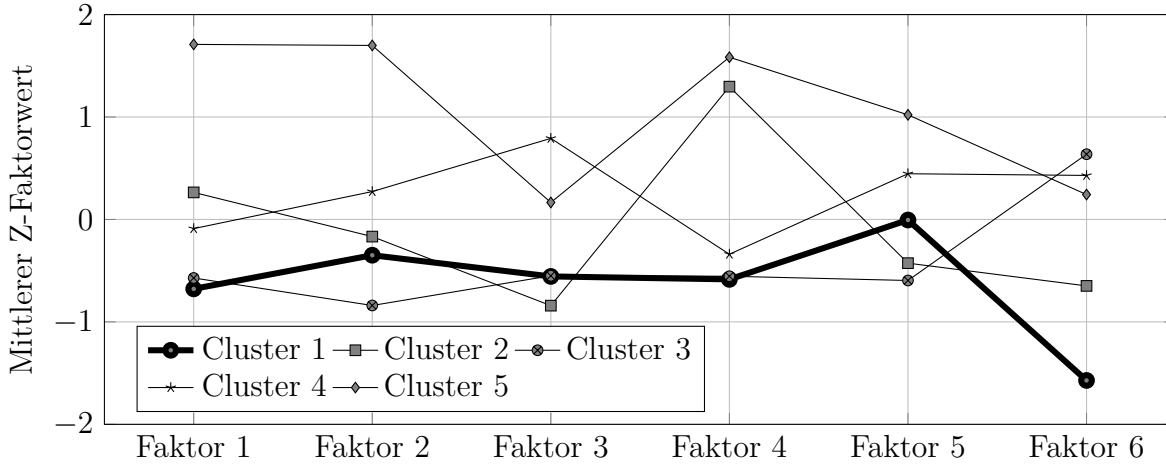


Abbildung 3.21.: Cluster 1 im Vergleich.

Cluster 1	$M_{Faktor\ i,1}$	$\sigma_{i,1}$
Faktor 1	1,49	0,32
Faktor 2	2,22	0,44
Faktor 3	2,04	0,75
Faktor 4	1,14	0,25
Faktor 5	2,21	0,84
Faktor 6	2,00	0,96

Tabelle 3.12.: Mittelwerte und Standardabweichungen zu allen Faktoren für Cluster 1.  
 $N_1 = 14$  Fälle.

Die verhinderten Nutzer haben insgesamt eine sehr computerfreundliche Einstellung. Ein Blick auf Tabelle 3.12 zeigt, dass für alle Faktoren recht niedrige Mittelwerte  $M_{Faktor\ i,1}$  erreicht werden. Während die Einstellungsfaktoren also dem Computer zugewandt ausfallen, zeigt der niedrige Wert von Faktor 6, dass die Lehrkräfte in diesem Cluster ziemlich unzufrieden mit der Ausstattung der eigenen Schule mit Hard- und Software sind.

Sie haben das höchste computerbezogene Selbstbewusstsein aller Umfrageteilnehmer. Sie weisen einen mittleren Faktorwert von  $M_{Faktor1,1} = 1,49$  auf (vgl. Tab. 3.12) und damit einen signifikant niedrigeren Wert als Angehörige der Cluster 2 (Neugierige) und 5 (Meider; nach einem Kruskal-Wallis-Test mit  $p_{1 \leftrightarrow 5} < 0,001 < p_{1 \leftrightarrow 2} = 0,002 < \alpha = 0,05$ ; vgl. Tab. 3.13 bzw. Tab.3.16). Außerdem liegen die praktischen Umsetzungskennnisse mit  $M_{Faktor4,1} = 1,14$  sehr nahe an 1 und damit auch in diesem Bereich signifikant

### 3. Lehrerfragebogen

unter denen von Cluster 2 und 5 ( $p_{1\leftrightarrow 2} \approx p_{1\leftrightarrow 5} < 0,001 < \alpha = 0,05$ ). Es haben also sehr viele der Personen in Cluster 1 den Items in diesem Faktor sehr zugestimmt. Aus diesen beiden Faktoren ergibt sich, dass sich die Lehrkräfte dieses Clusters sowohl im als auch außerhalb des Unterrichts befähigt fühlen, mit dem Computer zu arbeiten. Sie haben Ideen (rational) und Interesse (emotional) daran, den Computer zu nutzen. Dies unterstützt auch der im Vergleich zu den anderen Clustern relativ niedrige Wert des Faktors „Computer im aktuellen Physikunterricht“ von  $M_{Faktor2,1} = 2,22$  (vgl. Abb. 3.21), der ebenfalls signifikant unter dem von Cluster 5 liegt. Die Lehrkräfte dieses Clusters scheinen die didaktischen Gründe, die in diesem Faktor beschrieben werden, nachzuvollziehen und somit reflektiert den Computer zu verwenden. Tendenziell weisen die hier beschriebenen Personen auch einen hohen zukünftigen Nutzungswunsch auf und halten den Computer und dessen Nutzen eher für wichtig. Dies stellt einen signifikant niedrigeren Wert als Cluster 4 (Realisten) dar (vgl. Tab. 3.15), was zeigt, dass in jenem Cluster die Wichtigkeit von Computer und Tablet geringer eingeschätzt wird. Die Erwartung, dass der Computereinsatz sich positiv auf die Unterrichtsqualität auswirkt, ist in diesem Cluster jedoch nicht besonders ausgeprägt. Mit einem Mittelwert von  $M_{Faktor5,1} = 2,21$  nehmen die Lehrkräfte dieses Clusters zwar an, dass dieser Zusammenhang da ist, sind aber nicht besonders überzeugt. Schließlich bedeutet ein Wert von 2 „stimme zu“.

Wie in der Abbildung 3.21 vergleichend mit den anderen Clustern zu sehen ist, liegen die mittleren Z-Faktorwerte der ersten vier Faktoren  $M_{Faktor1,1}^Z$  bis  $M_{Faktor4,1}^Z$  für diesen Cluster bei etwa  $-0,5$ . Sie sind also leicht unterdurchschnittlich, aber innerhalb einer Standardabweichung vom Mittelwert über alle Fälle. Der Mittelwert bezüglich der Wirksamkeitserwartung beim Einsatz des Computers im Physikunterricht stimmt mit  $M_{Faktor5,1}^Z \approx 0$  fast genau mit dem Mittelwert der Gesamtstichprobe überein. Auffällig an dieser Gruppe ist, dass die Zufriedenheit mit der Ausstattung der Schule mit Computern sehr gering ist. Damit unterscheiden sie sich signifikant von den Clustern 3, 4 und 5 ( $p_{1\leftrightarrow 3} \approx p_{1\leftrightarrow 4} < p_{1\leftrightarrow 5} = 0,001 < \alpha = 0,05$ ).

Das lässt sich so deuten, dass die Lehrkräfte dieses Clusters zwar gerne mit dem Computer arbeiten und dies im Allgemeinen auch für sinnvoll halten, aber ihr Anspruch an eine gute Ausstattung nicht erfüllt ist.

**Handlungsempfehlung** Es gilt für diese Gruppe die Ausstattung zu verbessern, um ihre Nutzungswünsche weiter umsetzen zu können. Außerdem lässt sich dem relativ niedrigen Wert zu Faktor 3 entnehmen, dass der zukünftige Nutzungswunsch eher hoch ist und damit auch Fortbildungen zur Verwendung des Computers im Physikunterricht auf fruchtbaren Boden fallen. Wie schon in der deskriptiven Analyse der Fragebögen (vgl. Kap. 3.2.1) erwähnt wurde, ist die Verwendung von Smartphones und Tablets allgemein und damit auch bei den verhinderten Nutzern eher gering, was sich ebenfalls im Ausstattungsbereich widerspiegelt.

### 3.2.3.3. Cluster 2: Neugierige

Cluster 2 enthält 17 Lehrkräfte (dies entspricht 15,2% der gültigen 112 Fälle) und ist damit der drittkleinste Cluster. Er ist in Abbildung 3.22 hervorgehoben.

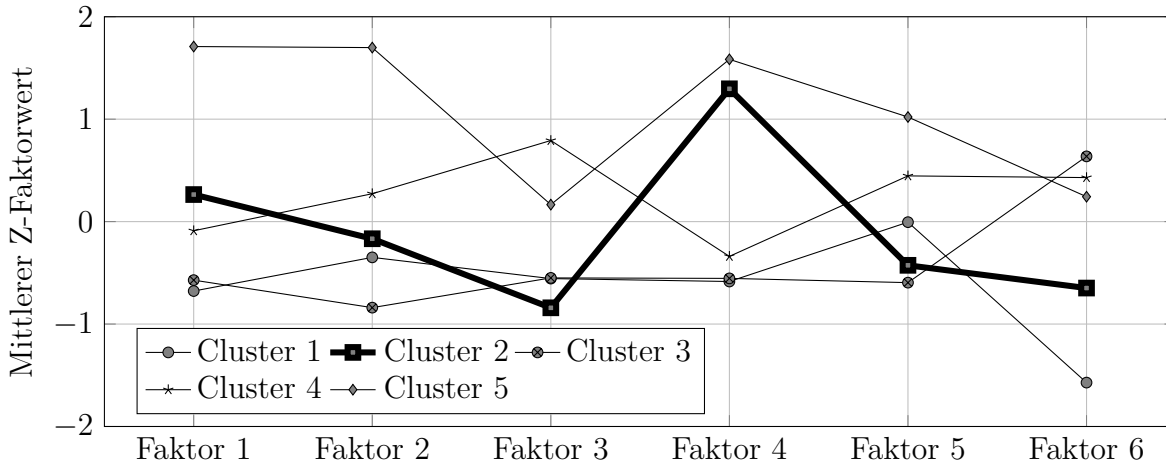


Abbildung 3.22.: Cluster 2 im Vergleich.

Cluster 2	$M_{Faktor\ i,2}$	$\sigma_{i,2}$
Faktor 1	2,39	0,56
Faktor 2	2,41	0,51
Faktor 3	1,72	0,32
Faktor 4	3,00	0,65
Faktor 5	1,82	0,58
Faktor 6	3,44	1,29

Tabelle 3.13.: Mittelwerte und Standardabweichungen zu allen Faktoren für Cluster 2.  $N_2 = 17$  Fälle.

In Abbildung 3.22 sticht besonders die Ausprägung von Faktor 3 „Zukünftiger Nutzungswunsch“ und Faktor 4 „Praktische Umsetzungskennnisse“ ins Auge. Faktor 3 liegt mit einem Mittelwert von  $M_{Faktor3,2} = 1,72$  niedriger als in allen anderen Clustern. Der Vergleich zeigt, dass der Unterschied zu den Clustern 4 und 5 signifikant ist ( $p_{2\leftrightarrow 4} < 0,001 < \alpha = 0,05$  bzw.  $p_{2\leftrightarrow 5} = 0,040 < \alpha = 0,05$ ). Dies zeigt, dass Personen, die diesem Cluster zugeordnet werden, den Computereinsatz für wichtig halten und ihn gerne öfter im Physikunterricht umsetzen würden. Das wird direkt kontrastiert durch den hohen Wert  $M_{Faktor4,2} = 3,00$  für praktische Umsetzungskennnisse. Bezüglich der Umsetzungskennnisse (Faktor 4) unterscheidet sich Cluster 2 signifikant von den Clustern 1, 3 und 4 (jeweils  $p_{1\leftrightarrow 2} \approx p_{2\leftrightarrow 3} \approx p_{2\leftrightarrow 4} < 0,001 < \alpha = 0,05$ ). Obwohl die Lehrkräfte dieses Clusters den Computereinsatz also für wichtig halten, schätzen sie die eigenen

### 3. Lehrerfragebogen

Umsetzungskennntnisse eher niedrig ein. Dieses Zusammenspiel der beiden Faktorwerte lässt sich durchaus plausibel erklären: Die Lehrkräfte dieses Clusters haben wenige Ideen, wie man den Computer in den Physikunterricht einbinden kann, bzw. sie schätzen ihre Fähigkeiten diesbezüglich nicht besonders hoch ein (siehe auch  $M_{Faktor1,2} = 2,39$ ). Diese Interpretation lässt sich dadurch stützen, dass Lehrkräfte, die den *Neugierigen* zugeordnet sind, signifikant stärker der Aussage „Der Aufwand, die Schüler in neue Software einzuführen, ist zu groß“ zustimmen, als Angehörige des Clusters 3 *Computerenthusiasten* (Post-hoc-Test nach Dunn-Bonferroni  $z = -3,19, p = 0,014 < \alpha$ ). Diese Deutung ist insbesondere deswegen interessant, weil die beiden Faktoren 3 und 4 im Allgemeinen auch keine Korrelation aufweisen (vgl. Kapitel 3.2.2.7, S. 65). Da die *Neugierigen* die Wichtigkeit jedoch eher hoch einschätzen, wollen sie Fortbildungen besuchen, um die als mangelnd angesehenen Ideen und Fähigkeiten zu kompensieren.

Bezüglich des computerbezogenen Selbstbewusstseins weisen Personen dieses Clusters einen leicht überdurchschnittlichen Wert mit  $M_{Faktor1,2} = 2,39$  auf und unterscheiden sich damit signifikant von den Clustern 1 und 3, die in diesem Faktor einen kleineren Wert und damit ein höheres Selbstbewusstsein im Umgang mit Computern aufweisen. Für die Personen in Cluster 2 heißt das, dass sie ihre Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer allgemein niedriger einschätzen, als der Durchschnitt und im Speziellen als Personen aus Cluster 1 und 3.

Gründe für den Einsatz des Computers im Physikunterricht werden von Personen dieses Clusters eher für nachvollziehbar gehalten, wie man aus dem Mittelwert in Tabelle 3.13 ablesen kann. Dieser Wert ist signifikant niedriger als die Mittelwerte von Cluster 3 ( $p_{2 \leftrightarrow 3} = 0,010 < \alpha = 0,05$ ) und Cluster 5 ( $p_{2 \leftrightarrow 5} = 0,002 < \alpha = 0,05$ ).

Lehrkräfte aus Cluster 2 haben eine überdurchschnittlich hohe Erwartung, dass sich der Einsatz des Computers im Physikunterricht auf diesen auswirkt und ihn damit innovativer werden lässt. Mit  $M_{Faktor5,2} = 1,82$  ist der Mittelwert dieses Faktors signifikant niedriger als in den Clustern 4 ( $p_{2 \leftrightarrow 4} = 0,008 < \alpha = 0,05$ ) und 5 ( $p_{2 \leftrightarrow 5} = 0,011 < \alpha = 0,05$ ). Die Verwendung des Computers beschränkt sich für diese Gruppe hauptsächlich auf Simulationen/Animationen und das Internet als Informationsmedium. Er wird seltener auch zur Messwerterfassung eingesetzt. Die Lehrkräfte erwarten sich mehr vom Einsatz. Dies passt recht gut zur oben umrissenen Erklärung, dass die Lehrkräfte den Computereinsatz gut finden, aber bisher nicht umsetzen können. Sie wollen die Möglichkeiten, die sie dem technischen Hilfsmittel zuschreiben, kennenlernen und damit ihren Unterricht bereichern. Die Zufriedenheit mit der Ausstattung ihrer Schule ist bei den Lehrkräften leicht unterdurchschnittlich und signifikant geringer als bei den Clustern 3 ( $p_{2 \leftrightarrow 3} < 0,001 < \alpha = 0,05$ ) und Cluster 4 ( $p_{2 \leftrightarrow 4} = 0,001 < \alpha = 0,05$ ). Das lässt sich so interpretieren, dass ein Teil der mangelnden Fähigkeiten vielleicht auf unzureichende Ausstattung zurückgeführt wird.

**Handlungsempfehlung** Für die Neugierigen ist es interessant, Fortbildungen zum Computereinsatz im Physikunterricht anzubieten, um ihnen neue Möglichkeiten und Ideen an die Hand zu geben, was sie im Unterricht mit dem Computer machen können. Dabei geht es weniger um allgemeine Anweisungen, wie man einen PC oder Laptop bedient,

sondern vielmehr um fachspezifische Anwendungsmöglichkeiten und deren Implementation in den Physikunterricht. Beim Einsatz von Smartphones oder Tablets sollten jedoch auch noch grundlegendere Schulungen mit angeboten werden. Es empfiehlt sich außerdem, die Ausstattungen in den Schulen zu verbessern, um diese Hemmschwelle für den Computereinsatz mit abzubauen.

### 3.2.3.4. Cluster 3: Computerenthusiasten

Cluster 3 ist mit 29 Fällen (dies entspricht 25,9% der gültigen 112 Fälle) der zweitgrößte Cluster, der sich aus der explorativen Clusteranalyse ergab. Er ist in der Übersichtsgraphik in Abbildung 3.23 hervorgehoben.

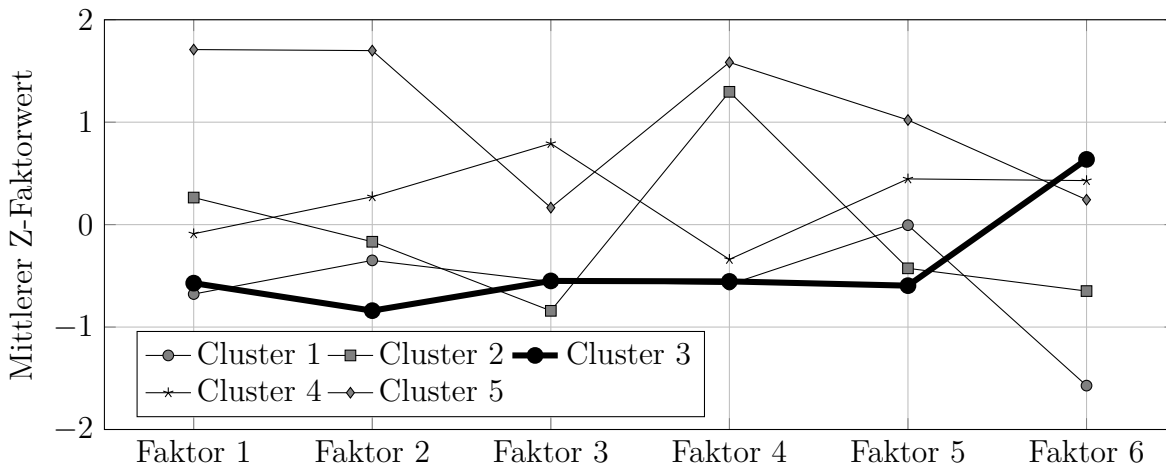


Abbildung 3.23.: Cluster 3 im Vergleich.

Cluster 3	$M_{Faktor\ i,3}$	$\sigma_{i,3}$
Faktor 1	1,59	0,38
Faktor 2	1,72	0,35
Faktor 3	2,04	0,80
Faktor 4	1,17	0,26
Faktor 5	1,67	0,59
Faktor 6	5,45	0,86

Tabelle 3.14.: Mittelwerte und Standardabweichungen zu allen Faktoren für Cluster 3.  
 $N_3 = 29$  Fälle.

Cluster 3 ähnelt von der Ausprägung her sehr dem ersten Cluster. Das lässt sich direkt in der Übersichtsgraphik erkennen. Die Unterschiede, die man erkennen kann, sind einerseits in Faktor 2 „Computer im aktuellen Physikunterricht“ ein etwas niedrigerer Wert von  $M_{Faktor2,3} = 1,72$  statt  $M_{Faktor2,1} = 2,22$ , der jedoch nicht signifikant ist. Im

### 3. Lehrerfragebogen

Vergleich zu den anderen drei Clustern lässt sich allerdings ein signifikanter Unterschied feststellen ( $p_{3\leftrightarrow 4} \approx p_{3\leftrightarrow 5} < 0,001 < p_{2\leftrightarrow 3} = 0,010 < \alpha = 0,05$ ). Ein weiterer sichtbarer, aber nicht signifikanter Unterschied zwischen den Clustern 1 und 3 ist im Faktor 5 „Wirksamkeitserwartung“ zu sehen, in dem die Personen in Cluster 3 den niedrigsten Mittelwert aller Cluster aufweisen. Dieser ist signifikant niedriger als der Mittelwert von Cluster 4 und 5 ( $p_{3\leftrightarrow 4} \approx p_{3\leftrightarrow 5} < 0,001 < \alpha = 0,05$ ). Was jedoch auffällt und Cluster 3 von 1 unterscheidet, ist, dass Lehrkräfte in diesem Cluster die höchste Zufriedenheit mit der Ausstattung ihrer Schule aufweisen. Diese liegt mit  $M_{Faktor6,3} = 5,45$  im Bereich von „stimme nicht zu“ bis „stimme gar nicht zu“ auf die Items „Meine Schule ist nicht gut mit Software/Hardware ausgestattet“. Die Lehrkräfte aus Cluster 3 haben also nicht das Gefühl, durch die Ausstattung ihrer Schule im Computereinsatz beschränkt zu werden. Sie nehmen die Ausstattung ihrer Schule signifikant als besser wahr als Personen aus den Clustern 1 und 2.

Die Bezeichnung der Lehrkräfte dieses Clusters als Computerenthusiasten rührt daher, dass sie durchgehend unterdurchschnittliche Mittelwerte haben, die in Abbildung 3.23 durch  $M_{Faktor\ i,3}^Z < 0 \forall i \in \{1, \dots, 5\}$  gekennzeichnet sind und damit für eine stark dem Computer und dessen Einsatz zugeneigte Einstellung der Person sprechen. Gleichzeitig ist die Zufriedenheit mit der Ausstattung für diese Gruppe sehr hoch.

**Handlungsempfehlung** Für diesen Cluster gibt es keine Handlungsempfehlung, da sie (zumindest nach eigener Wahrnehmung) aus eigenem Interesse nach neuen, innovativen Möglichkeiten suchen werden, den Physikunterricht durch den Einsatz moderner Technik zu verbessern. Es ist zu erwarten, dass die Computerenthusiasten in diesem Rahmen auch Fortbildungen positiv gegenüberstehen (hoher zukünftiger Nutzungswunsch) und sie mit in Anspruch nehmen.

#### 3.2.3.5. Cluster 4: Realisten

Cluster 4 ist mit 40 Lehrkräften (dies entspricht 35,7% der gültigen 112 Fälle) mit Abstand der größte Cluster, der sich durch die explorative Analyse ergibt (vgl. Abb. 3.19). Das Profil des Clusters ist in Abbildung 3.24 hervorgehoben.

Cluster 4	$M_{Faktor\ i,4}$	$\sigma_{i,4}$
Faktor 1	2,05	0,75
Faktor 2	2,86	0,84
Faktor 3	3,53	1,02
Faktor 4	1,38	0,47
Faktor 5	2,63	0,79
Faktor 6	5,13	0,82

**Tabelle 3.15.:** Mittelwerte und Standardabweichungen zu allen Faktoren für Cluster 4.  
 $N_4 = 40$  Fälle.



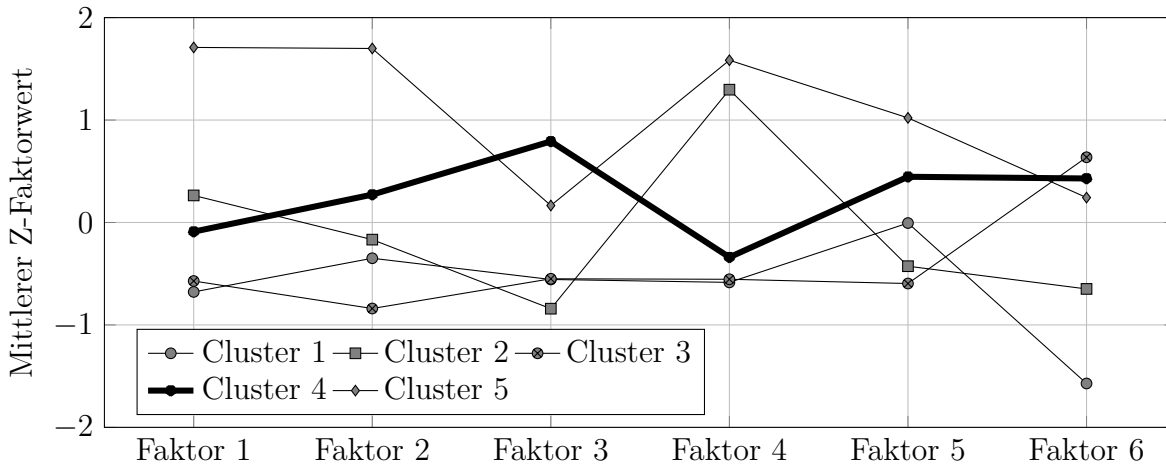


Abbildung 3.24.: Cluster 4 im Vergleich.

Die Lehrkräfte in diesem Cluster haben in etwa einen durchschnittlichen Wert beim computerbezogenen Selbstbewusstsein (Faktor 1;  $F_{Faktor1,4}^Z \approx 0$ ) und unterscheiden sich diesbezüglich nur signifikant von Cluster 5 ( $p_{4 \leftrightarrow 5} < 0,001 < \alpha = 0,05$ ). Damit sind die Personen in Cluster 4 dem Computereinsatz eher zugeneigt und schätzen die eigenen Hemmungen eher niedrig ein. Sie sind grundsätzlich bereit, sich in die Möglichkeiten, die der Computer für den Physikunterricht bietet, einzuarbeiten.

Didaktische und methodische Gründe werden im aktuellen Physikunterricht (Faktor 2) minimal weniger überzeugend eingestuft, als vom Gesamtdurchschnitt. Betrachtet man jedoch den tatsächlichen Durchschnittswert des Clusters zu Faktor 2 (vgl. 3.15)  $F_{Faktor2,4} = 2,86$  ist zu sehen, dass die Gründe trotzdem noch eher unterstützt werden. Dabei weisen die Lehrkräfte aus Cluster 4 einen signifikant höheren Wert als die aus Cluster 3 auf ( $p_{3 \leftrightarrow 4} < 0,001 < \alpha = 0,05$ ) und einen signifikant niedrigeren als die Lehrkräfte aus Cluster 5 ( $p_{4 \leftrightarrow 5} = 0,027 < \alpha = 0,05$ ).

Die Personen aus Cluster 4 haben mit  $F_{Faktor3,4} = 3,53$  den höchsten Mittelwert zum zukünftigen Nutzungswunsch. Das heißt, dass sie die Wichtigkeit des Computers und dessen Einsatzes zwar auf der Likert-Skala im mittleren Bereich einschätzen, aber damit signifikant niedriger als die verhinderten Nutzer, die Neugierigen und die Computerenthusiasten (Cluster 1, 2 und 3;  $p_{2 \leftrightarrow 4} = p_{3 \leftrightarrow 4} < p_{1 \leftrightarrow 4} = 0,001 < \alpha = 0,05$ ).

Ihre praktischen Umsetzungskennnisse (Faktor 4) halten die Lehrkräfte wiederum für überdurchschnittlich. Personen aus den Clustern 2 und 5 haben eine signifikant niedrigere Selbsteinschätzung der praktischen Umsetzungskennnisse, als die aus Cluster 4 ( $p_{2 \leftrightarrow 4} \approx p_{4 \leftrightarrow 5} < 0,001 < \alpha = 0,05$ ) und damit einen signifikant höheren Wert in diesem Faktor.

Die Wirksamkeitserwartung unter Lehrkräften in Cluster 4 liegt wieder etwas unter dem Gesamtdurchschnitt und damit  $F_{Faktor5,4}^Z > 0$ . Sie unterscheiden sich in diesem Faktor signifikant von den Neugierigen und den Computerenthusiasten (Cluster 2 und 3;  $p_{3 \leftrightarrow 4} < 0,001 < p_{2 \leftrightarrow 4} = 0,008 < \alpha = 0,05$ ), die jeweils eine größere Wirksamkeitserwartung haben. Dennoch ist mit  $F_{Faktor5,4} = 2,63$  der Mittelwert bezüglich Faktor 5 in

### 3. Lehrerfragebogen

Cluster 4 so ausgeprägt, dass die Lehrkräfte durchaus eher davon ausgehen, dass der Computereinsatz den Physikunterricht ergänzen kann und eine gewisse Innovation mit sich bringt.

Personen, die Cluster 4 zugeordnet sind, weisen eine relativ hohe Zufriedenheit mit der Ausstattung ihrer Schule mit Soft- und Hardware auf ( $F_{Faktor6,5} = 5,13$ ). Sie sind damit signifikant zufriedener als ihre Kollegen aus den Clustern 1 und 2 ( $p_{1\leftrightarrow4} < p_{2\leftrightarrow4} = 0,001 < \alpha = 0,05$ ).

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass mehr als die Hälfte der Lehrkräfte dieses Clusters den Computer mindestens einmal pro Woche einsetzt, lesen sich die obigen Daten etwas weniger computerskeptisch. Die Lehrkräfte dieses Clusters werden daher als Realisten bezeichnet. Sie nutzen den Computer im Unterricht so oft, wie sie es wollen. Das spiegelt sich darin wider, dass der zukünftige Nutzungswunsch nicht besonders hoch ist: Sie wollen den Computer nicht *noch öfter* einsetzen. Ihre praktischen Umsetzungskenntnisse sind aber relativ hoch, was ebenfalls untermauert, dass sie häufiger den Computer einsetzen. Da sie mit dem aktuellen Maß ihrer Arbeit mit dem Computer zufrieden sind, brauchen sie auch keine besondere Veränderung der Ausstattung. Sie ist kein Hindernis, das sie vom häufigeren Einsatz abhält. Sie schätzen ihre Fähigkeiten zum Umgang mit dem Computer als solide ein und suchen daher auch nicht von sich aus nach weiteren Verbesserungsmöglichkeiten.

**Handlungsempfehlung** Auf Grundlage der Beschreibung lässt sich sagen, dass die Realisten nicht besonders gefördert werden möchten. Sie passen sich an die Möglichkeiten an und stehen Innovationen oder Ergänzungen ihres Unterrichts nicht ablehnend entgegen. Stattdessen begnügen sie sich mit dem aktuellen (durchaus relativ hohen) Maße des Computereinsatzes. Es ist jedoch auch anzumerken, dass diese Gruppe – genau wie alle anderen – nur in sehr geringem Umfang Tablets und Smartphones in ihrem Unterricht einsetzt.

#### 3.2.3.6. Cluster 5: Meider

Mit 12 Lehrkräften (dies entspricht 10,7% der gültigen 112 Fälle) ist Cluster 5 der kleinste Cluster der Untersuchung. Er unterscheidet sich jedoch so stark von den anderen Clustern, dass er erst im vorletzten Schritt der explorativen Clusteranalyse mit einem anderen Cluster vereinigt wird. In der Übersichtsgraphik in Abbildung 3.25 ist sein Profil hervorgehoben.

Bereits beim ersten Blick auf die Übersichtsgraphik und auch auf die mittleren Skalenwerte  $M_{Faktor\ i,5}$  der Tabelle 3.16 erkennt man einen deutlichen Unterschied zu den anderen Clustern. Lehrkräfte, die diesem Cluster angehören, haben das niedrigste computerbezogene Selbstbewusstsein (Faktor 1) im Vergleich zu allen anderen Lehrkräften. Der mittlere Skalenwert liegt mit  $M_{Faktor1,5} = 3,76$  signifikant höher als bei den Clustern 1, 3 und 4 ( $p_{1\leftrightarrow5} \approx p_{3\leftrightarrow5} \approx p_{4\leftrightarrow5} < 0,001 < \alpha = 0,05$ ). Personen dieses Clusters sind dem Computereinsatz also eher nicht zugeneigt und schätzen auch ihr eigenes Wissen und Können in Bezug auf den Computereinsatz allgemein als mäßig bis gering ein.

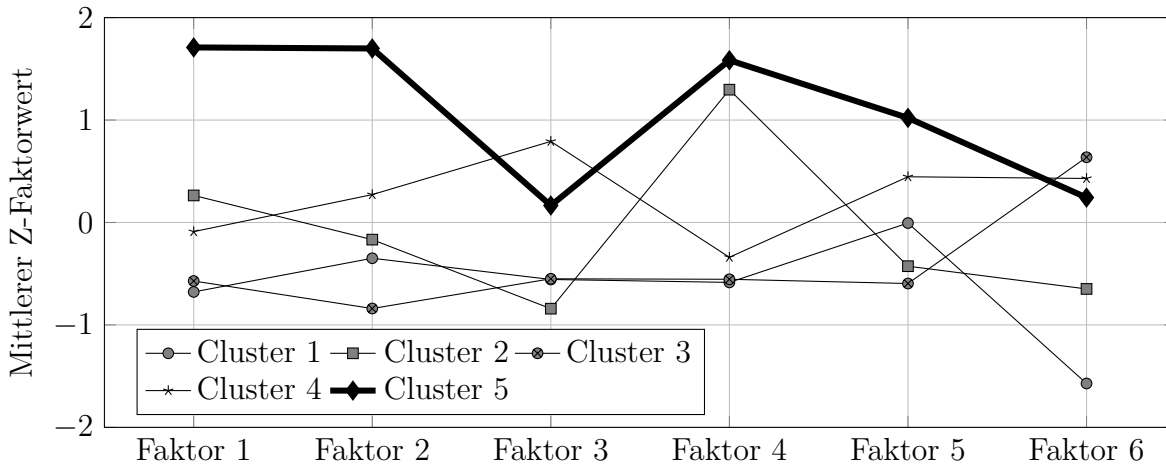


Abbildung 3.25.: Cluster 5 im Vergleich.

Cluster 5	$M_{Faktor\ i,5}$	$\sigma_{i,5}$
Faktor 1	3,76	0,99
Faktor 2	4,33	0,94
Faktor 3	2,83	1,16
Faktor 4	3,25	1,12
Faktor 5	3,17	1,31
Faktor 6	4,83	1,11

**Tabelle 3.16.:** Mittelwerte und Standardabweichungen zu allen Faktoren für Cluster 5.  
 $N_5 = 12$  Fälle.

Dem Computereinsatz im aktuellen Physikunterricht (Faktor 2) sind die Personen in Cluster 5 mit  $M_{Faktor2,5} = 4,33$  noch stärker abgeneigt als alle anderen und unterscheiden sich damit signifikant von allen anderen Clustern ( $p_{1\leftrightarrow5} \approx p_{3\leftrightarrow5} < 0,001 < p_{2\leftrightarrow5} = 0,002 < p_{4\leftrightarrow5} = 0,027 < \alpha = 0,05$ ). Das bedeutet, dass diese Lehrkräfte den Computereinsatz didaktisch und methodisch nicht für sinnvoll halten. Sie erkennen also die exemplarisch abgefragten Gründe für den Computereinsatz (vgl. Kapitel 3.2.2.2) nicht an.

Trotzdem gestehen die Meider dem Computer eine gewisse Wichtigkeit zu (Faktor 3). Das zeigt sich im zukünftigen Nutzungswunsch, der mit  $M_{Faktor3,5} = 2,83$  dem Computer eher zugeneigt ist. Es ist anzunehmen, dass sie die gesellschaftliche Relevanz zwar anerkennen, sie aber nicht für sich persönlich in Anspruch nehmen. Ein genauerer Blick in die Antworten zu den einzelnen Items dieses Faktors unterstützt diese Annahme: Dass die Schülerinnen und Schüler den Umgang mit dem Computer lernen müssen, unterstützen 10 der 12 Personen (Itemwert  $\leq 3$  auf der sechsstufigen Likert-Skala). 7 der 12 Personen haben ein Interesse an Fortbildungen zum Computereinsatz und sogar 11 Personen sind der Meinung, dass der Computereinsatz stärker in die Lehrerausbildung einfließen sollte. Andererseits wollen 7 der 12 Personen den Computer nicht öfter in ihrem Physikunterricht einsetzen (Itemwert  $\geq 4$ ). Über die Hälfte der Meider setzen den PC/Laptop weniger als

### 3. Lehrerfragebogen

einmal im Monat oder nie ein. Im Bezug auf Faktor 3 unterscheidet sich Cluster 5 damit nur signifikant von den Neugierigen (Cluster 2;  $p_{2\leftrightarrow 5} = 0,040 < \alpha = 0,05$ ). Lehrkräfte, die in die Gruppe der Meider fallen, fühlen sich signifikant stärker durch die Erwartung unter Druck gesetzt, dass der Computer im Physikunterricht eingesetzt werden solle (Item 11.12 aus dem Fragebogen<sup>2</sup>) als verhinderte Nutzer (Cluster 1, Post-hoc-Test nach Dunn-Bonferroni  $z = 3,03, p = 0,025 < \alpha$ ) oder Neugierige (Cluster 3,  $z = 4,86, p < 0,001 < \alpha$ ).  $M_{Faktor4,5} = 3,25$  ist der höchste Wert, den ein Cluster für die praktischen Umsetzungskenntnisse (Faktor 4) aufweist. Die eigenen Kompetenzen und Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer werden von den Meidern also als eher gering eingeschätzt. Das spiegelt sich auch darin wider, dass keiner von ihnen den Computer wöchentlich einsetzt. Smartphone und Tablet wurden von 11 der 12 Personen noch nie im Unterricht verwendet. Bezüglich der praktischen Umsetzungskenntnisse unterscheiden sich die Meider signifikant von den verhinderten Nutzern, den Computerenthusiasten und den Realisten ( $p_{1\leftrightarrow 5} \approx p_{3\leftrightarrow 5} \approx p_{4\leftrightarrow 5} < 0,001 < \alpha = 0,05$ ).

Im Bezug auf die Wirksamkeitserwartung sind die Lehrkräfte aus Cluster 5 ebenfalls am skeptischsten. Sie weisen einen signifikant höheren Mittelwert in Faktor 5 auf als die Computerenthusiasten und die Neugierigen ( $p_{3\leftrightarrow 5} < 0,001 < p_{2\leftrightarrow 5} = 0,011 < \alpha = 0,05$ ). Es erscheint logisch zu sein, dass Personen, die den Computer selten einsetzen, sich auch keinen besonderen Mehrwert durch den Einsatz versprechen. Sie glauben nicht, dass der Physikunterricht durch den Computereinsatz verbessert wird und haben somit auch keinen Anreiz, den Computer zu verwenden. Die mögliche Innovation durch den Computereinsatz wird eher verneint.

Lehrkräfte dieses Clusters sind eher zufrieden mit der Ausstattung an Soft- und Hardware, die es in ihrer Schule gibt (Faktor 6; vgl. Tab. 3.16). Sie sind signifikant zufriedener als die verhinderten Nutzer ( $p_{1\leftrightarrow 5} < 0,001 < \alpha = 0,05$ ). Wenn beispielsweise ein Physiklehrer den Computer nur selten im Unterricht einsetzt und ihm sowieso eher abgeneigt gegenübersteht, stößt er auch selten an die Grenzen der Ausstattung. Den niedrigen Erwartungen, die ein Computer für diese Gruppe von Physiklehrkräften erfüllen muss, ist also weitgehend Genüge getan.

In das hier beschriebene Bild passt auch, dass Lehrkräfte, die den *Meidern* zugeordnet werden, signifikant stärker der Aussage „Der Aufwand, die Schüler in neue Software einzuführen, ist zu groß“ zustimmen, als solche, die den Clustern 1 (Post-hoc-Test nach Dunn-Bonferroni  $z = 3,34, p = 0,008 < \alpha$ ), 3 ( $z = 4,106, p < 0,001 < \alpha$ ) oder 4 ( $z = 2,809, p = 0,050 \leq \alpha$ ) angehören. Dass sie in der Einführung neuer Programme in der Klasse eine Schwierigkeit sehen, ist verständlich, da sie selbst auch ein niedriges computerbezogenes Selbstbewusstsein haben. Daher fällt es ihnen auch schwer, Kenntnisse, die sie sich selbst nicht oder nur in geringem Umfang zuschreiben, an Schülerinnen und Schüler weiterzugeben. Statistisch lässt sich bei dieser (kleinen) Gruppe kein Zusammenhang zwischen Alter und Zugehörigkeit zu diesem Cluster nachweisen. Die Personen dieses Clusters sind zwischen 30 und über 60 Jahre alt.

---

<sup>2</sup>Vgl. Abschnitt A.1.

**Handlungsempfehlung** Es ist nicht damit zu rechnen, dass sich den Meidern einfach der Nutzen des Computereinsatzes näher bringen lässt. Ihre Einstellung ist dem Computer grundsätzlich eher abgeneigt. Es ist bekannt, dass die Einstellung einer Person nur schwer plötzlich zu ändern ist (Preservationstendenz). Sie muss nach und nach gewandelt werden. Nichtsdestotrotz erkennen die Meider, dass der Computer für die Schülerinnen und Schüler sowie zukünftige Lehrkräfte wichtig ist. Fortbildungen für diese Gruppe anzubieten, ist daher nicht aussichtslos. Im Gegensatz zu Fortbildungen etwa für die Neugierigen, müsste man in diesem Fall die Nützlichkeit und Ergänzungsmöglichkeiten für den Physikunterricht einerseits und grundsätzliche Arbeitsweisen mit PC/Laptop und Smartphone/Tablet andererseits in den Vordergrund stellen.

### 3.3. Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei der Nutzung von Medien der Schwerpunkt der meisten Lehrkräfte auf klassischen Medien liegt. In jeder Stunde wird an die Tafel bzw. das Whiteboard angeschrieben und in fast jeder Stunde werden Arbeitsblatt oder Schulbuch eingesetzt. Allerdings ist auch die Verwendung von PC bzw. Laptop nicht so düster zu sehen, wie man aus anderen Studien schließen könnte. Über die Hälfte der Physiklehrkräfte am Gymnasium nutzen diese Neuen Medien mindestens wöchentlich. Ein ganz anderes Bild ergibt sich beim Blick auf den Einsatz von Smartphone und Tablet, die quasi noch keinen Eingang in den Physikunterricht gefunden haben. Die Mehrheit der Lehrkräfte erfährt in der Schule durch Schulleitung und Kollegium Unterstützung beim Einsatz Neuer Medien. Wird nicht nur der Unterricht betrachtet, so lässt sich sagen, dass fast alle Lehrkräfte den Computer als Arbeitsmedium verwenden.

Die Einstellung zum Computereinsatz erweist sich in dieser Untersuchung als Zusammensetzung aus sechs Faktoren. Das *computerbezogene Selbstbewusstsein* gibt Auskunft über die generelle Zu- oder Abneigung der Lehrkraft und ihre Fähigkeitselbsteinschätzung. Der Faktor *Computer im aktuellen Physikunterricht* bezieht sich auf didaktische Gründe für den Einsatz im Unterricht und gibt an, inwiefern diese von der Lehrkraft anerkannt werden. Der *zukünftige Nutzungswunsch* zeigt, wie wichtig Lehrkräfte den Computereinsatz für die Schülerinnen und Schüler halten und dementsprechend wie sehr sie bereit sind, sich mehr für die Nutzung einzusetzen. Die *praktischen Umsetzungskennntnisse* zeigen, ob die Lehrkraft Ideen für den Einsatz Neuer Medien im Unterricht hat und deutet damit auf das „technological pedagogical content knowledge“ hin (vgl. Kap. 2.1.2). Die *Wirksamkeitserwartung* beschreibt, ob die Lehrkraft annimmt, dass der Einsatz des Computers den Unterricht verbessert und schließlich spielt die Zufriedenheit mit der *Ausstattung* der Schule noch eine Rolle. Die Einstellung ist also relativ breit verankert und nicht auf die Nutzungshäufigkeit zu beschränken. Die Entwicklung und Beschreibung dieser sechs Faktoren ist aufgrund der Datenbasis, aus der sie herrühren, jedoch vielleicht nicht umfassend genug. Daher ist es erforderlich, Fallstudien anzuschließen, die die Existenz dieser Einstellungsdimensionen bei einzelnen Lehrkräften aufdecken. Das Führen und Auswerten von Interviews ist dafür das Mittel der Wahl und wird in Kapitel 4 weiter ausgeführt, um die hier entwickelten Grundlagen zu überprüfen und zu ergänzen.

### 3. Lehrerfragebogen

Aus den sechs Einstellungsdimensionen ließen sich fünf Gruppen von Physiklehrkräften bilden: *Verhinderte Nutzer*, *Neugierige*, *Computerenthusiasten*, *Realisten* und *Meider*. Für die jeweiligen Mitglieder der verschiedenen Gruppen müssen jeweils unterschiedliche Aspekte für die Entwicklung ihrer computerbezogenen Fähigkeiten und Fertigkeiten gefördert werden. Beim Vergleich mit anderen Studien fallen z. T. Ähnlichkeiten, aber auch Differenzen ins Auge. Die Meider in der vorliegenden Studie sind beispielsweise nicht mit denen gleichzusetzen, die Pietzner (2009) in ihrer Studie rein auf Basis ihrer Nutzungshäufigkeit identifiziert. Die hier vorliegende Studie gibt ein umfassenderes Bild dessen ab, was Meider bezüglich der Einstellung zum Computereinsatz angeht. Vergleicht man die hier gefundenen Cluster mit denen, die Ehmke, Senkbeil und Bleschke (2004) auf Basis von Lehrkräften aller Fächer beschreiben, lassen sich gewisse Ähnlichkeiten finden. Ehmke, Senkbeil und Bleschkes „Enthusiasten“ nutzen den Computer häufig und schätzen ihre Fähigkeiten hoch ein. Das lässt sich mit den hier gefundenen Computerenthusiasten vergleichen. Ehmke, Senkbeil und Bleschkes „aufgeschlossene Pragmatiker“ schätzen ihre Kompetenz nicht sonderlich hoch ein, nutzen den Computer häufig und in erster Linie aus pragmatischen Gesichtspunkten. Das lässt sich mit den Realisten dieser Studie vereinbaren. Die „verhinderten Mediennutzer“, die Ehmke, Senkbeil und Bleschke finden, ähneln den verhinderten Nutzern dieser Studie. Beide werden durch die mangelnde Ausstattung ihrer Schule von häufigerer Nutzung abgehalten. Sie unterschieden sich jedoch in der Bereitschaft, sich an Fortbildungen zu beteiligen. Ehmke, Senkbeil und Bleschkes Gruppe ist eher nicht dazu bereit, während der zukünftige Nutzungswunsch der verhinderten Nutzer eher hoch ist. Die Gruppe der Neugierigen in dieser Studie könnte mit den „interessierten Laien“ von Ehmke, Senkbeil und Bleschke verglichen werden. Beide schätzen ihre Fähigkeiten eher gering ein, sind aber bereit, sich an Fortbildungen teilzunehmen. Ein Unterschied liegt in der tatsächlichen Computernutzung. Während die interessierten Laien Neue Medien „im schulischen Bereich nahezu überhaupt nicht“ einsetzen (ebd., S. 50), nutzen knapp über die Hälfte (53%) der Neugierigen den Computer mindestens wöchentlich. Ehmke, Senkbeil und Bleschkes „Innovationsablehner“ und die hier gefundenen Meider wiederum ähneln sich recht stark. Beide Gruppen werden der Nutzung gegenüber als ablehnend beschrieben und schätzen die eigenen Fähigkeiten auch gering ein. Die Meider dieser Studie gestehen dem Computer jedoch eine gewisse Wichtigkeit für die Schülerinnen und Schüler zu, wozu die Innovationsablehner keinen Anschein machen.

Um die einzelnen Gruppen besser zu verstehen und die hier empirisch ausgewerteten Daten auf ihre Plausibilität zu überprüfen, wird im folgenden Kapitel daran angeknüpft. Das hat den Vorteil, dass die hier entwickelten Handlungsempfehlungen für die einzelnen Gruppen noch einmal genauer betrachtet werden und durch die Fallbeschreibungen der einzelnen Lehrkräfte kritisch hinterfragt werden können.

## 4. Lehrerinterviews

Um die Einstellungen der Physiklehrkräfte tiefergehend zu verstehen, wurde ein triangulierender Ansatz zur Auswertung genutzt. Im Folgenden wird der methodische Hintergrund des Vorgehens beleuchtet. Dabei wird zunächst das Vorgehen für die Durchführung der Interviews und die anschließende Zuordnung der interviewten Lehrkräfte zu den gefundenen Clustern dargestellt. Anschließend wird das Categoriesystem der Inhaltsanalyse sowie die darauf aufbauenden einzelnen Interviewergebnisse präsentiert. Durch die Zuordnung der Interviews zu den Clustern können deren Beschreibungen aus Kapitel 3.2.3 validiert werden.

### 4.1. Methodik

Der Einsatz von Interviews verfolgt in der vorliegenden Studie zweierlei Ziele. Zum einen werden die Einstellungsdimensionen, die per explorativer Faktorenanalyse ermittelt wurden, auf ihre Vollständigkeit und Plausibilität geprüft. Zum anderen steht nach wie vor die Frage im Raum, was die Lehrkräfte vom Computereinsatz im Schülerlabor halten. Diese Frage zu beantworten, verspricht Hinweise darauf zu geben, ob die Beobachtung der Klasse im Schülerlabor tatsächlich ein Ansatz für eine Fortbildung der Lehrkräfte sein kann (vgl. Kap. 2.3.3). Die Form des Interviews bietet hierzu verschiedene Vorteile (vgl. Döring und Bortz, 2016, S. 356 f.). Im Vergleich zur reinen Beobachtung, kann man in Interviews auch das subjektive Erleben der befragten Person erfassen. Durch die direkte Befragungssituation ist es möglich, auch Hintergrundinformationen zu erhalten und flexibel und situationsbedingt Nachfragen anzustellen. Außerdem lassen sich bei Gesprächen in kürzerer Zeit viel mehr Informationen mitteilen, als in der schriftlichen Form. Die Nachteile dieser Methode (höherer Zeit- und Kostenaufwand pro Befragungsperson, geringe Anonymität der Befragungssituation und mögliche Verzerrungen durch unterschiedliche Nachfragen) werden im vorliegenden Zusammenhang in Kauf genommen. Da die interviewten Lehrkräfte zusätzlich zur Befragung auch den Fragebogen, der in Kapitel 3.1.1 vorgestellt wurde, ausfüllen, wird eine Vergleichbarkeit zwischen den qualitativ erhobenen Daten des Interviews und den quantitativen Daten der Onlineerhebung hergestellt. Außerdem lassen sich anhand des Fragebogens direkt Angaben zur Nutzungshäufigkeit, Ausstattung und dem Fortbildungsstand der Lehrkraft erheben. Dies lässt die Möglichkeit zu, den Interviewschwerpunkt weg von diesen Aspekten zu lenken und den Fokus mehr auf die Einstellung der Lehrkraft zu richten. Um die Verzerrung der Interviews möglichst gering zu halten und sicherzustellen, dass die wesentlichen Aspekte in allen Interviews angesprochen werden, wurde ein Interviewleitfaden erstellt. Das lässt die Kategorisierung der Erhebungsmethode als halbstrukturiertes Interview zu.

### 4.1.1. Vorgehen

Die Lehrkräfte wurden jeweils interviewt, nachdem sie den halben Vormittag (ca. 2 Std.) ihre Klasse beim Arbeiten im Schülerlabor beobachtet hatten. Dann wurden sie von ihrer Klasse getrennt, haben zunächst in Papierform den Fragebogen (vgl. Abschnitt A.1 im Anhang) bearbeitet und wurden anschließend gemäß des Interviewleitfadens befragt. Die Interviews dauerten 15 bis 30 Minuten und dabei wurde ein Audiomittschnitt erstellt. Zur Auswertung wurden die geführten Interviews transkribiert und anschließend gemäß des Kodiermanuals (vgl. Kap. 4.1.3) kodiert.

Die Analyse der Interviews ist angelehnt an die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2010). Mayring legt Wert auf ein systematisches, regelgeleitetes Vorgehen. Dafür muss zunächst das zu kodierende Material und eine kleinste zu kodierende Einheit definiert werden. Im vorliegenden Fall wird nicht der Audiomittschnitt der einzelnen Interviews direkt, sondern eine Transkription in der Untersuchung kodiert. Zum Anfertigen des Transkripts wird sich an Krüger und Riemeier (2014) orientiert. Zunächst wird ein wörtliches Transkript erstellt, in dem Sprechpausen, Zwischengeräusche, Füllwörter etc. mit notiert werden. Diese Transkripte dienen dem ersten Analysedurchgang. Dieser erfolgt nach den im Kodiermanual, das in Kapitel 4.1.3 beschrieben wird, aufgestellten Regeln. In einem zweiten Schritt erfolgt eine induktive (Sub-)Kategorienbildung auf Basis von Paraphrasen der ersten Kodierung. Das heißt, dass die im ersten Schritt kodierten Sätze zur besseren Lesbarkeit redigiert werden (Sprechpausen entfernt, Satzstellung im Sinne der Aussage korrigiert etc.). Das dient außerdem dem leichteren Verständnis der kodierten Stellen ohne den ursprünglichen Satzkontext. Die Sätze, aus denen die Paraphrase besteht, sind also eindeutig den Kategorien des Manuals zugeordnet und somit auch schon inhaltlich entsprechend der Kategorie interpretiert. Damit dienen sie einer Materialreduzierung im Sinne Mayrings (Mayring, 2010, S. 83 f.). Für jede der Kategorien des Kodiermanuals werden im zweiten Schritt induktiv Subkategorien gebildet. Diese orientieren sich nicht an den anderen Kategorien und sind somit von diesen unabhängig. Dazu werden alle kodierten Stellen einer Kategorie erneut betrachtet und auf dieser Basis ein Subkategoriensystem erstellt, das letztendlich die ursprünglichen Kategorien genauer beschreibt. Diese Subkategorien konnten zum Teil zu einer Grobstruktur (vgl. ebd., S.94 ff.) zusammengefasst werden. Sie bilden den Inhalt der Aussagen der einzelnen Lehrkräfte in übersichtlicher Weise ab. Mit den Kategorien und Subkategorien entsteht also ein System, das die computerbezogene Einstellung der Lehrkräfte leichter fassbar macht. Das Ergebnis ist in Kapitel 4.2.2 dargestellt. Zur Analyse wurde die qualitative Datenanalysesoftware *MAXQDA 12* verwendet.

### 4.1.2. Interviewleitfaden

Zur Strukturierung des Interviews dient der Leitfaden, der im Anhang in Abschnitt A.2 zu finden ist. Der Leitfaden wurde parallel zum Fragebogeninstrument entwickelt und ist daher nicht explizit auf die Einstellungsdimensionen ausgerichtet, weil diese erst nach dem Erhebungszeitraum gebildet wurden.



Der Leitfaden besteht aus sechs Fragenblöcken. Die ersten beiden Blöcke (Begrüßung und Rückfragen zum Fragebogen) sind recht kurz und dienen als Einstieg bzw. Nachfrage- und Kommentarmöglichkeit zum Ausfüllen des Fragebogens. Der dritte Frageblock ist der erste, der inhaltlich tiefer geht. Darin wird die Wahrnehmung der Lehrkraft vom Goethe-Schülerlabor Physik erfragt. Es geht zunächst um den generellen Eindruck und den Grund für den Laborbesuch. Dies soll einen Gesprächseinstieg ermöglichen, der zunächst allgemeine Äußerungen und Einschätzungen ermöglicht und noch nicht direkt auf den Computereinsatz im Schülerlabor abzielt. Damit kann der wahrgenommene Schwerpunkt des Schülerlabortages aus der Sicht der Lehrkraft erfasst werden.

Im vierten Fragenblock wird der Übergang zum Computereinsatz im Schülerlabor gebildet. Die Lehrkraft soll zunächst ihre Wahrnehmung schildern. Dies bietet dem Interviewer die Möglichkeiten, Schwerpunkte festzustellen und auf diese näher einzugehen. Außerdem ist die Meinung der Lehrkraft zum Gesehenen von Interesse. Was gefiel ihr? Wo sah sie Probleme? Damit kann in der Auswertung festgestellt werden, ob der Einsatz im Schülerlabor ein positives Beispiel darstellt und in den Augen der Lehrkraft Innovationscharakter aufweist. Da im Schülerlabor versucht wird, Experiment und Computereinsatz zu verbinden, wird auch abgefragt, ob die Lehrkraft dies als erfüllt ansieht. Insgesamt wird im Fragenblock „Computer im Schülerlabor“ also der Modellcharakter des Gesehenen für die Lehrkraft erfragt. Zum Schluss dieses Blocks findet mit der Frage nach der Übertragbarkeit auf den eigenen Unterricht eine Hinführung zum nächsten Fragenblock statt.

Der fünfte Fragenblock (Computereinsatz in der Schule) ist der letzte inhaltliche. Er schlägt den Bogen zu den Beobachtungen und Erfahrungen der Lehrkraft in ihrem gewohnten Umfeld. Durch Fragen nach Wahrnehmung der Situation allgemein und nach Kollegen wird versucht, den Grad an sozialer Erwünschtheit der Antworten gering zu halten. Wenn direkt nach der eigenen Einschätzung und den Praktiken gefragt wird, kann es sein, dass die Lehrkraft ausweichend antwortet oder die Antwort der Erwartung anpasst. In diesem Block wird durch unterschiedliche Fragen auf die Einstellung und Sichtweise der Lehrkraft auf den Computereinsatz eingegangen.

Der letzte Fragenblock (Verabschiedung) bildet den Ausklang aus dem Interview. Darin lässt der Interviewer das Gesagte Revue passieren und gibt der Lehrkraft die Chance für Ergänzungen oder Nachfragen.

### 4.1.3. Kodiermanual

Um der Zielsetzung gerecht zu werden, durch die Interviews die Einstellungsdimensionen genauer zu beleuchten, war es notwendig, das Kodiermanual nach der explorativen Faktorenanalyse zu erstellen. Das Manual (vgl. Abschnitt A.3 im Anhang) ist also in einem deduktiven Vorgang entstanden. Es enthält sieben Kategorien. Die ersten sechs Kategorien rühren aus der Faktorenanalyse her. Aus der Beschreibung der Faktoren und den ihr zugrunde liegenden Items des Fragebogens wurde die Definition der Kategorie im Manual abgeleitet. Die Kategorien sollten untereinander möglichst gut zu unterscheiden sein, um eine eindeutige Zuordnung von Aussagen zu den einzelnen Kategorien zu ermöglichen. Die deduktive Entwicklung des Kodiermanuals wurde durch Expertenberatung abgesichert.

#### 4. Lehrerinterviews

Die siebte Kategorie (Computereinsatz im Schülerlabor) stellt eine Ergänzung dar, die aus der Zielstellung der Interviews insgesamt zu begründen ist. Da neben der genaueren Betrachtung der Einstellung der Lehrkräfte auch das Erleben des Computereinsatzes im Schülerlabor von Interesse ist, muss es dafür eine extra Kategorie geben, in der Aussagen gesammelt werden, die eine Einschätzung diesbezüglich zulassen. Zunächst wurden mit der deduktiv entwickelten Beschreibung die ersten Interviews kodiert, um auf dieser Grundlage das Kodiermanual zu vervollständigen. Nach und nach konnten typische Ankerbeispiele hinzugefügt werden und Anmerkungen zur Klärung der Kodierregel ergänzt werden.

Für die Analyse wurde als Kodiereinheit ein Satz des Transkripts festgelegt. Das sorgt für eine eindeutige Orientierung für Kodierer, da Sätze, im Gegensatz zu Sinnabschnitten, durch die Interpunktion im Transkript eindeutig zu identifizieren sind. Dabei war darauf zu achten, dass Sätze möglichst eindeutig einer Kategorie zugeordnet wurden, um somit disjunkte Kategorien beizubehalten.

Um die Güte des Kodiermanuals als Testinstrument zu messen, wird die Interraterreliabilität herangezogen. Dabei wird eine gewisse Zahl der Interviews von einer weiteren Person anhand des Manuals kodiert und das Maß der Übereinstimmung der Kodierungen betrachtet. Ein Maß für die Güte stellt der Koeffizient  $\kappa$  nach Cohen (1960) dar. Die Betrachtung der Gütekriterien wird nach Hammann und Jördens (2014) vorgenommen und in Kapitel 4.2.1.1 ausgeführt.

#### 4.1.4. Einordnung der Interviews in Cluster

Um die interviewten Lehrkräfte den jeweiligen Clustern zuordnen zu können, mussten diese vor dem Interview den Fragebogen ausfüllen, der im Anhang in Abschnitt A.1 zu finden ist. Dieser Fragebogen stimmt in den Blöcken 1 bis 12 mit dem Onlinefragebogen überein, der von den Umfrageteilnehmerinnen und -teilnehmern in Kapitel 3 beantwortet wurde. Da aus den Daten des Onlinefragebogens die Faktoren und die Cluster entwickelt wurden, konnte auch für die interviewten Lehrkräfte der Faktorwert für alle sechs Faktoren auf die gleiche Weise berechnet werden, wie schon zur Faktoranalyse in Kapitel 3.1.2, nämlich als Skalenmittelwerte.

Die Zuordnung der interviewten Lehrkräfte zu den bereits bestehenden fünf Clustern, die in Kapitel 3.2.3 beschrieben sind, erfolgt mittels Diskriminanzanalyse. Dabei handelt es sich um ein multivariates Verfahren, das zur Analyse von Gruppenunterschieden dient. Da in das Verfahren Merkmalsvariablen (im vorliegenden Fall die sechs Einstellungsfaktoren) und Gruppenzugehörigkeiten (im vorliegenden Fall die ermittelten Cluster) einfließen, kann man umgekehrt auf Basis der Merkmalsvariablen durch die Diskriminanzanalyse auch die Gruppenzugehörigkeit vorhersagen und somit eine Klassifizierung vornehmen. Eine ausführliche mathematische Beschreibung dieses Verfahrens findet man in Backhaus u. a. (2016, S. 215-282). Die Beschreibung und Wahl der Variablen im folgenden orientieren sich an diesem Beispiel.

Zur Zuordnung der interviewten Lehrkräfte  $L_y$  ( $y = 1, \dots, 14$ ) muss zunächst eine Diskriminanzfunktion aufgestellt werden. Sie hat im Allgemeinen die Form

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_JX_J$$

mit

$$\begin{aligned} Y &= \text{Diskriminanzvariable,} \\ X_j &= \text{Merkmalsvariable } j \text{ (} j = 1, 2, \dots, J \text{),} \\ b_j &= \text{Diskriminanzkoeffizient für Merkmalsvariable } j, \\ b_0 &= \text{konstantes Glied.} \end{aligned}$$

Im vorliegenden Fall ist also  $J = 6$  die Zahl der Einstellungsfaktoren und somit der Merkmalsvariablen. Die Koeffizienten  $b_j$  werden auf Basis der Merkmalsausprägungen der bekannten Probanden der Fragebogenstudie aus der Zuordnung mittels Clusteranalyse geschätzt, indem jedem Fall  $i$  ( $i = 1, \dots, I_g$ ) eines Clusters  $g$  ( $g = 1, \dots, 5$ ) mit dem Merkmalswert  $X_{jgi}$  ( $j = 1, \dots, 6$ ) per Diskriminanzfunktion ein Wert  $Y_{gi}$  zugeordnet wird. Dafür gilt es, für jede Merkmalsvariable zu jeder Gruppe das Centroid (den „Schwerpunkt“) zu bestimmen. Dies wurde bereits zur Beschreibung der Cluster in Kapitel 3.2.3 getan, um sie voneinander zu unterscheiden und qualitative Aussagen über die Merkmalsausprägungen zu treffen (vgl. unterer Teil von Tab. 4.9). Was die Diskriminanzanalyse von einer einfachen Klassifizierung aufgrund der euklidischen Abstände jedes Einzelfalls  $L_y$  von den Centroiden der Cluster unterscheidet, ist, dass in die Analyse die Streuung zwischen den Clustern und die Streuung innerhalb der Cluster mit einfließt. Damit lassen sich Fälle, die sich in der Schnittmenge des Streuungsbereichs um mehrere Centroide befinden, unter Berücksichtigung von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen besser zuordnen. Die Berücksichtigung dieser Streuungen erfolgt in Form des Diskriminanzkriteriums

$$\Gamma = \frac{\text{Streuung zwischen den Gruppen}}{\text{Streuung in den Gruppen}}.$$

Zur Ermittlung der Koeffizienten  $b_j$  der Diskriminanzfunktion gilt es,  $\Gamma$  bezüglich der  $b_j$  zu maximieren. Für den vorliegenden Fall von sechs Merkmalsvariablen ergibt sich daraus ein Eigenwertproblem für eine  $6 \times 6$ -Matrix.

In der vorliegenden Anwendung handelt es sich um den sog. Mehr-Gruppen-Fall, da die Clusteranalyse 5 Gruppen ergab. Das erlaubt wegen der erhöhten Zahl der Freiheitsgrade bis zu  $5 - 1 = 4$  Diskriminanzfunktionen, die jeweils orthogonal zueinander sein sollen, also nicht korrelieren. Zu jeder dieser Funktionen gehört einer der Eigenwerte  $\gamma_k$ , die Teil der Lösung des Eigenwertproblems sind. Aus ihnen kann man auch einen Rückschluss auf die relative Wichtigkeit der korrespondierenden Funktion ziehen, da sie Aufschluss über den erklärten Varianzanteil geben.

Um schließlich neue Fälle zu klassifizieren, also die interviewten Lehrkräfte den Clustern zuzuordnen, muss diejenige Diskriminanzfunktion gefunden werden, die den größten Funktionswert liefert, wenn die Merkmalsvariablen des jeweiligen Falles eingesetzt werden. Für die Klassifizierung ist es im vorliegenden Fall sinnvoll, die Diskriminanzfunktionen

leicht zu modifizieren, indem man eine A-priori-Wahrscheinlichkeit für die Gruppenzugehörigkeit einbezieht. Diese basiert auf der relativen Gruppengröße, die sich in der Clusteranalyse ergeben hat.

## 4.2. Ergebnisse

Zur Flankierung der empirischen Fragebogenstudie wurden mit 14 Lehrkräften im Schülerlabor auch leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Der Interviewleitfaden ist im Anhang im Abschnitt A.2 einzusehen.

Da der Fragebogen nur einen engen Rahmen für Antworten lässt und literaturgeleitet einen spezifischen Teil der computerbezogenen Einstellung abfragt, erschien es sinnvoll, explorativ das Feld um den Fragebogen herum mit zu erfassen. Außerdem ist so eher eine Antwort auf die Frage, ob der gesehene Computereinsatz im Schülerlabor als Motivator und Ideenquelle für den Physikunterricht der besuchenden Lehrkräfte dient, zu erwarten.

Im Sinne des *Mixed-Method*-Ansatzes war es nötig, die Lehrkräfte den Fragebogen ausfüllen zu lassen und zusätzlich zu interviewen, um sie mit denen, die den Onlinefragebogen ausgefüllt haben, zu vergleichen und gleichzeitig demographische und solche Daten, die die Quantität der Nutzung betreffen, direkt mit abzufragen. Damit konnten die Schwerpunkte der Interviewfragen etwas anders gelegt werden. Ein Teil der Ergebnisse dieses Kapitels wurde bereits in Wenzel und Wilhelm (2017) veröffentlicht.

### 4.2.1. Kodierung

Wie in Kapitel 4.1.3 beschrieben, basieren die Kategorien des Kodiermanuals auf den sechs Faktoren, die in Kapitel 3.2.2 beschrieben sind. Da bei den Lehrkräften, die das Schülerlabor besucht haben, nicht nur die allgemeine Einstellung zum Computereinsatz, sondern auch die Meinung über das, was im Schülerlabor gesehen wurde, von Interesse ist, ist das Manual um eine siebente Kategorie „Computereinsatz im Schülerlabor“ ergänzt.

Beim ersten Durchgehen wurden insgesamt 771 Kodierungen gesetzt, die sich wie in Tabelle 4.1 auf die Kategorien aufteilen. Um abzuklären, ob die Aussagen den einzelnen Kategorien tatsächlich korrekt zugeordnet waren, wurden im Anschluss noch alle Aussagen einer Kategorie durchgegangen und somit ein horizontaler Abgleich vorgenommen. Die ursprünglich nicht korrekt zugeordneten Aussagen wurden anschließend in die passende Kategorie eingeordnet oder entkodiert (als unwichtige Aussagen ignoriert).

In Abbildung 4.1 ist die Anzahl der Kodierungen über die einzelnen Interviews (Y-Achse) und Kategorien nach dem horizontalen Abgleich aufgeschlüsselt. Dies dient zur Einschätzung der Interviews. Anhand der Länge der Balken bzw. deren Längenverhältnis kann der Gesprächsschwerpunkt der einzelnen Personen abgeschätzt werden. Es fällt auf, dass in keinem der Interviews eine Kodierung zur Kategorie „Wirksamkeitserwartung“ vorgenommen werden konnte. Ein Erklärungsansatz dafür ist, dass im Leitfaden keine Frage vorgesehen ist, die genau auf den Wirkzusammenhang zwischen Computereinsatz und Unterrichtsqualität eingeht. Dieses Versäumnis ist mit der Entstehung der Erhe-

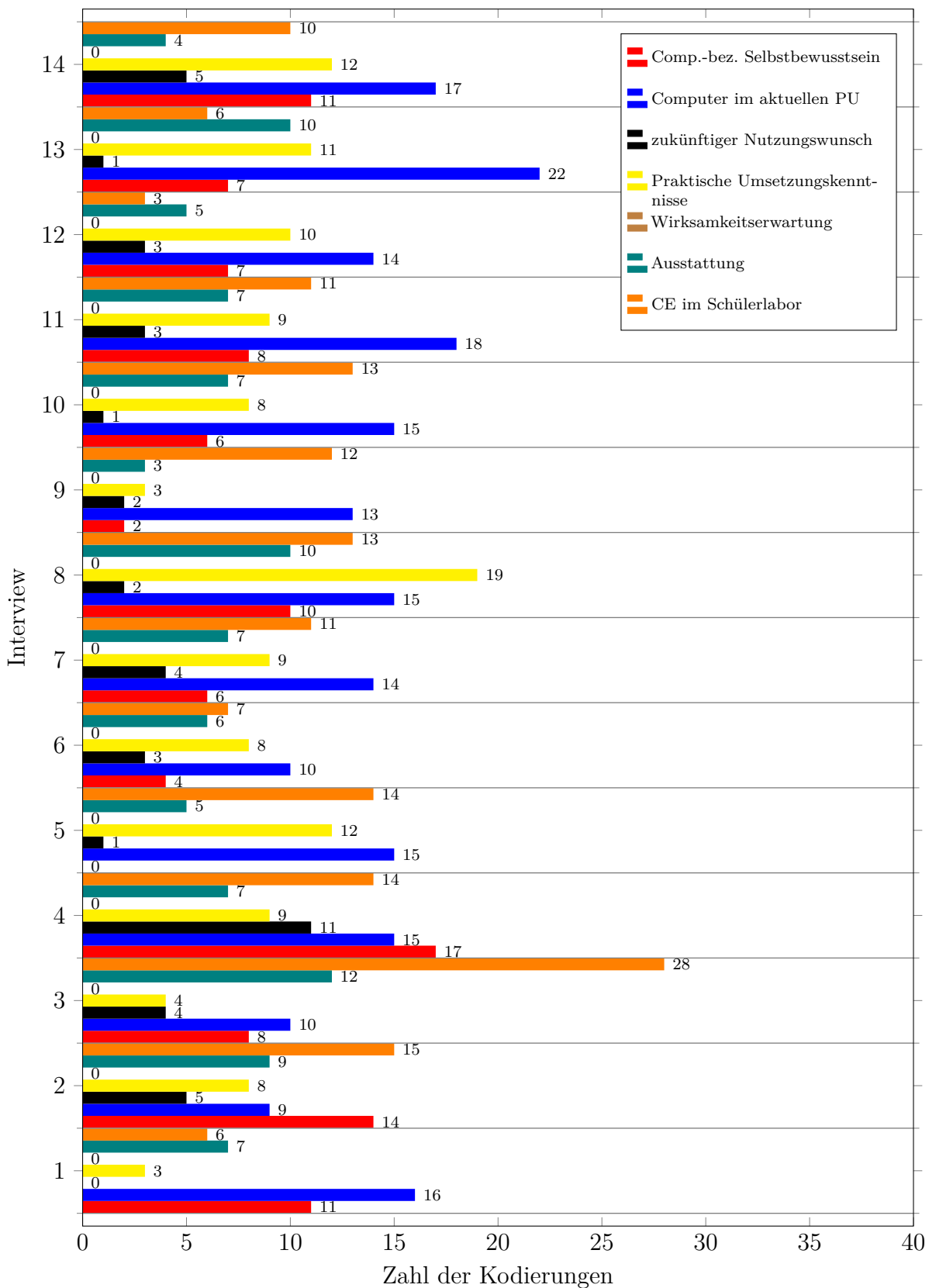


Abbildung 4.1.: Überblick über die Kodierungen pro Kategorie und Interview.

Kategorie	Name	Anzahl Kodierungen
1	Computerbezogenes Selbstbewusstsein	109
2	Computer im aktuellen Physikunterricht	216
3	Zukünftiger Nutzungswunsch	46
4	Praktische Umsetzungskennnisse	125
5	Wirksamkeitserwartung	4
6	Ausstattung	98
7	Computereinsatz im Schülerlabor	173

**Tabelle 4.1.:** Kodierungen nach dem ersten Durchgang.

bungsinstrumente verbunden. Die Interviews wurden geführt, während die Daten auch per Onlinefragebogen erhoben wurden. Die explorative Entwicklung der Faktoren fand also erst nach dem Führen der Interviews statt. Bei einer weiteren Datenerhebung sollte also unbedingt eine explizite Frage zur erwarteten bzw. erfahrenen Beziehung zwischen Computereinsatz und Qualität des Physikunterrichts an die zu interviewenden Lehrkräfte gestellt werden.

#### 4.2.1.1. Güte des Kodiermanuals

Zur Untersuchung der Güte des Kodiermanuals ist es sinnvoll, 10 – 20% der Interviews von einer zweiten Person kodiert zu lassen (Döring und Bortz, 2016, S. 556). Dafür wurden im vorliegenden Fall zwei zufällig gewählte Interviews und das Kodiermanual (vgl. Abschnitt A.3) weitergegeben. Die Übereinstimmungen und Diskrepanzen zwischen den beiden Kodierung der beiden Interviews sind Tabelle 4.2 zu entnehmen. Daraus ergibt sich nach Brennan und Prediger (1977) ein Wert von  $\kappa_n = 0,658$ . Nach Döring und Bortz (2016) gelten Werte über 0,75 als sehr gut, Werte zwischen 0,6 und 0,75 als gut und Werte zwischen 0,4 und 0,6 als mittelmäßige bzw. gerade noch ausreichende Messgenauigkeit. Für das vorliegende Manual kann man also von einer guten Qualität ausgehen. Tabelle 4.2 ist ebenfalls zu entnehmen, dass die beiden doppelt kodierten Interviews aus 278 Sätzen bestehen. Von denen wurden 195 übereinstimmend kodiert bzw. übereinstimmend nicht kodiert.

#### 4.2.2. Subkategorien

Nach der Einordnung einzelner Sätze in die deduktiv entwickelten Kategorien des Manuals wurden die kodierten Sätze zum besseren Verständnis und zur einfacheren Lesbarkeit paraphrasiert. Dabei wurden Zwischenlaute („Ähm.“, „Mhm...“ etc.) entfernt, komplizierte bzw. umständliche Formulierungen klargestellt und Satzfragmente dem Kontext entsprechend sinngemäß ergänzt. Die so entstandenen Paraphrasen dienten als Grundlage für den nächsten Analyseschritt: Die induktive Bildung der Subkategorien.

Für jede der Kategorien, die im Manual im Anhang in Abschnitt A.3 beschrieben sind, wurden nacheinander die Paraphrasen durchgegangen, um darauf basierend eine prägnante

		Kodierer A		$\Sigma$
		kodiert	nicht kodiert	
Kodierer B	kodiert	71	45	116
	nicht kodiert	38	124	162
$\Sigma$		109	169	278

**Tabelle 4.2.:** Übereinstimmungen und Diskrepanzen zwischen den Kodierungen zur Bestimmung der Reliabilität des Manuals.

Zusammenfassung zu schaffen. Diese zusammenfassenden Stichwörter dienten wiederum als Titel für eine Subkategorie. Ähnliche Aspekte konnten so gruppiert werden. So ließ sich ein induktives Subkategoriesystem entwickeln, das nach und nach vervollständigt wurde. Nach jeder Ergänzung einer neuen Subkategorie wurden auch alle bisherigen erneut durchgegangen, um einheitliche Zuordnungen zu ermöglichen. Im Gegensatz zur ersten Kodierung, wie sie im Kapitel 4.2.1 beschrieben ist, wurde bei der induktiven Subkategoriebildung keine exklusive Kodierung durchgeführt. Das heißt, dass einzelne Sätze der Paraphrasen auch mehreren Subkategorien zugeordnet werden konnten, wenn in einem Satz mehrere unterschiedliche Aspekte angesprochen wurden. So kam es in seltenen Einzelfällen auch dazu, dass Sätze, die ursprünglich in Kategorie *A* eingeordnet waren, zusätzlich in die Subkategorie *B.X* der ursprünglichen Kategorie *B* eingeordnet wurden. Zum Teil ließen sich die Subkategorien einer (zuvor deduktiv entwickelten) Kategorie wieder gruppieren, um ein insgesamt übersichtliches System im Sinne einer Grobstruktur zu bilden. Etwaige Zitate aus den Interviews, die in diesem Abschnitt genannt werden, stammen aus den paraphrasierten Interviewteilen, die auch der Bildung der Subkategorien zu Grunde liegen.

#### 4.2.2.1. Computerbezogenes Selbstbewusstsein

Damit eine Aussage der ersten Kategorie „Computerbezogenes Selbstbewusstsein“ zugeordnet wird, musste folgende Bedingung erfüllt sein:

Die Person schätzt ihr Wissen und Können in Bezug auf den Computereinsatz allgemein (nicht zwangsläufig im Unterricht) ein. Sie berichtet von Dingen, die außerhalb des Unterrichts mit dem Computer getan werden. Sie beschreibt ihre eigene Sicherheit/Unsicherheit im Umgang mit dem Computer und Gründe dafür. (vgl. Kodiermanual in Kap. A.3)

Induktiv ergaben sich die Subkategorien, die in Tabelle 4.3 aufgelistet sind. Die Reihenfolge ist durch die Zahl der Lehrkräfte festgelegt, die die Aussagen in der jeweiligen Subkategorie getroffen haben. Diese Zahl ist den eckigen Klammern in der Tabelle zu entnehmen. Die einzelnen Subkategorien ließen sich zur gesteigerten Übersichtlichkeit gruppieren.

Kategorie 1: Computerbezogenes Selbstbewusstsein			
Gruppe	Subkategorie	Anzahl Nennungen	
1) Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	19	[9]
	Unbestimmte Programme	5	[3]
	Konkrete Programme	7	[4]
	Allgemeine Einschätzungen	14	[9]
	Offen für Neues	8	[6]
	Generationensache	7	[5]
	Positive Meinung	7	[4]
	Aussage zur Quantität des CE	6	[3]
2) Chancen des CE	CE ist eine Erleichterung	17	[9]
	Computer ist kein Hindernis	9	[7]
	Vorteile des CE	10	[5]
	Sicherheit mit dem Computer	8	[5]
3) Probleme des CE	Unsicherheit (persönlich)	16	[9]
	Zeitaufwand	10	[7]
	Allg. Probleme mit Programmen	9	[6]
	Vorbereitung wird aufwändiger	8	[5]
	Probleme bei Kollegen	7	[4]
	Probleme mit Hardware	6	[4]
	Unwissenheit	6	[4]
	CE ist Mehraufwand	3	[3]
Unsicherheit (bzgl. Schülern)	1	[1]	
	Ungeeignete Anwendungen	1	[1]

**Tabelle 4.3.:** Subkategorien zu Kategorie 1 „Computerbezogenes Selbstbewusstsein“ und jeweils Anzahl der kodierten Textstellen bzw. in eckigen Klammern der Fälle, in denen die Subkategorie auftauchte.

Der Tabelle lässt sich entnehmen, dass die Subkategorien in drei Gruppen eingeteilt werden können: Generelle Einstellung, Chancen des Computereinsatzes und Probleme des Computereinsatzes.

### 1) Generelle Einstellung

Zur generellen Einstellung gehören sechs Subkategorien, von denen eine wiederum noch zwei Spezifikationen aufweist.

**a) Wissen zum Computer** (19 Aussagen von 9 Personen) Am häufigsten wurden in dieser Gruppe Aussagen zu Wissen zum Computer im Allgemeinen getätigt. Neun der 14 Befragten äußerten sich dazu. Aussagen in dieser Subkategorie zeigen oftmals, dass die Lehrkraft Wissen zu Funktionen des Computers hat („Ich kenne so drei, vier Programme,



[mit denen man mit dem Tablet arbeiten kann].“ – Interview 2, „[Ich weiß, dass] Schüler Messwerte aufnehmen und eintippen können, um eine Messkurve zu erhalten oder auch die Messwerte automatisch aufnehmen lassen können.“ – Interview 13) oder beschreiben, was die Lehrkraft mit dem Computer tun kann („Ich speichere das, was ich im Unterricht gemacht habe, immer ab und kann in der nächsten Stunde dort weitermachen, wo ich aufgehört habe.“ – Interview 4). Diese Aussagen lassen sich außerdem noch unterteilen in Angaben zu *unbestimmten Programmen* („Es gab noch ein Programm zur Astronomie [auf dem Tablet].“ – Interview 2) und solchen zu *konkreten Programmen* („Ich habe schon mal die Software Viana heruntergeladen und ausprobiert. Diese Software fand ich nicht so toll.“ – Interview 1).

**b) Allgemeine Einschätzungen** Am zweithäufigsten wurden allgemeine Einschätzungen zum Computereinsatz gegeben. Dazu zählen Aussagen wie „Der Computer[einsatz] ist kein Allheilmittel.“ (Interview 3) oder „Man muss Grundwissen über das Experimentieren haben und sollte den Computer einsetzen, wenn man den Horizont erweitern möchte.“ (Interview 9). Sie können sowohl tendenziell dem Computereinsatz zu- oder abgewandt sein oder eine grundsätzliche, neutrale Aussage sein („Ich glaube, dass der Computer nicht zu häufig eingesetzt werden darf.“ – Interview 11).

**c) Offenheit für Neues** Dass sie grundsätzlich offen für Neues sind, drückten sechs der 14 Interviewten aus. Diese Offenheit ist einerseits dadurch gekennzeichnet, dass die Lehrkraft bereit ist, Zeit und Energie zu investieren, um sich neue Fähigkeiten und Fertigkeiten am Computer anzueignen („Ich habe in diesem Halbjahr genug Zeit, nach neuen Programmen - ggf. Freewareprogramme - zu suchen und die mit den Schülern auszuprobieren.“ – Interview 3, „Der eine [Kollege] hat eine Simulation oder eine tolle Internetseite gefunden, ich nutze eine andere und wir tauschen uns aus.“ – Interview 10). Andererseits werden auch Bedingungen genannt, die für die Person erfüllt sein müssen, um den Computer auf neue Art und Weise in ihren Unterricht einzubinden („Die Software [Newton II] gefällt mir. Ich würde sie einsetzen, wenn wir sie hätten.“ – Interview 13). Gerade der erste Aspekt (Bereitschaft, Zeit zu investieren) wird auch in der Beschreibung des korrespondierenden Faktors „Computerbezogenes Selbstbewusstsein“ in Kapitel 3.2.2.1 auf Seite 62 herausgestellt.

**d) Generationensache** Fünf der 14 Lehrkräfte waren der Meinung, dass der Computereinsatz im Physikunterricht eine Generationensache sei: „Jüngere Lehrer haben einen anderen Bezug zum Computer, weil sie ihn auch anderweitig in ihrer Freizeit nutzen.“ (Interview 4) oder „Ich kann mich mit dem Computer anfreunden. Insofern bin ich von der älteren Generation eine Ausnahme.“ (Interview 11). Meistens ist mit diesen Aussagen auch direkt ein Erklärungsansatz verbunden, wieso bestimmte Lehrkräfte den Computer eher (nicht) nutzen. So zeigen die beiden aufgeführten Zitate, dass für diese Lehrkraft scheinbar das Alter mit dem Computereinsatz zusammenhängt. Diese Tatsache ist insbesondere deswegen interessant, weil in der Fragebogenstudie kein signifikanter

Zusammenhang zwischen Nutzungshäufigkeit und Alter der Physiklehrkräfte gefunden werden konnte (vgl. Kap. 3.2.1).

**e) Positive Meinung** Einige der befragten Personen zeigten in Aussagen eine grundsätzlich positive Meinung zum Computereinsatz. Dies äußert sich beispielsweise in „Ich finde PCs und Neue Medien ganz toll und ganz interessant.“ (Interview 4) oder „Ich wäre [beim Unterrichten] ohne Computer aufgeschmissen.“ (Interview 14). Das heißt nicht, dass die entsprechende Person keine Probleme beim Computereinsatz sieht, weist aber darauf hin, dass sie diese Probleme in Kauf nimmt.

**f) Aussagen zur Quantität des Computereinsatzes** Aussagen dieser Art wurden von drei Personen im Verlauf des Interviews getroffen. Diese Aussagen beschreiben oftmals die wahrgenommene Einsatzhäufigkeit: „Der Computer wird [auch von mir] selten im Physikunterricht eingesetzt.“ oder „Man kann den Computer bestimmt häufiger einsetzen als ich es tue, aber ich setze ihn so oft ein, wie ich das möchte.“ (beides Interview 12).

## 2) Chancen des Computereinsatzes

Diese Gruppe besteht aus fünf Subkategorien (vgl. Tab. 4.3).

**a) Computereinsatz ist eine Erleichterung** Diejenige, die von neun Lehrkräften und damit am häufigsten genannt wurde, ist die Einschätzung, dass der Computereinsatz eine Erleichterung im Physikunterricht ist. Die vielen Antworten, die in diese Richtung gehen, lassen sich auf die explizite Frage „Erleichtert oder erschwert der Computereinsatz Ihrer Meinung nach den Physikunterricht für die Schüler bzw. für Sie als Lehrer?“ (vgl. Leitfaden in Abschnitt A.2) zurückführen. Viele Lehrkräfte antworteten wie die Person aus Interview 8: „Es ist eher eine Erleichterung für mich [den Computer einzusetzen].“ Zum Teil wird auch die Art der Erleichterung konkretisiert („Man braucht den Computer [meiner Meinung nach], wenn er das Arbeiten im Vergleich zu Papier, Bleistift und Taschenrechner erleichtert.“ – Interview 12). Diese Beschreibungen, inwiefern bzw. wodurch der Computereinsatz das Unterrichten erleichtert, sind im folgenden Abschnitt zur Kategorie „Computer im aktuellen Physikunterricht“ ausgeführt.

**b) Computer sind kein Hindernis** Als eine Art von Chance des Computereinsatzes wird von sieben Personen die Tatsache gesehen, dass die Verwendung des Computers kein Hindernis darstellt. Auch wenn es von der Nomenklatur her keine explizite Chance ist, wurde diese Subkategorie dennoch in diesen Bereich eingeordnet, da Aussagen wie „Ich sehe keine Schwierigkeit beim Computereinsatz, wenn man ihn gezielt nutzt.“ aus Interview 3 eher für den Computereinsatz sprechen. Über die Hälfte der 14 interviewten Lehrkräfte sehen den Computer nicht als Problem im Unterricht an und räumen ihm damit Chancen zur Veränderung des Unterrichts ein („Mit dem Computer zu arbeiten, ist für mich kein großer Mehraufwand. Ich habe nicht das Gefühl, dass ich damit nicht zurechtkomme.“ – Interview 1).

**c) Vorteile des Computereinsatzes** Ebenfalls von fünf Personen wurden allgemeine Aussagen zu den Vorteilen des Computereinsatzes getroffen. Diese Vorteile sind in der vorliegenden Kategorie aufgrund ihrer deduktiv geschaffenen Definition (vgl. S. 93) eher allgemeiner Natur („Programme sind inzwischen so selbsterklärend, [dass sie leicht bedienbar sind].“ – Interview 8). Die genannten Vorteile spiegeln damit meistens das Wissen und Können der Person wieder oder beschreiben Tätigkeiten, die außerhalb des Unterrichts mit dem Computer verrichtet und positiv bewertet werden („Wenn ein Schüler länger krank ist, kann ich ihm die Folien per E-Mail zuschicken.“ – Interview 4). In einem Fall wurde der Computer als gute Ergänzung allgemein beschrieben. Im Gegensatz zu der unten folgenden Beschreibung in der Kategorie „Computer im aktuellen Physikunterricht“, wird hier von der Lehrkraft in Interview 3 eine allgemeine Beschreibung des Einsatzes als Vorteil gegeben: „[Der Computer stellt eine gute Ergänzung dar, die] ich versuche zu nutzen.“ Dabei sagt sie nicht, was genau sie nutzen möchte, beschreibt aber die grundsätzliche Bereitschaft dazu. Es wird somit der Vorteil und dass daraus eine Absicht folgt, genauer beschrieben. Somit gibt die Lehrkraft an, dass der Computereinsatz eine Ergänzung und damit auf gewisse Weise, ihrer Meinung nach, damit auch eine Verbesserung für den Physikunterricht darstellt.

**d) Sicherheit im Umgang mit Computern** In der Kategoriebeschreibung des Kodierleitfadens ist für das computerbezogene Selbstbewusstsein auch von der eigenen Sicherheit bzw. Unsicherheit im Umgang mit dem Computer die Rede. Fünf Personen haben in den Interviews ihre Sicherheit mit dem Computer beschrieben. So sagte die Person in Interview 8: „Bei mir ist das Gefühl nicht da, eine Maschine vor sich zu haben, die ich nicht bedienen kann.“ Sie sieht offensichtlich kein Problem der Art, dass sie es sich nicht zutraut, den Computer zu verwenden. Deutlicher wird es noch in Interview 10: „Ich habe weniger Berührungsängste [im Umgang mit dem Computer als andere].“ In beiden Fällen ist zu erkennen, dass affektive Begriffe wie „Gefühl“ oder „Angst“ negiert werden und damit die Bereitschaft, den Computer im Physikunterricht zu nutzen, ausgedrückt wird. In anderen Fällen wird eher eine grundsätzliche Bereitschaft beschrieben, den Computer zu verwenden, die suggeriert, dass die Person sich eine gewisse Sicherheit im Umgang mit der Technik zuordnet (vgl. „In die Programme kann ich mich dann selbst einlesen bzw. schauen, wie ich sie einbinde.“ – Interview 14).

### 3) Probleme des Computereinsatzes

Neben den grundsätzlichen Chancen, die die Lehrkräfte im Computereinsatz sehen, ließen sich auch verschiedene Aspekte finden, die dem Computereinsatz eher im Wege stehen.

**a) Unsicherheit (persönlich)** Der von neun Personen und damit am häufigsten genannte Aspekt, ist die persönliche Unsicherheit, die einige Lehrkräfte im Umgang mit den Medien aufweisen. In diesem Zusammenhang wird oftmals von Ängsten gesprochen („[Ich] nutze den Computer im täglichen Umgang nicht so gerne, weil [ich] immer ein bisschen Angst habe, dass es nicht so richtig klappt.“ oder „Beim ersten kleinen Fehler werde ich entmutigt.“ – beides Interview 4), die meistens mit der diffusen Befürchtung

verbunden sind, dass unerwartete Probleme auftauchen. Gerade im Vergleich zu den Schülern sehen manche Lehrkräfte bei sich Hemmungen, weil die Angst besteht, grobe Fehler zu machen („[Ich sehe als Problem, dass] man mit einem falschen Tastendruck das System zum Absturz bringen und alles löschen kann. Und dann ist guter Rat teuer.“ – Interview 9). Die persönliche Unsicherheit der Lehrkräfte wird von diesen selbst auch auf mangelndes Wissen zu Programmen und Applikationen zurückgeführt („Es ist nicht das Problem, die Zeit zum Arbeiten [mit dem Computer im Unterricht] zu finden, sondern das Programm zu verstehen und zu verinnerlichen.“ – Interview 3).

**b) Zeitaufwand** Von sieben Personen wurde der hohe Zeitaufwand, der mit dem Computereinsatz verbunden ist, als grundsätzliches Problem eingestuft. Typischerweise wird dieser Zeitaufwand auch auf geringe Kenntnis zurückgeführt („Ich muss mich selbst sehr gut auskennen, damit ich nicht so viel Unterrichtszeit verliere, wenn etwas nicht funktioniert.“ – Interview 2). Der wahrgenommene Zeitaufwand erstreckt sich dabei einerseits auf die Unterrichtszeit, andererseits aber auch auf die Vorbereitungszeit, die die Lehrkraft investieren muss, um neue Programme kennenzulernen („Selbst Software kennenzulernen dauert lange.“ – Interview 7) und sich darin einzuarbeiten („Es reicht manchmal die Zeit nicht, neue Programme zu finden, die sich eignen.“ – Interview 14).

**c) Allgemeine Probleme mit Programmen** Mit sechs Personen geben etwas weniger als die Hälfte der Befragten allgemeine Probleme mit Programmen an. Auch in diesem Zusammenhang fällt einerseits die Einarbeitung („Ich halte es für eine Hemmschwelle, dass man sich in neue Programme erst einarbeiten muss.“ – Interview 1), zum anderen eine grundsätzliche Hürde, Zeit und Energie zu investieren auf („[Der Computer wird auch] wegen der Umstände, Software und Computer zu besorgen, leider nicht so oft benutzt.“ – Interview 7). Diese Hemmschwelle gilt es also zu überwinden, um die Innovationsbereitschaft der Lehrkräfte zu erhöhen, damit sie von sich aus auf die Suche nach neuen Möglichkeiten gehen.

**d) Vorbereitung wird aufwändiger** Durch diese Hürde wird ebenfalls die Vorbereitung auf den Unterricht mit Computereinsatz von fünf der 14 Lehrkräfte als aufwändiger wahrgenommen („Ich muss außerhalb des Unterrichts vorbereiten, welches Programm für welches Experimente verwendet werden kann.“ – Interview 8). Der Computereinsatz wird dadurch für diese Lehrkräfte weniger attraktiv („Die Vorbereitung auf den Unterricht mit dem Computer finde ich schwer.“ – Interview 4).

**e) Probleme bei Kollegen** Neben den eigenen Erfahrungen, berichten auch vier Lehrkräfte von Problemen, die ihre Kollegen beim Computereinsatz im Unterricht haben. Das sorgt für ein schwierigeres Arbeitsklima in der Schule („Ich habe das Problem, dass sich viele meiner älteren Kollegen nicht damit auskennen und wir [jüngeren] da alleine unterwegs sind.“, „Beim ersten kleinen Fehler werde ich entmutigt. Meine Kollegen sind nicht begeistert, wenn ich sie frage. Das macht es schwierig für mich, daran weiterzuarbeiten.“ – beides Interview 4). Der Austausch untereinander ist den Lehrkräften wichtig,

sodass mangelnde Austauschmöglichkeiten für sie auch eher gegen den Computereinsatz im Physikunterricht sprechen („Die jüngeren Kollegen wollen sich gerne mit den anderen austauschen, haben allerdings noch nicht so die Ideen und Möglichkeiten, wie man sie nach zehn oder zwanzig Schuljahren hat.“ – Interview 10). Außerdem gibt es einzelne Aussagen, die (wörtlich genommen) auf Kollegen bezogen, aber inhaltlich durchaus auf eigene Unsicherheiten zurückführbar sind („Die Leute setzen den Computer selten für Messungen ein, weil sie sich nicht damit auskennen.“ – Interview 11).

**f) Probleme bei Hardware** Vier der interviewten Lehrkräfte sind dem Computer gegenüber grundsätzlich abgeneigt, weil sie Probleme mit der Hardware erwarten. Dabei spielt sowohl mangelndes Wissen bzw. Kenntnisse eine Rolle („Die Schwierigkeit ist dabei für mich eher zu wissen, wie genau ich den Sensor an den Computer anschließe.“ – Interview 8), als auch die Erwartung, dass Geräte vielleicht einfach nicht funktionieren, wenn man sie einsetzen möchte („Außerdem müssen die Geräte gewartet werden und es können Probleme auftauchen.“ – Interview 9).

**g) Unwissenheit** Für vier der befragten 14 Personen steht auch einfach nur Unwissenheit dem Computereinsatz im Weg. So kennt sich die zweite Lehrkraft beispielsweise einfach nicht genug mit dem Tabletcomputer aus, um damit arbeiten zu können („Ich weiß nur wenig, wie ich mit dem Tablet umgehen kann.“ – Interview 2). Andere kennen nur wenige Einsatzmöglichkeiten des Computers, die sie überhaupt für sinnvoll halten („In anderen Themen [außer der Bewegungsanalyse] kann ich mir den Computereinsatz schwerer vorstellen.“ – Interview 7).

**h) Computereinsatz ist Mehraufwand** Ein weiteres Problem, das zwei der Interviewten nennen, ist, dass der Computereinsatz für sie mit Mehraufwand verbunden ist („Es ist ein [organisatorischer und methodischer] Mehraufwand, mit den Schülern in den Computerraum zu gehen oder ihnen ein neues Programm beizubringen.“ – Interview 1). Dabei wird von den beiden Lehrkräften eher der erhöhte Arbeitsaufwand in der Vorbereitung beschrieben. Somit setzt sich diese Subkategorie zum Teil vom Zeitaufwand ab. Auf die Frage, ob der Computer eher eine Erleichterung oder eine Erschwernis für das Unterrichten darstellt, antwortet eine Person rund heraus, dass sie es als Problem einschätzt, den Computer im Physikunterricht zu verwenden („Den Computer im Unterricht einzusetzen stellt für mich eine Erschwernis dar, weil ich mich vorher darum kümmern muss, wie die Dinge [Programme, Hardware] funktionieren.“ – Interview 6).

**i) Unsicherheit (bzgl. Schülern)** Eine Lehrkraft beschreibt auch, dass es eine Hürde für sie ist, die Klasse mit bestimmten Anwendungen vertraut zu machen („Die Schüler in ein Programm einzuarbeiten, macht für mich den Einsatz des Computers schwerer.“ – Interview 2). Diese Subkategorie besteht nur aus einer Aussage, ist aber dennoch nicht etwa mit der vorherigen vereint, weil in diesem Zusammenhang eine genauere Begründung durch die Lehrkraft gegeben wird. Der Unterschied etwa zum allgemeinen Mehraufwand besteht darin, dass die Lehrkraft in dieser Aussage offenbart, dass ihr *technological*

#### 4. Lehrerinterviews

*pedagogical knowledge* (also ihre mediendidaktisches Wissen) ihrer Wahrnehmung nach nicht stark genug ausgebildet ist.

**j) Ungeeignete Anwendungen** Eine andere Lehrkraft sagt, dass sie es bei manchen Anwendungen grundsätzlich nicht für sinnvoll hält, damit zu arbeiten („Ich bin kein großer Freund davon, den Computer rein als Aufzeichnungsgerät (Texte) zu verwenden.“ – Interview 12).

##### 4.2.2.2. Computer im aktuellen Physikunterricht

Damit eine Aussage der zweiten Kategorie „Computer im aktuellen Physikunterricht“ zugeordnet wird, musste folgende Bedingung erfüllt sein (vgl. Kodiermanual in Abschnitt A.3):

Die Person sagt, ob es didaktische/methodische Gründe für/gegen den Computereinsatz im Physikunterricht überhaupt gibt und ob sie diese für nachvollziehbar hält. Sie nennt Ziele des aktuellen Computereinsatzes im Physikunterricht.

Dabei spielt die Frage „Was will ich erreichen?“ eine Rolle. Induktiv ergaben sich die Subkategorien, die in Tabelle 4.4 aufgelistet sind. Die einzelnen Subkategorien ließen sich hier wie auch in Kategorie 1 zur gesteigerten Übersichtlichkeit gruppieren.

Auch in dieser Kategorie ließen sich die Subkategorien zur besseren Übersichtlichkeit in vier Gruppen einordnen, nämlich Gründe für den Computereinsatz, Gründe gegen den Computereinsatz, Einsatzmethode und Ziel des Computereinsatzes. Diese Gruppen ergeben sich direkt aus der Kategoriebeschreibung und lassen sich daher gut zuordnen. Für eine Übersicht über die Kategorien sei auf Tabelle 4.4 verwiesen.

##### 1) Gründe für den Computereinsatz

Diese Gruppe besteht aus neun Subkategorien.

**a) Computereinsatz erweitert die Möglichkeiten** Zwölf der 14 interviewten Personen gaben an, dass der Computereinsatz eine Erweiterung der Möglichkeiten im Physikunterricht darstellt. Die Lehrkräfte beschreiben in diesem Zusammenhang einerseits allgemein neue Optionen, die sie ohne den Computer im Unterricht nicht hätten („Oft haben wir nicht die Möglichkeit, ein Experiment [im Klassenraum] zu zeigen. Da bietet es sich als Alternative an, eine Simulation zu verwenden.“ – Interview 5 oder „[Mithilfe des Computers] könnte man viele Experimente zusätzlich machen oder Bewegungen beschreiben, die ansonsten da rausfallen würden.“ – Interview 6), andererseits aber auch konkrete Beispiele, durch welche Art der Nutzung ihre Möglichkeiten erweitert werden („[Wie sich Bild- und Gegenstandsweite verändern], kann man als Demonstrationsexperiment nicht so gut vorführen [wie mit dem Computer].“ – Interview 2). Zum Teil werden von einzelnen Lehrkräften dem Computereinsatz aber auch vermeintlich neue

Kategorie 2: Computer im aktuellen Physikunterricht		
Gruppe	Subkategorie	Anzahl Nennungen
1) Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	30 [12]
	Experiment und CE verknüpfen	17 [7]
	Umgang mit Computer lernen	9 [7]
	Allgemein	9 [6]
	Zeitersparnis	8 [6]
	SuS sind Umgang mit Computer gewohnt	7 [4]
	Erleichterung für Schüler	5 [4]
	CE motiviert	4 [3]
	Experiment nicht durchführbar	3 [2]
2) Gründe gegen CE	Allgemein	13 [7]
	CE unnötig	12 [7]
	Zeitaufwand	12 [7]
	CE schreckt Schüler ab	8 [5]
	CE aus SchüLa nicht übertragbar auf PU	5 [5]
	Verständnis bleibt auf der Strecke	14 [4]
	Schüler arbeiten, ohne zu denken	8 [4]
	Mangelnde Ausstattung	6 [4]
	Experimente sind besser als CE	5 [4]
	CE lenkt Fokus weg vom Experiment	6 [3]
	Intransparenz (Black Box)	6 [3]
	Computer nicht zuverlässig	5 [3]
	Aufsicht (viele Computer)	6 [1]
3) Einsatzmethode	CE in Schülerhand	22 [10]
	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	21 [10]
	Methodische Vielfalt	16 [10]
	Computer als Werkzeug	9 [6]
	Ideen, CE aus SchüLa zu übertragen	3 [3]
4) Ziel des CE	Veranschaulichung	34 [13]
	Computer erleichtert Verständnis	21 [8]
	Sonstige Ziele	9 [5]

**Tabelle 4.4.:** Subkategorien zu Kategorie 2 „Computer im aktuellen Physikunterricht“ und jeweils Anzahl der kodierten Textstellen bzw. in eckigen Klammern der Fälle, in denen die Subkategorie auftauchte.

#### 4. Lehrerinterviews

Möglichkeiten zugeordnet, die ohne den Computereinsatz z. B. durch geschickten Einsatz der Tafel ebenfalls möglich wären („[Mithilfe des Computers/Smartboards] können auch mehrere [Schüler] eingebunden werden und [das Angeschriebene] ist direkt veränderbar.“ – Interview 14).

**b) Experiment und Computereinsatz verknüpfen** In dieser Subkategorie, die in Aussagen der Hälfte der Befragten gefunden werden konnte, legen die Lehrkräfte Wert darauf, dass Experiment und Computereinsatz nicht getrennt gesehen werden sollen („Das Experiment durchzuführen und anschließend [mit dem Computer] zu analysieren, ist eine tolle Kombination. Das Experiment richtig [durch den Computer] zu ersetzen, halte ich nicht für sinnvoll.“ – Interview 4). Lehrkraft 9 fasst die Aussagen ihrer Kollegen gut zusammen, indem sie sagt „Für mich ist eindeutig klar, dass das Experimentieren im Vordergrund steht und der Computer ein Hilfsmittel ist, um Experimente auszuwerten oder Dinge zu verdeutlichen. Der Computereinsatz als solcher ist kein Hauptziel.“

**c) Umgang mit dem Computer lernen** Ein weiterer Grund für den Computereinsatz im Physikunterricht ist, dass Schüler den Umgang mit dem Computer lernen sollen. Meistens liegt dieser Auffassung zu Grunde, dass die Lehrkraft den Nutzen des Computers auch jenseits des Physikunterrichts sieht und ihn daher auch für ihre Schüler für wichtig hält („Es ist auch generell eine gute Sache und man sollte die Schüler überhaupt mit sowas [dem Computereinsatz] vertraut machen.“ – Interview 1 oder „Ich nutze im eigenen Unterricht auch Programme wie Excel. Die sind auch unabhängig vom Physikunterricht für das spätere Leben praktisch und Kenntnisse im Umgang damit werden oft vorausgesetzt.“ – Interview 3). In Interview 12 gibt die Lehrkraft aber auch an, dass nicht nur der Physikunterricht für den Computereinsatz da sein sollte („Um allgemeine Computerfähigkeiten [-fertigkeiten] beizubringen, sollte nicht nur der Physikunterricht dienen, sondern alle Fächer. Oder man lehrt sie in einem gesonderten Fach, wie Informatik, in den ersten Jahren.“ – Interview 12). Damit erkennt sie einerseits die Notwendigkeit an, den Computer in der Schule zu verwenden, um die Schüler zum Umgang damit zu befähigen, aber sagt gleichzeitig auch, dass das nicht (ausschließlich) im Physikunterricht passieren soll. Hierdurch wird dieser Grund für den Einsatz für diese Person eingeschränkt.

**d) Allgemeine Gründe für den Computereinsatz** Von einigen Lehrkräften wurden auch allgemeine Gründe für den Computereinsatz angegeben, die nicht in einzelnen Subkategorien zusammengefasst werden konnten. Mehrere Aussagen in dieser Subkategorie beschäftigen sich damit, dass der Computereinsatz das Unterrichten für die Lehrkraft erleichtert (z. B. „Wenn man den Aufwand einmal betrieben hat, ist es eine immense Erleichterung [beim Unterrichten].“ – Interview 4). Zum Teil wird der Computer auch als Teil eines fortschreitenden Lernkonzeptes genutzt („In der 7. Klasse zeichnen die Schüler Messkurven per Hand. [Deswegen kann man in der 8. Klasse schon mit dem Computer arbeiten.]“ – Interview 13) oder um anhand der unterrichtlichen Nutzung etwas über die Einsatzmöglichkeiten allgemein zu erfahren („Ich finde, dass man den Schülern irgendwie klarmachen muss, dass der Computer in [solchen Fällen] ein Hilfsmittel, wie ein



Taschenrechner und eben kein Freizeitprogramm ist. Der Computereinsatz [im Unterricht] bedeutet, dass man damit arbeiten will.“ – Interview 4).

**e) Zeitersparnis** Knapp die Hälfte der 14 Befragten nannten als Grund für die Verwendung des Computers im Unterricht, dass sie für sie eine Zeitersparnis ist. Dabei wird im Wesentlichen auf drei Aspekte eingegangen: Auf vereinfachte Datenverarbeitung und -aufbereitung („Schüler sind es gewohnt, mit dem Computer zu arbeiten und ich halte es für sehr zeitsparend, wenn man per Computer Graphen erstellen lässt, statt sie zu zeichnen.“ – Interview 11), auf schnellere Variablenänderung am Experiment und anschließender erneuter Messwertaufnahme („[Mehrfach Dinge an der Tafel anzuzueichnen] kostet Zeit und kann die Dynamik im Prozess nicht zeigen.“ – Interview 10) und auf mögliche Zeitersparnis durch routinierten Umgang mit dem Computer („Wenn man das regelmäßig nutzt und das gleiche Programm verwendet, könnte man vielleicht auch Zeit sparen.“ – Interview 7).

**f) Schüler sind den Umgang mit Computern gewohnt** Ebenfalls für den Computereinsatz spricht nach Ansicht mancher Lehrkräfte (vier von 14), dass die *Schüler den Umgang mit dem Computer gewohnt sind*. Diese Einschätzung führt für die Lehrkräfte dazu, dass sie den Computer eher im Physikunterricht einsetzen, weil sie damit näher an der Alltagswelt der Schüler sind („Deswegen und weil sie mit den Neuen Medien grundsätzlich umgehen können, ist es auch kein [so großes] Hindernis, [den Computer im PU einzusetzen].“ – Interview 2 oder „[Ich halte den Computereinsatz (im Schülerlabor) für sinnvoll], weil der Computer für die Schüler Alltag ist.“ – Interview 11).

**g) Erleichterung für Schüler** Vier Personen geben an, den Computer einzusetzen, weil es eine Erleichterung für die Schüler darstellt („Der Computer ist ein Medium, das dem Schüler auch sehr schwierige Elemente nahelegen kann.“ – Interview 8 oder „[Der Computereinsatz im PU] erleichtert den Unterricht für die Schüler, weil sie nicht so viel selbst rechnen müssen.“ – Interview 9).

**h) Computereinsatz motiviert** Dass der Computereinsatz die Schüler motiviert, sehen drei der Lehrkräfte so („Ich habe eine ‚Evaluierung‘ mit all meinen Klassen in Bezug auf meinen Beamereinsatz gemacht und das kam bei den Schülern super an. Es ist anregend, anschaulich und leichter verständlich für die Schüler, als wenn man versucht, alles an der Tafel zu entwickeln.“ – Interview 14). Dabei wird aber auch angemerkt, dass man den Computer nicht zu häufig einsetzen solle, weil ansonsten der motivierende Effekt geringer sei („[Man sollte den Computer nicht zu häufig einsetzen], weil der Effekt, der zusätzlichen Aufmerksamkeit, sonst verloren geht.“ – Interview 11).

**i) Nicht durchführbare Experimente** Zwei Lehrkräfte setzen den Computer gerne ein, wenn das eigentliche Experiment nicht durchführbar ist. Dabei beziehen sich beide Lehrkräfte auf die Verwendung von Simulationen, um empfindliche, teure oder gefährliche Experimente vorführen zu können, die ansonsten nur theoretisch besprochen werden oder

#### 4. Lehrerinterviews

gar nicht behandelt werden könnten („Simulationen sind gut, weil man so Experimente simulieren kann, die man nicht live durchführen kann.“ – Interview 12).

### 2) Gründe gegen den Computereinsatz

Tabelle 4.4 ist zu entnehmen, dass von den Lehrkräften insgesamt 13 verschiedene Gründe gegen den Computereinsatz genannt wurden.

**a) Allgemeine Gründe gegen den Computereinsatz** Unter allgemeinen Gründen gegen den Computereinsatz im Physikunterricht fallen einzelne Aspekte, wie beispielsweise die Tatsache, dass bisherige Handlungsweisen nicht einfach fortgesetzt werden können („[Wenn ich die Arbeitsblätter nach dem Computereinsatz einsammle], bekomme ich eine andere Art von Rückmeldung, [als wenn ich herkömmlichen Unterricht halte].“ – Interview 7), dass zu häufige Nutzung den Neugigkeitseffekt abbaut („[Man sollte den Computer nicht zu häufig einsetzen], weil der Effekt, der zusätzlichen Aufmerksamkeit, sonst verloren geht.“ – Interview 11) oder dass manche Versuche in den Augen der Lehrkraft „zu gut“ funktionieren und somit die Diskussionsgrundlage für Fehler beim Messen nehmen würden („Messungen gehen beim Computereinsatz nicht mehr schief.“ oder „Man kann Messwerte leicht manipulieren, um eine perfekte Messung zu erhalten. [Das ist eine Gefahr am Computereinsatz.]“ – beides Interview 13). Diese leichte Manipulation stellt allerdings nur dann ein Problem dar, wenn die Lehrkraft sie auch vornimmt und geschieht nicht automatisch bei jeder Messung mit dem Computer.

**b) Computereinsatz ist unnötig** Die Hälfte der interviewten Lehrkräfte hält den Computereinsatz für unnötig. Diese Einschätzung bezieht sich in den meisten Fällen aber nicht auf den Computereinsatz insgesamt, sondern auf bestimmte Arten oder Kontexte der Anwendung („Bei Videoanalyse ist es eine gute Sache, aber in anderen Bereichen halte ich es nicht für notwendig, auch noch den Computer mit einzubauen, um das Verständnis zu fördern.“ – Interview 1). Manche Lehrkräfte stehen dem Computereinsatz aber auch generell erst mal skeptisch gegenüber („Man sollte nicht von vornherein den Computer [im Unterricht] einsetzen.“ – Interview 9) und erinnern daran, dass er inhaltlich und methodisch geboten sein und nicht unreflektiert umgesetzt werden sollte („[Das Thema Optik eignet sich nicht so für den Computereinsatz,] weil die Experimente für Schüler einfach durchführbar sind.“ – Interview 12). Ein weiterer Grund, der von den Lehrkräften in dieser Subkategorie genannt wird, ist, dass der Computereinsatz andere Arbeitsformen verdrängen könnte, die sie für wichtig halten („Ich finde, dass Schüler auch per Hand Texte schreiben können sollten. Dafür braucht man den Computer nicht.“ – Interview 12 oder „[Die Schüler] müssen etwas zusammenbauen und sehen, [was dann passiert].“ – Interview 14).

**c) Zeitaufwand** Der Zeitaufwand, der mit dem Computereinsatz verbunden ist, spricht in den Augen von sieben der 14 Befragten ebenfalls gegen den Computereinsatz. Am häufigsten ist in dieser Subkategorie die Rede davon, dass es lange dauert, den Schülern ein Programm oder eine Anwendung beizubringen, damit sie damit effektiv

arbeiten können („Es wird nicht so lange dauern, Schüler in ein Programm einzuweisen, aber wenn man 45 Minuten hat, muss man sich überlegen [wie man sie einsetzt].“ – Interview 2 oder „Ich sehe als Problem, dass man oft Zeit investieren muss, um Schülern ein neues Programm näher zu bringen.“ – Interview 5). Ein zweiter Aspekt, der in diesem Zusammenhang genannt wird, ist die Vorbereitungszeit, die die Lehrkraft investieren muss, um den Computer (sinnvoll) einzusetzen („[Es kostet sowohl mich in der Vorbereitung Zeit, als auch die Schüler in der Auswertung.]“ – Interview 7). Zeitverlust wird ebenfalls bei unzuverlässigen Systemen erwartet und schreckt Lehrkräfte ab, deren Computerinfrastruktur nicht gut in Schuss ist („[Ein Nachteil für mich als Lehrer ist am Computereinsatz], dass die Computer nicht gepflegt sind, ich damit rechnen muss, dass die abstürzen und 10-15 Minuten zum Hochfahren brauchen. In der Zeit langweilen sich die Schüler.“ – Interview 9). Auch wenn auf den ersten Blick verwundert, dass Zeitaufwand als Grund gegen und gleichzeitig Zeitersparnis als Grund für den Computereinsatz genannt wird, lässt sich bei genauerem Hinsehen erkennen, dass es kein Widerspruch ist. Die Ersparnis tritt erst bei wiederholtem Einsatz und damit bei routinierteren Lehrkräften auf, die bereits die Zeit investiert haben, sich und ihre Schüler in die Bedienung und Arbeitsweise mit dem Computer einzuführen. Der Aufwand liegt jedoch erst mal vor den Lehrkräften, wenn sie neu mit diesem Einsatz anfangen oder eine andere Art des Computereinsatzes einführen.

**d) Computereinsatz ist für Schülerinnen und Schüler abschreckend** Fünf Lehrkräfte sind der Meinung, der Computereinsatz schrecke Schülerinnen und Schüler ab. Sie gehen davon aus, dass wenigstens ein Teil der Schülerinnen und Schüler grundsätzlich ungern mit dem Computer arbeitet („Für manche [Schüler] ist schon die Darstellung am und die Arbeit mit dem Computer abschreckend.“ – Interview 6). In Kapitel 4.2.3 wird dazu auch ausgeführt, ob diese Einschätzung vielleicht von den Lehrkräften auf ihre Schüler projiziert wird.<sup>1</sup> Der Computereinsatz wird auch an dieser Stelle wieder als Hürde gesehen, wenn zu viel Zeit investiert werden muss, bevor man ihn zielorientiert umsetzen kann („[Der Computereinsatz im PU] erschwert den Unterricht für die Schüler, weil sie sich erst mit dem Programm auskennen müssen.“ – Interview 9). Von zwei der Lehrkräfte wird auch explizit genannt, dass der Computereinsatz selbst das Problem sei und nicht die fachlichen Möglichkeiten, die damit verbunden sind („Es gibt Schüler, für die das Bedienen des Computers und dabei alles zu bedenken, ein zusätzlicher Schwierigkeitsgrad ist.“ – Interview 11).

**e) Mangelnde Übertragbarkeit des Computereinsatzes aus dem Schülerlabor** Aus dem Kontext der Befragung (die Lehrer besuchen mit ihrer Klasse das Schülerlabor) haben fünf der 14 Personen auch die Meinung, dass der Computereinsatz, wie sie ihn zuvor im Schülerlabor gesehen haben, nicht auf den Physikunterricht übertragbar ist. Diese Einschätzung rührt im Wesentlichen von drei Umständen in der Schule her: Erstens ist die Betreuungssituation im Schülerlabor wesentlich höher als im Unterricht,

<sup>1</sup>Inwiefern die abschreckende Wirkung tatsächlich von den Schülerinnen und Schülern als solche wahrgenommen wird, wird in Kapitel 5.2.6 ab Seite 230 vorgestellt.

da im Schülerlabor bei jeder Experimentiergruppe jeweils auch ein Betreuer ist („Den Computereinsatz wie im Schülerlabor auch im Unterricht zu nutzen ist schwierig, weil ich alleine so viele Gruppen nicht betreuen kann.“ – Interview 4). Zweitens ist die technische Ausstattung im Schülerlabor besser, als bei den Lehrkräften, die diesen Grund nannten („Ich glaube, die Einarbeitung in die Programme ist nicht zu schwer und die Experimente, die durchgeführt wurden, waren relativ leicht zu organisieren, wenn man die (Sensor-)Technik dafür hätte.“ – Interview 8) und drittens sind die zeitlichen Rahmenbedingungen wesentlich besser, da die Schüler einen ganzen Vormittag statt nur eine Einzel- oder Doppelstunde experimentieren, damit mehr Hands-On-Aktivitäten und mehr Lerngelegenheiten, bei denen der Computer verwendet wird, als in der Schule haben („[Den im Schülerlabor gesehenen Computereinsatz in den Unterricht zu übertragen, halte ich für schwierig, weil] es ein Zeitproblem gibt.“ – Interview 5).

**f) Verständnis bleibt auf der Strecke** Von vier Lehrkräften, aber dafür in 14 Aussagen, wurde auch die Befürchtung geäußert, dass das Verständnis des eigentlichen Sachverhalts auf der Strecke bleibt. Ein Teil dieser Lehrkräfte befürchtet, dass die Schüler zwar das Programm bedienen, aber nicht verstehen können, was die Auswertung fachlich aussagt („Die Schüler sehen zwar den Graphen, können ihn aber nicht interpretieren.“ – Interview 5). Außerdem wird die erhöhte Geschwindigkeit der Auswertung und Bearbeitung als Problem gesehen, weil die Schüler den Schritten nicht folgen und somit nicht nachvollziehen können, was genau gemacht wurde („Ich halte es für eine Gefahr, dass man die Schüler vielleicht überfordert, indem man zu schnell voran geht, weil [die Messwertaufnahme und -auswertung] schneller geht und man das nicht genug bespricht.“ – Interview 5). Ein Befragter vermutet, dass manche Schüler grundsätzlich Probleme mit dem Computer und dessen Bedienung haben und daher nicht verstehen, was passiert („Es ist eine potentielle Gefahr, dass die eine Hälfte der Klasse gut klarkommt, aber die andere abgehängt wird, wenn mit dem Computer gearbeitet wird.“ – Interview 8). Außerdem sieht eine andere Lehrkraft das Problem, dass das Verständnis für Fehler und die entsprechende Diskussion nicht vermittelt werden kann, wenn die gemessenen Daten zu sehr dem Ideal entsprechen („Die Gefahr am Computereinsatz ist manchmal, dass man die perfekte Messkurve erhält. [Fehlerbetrachtungen kommen nicht vor.]“ – Interview 13).

**g) Schüler arbeiten, ohne zu denken** Ebenfalls vier der befragten 14 Personen beschreiben die Gefahr, dass die Schüler arbeiten, ohne zu denken bzw. sich ablenken lassen. Beidem ist gemein, dass der eigentliche Arbeitsauftrag nicht richtig erfüllt wird und nicht selbstständig über den fachlichen Inhalt nachgedacht wird („Viele Schüler sind davon abgeschreckt, mit dem Computer zu arbeiten oder sie klicken sich dann einfach nur durch [ohne zu verstehen, was sie tun].“ – Interview 1). Speziell bei Internetrecherchen und beim Arbeiten im Computerraum wird die Ablenkung von diesen vier Lehrkräften als groß eingeschätzt („[Dass Schüler beim Arbeiten mit dem Computer nicht bei dem bleiben, was sie eigentlich tun sollen,] ist ein Nachteil, der besonders bei Internetrecherchen auftaucht.“ – Interview 14).

**h) Mangelnde Ausstattung** Vier Lehrkräfte benutzen den Computer nicht (öfter), weil die mangelnde Ausstattung an ihren Schulen das verhindert. Das liegt einerseits an mangelhafter Ausstattung („Ich würde den Computer häufiger anwenden, wenn ich Laptops hätte.“ – Interview 9 oder „[Weil die Computer so alt sind], wäre es schwierig, damit Daten zu verarbeiten.“ – Interview 11), andererseits an den hohen Kosten für Soft- und Hardware („Ein Computer ist recht teuer und deswegen in der Schule nicht für jeden Schüler einer vorhanden.“ – Interview 8). In den hohen Kosten lässt sich auch der Grund für die schlechte Ausstattung, bzw. wieso sie nicht verbessert wird, vermuten.

**i) Experimente sind besser als der Computereinsatz** Nicht im eigentlichen Sinne ein Grund gegen den Computereinsatz ist in dieser Subkategorie von vier Lehrkräften angegeben. Sie sind der Meinung, dass im Zweifel ein Experiment dem Computer vorzuziehen ist („Bei Elektrizitätslehre in der Mittelstufe nutze ich lieber ‚Bastel-‘ Experimente, als den Computer.“ – Interview 11). Keine der Personen schließt den Computereinsatz beim Experimentieren jedoch prinzipiell aus, sondern es wird meistens von einer Symbiose aus eigentlichem Experiment und angemessenem technischen Einsatz gesprochen („Ich glaube nicht, dass der Computer das Experiment ersetzt oder ersetzen sollte. Der Computer unterstützt das Experiment sehr gut.“ – Interview 4).

**j) Computereinsatz lenkt vom Experiment ab** Drei der Befragten fürchten, dass der Computereinsatz den Fokus weg vom eigentlichen Experiment lenkt, weil die Schüler sich einerseits viel mit dem Programm und dadurch weniger mit dem tatsächlichen Phänomen auseinandersetzen und somit der Anteil Zeit, die sie dem Experiment widmen, kleiner wird („[Der Computereinsatz stellt das Experiment in den Schatten], weil Schüler sich eher mit dem Programm auseinandersetzen und dann das Experiment in den Hintergrund treten kann.“ – Interview 6). Andererseits kann es sein, dass z.B. Simulationen häufiger als eigentliche Experimente eingesetzt werden und damit der Blick auf die Wirklichkeit verloren geht („Wenn ich nur Simulationen zeige, statt Experimente durchzuführen, könnte man sagen, [dass der Computereinsatz das Experiment in den Hintergrund rückt]. Aber man muss den Computer ja nicht so einsetzen.“ – Interview 12).

**k) Intransparenz** Dass der Computer für die Schüler eine Blackbox ist und bestimmte Vorgänge dadurch intransparent sind, finden drei Personen. Dabei wird auf mangelnde Nachvollziehbarkeit und erschwertes Verständnis für die Schüler hingewiesen (z. B. „Bei einem Computerprogramm wird einfach vorgegeben [was passiert] und [die Schüler] sehen nicht die Schritte [des Prozesses].“ – Interview 5).

**l) Computer sind nicht zuverlässig** Die mangelnde Zuverlässigkeit der Computer stellt für drei Lehrkräfte einen Hinderungsgrund dar. Dabei wird meistens auf unerwartet auftretende Probleme hingewiesen („Ein Programm hakt, ist nicht richtig installiert oder die Internetverbindung geht nicht.“ – Interview 4) oder auf schlechte Erfahrungen mit einzelnen Anwendungen („Ferngesteuerte Experimente haben [meiner Erfahrung nach] nur bedingt funktioniert und kamen mir nicht ganz ausgereift vor.“ – Interview 5).

**m) Aufsicht über viele Computer** Eine Lehrkraft nutzt den Computer nicht gern, weil sie sich durch die Aufsicht vieler Computer auf einmal überfordert fühlt. Das gibt sie mit verschiedenen genannten Beispielen an (etwa „Wenn wir in den Computerraum gehen, dann ist für mich nicht überschaubar, wer was auf den einzelnen Computern macht.“ – Interview 7). In Kapitel 4.2.3 wird genauer auf diesen Einzelfall eingegangen.

Einigen der Nachteile kann bei zweckmäßiger Unterrichtsgestaltung entgegengewirkt werden. So ist etwa die Nützlichkeit des Computereinsatzes differenziert bezüglich des Themas und auch der verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten zu sehen. Auch die Ablenkung, die der Computer für die Schüler bedeutet, ist nicht zwangsläufig, sondern hängt mit dem Interesse der Lernenden am Fach Physik zusammen. Bei einem Thema, das einen Schüler interessiert, ist die Motivation, Neues darüber zu erfahren größer, als wenn er sich von vornherein langweilt. Neue Medien können in diesem Zusammenhang nur ein Werkzeug unter vielen sein, machen den Unterricht aber nicht allein durch ihre Verwendung automatisch besser.

### 3) Einsatzmethode

In der Kategoriedefinition von „Computer im aktuellen Physikunterricht“ wird nach methodischen Gründen für oder gegen den Computereinsatz gesucht. Nachdem viele didaktische Aspekte in den vorherigen beiden Gruppen besprochen wurden, sind hier noch einige methodische Aspekte zusammengefasst.

**a) Computereinsatz durch Schüler** Der Computer wird von der großen Mehrheit der Befragten, nämlich von zehn der 14 Personen, in Schülerhand eingesetzt. Diese Tatsache alleine ist für manche Personen schon ein Grund für den Computereinsatz, weil damit alte Muster aufgebrochen werden („Durch Computereinsatz in Schülerhand wird die klassische Unterrichtsform (‘einer erzählt was oder wir fragen‘) aufgebrochen und bietet so etwas Individuelles“ – Interview 3) und damit eine Abwechslung und Bereicherung im Sinne einer Methodenvielfalt darstellt („Ich finde es gut [den Computer einzusetzen] und es ist noch ’mal ein anderer Einsatz, wenn die Schüler selbst ’mal damit Experimentieren.“ – Interview 5). Viel expliziter werden die methodischen Gründe für den Einsatz in Schülerhand nicht genannt. Ansonsten wird in dieser Subkategorie von bestimmten Einsatzmöglichkeiten in Schülerhand berichtet, die in der Kategorie 4 „Praktische Umsetzungskennnisse“ noch genauer beleuchtet werden.

**b) (Konkrete) Einsatzmöglichkeiten** Diese Subkategorie beschreibt unter anderem, welche Themen sich in der Schule mehr oder weniger für den Computereinsatz anbieten. Sie enthält 21 Aussagen von zehn Personen. Beliebte Themenbereiche für den Computereinsatz sind die Mechanik (Videoanalyse und Simulationen) und auch die Wärmelehre (Messwerterfassungssysteme und Simulationen). Außerdem werden Einsatzmöglichkeiten wie Simulationen und Applets genannt („Am meisten geeignet ist der Computereinsatz für Modellbildung. Damit kann man konkrete mikroskopische Sachen per Applet zeigen.“ – Interview 3), die meistens auf Visualisierung von (z. B. mikroskopischen) Vorgängen

bezogen werden. Modellierung und Datenverarbeitung wiederum findet eine indirekte Beschreibung, wenn einzelne Personen davon sprechen, Daten mit Excel zu verarbeiten („Mit Excel ist es schon möglich, Diagramme zu erstellen. Damit kann man [analog gemessene] Messwerte in unterschiedlichen Formen darstellen [und die Darstellung flexibel anpassen]. So lassen sich Messwerte visualisieren, ohne dass es viel Zeit kostet., – Interview 11).

**c) Methodische Vielfalt** Zehn Personen berichteten von allgemeinen Einsatzmethoden. Dazu gehören beispielsweise Sozialformen wie Gruppenarbeit („Ich mache es nicht so, dass eine Gruppe an einem Laptop arbeitet.“ – Interview 12) oder Unterrichtsphasen wie der Einstieg („Als Einstieg kann man gut ein Video zeigen, dass man dann auswertet oder dann ein ganzes Experiment drum herum aufzieht.“ – Interview 5). Eine der Lehrkräfte legt auch Wert darauf, dass der Computereinsatz zur Methodenvielfalt im Unterricht beitragen kann („Ich finde, [der Computereinsatz] muss eine Abwechslung sein.“ – Interview 11).

**d) Computer als Werkzeug** Sechs der 14 Personen gaben an, den Computer als Werkzeug anzusehen. Damit beschreiben sie die Tatsache, dass für Sie der Computereinsatz kein Selbstzweck ist („Der Computereinsatz als solcher ist kein Hauptziel.“ – Interview 9), sondern immer zu einem weiteren Nutzen (für das Verständnis) dienen soll („Ich bin ein Freund davon, erst fünf bis zehn Minuten mit dem eigentlichen Experiment zu arbeiten und dann auf die abstraktere Ebene zu wechseln. Zur Auswertung kann man den Computer als Mittel zum Zweck nutzen und mit Sprache oder Mathematik das Ergebnis ausdrücken.“ – Interview 8).

**e) Ideen, den Computereinsatz im Schülerlabor zu transferieren** Drei der Lehrkräfte äußerten solche Ideen und wie man sie umsetzen könnte. Allerdings werden dabei meistens auch direkt Hürden mit genannt (wie in den Gründen gegen den Computereinsatz z. T. schon mit aufgeführt ist). Dennoch werden Ideen geäußert und die Bereitschaft dazu gezeigt („Ich müsste sehen, wie groß der Zeitaufwand ist [wenn ich den Computer wie im Schülerlabor im Unterricht einsetze]. Ich würde es auf einfache Bewegungen reduzieren.“ – Interview 6).

#### 4) Ziel des Computereinsatzes

Die Subkategoriengruppe Ziele ergibt sich direkt aus der Definition der Kategorie, die auch auf die Ziele des Einsatzes anspricht. Nur drei Subkategorien gibt es in diesem Zusammenhang zu nennen.

**a) Veranschaulichung** Von fast allen Interviewten (13 von 14) wird die Veranschaulichung genannt. Es werden verschiedene Beispiele genannt, in denen Darstellungen am Computer zum besseren Verständnis dienen („Eine geeignete Animation finde ich eine dankbare Erleichterung [bei der Darstellung].“ – Interview 3). Es wird vielfach auf Simulationen und Animationen eingegangen, die als virtuelles Experiment oder Ergänzung

#### 4. Lehrerinterviews

zum realen Experiment eingesetzt werden („[Mit dem Computer] kann man Sachen visualisieren, die man beim Experiment nicht sehen kann.“ – Interview 10). Manche Lehrkräfte stellen das Ziel, durch den Computereinsatz die Anschaulichkeit zu erhöhen, in den Vergleich mit anderen Methoden, um zu begründen, wieso sie den Computer einsetzen („Wenn [die Schüler] in einer Simulation z.B. mal den Strahlengang sehen und was sich dabei verändert, wenn man die Linsen austauscht, kann das sehr plakativ sein und [den Schülern das Verständnis] erleichtern im Vergleich zur Zeichnung an der Tafel.“ – Interview 12). Aufgrund der Häufigkeit, in der diese Subkategorie auftaucht, scheint die Veranschaulichung und bildliche Darstellung am Computer der verbreitetste Grund für dessen Einsatz zu sein.

**b) Computer erleichtern das Verständnis** Diese Subkategorie tritt bei etwas mehr als der Hälfte der Befragten auf (acht von 14). Zum Teil überschneidet sich diese Subkategorie mit dem Ziel der Veranschaulichung, da eine Veranschaulichung auch das Verständnis erleichtern sollte. Allerdings geht es den Lehrkräften auch um allgemeinere Verständnishilfen bzw. sie formulieren das erleichterte Verständnis als Hauptziel des Computereinsatzes („Ich finde den Computer in Bezug auf den Unterricht gut, wenn sein Einsatz dazu dient, dass etwas verständlicher wird.“ – Interview 1). Wie genau das Verständnis erleichtert wird, geben die Lehrkräfte in diesem Zusammenhang aber nicht an.

**c) Sonstige Ziele** Sonstige Ziele, die genannt wurden, sind beispielsweise die Erziehung zur Selbstständigkeit der Schüler, die Inhalte eigenverantwortlich nachbereiten sollen („Ich gebe Schülern die Seite von Leifi-Physik als Anlaufstelle, wo sie Aufgaben und Lösungen finden, wenn sie nicht weiter wissen. Das dient zur Selbstkontrolle der Schüler.“ – Interview 3). Ein anderer Befragter gibt an, dass er den Computer auch dazu einsetzt, um zu zeigen, dass ein Computer nicht nur zum Vergnügen in der Freizeit verwendet, sondern auch als Werkzeug zum Arbeiten eingesetzt werden kann („Die Schüler sollen merken, dass der Computer im Unterricht eben kein Spielgerät ist.“ – Interview 4).

#### 4.2.2.3. Zukünftiger Nutzungswunsch

Damit eine Aussage der dritten Kategorie „Zukünftiger Nutzungswunsch“ zugeordnet wird, muss folgende Bedingung erfüllt sein (vgl. Kodiermanual in Abschnitt A.3):

Die Person äußert sich zur Einbindung des Themas „Computer“ in Aus- und Fortbildung. Es wird ein Wunsch zur Quantität des Computereinsatzes im zukünftigen Physikunterricht geäußert. Dabei können auch grundsätzliche Überzeugungen zum Stellenwert des Computers für die Zukunft der Schüler genannt werden (Wichtigkeit).

Induktiv ergaben sich die Subkategorien, die in Tabelle 4.5 aufgelistet sind.



<b>Kategorie 3: Zukünftiger Nutzungswunsch</b>		
Subkategorie	Anzahl Nennungen	
Möchte mehr können	12	[8]
Will Computer häufiger nutzen	12	[6]
Fortbildungen	10	[6]
Computer ist Alltagsgegenstand	6	[5]
CE im Schülerlabor ist hilfreich	8	[4]
Computer sind wichtig für Gesellschaft	6	[4]
Computer sind wichtig für Schüler	5	[4]
Lehrerausbildung	4	[3]
Alternativen zum Computer	2	[2]
Computereinsatz ist ausreichend	1	[1]

**Tabelle 4.5.:** Subkategorien zu Kategorie 3 „Zukünftiger Nutzungswunsch“ und jeweils Anzahl der kodierten Textstellen bzw. in eckigen Klammern der Fälle, in denen die Subkategorie auftauchte.

**a) Möchte mehr können** In dieser Kategorie wird am häufigsten der Wunsch geäußert, dass die Befragten gerne ihr Können verbessern möchten. Von einigen wird rundheraus dieser Wunsch geäußert („Ich würde den Computer öfter einsetzen, wenn ich mich besser damit auskennen würde, mehr Material hätte oder es [im entsprechenden Kontext schon einmal genutzt hätte].“ – Interview 11 oder „Wenn ich firmer darin wäre, würde ich Apps häufiger im Unterricht einsetzen.“ – Interview 12). Wie bei den Lehrkräften 11 und 12 wird meistens mit dem Wunsch nach höheren Fähigkeiten direkt eine Bedingung mit angegeben, die der häufigeren Nutzung im Wege steht. Als Bedingungen wird eigenes Einarbeiten, freie Zeit, mehr Wissen, mehr Arbeitsmaterial, besseres Equipment an der Schule, passende Programme bzw. Apps und Tipps zur Verwendung genannt. Zum Teil wird der Wunsch, das eigene Können zu verbessern, durch das im Schülerlabor Gesehene angeregt („[Den Computereinsatz wie im Schülerlabor] würde ich gerne viel stärker einbringen und würde da gerne auch ein bisschen mehr können.“ – Interview 4).

**b) Will Computer häufiger nutzen** Sechs Lehrkräfte gaben an, den Computer grundsätzlich gerne häufiger nutzen zu wollen. Die Aussagen, die dieser Subkategorie zugeschrieben werden, beschreiben einen Veränderungswunsch bezüglich der Quantität des Computereinsatzes im Unterricht („Ich würde gerne mehr eigene Messungen [mit dem Computer im PU] durchführen.“ – Interview 4). Sie geben aber nur die allgemeine Einschätzung an und keine genaueren Bezüge. Aussagen dieser Subkategorie deuten daher nur auf eine Offenheit der Lehrkraft hin.

**c) Fortbildungen** Ebenfalls sechs Personen weisen Interesse an Fortbildungen auf („Einige [Kollegen] sind offen und fragen auch mal nach [wenn es um Computereinsatz-

#### 4. Lehrerinterviews

möglichkeiten im Unterricht geht], aber viele schämen sich und fragen nicht. Deshalb wäre es gut, wenn es Fortbildungen [zum Computereinsatz im PU] gäbe.“ – Interview 14). In den meisten dieser Fälle wünschen sich die Personen keine zu allgemeine Fortbildung, sondern eher konzentrierte, spezialisierte Veranstaltungen zu einzelnen Anwendungsmöglichkeiten (z. B. zur Messwerterfassung: „Ich fänd es interessant, zu sehen, welche Möglichkeiten es zur Messwerterfassung [mit dem Computer (außer dem CASSY)] gibt.“ – Interview 10), Programmen oder Unterrichtsphasen (z. B. zur Auswertung: „Ich würde mir Fortbildungen [zum Computereinsatz in der Auswertung von Experimenten] wünschen.“ – Interview 2).

An dieser Stelle sei auch auf die deskriptive Analyse der Lehrerfragebögen in Kapitel 3.2.1 verwiesen. Dort trat ebenfalls der Wunsch nach Fortbildung zu bestimmten Programmen auf.

**d) Computer sind Alltagsgegenstände** Die sechs Befragten, von denen eine Aussage dieser Subkategorie zugeordnet wurden, sind der Auffassung, dass es für Schüler normal ist, mit dem Computer zu arbeiten („[Der Computer] ist einfach ein Gebrauchsgegenstand [in der Wahrnehmung der Schüler].“ – Interview 6). Allerdings werden zwei unterschiedliche Schlüsse daraus gezogen. Zum einen trauen diese Lehrkräfte den Schülern eher zu, mit dem Computer zu arbeiten, weil sie sich bereits mit dem Umgang auskennen („Schüler wachsen stärker [als früher] mit [der neuen Technik] auf und kennen sich zum Teil schon gut damit aus.“ – Interview 2), zum anderen wird aber auch die Konsequenz gezogen, dass der Computer nichts Besonderes für die Schüler und mit Vergnügen verbunden sei („[Manche Kollegen] denken, dass [bei Schülern] der Computer mit Freizeit gleichgesetzt wird und finden, dass der Computer von Schülern schon oft genug in der Freizeit benutzt wird und daher im Unterricht etwas anderes gemacht werden sollte.“ – Interview 4). Diese Verknüpfung mit der Freizeit sorgt wiederum dafür, dass die Schüler sich am Computer eher ablenken.

**e) Computereinsatz im Schülerlabor ist hilfreich** Auf den Computereinsatz im Schülerlabor angesprochen, geben vier der 14 Lehrkräfte an, dass sie die Art, den Computer einzusetzen, wie sie ihn zuvor gesehen haben, für sinnvoll und hilfreich halten. Dabei geht es in dieser Subkategorie allerdings nicht darum, dass der Computereinsatz den Schülern beim Lernen im Schülerlabor hilft, sondern darum, dass das Gesehene den Lehrkräften hilft. Ideen, wie man den Computer einsetzen könnte und die Tatsache, dass sich die Schüler im Labor intensiv in Programme einarbeiten, werden positiv aufgenommen („Ich finde [den Besuch im Schülerlabor] immer sehr interessant, weil ich viele neue Ideen aufschnappe und auch mit dem [Arbeitsheft für Schüler] neue Inspiration [für den Unterricht] sammle.“ – Interview 4 bzw. „Weil ich [den Schülern den Umgang mit dem Programm] nicht mehr beibringen muss, ist es jetzt möglich [den Computer im Physikunterricht einzusetzen].“ – Interview 3).

**f) Computer sind wichtig für die Gesellschaft** Wie in der Kategoriebeschreibung zum zukünftigen Nutzungswunsch auf Seite 110 bereits angegeben, sind in Kategorie

3 ebenfalls Aussagen, die die Wichtigkeit des Computers allgemein betreffen, hier mit einzuordnen. Vier Personen gaben an, dass der Computer heutzutage wichtig und nicht mehr wegzudenken ist. Zum Teil sind diese Aussagen recht wertfrei („Es hat sich ein Wandel [im Umgang mit dem Computer in der Schule] vollzogen, weil das insgesamt in der Gesellschaft so ist. Schüler wachsen heute mit der neuen Technik auf.“ – Interview 2) und beschreiben damit einfach die neutrale Einschätzung dieser technischen Entwicklung. Manche Lehrkräfte ziehen aus dieser Entwicklung aber auch schon einen Schluss für sich und ihren Unterricht, nämlich dass der Computereinsatz im Unterricht eine Konsequenz sein sollte („Ich finde, dass Computer und digitale Medien im Leben immer wichtiger werden. Daher finde ich gut, dass die Schüler schon in der Schule darauf treffen.“ – Interview 7).

**g) Computer sind wichtig für Schüler** Ebenfalls vier der Lehrkräfte machten Aussagen bezüglich der Wichtigkeit des Computers für Schüler. Dabei werden sie jedoch nicht konkret, sondern belassen es bei allgemeinen Einschätzungen („[Ich finde es wichtig] Wege zu finden, den Schülern den Nutzen des Computers zu zeigen, sodass sie sich in ihrer Freizeit vielleicht dafür interessieren [den Computer für mehr als ein Spielgerät] zu nutzen.“ – Interview 14). Die Befragten geben an, dass es ihnen wichtig ist, dass die Schüler den Computer als Werkzeug kennenlernen und auf eigenständiges Arbeiten mit dem Medium vorbereitet werden sollten.

**h) Lehrerausbildung** Als weitere Subkategorie ergab sich die Lehrerausbildung mit vier Nennungen von drei Personen. Ein Befragter meint, dass man an der veränderten Lehrerausbildung bereits sieht, dass dem Computereinsatz ein höherer Stellenwert beigemessen wird („[Ein Wandel hin zu Computern] ist auch an der Lehrerausbildung festzumachen.“ – Interview 2). Die anderen beiden betonen, dass es für Lehrer wichtig sei, sich mit dem Computereinsatz auszukennen und daher auch bei der Lehrerausbildung bereits einen größeren Schwerpunkt darauf zu legen, um die nötigen, fundierten Grundlagen zu schaffen („Wenn man [den Computereinsatz im Unterricht] wirklich fördern will, sollte man in der Ausbildung und im Referendariat gezielter [damit arbeiten].“ – Interview 7).

**i) Alternativen zum Computer** In dieser Subkategorie ist von den beiden Personen, deren Aussagen eingeordnet wurden, gemeint, dass der Computer nicht automatisch und immer eingesetzt werden solle, sondern auch berücksichtigt werden soll, was stattdessen getan werden kann („Ich glaube, deutsche Schüler nutzen den Computer genauso oft, wie andere Kinder. Die Frage ist, ob man den Umgang mit dem Computer lernt. Den Umgang [mit dem Computer] kann man auch lernen, ohne ihn täglich zu verwenden.“ – Interview 12).

**j) Computereinsatz ist ausreichend** Dieser Subkategorie wurde nur die Aussage „Einfach nur dem Ruf zu folgen, dass [Schüler] mehr am Computer arbeiten müssen, [finde ich nicht gut]. [Der Computer] sollte sinnvoll eingesetzt werden und dann muss es auch nicht unbedingt mehr sein.“ von Lehrkraft 12 zugeordnet. Sie hat dennoch eine eigene

Subkategorie eröffnet, weil dies die einzige Aussage war, die explizit darauf abzielt, dass kein Mehr an Computereinsatz sein muss. Stattdessen wird gefordert, dass der Einsatz logisch aus dem Zweck folgen sollte, der damit verfolgt wird.

##### 4.2.2.4. Praktische Umsetzungskenntnisse

Damit eine Aussage der vierten Kategorie „Praktische Umsetzungskenntnisse“ zugeordnet wird, muss folgende Bedingung erfüllt sein (vgl. Kodiermanual in Abschnitt A.3):

Die Person kennt Methoden, den Computer im Physikunterricht einzusetzen. Sie äußert Ideen, was man mit dem Computer im Unterricht erreichen kann und dass sie Ziele mit dem Computereinsatz verfolgt. In dieser Kategorie geht es darum, dass die Person bestimmte Dinge nennt, die sie im Physikunterricht mit dem Computer macht.

Die Beschreibung bezieht sich darauf, wie der Computer eingesetzt wird, nicht wieso. Induktiv ergaben sich die Subkategorien, die in Tabelle 4.6 aufgelistet sind. Die eingerückten Zeilen sind als Spezifizierung der darüber stehenden Subkategorie anzusehen. Dabei sagen die Zahlen hinter der eigentlichen Subkategorie aus, wie viele Aussagen (bzw. in eckigen Klammern von wie vielen Lehrkräften) getätigt wurden, die nicht in der Spezifizierung vorkommen.

Die Liste der Subkategorien kann gleichzeitig als eine Übersicht darüber interpretiert werden, welche Arten des Computereinsatzes die befragten Lehrkräfte in ihrem eigenen Physikunterricht anwenden. Da bei der Beschreibung der einzelnen Fälle in Kapitel 4.2.3 noch einmal genauer darauf eingegangen wird, wie die einzelnen Lehrkräfte den Computer in ihren Unterricht integrieren, wird im vorliegenden Abschnitt nicht so detailliert auf die einzelnen Subkategorien eingegangen, da viele Aussagen, die in Kategorie 4 kodiert wurden, einfach nur Aussagen wie „Tabellenkalkulation und Animation [nutze ich im Unterricht am meisten] und wenn es sich anbietet auch YouTube-Sequenzen als Filmmedium.“ (Interview 3) sind. Sie geben einfach nur wieder, was die Lehrkraft tut und geben keinen weiteren Aufschluss darüber wieso. Um Aufzählungen, die Tabelle 4.6 schon direkt entnommen werden können, zu vermeiden, werden einzelne, nicht offensichtliche Aspekte spezieller Subkategorien herausgegriffen und beschrieben. Es sind also nicht alle Subkategorien ausgeführt, sondern nur die, deren Aussagen über die reine Auskunft, den Computer auf diese Weise zu verwenden, hinausgehen.

**a) Animation/Simulation** Mit 32 Nennungen von zwölf Personen sind Animationen und Simulationen mit Abstand der am häufigsten erwähnte Computereinsatz unter den befragten Lehrkräften. Diese Tatsache deckt sich auch mit den Erkenntnissen aus den Lehrerfragebögen in Kapitel 3.2.1. Die Begründung, die oftmals in einem Atemzug mit Simulationen genannt wird, beinhaltet die bessere Veranschaulichung des Unterrichtsinhalts und geht oftmals einher mit den Gründen für den Computereinsatz, die in Kategorie 2 „Computer im aktuellen Physikunterricht“ genannt werden. Eine Lehrkraft geht auch auf *virtuelle Experimente* ein und bildet damit eine Ausnahme gegenüber all

<b>Kategorie 4: Praktische Umsetzungskenntnisse</b>		
Subkategorie	Anzahl Nennungen	
Animation/Simulation	32	[12]
Film(-ausschnitte)	12	[8]
Computer (allgemein)	10	[7]
Internetrecherche	13	[6]
Messwerterfassung	9	[4]
Videoanalyse	15	[8]
CASSY	8	[3]
Interaktives Whiteboard	14	[4]
Internetseiten	6	[4]
Ferngesteuerte Experimente	1	[1]
Smartphone/Tablets	13	[3]
Beamer	8	[3]
Dokumentenkamera	5	[3]
Bilder	3	[3]
Präsentationen	4	[2]
Auswertung von Messwerten	3	[2]
Schülern Daten bereitstellen	3	[2]
BYOD	2	[2]
Tabellenkalkulation	2	[1]
Graphen zeichnen	1	[1]
Mind Maps	1	[1]
Textverarbeitung	1	[1]

**Tabelle 4.6.:** Subkategorien zu Kategorie 4 „Computer im aktuellen Physikunterricht“ und jeweils Anzahl der kodierten Textstellen bzw. in eckigen Klammern der Fälle, in denen die Subkategorie auftauchte.

#### 4. Lehrerinterviews

ihren Kollegen, die eher von Applets und anderen Simulationen sprechen („[Ich finde] virtuelle Experimente zur Bestätigung des realen Experiments gut oder wenn man das Experiment in echt nicht durchführen kann.“ – Interview 8). Lehrkraft 11 beschreibt, dass Simulationen deshalb häufiger genutzt werden, weil durch interaktive Whiteboards statt Tafeln der Computer quasi verpflichtend im Fachunterricht mit eingesetzt wird („[Der Computer wird] mit dem Whiteboard für Applets und interaktives Arbeiten häufiger genutzt, weil jeder Fachraum damit ausgestattet ist.“ – Interview 11).

**b) Film(-ausschnitte)** In den meisten der acht Fälle, in denen von Filmausschnitten berichtet wird, beschreiben die Lehrkräfte, dass sie diese gerne zum Einstieg in eine Unterrichtsstunde oder eine neue Thematik einsetzen („Wir setzen den Computer auch ein, um mal eine Videosequenz als Einstieg zu zeigen.“ – Interview 5). Darüber hinaus wird aber von einer Person auch bemängelt, dass Filme im Gegensatz zu Simulationen nicht interaktiv seien („[Ich nutze im PU] auch Filme. Filme sind aber relativ statisch.“ – Interview 10).

**c) Computer (allgemein)** In dieser Subkategorie sind Äußerungen von sieben Lehrkräften enthalten, die im weiteren Sinne den Computereinsatz im Unterricht beschreiben. Dabei geht es sowohl um die Quantität des Einsatzes, als auch um allgemeine Aussagen („[Ich nutze] interaktive Programme.“ – Interview 14).

**d) Messwerterfassung** Vier Personen treffen Aussagen, denen man entnehmen kann, dass sie mit dem Computer Messwerte erfassen (außer mit Videoanalyse oder CASSY). Zwei Gruppen werden aber noch konkreter: Acht Lehrkräfte (und damit mehr als die Hälfte der Befragten) beschreiben, dass sie *Videoanalyse* im Physikunterricht nutzen. Hier geben zwei der Lehrkräfte an, mit dem Programm *measure dynamics* von PHYWE zu arbeiten (z. B. „Die Software, mit der ich bisher die besten Erfahrungen gemacht habe, ist *measure dynamics*.“ – Interview 1) und eine, beschreibt die Verwendung von Viana („Zur Videoanalyse nutze ich Viana oder etwas Entsprechendes für horizontalen und schrägen Wurf, beschleunigte Bewegung und Kreisbewegung.“ – Interview 10). Die Videoanalyse wird vorzugsweise in der Mechanik eingesetzt. Eine weitere Gruppe aus drei Lehrkräften berichtet, dass sie das System *CASSY* von der Firma Leybold einsetzt. Die einzige konkrete Nutzung, die von einer Lehrkraft dabei genannt wird, ist eine Magnetfeldstärkemessung per Hall-Sonde („[Beim Messen der Magnetfeldstärke per Hall-Sonde über das CASSY] nutze ich den Computer nur als Anzeigeeinstrument.“ – Interview 6).

**e) Interaktives Whiteboard** Von den vier Befragten, die angeben das interaktive Whiteboard im Physikunterricht zu verwenden, nennen alle mehrere unterschiedliche Möglichkeiten, es in den Unterricht zu integrieren. Zum Teil werden gemeinsam mit der Klasse Messwerte analysiert und interpretiert („Ich nutze das [interaktive] Whiteboard auch zur Messwerterfassung.“ – Interview 11), zum Teil für Videos und auch,

um Tafelbilder bereits zu Hause vorzubereiten („Ich bereite den Unterricht häufig als Whiteboardfolie vor und hab sie dann auf einem USB-Stick dabei.“ – Interview 4).

**f) Internetseiten** Die Verwendung von Internetseiten unterscheidet sich insofern von der reinen Internetrecherche, dass ersteres auch die Einbindungen von Homepages (z. B. in Schülerarbeitsphasen) für Aufgaben, Lernumgebungen und für ferngesteuerte Experimente (sog. *remote controlled laboratories*, „[Ich habe schon] ferngesteuerte Experimente [genutzt].“ – Interview 5) beinhaltet, während die Internetrecherche sich hauptsächlich um Informationsbeschaffung (Wissen, Daten und Fakten) dreht.

**g) Beamer** Beamer werden oftmals in Kombination mit Dokumentenkamera oder interaktivem Whiteboard eingesetzt. Sie dienen damit eher als Mittel zum Zweck und erscheinen vielen Lehrkräften nicht erwähnenswert. Das lässt sich daran festmachen, dass manche Lehrkräfte zwar den Einsatz z. B. von Simulationen zur Demonstration erwähnen, aber nicht explizit über Beamer sprechen.

**h) Auswertung von Messwerten** Diese Subkategorie existiert zusätzlich zu „Messwerterfassung“, weil zum Teil auch manuell analog erfasste Daten eingegeben werden, die dann am Computer ausgewertet werden („Man gibt anfangs die Daten der Schüler ein und kann [per Computer und Beamer] Diagramme erstellen [und den Schülern zeigen].“ – Interview 14).

**i) Schülern Daten bereitstellen** Zwei Lehrkräfte geben an, dass sie ihren Schülern Daten digital bereitstellen. Das passiert per E-Mail, aber auch per Website, auf die beispielsweise Daten hochgeladen werden, die die Schüler dann zur Auswertung herunterladen können.

**j) BYOD** Diese Subkategorie trägt die Abkürzung für den englischen Begriff *bring your own device* (dt.: Bring dein eigenes Gerät mit). Die zwei Lehrkräfte, von denen jeweils eine Aussage in diese Subkategorie fällt, geben an, dass sie ihre Schüler ihren privaten Laptop bzw. ihr Smartphone von zu Hause mitbringen und im Unterricht einsetzen lassen („Wir haben Schüler auch schon ihre Laptops von zu Hause mitbringen lassen und ihnen Dateien zum Bearbeiten per USB-Stick gegeben.“ – Interview 4 und „Obwohl es eigentlich an der Schule verboten ist, nutze ich das Smartphone. Zu Unterrichtszwecken nutzen die Schüler dann ihr Smartphone und eine bestimmte App oder zur Internetrecherche.“ – Interview 8).

### 4.2.2.5. Wirksamkeitserwartung

Damit eine Aussage der fünften Kategorie „Wirksamkeitserwartung“ zugeordnet wird, muss folgende Bedingung erfüllt sein (vgl. Kodiermanual in Abschnitt A.3):

#### 4. Lehrerinterviews

Die Person erklärt, ob und wie sich der Computereinsatz im Physikunterricht auf dessen Qualität auswirkt. Sie äußert sich zu dessen Wirksamkeit.

Hinter dieser Anforderung steht somit die Frage, wie es funktioniert, dass das, was die Lehrkraft tut, den Unterricht verbessert. Dabei wird eine Abstraktionsebene weiter gegangen als in Kategorie 2 „Computer im Physikunterricht“, weil hier die Erklärungen über den Wirkmechanismus *Computereinsatz* → *Unterrichtsqualität* gegeben werden.

Da bereits bei der ersten Kodierung keine Aussagen in diese Kategorie fielen, konnten dementsprechend auch keine Subkategorien gebildet werden.

##### 4.2.2.6. Ausstattung

Damit eine Aussage der sechsten Kategorie „Ausstattung“ zugeordnet wird, muss folgende Bedingung erfüllt sein (vgl. Kodiermanual in Abschnitt A.3):

Die Person trifft eine Aussage zur Ausstattung der eigenen Schule mit Computern (PCs, Laptops, Tablets, Smartphones und ähnlichem).

Induktiv ergaben sich die Subkategorien, die in Tabelle 4.7 aufgelistet sind.

Auch bei den Subkategorien zur Ausstattung wird an dieser Stelle nicht im Detail auf jede Aussage in der Subkategorie eingegangen, da die Ausstattung der jeweiligen Schulen bei der Beschreibung der Fälle in Kapitel 4.2.3 genauer beschrieben wird. Grundsätzliche Aussagen, die über das reine Nennen der Ausstattung hinausgehen, werden allerdings beschreibend zusammengefasst.

**a) Computerraum** Mit 22 Nennungen von elf Personen ist der Computerraum in den meisten Schulen vorhanden. Neben den Äußerungen zur Existenz dieser Räume werden Probleme beschrieben, die auftreten, wenn man mit dem Computer arbeiten möchte. Drei Personen geben an, dass die entsprechenden Räume oftmals belegt sind und man sie daher nicht flexibel in den Physikunterricht einbauen kann („Spontan in den PC-Raum zu gehen, ist selten möglich. [Spontaneität] ist schwierig, aber das ist schon in Ordnung so.“ – Interview 1). In einem Fall gibt die Lehrkraft auch an, dass die Software im Computerraum nicht fachspezifisch sei („Wir haben einen Computerraum, aber da ist keine Physiksoftware installiert, nur Office-Programme, Internetzugang und das Übliche.“ – Interview 9). Dieser Umstand schränkt die Lehrkraft in ihrem Unterrichtshandeln mit Computern in Schülerhand ein.

**b) Probleme** Ebenfalls elf der Befragten geben Schwierigkeiten mit der Ausstattung an. Das oben bereits erwähnte Problem, mangelnder Softwareausstattung und Flexibilität ist nur eines von mehreren. Daneben wird auch genannt, dass manche Geräte nicht zuverlässig funktionieren (z. B. „Wir haben in allen Fachräumen Smartboards, die manchmal nicht richtig funktionieren.“ – Interview 1). Eine Lehrkraft bemängelt, dass der Internetzugang der Schule zu langsam ist („[Dass die Zugangsgeschwindigkeit zum Internet



<b>Kategorie 6: Ausstattung</b>		
Subkategorie	Anzahl Nennungen	
Computerraum	22	[11]
Probleme	18	[11]
PCs	15	[10]
Laptops	11	[8]
Beamer	9	[7]
Interaktive Whiteboards	15	[6]
Qualität	11	[5]
Messwerterfassungssysteme	6	[5]
Dokumentenkamera	8	[4]
Wünsche	5	[4]
Allgemeine Aussagen	4	[3]
Internetzugang	4	[3]
Tablets	4	[2]
Personal	3	[2]
Software	3	[2]
Kamera	2	[2]
Overheadprojektor	1	[1]
Smartphones	1	[1]

**Tabelle 4.7.:** Subkategorien zu Kategorie 6 „Ausstattung“ und jeweils Anzahl der kodierten Textstellen bzw. in eckigen Klammern der Fälle, in denen die Subkategorie auftauchte.

#### 4. Lehrerinterviews

reduziert ist], ist ein praktisches Problem.“ – Interview 3). Zwei Personen geben an, dass es schwierig ist, neue Software zu installieren, weil ihnen die Berechtigung dazu fehlt („Es ist blöd, dass wir keine eigene [Software] installieren dürfen, weil alles über den [Landkreis] geht. Nicht mal unser EDV-Beauftragter kann da was [installieren].“ – Interview 10). Wenn es dann sogar so ist, dass an der Schule keine Person eine Berechtigung hat, Software zu ändern, ist es auch entsprechend schwierig, neuen Softwareentwicklungen und dementsprechend auch korrespondierender Hardware (Messwerterfassung o. Ä.) einen Platz im Physikunterricht einzuräumen. Ein weiteres genanntes Problem ist das Alter der vorhandenen Hardware („[Weil die Computer so alt sind], wäre es schwierig, damit Daten zu verarbeiten.“ – Interview 11). Auch wenn die meiste Software für den Physikunterricht nicht besonders ressourcenintensiv ist, stellt es ein Problem dar, wenn beispielsweise das Betriebssystem zu den gewünschten Anwendungen nicht kompatibel ist oder mit daraus resultierenden Schwierigkeiten und Problemen zu rechnen ist.

**c) Qualität** Von den fünf Personen mit Äußerungen zur Qualität des Computereinsatzes, geben drei an, gut ausgestattet zu sein, während die anderen beiden von einer „mittelprächtigen“ (Interview 1) bzw. „zufriedenstellenden“ (Interview 8) Ausstattung berichten.

**d) Wünsche** Es werden unterschiedliche Wünsche bzgl. der Ausstattung genannt. Lehrkraft 6 hätte gerne in jedem Klassenraum einen Computer zur Internetrecherche und zum Filmschauen. Andere Befragte sagen, dass sie öfter den Computer einsetzen wollten, ihnen aber beispielsweise die Laptops oder die entsprechenden Programme für den Physikunterricht fehlten (Interview 9).

**e) Allgemeine Aussagen** Die vier Aussagen in dieser Subkategorie sind recht divers. Eine Person berichtet davon, dass die Schülerinnen und Schüler auch von zu Hause Laptops zum Arbeiten im Unterricht mitbringen könnten. Eine andere gibt an, dass Arbeitsmöglichkeiten mit PCs für die Schülerinnen und Schüler in der Schule bestehen. Die dritte Lehrkraft sagt, dass bei ihnen kein PC oder Laptop für den Fachunterricht in Physik zur Verfügung stehen.

**f) Tablets** Die Ausstattung mit Tablets ist in den meisten Schulen kein Thema. Nur zwei der 14 Befragten machten eine Aussage, die mit Tablets zu tun hat. In einem Fall gibt es acht Tablets an der gesamten Schule, im anderen berichtet die Lehrkraft davon, dass sie ihre eigene Ausrüstung von zu Hause mitbringt und die Schule „unterdurchschnittlich bis schlecht“ (Interview 8) ausgestattet sei.

**g) Personal** Nur zwei Personen berichten im Zusammenhang mit der Ausstattung ihrer Schule von Personal. Im Fall von Lehrkraft 1 war „unser Techniker“ schon mehrfach nötig, um das interaktive Whiteboard im Physikraum reparieren zu lassen. Außerdem berichtet Lehrkraft 10 davon, dass eine Firma für die Hard- und Software an ihrer Schule zuständig sei und es daneben noch einen EDV-Beauftragten an der Schule gebe.

**h) Smartphones** Lehrkraft 8 gibt an, so gut wie keine oder keine Smartphones an der Schule zu haben, stattdessen jedoch die Geräte der Schüler im Unterricht mit einsetzen zu wollen.

#### 4.2.2.7. Computereinsatz im Schülerlabor

Damit eine Aussage der siebten Kategorie „Computereinsatz im Schülerlabor“ zugeordnet wird, muss folgende Bedingung erfüllt sein (vgl. Kodiermanual in Abschnitt A.3):

Die Person äußert sich zum Computereinsatz im Schülerlabor. Es werden Vor- und Nachteile genannt und Vergleiche zur eigenen Unterrichtspraxis gezogen.

In den anderen Kategorien geht es um allgemeine Anmerkungen und Einstellungen oder konkret um den Physikunterricht. Hier geht es um die spezielle Situation des Schülerlabors. Induktiv ergaben sich die Subkategorien, die in Tabelle 4.8 aufgelistet sind.

Kategorie 7: Computereinsatz im Schülerlabor			
Gruppe	Subkategorie	Anzahl Nennungen	
1) Wie wurde der Computer eingesetzt?	Videoanalyse	41	[9]
	Simulation Krimi-Labor	10	[3]
	Sonstige Aussagen	5	[3]
	Simulationen zur E-Mobilität	12	[2]
	Kraftmessplatte	5	[2]
2) Übertragbarkeit auf den Unterricht	Unterschied zur Schule	9	[4]
	Machbarkeit	5	[4]
	Probleme	8	[3]
	Gemeinsamkeiten zum Unterricht	4	[3]
3) Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	27	[13]
	Positives beim Arbeiten (Schüler)	20	[9]
	Experiment vs. Computer	15	[9]
	Verbesserungsvorschläge	7	[7]
	Lehrkraft ist beeindruckt	9	[6]
	Probleme beim Arbeiten (Schüler)	7	[5]
	Betreuung	5	[3]
	Vorteile des CE	4	[3]
Probleme (allgemein)	2	[2]	

**Tabelle 4.8.:** Subkategorien zu Kategorie 7 „Computereinsatz im Schülerlabor“ und jeweils Anzahl der kodierten Textstellen bzw. in eckigen Klammern der Fälle, in denen die Subkategorie auftauchte.

#### 4. Lehrerinterviews

In dieser Kategorie ließen sich einige der Subkategorien zur besseren Übersichtlichkeit in zwei Gruppen einordnen, nämlich in eine Gruppe, die beschreibt, wie der Computer im Schülerlabor in den Augen der Lehrkräften eingesetzt wurde und in eine Gruppe zur Übertragbarkeit auf den Physikunterricht.

##### 1) Wie wurde der Computer im Schülerlabor eingesetzt?

Aus dem Interviewleitfaden gab es durch die Frage „Wie wurde der Computer in diesem Schülerlabor eingesetzt?“ entsprechend viele und ausführliche Antworten zum Computereinsatz im Schülerlabor. Daher war es logisch, eine Gruppe mit den Labortagen, die die Lehrkräfte mit ihren Klassen besucht haben, zu bilden. Diese Gruppe besteht aus den folgenden Subkategorien. Viele der Aussagen in dieser Gruppe sind deskriptiver Natur und beschreiben nur, dass die Schülerinnen und Schüler den Computer (im jeweiligen Kontext) verwendet haben. Die Aspekte, die darüber hinausgehen, werden etwas genauer ausgeführt. Es gilt zu beachten, dass die Interviews von der Person geführt wurden, die das Schülerlabor organisiert und somit von den Lehrkräften als Verantwortlicher gesehen wird. Es liegt nahe, dass Kritik aus sozialer Erwünschtheit vielleicht nicht so deutlich geäußert oder stärker relativiert wird.

**a) Videoanalyse** Sieben der 14 Interviewten besuchten am Tag der Befragung ein Schülerlabor, das videoanalysebasiert ist. Dazu zählen die drei Schülerlabore *Biomechanik, Salto & Co.* und die *Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen*. Außerdem waren zwei der Befragten bereits schon einmal im Goethe-Schülerlabor Physik, bevor sie interviewt wurden. Da in diesen Schülerlaboren sehr intensiv mit Laptops gearbeitet wurde, kann man nachvollziehen, dass mit 41 Aussagen viel zu dieser Thematik beigetragen wurde.

Acht der neun Lehrkräfte beschreiben *Positives* am Computereinsatz im Schülerlabor mit 16 Aussagen. Lehrkraft 2 fasst viele der Aussagen ihrer Kolleginnen und Kollegen gut zusammen: „Ich finde es gut, dass [die Schüler] die Aufnahmen praktisch analysieren und ihnen nicht einfach irgendwas gegeben wird. Anhand der Aufnahmen sehen sie, was verbessert werden muss oder wie sie mit dem Material, das ihnen zur Verfügung steht, umgehen müssen. Sie sehen, ob sie ein Experiment vielleicht wiederholen müssen, welche Fehlerquellen auftreten und wie die Messwerte zustande kommen.“ Die Aktivität der Schülerinnen und Schüler bei Planung und Durchführung des Experiments, damit man es per Videoanalyse auswerten kann, wird gelobt. Dabei müssen sie eigenständig arbeiten und die Rahmenbedingungen vorher so festlegen, dass sie eine erfolgreiche Messwertaufnahme haben. Wenn das nicht gelingt, sehen sie schnell, was geändert werden muss und können es umsetzen. Außerdem wird die graphische Darstellung in Diagrammen und die Einblendungen ins Video begrüßt, die dafür sorgt, dass die Lernenden die Messwerte schnell aufbereitet bekommen („Ich denke, [die Schüler] haben die grafischen Darstellungen [am Computer] schnell erkannt.“ – Interview 7). Alternativen zur Videoanalyse von Bewegungen (händisches (auf-) zeichnen der Messwerte, Betrachten von Bildern etc.) schätzen die Lehrkräfte dem computerbasierten Arbeiten in diesem Zusammenhang als untergeordnet ein. Außerdem scheint den Schülerinnen und Schülern der Umgang mit dem genutzten Programm leicht zu fallen („Das Schneiden und Laden [der Videos] war

durchaus intuitiv.“ – Interview 3). Allerdings berichtet Lehrkraft 3 auch davon, dass die Bedienung des Programms für einige Lernende nicht so leicht sei und widerspricht sich diesbezüglich selbst („[Ich sehe Änderungsbedarf daran], dass viel Zeit drauf geht, das Programm bzw. dessen Bedienung zu verstehen.“ – Interview 3). Daraus ergibt sich als Verbesserungsvorschlag, der auch von zwei anderen Lehrkräften genannt wurde, eine ausführlichere Einführung in das Programm zu geben. Je nach Klasse wird aber auch davon gesprochen, dass (in der Mittelstufe) durchaus noch tiefer in den Stoff eingedrungen werden könnte und speziellere Fragestellungen behandelt werden könnten („Ich denke, die [Schüler] wären am Computer firm genug, dass man in der Auswertung noch weitergehende Aspekte, wie z.B. statistische Aspekte, mit rein nimmt.“ – Interview 11).

Der Großteil der restlichen Aussagen zur Videoanalyse ist beschreibender Natur und gibt nur an, dass die Schülerinnen und Schüler auf diese Weise gearbeitet haben. Einzelne Herausforderungen, wie das Setzen und Analysieren von Messpunkten und das intensive Arbeiten mit den aufgenommenen Daten werden von zwei Lehrkräften extra hervorgehoben (z. B. „[Die Schüler] haben sich mit den ganzen Daten und Ergebnissen länger auseinandergesetzt.“ – Interview 9).

**b) Simulation im Schülerlabor Physik und Kriminalistik** Das Kriminalistik-Schülerlabor wurde von 4 Lehrkräften besucht, die nach der Hälfte des Vormittags interviewt wurden. Dieser Labortag basiert auf einer Staatsexamensarbeit von Ottohal (2012). An einer Station arbeiten Schüler mit einer Simulation, um die Flugbahn einer Pistolenkugel nachzuvollziehen und zu überprüfen, ob sie auf kurze Distanzen durch einen Laserstrahl genähert werden kann. Dazu wird das Programm *Newton II* genutzt, das durch Eingabe von Ausgangsdaten (Startort, -geschwindigkeit und wirkende Kräfte) Geschwindigkeit und Ort in Abhängigkeit der Zeit berechnet. Die Ergebnisse können graphisch durch Diagramme ausgegeben werden. Im Schülerlabor wird also nur ein spezieller Aspekt des Programmes eingesetzt.

Zwei der Lehrkräfte merken an, dass der Computereinsatz nur einen kleinen Teil des besuchten Schülerlabors ausmacht („Wir sind zum Thema Kriminalistik hier und da ist der Computereinsatz nicht wirklich umfangreich.“ – Interview 12). Die Mächtigkeit des Simulationsprogrammes kam bei einer Lehrkraft nicht gut an („[Ich finde] die Simulation gut, aber für Schüler ist [sie] überfrachtet mit den ganzen Eingaben.“ – Interview 13). Die eher ablehnende Aussage wurde jedoch wieder relativiert („[An der einen Station, wo es um die Wurfparabel ging] war [der Computereinsatz] okay.“ – Interview 13), was aber eventuell auf die soziale Erwünschtheit im Interview zurückzuführen ist. Die anderen beiden Lehrkräfte sehen die Simulation und deren Einbindung eher positiv („[Ich fand an der Simulation gut], dass die Schüler überdenken, ob der [gerade Laserstrahl sinnvoll ist].“ – Interview 12 bzw. „[Die Simulation im Kriminalistiklabor] ist schon passend, weil die Flugbahn der Pistolenkugel eine gute Sache ist, um mit dem Computer analysiert zu werden.“ – Interview 1).

**c) Sonstige Aussagen** In diese Kategorie fielen allgemeine Aussagen, die den Computereinsatz im Schülerlabor beschreiben. In diesem Zusammenhang wird die Verwendung

#### 4. Lehrerinterviews

von Messwerterfassungssystemen oder die Auswertung von Diagrammen am Computer erwähnt. Lehrkraft 8 beschreibt auch, dass der Computer „in hohem Maße“ eingesetzt wird und lobt die Verknüpfung von händischem Experimentieren und Auswertung am Computer („[Der Computer wurde im Schülerlabor] nicht als abstrakte Blackbox eingesetzt und ein Experiment simuliert, sondern es wurde [klassisch experimentiert] und der Computer wertet dann Geschwindigkeitsvektoren in Bewegungen aus.“ – Interview 8).

**d) Simulationen zur Elektromobilität** Drei der interviewten Lehrkräfte besuchten an dem Tag das Schülerlabor zur Elektromobilität. In diesem Schülerlabor wird an zwei der drei Stationen unter anderem mit Simulationen zur Veranschaulichung von Stromfluss und Magnetfeld im Elektromotor gearbeitet. Eine genauere Beschreibung ist dem Abschnitt „Unterrichtseinheit Physik“ in Wilhelm, Dalichau und Lühken (2016) zu entnehmen.

Lehrkraft 10 war sehr angetan von der Art, Simulationen einzusetzen („[Ich finde den Computereinsatz klasse], wo man sieht, wo welche Kräfte oder Felder wirken, wo Felder überhaupt sind und wie sie sich ändern.“ – Interview 10). Sie beschreibt in insgesamt zehn Nennungen, wie der Computer von den Schülerinnen und Schülern eingesetzt wird und dass die Simulationen alternativen Vorgehensweisen mit Bildern oder an der Tafel überlegen sei („[Ich finde den Computereinsatz klasse], wo man sieht, wo welche Kräfte oder Felder wirken, wo Felder überhaupt sind und wie sie sich ändern.“ – Interview 10). Lehrkraft 14 gibt in zwei Aussagen an, was sie beobachtet hat. Dabei urteilt sie nicht weiter über das Gesehene, zeigt aber auch keine Probleme auf („[Die Simulationen im Elektromobilitätschülerlabor] dienen dazu [einen Vorgang] langsamer oder schneller sehen zu können. [Schüler arbeiteten mit Simulationen], um ein abstraktes Thema zu erklären, zu vertiefen und sich damit zu beschäftigen. [Die Simulationen] sind weniger zur Analyse, sondern interaktiv und erklärend.“ – Interview 14).

**e) Kraftmessplatte** In den Schülerlaboren *Salto & Co.* und *Biomechanik* wird zur Messwertaufnahme unter anderem die Kraftmessplatte als externer Sensor genutzt. Die Schülerinnen und Schüler springen auf dieser Platte bzw. gehen darüber und messen die Normal- und Tangentialkräfte, die bei diesen Bewegungen auftreten. Sechs der Lehrkräfte waren mit ihrer Klasse am Tag ihres Interviews zu einem dieser beiden Themen zu Besuch.

Lehrkraft 5 ist von der Nutzung der Kraftmessplatte angetan und schätzt den Einsatz, weil sie ihn in der Schule so nicht durchführen kann („Ich fand die Sprünge [auf der Kraftmessplatte] sehr gut, weil wir die Sensoren nicht haben und [das Experiment] gar nicht nachstellen können.“ – Interview 5). Lehrkraft 8 betont den starken Fokus auf die Arbeit mit dem Computer, die ihr im Schülerlabor aufgefallen ist („Für mich ist nicht nur der Laptop ein Computer, [sondern auch die Kraftmessplatten]. [Zur Auswertung in Form von z.B.] Diagrammen, wurde [der Computer] in hohem Maße eingesetzt.“ – Interview 8).

## 2) Übertragbarkeit auf den Unterricht

Die vier Subkategorien, die in dieser Gruppe zusammengefasst werden, sind Tabelle 4.8

zu entnehmen. Dem Interviewleitfaden (vgl. Abschnitt A.2) lässt sich die Frage „Ist der Computereinsatz, wie Sie ihn hier gesehen und erlebt haben, auf Ihren Physikunterricht übertragbar?“ entnehmen. In den folgenden Subkategorien sind die Aspekte der Antworten zusammengefasst.

**a) Unterschied zur Schule** Vier der interviewten Lehrkräfte stellen zunächst Unterschiede zum Physikunterricht in der Schule heraus. Ein augenscheinlicher Unterschied ist der Zeitrahmen, den ein vormittag langer Besuch im Schülerlabor im Vergleich zu einer Einzel- oder Doppelstunde im Unterricht bietet („Im Schülerlabor besteht die Möglichkeit, dass man drei oder vier Stunden am Stück [an Physik] arbeitet, die man im Unterricht nicht hat.“ – Interview 2). Dieser Unterschied bringt bei der Übertragung auf den Unterricht notwendigerweise auch eine Reduktion des Inhalts mit sich. Neben den zeitlichen Rahmenbedingungen nennen mehrere Personen auch die Ausstattungsunterschiede zwischen Schülerlabor und Schule (z. B. Lehrkraft 5 im Zitat, aus Abschnitt 1e)). Diese Unterschiede ermöglichen auch eine andere Arbeitsweise, da bei zu wenigen oder gar fehlenden Laptops die Schülerinnen und Schüler im Unterricht logischerweise auch nicht in Kleingruppen eigenständig am Computer arbeiten können („Ich finde es sehr wichtig, [dass die Schüler selbst am Computer arbeiten können. Das ist in der Schule nicht möglich].“ – Interview 11). Aber auch die Ausstattung mit Experimentiermaterial ist in Schulen nicht immer so gut wie im Schülerlabor („Es gibt besser und schlechter mit Experimentiermaterial und Computern ausgestattete Schulen. Daher finde ich es wichtig, dass im Schülerlabor [experimentiert und mit dem Computer gearbeitet] wird.“ – Interview 11). Lehrkraft 3 lässt in ihrer Aussage „Ich finde es gut, den Computer zu nutzen, weil man im Unterricht nicht die Möglichkeit in dieser Art hat, den Schülern eine ‚ganz neue Mechanik‘ beizubringen.“ offen, inwiefern in der Schule andere Möglichkeiten bestehen, als im Schülerlabor. Sie sieht diese Möglichkeiten aber im Rahmen von Projekttagen eher erfüllt („[Im Schülerlabor] kann man das einfach mal machen und als Idee mit in Projekttag [an der Schule] nehmen, wo man [mehr] Zeit hat [und] in kleineren Gruppen arbeitet.“ – Interview 3).

**b) Machbarkeit** Zwei der Lehrkräfte halten den Computereinsatz aus dem Schülerlabor unter der Bedingung für übertragbar, dass die Unterschiede zum Unterricht von Seiten der Schule abgebaut werden („Ich glaube, [der Computereinsatz wie im Schülerlabor wäre auf den Unterricht übertragbar], wenn man die Mittel dazu in der Schule hat.“ – Interview 1 zur Kriminalistik bzw. „[Ich halte das, was im Schülerlabor mit dem Computer gemacht wird, für auf den Unterricht übertragbar.]“ – Interview 2 zur Biomechanik). Abgesehen von Simulationen wird die Machbarkeit aber auch in den anderen drei Aussagen, die in diese Subkategorie fallen, jeweils mit einer Bedingung verknüpft, die zunächst erfüllt sein müsste. Lehrkraft 3 hält den Computereinsatz im Schülerlabor für „personalintensiv“ und damit für schwierig, weil im Unterricht in der Regel nur eine Lehrkraft für eine Klasse (20 bis 30 Schülerinnen und Schüler) zuständig ist und Lehrkraft 8 fehlt die Ausstattung, um (die Schülerlabore zu Elektromobilität und Biomechanik) im Physikunterricht umzusetzen.

**c) Probleme** Die Lehrkräfte 1, 3 und 11 sehen explizit Probleme bei der Umsetzung. Während Lehrkraft 3 es im Wesentlichen für schwierig hält, die gesamte Klasse beim Arbeiten am Computer zu beaufsichtigen und angemessen zu betreuen („[Im Schülerlabor] gibt es eine intensive Betreuung im Umgang mit einem Messprogramm, die man in der Schule bei 22 Schülern nicht leisten kann, weil man parallel 11 mal die Arbeit mit dem Messprogramm anleiten müsste.“ – Interview 3) und sich intuitivere Programme wünscht („Zur Zeit ist noch das Problem, dass neue Programme nicht selbsterklärend [genug] sind.“ – Interview 3), fehlt den Lehrkräften 1 und 11 schlicht die nötige Ausstattung, um den Computereinsatz zu übertragen („In unserem Fall ist es wichtig, dass wir [im Schülerlabor] Messungen mit dem Computer durchführen können, weil uns die Computer [in der Schule] nicht zur Verfügung stehen.“ – Interview 11).

**d) Gemeinsamkeiten zum Unterricht** Als Gemeinsamkeit mit dem Unterricht wurde bei den Schülerlaboren *Salto & Co.* und *Biomechanik* vor allem von inhaltlichen Anknüpfungspunkten berichtet. Sei es das eigentliche Experiment („Die anderen Experimente [ohne Computereinsatz] macht man so auch in der Schule.“ – Interview 2) oder die Auswertung von Graphen („[Das Arbeiten mit Graphen] fand ich eine gute [Wiederholung]. [Die Nutzung des Computers brachte bei den Graphen] eine Zeitersparnis im Vergleich dazu, wenn die Messungen und Zeichnungen [manuell angefertigt würden].“ – Interview 5 bzw. „Wir haben [solche Darstellungen] auch schon einmal auf ‚dem Blatt‘ eingezeichnet.“ – Interview 7).

### 3) Bewertungen

Die restlichen Subkategorien zum Computereinsatz im Schülerlabor wurden dieser Gruppe zugeordnet und werden hier in der Reihenfolge der meisten Nennungen vorgestellt.

**a) Der Computereinsatz ist angebracht** 13 der 14 interviewten Lehrkräfte waren ganz oder zumindest zum Teil der Meinung, dass der Computereinsatz im Schülerlabor angebracht sei. Die Häufigkeit der Aussagen in dieser Subkategorie lässt sich auf die Frage „Halten Sie den Computereinsatz im Schülerlabor für sinnvoll?“ zurückführen, die im Interviewleitfaden (vgl. Abschnitt A.2) vorkommt. Fast alle Lehrkräfte bejahen diese Aussage (z. B. „[Ich halte den Computereinsatz im Schülerlabor] auf jeden Fall [für sinnvoll].“ – Interview 11). Lehrkraft 12 besuchte das Schülerlabor *Physik und Kriminalistik*, in dem der Computereinsatz keine sehr große Rolle spielt und hat aus diesem Grund keine entsprechende Antwort gegeben. Von anderen Lehrkräften wurde explizit gelobt, dass die Tätigkeit der Schülerinnen und Schüler am Computer eine moderne Arbeitsweise darstellt („Es ist eine gute und tolle Erfahrung die [moderne] Messmethode zu nutzen. Man fängt heute ja nicht mehr mit einem Lineal an [zu messen].“ – Interview 3). Lehrkraft 4 hat auch den Eindruck, dass die Schülerinnen und Schüler durch den Computereinsatz leichter lernen („[Ich glaube, dass den Schülern das Lernen durch den Computereinsatz] erleichtert wird.“ – Interview 4). Lehrkraft 6 lobt, dass durch den Computereinsatz der zeitliche Schwerpunkt beim Auswerten von Experimenten



weg von der Datenaufbereitung hin zur Interpretation gelenkt wird („[Ich finde gut am Computereinsatz], dass man mehr zu physikalischen Sachen kommt und nicht für das Anfertigen von Diagrammen viel Zeit verwendet.“ – Interview 6).

**b) Positives beim Arbeiten (Schüler)** In dieser Subkategorie beschrieben neun Lehrkräfte mit insgesamt 20 Aussagen, was ihnen beim Beobachten der Schülerinnen und Schüler Positives an deren Arbeitsweise aufgefallen ist. Viele der Lehrkräfte beschreiben ihre Schülerinnen und Schüler als „engagiert bei der Sache“ (Interview 3). Lehrkraft 3 geht auch ausdrücklich darauf ein, dass sowohl die Jungen als auch die Mädchen gut mit dem Computer arbeiten. Es wird auch beschrieben, dass die Schülerinnen und Schüler einen „ganz normalen Umgang mit dem Computer“ (Interview 4) hätten. Das lässt darauf schließen, dass die Hemmschwelle der Schülerinnen und Schüler, mit dem Computer zu arbeiten, recht gering ist (vgl. auch „Was mich gewundert hat, war, dass die Schüler da sehr offen sind und sofort ‚dran los‘ gehen.“ – Interview 6). Die Schülerinnen und Schüler selbst geben zum Teil auch positive Rückmeldungen an ihre Lehrkraft („Ich habe [die Schüler] eben schon mal gefragt und sie sagten, dass es ihnen wirklich gut gefiele. Ich habe den Eindruck, dass jeder [mitarbeitet] und das ist immer ein Zeichen, dass es ganz okay ist.“ – Interview 4). Die Lehrkräfte wiederum sind zufrieden mit der Arbeitshaltung ihrer Klasse im Schülerlabor („[Im Schülerlabor arbeiten] die Schüler mit neuen Programmen, die ich auch nicht kannte, die aber für die Schüler leicht zu erarbeiten waren.“ – Interview 8).

**c) Experiment vs. Computer** Aus dem Interviewleitfaden stammt auch die Aussage „Manche Kritiker sagen, dass der Computereinsatz das Experimentieren in den Schatten stellt.“, zu der die Lehrkräfte Stellung nehmen sollten. Damit wurde der Vergleich zwischen Experiment und Computereinsatz angestellt. Alle acht Lehrkräfte, die sich auf diesen Vergleich eingelassen haben, sagen bezüglich des Schülerlabors, dass dort eine gute Mischung aus beiden Aspekten vorliegt (z. B. „[Das Elektromobilitätsschülerlabor] war auch schön und hat Spaß gemacht, aber die Kombination aus Computer[einsatz] und Experiment finde ich bei der Bewegung am gelungensten.“ – Interview 11). Im Zweifelsfall wurde eher dem Experiment die prominentere Rolle eingestanden („Ich habe bei den Gruppen [im Schülerlabor] gesehen, dass es nicht um den Computer ging, sondern dass sie etwas erleben und anwenden wollten. Der Computer war an vielen Stationen ein gutes Hilfsmittel zur Auswertung.“ – Interview 3). Somit ergab sich in der Wahrnehmung der befragten Lehrkräfte weniger eine Konkurrenz zwischen Computereinsatz und klassischem Experimentieren, sondern eine Symbiose, in der die Verwendung des Computers den Schülerinnen und Schülern als Werkzeug (z. B. zeitliche) Möglichkeiten für die Interpretation der Daten und das Verständnis des Experiments eröffnet. Das kommt auch bei den Lehrkräften gut an („Das ist, was man sich an Beispielen wünscht und wovon man am liebsten hunderte hätte. [Diese Art den Computer zu benutzen] lässt einen im Physikunterricht aufblühen.“ – Interview 8). Lehrkraft 6 besuchte das Schülerlabor *Salto & Co.*, in dem mit Kraftmessplatte und Videoanalyse gearbeitet wird. An jeder Station sind die Schülerinnen und Schüler auf den Computer angewiesen. Die Aussage

#### 4. Lehrerinterviews

„Das [Schülerlabor] würde auch ganz ohne Computer funktionieren.“ (Interview 6) ist wohl so zu deuten, dass das Schülerlabor bei grundsätzlich anderer Konzeption auch ohne Computer auskommen könnte. Allerdings müsste dazu die Messwertaufnahme auf herkömmliche Weise und bei daran angepassten, komplexitätsreduzierten Bewegungen stattfinden.

**d) Verbesserungsvorschläge** In dieser Subkategorie sind die Aussagen von sieben Lehrkräften zusammengefasst, die Hinweise geben, wie man den Computereinsatz im Goethe-Schülerlabor Physik abändern könnte. Lehrkraft 2 wünscht sich eine bessere Erklärung, was der Computer tut, um das „Black-Box-Phänomen“ (Interview 2) zu reduzieren. Schwierigkeiten bei der Messwertaufnahme sollten vermieden werden. Das bezieht sich vor allem auf die Videoanalyse, bei der möglichst mit automatischer Analyse gearbeitet werden sollte, um weniger Zeit mit manuellem Klicken auf Messpunkte zu verlieren (Interview 5). Lehrkraft 6 findet den Computer etwas zu präsent („Ich würde mir eine Akzentuierung auf die Umsetzung [des Experiments] wünschen, [wenn man mit dem Computer arbeitet].“ – Interview 6) und Lehrkraft 7 wünscht sich für die Schülerinnen und Schüler eine bessere Einweisung in das Programm, mit dem sie arbeiten. In diesem Sinne ist auch Lehrkraft 14 zu verstehen, die sagt „Es ist nicht unbedingt notwendig, aber ich hätte ein paar Regeln zum Umgang mit dem Computer für die Schüler gewünscht.“

**e) Die Lehrkraft ist beeindruckt** Sechs Lehrkräfte sahen den Computereinsatz im Schülerlabor sehr positiv und zeigten sich z. T. davon beeindruckt (z. B. „Ich bin ‚positiv begeistert‘ und weiß im Moment nicht, was man am [Computereinsatz im Schülerlabor] noch verbessern kann.“ – Interview 9 oder „Das ist [eindrucksvoll] und für Schüler gut nachvollziehbar und bringt ihnen so Abstraktes wie Bewegung und Geschwindigkeit näher.“ – Interview 14). In den meisten Fällen handelt es sich um allgemeine Aussagen. Lehrkraft 10 geht in diesem Zusammenhang speziell auf die Simulation zur Elektromobilität ein, in der die Magnetfeldvektoren, die von drei Spulen erzeugt und dann zum resultierenden Feld addiert werden, visualisiert und interaktiv veränderbar sind („Wo die ‚Kraftvektoren‘ sind und wie die Addition funktioniert, kann man herrlich am Computer simulieren. Das ist da wirklich toll gemacht.“ – Interview 10).

**f) Probleme beim Arbeiten (Schüler)** Fünf Lehrkräfte tätigten Aussagen, die in dieser Subkategorie zusammengefasst sind. Zwei dieser Personen sagen, dass zumindest ein Teil ihrer Schülerinnen und Schüler nicht ernsthaft die eigentliche Aufgabe bearbeiten, sondern unkonzentriert sind („Bei ein paar Schülern, die ich beobachtet habe, hatte ich das Gefühl, dass sie einfach nur ein bisschen rumklicken und schauen, was passiert, ohne sich ernsthaft damit zu beschäftigen.“ – Interview 1 oder „Ich hatte das Gefühl, die [Schüler] schauen sich einen Graphen an, aber erst auf Nachfrage, was dargestellt ist bzw. was das Programm ausgibt, haben sie geschaut, was auf den Achsen steht.“ – Interview 5). Diese Unkonzentriertheit muss zwar nicht unbedingt auf den Computereinsatz zurückzuführen sein, aber diese Arbeitsmethode ist offensichtlich auch nicht in der Lage alle Schülerinnen und Schüler zu fesseln. Andere Probleme, die den Lehrkräften auffielen sind, dass für

manche Schülerinnen und Schüler eine Hemmschwelle beim (Ein-) Arbeiten am Computer besteht („Die Schüler taten sich anfangs schwer [mit dem Computer], aber sie wurden damit mit der Zeit immer vertrauter.“ – Interview 9 oder „Manche Schüler brauchen eine eindeutige [Anweisung], welchen Kopf sie drücken sollen.“ – Interview 7). Außerdem gilt es die Programme, die verwendet werden, mit Bedacht auszusuchen, um Schülerinnen und Schüler nicht durch zu viele Möglichkeiten zu überfordern: „[Ich finde] die Simulation gut, aber für Schüler ist [sie] überfrachtet mit den ganzen Eingaben.“ – Interview 13. Lehrkraft 13 bezieht sich auf die Simulation zur Kriminalistik, die mit *Newton II* durchgeführt wird.

**g) Betreuung** Drei Lehrkräfte loben die enge Betreuung im Goethe-Schülerlabor Physik. Da jeder Experimentiergruppe von drei bis sechs Kindern bzw. Jugendlichen eine betreuende Person zur Seite steht, haben sie immer einen Ansprechpartner. Lehrkraft 3 stellt diesen Unterschied zum Unterricht heraus und meint, dass die Schülerinnen und Schüler davon profitieren („Die [Schüler] sind bei der Sache, aber auch ganz froh, immer noch einen Ansprechpartner zu haben, weil eine ‚Synchronisation der Eingangskanäle‘ laufen muss.“ – Interview 3). Lehrkraft 6 fasst das so zusammen: „[Im Schülerlabor] sind sehr kompetente und engagierte Leute, die sich um die Schüler kümmern und ihnen auf eine nette Art den Umgang mit Computerprogrammen beibringen.“

**h) Vorteile des Computereinsatzes** Die drei Lehrkräfte, von denen Aussagen in diese Subkategorie eingeordnet wurden, beschreiben folgende Vorzüge, die der Computereinsatz im Schülerlabor bietet: Der erste ist die Zeitersparnis im Gegensatz zum händischen Auswerten der Messdaten („Natürlich geht [das Zeichnen von Graphen] mit dem Computer schneller. Ich weiß nicht, was ich dazu sonst noch sagen soll.“ – Interview 7). Der zweite Vorzug ist, dass Schülerinnen und Schüler die Vielfalt der Möglichkeiten, die man beim Arbeiten am Computer hat, kennenlernen („[Die Schüler sehen im Schülerlabor], dass es Software gibt, mit der man den Computer als Werkzeug (z.B.) zur Auswertung und nicht nur zur [Informationssuche und zum Berechnen] benutzen kann.“ – Interview 9). Als dritten Vorzug nennt Lehrkraft 10 die Möglichkeiten der Veranschaulichung komplexer Zusammenhänge, die der Computer bietet („[Bei der Darstellung dynamischer Prozesse] ist der Computer einfach unschlagbar.“ – Interview 10).

**i) Allgemeine Probleme** Die beiden Aussagen, die diese Subkategorie bilden, treffen nicht ausschließlich auf den Computereinsatz im Schülerlabor zu, sondern auch auf die Arbeitsweisen in der Schule. Daher sind sie hier noch einmal gesondert aufgegriffen. Lehrkraft 5 moniert, dass manche Schülerinnen und Schüler bei der Auswertung nicht auf die notwendigen Details schauen, die zum Verständnis hilfreich oder notwendig wären („[Dass Schüler bei Graphen nicht auf die Achsenbeschriftung achten] ist ein Problem, das nicht (speziell) am Schülerlabor liegt, sondern im Unterricht vorbereitet werden muss.“ – Interview 5). Außerdem wird von Lehrkraft 6 bemängelt, dass die Schülerinnen und Schüler nicht ausreichend viel Zeit bei der Planung des Experiments verbringen, sondern ohne viel darüber nachzudenken anfangen, Messwerte aufzunehmen („Ich finde

Problematisch, dass die Schüler [beim Arbeiten mit dem Computer im Schülerlabor] sehr schnell am Messen sind, ohne zu wissen, was sie messen, weil das Programm für die Schüler misst.“ – Interview 6).

### 4.2.3. Einordnung und Beschreibung der einzelnen Fälle

Im Folgenden soll die Zuordnung zu den fünf Einstellungsclustern und eine knappe Beschreibung der einzelnen Lehrkräfte stattfinden. Um die Aussagen besser einordnen zu können und eine genauere Ausleuchtung der Einstellungen bzgl. der Cluster zu ermöglichen, wird nach der Beschreibung der einzelnen Interviews noch eine Zusammenfassung im Bezug auf den Cluster gegeben, dem sie zugeordnet sind. Zu jedem Interview wird zunächst eine kurze Beschreibung der Lehrkraft und der Interviewvoraussetzungen gegeben, bevor anschließend auf die Aussagen in den einzelnen Kategorien eingegangen wird.

Nach den in Kapitel 4.1.4 dargelegten Prinzipien ließen sich die 14 interviewten Lehrkräfte den fünf Clustern zuordnen. Dazu dienen die Faktorwerte zu den sechs Einstellungsfaktoren und die Mittelwerte (Centroide) der fünf Cluster bezüglich dieser Faktoren. Die Faktorwerte der Interviewten Lehrkräfte sind Tabelle 4.9 zu entnehmen.

Die Berechnung der im folgenden dargestellten Ergebnisse erfolgten mit dem Programm *SPSS*. Zunächst erfolgt eine Berechnung einer univariaten ANOVA, um sicher zu stellen, dass sich die fünf Gruppenmittelwerte bezüglich der sechs Faktoren unterscheiden. Dieser Test fällt in allen Fällen mit  $p < 0,001 \leq \alpha = 0,05$  signifikant aus. Die Clusteranalyse hat also in allen sechs Faktoren gut unterscheidbare Gruppen ergeben.

Betrachtet man nun die errechneten Diskriminanzfunktionen in Tabelle 4.10, erkennt man, dass die ersten beiden Funktionen den größten Teil der Varianz der Cluster aufklären können. Die Unterschiedlichkeit der Cluster lässt sich auch über das *Wilks' Lambda*  $\Lambda$  beurteilen. Dabei handelt es sich um ein inverses Gütemaß, das im Bereich von 0 bis 1 liegt und bei dem möglichst kleine Werte eine hohe Güte anzeigen. Es kann jedoch auch so transformiert werden, dass eine klassische Signifikanzprüfung anhand eines  $\chi^2$ -Tests vorgenommen werden kann. Für den Mehr-Gruppen-Fall, der hier vorliegt, kann anhand der Signifikanzprüfung festgelegt werden, wie viele Diskriminanzfunktionen für den vorliegenden Fall zweckmäßig sind. Tabelle 4.11 lässt sich entnehmen, dass trotz der niedrigen Varianzaufklärung von Funktion 4 deren Beitrag immer noch signifikant ist. Die tatsächlichen Koeffizienten der Diskriminanzfunktionen sind in Tabelle 4.12 zu sehen. Sie zeigen auch die Wichtigkeit jedes Faktors innerhalb der jeweiligen Diskriminanzfunktion an. So hat beispielsweise Faktor 6 die größte diskriminatorische Bedeutung für Funktion 2 und Faktor 3 für Funktion 4. Um diese Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wird mit skalierten Koeffizienten gearbeitet. Der eigentliche Grund für die Diskriminanzanalyse liegt jedoch in der Klassifizierung der vierzehn Lehrkräfte, die auch interviewt wurden. Die individuellen Klassifizierungsergebnisse sind Tabelle 4.13 zu entnehmen. In dieser Tabelle ist jeder Lehrkraft eine Gruppe, also ein Cluster, zugeordnet. Beispielsweise wird Lehrkraft 1 in Cluster 1, also in die Verhinderten Nutzer, eingeordnet.

In der nächsten Spalte ist mit  $P(D > d_1 | G = g)$  die bedingte Wahrscheinlichkeit dafür angegeben, dass ein Element in der Gruppe  $g$  eine größere Distanz  $D$  zum Centroid dieser

Lehrkraft Nr.	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6
1	1,29	1,86	2,75	1,25	2,33	2,00
2	2,71	1,17	1,00	2,00	1,67	6,00
3	2,29	2,29	2,75	1,25	2,00	5,50
4	2,29	2,14	1,00	1,50	2,00	4,00
5	2,29	2,14	1,50	2,50	2,00	5,00
6	3,00	4,43	2,00	3,25	2,33	5,00
7	1,43	2,29	2,50	2,25	1,67	3,50
8	3,00	1,43	3,00	2,25	1,00	4,00
9	2,00	3,57	3,00	1,75	1,67	2,50
10	1,86	1,86	2,50	1,00	2,00	4,00
11	1,71	1,86	2,00	1,00	2,00	3,00
12	1,71	2,86	2,33	1,25	3,67	6,00
13	1,14	2,43	3,00	1,00	2,00	5,50
14	1,00	1,00	2,25	<i>fehlt</i>	1,00	<i>fehlt</i>
Cluster	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4	Faktor 5	Faktor 6
Verhinderte Nutzer	1,49	2,22	2,04	1,14	2,21	2,00
Neugierige	2,39	2,41	1,72	2,97	1,82	3,44
Computer- enthusiasten	1,59	1,72	2,04	1,17	1,67	5,45
Realisten	2,05	2,86	3,53	1,38	2,63	5,13
Meider	3,76	4,33	2,83	3,25	3,17	4,83

**Tabelle 4.9.:** Faktorwerte zur Einstellung der 14 interviewten Lehrkräfte und mittlere Faktorwerte der Cluster zum Vergleich.

#### 4. Lehrerinterviews

Funktion	Eigenwert	% der Varianz	Kumulativ %
1	3,31	51,4	51,4
2	2,14	33,2	84,6
3	0,86	13,4	98,0
4	0,13	2,0	100,0

**Tabelle 4.10.:** Eigenwertanteil und Wichtigkeit der einzelnen Diskriminanzfunktionen.

Getestete Funktio- nen	$\Lambda$	$\chi^2$	$df$	Sig.
1 bis 4	0,04	353,13	24	$2,9 \cdot 10^{-60}$
2 bis 4	0,15	199,04	15	$3,3 \cdot 10^{-34}$
3 bis 4	0,48	78,44	8	$1,0 \cdot 10^{-13}$
4	0,89	12,92	3	0,005

**Tabelle 4.11.:** Unterschiedlichkeit der Diskriminanzfunktionen.

	Funktion			
	1	2	3	4
Faktor 1	0,50	0,21	-0,08	-0,40
Faktor 2	0,46	0,26	-0,40	-0,28
Faktor 3	0,30	0,30	-0,33	0,90
Faktor 4	0,51	-0,58	0,49	0,51
Faktor 5	0,14	0,11	-0,13	-0,35
Faktor 6	0,09	0,75	0,65	-0,11

**Tabelle 4.12.:** Standardisierte kanonische Diskriminanzfunktionskoeffizienten.

Gruppe aufweist, als der vorliegende Fall. Bei Lehrkraft 1 ist diese Wahrscheinlichkeit mit  $P(D > 1,14|G = 1) = 89\%$  recht hoch, dass andere Personen in Cluster 1 eine höhere Distanz zum Schwerpunkt dieser Gruppe aufweisen.

Mit  $df$  ist die Anzahl der Freiheitsgrade für diese Wahrscheinlichkeitsschätzung angegeben. Sie beträgt in allen vorliegenden Fällen  $df = 4$ , weil es vier Diskriminanzfunktionen gibt.

Mit  $P(G = g|D = d_1)$  wird die bedingte Wahrscheinlichkeit angegeben, dass die Lehrkraft in Gruppe  $g$  eingeordnet wird, wenn sie die Distanz  $d_1$  vom Centroid dieser Gruppe aufweist. Diese Wahrscheinlichkeit gibt also an, wie sehr der Einordnung in die vorliegende Gruppe zu trauen ist. Für Lehrkraft 1 ist  $P(G = 1|D = 1,14) = 99\%$  und damit sehr sicher, dass Lehrkraft 1 auch Gruppe 1 zuzuordnen ist.

Die Distanz  $d_1$  ist die quadrierte Mahalanobis-Distanz zum Centroid der prognostizierten Gruppe. Dieses Distanzmaß basiert auf der euklidischen Distanz für mehrdimensionale

Räume, wobei allerdings auch die Standardabweichungen der betreffenden Variablen, wie auch die Korrelationen zwischen den betrachteten Variablen mit einfließen. Die Mahalanobis-Distanz nimmt zu, wenn die Korrelation zwischen den Variablen abnimmt. Im Fall von Lehrkraft 1 lässt sich feststellen, dass  $d_1 = 1,14$  im Vergleich zu den übrigen klassifizierten Lehrkräften recht niedrig ist und somit die Eigenschaftsausprägungen der Person recht nahe an den durchschnittlichen Ausprägungen von Cluster 1 liegen.

Um die Sicherheit der wahrscheinlichsten Klassifizierung beurteilen zu können, werden in den letzten drei Spalten auch noch die Daten der zweitwahrscheinlichsten Zuordnung angegeben. Im Fall von Lehrkraft 1 ist zu sehen, dass die Wahrscheinlichkeit, dass sie Cluster 3 zugeordnet werden sollte, fast bei 0% liegt (tatsächlich ist  $P(G = 3|D = 14,25) = 0,0029$ ). Unsicherer ist die Sachlage beispielsweise bei Lehrkraft 3, die mit 71%iger Wahrscheinlichkeit Cluster 4 zuzuordnen ist, aber auch mit einer Wahrscheinlichkeit von 29% zu Cluster 3 gehören könnte.

Lehrkraft Nr.	Höchstwertige Gruppe				Zweitwertige Gruppe			
	Gruppe	$P(D > d_1   G = g)$		$P(G = g   D = d_1)$	Distanz $d_1$	Gruppe	$P(G = g   D = d_2)$	
		$p$	$df$				$p$	Distanz $d_2$
1	1	0,89	4	0,99	1,14	3	0,00	14,25
2	3	0,30	4	0,98	4,93	4	0,01	14,94
3	4	0,83	4	0,71	1,51	3	0,29	2,61
4	3	0,31	4	0,80	4,79	1	0,11	7,41
5	2	0,42	4	0,63	3,93	3	0,31	6,43
6	5	0,83	4	0,99	1,49	2	0,01	11,49
7	2	0,51	4	0,84	3,28	1	0,08	7,65
8	2	0,56	4	0,83	3,01	4	0,12	8,63
9	1	0,20	4	0,50	6,00	4	0,41	8,47
10	3	0,63	4	0,65	2,58	4	0,25	5,14
11	1	0,85	4	0,84	1,34	3	0,14	6,36
12	4	0,42	4	0,73	3,88	3	0,27	5,24
13	3	0,76	4	0,56	1,87	4	0,44	3,01
14*	3	0,14	4	0,95	7,00	2	0,03	12,61

**Tabelle 4.13.:** Klassifizierung der interviewten Lehrkräfte anhand ihrer Fragebogenangaben. Für Lehrkraft 14 mussten zwei Faktorwerte geschätzt werden.



Bei der Betrachtung von Tabelle 4.13 fällt auf, dass Lehrkraft 14 mit einem Stern gekennzeichnet ist. Das liegt daran, dass zu zwei der sechs Einstellungsfaktoren der Faktorwert nicht berechnet werden konnte, weil die Items, aus denen dieser Wert zusammengesetzt ist, nicht oder nur teilweise beantwortet wurden. Das ist bereits in Tabelle 4.9 vermerkt. Die Zuordnung zu Cluster 3 ist in diesem Fall also mit besonderer Vorsicht zu genießen, weil die fehlenden Faktorwerte durch den jeweiligen Gruppenmittelwert ersetzt wurden (Brosius, 2013, S. 691 f.). Im Anhang in Abschnitt A.4 sind in Tabelle A.2 auch die jeweiligen Funktionswerte der Diskriminanzfunktion zu sehen, auf deren Grundlage die Lehrkräfte klassifiziert wurden.

Die Klassifizierung kann auch auf die Fälle angewendet werden, die durch die Clusteranalyse bereits eingeteilt wurden, um die Güte der Cluster- und der Diskriminanzanalyse abzugleichen. Im vorliegenden Fall liegt die Quote an Fällen, die durch beide Methoden gleich zugeordnet werden, bei 92,9%. Bei komplett zufälliger Einordnung wäre eine Quote von 20% zu erwarten. Damit ist die erreichte Quote als zufriedenstellend anzusehen. Dies darf aber nur ein Hinweis auf die Qualität der Zuordnungen sein, da die Gruppen durch eine explorative Clusteranalyse auf Grundlage derselben Daten entstanden ist, wie auch die Diskriminanzfunktion und die Übereinstimmung tendenziell höher ist, als bei zwei vollkommen getrennten Stichproben.

#### 4.2.4. Cluster 1 – Verhinderte Nutzer

Ab Seite 73 ist Cluster 1 beschrieben. Tabelle 4.13 ist zu entnehmen, dass die Lehrkräfte 1, 9 und 11 dem Cluster der *verhinderten Nutzer* zugeordnet werden können. Für die Zuordnung von Lehrkraft 1 ( $P(G = 1|D = 1,14) = 99\%$ ) und Lehrkraft 11 ( $P(G = 1|D = 1,34) = 84\%$ ) liegt die Wahrscheinlichkeit der Zuordnung recht hoch. Für Lehrkraft 9 liegt die Sicherheit der Zuordnung bei nur  $P(G = 1|D = 6,00) = 50\%$ . Dieser Fall ist also in keinen der Cluster besonders gut einzuordnen, passt aber am besten in Cluster 1.

##### 4.2.4.1. Interview 1

Lehrkraft 1 ist eine Referendarin, die bisher eineinhalb Jahre Schulerfahrung hat. Die Lehrerin ist im Alter zwischen 20 und 29 Jahren und unterrichtet am Gymnasium Mathematik und Physik. Dabei bevorzugt sie Mathematik. Am Tag ihres Interviews war Lehrkraft 1 mit ihrer Klasse zum Thema *Kriminalistik* da.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Die Lehrkraft schätzt ihre Generation so ein, dass sie es gewohnt sei, mit dem Computer zu arbeiten. Bei ihr selbst äußert sich das beispielsweise darin, dass sie Programme herunterladen kann und verschiedene Arten von Programmen (Open Source, Freeware etc.) kennt. Sie hat bereits Verschiedenes ausprobiert und kennt daher sowohl qualitativ hochwertige, wie auch unausgereifte Software. Lehrkraft 1 weiß, wie man mit Problemen am Computer umgehen kann und sieht den Computer im Allgemeinen nicht als Hindernis („Der Computereinsatz erschwert mir das Unterrichten nicht.“).

#### 4. Lehrerinterviews

Allerdings ist die Einschätzung nicht nur positiv. Sich in neue Programme einzuarbeiten braucht Zeit, was als Hemmschwelle wahrgenommen wird. Lehrkraft 1 hält es auch für hinderlich, extra in den Computerraum gehen zu müssen, um die Schüler mit den Geräten arbeiten zu lassen. Genauso ist es aufwändiger, Schülerinnen und Schülern Computereinsatzmöglichkeiten beizubringen.

Ihre Kollegen schätzt Lehrkraft 1 so ein, dass sie keine besonders hohen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer haben („Ich glaube, dass einige Kollegen sich noch überhaupt nicht mit der Software auseinandergesetzt haben, die für Schulen interessant sein könnte.“).

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.14 zusammengefasst dargestellt. Ein Überblick über alle Subkategorien zum computerbezogenen Selbstbewusstsein findet sich auf Seite 94.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	2
	Konkrete Programme	4
	Generationensache	1
Chancen des CE	Computer ist kein Hindernis	2
	Sicherheit mit dem Computer	1
Probleme des CE	Zeitaufwand	2
	Allg. Probleme mit Programmen	3
	Probleme bei Kollegen	1
	CE ist Mehraufwand	1

**Tabelle 4.14.:** Von Lehrkraft 1 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Lehrkraft 1 ist der Ansicht, dass der Computereinsatz die Möglichkeiten des Unterrichtens erweitert. Beispielsweise, indem man bestimmte Vorgänge veranschaulicht, kann das Verständnis erleichtert werden („Ich finde es beispielsweise praktisch, sich bei einer Bewegung einzelne Punkte rauszunehmen und dazu direkt die Graphen zeichnen zu lassen. Das sind Möglichkeiten, die man im (Schüler- bzw. Lehrer-) Experiment nicht hat. Es gibt Bereiche, wo es sich gut eignet, den Computer einzusetzen, um [etwas] nochmal zu veranschaulichen.“).

Für am sinnvollsten wird von dieser Lehrkraft eingeschätzt, wenn der Computereinsatz mit dem Experiment verknüpft wird, und dabei behält sie nach eigenen Angaben die Frage, welchen Nutzen die Auswertung mit dem Computer habe, immer im Blick. Auch wenn sie Simulationen für eine praktische Ergänzung hält, gesteht sie ein, dass es in „bestimmten Bereichen“ besser sei, das Experiment tatsächlich durchzuführen.

Der Computer wird von dieser Person nur dann in Schülerhand eingesetzt, wenn nicht viel Zeit investiert werden muss. Ansonsten wird das Medium eher zur Demonstration

von ihr selbst eingesetzt. Lehrkraft 1 sieht aber auch das Problem, dass die Schülerinnen und Schüler nicht so gut mit dem Computer klarkommen („Viele Schüler sind davon abgeschreckt, mit dem Computer zu arbeiten oder sie klicken sich dann einfach nur durch [ohne zu verstehen, was sie tun].“). Dennoch ist es ihr wichtig, dass sich die Schülerinnen und Schüler mit dem Computer und dessen Verwendung auskennen und das auch im Physikunterricht lernen.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.15 zusammengefasst dargestellt. Ein Überblick über alle Subkategorien zu Computern im aktuellen Physikunterricht findet sich auf Seite 101.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	3
	Experiment und CE verknüpfen	3
	Umgang mit Computer lernen	2
Gründe gegen CE	CE unnötig	1
	Zeitaufwand	1
	CE schreckt Schüler ab	1
	Schüler arbeiten, ohne zu denken	1
	Experimente sind besser als CE	1
Einsatzmethode	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	1
	Methodische Vielfalt	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	2
	Computer erleichtert Verständnis	5

**Tabelle 4.15.:** Von Lehrkraft 1 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Lehrkraft 1 hat keine Aussagen getätigt, die in Kategorie 3 eingeordnet werden könnten.

**Praktische Umsetzungskennnisse** Die meisten Erfahrungen mit Physiksoftware hat die Lehrerin mit dem Programm *measure dynamics*. Dementsprechend gibt sie auch an, dass sie es gut findet, bei Bewegungsanalysen mit dem Computer zu arbeiten. Dabei gefällt ihr die Möglichkeit, direkt Graphen zu einzelnen Bewegungsabläufen anzeigen zu lassen.

#### 4. Lehrerinterviews

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.16 zusammengefasst dargestellt. Ein Überblick über alle Subkategorien zu praktischen Umsetzungskennnissen findet sich auf Seite 115.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Messwerterfassung	
Videoanalyse	2
Graphen zeichnen	1

**Tabelle 4.16.:** Von Lehrkraft 1 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskennnissen*.

**Ausstattung** Im Fragebogen hat Lehrkraft 1 keine Angaben zur Quantität der Ausstattung an ihrer Schule gemacht. An ihrer Schule darf nur der Systemadministrator Software installieren und es gibt sowohl in der Physiksammlung als auch im Unterrichtsraum einen Internetanschluss. Im Interview gibt Lehrkraft 1 an, dass ihre Schule über zwei Computerräume und einen Klassensatz Laptops verfügt. Außerdem sind alle Fachräume mit interaktiven Whiteboards ausgestattet. Es gibt einen Techniker.

Insgesamt beurteilt die Lehrerin die Ausstattung ihrer Schule als „mittelprächtig“. Die interaktiven Whiteboards funktionieren manchmal nicht richtig und die PC-Räume müssen frühzeitig gebucht werden, weil sie unter den Kollegen recht gefragt sind. Spontan einen PC-Raum zu nutzen, ist also kaum möglich und wird mit „es könnte schlimmer sein“ abgetan.

**Computer im Schülerlabor** Lehrkraft 1 war zum Schülerlabor *Physik und Kriminalistik* mit ihrer Klasse zu Besuch. In diesem Experimentierzyklus wird nur an einer von vier Stationen der Computer genutzt. Dabei arbeiten die Schülerinnen und Schüler an Laptops mit einer Simulation zum waagerechten Wurf, um die Flugbahn einer Pistolenkugel nachzuvollziehen.

Diese Art des Computereinsatzes wird von der Lehrerin als passend angesehen und in diesem Kontext als „prinzipiell sinnvoll“ bezeichnet. Sie hält den Einsatz für auf den Unterricht übertragbar, wenn man in der Schule die Mittel dazu hat. Nach ihrer Einschätzung setzen sich physikinteressierte Schülerinnen und Schüler gerne mit der Simulation auseinander. Allerdings hat die Befragte auch das Gefühl, dass einige Kinder „einfach nur ein bisschen rumklicken und schauen, was passiert, ohne sich ernsthaft damit zu beschäftigen“. Sie sieht also die Gefahr, dass manche Schülerinnen und Schüler mit dem Programm arbeiten, ohne nachzudenken.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.17 zusammengefasst dargestellt. Ein Überblick über alle Subkategorien zum Computereinsatz im Schülerlabor findet sich auf Seite 121.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Simulation Krimi-Labor	2
Übertragbarkeit auf den Unterricht	Machbarkeit	2
	Probleme	1
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	2
	Positives beim Arbeiten (Schüler)	1
	Probleme beim Arbeiten (Schüler)	1

**Tabelle 4.17.:** Von Lehrkraft 1 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.4.2. Interview 9

Lehrkraft 9 ist eine Frau im Alter zwischen 40 und 49 Jahren. Sie ist seit acht Jahren Lehrerin für Mathematik und Physik (Favorisierung in dieser Reihenfolge) und arbeitet an einer Gesamtschule.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Die Aussagen der Lehrerin, die in diese Kategorie fallen, sind dem Computer gegenüber eher negativ gestimmt. Sie hat Angst, dass ein falscher Tastendruck „das System zum Absturz und alles löschen kann“ und fürchtet, dass beim Einsatz (nicht weiter konkretisierte) Probleme auftauchen können. Daneben gesteht sie Computern zwar die Möglichkeit zu, den „Horizont zu erweitern“, aber sie betont auch an mehreren Stellen, dass der Computereinsatz für sie eher eine Erschwernis darstellt, weil die Unterrichtsvorbereitung aufwändiger und zeitintensiver würde.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.18 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Allgemeine Einschätzungen	1
Probleme des CE	Unsicherheit (persönlich)	2
	Zeitaufwand	2
	Vorbereitung wird aufwändiger	2
	Probleme mit Hardware	1

**Tabelle 4.18.:** Von Lehrkraft 9 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Für Lehrkraft 9 stellt der Computer ein „Ergänzungsmittel“ dar, das die Möglichkeiten im Physikunterricht erweitern kann. Außerdem hält sie ihn für brauchbar, um Referate vorzubereiten. Computer können den Physikunterricht für Schülerinnen und Schüler zwar erleichtern, indem man sie für Berechnungen nutzt, aber das gleicht sich nach Meinung der Lehrerin wieder damit aus, dass sie sich erst mit den entsprechenden Programmen auskennen müssen. Offenbar hat die Lehrerin die Erfahrung gemacht, dass Computer sehr störanfällig sind: „[Ein Nachteil für mich als Lehrerin ist am Computereinsatz], dass die Computer nicht gepflegt sind, ich damit rechnen muss, dass die abstürzen und zehn bis fünfzehn Minuten zum hochfahren brauchen. In der Zeit langweilen sich die Schüler.“ Der Zeitaufwand rechtfertigt für die Lehrerin den Einsatz des Computers nicht und sie sieht es skeptisch „von vornherein den Computer einzusetzen“.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.19 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	2
	Experiment und CE verknüpfen	1
	Allgemein	1
	Erleichterung für Schüler	1
Gründe gegen CE	Allgemein	1
	CE unnötig	1
	Zeitaufwand	2
	CE schreckt Schüler ab	1
	Mangelnde Ausstattung	1
	Experimente sind besser als CE	1
	Computer nicht zuverlässig	3
Einsatzmethode	CE in Schülerhand	1
	Computer als Werkzeug	2

**Tabelle 4.19.:** Von Lehrkraft 9 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Die Lehrerin hält es für hilfreich, im Schülerlabor den Computereinsatz gesehen zu haben. Sie kann sich mit dem Gedanken anfreunden, den Computer wie im Schülerlabor einzusetzen. Mit der entsprechenden Soft- und Hardware „könnte man das auch mit Schülern einsetzen“.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.20 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
CE im Schülerlabor ist hilfreich	2

**Tabelle 4.20.:** Von Lehrkraft 9 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

**Praktische Umsetzungskennnisse** Die Umsetzungen, die Lehrkraft 9 kennt und im Interview nennt, beschränken sich auf Internetrecherche. Sie selbst sagt von sich, dass sie den Computer nur selten im Unterricht nutze, weil nur ein Computerraum zur Verfügung stünde und sie den nur zur Vorbereitung von Referaten benutze.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.21 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Internetrecherche	2

**Tabelle 4.21.:** Von Lehrkraft 9 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskennnissen*.

**Ausstattung** In der Schule gibt es zwei Computerräume, in denen jedoch keine Physiksoftware installiert sei, sondern nur Office-Anwendungen und Internetzugang möglich wären. Daneben ist in der Schule nur ein Laptop und ein portabler Beamer vorhanden. Auf diesem Gerät darf allerdings jede Lehrkraft der Schule Software installieren. Im Physikraum existiert ein Internetzugang.

**Computer im Schülerlabor** Die Lehrerin besuchte am Tag des Interviews das Schülerlabor zum Thema *Physik und Kriminalistik*. Zuvor hatte sie dieses Thema bereits mit einer anderen Klasse besucht und auch schon das Schülerlabor zur *Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen*.

Da zum Thema des Tages nur eine Simulation am Computer durchgeführt wird, bezieht sich die Lehrerin im Wesentlichen auf das Schülerlabor, in dem Videoanalyse genutzt wird. Sie geht sehr deskriptiv vor und gibt an, dass die Schülerinnen und Schüler dabei Messwerte aufnehmen und am Computer auswerten. Sie lobt, dass sich die Schülerinnen und Schüler länger mit den Ergebnissen auseinandergesetzt hätten und bei unrealistischen Messwerten einschätzen könnten, ob ihr „Ergebnis richtig oder falsch ist“.

Grundsätzlich hält Lehrkraft 9 den Computereinsatz im Schülerlabor für gut und sinnvoll. Sie schätzt daran, dass die Schülerinnen und Schüler sehen, „dass es Software gibt, mit der man den Computer als Werkzeug [z.B.] zur Auswertung und nicht nur zur [Informationssuche und zum Berechnen] benutzen kann.“ Allerdings hat sie auch wahrgenommen, dass die Schüler sich anfangs mit dem Computer schwer täten, aber mit der Zeit immer vertrauter würden.

#### 4. Lehrerinterviews

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.22 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Videoanalyse	6
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	2
	Positives beim Arbeiten (Schüler)	1
	Lehrkraft ist beeindruckt	1
	Probleme beim Arbeiten (Schüler)	1
	Vorteile des CE	2

**Tabelle 4.22.:** Von Lehrkraft 9 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.4.3. Interview 11

Lehrkraft 11 ist eine Frau im Alter zwischen 50 und 59 Jahren. Sie unterrichtet am Gymnasium die Fächer Physik, Biologie und Chemie (Favorisierung in dieser Reihenfolge) und hat im Fach Physik promoviert. Außerdem hat sie ein Aufbaustudium in Biotechnologie absolviert. Im Schuldienst arbeitet die Lehrerin seit fünf Jahren und ist Fach- und Sammlungsleiterin in Physik.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Die Lehrerin sieht es als gegeben an, dass ältere Personen weniger gut mit Computern umgehen können als jüngere. Sich selbst sieht sie dabei aber eher als Ausnahme. Sie betrachtet den Computereinsatz als Erleichterung und äußert bei bestimmten Anwendungen Begeisterung (z. B. für interaktive Whiteboards). Von älteren Kollegen berichtet sie, dass verschiedene Einsatzarten (z. B. Messwerterfassung) als Erschwernis wahrgenommen werden. Die Lehrerin plädiert dafür, den Computer nicht zu häufig einzusetzen, sondern in wohl dosiertem Maße.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.23 zusammengefasst dargestellt.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Pro Computereinsatz sprechen für Lehrkraft 11, dass die Schülerinnen und Schüler den Umgang mit Computern gewohnt sind. Daher schätzt sie deren Verwendung als zeitsparend ein („Schüler sind es gewohnt, mit dem Computer zu arbeiten und ich halte es für sehr zeitsparend, wenn man per Computer



Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	1
	Allgemeine Einschätzungen	2
	Offen für Neues	1
	Generationensache	3
	Positive Meinung	1
Chancen des CE	CE ist eine Erleichterung	2
	Computer ist kein Hindernis	1
Probleme des CE	Unsicherheit (persönlich)	1
	Probleme bei Kollegen	2

**Tabelle 4.23.:** Von Lehrkraft 11 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

Graphen erstellen lässt, statt sie zu zeichnen.“). Speziell zur Darstellung von Messwerten sieht die Lehrerin den Vorteil darin, dass man große Datenmengen schneller per Computer verarbeiten kann als manuell. Neben diesen Gründen erwartet sie vom Computereinsatz auch, dass die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler gehoben werden kann. In dem Zusammenhang gibt sie aber auch zu bedenken, dass ein häufiger Einsatz durch Gewöhnung diesen Effekt reduziere.

Contra Computereinsatz spricht für die Lehrerin neben diesem motivationalen Aspekt, dass sie zu wenig Zeit habe, um „alles aufzubauen und zu installieren“. Vom Unterrichtsthe-ma hängt der zugesprochene Nutzen ebenfalls ab. Die Lehrerin kann sich nicht vorstellen, in der Elektrizitätslehre der Mittelstufe den Computer einzusetzen, statt die Schülerinnen und Schüler „Schaltkreise bauen zu lassen“. In dem Kontext hält sie den Computereinsatz für unnötig und gibt Experimenten den Vorzug, die sie scheinbar als Konkurrenz zum Computer wahrnimmt statt als Ergänzung. Für besonders geeignet erscheint der Lehrerin der Computer in der Wärmelehre, in der mit Messwerterfassungssystemen gearbeitet werden könne. Die Darstellung von Ergebnissen in Form von Diagrammen und auch die Verwendung von Applets sind Einsatzarten, die der Lehrerin gefallen – aber alles nur in Maßen, damit der Computereinsatz eine Abwechslung bleibe.

Das wesentliche Ziel, dass die Lehrerin beim Einsatz von Soft- und Hardware verfolgt, ist die bessere Veranschaulichung von physikalischen Sachverhalten.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.24 zusammengefasst dargestellt.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Die Lehrerin formuliert den Wunsch, häufiger mit dem Computer zu arbeiten. Dazu benötigt sie nach eigenen Angaben mehr Wissen, um die Möglichkeiten des Computereinsatzes sowie bessere Ausstattung an ihrer Schule. Das Streben nach mehr Wissen äußert sich im Wunsch nach einer Fortbildung zur

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	Zeitersparnis	2
	SuS sind Umgang mit Computer gewohnt	2
	CE motiviert	1
Gründe gegen CE	Allgemein	1
	CE unnötig	2
	Zeitaufwand	2
	CE schreckt Schüler ab	1
	Mangelnde Ausstattung	1
	Experimente sind besser als CE	2
Einsatzmethode	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	5
	Methodische Vielfalt	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	5

**Tabelle 4.24.:** Von Lehrkraft 11 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

Messwerterfassung, da auch ihre Kollegen sich damit nicht besonders gut auskennen würden: „[Den Computer auch im Unterricht einzusetzen,] ist unser Ziel.“

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.25 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Möchte mehr können	2
Will Computer häufiger nutzen	2
Fortbildungen	1

**Tabelle 4.25.:** Von Lehrkraft 11 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

**Praktische Umsetzungskenntnisse** Lehrkraft 11 setzt in der Regel das interaktive Whiteboard ein. Dabei nutzt sie die Möglichkeiten zum Messen, zur Informationsvermittlung und für die Einspielung von Videos. Daneben arbeitet die Lehrerin auch mit Simulationen und Applets und einfachen, manuellen Videoanalysen.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.26 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	1
Film(-ausschnitte)	2
Internetrecherche	1
Messwerterfassung	2
Videoanalyse	1
Interaktives Whiteboard	6
Dokumentenkamera	1

**Tabelle 4.26.:** Von Lehrkraft 11 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskennnissen*.

**Ausstattung** In der Schule von Lehrkraft 11 stehen interaktive Whiteboards, Computer und Objektkameras zur Verfügung. Außerdem gibt es in der rund 1000 Schüler umfassenden Einrichtung einen Computerraum, „der im Physikunterricht eigentlich nicht genutzt werden kann.“ Physikfachräume und die -sammlung haben zwar jeweils einen Internetzugang, aber es stehen keine PCs, Laptops, Tablets oder Smartphones exklusiv für das Fach Physik zur Verfügung. Auf den restlichen Geräten der Schule darf der Administrator der Schule Software installieren. Die Lehrerin äußert den Wunsch nach mehr bzw. besserer Ausstattung ihrer Schule mit Computern.

**Computer im Schülerlabor** Die Lehrerin besuchte das Schülerlabor zum Thema *Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen*. Zuvor war sie auch schon mit einer Klasse im Schülerlabor zur *Elektromobilität*.

Lehrkraft 11 begrüßt den Computereinsatz im Schülerlabor. Dabei gefällt ihr das Aufnehmen von Videos und deren Auswertung besser als die Simulationen, die die Experimente beim Elektromobilitätsschülerlabor unterstützen. Da an der eigenen Schule mangels Ausstattung die Arbeit der Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen an Computern nicht möglich ist, findet die Lehrerin es wichtig, dass ihre Klasse im Schülerlabor Messungen mit dem Computer durchführt. Sie selbst empfindet die Auswertung am Computer als „extrem zeitsparend. Im Vergleich dazu musste ich früher alles noch auf Millimeterpapier zeichnen. Das finde ich [mit dem Computer] sehr schön.“ Die verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten findet die Lehrerin bei der Videoanalyse in *measure dynamics* als „gelungenste Computerverarbeitung“. Sie lobt die Kombination aus Experiment und Computereinsatz. Lehrkraft 11 meint, die Schülerinnen und Schüler „wären am Computer firm genug, dass man in der Auswertung noch weitergehende Aspekte, wie z.B. statistische Aspekte, mit reinnimmt.“

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.27 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Videoanalyse	3
Übertragbarkeit auf den Unterricht	Unterschied zur Schule	4
	Probleme	1
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	1
	Positives beim Arbeiten (Schüler)	1
	Experiment vs. Computer	3
	Verbesserungsvorschläge	1

**Tabelle 4.27.:** Von Lehrkraft 11 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.4.4. Zusammenfassung: Cluster 1 – Verhinderte Nutzer

Bei Lehrkraft 1 lässt sich das hohe computerbezogene Selbstbewusstsein, das Cluster 1 zugeordnet ist, gut erkennen. Sie arbeitet schon lange mit dem Computer und probiert selbst neue Programme und Funktionen aus. Auch bei Lehrkraft 11 lässt sich diese positive Grundeinstellung wiederfinden. Sie sieht sich als Ausnahme unter den älteren Kollegen, die ihrer Meinung nach nicht so gut mit Computern umgehen können. Sie zeigt sogar Begeisterung für bestimmte Anwendungen. Lediglich bei Lehrkraft 9 ist aus dem Interview kein hohes computerbezogenes Selbstbewusstsein zu erkennen. Diese mangelnde Übereinstimmung zeigt sich aber auch in der unsicheren Einordnung in diesen Cluster.

Bei allen drei Lehrkräften sind jedoch auch skeptische Meinungen zum Computereinsatz vorhanden. Lehrkraft 1 beschwert sich – in Übereinstimmung mit der bisherigen Clusterbeschreibung – über den zusätzlichen Aufwand, der aus ungenügender Ausstattung resultiert. Schlechte Ausstattung wird auch bei Lehrkraft 9 bei der Begründung für die konkreten Arten ihres Computereinsatzes deutlich. Sowohl bei ihr als auch bei Lehrkraft 11 lässt sich bei der Beschreibung der Ausstattung ihrer Schule erkennen, dass ihr Soft- und Hardware fehlt. Nur ein Computerraum für die gesamte Schule und dann zum Teil nicht mit Physiksoftware ausgerüstet, ist den drei Lehrkräften, die den verhinderten Nutzern zugeordnet wurden, ein Dorn im Auge. Das herausragendste Merkmal des Clusters, die Unzufriedenheit mit der Ausstattung, ist also in allen drei Fällen definitiv erkennbar. Sowohl Lehrkraft 1 als auch 11 berichten über negative Erfahrungen, die ihre Kolleginnen und Kollegen gemacht haben.

Das prognostizierte Wissen um die Möglichkeiten des Computereinsatzes sowie die Ideen und das Interesse daran wird bei den Lehrkräften 1 und 11 deutlich. Durch verschiedene Ideen, die die beiden Lehrkräfte äußern, lässt sich erkennen, dass die Einstellung gegenüber

dem Computereinsatz positiv ausfällt und sie wissen, was sie damit tun und erreichen können. Auch im Bezug auf Ideen und Interesse fällt Lehrkraft 9 aus dem Rahmen. Sie hält Computer für störanfällig und ist daher insgesamt eher skeptisch.

### 4.2.5. Cluster 2 – Neugierige

Ab Seite 75 ist Cluster 2 beschrieben. Tabelle 4.13 ist zu entnehmen, dass die Lehrkräfte 5, 7 und 8 dem Cluster der *Neugierigen* zugeordnet werden können. Die Wahrscheinlichkeit, bei gegebenem Abstand in diesen Cluster eingeordnet zu werden, liegt mit  $P(G = 2|D = 3,93) = 63\%$  für Lehrkraft 5 am niedrigsten in dieser Gruppe. Bei Lehrkraft 7 ( $P(G = 2|D = 3,28) = 84\%$ ) und Lehrkraft 8 ( $P(G = 2|D = 3,01) = 83\%$ ) ist die Wahrscheinlichkeit mit über 80% hoch genug, um die beiden Fälle als sicher in Cluster 2 einzuordnen anzusehen.

#### 4.2.5.1. Interview 5

Lehrkraft 5 ist ein Mann im Alter von 30 bis 39 Jahren mit vier Jahren Schulerfahrung. Er unterrichtet die Fächer Mathematik und Physik (gleich gerne) an einer Gesamtschule und hat im Fach Physik promoviert.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Lehrkraft 5 tätigte keine Aussage, die in dieser Kategorie kodiert wurde.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Für den Computereinsatz spricht in den Augen des Lehrers, dass bei der Verknüpfung von Experiment und Computereinsatz bei den Schülerinnen und Schülern die Planung des Experiments gezielter stattfindet, um anschließend Messwerte aufnehmen zu können. In diesem Rahmen lernten sie auch gleichzeitig, wie mit dem Computer umzugehen sei. Dafür solle man „auf jeden Fall“ eine Doppelstunde investieren. Bei dieser Verknüpfung ist es dem Lehrer aber auch wichtig, dass die Experimente tatsächlich durchgeführt werden und nur die Auswertung mit dem Computer stattfindet. Als weiteren Grund für den Computereinsatz nennt Lehrkraft 5, dass es für manche Experimente nicht die Möglichkeit gebe, sie im Klassenraum zu zeigen und sich in diesen Fällen Simulationen als Ersatz anbieten.

Gegen den Computereinsatz im Physikunterricht wendet der Lehrer ein, dass man Zeit investieren müsse, um Schülern ein Programm näher zu bringen. Außerdem sei es schwierig, den Computereinsatz aus dem Schülerlabor auf den Unterricht zu übertragen, weil dafür die Zeit fehle. Am häufigsten äußert der Lehrer jedoch das Bedenken, dass das Verständnis der Schülerinnen und Schüler auf der Strecke bleibe, wenn man nicht genau darauf achte. Das läge vor allem daran, wenn man zu schnell vorgehe, beispielsweise beim Erstellen von Graphen oder bei der Messwertaufnahme und- auswertung. Er hält es daher unbedingt für notwendig, den Schülerinnen und Schülern zu erklären, was wieso mit dem Computer gemacht wird. Dass die Schülerinnen und Schüler überfordert werden könnten, spielt auch bei intransparenten Messmethoden eine Rolle. Manche Programme

#### 4. Lehrerinterviews

oder Messwerterfassungssysteme erscheinen schnell als „Black Box“. „Darin sehe ich die höchste Gefahr. Die muss einem bewusst sein und dann [kann man das vermeiden].“

Als konkrete Einsatzmöglichkeiten nennt der Lehrer ferngesteuerte Experimente, mit denen er bisher auch schon gearbeitet habe. Außerdem nutzt der Lehrer zum Einstieg Videos, zu denen anschließend Experimente entwickelt werden und auch Computereinsatz in Schülerhand gefällt dem Lehrer gut. Neben der Veranschaulichung dient der Computereinsatz im Unterricht von Lehrkraft 5 auch dazu, gezielt das Planen von Experimenten mit den Schülerinnen und Schülern zu üben.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.28 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	1
	Experiment und CE verknüpfen	3
	Umgang mit Computer lernen	2
Gründe gegen CE	Allgemein	1
	Zeitaufwand	2
	CE aus SchüLa nicht übertragbar auf PU	1
	Verständnis bleibt auf der Strecke	6
	Intransparenz (Black Box)	2
	Computer nicht zuverlässig	1
Einsatzmethode	CE in Schülerhand	2
	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	1
	Methodische Vielfalt	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	1
	Sonstige Ziele	1

**Tabelle 4.28.:** Von Lehrkraft 5 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Lehrkraft 5 berichtet im Interview davon, sich kürzlich ein Tablet gekauft zu haben. Der Lehrer würde gerne besser mit dem Gerät umgehen können, um es auch im Physikunterricht einzusetzen. Dazu wünscht er sich Fortbildungen. Im Fragebogen gibt er außerdem an, dass er sich Fortbildungen zum *CASSY* wünscht.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.29 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Möchte mehr können	1
Will Computer häufiger nutzen	1
Fortbildungen	1

**Tabelle 4.29.:** Von Lehrkraft 5 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

**Praktische Umsetzungskenntnisse** Neben den in Tabelle 4.30 angegebenen Einsatzarten, legt der Lehrer Wert darauf, eine Vielfalt von Möglichkeiten einzubinden: „Ich finde es gut [den Computer einzusetzen] und es ist noch mal ein anderer Einsatz, wenn die Schüler selbst mal damit experimentieren.“ Da die Beschreibungen der Umsetzungskenntnisse sich im Wesentlichen auf eine Aufzählung von praktischen Anwendungen beschränkt, wird an dieser Stelle nicht auf jede Nennung eingegangen.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.30 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	2
Film(-ausschnitte)	2
Messwerterfassung	
Videoanalyse	2
CASSY	2
Interaktives Whiteboard	1
Internetseiten	
Ferngesteuerte Experimente	1

**Tabelle 4.30.:** Von Lehrkraft 5 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskenntnissen*.

**Ausstattung** In der Schule von Lehrkraft 5 gibt es in jedem naturwissenschaftlichen Raum einen Computer mit angeschlossenen Beamer. In der Physiksammlung und dem Fachraum verfügt die Schule über einen Internetanschluss. Nur eine übergeordnete Behörde und nicht der Lehrer selbst kann Software installieren. Für die Schule gibt es zwei Computerräume und einen Laptopwagen mit ausreichend Geräten, dass immer zwei der Schülerinnen und Schüler gemeinsam einen Laptop nutzen können. Daneben ist die Schule mit der Videoanalysesoftware *measure dynamics* ausgestattet.

**Computer im Schülerlabor** Am Tag des Interviews war der Lehrer zum Thema *Salto & Co.* mit seiner Klasse im Schülerlabor. Dabei hat er den Einsatz von Kraftmessplatte und Videoanalyse beobachtet.

#### 4. Lehrerinterviews

Bei der Videoanalyse ist Lehrkraft 5 positiv aufgefallen, dass die Schülerinnen und Schüler selbst gedrehte Videos für die Auswertung genutzt haben. Bei der Auswertung selbst gefällt dem Lehrer, dass die Graphen (Ort-Zeit-, Geschwindigkeits-Zeit- und Beschleunigungs-Zeit-Diagramme) von der Klasse schon behandelt und auf diese Weise wiederholt wurden. Verbesserungswünsche bestehen darin, dass bei schlechter Videoqualität die Analyse manuell vorgenommen werden muss und das den Fokus weg vom Wesentlichen verschiebt. Es ist seiner Auffassung nach darauf zu achten, dass der physikalische Aspekt im Fokus der Untersuchungen bleibt. Der Einsatz der Kraftmessplatte kam bei dem Lehrer gut an. Er lobt, dass die Graphen leicht zu erstellen waren und freut sich über den Einsatz, weil er in der Schule mangels entsprechender Sensoren nicht möglich sei.

Die fehlende Ausstattung mit Kraftmessplatten an der Schule steht auch einem Transfer des Gesehenen in den Physikunterricht im Weg. Die Verzahnung zwischen Schülerlabor und bisherigem Unterricht kommt bei dem Lehrer jedoch gut an und stellt eine (inhaltliche) Gemeinsamkeit zwischen Schülerlabor und Physikunterricht dar.

Als problematisch nennt der Lehrer, dass die Schülerinnen und Schüler zum Teil nicht richtig darauf geachtet haben, was genau in den Graphen aufgetragen ist: „Ich hatte das Gefühl, die [Schüler] schauen sich einen Graphen an, aber erst auf Nachfrage, was dargestellt ist bzw. was das Programm ausgibt, haben sie geschaut, was auf den Achsen steht.“ Dieses Problem wird aber als ein allgemeines benannt, dass nicht speziell am Schülerlabor liege, sondern im Unterricht vorbereitet werden müsse. Insgesamt hält die Lehrkraft den Computereinsatz im Schülerlabor für angebracht.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.31 zusammengefasst dargestellt.

##### 4.2.5.2. Interview 7

Lehrkraft 7 ist eine Lehrerin, die seit drei Jahren im Schuldienst ist. Sie ist im Alter zwischen 30 und 39 Jahren und unterrichtet Mathematik und Physik am Gymnasium (Favorisierung in dieser Reihenfolge). Sie hat im Fach Physik promoviert.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Die Lehrerin hat nur wenige Aussagen getroffen, die in Kategorie 1 fallen. Aus einigen ihrer Sätze kann man entnehmen, dass sie grundsätzlich über Computer weiß, dass und wie man Videos mit dem Handy aufnehmen kann. Außerdem hat sie ihre Facharbeit zum zweiten Staatsexamen zum Thema Videoanalyse geschrieben. Bei den meisten Aussagen über Computer im Allgemeinen gibt sie Probleme wieder, die ihr bisher begegnet sind (z. B. „[Der Computer wird auch] wegen der Umstände, Software und Computer zu besorgen, leider nicht so oft benutzt.“). Einen Computereinsatz neben Videoanalyse zu Bewegungen kann sich die Lehrerin nach eigenen Angaben nicht einfach vorstellen.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.32 zusammengefasst dargestellt.



Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Videoanalyse	6
	Kraftmessplatte	3
Übertragbarkeit auf den Unterricht	Unterschied zur Schule	1
	Gemeinsamkeiten zum Unterricht	2
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	1
	Experiment vs. Computer	1
	Verbesserungsvorschläge	1
	Probleme beim Arbeiten (Schüler)	2
	Probleme (allgemein)	1

**Tabelle 4.31.:** Von Lehrkraft 5 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	2
Probleme des CE	Zeitaufwand	1
	Allg. Probleme mit Programmen	1
	Vorbereitung wird aufwändiger	2
	Probleme mit Hardware	1
	Unwissenheit	2

**Tabelle 4.32.:** Von Lehrkraft 7 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Für den Computereinsatz spricht für die Lehrerin, dass man bei regelmäßiger Nutzung des gleichen Programmes Zeit sparen kann. Allerdings wird diese Aussage dadurch eingeschränkt, dass man dafür mit den Schülerinnen und Schülern den Umgang mit dem Programm zunächst üben muss. Im Fall der Analyse von Bewegungen sieht die Lehrkraft einen Vorteil darin, dass per Videoanalyse „Kurvenverläufe oder Bewegungsabläufe“ angeschaut werden können, statt sie sich nur vorzustellen.

Der am ausführlichsten besprochene Grund gegen den Computereinsatz im Physikunterricht ist, dass es der Lehrerin schwer fällt, die gesamte Klasse bei der Arbeit am Computer zu beaufsichtigen. Dabei tritt in ihren Augen einerseits das Problem auf, dass sie nicht allen Gruppen gleichzeitig bei Fragen oder Problemen zur Verfügung stehen könne, andererseits fehlen ihr die Rückmeldungen über den Lernstand bzw. Lernfortschritt der Schülerinnen und Schüler. Sie ist sich daher nicht sicher, wie viel die einzelnen Personen in der Klasse tatsächlich lernen. Daher geht sie auch davon aus, dass die Schülerinnen und Schüler eventuell ohne zu denken einfach nur Schritt für Schritt auf Dinge klicken und somit auch das Verständnis dafür, was sie eigentlich tun, auf der Strecke bleibt. Wegen der schwierigen Betreuungssituation hält die Lehrerin es auch für schwierig, den Computer im Unterricht so einzusetzen wie im Schülerlabor. Dafür müsste viel Zeit investiert werden, um den Kindern und Jugendlichen den Umgang mit Programmen richtig beizubringen.

Dass die Lehrerin Erfahrungen mit dem Computereinsatz in Schülerhand hat, zeigt sich auch in ihrer eher skeptischen Haltung. Sie selbst nutzt den Computer, um bestimmte physikalische Aspekte besser zu veranschaulichen und weil sie der Meinung ist, „zum Verständnis der physikalischen Inhalte ist der Computereinsatz für die Schüler hilfreich.“

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.33 zusammengefasst dargestellt.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** „Wenn die Möglichkeit bestünde, würde ich [den Computer] gerne benutzen.“ Diese Aussage von Lehrkraft 7 zeigt, dass sie grundsätzlich Interesse am Einsatz Neuer Medien hat. In dieser Aussage spielt sie darauf an, dass ihre Schule nach ihren Maßstäben nicht gut ausgestattet ist. Die Lehrerin erkennt an, dass es sich bei „Computer und digitalen Medien“ um wichtige Gegenstände handelt, die auch von den Schülerinnen und Schülern beherrscht werden sollen. Daher solle man auch in der Lehrerausbildung gezielter damit arbeiten.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.34 zusammengefasst dargestellt.

**Praktische Umsetzungskenntnisse** Bei der Beschreibung der konkreten Einsatzmöglichkeiten von Computern im Physikunterricht geht die Lehrerin besonders auf Simulationen ein. Das liegt auch daran, dass die Sammlung der Schule nicht besonders gut ausgestattet und daher manche Experimente nicht möglich seien. Außerdem begründet sie den Einsatz durch schwierig durchzuführende Experimente (z. B. zum Photoelektrischen Effekt), im Themenbereich der Teilchenphysik und im Bereich der Wärmelehre. Im

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	1
	Zeitersparnis	2
Gründe gegen CE	Allgemein	2
	Zeitaufwand	2
	CE aus SchüLa nicht übertragbar auf PU	1
	Verständnis bleibt auf der Strecke	1
	Schüler arbeiten, ohne zu denken	1
	Aufsicht (viele Computer)	6
Einsatzmethode	CE in Schülerhand	2
	Ideen, CE aus SchüLa zu übertragen	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	1
	Computer erleichtert Verständnis	1

**Tabelle 4.33.:** Von Lehrkraft 7 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Will Computer häufiger nutzen	1
Computer sind wichtig für Gesellschaft	1
Computer sind wichtig für Schüler	1
Lehrerausbildung	2

**Tabelle 4.34.:** Von Lehrkraft 7 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

#### 4. Lehrerinterviews

Bereich der Mechanik bevorzugt Lehrkraft 7 jedoch Videoanalyse. Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.35 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	6
Film(-ausschnitte)	1
Internetrecherche	1
Messwerterfassung	
Videoanalyse	1
Internetseiten	1
BYOD	1

**Tabelle 4.35.:** Von Lehrkraft 7 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskennnissen*.

**Ausstattung** An der Schule von Lehrkraft 7 gibt es einen Computerraum, außerdem ein interaktives Whiteboard mit angeschlossenem Rechner, der auch über einen Internetzugang verfügt. Dieses Whiteboard befindet sich im Physikfachraum. Ansonsten stehen für den Physikunterricht keine PCs, Laptops oder mobile Geräte zur Verfügung. Auch bezüglich der Physiksoftware äußert die Lehrerin nur, dass sie zur Zeit nicht viel davon haben, sich aber um Neuanschaffungen kümmern wollen. Software kann auf dem vorhandenen PC nur vom Administrator der Schule installiert werden.

**Computer im Schülerlabor** Am Tag des Interviews besuchte die Lehrerin mit ihrer Klasse das Schülerlabor zur *Biomechanik*, in dem Videoanalyse und Kraftmessplatten verwendet werden.

Lehrkraft 7 beschreibt den Einsatz des Computers so, dass mehrere Computer pro Schülergruppe vorhanden sind. Bei der Analyse ist ihr positiv aufgefallen, dass die Schülerinnen und Schüler die inhaltlichen Aussagen der graphischen Darstellungen am Computer schnell erkannt haben. Das führt sie darauf zurück, dass sie diese Darstellungen auch schon im Unterricht „auf dem Blatt eingezeichnet“ haben.

Am Arbeiten der Klasse im Schülerlabor fiel der Lehrerin positiv auf, dass die Schülerinnen und Schüler scheinbar kein Problem mit der Arbeit haben. Das Zeichnen von Graphen funktioniere schneller und die Verknüpfung zwischen Bewegung (eigene Videos drehen und auf der Messplatte springen) hätten den Schülerinnen und Schülern gefallen. Daher rührt die Einschätzung „Ich denke, [die Schüler] haben die Experimente auch im Kopf mitgebracht.“ Zum Teil hätte sich die Lehrerin eindeutige Anweisungen für die Klasse gewünscht, relativiert die Aussage jedoch wieder durch „Aber das Ziel ist ja auch nicht, die Software zu verstehen, sondern den physikalischen Hintergrund, oder?“.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.36 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Videoanalyse	1
	Sonstige Aussagen	1
Übertragbarkeit auf den Unterricht	Gemeinsamkeiten zum Unterricht	1
	Computereinsatz ist angebracht	2
Bewertungen	Positives beim Arbeiten (Schüler)	3
	Verbesserungsvorschläge	1
	Lehrkraft ist beeindruckt	1
	Probleme beim Arbeiten (Schüler)	1
	Vorteile des CE	1

**Tabelle 4.36.:** Von Lehrkraft 7 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.5.3. Interview 8

Bei Lehrkraft 8 handelt es sich um einen Mann im Alter zwischen 30 und 39 Jahren. Er unterrichtet seit zwölf Jahren Mathematik und Physik am Gymnasium und ist Fachvorstand des Faches Physik.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Der Lehrer kennt sich im Allgemeinen mit dem Computer aus, was sich an der Nennung verschiedener Programme erkennen lässt, die er bisher schon genutzt hat. Die positive Grundhaltung dem Computer gegenüber lässt er erkennen, indem er vom Computer als einer Erleichterung spricht, bei der er nicht das Gefühl habe, eine Maschine vor sich zu haben, die er nicht bedienen könne. Programme hält der Lehrer „mittlerweile für so selbsterklärend, [dass sie leicht bedienbar sind].“ Probleme sieht der Lehrer kaum. Sie lassen sich in dem Satz zusammenfassen: „Infrastrukturelle [Hardware-] Probleme sind schwerer zu lösen als didaktische Probleme oder die Durchführung des Experiments.“ Damit meint er, dass er je nach System wissen muss, welche Kabel wie angeschlossen werden müssen und woher er diese bekommen kann.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.37 zusammengefasst dargestellt.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Lehrkraft 8 nennt im Wesentlichen drei Gründe, die aus seiner Sicht für den Computereinsatz sprechen. Der erste Grund besteht

#### 4. Lehrerinterviews

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	
	Unbestimmte Programme	1
	Allgemeine Einschätzungen	1
Chancen des CE	CE ist eine Erleichterung	1
	Computer ist kein Hindernis	1
	Vorteile des CE	1
	Sicherheit mit dem Computer	2
Probleme des CE	Unsicherheit (persönlich)	2
	Vorbereitung wird aufwändiger	2
	Probleme mit Hardware	3

**Tabelle 4.37.:** Von Lehrkraft 8 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

darin, dass der Computereinsatz im Physikunterricht neue Möglichkeiten eröffnet. Das bezieht sich einerseits auf die Visualisierung beispielsweise von dynamischen oder schlecht sichtbaren Vorgängen, andererseits darauf, dass etwa durch virtuelle Experimente Versuche ermöglicht werden, die sonst nicht zugänglich wären. Der zweite Grund besteht in der Möglichkeit, den Computereinsatz mit Experimenten zu verknüpfen. Dabei betont der Lehrer mehrfach: „Die Gewichtung 10 Minuten Experiment, 50 Minuten Computer, erscheint mir sinnvoll.“ Dabei wird der Computer also zur Auswertung eingesetzt, dient jedoch einfach nur „als Mittel zum Zweck“. Durch die beschriebenen Varianten ergibt sich der dritte Grund, den der Lehrer für den Computereinsatz anführt: Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Computers als Medium „auch sehr schwierige Elemente“ nahegebracht bekommen.

An der Streuung der Gründe gegen den Computereinsatz kann man erkennen, dass es für die Lehrkraft kaum *den* Grund dagegen gibt, sondern einzelne Aspekte problematisch gesehen werden. So etwa die Tatsache, dass der Lehrer den Anspruch hat, dass jede Schülerin und jeder Schüler im Idealfall an einem eigenen Computer arbeitet, um ein Höchstmaß an Individualisierung des Lernprozesses zu ermöglichen. Das ermöglicht die Ausstattung an der Schule des Lehrers nicht, weshalb die mangelnde Ausstattung die Verwendung des Computers im aktuellen Physikunterricht einschränkt. Außerdem hält er den Computereinsatz nicht immer für nötig, sondern will ihn lieber dann anwenden, wenn es im Rahmen des Unterrichts Sinn ergibt. Zwei weitere Aspekte, die der Lehrer am Computereinsatz im Unterricht kritisiert, sind auf die Schülerinnen und Schüler bezogen. Der Lehrer meint, dass es in seiner Verantwortung liege, nicht zu komplexe und zu umfangreiche Untersuchungen anzustellen, bloß weil der Computer die Möglichkeit dazu biete. Dabei riskiere man, dass das Verständnis der Schülerinnen und Schüler für das Behandelte nicht gewährleistet sei.

Die Nutzung des Computers als Werkzeug steht bei dem Lehrer methodisch im Mittelpunkt. Er nutzt die Möglichkeiten der Geräte einfach nur in Hinsicht auf den Gewinn für den Physikunterricht. Dabei arbeiten die Schülerinnen und Schüler meist selbst mit dem Computer, beispielsweise zur Recherche im Internet oder zur Auswertung von Experimenten. Neben besserer Visualisierung zur Veranschaulichung von Sachverhalten und einem zusätzlichen Weg, das Verständnis zu erleichtern, verfolgt der Lehrer beim Computereinsatz das Ziel, dass die Schülerinnen und Schüler eigenständig Sachverhalte durchdenken, die sie mithilfe des Computers erschließen.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.38 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	4
	Experiment und CE verknüpfen	3
	Erleichterung für Schüler	2
Gründe gegen CE	Allgemein	1
	CE unnötig	1
	CE aus SchüLa nicht übertragbar auf PU	1
	Verständnis bleibt auf der Strecke	3
	Mangelnde Ausstattung	3
	CE lenkt Fokus weg vom Experiment	1
Einsatzmethode	CE in Schülerhand	3
	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	2
	Methodische Vielfalt	1
	Computer als Werkzeug	2
	Ideen, CE aus SchüLa zu übertragen	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	2
	Computer erleichtert Verständnis	2
	Sonstige Ziele	2

**Tabelle 4.38.:** Von Lehrkraft 8 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Die einzigen Aussagen von Lehrkraft 8, die in diese Kategorie eingeordnet wurden, beschreiben, dass Computer nichts Besonderes, sondern Alltagsgegenstände sind. Daher schätzt der Lehrer seine Schülerinnen und Schüler so ein, dass sie mit dem Computer gut klarkommen, weil sie es gewohnt sind. Außerdem

#### 4. Lehrerinterviews

geht er davon aus, dass in Zukunft stärker mit Applikationen auf Smartphones bzw. Tablets gearbeitet wird. Im Fragebogen gibt der Lehrer an, dass er sich Fortbildungen zum Einsatz von Smartphone und Tablet in Unterrichtsreihen wünscht.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.39 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Computer ist Alltagsgegenstand	2

**Tabelle 4.39.:** Von Lehrkraft 8 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

**Praktische Umsetzungskennnisse** Der Lehrer lässt die Schülerinnen und Schüler im Unterricht mit ihren Smartphones arbeiten und setzt sich damit über ein Verbot an seiner Schule hinweg. „[Smartphones und Tablets] nutzen wir hauptsächlich zur Internetrecherche oder zum Aufrufen von Aufgaben.“ Auch wenn er die Applikationen, die es für Smartphones gibt, noch nicht für ausgereift hält, hat er dennoch schon Messungen und Simulationen eingesetzt. „Apps zur Messung von Lautstärke, Gravitation oder Magnetismus setzen wir gerne qualitativ ein, um ein Gespür [dafür zur vermitteln].“ Neben dieser Anwendung berichtet der Lehrer davon, dass in „weit über 50% der Stunden“ der Computer zu Recherchezwecken eingesetzt wird. In seinem Unterricht ist der Computereinsatz in seinen Augen sehr präsent: „Ich würde sagen, in fast jeder [Physik-]Stunde wird der Computer eingesetzt. Oftmals zum Betreiben eines Whiteboards oder zur Auswertung von Messwerten.“ Dabei bezieht er sich auf die Verwendung eines Computers in Lehrerhand.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.40 zusammengefasst dargestellt.

**Ausstattung** Lehrkraft 8 beurteilt die Ausstattung seiner Schule als „zufriedenstellend“. Dort gibt es zwei Computerräume und interaktive Whiteboards in jedem Raum. Die Ausstattung mit Smartphones und Tablets ist „unterdurchschnittlich bis schlecht“. Im Fragebogen gibt der Lehrer an, dass seine Schule keine entsprechenden Geräte für den Physikunterricht habe. Software kann auf den Schulgeräten nur durch den Administrator der Schule installiert werden. Ein Internetanschluss steht nur im Physik-Fachraum zur Verfügung.

**Computer im Schülerlabor** Am Tag des Interviews besuchte Lehrkraft 8 das Schülerlabor zum Thema *Elektromobilität*, am Tag davor zur *Biomechanik*. Der Lehrer war allerdings auch schon zu den Themen *Physik und Kriminalistik* sowie *Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen* vor Ort.

Auf die Frage, wie der Computer im Schülerlabor eingesetzt wird, beschreibt der Lehrer allgemein die Messwerterfassung. Wichtig ist ihm dabei: „[Der Computer wurde



Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	4
Computer (allgemein)	1
Internetrecherche	7
Messwerverfassung	
Videoanalyse	1
Internetseiten	1
Smartphone/Tablets	10
Bilder	1
Auswertung von Messwerten	1
BYOD	1

**Tabelle 4.40.:** Von Lehrkraft 8 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskenntnissen*.

im Schülerlabor] nicht als abstrakte Blackbox eingesetzt und ein Experiment simuliert, sondern es wurde [klassisch experimentiert] und der Computer wertet dann Geschwindigkeitsvektoren in Bewegungen aus.“ Außerdem beschreibt er den Einsatz zur Auswertung von Diagrammen, bei der der Computer seiner Ansicht nach „in hohem Maße“ eingesetzt wird. Um den Computer genauso auch im regulären Physikunterricht einzusetzen, fehlt dem Lehrer an seiner Schule lediglich die entsprechende Ausstattung.

Dem gesehenen Computereinsatz im Schülerlabor steht der Lehrer extrem positiv gegenüber. Er hält die Verknüpfung zwischen Experiment und Computereinsatz für sehr gelungen: „Das ist, was man sich an Beispielen wünscht und wovon man am liebsten hunderte hätte. [Diese Art den Computer zu benutzen] lässt einen im Physikunterricht aufblühen.“ Die zeitliche Aufteilung zwischen Experiment und Computereinsatz (zur Auswertung) gefällt dem Lehrer ebenfalls. Auch auf Seiten der Schülerinnen und Schüler ist dem Lehrer aufgefallen, dass diese gut mitarbeiten und keine Probleme bei der Art der Anwendung hätten, obwohl ihnen die Anwendungen neu waren („[Im Schülerlabor arbeiten] die Schüler mit neuen Programmen, die ich auch nicht kannte, die aber für die Schüler leicht [zu] erarbeiten waren.“). Er lobt auch, dass die Schülerinnen und Schüler aufschreiben sollen, was sie herausfinden. Der einzige Verbesserungsvorschlag, den der Lehrer anbringt ist, dass „vielleicht an der ein oder anderen Stelle“ noch mehr auf die schriftliche Ergebnissicherung geachtet werden solle. Insgesamt lässt sich über Lehrkraft 8 sagen, dass er den Anregungen aus dem Schülerlabor sehr offen gegenübersteht und einen begeisterten Eindruck hinterlässt.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.41 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Videoanalyse	1
	Sonstige Aussagen	3
	Kraftmessplatte	2
Übertragbarkeit auf den Unterricht	Machbarkeit	1
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	2
	Positives beim Arbeiten (Schüler)	2
	Experiment vs. Computer	4
	Verbesserungsvorschläge	1
	Lehrkraft ist beeindruckt	2

**Tabelle 4.41.:** Von Lehrkraft 8 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.5.4. Zusammenfassung: Cluster 2 – Neugierige

Bei den Neugierigen ist markant, dass der zukünftige Nutzungswunsch besonders hoch ist. Das lässt sich bei Lehrkraft 5 deutlich sehen. Sie bezieht ihren Wunsch nach Fortbildungen einerseits auf den Umgang mit Tablets im Physikunterricht, andererseits auf Anwendungen mit dem PC. Lehrkraft 8 hält den Computer grundsätzlich für einen Alltagsgegenstand (und damit für den Alltag auch für unentbehrlich) und wünscht sich ebenfalls Fortbildungen zu Tablets im Unterricht.

In diesem Cluster ist bemerkenswert, dass die praktischen Umsetzungskenntnisse der Lehrkräfte, die ihm zugeordnet sind, besonders gering sind. Bezogen auf die interviewten Personen, die hier eingeordnet werden, lässt sich dies bedingt bestätigen. Lehrkraft 5 nutzt tatsächlich im Wesentlichen Animationen und Filmausschnitte und damit wenig innovative Arten, den Computer einzusetzen. Lehrkraft 7 verwendet hauptsächlich Simulationen und begründet das mit einer schlechten Ausstattung der Schule mit Experimentiermaterial. Lehrkraft 8 hingegen schildert verschiedene Anwendungsarten und zeigt damit, dass sie durchaus fundierte Umsetzungskenntnisse besitzt. Dass sie dennoch in Cluster 2 eingeordnet wird, lässt sich damit begründen, dass sie bei sich Defizite bei der Verwendung von Smartphones und Tablets sieht und diesen „Mangel“ gerne beheben würde.

Die Ausstattung mit Computern etc. von Lehrkraft 5 (im Vergleich zu den anderen Interviewten) ist relativ gut. Bei Lehrkraft 7 ist die Bestückung mit Neuen Medien in ihren Augen nicht ausreichend (wenn auch besser als bei den beschriebenen verhinderten Nutzern). Sie arbeitet daran, diese zu verbessern. Lehrkraft 8 findet die eigene Ausstattung mit PCs/Laptops nur als zufriedenstellend und die mit mobilen Endgeräten als schlecht. Die aufgestellte These, dass die eher niedrigen Fähigkeiten (praktische Umsetzungskenntnisse) mit mangelnder Ausstattung und damit auch mangelnden Einsatz- und

Übungsmöglichkeiten zusammenhängt, lässt sich nach Betrachtung der Interviews also nicht verwerfen.

Die hohe Wirksamkeitserwartung, die den Lehrkräften dieses Clusters zugeordnet wird, lässt sich implizit in den Aussagen von Lehrkraft 8 erkennen. Sie hat das Bedürfnis, mehr Neue Medien im Unterricht einzusetzen. Gleichzeitig beschreibt sie, dass der Computer nur als Werkzeug und damit an geeigneten Stellen begründet einzusetzen sei. Diese beiden Tatsachen lassen sich zur Annahme kombinieren, dass die Lehrkraft einen Zusammenhang zwischen Computereinsatz und dessen Nutzen für den Unterricht sieht und Neue Medien nicht einfach aus reinem Vergnügen einsetzt.

#### 4.2.6. Cluster 3 – Computerenthusiasten

Ab Seite 77 ist Cluster 3 beschrieben. Tabelle 4.13 ist zu entnehmen, dass die Lehrkräfte 2, 4, 10, 13 und 14 dem Cluster der *Computerenthusiasten* zugeordnet werden können. Dabei ist die Zuordnung für die Lehrkräfte 2 ( $P(G = 3|D = 4,93) = 98\%$ ) und 14 ( $P(G = 3|D = 7,00) = 95\%$ ) am sichersten. Bei Lehrkraft 14 ist zu beachten, dass für die Schätzung der Diskriminanzfunktion zwei Faktorwerte ebenfalls geschätzt werden mussten, weil die Person im Fragebogen zu keinem Item des Frageblocks „Hinderungsgründe“ Angaben gemacht hat, außer einer Notiz unter Sonstiges „Keine Hinderungen“. Daher ist die Zuordnung mit äußerster Vorsicht zu genießen. Auch Lehrkraft 4 konnte mit  $P(G = 3|D = 4,79) = 80\%$  mit hoher Wahrscheinlichkeit Cluster 3 zugeordnet werden. Bei den Lehrkräften 10 ( $P(G = 3|D = 2,58) = 65\%$ ) und 13 ( $P(G = 3|D = 1,87) = 56\%$ ) fiel die Zuordnung weniger eindeutig aus.

##### 4.2.6.1. Interview 2

Lehrkraft 2 ist eine Lehrerin im Alter zwischen 30 und 39 Jahren mit fünf Jahren Schulerfahrung. Sie unterrichtet Mathematik und Physik am Gymnasium und bevorzugt dabei Mathematik. Am Tag ihres Interviews war Lehrkraft 2 zum Thema *Biomechanik* im Schülerlabor. Allerdings war sie zuvor auch schon zu den Themen *Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen*, *Auge* und *Kriminalistik* da.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Lehrkraft 2 hat einen differenzierten Blick auf die Computernutzung im Unterricht. Einerseits sieht sie Vorteile darin, dass sowohl das Unterrichten für sie selbst, als auch des Lernen für die Schülerinnen und Schüler erleichtert wird. Andererseits ist ihr bewusst, dass die Einarbeitung in (neue) Programme Zeit in Anspruch nimmt. Die Lehrerin hält es für notwendig, sich selbst gut mit einem Programm auszukennen, um möglichst wenig Zeit zu verlieren, falls Probleme im Umgang damit auftreten. Das sieht sie als Hürde an. Außerdem wägt Lehrkraft 2 ab, ob der Computereinsatz (bei Demonstrationsexperimenten) von Nutzen ist oder nicht. Sie selbst ist sich nicht ganz sicher, welches Programm sie an welcher Stelle einsetzen kann. Die Lehrerin berichtet auch davon, dass sie grundlegende Kenntnis vom Umgang mit Tablet-Computern im Unterricht hat und ein paar Applikationen dafür kennt. Allerdings hält sie ihr Können in dem Zusammenhang noch für ausbaufähig.

#### 4. Lehrerinterviews

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.42 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	4
	Unbestimmte Programme	3
	Allgemeine Einschätzungen	4
Chancen des CE	CE ist eine Erleichterung	3
Probleme des CE	Unsicherheit (persönlich)	1
	Zeitaufwand	2
	Allg. Probleme mit Programmen	2
	Unwissenheit	2
	Unsicherheit (bzgl. Schülern)	1

**Tabelle 4.42.:** Von Lehrkraft 2 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Die Lehrerin sieht es als gegeben an, dass Schülerinnen und Schüler heutzutage den Umgang mit dem Computer gewohnt sind („Dass sich ein Wandel im Umgang mit dem Computer vollzogen hat, liegt auch daran, dass die Schüler immer mehr mit der neuen Technik aufwachsen.“). Das unterstützt ihre Einschätzung, dass die Lernenden sich schon nach vereinzelter Anwendung des Computers im Physikunterricht immer besser damit auskennen. Lehrkraft 2 berichtet davon, dass sie den Computer gerne zur Veranschaulichung nutzt. Sei es in Optik (Bild- und Gegenstandsweite in Simulationen) oder zur Einführung oder Vertiefung von diversen Themen z. B. mit Filmausschnitten.

Sie sieht jedoch kritisch, dass die Einführung der Schülerinnen und Schüler in neue Anwendungen Zeit kostet, die man im herkömmlichen Unterricht anders nutzen kann. Zwar ist es der Lehrerin wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler den Umgang mit dem Computer lernen, aber sie hält Neue Medien dennoch für ein Mittel zum Zweck und drückt damit den Werkzeugcharakter aus, den sie ihnen beimisst.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.43 zusammengefasst dargestellt.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Lehrkraft 2 hält den Computer grundsätzlich für wichtig. Die Technik beeinflusst das moderne Leben immer weiter und erhält ihrer Ansicht nach daher auch größeren Einfluss in der Schule. Die Lehrerin meint auch, in der Lehrerbildung diesen Wandel ausmachen zu können. Sie selbst wünscht sich Fortbildungen zum Computereinsatz in der Auswertung von Experimenten. Im Fragebogen gibt sie an, dass

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	1
	Experiment und CE verknüpfen	1
	Umgang mit Computer lernen	1
	SuS sind Umgang mit Computer gewohnt	3
	Experiment nicht durchführbar	1
Gründe gegen CE	Zeitaufwand	2
Einsatzmethode	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	2
	Computer als Werkzeug	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	2

**Tabelle 4.43.:** Von Lehrkraft 2 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

sie sich Fortbildungen zu Einsatzmethoden des Computers im Physikunterricht allgemein wünscht.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.44 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Fortbildungen	1
Computer ist Alltagsgegenstand	1
Computer sind wichtig für Gesellschaft	2
Lehrerbildung	1

**Tabelle 4.44.:** Von Lehrkraft 2 genannte Subkategorien zum *zukünftigen Nutzungswunsch*.

**Praktische Umsetzungskennnisse** Lehrkraft 2 nennt Beispiele, wie sie Simulationen in ihren Unterricht integriert. Daneben berichtet sie von Filmen und Bildern, die sie als Impulse per Beamer oder mittels Dokumentenkamera vorführt. Versuchsprotokolle und Mindmaps nutzt die Lehrerin im Unterricht ebenfalls.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.45 zusammengefasst dargestellt.

**Ausstattung** Lehrkraft 2 hält die Ausstattung ihrer Schule für sehr gut. In den Physikräumen sind Dokumentenkameras fest installiert, es gibt zwei Notebooks in der

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	2
Film(-ausschnitte)	2
Computer (allgemein)	1
Beamer	3
Dokumentenkamera	3
Bilder	1
Mind Maps	1
Textverarbeitung	1

**Tabelle 4.45.:** Von Lehrkraft 2 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskennnissen*.

Physiksammlung und Messwerterfassungssysteme. Außerdem gibt es an der Schule acht iPads und Laptops, die man sich ausleihen kann. Die Geräte sind nach Angabe der Lehrkraft „auf dem neusten Stand, was die Programme angeht und werden regelmäßig gewartet“.

Im Fragebogen gibt die Lehrerin an, dass jeder Physiklehrer auf den Geräten Software installieren darf und in der Physiksammlung und im Physikraum ein Internetanschluss vorhanden ist.

**Computer im Schülerlabor** Auch wenn Lehrkraft 2 schon zu mehreren Themen mit einer Klasse das Schülerlabor besucht hat, beschreibt sie den Computereinsatz im Bezug auf das Thema *Biomechanik*, zu dem sie am Tag des Interviews anwesend war. Dabei beschreibt sie im Wesentlichen die Tätigkeit der Schülerinnen und Schüler an den Laptops. Außerdem lobt sie, dass die Kinder die Videoaufnahmen selbst anfertigen und keine vorgegebenen Videos analysieren. Die Lehrerin hält es für transparent, was von den Schülerinnen und Schülern verlangt wird. Dennoch wünscht sie sich, noch etwas genauer darauf einzugehen, was der Computer genau tut (z.B. setzen der Messpunkte im Programm).

Grundsätzlich sind die Experimente, die per Video analysiert werden, in den Augen der Lehrkraft ähnlich wie in der Schule. Allerdings sind die Rahmenbedingungen im Schülerlabor anders, weil man mehr Zeit zum Experimentieren hat. „[Im Unterricht] muss man [den Inhalt und die Arbeitszeit] reduzieren und sich z.B. auf eine Bewegungsart beschränken und in der nächsten Stunde eine andere behandeln.“ Dennoch hält die Lehrerin das, was im Schülerlabor mit dem Computer gemacht wird, für übertragbar auf den Unterricht.

Der Computereinsatz im Schülerlabor wird als sinnvoll erachtet. Auf die Frage, ob der Computereinsatz im Schülerlabor das eigentliche Experiment in den Schatten stelle, antwortet Lehrkraft 2, dass sie das nicht so sehe, „weil man die Messwerte ja analysiert und sich anschaut, welche Fehler gemacht oder welche Kräfte gemessen wurden.“

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.46 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Videoanalyse	4
Übertragbarkeit auf den Unterricht	Unterschied zur Schule	2
	Machbarkeit	1
	Gemeinsamkeiten zum Unterricht	1
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	1
	Experiment vs. Computer	2
	Verbesserungsvorschläge	1

**Tabelle 4.46.:** Von Lehrkraft 2 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.6.2. Interview 4

Lehrkraft 4 ist eine Frau im Alter zwischen 30 und 39 Jahren, die schon seit etwas mehr als fünf Jahren im Schuldienst tätig ist. Sie unterrichtet die Fächer Biologie, Chemie und Physik am Gymnasium (Favorisierung in dieser Reihenfolge) und ist an ihrer Schule MINT-Koordinatorin.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Die Lehrerin ist grundsätzlich dem Computereinsatz im Physikunterricht gegenüber positiv eingestellt. Sie findet Neue Medien „ganz toll und interessant“. Allerdings lässt sie sich durch Probleme schnell abschrecken und gibt an, dass sie den Computer im täglichen Unterricht nicht so gerne nutze, weil sie immer ein bisschen Angst habe, dass es nicht so richtig klappt. „Beim ersten kleinen Fehler werde ich entmutigt. Meine Kollegen sind nicht begeistert, wenn ich sie frage. Das macht es schwierig für mich, daran weiterzuarbeiten.“ In dieser Aussage wird auch klar, dass im Kollegium der Lehrerin keine Kultur des Austauschs existiert, was sie selbst darauf zurückführt, dass die älteren Kolleginnen und Kollegen wenig mit dem Computer arbeiten und sich damit auch nicht gut auskennen. Als jüngere Lehrerin fühlt sie sich dadurch alleine gelassen. Neben den eigenen eher gering eingeschätzten Fähigkeiten der Lehrerin, hindert sie am häufigeren Einsatz Neuer Medien auch die notwendige Einarbeitungs- und Anwendungszeit, die damit ihrer Ansicht nach verbunden sei. In der Vorbereitung sieht sie ebenfalls großen Aufwand, der betrieben werden müsse, um den Computer im Unterricht einzusetzen. Dennoch gibt Lehrkraft 4 an, den Computer beim Unterrichten eher als Erleichterung zu empfinden. Sie ist auch der Meinung, dass

#### 4. Lehrerinterviews

„die Tatsache, dass ich auf das Whiteboard angewiesen bin, die Hemmschwelle [senkt], den Computer auch anderweitig zu nutzen.“ Im Zusammenhang mit dem interaktiven Whiteboard weist die Lehrerin ebenfalls technisches Fachwissen auf.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.47 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	3
	Allgemeine Einschätzungen	1
	Offen für Neues	1
	Generationensache	1
	Positive Meinung	2
Chancen des CE	CE ist eine Erleichterung	2
	Computer ist kein Hindernis	1
	Vorteile des CE	4
Probleme des CE	Unsicherheit (persönlich)	5
	Zeitaufwand	1
	Allg. Probleme mit Programmen	1
	Vorbereitung wird aufwändiger	1
	Probleme bei Kollegen	3
	Unwissenheit	1
	CE ist Mehraufwand	1

**Tabelle 4.47.:** Von Lehrkraft 4 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Für den Computereinsatz in der Unterrichtspraxis spricht in den Augen von Lehrkraft 4, dass ein Synergieeffekt bei der Verbindung von Experiment und Computereinsatz auftreten kann: „Computereinsatz heißt auch, dass sich [der Schüler] überlegen muss, wie er seinen Ball halten muss, damit [das gewünschte Phänomen] sichtbar [und mit dem Computer messbar] wird. Da steckt viel vom eigentlichen Versuchsansatz drin.“ Der Gedankengang der Lehrerin ist also in etwa wie folgt: Wenn Schülerinnen und Schüler die Messwerterfassung und Auswertung mit dem Computer durchführen, müssen sie das eigentliche Experiment schon in der Versuchsplanung durchdringen. Eine Erweiterung der Möglichkeiten beim Unterrichten sieht die Lehrerin darin, dass beim Einsatz von interaktiven Whiteboards die Unterrichtsergebnisse abgespeichert und für die nächste Stunde wieder greifbar gemacht werden können. Außerdem ist es möglich, Schülerinnen und Schülern, die längere Zeit krank sind, die Ergebnisse digital zukommen zu lassen. Der beschriebene Aufwand beim Computereinsatz lohnt sich für Lehrkraft 4: „Wenn man den Aufwand einmal betrieben hat, ist [der Computer]



eine immense Erleichterung [beim Unterrichten].“ Neben diesen sehr unterrichtsnahen Gründen, sieht die Lehrerin beim Computereinsatz auch einen Sinn darin, dass die Schülerinnen und Schüler den Computer als technisches Hilfsmittel und nicht nur als „Freizeitprogramm“ kennenlernen sollen.

Gründe gegen den Computereinsatz im Unterricht weiß die Lehrerin ebenfalls zu nennen. Ein Problem daran sieht sie in der aufwändigen Betreuung der Klasse. Wenn die Schülerinnen und Schüler (wie im Schülerlabor) in Kleingruppen am Computer arbeiten, traut sich die Lehrerin nicht zu, alle angemessen zu betreuen. Als einziger Ausweg dafür fällt ihr ein, dass man auch eine Stationenarbeit für die Schülerinnen und Schüler entwerfen kann, in der nur an einer Station am Computer gearbeitet wird. Aber auch das ist für die Lehrerin „schwierig umzusetzen“. Ein weiteres Problem schildert sie, wenn sie davon erzählt, dass Schülerinnen und Schüler sich zu leicht vom eigentlichen Lerninhalt ablenken, wenn sie am Computer arbeiten. Das kann einerseits bei Internetrecherchen passieren, aber auch unabhängig davon, weil „der Computer [von Schülern] oft mit Freizeit verbunden wird. Filmgucken bedeutet [für sie] immer, dass man sich zurücklehnen kann wie im Kino.“ Die Lehrerin vermutet also generell eine eher passive Arbeitshaltung ihrer Schülerinnen und Schüler, wenn sie am Computer arbeiten sollen. Außerdem bemängelt sie, dass beim Arbeiten mit dem Computer Probleme mit Programmen oder der Internetverbindung auftauchen können, die den Unterricht dann behindern.

Die genannten Einsatzmethoden sind implizit in der bisherigen Beschreibung der Äußerungen enthalten. Als Ziel des Computereinsatzes formuliert die Lehrerin, dass sie einerseits „gewisse Dinge viel schöner und deutlicher zeigen“ kann und andererseits gezielt gegen das vermutete Freizeit-Image des Computers bei den Schülerinnen und Schülern steuern kann: „Die Schüler sollen merken, dass der Computer im Unterricht eben kein Spielgerät ist.“

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.48 zusammengefasst dargestellt.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Die Lehrerin würde den Computer grundsätzlich gerne häufiger im Unterricht nutzen. Im Speziellen bezieht sie sich auf Messungen per Computer. Dazu bräuchte sie jedoch erst Fortbildungen, die sie sich vor allem im Bereich konkreter Anwendungen (von Soft- und Hardware) oder für einzelne Themen wünscht. Lehrkraft 4 hätte selbst auch gerne höhere Fertigkeiten. Sie hält es grundsätzlich für wichtig und sinnvoll, dass sich Lehrkräfte mit dem Computer und dessen Einsatzmöglichkeiten auskennen. Im Fragebogen gibt Lehrkraft 4 an, dass sie sich eine Fortbildung zum Einsatz von Smartphones und Tablets wünscht, die auf die Sensortechnik und möglichst einfache Umsetzungen damit ausgerichtet sind.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.49 zusammengefasst dargestellt.

**Praktische Umsetzungskenntnisse** Entgegen der eher skeptischen Selbstbeschreibungen zu den ersten beiden Kategorien, berichtet Lehrkraft 4 davon, dass sie Simulationen in Verbindung mit Videoanalyse und Messwerterfassung mit (nicht näher beschriebenen)

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	1
	Experiment und CE verknüpfen	4
	Umgang mit Computer lernen	1
	Allgemein	4
Gründe gegen CE	Allgemein	3
	Zeitaufwand	1
	CE aus SchüLa nicht übertragbar auf PU	1
	Schüler arbeiten, ohne zu denken	3
	Experimente sind besser als CE	1
	Computer nicht zuverlässig	1
Einsatzmethode	CE in Schülerhand	1
	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	1
	Methodische Vielfalt	3
Ziel des CE	Veranschaulichung	1
	Sonstige Ziele	2

**Tabelle 4.48.:** Von Lehrkraft 4 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Möchte mehr können	2
Will Computer häufiger nutzen	4
Fortbildungen	4
Computer ist Alltagsgegenstand	1
CE im Schülerlabor ist hilfreich	3
Computer sind wichtig für Gesellschaft	1
Lehrerausbildung	1
Alternativen zum Computer	1

**Tabelle 4.49.:** Von Lehrkraft 4 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

Sensoren durchführt. In einem ähnlichen Bereich hat die Lehrerin ihre Schülerinnen und Schüler auch schon Laptops von zu Hause mitbringen lassen, die dann im Unterricht mit eingesetzt wurden. Das interaktive Whiteboard wird täglich von ihr eingesetzt und sie grenzt sich in dem Rahmen von Kollegen ab, die „das Whiteboard nur zum Anschreiben“ nutzten. Des Weiteren benutzt die Lehrerin den Computer nach eigenen Angaben „häufig für Simulationen und meine eigenen Folien“ und sie kommuniziert mit ihren Schülerinnen und Schülern per E-Mail.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.50 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	3
Film(-ausschnitte)	2
Computer (allgemein)	1
Internetrecherche	1
Messwarterfassung	1
Videoanalyse	1
Interaktives Whiteboard	4
Bilder	1
Präsentationen	2
Schülern Daten bereitstellen	1
BYOD	1

**Tabelle 4.50.:** Von Lehrkraft 4 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskenntnissen*.

**Ausstattung** In der Schule von Lehrkraft 4 gibt es in jedem Klassenraum interaktive Whiteboards und damit verbunden auch Beamer und Computer. Außerdem gibt es einen PC-Raum. In der Physiksammlung und den Fachräumen gibt es einen Internetzugang. Für alle Naturwissenschaften gemeinsam gibt es vier Laptops, die ausgeliehen werden können. Allerdings sind diese oft schon vergeben, wenn die Lehrerin sie braucht. In der Sammlung der Schule befindet sich auch das Messwarterfassungssystem *CASSY*. Die Zufriedenheit, die im Interview geäußert wurde, ist nicht besonders hoch: „Wir haben bei uns in der Schule das Problem, dass wir nicht so viele PCs für die Schüler haben.“

**Computer im Schülerlabor** Am Tag ihres Besuchs war die Lehrerin zum Thema *Salto & Co.* mit ihrer Klasse im Schülerlabor. Daher begrenzt sich ihre Beschreibung des Computereinsatzes an dem Tag auf die dort genutzte Videoanalyse. Ihr fiel folgendes positiv auf: „Die [Schüler] sehen, wie der Ball [sich bewegt] und können das in einer eigenen Grafik am Computer noch mal nachvollziehen, was ich sehr hilfreich finde.“ Gestört hat sie am Gesehenen „eigentlich nichts“. Zur Übertragbarkeit auf den Unterricht macht die Lehrerin keine Aussage.

#### 4. Lehrerinterviews

Lehrkraft 4 lobt die Betreuung im Schülerlabor allgemein und auch, dass der Computereinsatz die durchgeführten Experimente sehr unterstütze. In insgesamt sechs ihrer Aussagen schildert die Lehrerin Positives, das ihr an der Arbeitsweise der Schülerinnen und Schüler aufgefallen ist. Dabei legt sie Wert darauf, dass alle Schülerinnen und Schüler aktiv mitarbeiten, obwohl sie normalerweise „sehr zurückhaltend“ seien. Die Gruppe habe außerdem einen „ganz normalen Umgang“ mit dem Computer. Das widerspricht der zuvor getroffenen Einschätzung, dass die Schülerinnen und Schüler beim Arbeiten mit dem Computer direkt in eine Art ‚Freizeitmodus‘ verfallen. Auch auf Nachfrage haben die Schülerinnen und Schüler der Lehrerin angegeben, dass es ihnen gut gefiele. Es lässt sich sagen, dass die Lehrerin dem, was sie im Schülerlabor beobachtet hat, grundsätzlich positiv gegenübersteht. So schätzt sie ein, dass den Schülerinnen und Schülern das Lernen durch den Computereinsatz erleichtert werde.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.51 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Videoanalyse	3
	Computereinsatz ist angebracht	6
Bewertungen	Positives beim Arbeiten (Schüler)	6
	Experiment vs. Computer	1
	Betreuung	1

**Tabelle 4.51.:** Von Lehrkraft 4 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.6.3. Interview 10

Lehrkraft 10 ist ein Mann im Alter zwischen 50 und 59 Jahren. Er unterrichtet seit sechs Jahren Physik, Mathematik und Chemie an einem Gymnasium und hat ein Diplom in Chemie. Physik war im Studium nur ein Nebenfach.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Lehrkraft 10 kennt sich gut mit dem Computer aus und arbeitet schon seit über 30 Jahren damit. Privat nutzt er eher Ubuntu als Windows, „weil es weniger störanfällig ist“ und schätzt seine Berührungsängste mit dem Computer als gering ein. Im Kollegium findet ein Austausch von Ideen und Materialien zur Unterrichtsgestaltung mit dem Computer statt, an dem er sich auch beteiligt.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.52 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	2
	Konkrete Programme	1
	Offen für Neues	1
	Aussage zur Quantität des CE	1
Chancen des CE	CE ist eine Erleichterung	1
	Sicherheit mit dem Computer	2

**Tabelle 4.52.:** Von Lehrkraft 10 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Der Lehrer sieht im Computereinsatz eine Erweiterung der unterrichtlichen Möglichkeiten und zwar insofern, dass Computerunterstützung eine gute Lernhilfe für die Schülerinnen und Schüler sei, man durch Veränderung von Parametern am Computer neue Beobachtungsmöglichkeiten schaffe oder zusätzliche Dynamik in der Veranschaulichung von Prozessen ermöglicht würde. Damit lässt sich nach Meinung des Lehrers auch Zeit sparen, die sonst beispielsweise für Tafelanschriften genutzt würde. Auch bei Schülerinnen und Schülern vermutet der Lehrer geringe Berührungängste im Umgang mit dem Computer und außerdem eine motivierende Wirkung (durch Videoanalyse).

Dass nicht alle Schülerinnen und Schüler direkt mit dem Computer umgehen können, gibt der Lehrer zu bedenken. Das zu beheben, erfordert eine gewisse Einarbeitung. Außerdem sieht Lehrkraft 10 die Gefahr, dass sich die Schülerinnen und Schüler leicht ablenken lassen, wenn sie selbst mit dem Computer arbeiten. Dieser Nachteil wird „vor allem bei Internetrecherchen“ verortet. Als weiteren Aspekt beschreibt der Lehrer, dass die geringen Berührungängste der Schülerinnen und Schüler mit dem Computer sie ermutigen, auf eigene Faust Möglichkeiten zu erkunden: „Sie steigen viel tiefer in das Programm ein und landen bei Funktionen, die mit dem eigentlichen Auftrag nichts zu tun haben.“ Der Computer wird auf die oben genannten Arten zur Veranschaulichung und zur Verständniserleichterung genutzt.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.53 zusammengefasst dargestellt.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Das Interesse des Lehrers an Neuem beschränkt sich im Interview auf den Wunsch, neue Möglichkeiten zur Messwerterfassung kennenzulernen. Im Fragebogen wünscht sich der Lehrer Fortbildungen zu „Anwendungen mit Smartphones (Schülerexperimente u. a.), da fast alle Schüler heute damit ausgestattet sind“.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.54 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	3
	Zeitersparnis	1
	SuS sind Umgang mit Computer gewohnt	1
	Erleichterung für Schüler	1
	CE motiviert	1
Gründe gegen CE	CE schreckt Schüler ab	2
	Schüler arbeiten, ohne zu denken	3
Einsatzmethode	CE in Schülerhand	3
	Methodische Vielfalt	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	3
	Computer erleichtert Verständnis	1

**Tabelle 4.53.:** Von Lehrkraft 10 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Möchte mehr können	1
Fortbildungen	1

**Tabelle 4.54.:** Von Lehrkraft 10 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

**Praktische Umsetzungenkenntnisse** Lehrkraft 10 berichtet davon, Messwerterfassung am Computer benutzt zu haben. Dabei bezieht sich der Lehrer auf Videoanalyse in der Kinematik und Dynamik und auf das System *CASSY*. Die Videos zur Analyse wurden von den Schülerinnen und Schülern per Handy aufgenommen. Des Weiteren beschreibt der Lehrer den Einsatz von Simulationen zur Darstellung und Verdeutlichung dynamischer Prozesse, die an der Tafel so nicht gezeigt werden könnten.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.55 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	2
Film(-ausschnitte)	1
Messwerterfassung	1
Videoanalyse	3
CASSY	2
Smartphone/Tablets	1

**Tabelle 4.55.:** Von Lehrkraft 10 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungenkenntnissen*.

**Ausstattung** In der Schule von Lehrkraft 10 gibt es drei Computerräume, „die gut mit Software ausgestattet sind. Wir haben [an Software] alles, was nötig ist.“ In der Physik gibt es vier Laptops, die genutzt werden können, aber der Lehrer bringt auch sein eigenes Gerät mit, weil er weiß, dass er sich darauf verlassen kann. Bei den Schulgeräten ist seiner Ansicht nach problematisch, dass nur Personal einer kommunalen Einrichtung für Software und Wartung der Computer zuständig ist und die Kollegen in der Schule selbst keine Möglichkeit dazu haben. Die Firma kommt nur alle sechs Monate an die Schule für Wartungsarbeiten, was auch eine Lösung etwaiger Probleme deutlich verzögert. In der Physiksammlung und im -unterrichtsraum gibt es einen Internetanschluss.

**Computer im Schülerlabor** Der Lehrer besuchte mit seiner Klasse das Schülerlabor zum Thema *Elektromobilität*.

Im Rahmen dieses Themas arbeiten die Schülerinnen und Schülern mit zwei Simulationen: Einmal zum Umpolungsvorgang bei Stromwendermotoren und einmal zur Erzeugung und Zusammensetzung des rotierenden Magnetfelds durch Dreiphasenwechselstrom beim Drehstromsynchronmotor. Speziell auf den zweiten Fall geht der Lehrer genauer ein und lobt mehrfach, dass die Darstellung der Magnetfeldvektoren sehr anschaulich und eingängig sei. Der Lehrer hält den Computereinsatz im Schülerlabor „unbedingt für sinnvoll“ und für eine gute Ergänzung zum Experiment.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.56 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Simulationen zur E-Mobilität	10
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	1
	Experiment vs. Computer	1
	Lehrkraft ist beeindruckt	1
	Vorteile des CE	1

**Tabelle 4.56.:** Von Lehrkraft 10 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.6.4. Interview 13

Lehrkraft 13 ist ein Mann im Alter von über 60 Jahren. Er ist seit 35 Jahren im Schuldienst und unterrichtet Physik und Mathematik am Gymnasium. Außerdem ist er Datenschutzbeauftragter an seiner Schule.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Der Lehrer steht dem Computereinsatz positiv und offen gegenüber. Er sagt, dass er Anwendungen wie Simulationen im Unterricht nicht mehr missen möchte und beschreibt Funktionen, die er am Computer kennt. Simulationen einzusetzen ist für ihn „kein Problem“, aber beim Computereinsatz in der Mittelstufe habe er „den richtigen Ansatz bei einigen Punkten noch nicht gefunden.“

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.57 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	1
	Konkrete Programme	1
	Offen für Neues	1
	Positive Meinung	2
Chancen des CE	CE ist eine Erleichterung	2
	Computer ist kein Hindernis	1
	Vorteile des CE	1
	Sicherheit mit dem Computer	1
Probleme des CE	Unsicherheit (persönlich)	1

**Tabelle 4.57.:** Von Lehrkraft 13 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.



**Computer im aktuellen Physikunterricht** Lehrkraft 13 findet den Computer zur Messwertaufnahme sinnvoll. Ihm ist wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler die Daten zunächst per Hand auswerten können, aber dann findet er es praktisch, den Computer etwa zum Zeichnen von Graphen oder für die Auswertung mittels anderer Programme einzusetzen.

Die Reihenfolge, erst manuell zu arbeiten, den Vorgang zu verstehen und dann zu automatisieren, ist dem Lehrer auch wichtig, weil der Computer bzw. die Anwendungen daran sonst als Black Box dastehen und intransparent sind. Dadurch ist die Nachvollziehbarkeit des Auswertevorgangs für die Schülerinnen und Schüler nicht gegeben und die Transferleistung von Messwerten zur Interpretation derselben wird in den Augen des Lehrers erschwert. Ein Vorteil, den der Lehrer bei der manuellen gegenüber der digitalen Messwertaufnahme sieht, ist, dass es für Schülerinnen und Schüler herkömmlich anschaulicher sei, wie der Versuch funktioniere, was genau im Experiment passiere und worauf es bei der Durchführung ankäme. Ein anderer Aspekt, der den Lehrer am Computereinsatz im Unterricht stört, ist, dass „Messungen [...] beim Computereinsatz nicht mehr schief [gehen].“ Einerseits geht dadurch die Möglichkeit der Fehlerdiskussion verloren, andererseits sagt der Lehrer auch, dass Messwerte leicht manipuliert werden könnten, „um eine perfekte Messung zu erhalten“. Lehrkraft 13 schätzt ein: „In der Mittelstufe wird nur wenig Mechanik unterrichtet, da lohnt sich der Computereinsatz nicht.“

Die konkreten Einsatzmöglichkeiten, die der Lehrer nennt, beziehen sich im Wesentlichen auf die Datenaufbereitung in Form von Graphen und Diagrammen, die dann die Basis für die Auswertung des Versuchs bilden. Methodisch hält der Lehrer an dem Grundsatz fest, dass die Schülerinnen und Schüler alles auch erst einmal per Hand machen können sollen („Bevor die Schüler mit dem Computer [Graphen] darstellen, müssen sie sie erst mal per Hand zeichnen und bekommen dann das Programm bzw. die Applikation erklärt, mit dem sie dann arbeiten.“). Der Lehrer gibt an, den Computer „selten auch in Schülerhand“ im Physikunterricht einzusetzen. Wenn der Lehrer den Computer einsetzt, dann um mit Veranschaulichungen den Schülerinnen und Schülern das Verständnis zu erleichtern. Dabei dienen vor allem Simulationen für die Darstellung komplexer Sachverhalte oder Phänomene (z. B. Felder).

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.58 zusammengefasst dargestellt.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Die Wichtigkeit des Computers ist für den Lehrer keine Frage. Er meint, dass man den Computer heute einfach brauche. Im Fragebogen gibt er an, dass er sich Fortbildungen zu den Themen Modellbildung, Simulationen und Videoanalyse wünscht.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.59 zusammengefasst dargestellt.

**Praktische Umsetzungskennnisse** Nach eigener Einschätzung, setzt der Lehrer oft den Computer ein. Dabei bezieht er sich auf die Oberstufe und zum Teil auch auf die Mittelstufe. Simulationen und Animationen werden vom Lehrer im Wesentlichen im

#### 4. Lehrerinterviews

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	2
	Allgemein	1
Gründe gegen CE	Allgemein	4
	CE unnötig	1
	Verständnis bleibt auf der Strecke	4
	Intransparenz (Black Box)	3
Einsatzmethode	CE in Schülerhand	2
	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	4
	Methodische Vielfalt	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	6
	Computer erleichtert Verständnis	3
	Sonstige Ziele	1

**Tabelle 4.58.:** Von Lehrkraft 13 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Computer ist Alltagsgegenstand	1
Computer sind wichtig für Gesellschaft	2

**Tabelle 4.59.:** Von Lehrkraft 13 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

Bereich der Modernen Physik für die Darstellung von „Compton-Effekt, Rutherford-Streuung oder Bragg-Reflexion“ eingesetzt. Außerdem setzt er Computer und interaktives Whiteboard „zum Schreiben, für Simulationen, Filme und *measure* von *PHYWE*“ ein.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.60 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	5
Computer (allgemein)	2
Messwerterfassung	1
Interaktives Whiteboard	3
Internetseiten	2
Smartphone/Tablets	2

**Tabelle 4.60.:** Von Lehrkraft 13 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskenntnissen*.

**Ausstattung** In der Schule von Lehrkraft 13 gibt es in allen naturwissenschaftlichen Fachräumen interaktive Whiteboards und in allen anderen Klassenräumen gibt es Computer mit Beamer. Im Physikraum gibt es keine „klassische Tafel“ mehr. In jedem Raum existiert ein Internetzugang. Die Schule hat außerdem zwei Computerräume für Schülerinnen und Schüler sowie einen Schülerarbeitsraum, in dem Computer stehen, und eine Bibliothek. Alleine für den Physikunterricht stehen vier PCs oder Laptops zur Verfügung. Software darf auf den Schulgeräten nur von einer übergeordneten Behörde installiert werden.

**Computer im Schülerlabor** Am Tag seines Besuchs war der Lehrer mit seiner Klasse zum Thema *Physik und Kriminalistik* im Schülerlabor. Der verwendete Programm *Newton-II* wirkt auf den Lehrer professionell, er hält es allerdings für die Schülerinnen und Schüler seiner achten Klasse für „überfrachtet mit den ganzen Eingaben“. Deswegen hätte er sich die Programmoberfläche etwas simpler gewünscht. Grundsätzlich ist der Lehrer der Meinung, dass der Computer im Schülerlabor „auf jeden Fall an ein oder zwei Stationen“ verwendet werden sollte.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.61 zusammengefasst dargestellt.

#### 4.2.6.5. Interview 14

Lehrkraft 14 ist eine Frau im Alter zwischen 40 und 49 Jahren, die am Gymnasium unterrichtet. Im Fragebogen hat sie die Fächerkombination nicht angegeben. Sie ist seit drei Jahren im Schuldienst.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Simulation Krimi-Labor	5
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	1
	Probleme beim Arbeiten (Schüler)	2

**Tabelle 4.61.:** Von Lehrkraft 13 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Die Lehrerin nutzt den Computer schon seit ihrer Jugend und hält ihn beim Unterrichten für unabdingbar. Sie sucht aktiv neue Vorschläge und Ideen zum Computereinsatz im Unterricht und ist bereit, sich in neue Programme einzuarbeiten. Allerdings fehle ihr manchmal die Zeit, um neue Programme zu suchen. In ihrer eigenen Wahrnehmung bereitet sie den Unterricht viel mit dem Computer vor. Das betrachtet sie auch als Erleichterung und hält es für umweltfreundlich, weil man weniger Arbeitsmaterialien ausdrucken müsse und damit weniger Papier verbrauche.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.62 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	2
	Allgemeine Einschätzungen	1
	Offen für Neues	3
	Generationensache	1
	Positive Meinung	2
	Aussage zur Quantität des CE	2
Chancen des CE	CE ist eine Erleichterung	1
	Computer ist kein Hindernis	1
	Vorteile des CE	1
	Sicherheit mit dem Computer	2
Probleme des CE	Zeitaufwand	1
	Allg. Probleme mit Programmen	1
	Probleme mit Hardware	1
	Unwissenheit	1

**Tabelle 4.62.:** Von Lehrkraft 14 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Für den Computereinsatz sprechen aus Sicht der Lehrerin viele Argumente. Sie findet die „Verknüpfung von Experimenten und anschließendem Computereinsatz, wie z.B. Datenerfassung und anschließende Visualisierung [...] perfekt.“ Dabei soll aber nicht das Experiment durch den Computer gänzlich ersetzt werden. Ein weiteres Argument der Lehrerin ist, dass die Schüler den Umgang mit dem Computer lernen sollen. Dazu gibt es an ihrer Schule ein Medienkonzept für Physik, in dem festgehalten ist, welche Fähigkeiten die Schülerinnen und Schüler in welcher Jahrgangsstufe erlernen sollen. Eine Erweiterung der Möglichkeiten sieht die Lehrerin durch die Verwendung von vorbereiteten Folien für Beamer, auf die sie beliebig zurückgreifen kann („Wenn man [zu Beginn der Stunde] Hypothesen von Schülern sammelt und dann weitermacht [ein anderes Tafelbild erstellt], kann man später wieder zurück springen und die Hypothesensammlung anschauen.“). Dabei meint die Lehrerin, auch Zeit zu sparen. Außerdem hilft ihr der Computer beispielsweise mittels Animationen, Sachverhalte besser darzustellen. Daneben sieht sie auch einen motivierenden Effekt, wenn sie den Computer zum Unterrichten einsetzt: „Ich habe eine Evaluierung mit all meinen Klassen in Bezug auf meinen Beamereinsatz gemacht und das kam bei den Schülern super an. Es ist anregend, anschaulich und leichter verständlich für die Schüler, als wenn man versucht, alles an der Tafel zu entwickeln.“

Die Lehrerin führt aber auch an, dass die Schülerinnen und Schüler nicht ausschließlich am Computer, sondern auch „haptisch arbeiten“ sollten. Um den Computereinsatz in Schülerhand durchzuführen, muss die Lehrerin in den Computerraum gehen. Das geht aber nicht immer, wenn sie es möchte und außerdem sagt sie, dass sie im Computerraum weniger flexibel sei. Sie bezweifelt, dass sie den Computereinsatz, wie sie ihn im Schülerlabor gesehen hat, bei gleicher Ausstattung zu übertragen im Stande wäre.

In den Augen der Lehrerin ist der Computer im Physikunterricht ein Werkzeug, wie andere Möglichkeiten auch. Sie nutzt den Computer gerne, um gemeinsam und interaktiv mit den Schülerinnen und Schülern ein „Tafelbild“ per Computer und Beamer zu erzeugen.

Ziel des Computereinsatzes ist für die Lehrerin, das Verständnis der Schülerinnen und Schüler zu erleichtern. In ihren Augen trägt der Computer dazu bei, indem die Schülerinnen und Schüler „durch das langsame [Ab-]schreiben, [...] die Aufgabenstellung besser [verstehen].“ Die Erleichterung erfolgt auch durch bessere Veranschaulichungen, etwa durch Simulationen („[Schüler arbeiteten mit Simulationen], um ein abstraktes Thema zu erklären, zu vertiefen und sich damit zu beschäftigen. [Die Simulationen] sind weniger zur Analyse, sondern interaktiv und erklärend.“).

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.63 zusammengefasst dargestellt.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Lehrkraft 14 hat das bestreben, noch besser mit dem Computer umgehen zu können. Dazu wünscht sie sich Ideen und Tipps, wie man mit verschiedenen Anwendungen im Unterricht umgehen kann. Der gesehene Computereinsatz im Schülerlabor dient ihr in diesem Zusammenhang schon als Inspirationsquelle. Außerdem wünscht sich die Lehrerin, im Umgang mit neuen Programmen angeleitet zu werden. Dieses Interesse an Fortbildungen gibt sie, mit Bezug auf ihr Kollegium,

#### 4. Lehrerinterviews

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	4
	Experiment und CE verknüpfen	2
	Umgang mit Computer lernen	1
	Zeitersparnis	1
	CE motiviert	2
Gründe gegen CE	CE unnötig	2
	CE aus SchüLa nicht übertragbar auf PU	1
	Mangelnde Ausstattung	1
Einsatzmethode	Methodische Vielfalt	4
	Computer als Werkzeug	2
Ziel des CE	Veranschaulichung	3
	Computer erleichtert Verständnis	2

**Tabelle 4.63.:** Von Lehrkraft 14 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

auch explizit wieder: „Einige [Kollegen] sind offen und fragen auch mal nach [wenn es um Computereinsatzmöglichkeiten im Unterricht geht], aber viele schämen sich und fragen nicht. Deshalb wäre es gut, wenn es Fortbildungen [zum Computereinsatz im PU] gäbe. Wäre ich jetzt Fachsprecherin, würde ich einfach alle Physiklehrer für eine Fortbildung anmelden.“ Im Fragebogen gibt die Lehrerin an, dass sie sich Fortbildungen zur Veranschaulichung von Daten und zur Analyse von Bewegungen wünscht.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.64 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Möchte mehr können	2
Fortbildungen	2
CE im Schülerlabor ist hilfreich	2
Computer sind wichtig für Schüler	2

**Tabelle 4.64.:** Von Lehrkraft 14 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

**Praktische Umsetzungskennnisse** Durch die standardmäßige Benutzung des Computers ist die Hemmschwelle für die Lehrerin gering, ihn für diverse Anwendungen zu benutzen. Dazu gehört neben Präsentationsfolien auch die Auswertung von (zuvor manuell

aufgenommenen) Messwerten, Videos und Simulationen von Experimenten, die anderweitig nicht durchführbar sind. Daneben arbeitet sie auch mit interaktiven Animationen und „Programmen“, wobei sie nicht erwähnt, welche.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.65 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	3
Film(-ausschnitte)	1
Computer (allgemein)	3
Beamer	4
Präsentationen	2
Auswertung von Messwerten	2

**Tabelle 4.65.:** Von Lehrkraft 14 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskennnissen*.

**Ausstattung** In den Physikräumen der Schule von Lehrkraft 14 ist jeweils ein internetfähiger PC und ein Beamer vorhanden. Zusätzlich gibt es für die Naturwissenschaften eine Dokumentenkamera, die man ausleihen kann und die auch oft vergeben ist. Außerdem gibt es an der Schule zwei Computerräume mit ca. 17 PCs, die man vor Benutzung reservieren muss und die meistens blockiert sind. Auf den Schulgeräten darf ein bestimmter Kollege bzw. eine bestimmte Kollegin Programme installieren.

**Computer im Schülerlabor** Am Tag des Interviews besuchte die Klasse der Lehrerin das Schülerlabor zu *Elektromobilität*. Davor war die Lehrerin schon einmal mit einer Klasse zur *Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen* im Schülerlabor.

Zum gesehenen Computereinsatz macht die Lehrerin beschreibende Aussagen: „Im Videoanalyse[schülerlabor] wurde der Computer zur Analyse und zur Veranschaulichung von Daten genutzt. Das ist [eindrucksvoll] und für Schüler gut nachvollziehbar und bringt ihnen so Abstraktes wie Bewegung und Geschwindigkeit näher.“ bzw. „[Die Simulationen im Elektromobilitätsschülerlabor] dienen dazu, [einen Vorgang] langsamer oder schneller sehen zu können. [Schüler arbeiteten mit Simulationen], um ein abstraktes Thema zu erklären, zu vertiefen und sich damit zu beschäftigen. [Die Simulationen] sind weniger zur Analyse, sondern interaktiv und erklärend.“ Die Verbindung aus Experiment und Computereinsatz gefällt der Lehrerin und sie findet nicht, dass der Computereinsatz „Zeit vom Experimentieren wegnimmt“. Sie hätte sich außerdem noch einige Grundregeln für die Schülerinnen und Schüler zum Umgang mit den Laptops gewünscht.<sup>2</sup>

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.66 zusammengefasst dargestellt.

<sup>2</sup>Am Besuchstag gab es kein konkretes Ereignis, das spezielle Regeln erforderlich gemacht hätte.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Videoanalyse	1
	Sonstige Aussagen	1
	Simulationen zur E-Mobilität	2
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	1
	Positives beim Arbeiten (Schüler)	2
	Experiment vs. Computer	1
	Verbesserungsvorschläge	1
	Lehrkraft ist beeindruckt	2

**Tabelle 4.66.:** Von Lehrkraft 14 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.6.6. Zusammenfassung: Cluster 3 – Computerenthusiasten

Für die Enthusiasten ist es typisch, dem Computereinsatz sehr stark zugeneigt zu sein. Darin ähneln die Personen dieses Clusters den *verhinderten Nutzern*. Der große Unterschied ist die hohe Zufriedenheit mit der Ausstattung der Schule mit Hard- und Software. Das hohe computerbezogene Selbstbewusstsein wird bei den Interviewten, die diesem Cluster zugeordnet sind, sehr deutlich. Sie berichten meist von verschiedenen Erfahrungen, die mit dem Computer bereits gemacht wurden und geben auch fundierte Aussagen zu den wahrgenommenen Problemen, die es zu beachten gilt. In der Regel werden auch schon Ansätze mitgeliefert, wie man mit diesen Problemen umgehen sollte. Lehrkraft 4 weist ein geringeres computerbezogenes Selbstbewusstsein auf, als die anderen, was sich in eher gering eingeschätzten Fähigkeiten und der Tatsache, dass sie Probleme schnell abschrecken, äußert. Nichtsdestotrotz lässt sich auch Lehrkraft 4 eine grundsätzlich positive Einstellung dem Computereinsatz gegenüber attestieren, die sich beispielsweise in der Beurteilung des Computers als Erleichterung für das Unterrichten oder dem technischen Fachwissen der Lehrkraft zum interaktiven Whiteboard erkennen lässt. Bei allen der oben genannten Lehrkräfte, außer Lehrkraft 13, überwiegen die Gründe für den Computereinsatz im Physikunterricht deutlich die Gründe dagegen. Das macht ihre Einordnung in diesen Cluster plausibel. Lehrkraft 13 macht sich methodische Gedanken und achtet beim Computereinsatz besonders auf didaktische Vor- und Nachteile, die ihrer Meinung nach zu berücksichtigen sind. Alle fünf Personen, die nachträglich diesem Cluster zugeordnet werden konnten, halten den Computer für wichtig. Sie wünschen sich, ihn häufiger oder besser einzusetzen und haben konkrete Vorstellungen, auf welchen Gebieten sie sich gerne fortbilden würden. Auch das zeigt, dass sie ihre eigenen Fähigkeiten gut beurteilen und mögliche Perspektiven für ihren Unterricht diagnostizieren können. Die praktischen Umsetzungskennnisse sind bei den meisten der hier eingeordneten Befragten umfangreich und vielfältig. Dazu gibt es zwei Ausnahmen: Lehrkraft 10 und Lehrkraft 14. 10 weist keine besonders hohe Bandbreite von Einsatzkenntnissen auf. 14 meint zwar, den Computer auf innovative Art im Unterricht einzusetzen, aber viele der Anwendungen



sind einfach nur ein Tafelersatz durch Laptop und Beamer. Es macht den Unterricht zwar digital, wenn Ideensammlungen mit dem Laptop auf Präsentationsfolien festgehalten werden, aber erweitert nicht automatisch die Möglichkeiten. Lehrkraft 14 macht insgesamt einen sehr enthusiastischen Eindruck und ist daher in Cluster 3 gut aufgehoben, aber zeichnet sich qualitativ nicht durch besonders hohe praktische Umsetzungskenntnisse aus. Die Ausstattung – und damit der größte Unterschied zu Cluster 1 – ist in allen fünf Fällen positiv beurteilt. Bei diesen Lehrkräften gibt es fast immer interaktive Whiteboards in den Physikräumen oder wenigstens PC oder Laptop mit Beamer und Dokumentenkamera. Oftmals gibt es auch die Möglichkeit, mobile Geräte für die Schüler auszuleihen und von ihnen einsetzen zu lassen. Die Lehrkräfte scheinen alles zu haben, was sie für den aktuellen „Innovationsgrad“ ihres Physikunterrichts benötigen.

### 4.2.7. Cluster 4 – Realisten

Ab Seite 78 ist Cluster 4 beschrieben. Tabelle 4.13 ist zu entnehmen, dass die Lehrkräfte 3 und 12 dem Cluster der *Realisten* zugeordnet werden können. Lehrkraft 3 wird mit einer Sicherheit von  $P(G = 4|D = 1,51) = 71\%$  und Lehrkraft 12 mit einer Sicherheit von  $P(G = 4|D = 3,88) = 73\%$  in diese Gruppe sortiert.

#### 4.2.7.1. Interview 3

Bei Lehrkraft 3 handelt es sich um einen Mann im Alter zwischen 30 und 39 Jahren. Er ist seit sechs Jahren im Schuldienst am Gymnasium. Der Lehrer unterrichtet Physik und Mathematik und bevorzugt Physik. Am Tag des Interviews besuchte er das Schülerlabor zum Thema *Salto & Co.*, das ähnliche Inhalte wie das Schülerlabor zum Thema Biomechanik hat.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Der Lehrer beschreibt den Computer als praktisches Hilfsmittel. Er kennt sich scheinbar recht gut damit aus, da er zwischen unterschiedlichen Anwendungen unterscheidet und verschiedene (technische) Aspekte aufzählt, die er schon selbst genutzt hat. Seine Einschätzung ist, dass der Computereinsatz dann keine Schwierigkeit darstellt, wenn man ihn gezielt nutzt, was er auch zu tun versucht. Grundsätzlich steht Lehrkraft 3 dem Computereinsatz also positiv gegenüber. Allerdings ist der Lehrer auch der Meinung, dass „der Computer[einsatz] kein Allheilmittel“ ist. Das spiegelt sich einerseits darin wider, dass beispielsweise „Filme aufzunehmen und diese auszuwerten und neu zu gestalten, [...] ein großer zeitlicher Aufwand“ ist und er es auch für wichtig hält, sich selbst ausreichend in neue Programme einzuarbeiten. Falls die zeitlichen Rahmenbedingungen im Schuljahr es zulassen, ist der Lehrer andererseits durchaus bereit, Zeit zu investieren und mit den Schülerinnen und Schülern ein neues Programm zu verwenden.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.67 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	2
	Konkrete Programme	1
	Allgemeine Einschätzungen	1
	Offen für Neues	1
Chancen des CE	CE ist eine Erleichterung	3
	Computer ist kein Hindernis	2
	Vorteile des CE	3
Probleme des CE	Unsicherheit (persönlich)	1
	Zeitaufwand	1
	Allg. Probleme mit Programmen	1

**Tabelle 4.67.:** Von Lehrkraft 3 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Im aktuellen Physikunterricht hält Lehrkraft 3 den Computer für ein Hilfsmittel, das sowohl ihm selbst, als auch seinen Schülern den Unterricht erleichtert. Er sieht auch methodisch die Möglichkeit, durch Computereinsatz in Schülerhand das klassische Unterrichtsbild, das einer etwas erzählt und Schülerinnen und Schüler nur ab und zu fragen stellen, aufgebrochen werden kann. Dabei wird auch eine stärkere Individualisierung des Lernprozesses für die Schülerinnen und Schüler ermöglicht. Speziell die Möglichkeit, mittels Animationen komplexe oder mikroskopische Vorgänge zu visualisieren und so Schülerinnen und Schülern einen zusätzlichen Zugang zu Lerninhalten zu ermöglichen, ist in den Augen des Lehrers sehr positiv. Neben konkreten Programmen und Anwendungen, berichtet der Lehrer auch davon, dass er den Schülerinnen und Schülern zum Teil für zu Hause aufgibt, Inhalte zu wiederholen oder zu vertiefen, indem er ihnen bestimmte Webseiten ans Herz legt. Neben den konkreten Zielen, wie der Lernerleichterung, hält der Lehrer es auch für wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler es lernen, mit Computern umzugehen, weil es „auch unabhängig vom Physikunterricht für das spätere Leben praktisch“ ist, bestimmte Programme und Vorgehensweisen zu kennen.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.68 zusammengefasst dargestellt.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Für die Zukunft wünscht sich Lehrer 3, öfter mit dem Computer zu arbeiten. Dabei hilft ihm, dass seine Klasse im Schülerlabor eine Art des Einsatzes kennengelernt hat, die dann ohne großen zeitlichen Mehraufwand im Unterricht wieder angewendet werden kann. Programme, die auch – aber nicht nur – im Physikunterricht eingesetzt werden, wie beispielsweise Excel, hält der Lehrer ebenfalls für sinnvoll. Sie geben den Schülerinnen und Schülern Fähigkeiten und Fertigkeiten für

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	4
	Umgang mit Computer lernen	1
	Allgemein	1
	SuS sind Umgang mit Computer gewohnt	1
Einsatzmethode	CE in Schülerhand	3
	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	3
	Methodische Vielfalt	2
	Computer als Werkzeug	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	5
	Computer erleichtert Verständnis	5
	Sonstige Ziele	3

**Tabelle 4.68.:** Von Lehrkraft 3 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

das spätere Leben mit auf den Weg. Nichtsdestotrotz schränkt der Lehrer die generelle Wichtigkeit des Computers auch ein, indem er festhält, dass reiner computerbasierter Unterricht auch keine Lösung sei. Im Fragebogen gibt der Lehrer an, dass er sich eine Fortbildung zum Thema „Apps für den Physikunterricht“ wünscht.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.69 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Möchte mehr können	1
Will Computer häufiger nutzen	2
CE im Schülerlabor ist hilfreich	1
Computer sind wichtig für Schüler	1

**Tabelle 4.69.:** Von Lehrkraft 3 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

**Praktische Umsetzungskennnisse** „Ich will mich als Lehrer nicht [immer] als wissend darstellen, sondern wenn Fragen auftreten, können wir [in der Klasse] eine Internetrecherche durchführen, um sie zu beantworten.“ Diese Einschätzung spiegelt die Einbindung von computerbasierten Anwendungen des Lehrers wider. Neben diesen Recherchen wird der Computer im Unterricht von Lehrkraft 3 zur Erleichterung in Form von Animationen, zur Modellierung von Vorgängen mit Tabellenkalkulationsprogrammen und in Form von Filmsequenzen eingesetzt.

#### 4. Lehrerinterviews

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.70 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	2
Film(-ausschnitte)	1
Internetrecherche	1
Tabellenkalkulation	2
Graphen zeichnen	1

**Tabelle 4.70.:** Von Lehrkraft 3 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskennnissen*.

**Ausstattung** An der Schule von Lehrkraft 3 gibt es in jedem Raum einen Beamer, einen PC und eine Dokumentenkamera. Außerdem existieren zwei PC-Räume mit jeweils 30 Plätzen und in der Physik gibt es noch 15 Laptops, die auch von den Schülerinnen und Schülern genutzt werden können. Daneben kann man sich auch eine Kamera ausleihen, die an den Beamer angeschlossen werden kann.

Mit der Ausstattung der Schule ist der Lehrer zufrieden („Wir sind gut ausgerüstet.“). Allerdings gibt es auch Probleme: Die Internetverbindung in der Schule ist so geregelt, dass bei vielen Zugriffen gleichzeitig, die Übertragungsgeschwindigkeit absinkt. Das erweist sich manchmal als „praktisches Problem“. Daneben ist es nicht einfach möglich, neue Programme zu installieren. Nur der Administrator der Schule kann Änderungen an der Software vornehmen, was im Speziellen nach (System-)Updates zum Teil für Ausfälle im Unterricht sorgt, die nicht sofort behoben werden können.

**Computer im Schülerlabor** Der Lehrer beschreibt, wie der Computer zur Videoanalyse im Schülerlabor eingesetzt wird. Dabei lobt er, dass die Schülerinnen und Schüler Videos von eigenen Bewegungen aufnehmen und analysieren. Das verwendete Programm *measure dynamics* hält er dabei für nicht besonders schwer zu bedienen. Grundsätzlich sagt er: „Ich denke, dass [das Schülerlabor ‚Salto & Co.‘] eine gute Möglichkeit ist, über Videokameras Physikunterricht zu betreiben.“ Allerdings ist das Schülerlabor *Salto & Co.* nach Meinung der Lehrkraft noch durch eine Einführung in das Videoanalyseprogramm zu verbessern. Diese passierte nur dezentral an den einzelnen Stationen durch die betreuenden Studierenden und am aktuellen Problem orientiert. Das sorgt in den Augen des Lehrers dafür, dass die Schülerinnen und Schüler sich stärker mit der Bedienung des Programmes beschäftigen, als mit der Auseinandersetzung mit den fachlichen Inhalten.

Das größte Problem, das Lehrkraft 3 für die Übertragung des Computereinsatzes aus dem Schülerlabor in den Unterricht sieht, ist, dass ohne vorherige Erklärung und Einführung des Analyseprogrammes die Betreuung der Schüler in Zweiergruppen an Laptops für eine einzelne Person nicht zu schaffen sei. Im Schülerlabor steht jeder

Kleingruppe eine studentische Hilfskraft zur Seite, die für Fragen und Probleme jederzeit ansprechbar ist. Mit einer einführenden Erklärung wird der Einsatz für den Lehrer schon eher machbar. Dennoch meint er: „[Im Schülerlabor] kann man das einfach mal machen und als Idee mit in Projektstage [an der Schule] nehmen, wo man [mehr] Zeit hat [und] in kleineren Gruppen arbeitet.“

Der Lehrer ist vom Labortag angetan („Es ist eine gute und tolle Erfahrung, die [moderne] Messmethode zu nutzen. Man fängt heute ja nicht mehr mit einem Lineal an [zu messen].“). Für ihn und für seine Klasse stellt der Computer das eigentliche Experiment nicht in den Schatten. Stattdessen dient er als Hilfsmittel zur Auswertung. An den Schülerinnen und Schülern ist dem Lehrer aufgefallen, dass „sowohl Jungen als auch Mädchen oder gemischte Gruppen“ im Schülerlabor engagiert mitarbeiten. Der Einsatz der neuen Medien wird vom Lehrer für sinnvoll gehalten „weil alle [Schüler], die (ihre) Bewegungen aufnehmen und messen konnten, sehr davon profitiert haben, die Bewegungen konkret zu berechnen oder auszuwerten.“

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.71 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Videoanalyse	12
Übertragbarkeit auf den Unterricht	Unterschied zur Schule	2
	Machbarkeit	1
	Probleme	6
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	4
	Positives beim Arbeiten (Schüler)	3
	Experiment vs. Computer	1
	Lehrkraft ist beeindruckt	2
	Betreuung	3

**Tabelle 4.71.:** Von Lehrkraft 3 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.7.2. Interview 12

Lehrkraft 12 ist eine Frau im Alter zwischen 30 und 39 Jahren. Sie unterrichtet seit sechs Jahren Physik und Mathematik am Gymnasium. Sie ist eine Quereinsteigerin in den Lehrerberuf und hat zuvor ein Diplom in Meteorologie gemacht.

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Nach eigener Einschätzung setzt die Lehrerin den Computer selten im Physikunterricht ein. Allerdings meint sie auch, ihn so oft

#### 4. Lehrerinterviews

einzusetzen, wie sie es möchte. Ein Wissensdefizit sieht die Lehrerin bei sich bezüglich Applikationen auf Smartphones bzw. Tablets. Sie sagt, dass sie solche Anwendungen öfter einsetzen würde, wenn sie darin „firmer“ wäre. Zum Schreiben von Texten nutzt die Lehrerin den Computer im Unterricht nur ungern.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.72 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Wissen zum Computer	
	Unbestimmte Programme	1
	Allgemeine Einschätzungen	2
	Aussage zur Quantität des CE	3
Chancen des CE	CE ist eine Erleichterung	2
Probleme des CE	Unsicherheit (persönlich)	1
	Ungeeignete Anwendungen	1

**Tabelle 4.72.:** Von Lehrkraft 12 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Die Lehrerin setzt den Computer gerne ein, wenn sie ihn für „sinnvoll und hilfreich“ hält. Das ist beispielsweise der Fall, wenn ein Experiment nicht durchgeführt werden kann und stattdessen eine Simulation die Lücke füllen kann. Außerdem sieht sie die Möglichkeit, mit dem Computer zu „messen und aus[zu]werten, ohne dass es ewig dauert, im Vergleich zum händischen Vorgehen.“

Die Bedenken, die Lehrkraft 12 gegen den Computereinsatz vorbringt, beziehen sich meistens auf didaktisch ungeschickte Verwendungsarten. So sieht sie eine Gefahr darin, den Computer nur zum Simulieren zu nutzen, statt die realen Experimente durchzuführen und dass dadurch für die Schülerinnen und Schüler „die Physik nicht realer wird als ein Computerspiel oder ein Film.“ Damit wird einerseits der Fokus vom eigentlichen Experiment weg gelenkt und andererseits die Transparenz für die Klasse reduziert. Wenn die Experimente einfach durchzuführen sind (sie nennt das Beispiel Optik), hält die Lehrerin den Computereinsatz gänzlich für unangebracht. Gleichzeitig widerspricht sie sich in diesem Punkt aber auch, da sie Simulationen von Strahlengängen als plakativ und leichter zu verstehen beschreibt „im Vergleich zur Zeichnung an der Tafel“. Wenn die Lehrerin den Computer mit der Klasse benutzt, dann arbeitet für gewöhnlich eine einzelne Schülerin oder ein einzelner Schüler vor der restlichen Klasse am Computer zur Demonstration. Dabei sieht sie den Computer als „Hilfsmittel, statt Papier und Bleistift“.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.73 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	Umgang mit Computer lernen	1
	Allgemein	1
	Zeitersparnis	1
	Erleichterung für Schüler	1
	Experiment nicht durchführbar	2
Gründe gegen CE	CE unnötig	4
	CE lenkt Fokus weg vom Experiment	3
	Intransparenz (Black Box)	1
Einsatzmethode	CE in Schülerhand	2
	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	1
	Methodische Vielfalt	1
	Computer als Werkzeug	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	1

**Tabelle 4.73.:** Von Lehrkraft 12 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Applikationen auf Smartphone bzw. Tablet würde die Lehrerin selbst gerne häufiger benutzen. Dafür müsse sie sich damit jedoch besser auskennen. Generell hält sie es für wichtig, dass Schülerinnen und Schüler mit dem Computer umgehen können. Dabei geht es ihr aber um die Qualität der Fähigkeit und nicht darum, dass der Computer öfter eingesetzt werden müsse („Den Umgang [mit dem Computer] kann man auch lernen, ohne ihn täglich zu verwenden.“). Sie mahnt in dem Zusammenhang, dass man nicht blind dem Ruf folgen solle, in der Schule mehr mit dem Computer zu arbeiten, sondern die Sinnhaftigkeit dabei im Blick zu behalten. Im Fragebogen gibt die Lehrerin an, dass sie sich Fortbildungen zu „Apps im Physikunterricht“ wünscht.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.74 zusammengefasst dargestellt.

**Praktische Umsetzungskenntnisse** Aus ihrem Physikunterricht beschreibt die Lehrerin, dass sie Messwerte mit dem Computer aufzeichnet. Das böte sich speziell im Themengebiet Mechanik an, um Bewegungen aufzuzeichnen und auszuwerten. Dabei geht sie jedoch nicht mit der Klasse in den Computerraum, sondern führt lieber ein Demonstrationsexperiment durch.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.75 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Möchte mehr können	2
Will Computer häufiger nutzen	2
Computer sind wichtig für Schüler	1
Alternativen zum Computer	1
Computereinsatz ist ausreichend	1

**Tabelle 4.74.:** Von Lehrkraft 12 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Animation/Simulation	2
Computer (allgemein)	1
Messwerterfassung	5
Videoanalyse	1

**Tabelle 4.75.:** Von Lehrkraft 12 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskennnissen*.

**Ausstattung** An der Schule von Lehrkraft 12 gibt es Computerräume, die sie aber nicht benutzt. Sie glaubt, dass es einen Laptopwagen an ihrer Schule gibt, ist sich diesbezüglich aber nicht sicher. In jedem der Physikräume gibt es einen PC mit Internetanschluss. Die Wartung und Installation von Software auf den Schulgeräten ist nur einer externen Firma möglich. Für den Einsatz von Smartphones ist die Lehrerin auf ihr eigenes Gerät und die der Schülerinnen und Schüler angewiesen.

**Computer im Schülerlabor** Am Tag ihres Besuchs war die Lehrerin mit Ihrer Klasse zum Thema *Physik und Kriminalistik* im Schülerlabor. Da zu diesem Thema nur an einer Station der Computer zur Modellierung eines waagerechten Wurfs eingesetzt wird, beschreibt die Lehrerin den Einsatz als „nicht wirklich umfangreich“. An dieser „Simulation“ gefällt ihr, „dass die Schüler überdenken, ob der [gerade Laserstrahl sinnvoll ist].“ Das bezieht sich auf den Vergleich der Flugbahn einer Pistolenkugel mit dem Strahlengang eines Lasers, der im Experiment zur Rekonstruktion genutzt wird.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.76 zusammengefasst dargestellt.

#### 4.2.7.3. Zusammenfassung: Cluster 4 – Realisten

Realisten weisen in den meisten Faktoren eher durchschnittliche Werte auf und haben wenige konkrete Ausprägungen. Der zukünftige Nutzungswunsch ist für gewöhnlich nicht besonders hoch, also der Wunsch nach Fortbildungen und die allgemeine Wichtigkeit, die dem Computer zugeordnet wird. Die praktischen Umsetzungskennnisse dagegen



Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Wie wurde der Computer eingesetzt?	Simulation Krimi-Labor	3

**Tabelle 4.76.:** Von Lehrkraft 12 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

sind knapp überdurchschnittlich. Bei den vorliegenden beiden Fällen ist kein komplett einheitliches Bild zu erkennen. Lehrkraft 3 sieht Computer als praktisches Hilfsmittel und sieht bei gezieltem Einsatz keine Schwierigkeiten in der Nutzung. Lehrkraft 12 setzt den Computer nach eigenen Angaben selten, aber so oft, wie sie möchte, im Physikunterricht ein. Das könnte man in den gezielten Einsatz von Lehrkraft 3 ebenfalls hineinleiten. Im aktuellen Physikunterricht überwiegt bei beiden Befragten die Einschätzung des Computers als Hilfsmittel, das in Maßen eingesetzt werden sollte. Lehrkraft 3 hält es für wichtig, dass Schülerinnen und Schüler mit dem Computer umgehen können. Lehrkraft 12 warnt vor didaktisch ungeschickten Verwendungsarten. Sowohl Lehrkraft 3 als auch 12 würden den Computer gerne häufiger im Unterricht einsetzen. Erstere bezieht sich allgemein auf die Quantität. Zweitere meint dabei speziell Smartphone- und Tablet-Applikationen. Beide meinen, dass es wichtig für die Schülerinnen und Schüler sei, mit dem Computer umgehen zu können. Allerdings schränken beide die Wichtigkeit jeweils wieder durch eine Aussage ein. Aus der ursprünglichen Beschreibung gilt es also zu revidieren, dass die Lehrkräfte generell den Computer nicht öfter einsetzen wollen. Sie möchten in bestimmten Gebieten gerne mehr damit arbeiten, aber nicht generell an jeder sich bietenden Möglichkeit. Absolut gesehen sind die praktischen Umsetzungskenntnisse von Lehrkraft 3 und 12 im Vergleich zu den anderen Interviewten nicht besonders hoch. Sie nutzen den Computer zwar auch auf unterschiedliche Art und Weise, aber geben im Interview jeweils nur einen relativ engen Kreis von Tätigkeiten als ihre Erfahrungen weiter. Dass in diesem Cluster der Wert für die praktische Umsetzungskenntnis dennoch etwas positiver als beim Durchschnitt ist, kann man so interpretieren, dass das, was die Lehrkräfte in dieser Hinsicht tun, ihren Ansprüchen bereits genügt. Das macht sich auch bei der Ausstattung, die Lehrkraft 12 schildert, bemerkbar. Die Ausstattung ist, gemessen an den Kollegen der anderen Cluster, im mittleren Bereich. Da sie aber wenig damit arbeitet, ist sie mit dem Vorhandenen zufrieden. Lehrkraft 3 ist in einer besser ausgestatteten Schule und mit der Soft- und Hardware ebenfalls zufrieden. Die Probleme, die sie sieht, liegen darin, dass sie sich eine höhere Flexibilität bzgl. Programmen wünscht, mit denen sie arbeiten könnte.

#### 4.2.8. Cluster 5 – Meider

Ab Seite 80 ist Cluster 5 beschrieben. Tabelle 4.13 ist zu entnehmen, dass nur Lehrkraft 6 dem Cluster der *Meider* zugeordnet werden kann. Dies geschieht mit einer Sicherheit von

$P(G = 5|D = 1,49) = 99\%$  und kann damit als sehr eindeutige Zuordnung interpretiert werden.

#### 4.2.8.1. Interview 6

Lehrkraft 6 ist ein Mann im Alter von 50 bis 59 Jahren, der 21 Jahre im Schuldienst tätig ist. Er unterrichtet Physik und Sport am Gymnasium (Favorisierung der Fächer in dieser Reihenfolge).

**Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Der Lehrer äußert Unsicherheiten im Bezug auf den Computer: „Ich habe immer noch das Gefühl, dass ich beim Computer etwas kaputt machen könnte.“ Er sieht sich als Teil einer anderen Generation als die Schülerinnen und Schüler und verbindet das mit seiner Beobachtung, dass diese „ganz anders [mit dem Computer] umgehen“. Im Physikunterricht den Computer einzusetzen, stellt für Lehrkraft 6 ein Hindernis dar, weil er sich erst darum kümmern müsste, dass Soft- und Hardware funktionierten.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 1 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.77 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Generelle Einstellung	Allgemeine Einschätzungen	1
	Generationensache	1
Probleme des CE	Unsicherheit (persönlich)	2
	Vorbereitung wird aufwändiger	1
	CE ist Mehraufwand	1

**Tabelle 4.77.:** Von Lehrkraft 6 genannte Subkategorien zu *computerbezogenem Selbstbewusstsein*.

**Computer im aktuellen Physikunterricht** Trotz der eigenen Unsicherheit sieht der Lehrer durchaus Gründe, die für den Computereinsatz im Physikunterricht sprechen. Am meisten spricht seiner Meinung nach dafür, dass der Computereinsatz eine Erweiterung der Möglichkeiten darstellt. Dabei bleibt er jedoch relativ vage (z. B. „Ich habe mit [dem Computereinsatz] die Möglichkeit, einen Zugang zu physikalischen Zusammenhängen zu bieten, den ich ohne [Computer] nicht schaffen würde.“). Konkrete neue Möglichkeiten, die er nennt, sind der Einsatz von Simulationen zur Veranschaulichung und Messwerterfassung mit dem Computer, „weil ich mehr Messwerte erfassen und die schöner darstellen kann [als herkömmlich].“

Gegen den Computereinsatz spricht für Lehrkraft 6, dass er vom eigentlichen Schwerpunkt, nämlich dem physikalischen Inhalt bzw. dem Experiment, ablenke. Außerdem

schrecke der Computereinsatz (manche) Schülerinnen und Schüler ab oder baue Hemmschwellen auf. Zusätzlich beschreibt der Lehrer die Erfahrung, dass die Schülerinnen und Schüler von digitaler Messwerterfassung nicht so begeistert seien.

Im Bezug auf Einsatzmethoden beschreibt der Lehrer im Wesentlichen Dinge, die sehr allgemein sind. Er nennt erneut die Probleme, die seiner Meinung nach gegen den Computereinsatz sprechen und berichtet nur sehr allgemein von Erfahrungen (z. B. „Manchen Schülern hilft der Computereinsatz, eine Hemmschwelle abzubauen. Bei manchen Schülern bleibt die Hemmschwelle bestehen oder wächst sogar:“). Lehrkraft 6 verfolgt mit dem Computereinsatz das Ziel, neue Zusammenhänge aufzuzeigen und besonders mit bildlichen Darstellungen das Verständnis für physikalische Inhalte zu verbessern.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 2 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.78 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Gründe für CE	CE erweitert die Möglichkeiten	4
	Allgemein	1
	Zeitersparnis	1
Gründe gegen CE	CE schreckt Schüler ab	3
	CE lenkt Fokus weg vom Experiment	2
Einsatzmethode	CE in Schülerhand	3
	(Konkrete) Einsatzmöglichkeiten	1
	Ideen, CE aus SchüLa zu übertragen	1
Ziel des CE	Veranschaulichung	2
	Computer erleichtert Verständnis	2

**Tabelle 4.78.:** Von Lehrkraft 6 genannte Subkategorien zu *Computern im aktuellen Physikunterricht*.

**Zukünftiger Nutzungswunsch** Lehrkraft 6 würde gerne wissen, welche Programme und welche Ausstattung man benötigt. Da beides nicht mehr so teuer ist wie früher, würde der Lehrer es gerne öfter nutzen. Er beschreibt auch, dass Schülerinnen und Schüler den Umgang mit dem Computer gewohnt seien. Allerdings sieht er das kritisch, weil Computer für sie daher keinen Wert mehr darstellten. Im Fragebogen gibt der Lehrer an, dass er sich Fortbildungen zur Datenerfassung mit dem Computer und zur Auswertung von Experimenten damit wünscht.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 3 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.79 zusammengefasst dargestellt.

#### 4. Lehrerinterviews

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Möchte mehr können	1
Computer ist Alltagsgegenstand	1

**Tabelle 4.79.:** Von Lehrkraft 6 genannte Subkategorien zu *zukünftigem Nutzungswunsch*.

**Praktische Umsetzungskennnisse** Der Lehrer berichtet von seiner Erfahrung mit dem Messwerterfassungssystem *CASSY*. Dabei ist er sich jedoch nicht ganz sicher, ob es sich um Computereinsatz handele, weil das System ja nur eine „Erweiterung des Messinstruments“ sei. Außerdem hat der Lehrer seinen Schülerinnen und Schülern über eine Webseite die Messdaten aus der Unterrichtsstunde zur Auswertung zur Verfügung gestellt. Im Internet nutzt er die Seite *Leifiphysik.de* und empfiehlt sie auch seinen Schülerinnen und Schülern. Im Unterrichtsalltag setzt der Lehrer nach eigenen Angaben „fast jede Stunde Beamer, Computer und Dokumentenkamera“ ein.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 4 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.80 zusammengefasst dargestellt.

Subkategorie	Anzahl Aussagen
Computer (allgemein)	1
Messwerterfassung CASSY	4
Internetseiten	2
Beamer	1
Dokumentenkamera	1
Schülern Daten bereitstellen	1

**Tabelle 4.80.:** Von Lehrkraft 6 genannte Subkategorien zu *praktischen Umsetzungskennnissen*.

**Ausstattung** An der Schule von Lehrkraft 6 gibt es in allen Physikräumen Computer, Beamer und Dokumentenkamera. Das wird nach einem Umbau auch in den anderen Klassenräumen der Fall sein. Außerdem steht das Messwerterfassungssystem *CASSY* zur Verfügung. Für den Physikunterricht gibt es zwei PCs und ein Tablet, sowie einen Internetanschluss im Physikraum. Software kann auf den Geräten der Schule nur von einer übergeordneten Behörde installiert werden.

**Computer im Schülerlabor** Am Tag des Interviews besuchte der Lehrer das Schülerlabor *Salto & Co.* Zuvor war er aber auch schon zur *Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen* mit einer Klasse im Schülerlabor.

Lehrkraft 6 steht dem Computereinsatz im Schülerlabor insgesamt positiv gegenüber. Ihm gefällt die Qualität der Betreuung und dass die Studierenden den Schülerinnen und Schülern „auf eine nette Art den Umgang mit Computerprogrammen beibringen“. Der Lehrer hält den Computereinsatz für angebracht und lobt daran, dass „man mehr zu physikalischen Sachen kommt und nicht für das Anfertigen von Diagrammen viel Zeit verwendet.“ Außerdem meint er: „Ich halte [den Einsatz des Computers im Schülerlabor] für sinnvoll, sonst wäre ich nicht gekommen.“ Dennoch kann er sich auch eine Umsetzung des Schülerlabors „ganz ohne Computer“ vorstellen. Ein grundsätzliches Problem beim Computereinsatz im Schülerlabor sieht der Lehrer darin, dass „dass die Schüler [beim Arbeiten mit dem Computer im Schülerlabor] sehr schnell am Messen sind, ohne zu wissen, was sie messen, weil das Programm für die Schüler misst.“ Daher wünscht er sich eine stärkere Fokussierung auf die Umsetzung des Experiments.

Die Subkategorien, in die die Aussagen dieser Lehrkraft zu Kategorie 7 eingeordnet werden konnten, sind in Tabelle 4.81 zusammengefasst dargestellt.

Gruppe	Subkategorie	Anzahl Aussagen
Bewertungen	Computereinsatz ist angebracht	3
	Positives beim Arbeiten (Schüler)	1
	Verbesserungsvorschläge	1
	Betreuung	1
	Probleme (allgemein)	1

**Tabelle 4.81.:** Von Lehrkraft 6 genannte Subkategorien zu *Computereinsatz im Schülerlabor*.

#### 4.2.8.2. Zusammenfassung: Cluster 5 – Meider

Typisch für Meider ist ein niedriges computerbezogenes Selbstbewusstsein. Lehrkraft 6 spricht von Unsicherheiten, die beim Arbeiten am Computer für ihn auftauchen, und dass das Gerät daher ein Hindernis für ihn darstelle. Es werden keine Chancen des Computereinsatzes im Internet genannt. Im aktuellen Physikunterricht sieht die Lehrkraft zwar allgemein Gründe, die für den Computereinsatz sprechen, aber nennt keine konkreten Aspekte. Dass der Computereinsatz für Meider didaktisch und methodisch nicht besonders sinnvoll erscheint, lässt sich auch an Lehrkraft 6 erkennen. Sie hält den Computer für die Schülerinnen und Schüler für ablenkend und projiziert die eigenen Unsicherheiten auch auf die Kinder. Beim zukünftigen Nutzungswunsch sind Meider dem Computer fast schon zugeneigt. In den Augen von Lehrkraft 6 sind Schülerinnen und Schüler den Umgang mit dem Computer gewohnt. Damit werden Computer als Alltagsgegenstände anerkannt. Allerdings hat die Lehrkraft keine Vorstellungen von aktuellen Einsatzmöglichkeiten. Das kann ebenfalls erklären, wieso Meider im Bereich des zukünftigen Nutzungswunsches einen durchschnittlichen Wert aufweisen. Die praktischen Umsetzungskennnisse von Meidern sind eher gering. Das zeigt sich auch bei Lehrkraft 6, die außer einem älteren

System zur Messwerterfassung kaum weitere Methoden zur Umsetzung angibt. Es ist anzunehmen, dass sie auch nicht viele Möglichkeiten kennt. Die Ausstattung an der Schule von Lehrkraft 6 ist im Vergleich zu den anderen interviewten Personen relativ gut. Daher ist sie auch eher zufrieden. Das deckt sich auch mit dem Verhalten der Meider. Als Ergänzung der Einschätzung über die auch quantitativ erfassten Faktoren lässt sich über die Äußerungen zum Schülerlabor von Lehrkraft 6 sagen, dass sie die Anwendungen und Möglichkeiten im Schülerlabor zwar anerkennt, aber scheinbar nicht für sich als Ideenquelle sieht. Der Besuch an einem externen Ort scheint für diese Lehrkraft keinen (methodisch übertragbaren) Bezug zum Schulalltag zu haben.

### 4.3. Schlussfolgerungen

Anhand der Interviewanalyse dieses Kapitels, ist es möglich, die in Kapitel 3.2.2 gefundenen Faktoren genauer zu betrachten. Die Beschreibungen der Einstellungsfaktoren rein auf Basis der Fragebogenerhebung kann daher erweitert werden.

**1 Computerbezogenes Selbstbewusstsein** Die Beschreibung dieses Faktors in Kapitel 3.2.2.1 (S. 61) bezieht sich allgemein auf die generelle Zu- oder Abneigung der Lehrkraft und deutet auf eine Fähigkeitselbsteinschätzung hin. Die Subkategorien, die in Kapitel 4.2.2.1 (ab S. 93) dargestellt sind, helfen, diesen Blick zu erweitern. Sie bieten eine Reihe von allgemeinen Einschätzungen etwa zum Wissen, der Offenheit oder der Quantität des Computereinsatzes der Lehrkraft an. Daneben werden aber auch Chancen konkretisiert, die die Lehrkräfte im Computereinsatz sehen, an denen angeknüpft und die vertieft werden können. Auf der anderen Seite wird aber auch die Abneigung der Lehrkräfte zum Computereinsatz deutlicher, da sie Probleme ausführen, die im Physikunterricht auftreten. Neben der eigenen Unsicherheit und dem hohen Zeitaufwand, wird beispielsweise auch der Umgang mit Programmen als Mangel an Fähigkeiten klar benannt.

**2 Computer im aktuellen Physikunterricht** Die Beschreibung dieses Faktors in Kapitel 3.2.2.2 (S. 62) bezieht sich auf didaktische Gründe, die für oder gegen den Computereinsatz im Unterricht genannt werden und ob die Lehrkraft diese nachvollzieht und in Handlungen umsetzt. Die Subkategorien, die in Kapitel 4.2.2.2 (ab S. 100) dargestellt sind, zeigen auf den ersten Blick, dass den Lehrkräften eine Vielzahl von Gründen für und gegen den Computereinsatz bewusst sind. Allgemeine Aspekte, wie der Erweiterung der Möglichkeiten, Verknüpfungen zwischen Computereinsatz und Experiment und dass sie es für sinnvoll halten, den Umgang mit dem Computer zu lehren, werden von mindestens der Hälfte der Befragten für den Computereinsatz angeführt. Die didaktischen Gründe gegen den Computereinsatz, die in den Interviews angebracht werden, sind z. T. recht allgemein und deuten auf eine grundsätzliche Ablehnung des Computereinsatzes im Unterricht hin. Als wichtigstes Ziel des Computereinsatz in den Augen der Lehrkräfte, ist die Veranschaulichung von Prinzipien und Phänomenen sowie ein erleichtertes Verständnis zu identifizieren.

- 3 Zukünftiger Nutzungswunsch** Die Beschreibung dieses Faktors in Kapitel 3.2.2.3 (S. 63) lässt sich zu der Frage kondensieren, inwiefern es der Lehrkraft wichtig ist, dass Schülerinnen und Schüler den Umgang mit dem Computer lernen und wie sehr sie es anstrebt, den Computer häufiger zu benutzen. Um dieses Streben zu unterstützen, spielt auch der Wunsch nach Fortbildungen eine Rolle. Die Subkategorien, die in Kapitel 4.2.2.3 (ab S. 110) dargestellt sind, unterstützen diese Beschreibung des Faktors. Sie legen einen etwas stärkeren Schwerpunkt auf die tatsächlichen Wünsche der Lehrkraft nach einer Verbesserung des eigenen Könnens und der Nutzungshäufigkeit im Bezug auf den Computer im Unterricht.
- 4 Praktische Umsetzungskennnisse** Die Beschreibung dieses Faktors in Kapitel 3.2.2.4 (S. 64) befasst sich auf abstrakter Ebene damit, ob die Lehrkraft Ideen hat, was sie mit dem Computer im Physikunterricht anfangen kann. Die Subkategorien, die in Kapitel 4.2.2.4 (ab S. 114) dargestellt sind, konkretisieren die Ideen, die Physiklehrkräfte haben und z. T. auch umsetzen. Dabei spiegeln sie die Ergebnisse der Onlineumfrage in weiten Teilen wider. Damit kann unterstrichen werden, dass die per Fragebogen abgefragten Nutzungsmöglichkeiten des Computers im Physikunterricht tatsächlich das volle Spektrum der aktuellen Möglichkeiten abdecken. Die Lehrkraft zeigt hier auch, inwiefern sie ein realistisches Bild ihrer eigenen Ideenvielfalt für den Computereinsatz hat.
- 5 Wirksamkeitserwartung** Da in den Interviews keine Aussagen zu diesem Faktor gefunden werden konnten, bleibt die Beschreibung aus Kapitel 3.2.2.5 (S. 65) unverändert.
- 6 Ausstattung** Die Beschreibung dieses Faktors in Kapitel 3.2.2.6 (S. 65) bezieht sich auf die Zufriedenheit der Lehrkraft mit der wahrgenommenen Ausstattung. Die Subkategorien, die in Kapitel 4.2.2.6 (ab S. 118) dargestellt sind, führen zum einen die Mängel weiter aus und geben zum anderen noch einen Überblick über die aktuelle Ausstattung der Schule. Für die Einstellungsdimension ist interessant, dass weit über die Hälfte der Lehrkräfte von Problemen mit der Ausstattung berichten. Zum Teil werden auch Wünsche dazu geäußert.
- 7 Computereinsatz im Schülerlabor** Die Subkategorien, die in Kapitel 4.2.2.7 (ab S. 121) dargestellt sind, dienen nicht dazu, die Einstellung der Lehrkraft genauer zu beschreiben. Sie sollen helfen, die Frage zu klären, ob die Beobachtung des Computereinsatzes als Modell für die Lehrkraft dienen kann. Auch wenn die Bewertungen des Gesehenen in fast allen Fällen positiv ausfallen (Computereinsatz ist angebracht, Schülerinnen und Schüler arbeiten gut mit dem Computer, ...) äußern sich nur wenige Lehrkräfte zur Übertragbarkeit auf den Unterricht in der Schule.

Die Konkretisierung der Einstellungsdimensionen 1 bis 6 in der allgemeinen Form, wie sie aus der qualitativen Inhaltsanalyse hervorgeht, zeigt an, welche Aspekte es beispielsweise bei der Konzeption angemessener Fortbildungen genau zu beachten gibt. Sie stellt damit eine deutliche Verfeinerung der Einstellungsbeschreibung dar, als es in Kapitel 3 möglich war.

#### 4. Lehrerinterviews

Aus der siebten Kategorie „Computereinsatz im Schülerlabor“ kann man anderweitige Schlüsse ziehen, die sich nicht direkt auf die Einstellung beziehen. Zwar kommt das Beobachtete bei den Lehrkräften weitgehend gut an, aber es wird selten die Verbindung zum eigenen Unterricht hergestellt. Das ist etwas erstaunlich, weil im Interviewleitfaden explizit eine Frage zur Übertragbarkeit gestellt wird. Durch einfaches Beobachten und die anschließende Reflexion im Interview scheinen zwar positive Wirkungen auf die Klasse wahrgenommen zu werden und in manchen Fällen wird sogar Begeisterung für das Vorgehen im Schülerlabor ausgedrückt, aber es findet kein Entschluss, ähnlich im eigenen Unterricht zu handeln, statt. Das zeigt, dass die Grundannahme, dass das Schülerlabor als Inspirationsquelle und „leuchtendes Vorbild“ dienen könnte, nicht falsch ist, aber der Vorbildcharakter sehr schnell verblasst. Es muss also mehr passieren, als den Lehrkräften einfach nur ein funktionierendes Beispiel mit ihrer eigenen Klasse aufzuzeigen. Genauere Überlegungen dazu werden in Kapitel 6 erneut aufgegriffen.

Ein interessanter Aspekt bei der Zuteilung der Lehrkräfte, die während des Schülerlaborbesuchs interviewt wurden, zu den Clustern, liegt in der Verteilung auf diese Gruppen. Während die quantitative Untersuchung die Gruppe der Realisten als die mit dem größten Anteil an zugeordneten Lehrkräften ausweist (40 von 112), sind fünf der 14 Interviewteilnehmerinnen und -teilnehmer den Computerenthusiasten zugeordnet. Das Interessante an dieser Aufteilung ist, dass Ehmke, Senkbeil und Bleschke (2004) ihre Enthusiasten durch ein sehr hohes Engagement in der Schule identifizieren. Wenn das bei der Gruppe der Computerenthusiasten dieser Studie ähnlich ist, würde das hohe Engagement den Besuch im Schülerlabor mit erklären.

Betrachtet man die Zuordnung der interviewten Lehrkräfte zu den Clustern aus Kapitel 3, so lassen sich dort viele Parallelen ziehen. Die Lehrkräfte, die den verhinderten Nutzern zugeordnet werden, erfüllen die Beschreibung aus Kapitel 3.2.3.2. Im Fall der Neugierigen ist die Zusammenfassung der Interviews ebenfalls recht ähnlich zur Vorhersage in Kapitel 3.2.3.3. Eine Diskrepanz zeigte sich in den eigentlich niedrigen praktischen Umsetzungskennnissen, die dieser Gruppe entsprechen sollen. Sie lässt sich aber erklären: Eine der interviewten Lehrkräfte kennt und nutzt den PC auf mehrere verschiedene Weisen, hat also scheinbar entsprechende Ideen. Allerdings ist ihre Einordnung bezüglich dieser Dimension zu verstehen, wenn man bedenkt, dass sie die Aussagen des Fragebogens scheinbar stärker auf ihre Defizite im Umgang mit Smartphone bzw. Tablet bezieht. Daher kann auch die Beschreibung des zweiten Clusters als untermauert angesehen werden. Die Beschreibung der Computerenthusiasten aus Kapitel 3.2.3.4 lässt sich gut auf die Personen übertragen, die diesem Cluster zugeordnet wurden. Der einzige Fall, der interviewt und als Meider identifiziert wurde, erfüllt die Beschreibung aus Kapitel 3.2.3.6.

Bei all diesen Vergleichen zwischen der empirisch abgeleiteten Clusterbeschreibung und den Interviewäußerungen der einzelnen Lehrkräfte, ist eine leichte Abweichung zu erwarten. Immerhin wird durch die empirisch abgeleitete Beschreibung ein Prototyp entworfen, dem reale Personen nicht zu 100% in allen Charakteristika entsprechen müssen. Im Rahmen der notwendigen Toleranz spricht die Zuordnung der interviewten Lehrkräfte also für die Clusterunterscheidung, die daher beibehalten werden sollte.



## 5. Schülerfragebogen

Die in den letzten Kapiteln genauer untersuchten Lehrkräfte sind nur eine der zwei ausschlaggebenden Gruppen, die in der Schule aktiv sind. Natürlich spielen auch die Schülerinnen und Schüler eine wesentliche Rolle. Daher soll im Rahmen der vorliegenden Untersuchung auch die Schülerperspektive auf den Computereinsatz im physikalischen Kontext mit berücksichtigt werden.

Das Ziel dieses Kapitels besteht darin, einerseits abzuklären, inwiefern sich die Ansichten von Schülerinnen und Schülern bezüglich des Computers und dessen Einsatzes mit denen der Lehrkräfte decken. Andererseits sollen die Annahmen der Lehrkräfte zur Nutzung und zur Kenntnis des Computers durch Schülerinnen und Schüler hinterfragt werden. Stimmt es, dass der Computer ein Alltagsgegenstand für die Kinder und Jugendlichen ist und können sie damit umgehen? Insbesondere stehen in diesem Kapitel folgende Fragen im Mittelpunkt.

- Welche Medien werden heute nach Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht eingesetzt?
- Wie häufig werden PC/Laptop bzw. Smartphone/Tablet von den Schülerinnen und Schülern zu Hause eingesetzt?
- Welche Einstellung haben Schülerinnen und Schüler zum Computereinsatz allgemein?
- Wie sehen Schülerinnen und Schüler den Computereinsatz im Physikunterricht?
- Was halten die Schülerinnen und Schüler vom Computereinsatz im Schülerlabor?

Ein großer Teil der verwendeten Items im Fragebogen wird durch korrespondierende Fragen und Aussagen im Lehrerfragebogen gebildet. Das soll einen Vergleich der beiden Perspektiven ermöglichen. Neben den allgemeinen Aussagen und der Nutzung Neuer Medien zu Hause wird auch der Eindruck von konkreten Anwendungen im Schülerlabor als Beispiel für möglichen Computereinsatz im Physikunterricht abgefragt. Da bekannt ist, in welchem Umfang und auf welche Art und Weise die Schülerinnen und Schüler im Schülerlabor den Computer eingesetzt haben, kann man die Aussagen dazu als Referenz begreifen, um subjektive Einschätzungen zum Computereinsatz zu relativieren.

### 5.1. Methodik

Im Goethe-Schülerlabor Physik sind ca. 1000 Schülerinnen und Schüler pro Jahr aktiv. Um die oben angeführten Forschungsfragen beantworten zu können, wurde ein Frage-

## 5. Schülerfragebogen

bogen erstellt und im Schülerlabor eingesetzt, der explorativ auf diese Aspekte eingeht. Der Fragebogen ist im Anhang im Abschnitt A.5 zu finden. Er ist ein Testinstrument zur explorativen Untersuchung und wurde Schülerinnen und Schülern am Ende ihres Experimentiertages im Goethe-Schülerlabor Physik vorgelegt und vor Ort bearbeitet. Sie haben also direkt vor Ausfüllen des Fragebogens, je nach Thema, drei bis fünf Stunden selbstständig experimentiert und dabei unter anderem den Computer (meist Laptops) verwendet. Die Bearbeitung des vier Seiten langen Testinstruments nahm etwa zehn Minuten in Anspruch.

In diesem Abschnitt wird zunächst der Aufbau des Instruments und dessen Konzeption beschrieben, bevor weitergehend auf die Analyseverfahren der ermittelten Daten eingegangen wird.

### 5.1.1. Aufbau des Fragebogens

Der Fragebogen für die Schülerinnen und Schüler gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Angaben zur Person
- Fragen zum Schülerlabor
- Angaben zur Quantität der Computernutzung
- Allgemeine Aussagen zum Computer
- Selbsteinschätzung

**Angaben zur Person** Mit sechs Items werden grundsätzliche demographische Daten der Schülerinnen und Schüler erfasst, um die weiteren Angaben einordnen zu können. Um die Schülerinnen und Schüler ihren Klassen zuordnen zu können, wird das Datum des Besuchs abgefragt. Außerdem sollen sie Geschlecht, Alter, Jahrgangsstufe, Schulform und angestrebten Abschluss angeben. Weitere Variablen zur Person werden nicht erhoben, sodass man insgesamt von einer anonymen Befragung ausgehen kann.

**Fragen zum Schülerlabor** Zum Schülerlabor wird das Thema des Besuchstages, ob die Schülerinnen und Schüler schon öfter zu Besuch waren und ggf. zu welchem Thema, abgefragt. Da bei den verschiedenen Themen der Computer auf unterschiedliche Art und Weise eingesetzt wird, ist es zur Interpretation der Schülerantworten hilfreich, dies zu erfragen. Den größten Teil der Items im Block zum Schülerlabor besteht aus 14 Aussagen, zu denen die Schülerinnen und Schüler den Grad ihrer Zustimmung angeben sollen. Dies passiert mit einer vierstufigen Likert-Skala, die von 1 - „trifft sehr zu“ bis 4 - „trifft gar nicht zu“ kodiert sind. Die zu beurteilenden Aussagen beziehen sich alle auf die Art des Computereinsatzes im Schülerlabor. Sie sind aus den Aussagen des entsprechenden Teils des Lehrerfragebogens entwickelt und zum Teil für eine bessere Verständlichkeit für die Kinder leicht umformuliert worden (vgl. Kap. 3.1).

Zunächst sollen die Schülerinnen und Schüler einschätzen, wie häufig sie den Computer im

Schülerlabor eingesetzt haben. Im zweiten Item „Es ist logisch, dass zu dem Thema der Computer eingesetzt wird.“ wird die Authentizität des Einsatzes beurteilt. Die Aussagen 3.3 und 3.5 beziehen sich auf motivationale Aspekte des Computereinsatzes. Mit den Aussagen 3.4, 3.6 und 3.12 wird auf unterschiedliche Weise ein Urteil über die Arbeitsweise mit dem Computer im Schülerlabor getroffen. Die Funktion des Computers als Werkzeug beim Experimentieren bzw. Auswerten wird mit den Aussagen 3.7 und 3.14 getroffen. Mit den Aussagen 3.8 bis 3.10 beurteilen die Schülerinnen und Schüler, inwiefern ihnen die im Schülerlabor genutzte Art, den Computer einzusetzen, bereits bekannt oder neu ist. Mit den Items 3.11 und 3.14 ergibt sich eine Aussage, inwiefern Computereinsatz und Experiment konkurrieren. Aussage 3.13 gibt schließlich darüber Aufschluss, ob in der Schule oder im Schülerlabor besser experimentiert werden kann.

**Angaben zur Quantität der Computernutzung** Durch verschiedene Studien, wie beispielsweise die JIM-Studie (Feierabend, Plankenhorn und Rathgeb, 2015), ist bekannt, dass Schülerinnen und Schüler im privaten Umfeld häufigen Umgang mit Neuen Medien haben. Um etwas genaueren Aufschluss darüber zu erhalten, wozu Smartphones, Tablets, PCs und Laptops genutzt werden, wird auch die Quantität der Nutzung dieser Geräte außerhalb des Schulunterrichts erfragt. Dabei wird zwischen Touchgeräten mit Applikationen (Smartphone/Tablet) und (eher) stationären Geräten mit Programmen (PC/Laptop) unterschieden. In beiden Fällen sollen die Schülerinnen und Schüler beurteilen, wie häufig die Geräte zur Unterrichtsvorbereitung, zur Unterrichtsnachbereitung, zur Informationssuche im Internet, für E-Mails, zum Spielen, zum Chatten bzw. für soziale Netzwerke oder für anderes (im Internet surfen, YouTube etc.) verwendet werden. Es handelt sich also um eine Erfassung der Selbstwahrnehmung in diesem Zusammenhang und nicht um eine neutrale Sicht auf die Quantität. Die Häufigkeit wird auf einer siebenstufigen Skala mit Angaben von „täglich“ über „einmal im Monat“ bis hin zu „nie“ angegeben. Speziell die Abfrage zum Spielen oder im Internet Surfen wird auch zu Spielekonsolen und Fernsehgeräten gemacht.

Neben der außerunterrichtlichen Verwendung Neuer Medien wird im Frageblock zur Quantität der Computernutzung auch die Verwendung verschiedener Medien *im Physikunterricht* thematisiert. Dabei wird neben dem Computer auch die Verwendung klassischer Medien wie Schulbuch, Arbeitsblatt, Tafel und Overheadprojektor abgefragt. Zur Tafel wird auch die Verwendung eines interaktiven Whiteboards nur zum Anschreiben und zum Overheadprojektor die Verwendung einer Dokumentenkamera gezählt, da diese Darstellungsformen zwar eine technisierte aber methodisch sehr vergleichbare Variante des klassischen Einsatzes darstellen. Zusätzlich wird die Verwendung von Schüler- bzw. Lehreremonstrationsexperimenten im Physikunterricht erfragt, da dadurch ein Rückschluss auf die Art des Computereinsatzes im Unterricht möglich ist: Wird der Computer häufig, Schülerexperimente allerdings selten eingesetzt, ist beispielsweise davon auszugehen, dass der Computer meist in Lehrerhand verwendet wird. Da an Schulen für dieselbe Klasse nicht täglich Physikunterricht stattfindet, wurde diese Option als Antwortmöglichkeit gestrichen. Es ergibt sich eine sechsstufige Häufigkeitsangabe (1 –

## 5. Schülerfragebogen

„mehrmals pro Woche“ bis 6 – „nie“). Zusätzlich ist den Schülerinnen und Schülern mit der Option „weiß ich nicht“ die Möglichkeit gegeben, keine Angabe zu machen.

**Allgemeine Aussagen zum Computer** Der vorletzte Fragenblock dient dazu, dass die Schülerinnen und Schüler einschätzen, wie relevant Computereinsatz für den Physikunterricht ist. Mittels einer vierstufigen Likert-Skala (1 – „trifft sehr zu“ bis 4 – „trifft gar nicht zu“) werden acht Items abgefragt. Die Items 8.2 und 8.7 sind Aussagen, die ebenfalls bei den Lehrkräften im Einstellungsfaktor 3 *zukünftiger Nutzungswunsch* auftauchen (vgl. Kap. 3.2.2.3). Sie dienen zur Beurteilung der allgemeinen Wichtigkeit des Computers für den Physikunterricht und das zukünftige Leben der Schülerinnen und Schüler. Die Items 8.1, 8.4 und 8.6 ergänzen die Betrachtung dieser wahrgenommenen Wichtigkeit. Die Items 8.3 und 8.5 stammen aus dem Einstellungsfaktor 5 *Wirksamkeitserwartung*, der sich aus den Antworten der Lehrkräfte ergab (vgl. Kap. 3.2.2.5). Ergänzt durch Item 8.8 lässt sich aus diesen drei Aussagen ein Rückschluss darauf ziehen, wie sehr Schülerinnen und Schüler der Meinung sind, dass sich die Qualität des Physikunterrichts durch den Einsatz des Computers verändert.

**Selbsteinschätzung** Der letzter Fragenblock besteht aus neun Items. Die ersten sechs (9.1 bis 9.6) stammen aus dem Einstellungsfaktor 1 *computerbezogenes Selbstbewusstsein* der Lehrkräfte (vgl. Kap. 3.2.2.1). Die restlichen drei Items 9.7, 9.8 und 9.9 beziehen sich darauf, wie sehr die eigenen Fähigkeiten und Computerkenntnisse der Schülerinnen und Schüler, ihrer Wahrnehmung nach, in der Schule oder eigenständig erworben sind. Sie beurteilen damit die Quelle ihres Wissens um den Computereinsatz. Die Aussagen des Fragenblocks werden ebenfalls per vierstufiger Likert-Skala (1 – „trifft sehr zu“ bis 4 – „trifft gar nicht zu“) von den Schülerinnen und Schülern beurteilt. Die Benennung des letzten Fragenblocks erklärt sich dadurch, dass viele der verwendeten Items das computerbezogene Selbstbewusstsein beschreiben.

Die Reihenfolge für diese Fragenblöcke rührt daher, dass die Schülerinnen und Schüler zunächst das gerade Erlebte (Computereinsatz im Schülerlabor) Revue passieren lassen sollen. Damit werden die frischen Erfahrungen aus dem Labortag aufgenommen. Als nächstes werden Abfragen bezüglich der Quantität des Medieneinsatzes außerhalb und innerhalb der Schule vorgenommen. Damit wird eine Abwechslung zur Beurteilung von Aussagen bewirkt und das konkret Erlebte gezielt von den allgemeinen Einschätzungen zum Computer und den eigenen Fähigkeiten abgegrenzt.

### 5.1.2. Aufbereitung und Auswertung der Daten

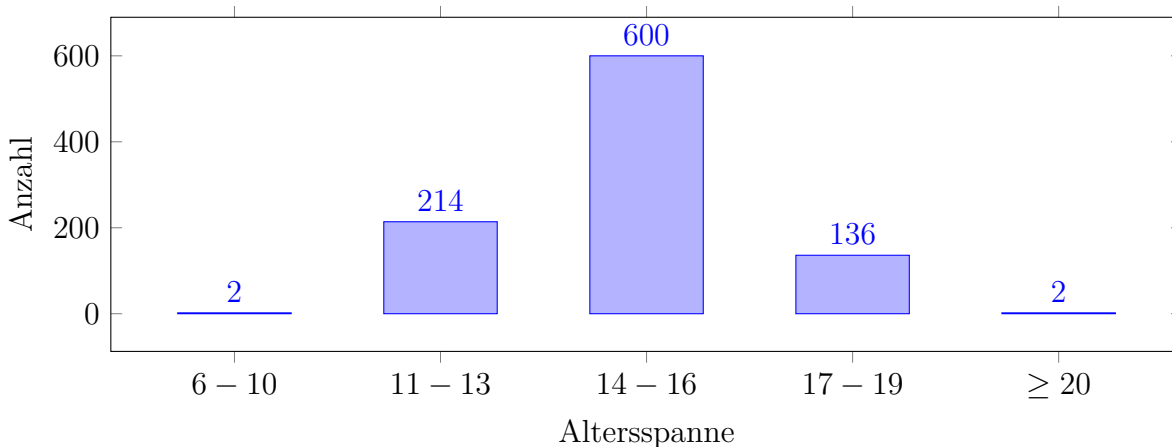
Der Fragebogen ist ein maschinenlesbares Testinstrument, das im System *EvaSys* erstellt ist. Die Schülerinnen und Schüler füllten ihn in Papierform aus, sodass die Bögen anschließend eingescannt werden konnten. Die eingescannten Fragebögen wurden anschließend automatisch ausgelesen. Zur Verifizierung der Daten wurden alle nicht eindeutigen Markierungen und Angaben anschließend manuell abgeglichen. Zusätzlich wurde die

automatische Erfassung stichprobenartig mit den Papierbögen verglichen, um die Richtigkeit der Daten zu gewährleisten. Die aufgenommenen Daten wurden anschließend exportiert und mit *SPSS* weiter untersucht. Zur Plausibilitätsprüfung wurden erneut stichprobenartig digitale Daten mit Originalfragebögen verglichen und bei allen Bögen Angaben zu Datum und besuchtem Schülerlaborthema verglichen.

## 5.2. Ergebnisse

### 5.2.1. Beschreibung der Stichprobe

Im Zeitraum zwischen Juni 2015 und März 2017 wurden 1009 Fragebögen an Schülerinnen und Schüler ausgegeben. Davon waren 974 Fälle zur weiteren Analyse verwertbar. Aus organisatorischen Gründen war es nicht möglich, eine Vollerhebung durchzuführen. 35 Fragebögen mussten aussortiert werden, weil sie nicht lesbar waren oder offensichtlich nicht ernsthaft beantwortet wurden. 43% der Befragten waren weiblich, 54% männlich. 3% machten dazu keine Angabe. In Abbildung 5.1 ist zu erkennen, dass mit 62% der größte Teil der Schülerinnen und Schüler zwischen 14 und 16 Jahren alt ist.



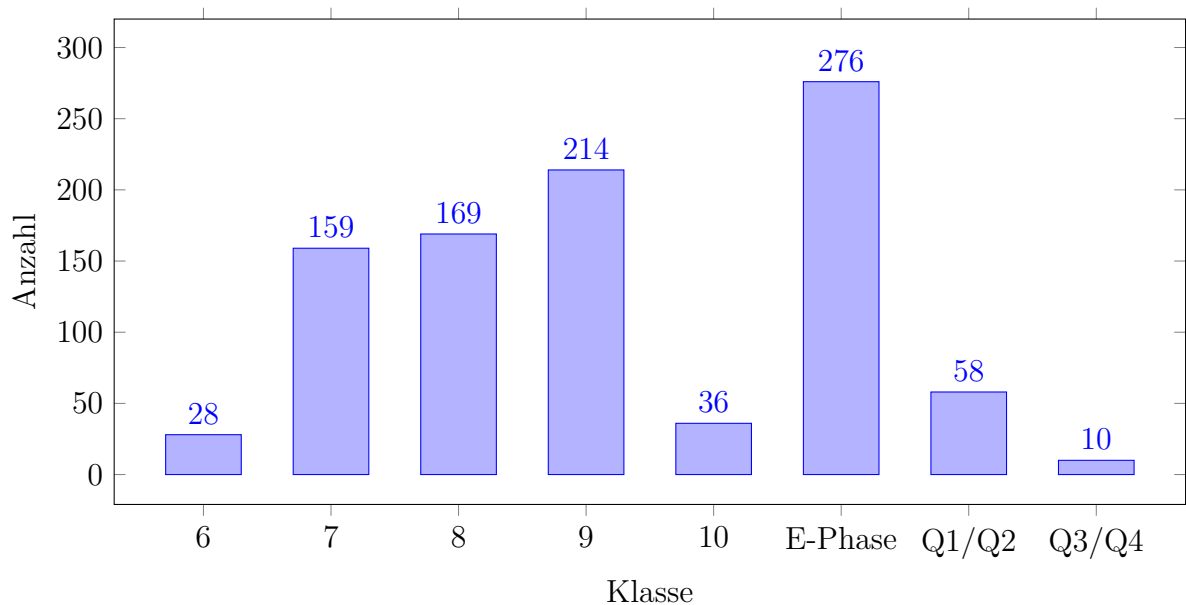
**Abbildung 5.1.:** Altersverteilung der Schülerinnen und Schüler.  $N = 974$

Genaueren Aufschluss gibt allerdings der Blick auf die Jahrgangsstufen, aus denen die Schülerinnen und Schüler stammen. Abbildung 5.2 zeigt, dass die meisten Schülerinnen und Schüler bei ihrem Besuch die Sekundarstufe I besuchen. Etwa 28% besuchen die Einführungsphase (in Hessen das erste Jahr der Sekundarstufe II). Mit einem Blick auf Tabelle 5.1 lässt sich erklären, wieso so wenige Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 10 im Schülerlabor waren. Es überwiegt bei weitem die Zahl der Gymnasialschülerinnen und -schüler. In Hessen sind zum Zeitpunkt der Untersuchung die meisten Gymnasien als G8-Schulen, also mit achtjähriger Gymnasialzeit, eingerichtet. Dabei folgt auf die neunte Jahrgangsstufe direkt die Einführungsphase in der Oberstufe. Der Wechsel vieler Schulen zurück auf das neunjährige Gymnasium fand zu kurz vor der Untersuchung statt, als

## 5. Schülerfragebogen

dass viele Schülerinnen und Schüler der zehnten Klasse aus Gymnasien zu Besuch sein konnten.

Der größte Teil der Klassen, die das Goethe-Schülerlabor Physik besuchen, besteht aus Gymnasialklassen. Das ist in Hessen jedoch auch eine der verbreitetsten Schulformen. Der IQB-Bildungstrend zeigt, dass im Schuljahr 2014/15 in Hessen 38,4% aller Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe neun ein Gymnasium, 25,6% eine Realschule, 10,9% eine Hauptschule und 20,4% eine integrative Gesamtschule besuchten (Stanat u. a., 2016, S. 240). Da im Fragebogen nicht zwischen integrativer und kooperativer Gesamtschule differenziert wird, haben einige Schülerinnen und Schüler, die den Gymnasialzweig einer kooperativen Gesamtschule besuchen, beide Optionen angekreuzt. Dadurch ist zu erklären, dass der Gesamtanteil über 100% liegt.



**Abbildung 5.2.:** Jahrgangsstufe der Schülerinnen und Schüler.  $N = 974$

Schulform	Anzahl Schüler	Anteil in %
Realschule	62	6,7
Gesamtschule	107	11,0
Gymnasium	798	82,4
Sonstiges	2	0,2
Gesamt	969	104,5

**Tabelle 5.1.:** Anteil der Schülerinnen und Schüler nach Schulform.

Gemäß der Konzeption der einzelnen Themen, die für die Klassen im Schülerlabor zur Auswahl stehen (vgl. Kap. 2.2.1), lässt sich in Tabelle 5.2 erkennen, dass einige Themen hauptsächlich von bestimmten Jahrgangsstufen besucht werden. Das Schülerlabor zur

Biomechanik, das sich im Wesentlichen mit Inhalten zur Mechanik der Oberstufe beschäftigt, wird häufig besucht, aber ausschließlich von Klassen in der Einführungsphase der Sekundarstufe II. Das Schülerlabor zur Kriminalistik hingegen, das inhaltlich physikalische Themen aus verschiedenen Jahrgangsstufen behandelt, wird auch von vielen unterschiedlichen Klassenstufen besucht. Tabelle 5.2 lässt sich ebenfalls entnehmen, dass insgesamt 51 Klassen, die im Schülerlabor gearbeitet haben, an der Erhebung teilnahmen. Die beliebtesten Themen während der Untersuchung sind *Physik und Kriminalistik* sowie *Biomechanik*. Aus der unteren Randsumme ist außerdem zu sehen, wie sich die 51 Klassen auf die verschiedenen Themen aufteilen und in der rechten Randsumme, wie sie sich über die unterschiedlichen Jahrgangsstufen aufteilen.

### 5.2.2. Computereinsatz im Schülerlabor

Auf der zweiten Seite des Fragebogens werden Fragen zum Eindruck bezüglich des Computereinsatzes im Schülerlabor gestellt (vgl. S. 200). Da sich die Aussagen auf den erlebten Computereinsatz im Schülerlabor beziehen, ist zu erwarten, dass die Antworten der Schülerinnen und Schüler davon abhängen, zu welchem Thema sie mit ihrer Klasse zu Besuch waren. Um festzustellen, ob diese differenzierte Betrachtung bei allen Items notwendig ist, wurde zunächst die Korrelation zwischen Thema und den 14 Items der Skala untersucht. Bei allen bis auf vier Items konnte eine signifikante Korrelation festgestellt werden. Das Signifikanzniveau wurde für diese explorative Herangehensweise wieder auf  $\alpha = 0,05$  festgelegt.

Die vier Items, die nicht signifikant mit dem Thema des Laborbesuchs korrelieren, sind die Aussagen 3.4 „Der Computer lenkt die Aufmerksamkeit vom eigentlichen Experiment ab.“, 3.7 „Der Computereinsatz spart Zeit, die ich anderweitig nutzen konnte.“, 3.13 „Im Physikunterricht kann ich besser experimentieren als im Schülerlabor.“ und 3.14 „Die Auswertung von Experimenten wird durch den Computer erleichtert.“ Bei all diesen Aussagen liegt eine Lesart nahe, die allgemeiner Natur und nicht zwangsläufig auf den Computereinsatz im Schülerlabor bezogen ist. Damit lässt sich nachvollziehen, wieso es keinen statistischen Zusammenhang zwischen dem Thema und der jeweiligen Aussage gibt. In Tabelle 5.3 ist die Verteilung der Antworten zu erkennen. Die Schülerinnen und Schüler scheinen außerdem dem Computereinsatz eher zugeneigt zu sein. Das kann man an den Items 3.4, 3.7 und 3.14 erkennen, in denen jeweils mehr als 70% sagen, dass der Computereinsatz keinen störenden Effekt auf die Arbeitsweise oder das Experiment hat. Die Aussage 3.13 betrifft den Computereinsatz nicht explizit, sondern beschäftigt sich mit der Arbeitsweise im Schülerlabor. Die Rahmenbedingungen zum Experimentieren wird von den Schülerinnen und Schülern im Schülerlabor als besser eingeschätzt als im gewohnten Physikunterricht. Das ist nicht überraschend, weil im Goethe-Schülerlabor der Schwerpunkt auf eigenes, angeleitetes Arbeiten an konkreten Experimenten gelegt wird.

In Tabelle 5.3 sind alle Items aufgelistet, die im Folgenden spezifisch nach dem besuchten Thema aufgeschlüsselt sind.

**Physik und Kriminalistik** 18 Klassen besuchten im Erhebungszeitraum das Schülerlabor zur Kriminalistik. Sie verteilen sich über die Jahrgangsstufen sieben bis Q3/Q4 (vgl.

	Thema des Besuchs					Gesamt	
	Krimi- nalistik	Video- analyse	Bio- me- chanik	Auge	Magne- tismus		Elektro- mobili- tät
6	0	0	0	0	1	0	1
7	1	1	0	3	0	3	8
8	5	2	0	0	0	0	7
9	7	2	0	0	0	2	11
Klasse 10	2	0	0	0	0	0	2
E-Phase	2	1	14	0	0	0	17
Q1/Q2	0	0	0	0	0	4	4
Q3/Q4	1	0	0	0	0	0	1
Gesamt	18	6	14	3	1	9	51

**Tabelle 5.2:** Kreuztabelle zur Aufschlüsselung, wie viele Klassen aus welcher Jahrgangsstufe zu welchem Thema im Schülerlabor zu Besuch waren.



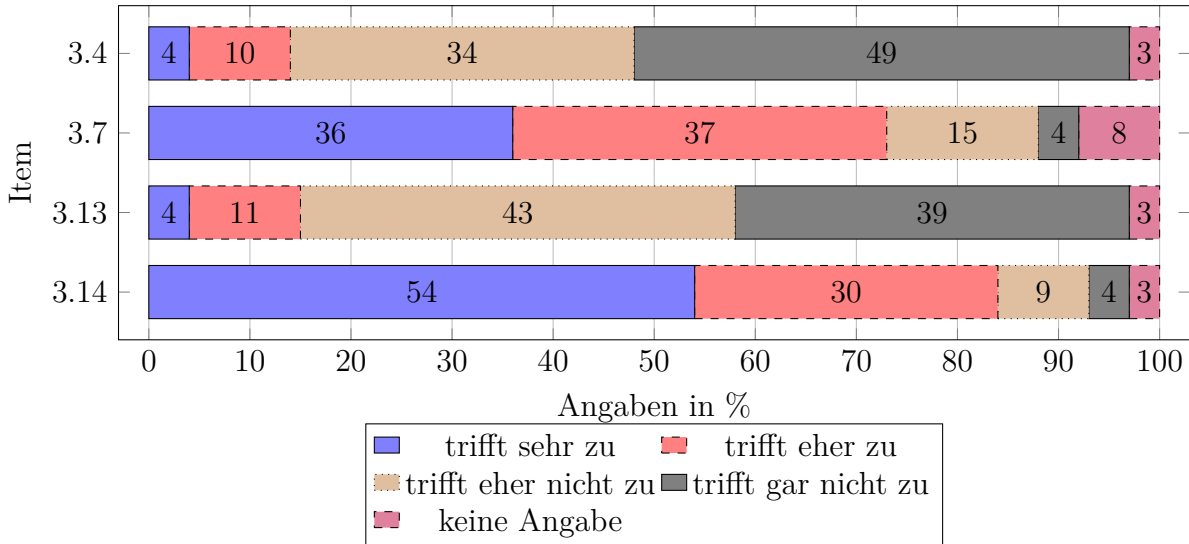


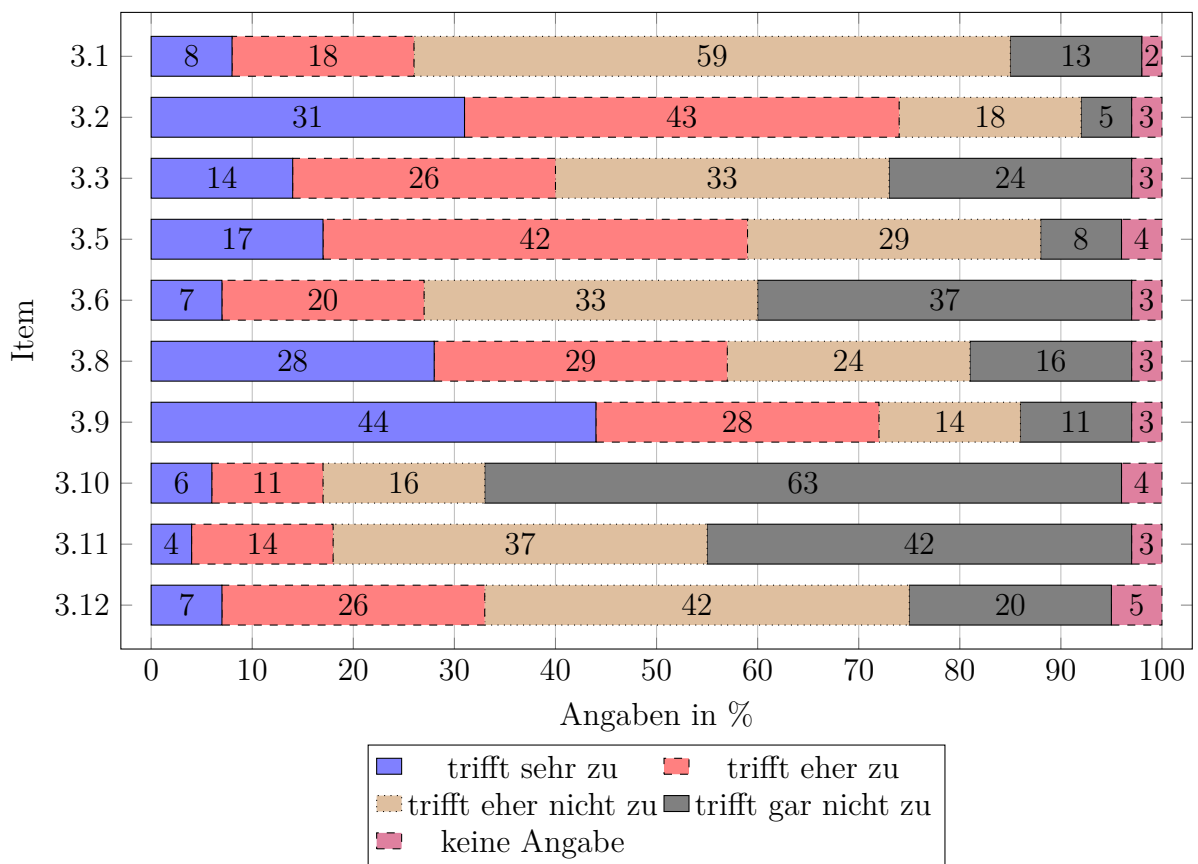
Abbildung 5.3.: Beurteilung der Aussagen zu den Items 3.3, 3.7, 3.13 und 3.14.  $N = 974$

Item	Aussage
3.1	Ich habe im Schülerlabor häufig den Computer benutzt.
3.2	Es ist logisch, dass zu dem Thema der Computer eingesetzt wird.
3.3	Der Einsatz des Computers hat mir zusätzliche Motivation gegeben, mich mit dem Thema zu beschäftigen.
3.5	Ich glaube, durch den Computereinsatz wird das Schülerlabor interessanter.
3.6	Durch die Computernutzung leidet die Zusammenarbeit in der Gruppe.
3.8	Die Art, den Computer so einzusetzen wie im Schülerlabor, war mir neu.
3.9	Ich wünsche mir, den Computer ähnlich wie im Schülerlabor auch im Unterricht einzusetzen.
3.10	So wie im Schülerlabor wurde der Computer auch schon bei uns im Physikunterricht eingesetzt.
3.11	Die Arbeit am Computer hat das eigentliche Experiment in den Hintergrund gedrängt.
3.12	Die Computernutzung förderte die Zusammenarbeit in der Gruppe.

Tabelle 5.3.: Liste der Items, die eine Korrelation zum Thema des Schülerlaborbesuchs aufweisen.

## 5. Schülerfragebogen

Tab. 5.2). Eine genauere Beschreibung des Ablaufs ist in Kapitel 2.2.1.1 zu finden. Die Auflistung der genauen Aussagen zu den jeweiligen Items in Abbildung 5.4 findet sich in Tabelle 5.3 auf Seite 207.



**Abbildung 5.4.:** Beurteilung der Aussagen zum Computereinsatz im Schülerlabor *Physik und Kriminalistik*.  $N = 377$

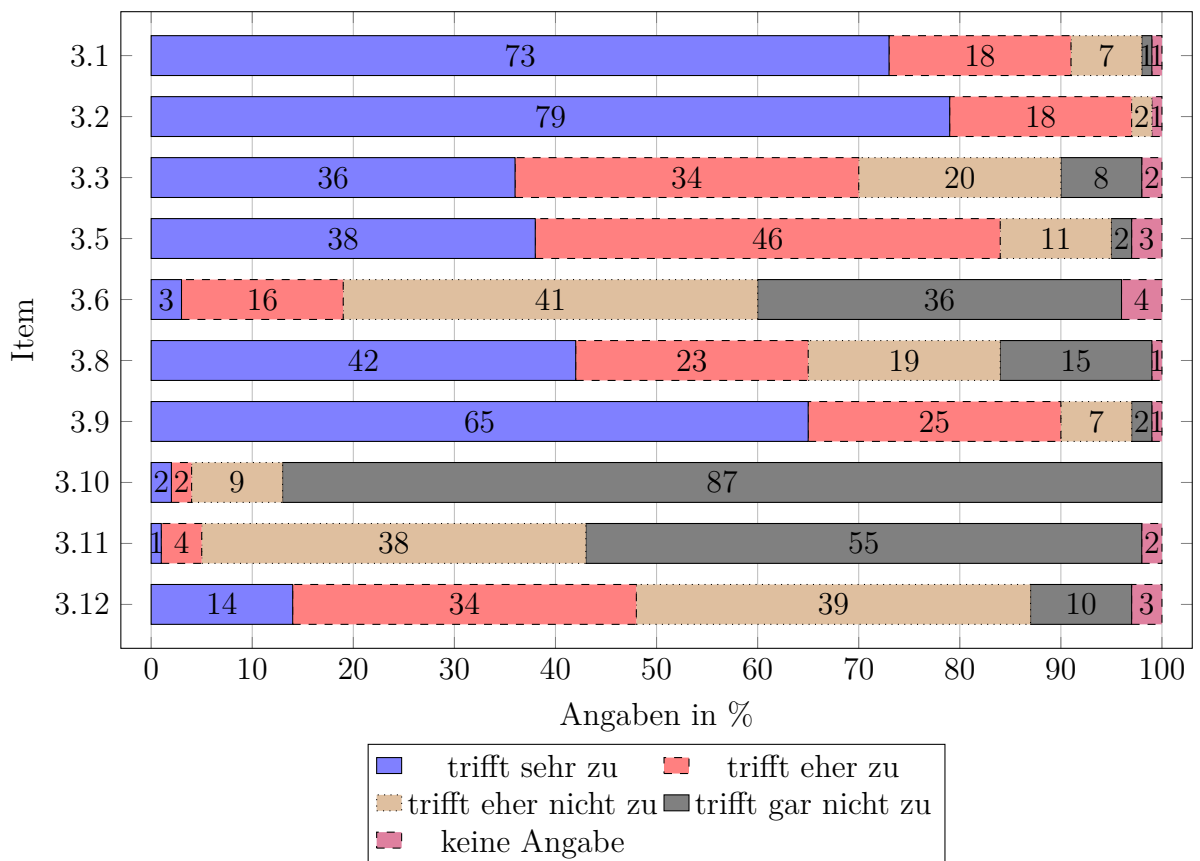
Die Schülerinnen und Schüler sind mehrheitlich der Meinung, dass im Kriminalistik-Schülerlabor der Computer (eher) nicht häufig eingesetzt wird. Nur etwa ein Viertel sieht den Einsatz eines Programmes zur mathematischen Modellbildung an einer von vier Stationen als häufig an. Es verhält sich umgekehrt, wenn nach der Plausibilität bzw. Sinnhaftigkeit des Computereinsatzes gefragt wird. Drei Viertel der Schülerinnen und Schüler halten den Einsatz des Programms zur Berechnung der Flugbahn einer realen Pistolenkugel für logisch. Bei den Aussagen zur Motivation (3.3 und 3.5) ist das Bild nicht ganz eindeutig. Während nur 40% der Befragten meinen, durch den Computereinsatz zusätzlich motiviert worden zu sein, sich mit dem Thema zu beschäftigen, meinen 59%, dass das Schülerlabor durch den Einsatz interessanter wird. Die Widersprüchlichkeit der Angaben wird noch deutlicher, wenn man sich die Antworten zu 3.6 und 3.12 anschaut: Beide Items befassen sich mit der Auswirkung des Computereinsatzes auf die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe. Allerdings geht es in Item 3.6 darum, ob die Zusammenarbeit darunter leidet, und in Item 3.12 darum, ob die Zusammenarbeit dadurch

gefördert wird. Eine der beiden Aussagen müsste also gespiegelt werden, um mit der anderen übereinzustimmen. Tatsächlich antworten die Schülerinnen und Schüler jedoch so, dass jeweils 7% sehr zustimmen und 20% bzw. 26% eher zustimmen und 70% bzw. 62% der Aussage (eher) ablehnend gegenüberstehen. Dieses Ergebnis signalisiert, dass die interne Konsistenz der Schülerantworten nicht besonders hoch ist. Es lässt sich jedoch auch so deuten, dass die Arbeit mit dem Computer weder einen positiven, noch einen negativen Einfluss auf die Arbeitsweise hat, sondern sich darauf kaum auswirkt. Bei den Items 3.8 und 3.10, die sich beide mit dem Neuigkeitscharakter des gesehenen Computereinsatz befassen, ist die Widersprüchlichkeit geringer. Auch in diesem Fall wird mit gegensätzlich formulierten Aussagen gearbeitet. 3.8 besagt, dass das Gesehene den Schülerinnen und Schülern neu war, während 3.10 angibt, dass der Computer im Physikunterricht schon so eingesetzt wurde, wie im Schülerlabor. Mehr als der Hälfte der Schülerinnen und Schüler war die Einsatzart neu und nur 17% meinten, den Computereinsatz so schon im Unterricht erlebt zu haben. Die Diskrepanz kann man auch damit erklären, dass die Schülerinnen und Schüler mit einem Modellbildungs- oder Simulationsprogramm schon außerhalb des Physikunterrichts, also in einem anderen Fach oder in ihrer Freizeit, in Berührung kamen. Wie bereits in Kapitel 3.2.1 beschrieben ist, wird im Raum Frankfurt nach Angabe der Lehrkräfte die mathematische Modellbildung im Unterricht eher selten eingesetzt. In den allermeisten Fällen wird in diesem Zusammenhang mit Tabellenkalkulationsprogrammen wie *Excel* gearbeitet, sodass es nicht verwundert, dass die Schülerinnen und Schüler ein Programm wie *Newton-II* nicht kennen. Fast drei Viertel aller Schülerinnen und Schüler wünschen sich eine Übertragung des Computereinsatzes aus dem Schülerlabor auf ihren Unterricht und damit die Verwendung von Programmen zur mathematischen Modellbildung. Etwa 20% der Schülerinnen und Schüler meinten, dass die Arbeit am Computer das eigentliche Experiment (eher) in den Hintergrund drängt. Fast zwei Drittel sind jedoch der Auffassung, dass dies gar nicht zutrifft. Die große Mehrheit der Schülerinnen und Schüler halten den Computereinsatz im Kriminalistiklabor also für gut vereinbar mit den Experimenten.

**Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen** Sechs Klassen besuchten im Erhebungszeitraum das Schülerlabor zur Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen. Fünf dieser Klassen stammten aus der Sekundarstufe I (vgl. Tab. 5.2). Eine genauere Beschreibung des Ablaufs ist in Kapitel 2.2.1.2 zu finden. Die Auflistung der genauen Aussagen zu den jeweiligen Items in Abbildung 5.5 findet sich in Tabelle 5.3 auf Seite 207.

Bei diesem Schülerlaborthema arbeiten die Schülerinnen und Schüler an allen sechs Stationen mit Laptops und nehmen an den meisten Stationen eigene Videos auf, die sie mit *measure dynamics* analysieren und auswerten. Der Computereinsatz wird auch von den Befragten als häufig eingeschätzt, wie man an den Antworten zu Item 3.1 erkennen kann. Fast alle Schülerinnen und Schüler halten es für plausibel, den Computer zur Videoanalyse für die Einführung bzw. Vertiefung der Begriffe Geschwindigkeit und Beschleunigung als mehrdimensionale Größen einzusetzen (Zustimmung zu Item 3.2). Die Einsatzart kommt bei den Befragten gut an. 70% von ihnen fühlen sich durch die Arbeit am Computer zusätzlich motiviert, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen.

## 5. Schülerfragebogen



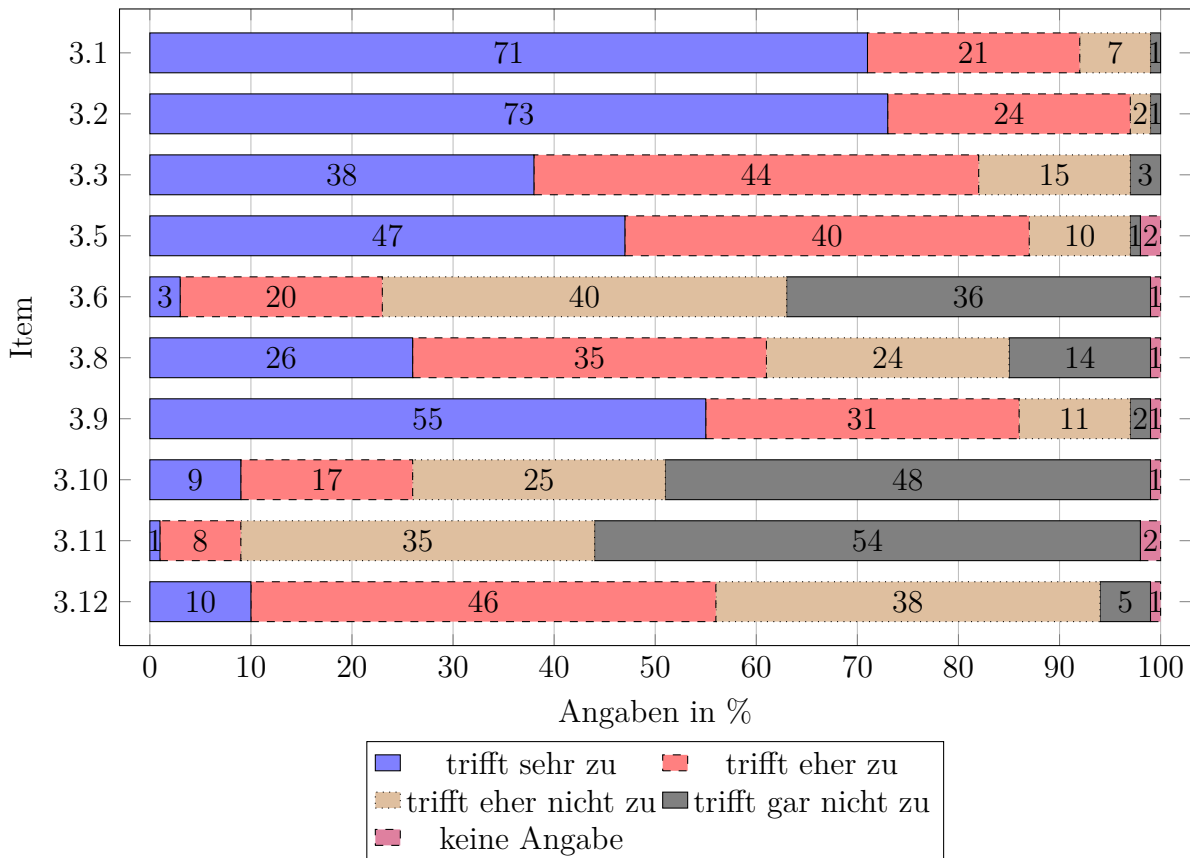
**Abbildung 5.5.:** Beurteilung der Aussagen zum Computereinsatz im Schülerlabor *Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen*.  $N = 128$

84% meinen, dass das Schülerlabor durch diese Arbeitsweise interessanter wird. Bei Betrachtung der Items 3.6 und 3.12 erkennt man wieder, dass etwa die Hälfte der Schülerinnen und Schüler keinen Einfluss des Computereinsatzes auf die Zusammenarbeit in der Gruppe sieht. Ein (eher) negativer Einfluss wird von ca. 20%, ein (eher) positiver von ca. 50% gesehen. Für knapp zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler war der Einsatz von selbst gedrehten Videos und entsprechender Analysesoftware neu (Item 3.8). Fast alle sind der Meinung, diese Art des Computereinsatzes bisher noch nicht im Unterricht gesehen bzw. erlebt zu haben (Item 3.10). Neun von zehn Schülerinnen und Schülern wünschen ihn sich auch für den Physikunterricht (Item 3.9). Das ist der höchste Wert unter allen Schülerlabortagen. Trotz der sehr häufigen Computernutzung im Schülerlabor zur Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen, scheint der Computereinsatz für die meisten Befragten keine existenzbedrohende Konkurrenz zum eigentlichen Experiment zu sein. Knapp über die Hälfte der Kinder finden, dass die Arbeit am Computer das Experiment gar nicht in den Hintergrund gedrängt hat und weitere knapp 38% meinen, dass dies eher nicht der Fall ist.

Der Experimentiertag zur Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen scheint in den Augen der Schülerinnen und Schüler als ein positives Beispiel für Computernutzung zu

gelten. Die Mehrheit begrüßt die Art des Einsatzes und würde gerne im Unterricht wieder so arbeiten. Es scheint also ein gelungenes Beispiel für die Verbindung von inhaltlichem Arbeiten mit dem Computer zu sein.

**Biomechanik** 14 Klassen besuchten im Erhebungszeitraum das Schülerlabor zur Biomechanik. Diese Gruppen besuchten an diesem Tag alle die Einführungsphase, also das erste Jahr der Sekundarstufe II (vgl. Tab. 5.2). Eine genauere Beschreibung des Ablaufs ist in Kapitel 2.2.1.3 zu finden. Die Auflistung der genauen Aussagen zu den jeweiligen Items in Abbildung 5.6 findet sich in Tabelle 5.3 auf Seite 207.



**Abbildung 5.6.:** Beurteilung der Aussagen zum Computereinsatz im Schülerlabor *Biomechanik*.  $N = 213$

Im Schülerlabor zur Biomechanik wird an allen drei Stationen mit Laptops gearbeitet. An zwei davon drehen die Schülerinnen und Schüler Videos von eigenen Bewegungen und analysieren sie anschließend mit *measure dynamics*, an der dritten Station nehmen sie Messwerte mittels einer Kraftmessplatte und dem Programm *SPARKvue* auf und werten sie aus. Dementsprechend empfinden über 90% der Befragten, dass der Computer zu diesem Thema (eher) häufig eingesetzt wird (Item 3.1). Fast drei Viertel der Schülerinnen und Schüler finden, dass es sehr zutrifft, dass es logisch ist, zu dem Thema den Computer einzusetzen. Ein weiteres knappes Viertel meint, dass es eher zutrifft (Item 3.2). Die

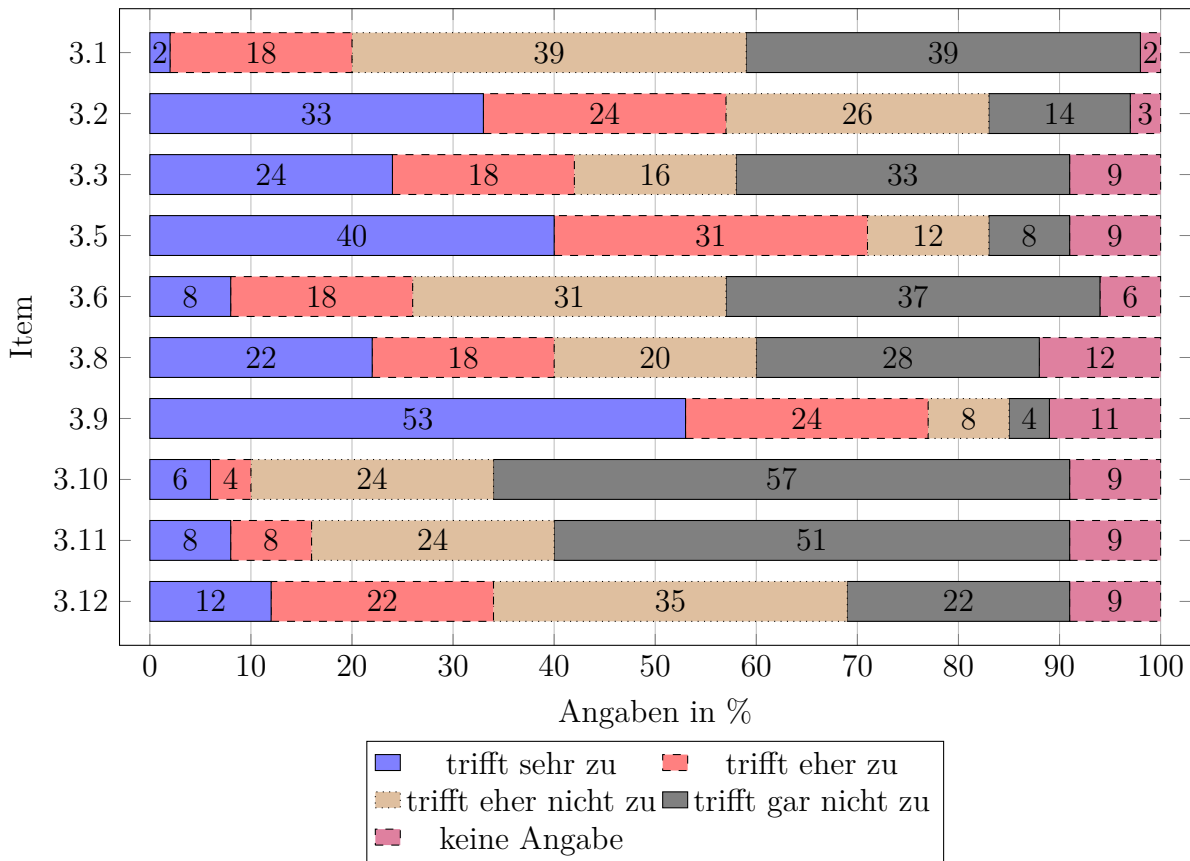
## 5. Schülerfragebogen

Untersuchung von Bewegungen in der Mechanik scheint den Schülerinnen und Schülern also sehr geeignet für den Computereinsatz zu sein. Nach Angabe der Schülerinnen und Schüler wird für über ein Drittel die Motivation, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen, durch die Neuen Medien erhöht. Knapp die Hälfte meinen, dass ihre Motivation eher erhöht wird. Nur knapp 20% sagen, dass die Motivation eher nicht oder gar nicht erhöht wird (Item 3.3). 87% der Befragten finden, dass das Schülerlabor (eher) interessanter wird, indem sie dort mit dem Computer arbeiten (Item 3.5). Ein knappes Viertel der Schülerinnen und Schüler ist der Meinung, dass der Computereinsatz sich (eher) negativ auf die Zusammenarbeit in der Gruppe auswirkt (Item 3.6). Dagegen sehen 56% von ihnen einen förderlichen Effekt darauf (Item 3.12). Das legt die Vermutung nahe, dass es – analog zu den Lehrkräften – unterschiedliche Schülertypen gibt, die verschieden auf den Einsatz Neuer Medien als Lehr- und Lernmittel reagieren. Diesbezüglich wäre eine genauere Untersuchung interessant. Einem Viertel der Schülerinnen und Schüler, die zum Thema Biomechanik im Goethe-Schülerlabor Physik waren, kannten Videoanalyse und Messwertaufnahme mittels Kraftmessplatte noch nicht. Ein weiteres Drittel bezeichnet diese Anwendungen als eher neu. Einem anderen Viertel sind sie eher bekannt und für den Rest war das Gesehene nichts Neues (Item 3.8). Das passt gut zu den Aussagen zu Item 3.10. Über die Hälfte der Schülerinnen und Schüler beurteilten die Aussage „Ich wünsche mir, den Computer ähnlich wie im Schülerlabor auch im Unterricht einzusetzen“ mit „trifft sehr zu“. Ein weiteres Drittel meint „trifft eher zu“ (Item 3.9). Anhand dieser Aussage kann allerdings nicht genau gesagt werden, ob sich diese positive Meinung auf die selbstständige Arbeitsweise in Gruppen, primär auf den Einsatz von Laptops mit entsprechender Software oder die Kombination aus beidem, bezieht. Die Mehrheit der befragten Schülerinnen und Schüler lehnt die Einschätzung klar ab, dass der Computereinsatz den Fokus weg vom Experiment lenke. Weniger als ein Zehntel meinen, dass das (eher) der Fall sei (Item 3.11).

Ähnlich wie im Schülerlabor zur Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen kommt die Umsetzung der Experimente mit digitalen Geräten zur Aufnahme der Messwerte und für deren Auswertung gut an. Dabei ist jedoch nicht zu vergessen, dass auch der Neuigkeitscharakter, der dieser Arbeitsweise für die Schülerinnen und Schüler innewohnt, die Einschätzung auch positiv beeinflusst. Nichtsdestotrotz scheint auch diese Umsetzung gelungen zu sein.

**Auge und Sehen** Drei Klassen besuchten im Erhebungszeitraum das Schülerlabor zum Thema Auge und Sehen. Diese Gruppen besuchten zu diesem Zeitpunkt alle die siebte Klasse der Sekundarstufe I (vgl. Tab. 5.2). Eine genauere Beschreibung des Labortages ist in Kapitel 2.2.1.4 zu finden. Die Auflistung der genauen Aussagen zu den jeweiligen Items in Abbildung 5.7 findet sich in Tabelle 5.3 auf Seite 207.

Im Schülerlabor zu Auge und Sehen arbeiten die Schülerinnen und Schüler hauptsächlich mit klassischen Experimenten. Lediglich ein Versuch besteht darin, ein Elektrokulogramm mittels Sensoren, die an einen Laptop angeschlossen sind, aufzunehmen und auszuwerten. Dementsprechend geben nur 20% der Schülerinnen und Schüler an, (eher) häufig mit dem Computer gearbeitet zu haben. Die große Mehrheit stimmt diesen Aus-



**Abbildung 5.7.:** Beurteilung der Aussagen zum Computereinsatz im Schülerlabor *Auge und Sehen*.  $N = 51$

sage (eher) nicht zu (Item 3.1). Nichtsdestotrotz beurteilt ein Drittel der Befragten die Aussage „Es ist logisch, dass zu dem Thema der Computer eingesetzt wird.“ mit „trifft sehr zu“. Ein weiteres knappes Viertel meint, dass es eher zutrefte. Die Aufnahme eines Elektrokulogramms zum Sehvorgang erscheint den Schülerinnen und Schülern insgesamt eher authentisch (Item 3.2). Der einmalige Computereinsatz scheint, ähnlich wie beim Schülerlabor Physik und Kriminalistik, im Vergleich zum Videoanalyse- oder Biomechaniklabor keinen besonders großen Einfluss auf die Motivation der Schülerinnen und Schüler zu haben, sich mit dem Thema intensiver zu beschäftigen (Item 3.3). Das Interesse am Schülerlabor an sich vergrößert sich nach eigenen Angaben durch den Computereinsatz jedoch bei 71% der Schülerinnen und Schüler (Item 3.5). Das lässt sich so deuten, dass der Versuch zur Messwertaufnahme die Schülerinnen und Schüler interessiert. Es wäre interessant, weiter zu untersuchen, unter welchen Umständen computergestützte Messungen Interesse hervorrufen. Nur etwa ein Viertel der Schülerinnen und Schüler meinen, dass die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe beim Verwenden von Computern (eher) leide (Item 3.6). Allerdings gehen auch nur etwa ein Viertel von ihnen davon aus, dass die Zusammenarbeit dabei (eher) gefördert werde (Item 3.12). Während 40% der Befragten angeben, dass ihnen die Art, den Computer wie im Schülerlabor einzusetzen, (eher) neu

## 5. Schülerfragebogen

war, stimmten knapp 50% (eher) nicht zu (Item 3.8). In Verbindung mit Item 3.10 zeigt sich aber, dass sie diese Einsatzart jedoch bisher kaum im Physikunterricht erlebt haben. Digitale Messwertaufnahme (am eigenen Körper) ist den Schülerinnen und Schülern z. T. also anderweitig bekannt. In welchem Kontext (beispielsweise im Biologieunterricht, beim Fernsehen oder beim Arztbesuch) sie von den Befragten gesehen wurde, ist jedoch unklar. Die Aufnahme von Messwerten am eigenen Körper in Kleingruppen gefällt den Schülerinnen und Schülern mehrheitlich gut. Über die Hälfte geben als Antwort auf Item 3.9 an, dass sie sehr zustimmen. Ein weiteres Viertel stimmt eher zu. Die Auffassung, dass eine Konkurrenzsituation zwischen Computereinsatz und Experiment entsteht, teilt nur eine Minderheit der 51 Schülerinnen und Schüler. Über die Hälfte stimmt dem gar nicht zu und 24% glauben, dass es eher nicht der Fall sei (Item 3.11).

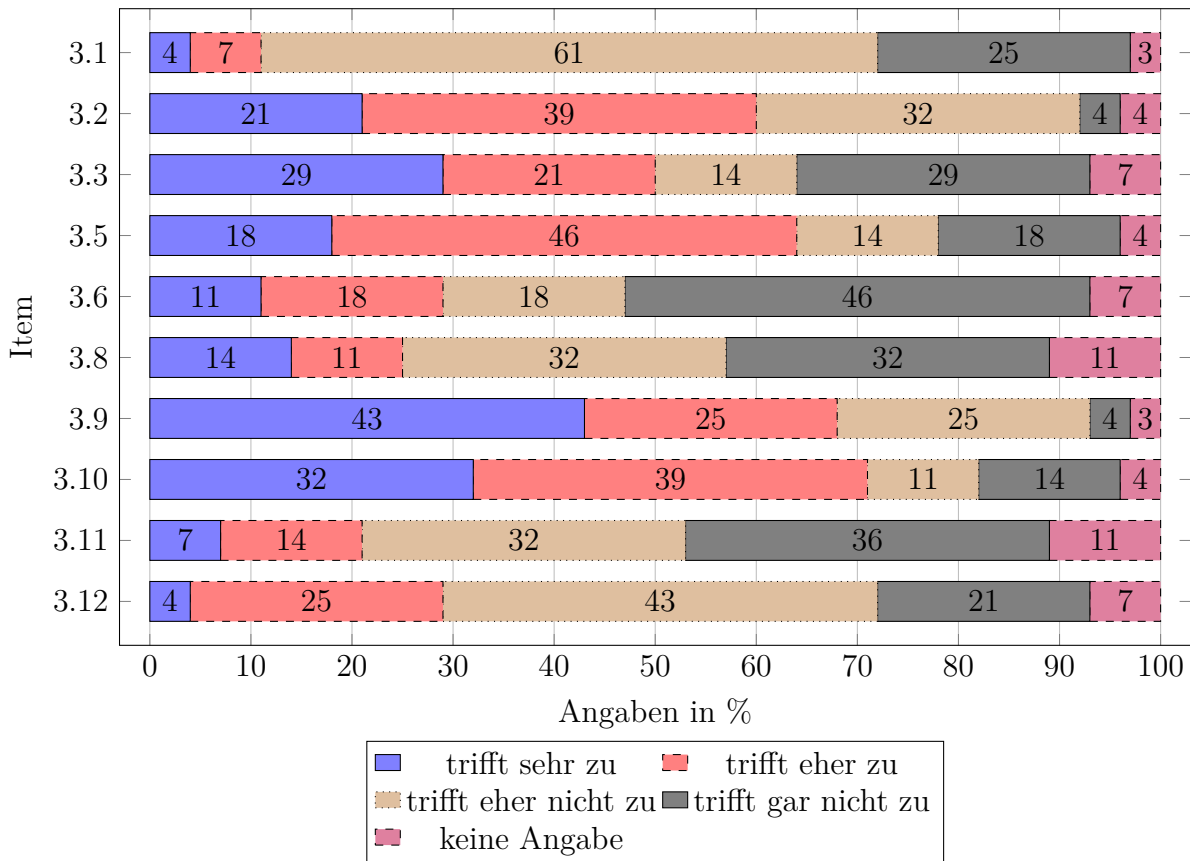
Die Einschätzungen, die zum Schülerlabor Auge und Sehen gegeben werden, sind jedoch aufgrund der eher geringen Zahl von 51 Personen aus drei Klassen nicht als repräsentativ anzusehen. Sie geben dennoch einen Einblick in die Wahrnehmung von Schülerinnen und Schülern vom Einsatz moderner Messmethoden am eigenen Körper.

**Magnetismus** Eine sechste Klasse besuchte im Erhebungszeitraum das Schülerlabor zum Thema Magnetismus (vgl. Tab. 5.2). Eine genauere Beschreibung des Themas ist in Kapitel 2.2.1.5 zu finden. Die Auflistung der genauen Aussagen zu den jeweiligen Items in Abbildung 5.8 findet sich in Tabelle 5.3 auf Seite 207.

Die prozentualen Angaben zum Schülerlabor Magnetismus beruhen auf den Aussagen von nur 28 Schülerinnen und Schülern. Das heißt, dass eine Person schon einem Prozentwert von ca. 3,6% entspricht. Daher sind die Aussagen zum Schülerlabor nur als sehr grobe Tendenzen zu sehen. Im Rahmen des Versuchstages zu Magnetismus sind die Schülerinnen und Schüler an einer Station am Laptop mit einer Simulation zum Elementarmagnetmodell tätig. Sie nehmen den Computereinsatz dementsprechend auch als eher selten wahr (Item 3.1). Dennoch können sie die Plausibilität des Computereinsatzes für die Veranschaulichung des Modells (eher) nachvollziehen (Item 3.2). Aus den Items 3.3 und 3.5 lässt sich abschätzen, dass Interesse und Motivation nach Meinung der Schülerinnen und Schüler (eher) gefördert werden. Aus Beobachtungen in der Durchführung lässt sich dies untermauern: Die Kinder wählten diese Station oft als eine der ersten aus. Insgesamt wird kein besonders großer Einfluss der Arbeit am Computer auf die Zusammenarbeit in der Gruppe vermutet (Items 3.6 und 3.12). Den meisten Schülerinnen und Schülern waren Simulationen bereits bekannt und sie haben diese auch schon im Physikunterricht gesehen (Items 3.8 und 3.10). Dennoch wünschen sich die Schülerinnen und Schüler, den Computer öfter so wie im Schülerlabor einzusetzen (Item 3.9). Dabei ist aufgrund der Formulierung des Items aber nicht klar, ob es um die Verwendung von Simulationen im Allgemeinen oder die methodische Umsetzung (Laptop in Schülerhand, Kleingruppen, freies Arbeiten etc.) geht. Sechs der 24 Schülerinnen und Schüler meinen, dass der Computereinsatz dem Experiment den Rang ablaufen würde (Item 3.11).

Auf den ersten Blick ähnelt Abbildung 5.8 zum Thema Magnetismus Abbildung 5.7 zum Thema Auge und Sehen. Das lässt sich durch das ähnliche Verhältnis der Zahl der





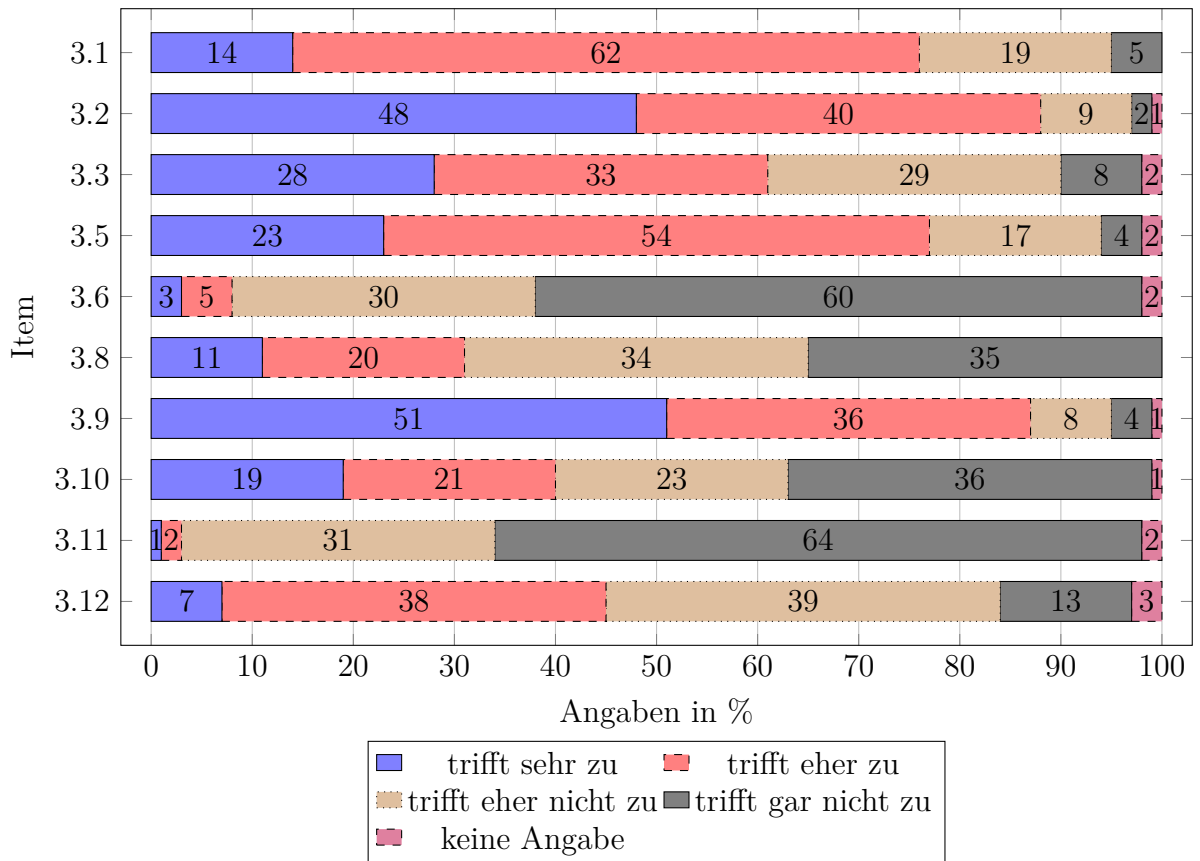
**Abbildung 5.8.:** Beurteilung der Aussagen zum Computereinsatz im Schülerlabor *Magnetismus*.  $N = 28$

Stationen mit Computereinsatz, zu denen, an denen rein klassisch experimentiert wird, zum Teil erklären. Neue Medien haben in beiden Bereichen also eine eher untergeordnete Rolle gespielt. Trotzdem lässt sich ebenfalls übergreifend festhalten, dass die Verwendung des Computers in den Augen der Schülerinnen und Schüler gut ankommt und sie mehrheitlich gerne mehr mit Computern in ihrem Physikunterricht arbeiten würden.

**Elektromobilität** Drei Klassen, die das Schülerlabor zum Thema Elektromobilität besuchten, nahmen an der Erhebung teil. Diese Gruppen verteilten sich über Sekundarstufe I und II (vgl. Tab. 5.2). Eine genauere Beschreibung des Labortages ist in Kapitel 2.2.1.6 zu finden. Die Auflistung der genauen Aussagen zu den jeweiligen Items in Abbildung 5.9 findet sich in Tabelle 5.3 auf Seite 207.

Im Schülerlabor zur Elektromobilität wird an einer der drei Stationen eine Animation zur Funktionsweise eines Stromwendermotors und an einer anderen eine Simulation zum Magnetfeld eines Drehstromsynchronmotors verwendet. In den Augen von über 60% der Schülerinnen und Schüler ist das eine eher häufige Nutzung des Computers (Item 3.1). Knapp die Hälfte von ihnen stimmt der Aussage, dass es logisch sei, zu dem Thema den Computer einzusetzen, sehr zu (Item 3.2). Nur 11% meinen, dass dies eher nicht oder

## 5. Schülerfragebogen



**Abbildung 5.9.:** Beurteilung der Aussagen zum Computereinsatz im Schülerlabor *Elektromobilität*.  $N = 156$

gar nicht zutreffe. Fast zwei Drittel der Befragten fühlten sich durch den Einsatz der Simulation und der Animation (eher) motiviert, sich mit dem Thema Elektromotoren zu beschäftigen (Item 3.3). Ein knappes Viertel meint, dass das Schülerlabor durch den Einsatz interessanter werde und mehr als die Hälfte gibt an, dass dies eher zutreffe. Damit ist die deutliche Mehrheit der Schülerinnen und Schüler der Meinung, dass ihr Interesse am Schülerlabor durch die Verwendung der Laptops positiv beeinflusst wird (Item 3.5). 60% der Befragten geben an, dass es gar nicht zutrifft, dass die Zusammenarbeit in der Gruppe unter der Computernutzung leide (Item 3.6). Weitere 30% meinen, dass es eher nicht zutreffe. Damit sind fast alle Schülerinnen und Schüler der Meinung, dass das Arbeiten am Computer keinen negativen Einfluss auf die Zusammenarbeit habe. Im Gegensatz dazu sehen 45% (eher) einen positiven Einfluss (Item 3.12). Knapp über die Hälfte meint aber auch, dass sich der Computereinsatz (eher) nicht förderlich auf die Zusammenarbeit untereinander auswirke. Fasst man die Antworten auf die beiden Items zusammen, lässt dies das Urteil zu, dass die Verwendung der Simulation und der Animation zu Elektromotoren in der Schülerwahrnehmung nur beschränkt einen Einfluss auf die Zusammenarbeit in der Gruppe hat. Falls ein Zusammenhang vorhanden ist, so wirkt er sich aber eher fördernd aus. Die Art, den Computer so einzusetzen wie im

Schülerlabor, ist nur etwa einem Drittel der Schülerinnen und Schüler neu (Item 3.8). Ein weiteres Drittel stimmt dem eher nicht zu und das letzte Drittel stimmt gar nicht zu. Passenderweise findet sich auch ein Drittel der Schülerinnen und Schüler, die angeben, dass der Computer im Physikunterricht noch nicht auf die gleiche Art und Weise wie im Schülerlabor eingesetzt wurde (Item 3.10). Jeweils ein Fünftel der Befragten geben jedoch an, dass sie den Einsatz so schon erlebt bzw. auf ähnliche Weise bereits erlebt haben. Insgesamt scheinen Simulationen und Animationen den meisten Schülerinnen und Schülern (aus dem Physikunterricht) schon bekannt zu sein. Ihre Lehrerinnen und Lehrer haben entsprechende Anwendungen schon eingesetzt. Das deckt sich mit den Angaben der Lehrkräfte zu diesem Thema. Dennoch wünscht sich etwas mehr als die Hälfte, dass der Computer, ähnlich wie im Schülerlabor, auch im Physikunterricht eingesetzt werden soll (Item 3.9). Etwas mehr als ein Drittel stimmt dem Wunsch eher zu. Die Schülerinnen und Schüler sehen den Einsatz von Simulationen zur Veranschaulichung also positiv. 95% von Ihnen haben (eher) nicht den Eindruck, dass der Computereinsatz das Experiment in den Hintergrund stellt. Eine entsprechende Befürchtung von Lehrkräften teilen die Schülerinnen und Schüler also definitiv nicht.

An den hohen Zustimmungswerten zu den Items 3.2, 3.3, 3.5 und 3.9 kann man ablesen, dass die Nutzung von Simulationen und Animationen sehr gut ankommt und den Schülerinnen und Schülern ihrer Meinung nach hilft. Zwar kennen sie diese Art der Anwendung schon, aber das tut der positiven Auffassung keinen Abbruch. Die abgefragten negativen Aspekte in den Items 3.6 und 3.11 werden mehrheitlich klar verneint.

### 5.2.3. Angaben zur Quantität des Computereinsatzes außerhalb des Unterrichts

Zunächst soll es in diesem Abschnitt um die Angaben der Schülerinnen und Schüler zur Nutzung von Smartphone und Tablet zu Hause gehen. Die beiden Geräte sind aufgrund der Ähnlichkeit ihrer Anwendungen und Bedienung gemeinsam abgefragt worden. Anschließend folgt die Betrachtung von PC und Laptop, gefolgt von einer kurzen Ergänzung zu Spielekonsolen und SmartTVs zum Surfen im Internet.

**Smartphone und Tablet** Smartphones und Tablets sind für die Jugendlichen in der untersuchten Altersspanne Alltagsgeräte. Das zeigt auch die JIM-Studie von Feierabend, Plankenhorn und Rathgeb (2016), nach der deutlich über 90% aller Jugendlichen zwischen zwölf und 19 Jahren ein eigenes Smartphone besitzen. Nicht zuletzt um eine Vergleichbarkeit der Schülerinnen und Schüler, die das Schülerlabor besuchen, zu den restlichen Jugendlichen in Deutschland ziehen zu können und um einen genaueren Blick auf die schulbezogene Verwendung von Smartphones und Tablets richten zu können, wurde die Häufigkeit der Verwendung dieser Geräte zu verschiedenen Zwecken erfragt. Aus den Ergebnissen der JIM-Studie lässt sich ableiten, dass die Schülerinnen und Schüler den größten Teil ihrer Antworten auf das Smartphone beziehen. Smartphones werden nämlich von 95% der Befragten in der JIM-Studie mehrmals pro Woche oder täglich und Tablets nur von 30% entsprechend oft verwendet.

## 5. Schülerfragebogen

Häufigkeit	Anteil	Häufigkeit	Anteil
täglich	13%	täglich	8%
mehrmals pro Woche	28%	mehrmals pro Woche	20%
einmal pro Woche	18%	einmal pro Woche	16%
2-3 mal pro Monat	10%	2-3 mal pro Monat	11%
einmal pro Monat	4%	einmal pro Monat	6%
< 1 mal pro Monat	8%	< 1 mal pro Monat	8%
nie	19%	nie	29%

(a) Unterrichtsvorbereitung.  $N = 960$

(b) Unterrichtsnachbereitung.  $N = 952$

**Tabelle 5.4.:** Verwendung von Smartphone/Tablet außerhalb des Schulunterrichts.

In Tabelle 5.4a ist die Häufigkeit der Smartphone- bzw. Tabletnutzung durch die Schülerinnen und Schüler zur Unterrichtsvorbereitung angegeben. 41% von ihnen nutzen eines der Geräte mindestens mehrmals pro Woche, um sich auf den Unterricht vorzubereiten. Zur Vorbereitung zählt etwa das Anfertigen von Hausaufgaben oder das Lernen für einen Test. Ebenfalls 41% nutzen Smartphone und Tablet nur sporadisch für die Unterrichtsvorbereitung (weniger als einmal pro Woche).

Tabelle 5.4b zeigt im Vergleich dazu die Verwendung von Smartphones und Tablets zur Unterrichtsnachbereitung. Dazu zählt die Wiederholung von Inhalten des Unterrichts und etwa das Lernen von Vokabeln. Allerdings sind diese beiden Begriffe (Vor- und Nachbereitung) für die Schülerinnen und Schüler beim Ausfüllen der Umfrage nicht extra definiert worden, sodass nicht ganz trennscharf zwischen Unterrichtsvor- und -nachbereitung unterschieden werden kann. Dennoch ergibt sich ein Unterschied in den Antworten: Nur etwas mehr als ein Viertel der Befragten bereiten den Unterricht mindestens mehrmals pro Woche mit Smartphone oder Tablet nach. Mehr als die Hälfte von ihnen nutzt Smartphone und Tablet nur sporadisch, also seltener als einmal pro Woche, zur Nachbereitung.

Häufigkeit	Anteil
täglich	40%
mehrmals pro Woche	32%
einmal pro Woche	12%
2-3 mal pro Monat	6%
einmal pro Monat	2%
< 1 mal pro Monat	3%
nie	5%

**Tabelle 5.5.:** Verwendung von Smartphone/Tablet zur Informationssuche im Internet.  
 $N = 947$

Die Verwendung des Internets als Informationsmedium ist sehr verbreitet. Laut JIM-Studie nutzen knapp 90% der Zwölf- bis 19-Jährigen mehrmals pro Woche das Internet als Informationsquelle. Die vorliegende Studie zeigt, dass 40% ihrer Teilnehmerinnen und Teilnehmer täglich mit Smartphone oder Tablet im Internet nach Informationen suchen (vgl. Tab. 5.5) und weitere 32% der Schülerinnen und Schüler dies zumindest mehrmals pro Woche tun. Der Anteil an Jugendlichen, die Smartphone bzw. Tablet sehr selten bis nie verwenden, liegt im einstelligen Prozentbereich.

Häufigkeit	Anteil
täglich	27%
mehrmals pro Woche	22%
einmal pro Woche	13%
2-3 mal pro Monat	8%
einmal pro Monat	5%
< 1 mal pro Monat	7%
nie	18%

**Tabelle 5.6.:** Verwendung von Smartphone/Tablet zur Abrufen und Bearbeiten von E-Mails.  $N = 953$

Fast die Hälfte der Schülerinnen und Schüler ruft regelmäßig per Smartphone oder Tablet ihre E-Mails ab (vgl. Tab. 5.6). Das passiert dann mehrmals pro Woche. Etwa 20% nutzen diese Möglichkeit ab und an und ca. 20% nutzen ihr Smartphone nie für ihre E-Mailtätigkeiten.

Das mit unterschiedlichsten Anbietern mögliche Empfangen und Versenden klassischer E-Mails zählt für 40 Prozent der Jugendlichen zu den alltäglichen Kommunikationsanwendungen im Internet (täglich: 22%) [...]. (Feierabend, Plankenhorn und Rathgeb, 2016, JIM-Studie, S. 31)

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie liegen in diesem Zusammenhang also im Bereich derer der JIM-Studie.

Eine typische Freizeitanwendung stellt das Spielen dar. In Tabelle 5.7 ist zu sehen, dass mehr als die Hälfte der Schülerinnen und Schüler mehrmals pro Woche, wenn nicht gar täglich, Spiele per Smartphone oder Tablet spielen. Ein knappes Fünftel tut das nie. Die Gruppe teilt sich bei dieser Anwendung in diejenigen, die regelmäßig spielen, und diejenigen, die Smartphone oder Tablet (fast) nicht zum Spielen benutzen.

Eine extrem verbreitete Nutzung von Smartphone und Tablet unter Schülerinnen und Schülern ist das Aufrufen sozialer Netzwerke oder Kommunikationsapplikationen. Das fällt auf den ersten Blick auf Tabelle 5.8 auf. Stellt man in dieses Ergebnis in den Kontext der JIM-Studie, so müsste die am häufigsten genutzte Applikation *WhatsApp* sein.

Andere Anwendungen, wie die Videoplattform *YouTube* oder allgemeines Surfen im Internet wird ebenfalls von fast allen Schülerinnen und Schülern per Smartphone bzw. Tablet durchgeführt (vgl. Tab. 5.9).

## 5. Schülerfragebogen

Häufigkeit	Anteil
täglich	35%
mehrmals pro Woche	22%
einmal pro Woche	10%
2-3 mal pro Monat	7%
einmal pro Monat	3%
< 1 mal pro Monat	5%
nie	18%

**Tabelle 5.7.:** Verwendung von Smartphone/Tablet zum Spielen.  $N = 945$

Häufigkeit	Anteil
täglich	85%
mehrmals pro Woche	8%
einmal pro Woche	1%
nie	5%

**Tabelle 5.8.:** Verwendung von Smartphone/Tablet zum Chatten und für soziale Netzwerke.  $N = 942$

Häufigkeit	Anteil
täglich	74%
mehrmals pro Woche	17%
einmal pro Woche	3%
2-3 mal pro Monat	1%
< 1 mal pro Monat	1%
nie	4%

**Tabelle 5.9.:** Verwendung von Smartphone/Tablet für andere Anwendungen (im Internet surfen, Videos anschauen etc.).  $N = 957$

**PC und Laptop** Die meisten Messwerterfassungssysteme und andere verbreitete Physik-Programme (vgl. Kap. 3.2.1) stehen für PC bzw. Laptop zur Verfügung und sind auf Bedienung mit Maus und Tastatur ausgerichtet. Laut JIM-Studie 2016 sind diese Geräte in 98% der Haushalte vorhanden und rund 74% der Zwölf- bis 19-Jährigen besitzen einen eigenen PC oder Laptop.

In Tabelle 5.10 ist ersichtlich, dass nur ein kleiner Teil der Schülerinnen und Schüler in der vorliegenden Untersuchung täglich den PC oder Laptop zur Unterrichtsvor- oder -nachbereitung einsetzt. Vorbereitend werden sie von 45% der Befragten mindestens einmal pro Woche eingesetzt und nur von 36% zur Nachbereitung des Schulstoffs. Ein Fünftel setzt PC oder Laptop nie ein, um sich auf den Unterricht vorzubereiten. Bei der Nachbereitung ist es sogar ein Drittel, dass diese Geräte nie verwendet.

Häufigkeit	Anteil	Häufigkeit	Anteil
täglich	7%	täglich	5%
mehrmals pro Woche	22%	mehrmals pro Woche	16%
einmal pro Woche	16%	einmal pro Woche	15%
2-3 mal pro Monat	16%	2-3 mal pro Monat	13%
einmal pro Monat	7%	einmal pro Monat	9%
< 1 mal pro Monat	10%	< 1 mal pro Monat	9%
nie	22%	nie	33%

(a) Unterrichtsvorbereitung.  $N = 945$       (b) Unterrichtsnachbereitung.  $N = 946$

**Tabelle 5.10.:** Verwendung von PC/Laptop außerhalb des Schulunterrichts.

Insgesamt lässt sich bemerken, dass die Nutzung von Smartphones oder Tablets tendenziell häufiger vorkommt, als der Einsatz von PC oder Laptop zu diesen Zwecken.

Knapp die Hälfte der Befragten setzen den PC oder Laptop mehrmals pro Woche oder täglich zur Informationssuche im Internet ein (vgl. Tab. 5.11). Im Vergleich zu den Angaben zu Smartphone bzw. Tablet fällt auf, dass der Anteil an Schülerinnen und Schülern, die nie den PC oder Laptop zu diesem Zweck verwenden, mit 13% mehr als doppelt so groß ist.

Häufigkeit	Anteil
täglich	20%
mehrmals pro Woche	27%
einmal pro Woche	17%
2-3 mal pro Monat	13%
einmal pro Monat	5%
< 1 mal pro Monat	5%
nie	13%

**Tabelle 5.11.:** Verwendung von PC/Laptop zur Informationssuche im Internet.  $N = 944$

Bei der Angabe, *nie* den PC oder Laptop einzusetzen, ist zu berücksichtigen, dass ein Effekt dadurch zustande kommen kann, dass einem gewissen Anteil an Schülerinnen und Schülern vielleicht kein PC oder Laptop zur Verfügung steht. Da in der Erhebung nicht abgefragt wurde, wie vielen der Probanden ein PC oder Laptop zur Verfügung steht, kann nicht genau geklärt werden, wie viel der 13%, die nie den PC oder Laptop einsetzen, noch nicht einmal die Möglichkeit dazu haben.

Nur etwa ein Drittel der Schülerinnen und Schüler bearbeitet mehrmals pro Woche oder täglich ihre E-Mails am PC oder Laptop (vgl. Tab. 5.12). 41% der Befragten tun dies einmal pro Woche oder seltener. 26% von ihnen bearbeiten nie ihre E-Mails auf einem solchen Gerät. Das heißt aber auch, dass für drei Viertel der Schülerinnen und Schüler

## 5. Schülerfragebogen

die E-Mail ein gängiges Kommunikationsmittel darstellt, das sie regelmäßig (wenn z. T. auch nur selten) verwenden.

Häufigkeit	Anteil
täglich	16%
mehrmals pro Woche	17%
einmal pro Woche	16%
2-3 mal pro Monat	11%
einmal pro Monat	6%
< 1 mal pro Monat	8%
nie	26%

**Tabelle 5.12.:** Verwendung von PC/Laptop zur Abrufen und Bearbeiten von E-Mails.  
 $N = 940$

Laut JIM-Studie beschäftigen sich 45% der Jugendlichen mehrmals pro Woche mit „Computer-/Konsolen-/Onlinespiele[n]“. 21% tun dies sogar täglich. In der vorliegenden Studie (vgl. Tab. 5.13) zeigt sich, dass der PC oder Laptop von 31% der Schülerinnen und Schüler, die mit ihrer Klasse das Schülerlabor besuchten, mehrmals pro Woche zum Spielen verwendet wird (täglich 17%). Allerdings ist auch der Anteil der Nichtspieler mit 43% relativ hoch. Für diese Jugendlichen scheint es komplett uninteressant zu sein, den Laptop oder PC zur Freizeitbeschäftigung in Form von Spielen zu benutzen. Eine Einschätzung, wie sie Lehrkraft 4 vorgenommen hat: „Die Schüler sollen merken, dass der Computer im Unterricht eben kein Spielgerät ist.“, entbehrt also zum Teil einer faktenorientierten Grundlage. Nur etwas weniger als ein Drittel der Schülerinnen und Schüler nutzt PC oder Laptop heutzutage noch regelmäßig als Gerät zum Spielen.

Häufigkeit	Anteil
täglich	17%
mehrmals pro Woche	14%
einmal pro Woche	8%
2-3 mal pro Monat	7%
einmal pro Monat	4%
< 1 mal pro Monat	6%
nie	43%

**Tabelle 5.13.:** Verwendung von PC/Laptop zum Spielen.  $N = 940$

Tabelle 5.14 ist auf den ersten Blick entnehmbar, dass über die Hälfte den PC oder Laptop nie für Chatanwendungen oder die Teilhabe an sozialen Netzwerken nutzt. Dafür wird scheinbar das Smartphone genutzt. Allerdings sind Chatprogramme für den PC bzw. Laptop auch bei weitem nicht mehr so verbreitet, wie in der Mitte der 2000er Jahre. Es wäre also interessant, genauer abzufragen, für welche Programme oder Anwendungen



PC und Laptop in diesem Zusammenhang eingesetzt werden. Dennoch arbeitet auch ein gutes Viertel der Befragten regelmäßig am PC/Laptop in sozialen Netzwerken oder zum Chatten.

Häufigkeit	Anteil
täglich	16%
mehrmals pro Woche	10%
einmal pro Woche	7%
2-3 mal pro Monat	6%
einmal pro Monat	4%
< 1 mal pro Monat	8%
nie	51%

**Tabelle 5.14.:** Verwendung von PC/Laptop zum Chatten und für soziale Netzwerke.  
 $N = 939$

Andere Anwendungen, als die bisher thematisierten, werden ebenfalls am PC und Laptop durchgeführt. Sei es das Schauen von Filmen oder das Aufrufen von verschiedenen Websites (nicht zur Informationssuche). In Tabelle 5.15 sieht man, dass etwa zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler mindestens einmal pro Woche den PC/Laptop zu solchen Zwecken verwenden. 16% tun dies nur sporadisch und ein knappes Fünftel nie.

Häufigkeit	Anteil
täglich	31%
mehrmals pro Woche	24%
einmal pro Woche	12%
2-3 mal pro Monat	8%
einmal pro Monat	4%
< 1 mal pro Monat	4%
nie	18%

**Tabelle 5.15.:** Verwendung von PC/Laptop für andere Anwendungen (im Internet surfen, Videos anschauen etc.).  $N = 936$

**Spielekonsolen und Fernseher** Moderne Spielekonsolen oder SmartTVs sind mit dem Internet verbunden, um zusätzliche Inhalte herunterzuladen oder Videos zu streamen. Von den Schülerinnen und Schülern wurde ebenfalls erfragt, inwiefern sie die sich daraus ergebenden Möglichkeiten zu Hause nutzen.

In Tabelle 5.16a sind die Angaben zur Häufigkeit des Spielens mit Fernsehern und Konsolen angegeben. In diesem Zusammenhang kann davon ausgegangen werden, dass sich die Aussage zum Spielen hauptsächlich auf die Konsole bezieht. Zwar gibt es auch Spielanwendungen für Fernseher, jedoch sind diese eher unkomfortabel und daher

## 5. Schülerfragebogen

wenig verbreitet. Es fällt auf, dass 40% der Schülerinnen und Schüler Fernseher bzw. Spielekonsole gar nicht zum Spielen nutzen. Das heißt im Umkehrschluss jedoch auch, dass 60% der Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, Konsolen zu nutzen. Insgesamt wird aber nur von 29% der Befragten mehrmals pro Woche oder täglich gespielt.

Häufigkeit	Anteil	Häufigkeit	Anteil
täglich	12%	täglich	8%
mehrmals pro Woche	17%	mehrmals pro Woche	6%
einmal pro Woche	9%	einmal pro Woche	4%
2-3 mal pro Monat	8%	2-3 mal pro Monat	5%
einmal pro Monat	4%	einmal pro Monat	2%
< 1 mal pro Monat	9%	< 1 mal pro Monat	6%
nie	40%	nie	69%

(a) Zum Spielen.  $N = 943$                       (b) Zum Surfen im Internet.  $N = 941$

**Tabelle 5.16.:** Häufigkeit der Nutzung von Spielekonsolen oder Fernsehern.

Auch wenn davon auszugehen ist, dass in fast allen Haushalten ein Fernseher vorhanden ist (laut JIM-Studie 2016 Fernseher: 97%, feste Spielekonsole: 75%), so wird das Gerät (ggf. per Konsole) von 69% nie zum Surfen im Internet genutzt (vgl. Tab. 5.16b). Weniger als ein Fünftel der Schülerinnen und Schüler surft einmal pro Woche oder öfter per Fernseher oder Spielekonsole im Internet. Zu diesem Zweck wird Smartphone/Tablet bzw. PC/Laptop offensichtlich als bessere Alternative gesehen.

### 5.2.4. Angaben zur Quantität des Medieneinsatzes im Physikunterricht

Neben der im vorherigen Abschnitt behandelten Nutzung Neuer Medien im außerschulischen Bereich, wurde auch abgefragt, welche Medien die Schülerinnen und Schüler wie oft in ihrem Physikunterricht im Einsatz erleben. Dies dient vor allem der Beurteilung von Aussagen durch Schülerinnen und Schüler, die im Bezug zum Computereinsatz in der Schule stehen. Um die Relation in der Anwendung zwischen Neuen und klassischen Medien festzustellen, wird auch abgefragt, in welchem Umfang welche klassischen Medien eingesetzt werden.

Bei den abgefragten Häufigkeiten bleibt zu bedenken, dass es die wahrgenommene Einsatzfrequenz in den Augen der Schülerinnen und Schüler ist, die in den folgenden Ergebnissen dargestellt ist. Diese kann deutlich von der tatsächlichen Einsatzfrequenz abweichen. Es ist nicht ganz eindeutig zu beurteilen, ob ein Medium oder eine Arbeitsweise in jeder oder nur durchschnittlich jeder zweiten Physikstunde eingesetzt wird, weil die Angaben „mehrmals pro Woche“ und „einmal pro Woche“ auf beides hindeuten können: Wenn eine Klasse nur einmal in der Woche Physikunterricht hat (ggf. in Form einer Doppelstunde), kann sie natürlich nicht mehrmals pro Woche ein Medium einsetzen. Umgekehrt kann es bei Klassen mit mehreren Einzelstunden im Fach Physik gut sein,

dass sie im Mittel nur einmal pro Woche den Computer einsetzen. Daher werden in der folgenden Analyse diese beiden Kategorien zu „häufiger Nutzung“ zusammengefasst. Der korrespondierenden Tabelle ist allerdings jeweils die genaue Unterteilung zu entnehmen.

Das typische Lehrmedium schlechthin stellt das Schulbuch dar. In der Regel bekommt jede Schülerin und jeder Schüler zu Beginn des Schuljahres einen Band pro Fach ausgegeben. Ein Blick auf Tabelle 5.17 zeigt, dass das Schulbuch von 42% häufig genutzt wird. Gleichzeitig ist es aber auch so, dass ein knappes Viertel der Schülerinnen und Schüler angibt, das Schulbuch nie im Physikunterricht einzusetzen.

Häufigkeit	Anteil
mehrmals pro Woche	19%
einmal pro Woche	23%
2-3 mal pro Monat	5%
einmal pro Monat	14%
< 1 mal pro Monat	9%
nie	24%

**Tabelle 5.17.:** Einsatzhäufigkeit des Schulbuchs im Physikunterricht.  $N = 974$

Wesentlich häufiger als Schulbücher werden offensichtlich Arbeitsblätter eingesetzt. Gut drei Viertel der Schülerinnen und Schüler nutzen häufig, also in (fast) jeder Unterrichtsstunde Arbeitsblätter (vgl. Tab. 5.18). Man kann diese also gut als ein Standard-Medium des Physikunterrichts bezeichnen.

Häufigkeit	Anteil
mehrmals pro Woche	40%
einmal pro Woche	36%
2-3 mal pro Monat	7%
einmal pro Monat	9%
< 1 mal pro Monat	3%
nie	1%

**Tabelle 5.18.:** Einsatzhäufigkeit von Arbeitsblättern im Physikunterricht.  $N = 974$

Ebenfalls sehr häufig wird die Tafel bzw. ein interaktives Whiteboard zum Anschreiben verwendet. 81% der Schülerinnen und Schüler sagen, dass sie bzw. ihre Lehrkräfte im Physikunterricht mindestens einmal pro Woche die Tafel benutzen (vgl. Tab. 5.19). Damit stellt die Tafel in den Augen der Befragten das am häufigsten eingesetzte Medium im Physikunterricht dar.

Da in manchen Schulen noch mit Tageslicht- bzw. Overheadprojektoren gearbeitet wird und in anderen eher Dokumentenkameras zur Projektion genutzt werden, beide Medien aber zur Darstellung per Projektion für die ganze Klasse dienen, sind sie in der Abfrage zusammengefasst. In Tabelle 5.20 zeigt sich eine große Streuung der Einsatzhäufigkeit.

## 5. Schülerfragebogen

Häufigkeit	Anteil
mehrmals pro Woche	50%
einmal pro Woche	31%
2-3 mal pro Monat	6%
einmal pro Monat	3%
< 1 mal pro Monat	1%
nie	4%

**Tabelle 5.19.:** Einsatzhäufigkeit der Tafel bzw. des interaktiven Whiteboards nur zum Anschreiben im Physikunterricht.  $N = 974$

Während knapp ein Drittel häufig den Einsatz im Unterricht erlebt, wird bei anderen Jugendlichen dieses Medium z. T. deutlich seltener eingesetzt. Knapp ein Viertel der Schülerinnen und Schüler gibt an, dass Overhead oder Dokumentenkamera nie eingesetzt werden.

Häufigkeit	Anteil
mehrmals pro Woche	13%
einmal pro Woche	18%
2-3 mal pro Monat	11%
einmal pro Monat	14%
< 1 mal pro Monat	10%
nie	24%

**Tabelle 5.20.:** Einsatzhäufigkeit des Overheadprojektors oder der Dokumentenkamera im Physikunterricht.  $N = 974$

Der Computereinsatz im Physikunterricht findet bisher nicht besonders häufig statt. Tabelle 5.21 ist zu entnehmen, dass 20% der Schülerinnen und Schüler behaupten, in (fast) jeder Physikstunde den Computereinsatz zu erleben. 9% geben an, dass ihre Lehrkräfte den Computer zumindest zwei- bis dreimal pro Monat verwenden. 12% meinen, dass der Computer regelmäßig, zumindest einmal pro Monat, verwendet wird, während 13% sagen, dass der Computer seltener eingesetzt wird. Fast 40% der Jugendlichen sagen aber auch, dass sie nie einen Computereinsatz durch ihre Lehrkräfte oder in eigenen Händen im Physikunterricht erlebt hätten. Auch wenn Computer heute als Alltagsmedium bekannt und genutzt sind, werden sie offensichtlich von den meisten Lehrkräften nur gezielt im Unterricht verwendet. Ein großer Anteil der Lehrpersonen nutzt jedoch keine der Möglichkeiten, die der Computereinsatz für den Physikunterricht bietet. Vergleicht man die Angaben mit denen der Lehrkräfte, so kann man Unterschiede bemerken. Immerhin stehen den 20%, die den Computereinsatz stark wahrnehmen, knapp 60% als Angabe durch die Lehrkräfte entgegen (vgl. S. 40). Die Wahrnehmungen stehen hier im Widerspruch.

Häufigkeit	Anteil
mehrmals pro Woche	8%
einmal pro Woche	12%
2-3 mal pro Monat	9%
einmal pro Monat	12%
< 1 mal pro Monat	13%
nie	38%

**Tabelle 5.21.:** Einsatzhäufigkeit des Computers im Physikunterricht.  $N = 974$

Ein typisch naturwissenschaftliches „Medium“ ist die Veranschaulichung von Sachverhalten anhand der Natur. Dazu werden mit unterschiedlich großem Materialaufwand Experimente vor- bzw. durchgeführt. Man kann grundsätzlich zwischen Schülerexperimenten, also solchen, die von den Schülerinnen und Schülern selbst durchgeführt werden, und Lehrerexperimenten unterscheiden. Die Einsatzhäufigkeit dieser beiden Experimentarten sind in Tabelle 5.22a bzw. 5.22b angegeben.

Häufigkeit	Anteil	Häufigkeit	Anteil
mehrmals pro Woche	7%	mehrmals pro Woche	7%
einmal pro Woche	17%	einmal pro Woche	16%
2-3 mal pro Monat	13%	2-3 mal pro Monat	12%
einmal pro Monat	27%	einmal pro Monat	23%
< 1 mal pro Monat	19%	< 1 mal pro Monat	12%
nie	8%	nie	13%

(a) Schülerexperimente                      (b) Lehrerdemonstrationsexperimente

**Tabelle 5.22.:** Einsatzhäufigkeit von Experimenten im Physikunterricht.  $N = 974$

Um eine Abschätzung zum Experimentieren im Physikunterricht allgemein zu erhalten, wurden für die folgenden Angaben die Antwort jeder Schülerin und jedes Schülers so zusammengefasst, dass nur die höhere angegebene Einsatzhäufigkeit von Schüler- bzw. Lehrerexperiment gewählt wurde. Das sorgt dafür, dass sich eine Minimalabschätzung<sup>1</sup> ergibt, wie oft die Jugendlichen, ihrer Meinung nach, mindestens mit Experimenten im Physikunterricht konfrontiert werden. Betrachtet man diese Abschätzung, so arbeiten 11% der Schülerinnen und Schüler mehrmals pro Woche mit Experimenten. 25% geben an, einmal pro Woche Experimente im Physikunterricht zu erleben. Weitere 16% arbeiten zwei- bis dreimal pro Monat mit Experimenten. 25% sagen, dass sie einmal pro Monat

<sup>1</sup>Es handelt sich deshalb um eine Minimalabschätzung, weil ein Proband, der zwei Stunden Physik in der Woche hat und jeweils in einer Stunde Lehrerdemonstrationsexperimente erlebt und in der übrigen Stunde an Schülerexperimenten teilnimmt, dann jeweils „einmal pro Woche“ angeben würde. Tatsächlich arbeitet er mehrmals pro Woche mit Experimenten, für die Abschätzung wird so aber die Angabe „einmal pro Woche“ gezählt.

## 5. Schülerfragebogen

Experimente im Unterricht sehen. 13% meinen seltener als einmal pro Monat Experimente im Unterricht zu sehen und 4% meinen, dass sie nie ein Experiment im Physikunterricht eingesetzt oder vorgeführt bekommen haben. Zusammenfassend heißt das, dass mit 52% knapp über die Hälfte der Schülerinnen und Schüler mindestens zwei- bis dreimal im Monat im Physikunterricht mit Experimenten in Kontakt kommen. Bei dieser Gruppe wird also regelmäßig in fast jeder Unterrichtsstunde entweder durch sie selbst oder durch ihre Lehrkraft experimentiert.

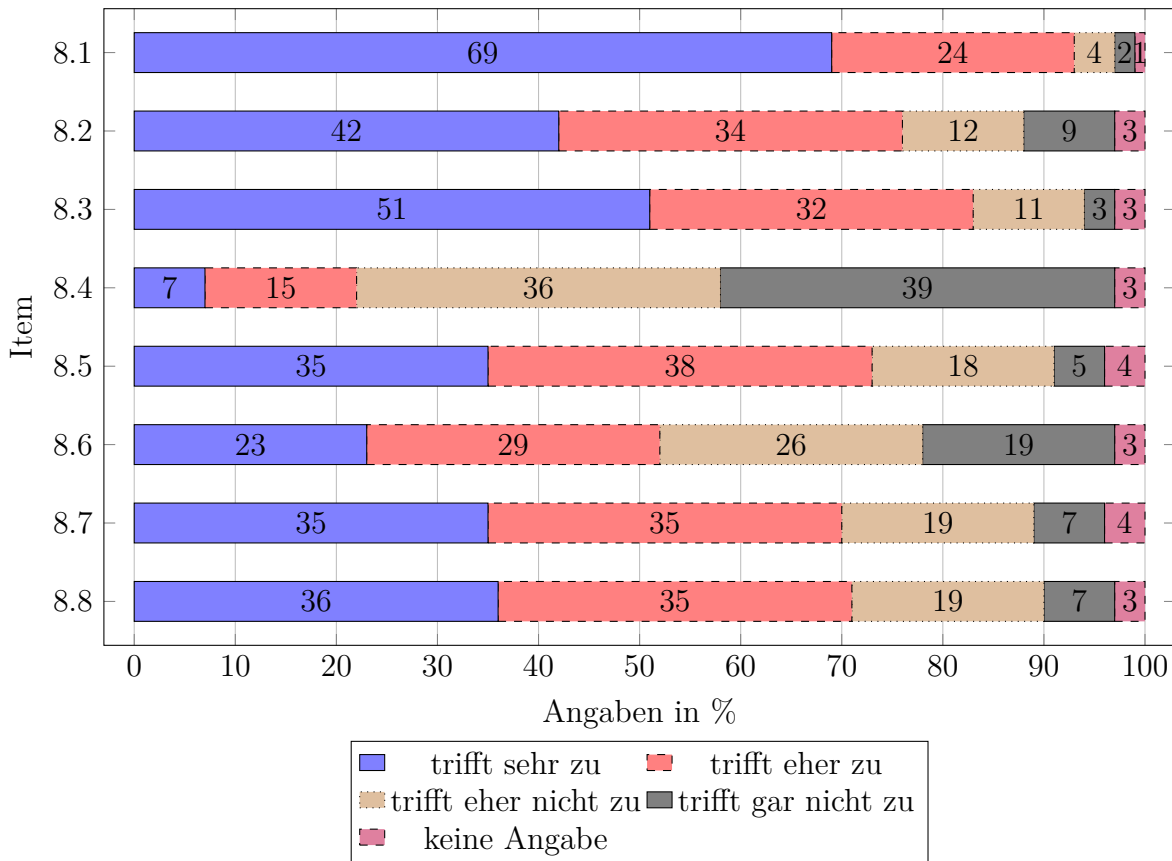
### 5.2.5. Allgemeine Aussagen zum Computer

Die acht Items, mit denen die allgemeinen Aussagen zum Computer abgefragt wurden, sind in Tabelle 5.23 zu finden. Sie sind im Wesentlichen analog zu den Items, mit denen bei den Lehrkräften der zukünftige Nutzungswunsch (incl. zugeordneter Wichtigkeit) und die Wirksamkeitserwartung ermittelt wurden bzw. lassen sich inhaltlich Faktoren zuordnen. Die Angaben der 974 Schülerinnen und Schüler, die den Fragebogen bearbeitet haben, finden sich zusammengefasst in Abbildung 5.10 wieder.

Item	Aussage
8.1	Es ist für mich wichtig, dass ich mich mit dem Computer auskenne.
8.2	Ich will in der Schule den Umgang mit dem Computer lernen.
8.3	Computer bringen neue Aspekte in den Unterricht ein.
8.4	Ich halte es für überflüssig, den Computer im Physikunterricht zu nutzen.
8.5	Ich glaube, durch den Computereinsatz wird der Physikunterricht interessanter.
8.6	Der Physikunterricht ist nicht dafür da, die Computernutzung zu üben.
8.7	Ich würde den Computer im Physikunterricht gerne häufiger nutzen.
8.8	Mit dem Computer können wir Schüler besser eigenständig arbeiten.

**Tabelle 5.23.:** Liste der Items, die allgemeine Einschätzungen zum Computer erfragen.

Beim Betrachten der Ergebnisse fällt auf, dass es die Schülerinnen und Schüler zu fast 70% für sehr zutreffend halten, dass es wichtig für ihre Zukunft ist, sich mit dem Computer auszukennen (Item 8.1). Weitere 24% meinen, dass dies eher zutreffe. Die Relevanz von Neuen Medien für die Zukunft und auch für die Gesellschaft, ist den Jugendlichen bewusst und sie halten es grundsätzlich für wichtig, damit umgehen zu können. Die Wichtigkeit des Computers bzw. dessen Einsatzes wird auch in den Items 8.4 und 8.6 abgefragt.



**Abbildung 5.10.:** Beurteilung der Aussagen zum Computer im Allgemeinen.  $N = 974$

Allerdings dort jeweils in der negierten Form. Es ist daher wenig überraschend, dass die Aussage „Ich halte es für überflüssig, den Computer im Physikunterricht zu nutzen.“ für deutlich mehr als ein Drittel der Befragten nicht zutrifft und für etwas mehr als ein weiteres Drittel eher nicht zutrifft. 75% der Befragten geben insgesamt also an, dass sie im Computer einen Nutzen für den Physikunterricht sehen. Ein sehr geteiltes Bild gibt es bei Aussage 8.6, bei der der Physikunterricht als Plattform zur Übung des Computereinsatzes beurteilt werden soll. Die Angaben verteilen sich in grober Näherung gleich auf die vier Antwortmöglichkeiten. Einerseits kann die Computernutzung im Physikunterricht nebenbei anhand von konkreten Anwendungen geübt werden, andererseits halten manche Schülerinnen und Schüler (laut Kommentaren am Fragebogenrand) andere Fächer wie Informatik dazu für geeigneter. Dem tatsächlichen Wunsch danach, den Computer im Physikunterricht einzusetzen, wird von je 35% sehr bzw. eher zugestimmt (Item 8.7). Verbindet man diesen doch eher vorherrschenden Wunsch mit den vorherigen Angaben, so kann man sagen, dass reine Übungsstunden mit dem Computer, in denen lediglich die Bedienweise oder der grundsätzliche Umgang damit geübt wird, in Physik nicht gewünscht sind. Item 8.2 fragt allgemein ab, inwiefern die Schule in den Augen der Schülerinnen und Schüler der richtige Ort ist, um zu lernen, mit dem Computer umzugehen. 42% halten das für sehr zutreffend und ein weiteres Drittel für eher zutreffend. Damit sind also knapp

drei Viertel aller Befragten der Auffassung, dass die Schule (eher) der richtige Ort für diesen Lernprozess ist. Aus Item 8.3 ergibt sich, dass über die Hälfte der Schülerinnen und Schüler uneingeschränkt der Meinung ist, dass der Computer neue Aspekte in den Physikunterricht einbringe. Ein knappes weiteres Drittel hält das für eher zutreffend. Im Bezug auf die Wirksamkeitserwartung der Jugendlichen lässt sich also festhalten, dass Neuen Medien grundsätzlich ein innovativer Charakter zugeordnet wird. Einen positiven Einfluss auf die Qualität des Physikunterrichts vermuten fast drei Viertel aller Schülerinnen und Schüler (Item 8.5). Sie meinen, dass ihr Interesse am Unterricht durch die Verwendung des Computers als Medium erhöht werde. Ein sehr ähnliches Bild ergibt sich auch bei Item 8.8, bei dem es um das eigenständige Arbeiten von Schülerinnen und Schülern geht. Sie meinen mehrheitlich, dass eine höhere Individualität des Lernprozesses mit dem Arbeiten am Computer einher geht.

Grundsätzlich sind die befragten Schülerinnen und Schüler dem Computer als Unterrichtsmedium gegenüber sehr positiv eingestellt. Die große Mehrheit erwartet durch dessen Einsatz im Physikunterricht eine förderliche Auswirkung auf die Qualität des und damit das Lernen im Physikunterricht. Der Wunsch nach häufigerer Nutzung und das Urteil, dass der Computereinsatz nicht überflüssig sei, legt nahe, dass die Jugendlichen die Computernutzung als eine wertvolle Ergänzung für den Physikunterricht sehen.

### 5.2.6. Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler

Die neun Items, mit denen die allgemeinen Aussagen zum Computer abgefragt wurden, sind in Tabelle 5.24 zu finden. Die Angaben der 974 Schülerinnen und Schüler, die den Fragebogen bearbeitet haben, finden sich zusammengefasst in Abbildung 5.11 wieder.

Beim ersten Betrachten von Abbildung 5.11 erkennt man, dass auf Aussagen in drei verschiedenen Arten reagiert wurde: Den Items 9.1, 9.3, 9.5 und 9.7 wird in großen Maße zugestimmt. Items 9.2, 9.4 und 9.6 wird deutlich widersprochen und die Antworten zu Items 9.8 und 9.9 fallen differenzierter aus.

Die Aussagen der ersten Gruppe von Items beziehen sich auf positive Einschätzungen des eigenen Könnens im Umgang mit dem Computer. Die Schülerinnen und Schüler, die an der Umfrage teilgenommen haben, geben an, sich mit dem Computer gut auszukennen (Item 9.1). Lediglich 17% meinen, sich (eher) nicht gut damit auszukennen. Über die Hälfte aller Befragten gibt an, Spaß daran zu haben, Neues am Computer auszuprobieren (Item 9.3). Annähernd ein weiteres Drittel meint, dass dies eher der Fall sei. Dass es sich in neuen Programmen schnell zurechtfindet, schätzt ein Drittel der Befragten so ein (Item 9.5). Weitere 40% sagen, dass es eher so sei. Die Aussage von Item 9.7 weicht etwas von den anderen drei, mit großer Zustimmung versehenen, ab. Dabei geht es nicht direkt um die eigenen Fähigkeiten, sondern um die Quelle derselben. Ein großer Teil der Schülerinnen und Schüler sieht sich, bezogen auf ihr Computerwissen und -können, als Autodidakten.

Eine der Aussagen, denen mehrheitlich widersprochen wird, ist die Einschätzung, Angst zu haben, etwas falsch zu machen (Item 9.2). Etwa drei Viertel der Jugendlichen meinen, dass sie (eher) keine derartige Angst hätten. Ein noch größerer Anteil widerspricht der Aussage, sich beim Arbeiten am Computer unsicher zu fühlen (Item 9.4). Fast die Hälfte



Item	Aussage
9.1	Ich kenne mich mit dem Computer gut aus.
9.2	Ich habe Angst, dass ich im Unterricht beim Computereinsatz etwas falsch mache.
9.3	Mir macht es Spaß, Neues am Computer auszuprobieren.
9.4	Wenn ich am Computer arbeite, fühle ich mich unsicher.
9.5	Ich finde mich in neuen Programmen schnell zurecht.
9.6	Der Computer schreckt mich ab.
9.7	Was ich mit dem Computer kann, habe ich mir selbst beigebracht.
9.8	Ich habe das Gefühl, in der Schule gut für den Computereinsatz ausgebildet worden zu sein.
9.9	Ich habe in der Schule gelernt, wie ich den Computer richtig zum Arbeiten einsetze.

**Tabelle 5.24.:** Liste der Items, die allgemeine Einschätzungen zum Computer erfragen.

gibt an, dass das gar nicht zutrefte und ein weiteres Drittel, dass es eher nicht zutrefte. Die Schülerinnen und Schüler fühlen sich also dabei (sehr) sicher. Am vehementesten wird die Aussage bestritten, dass der Computer die Jugendlichen abschrecke. 71% von ihnen sagen, dass das gar nicht der Fall sei. Nur ein kleiner Teil der Befragten fühlt sich tatsächlich abgeschreckt.

Die beiden differenzierteren Angaben beschäftigen sich beide mit dem Lernen des Computereinsatzes. Sie sind sich gegenseitig im Antwortverhalten sehr ähnlich, was vermutlich an der gleichartigen Zielrichtung der Items liegt. Die Antworten bedingen sich gegenseitig: Wenn man meint, in der Schule gelernt zu haben, wie man den Computer richtig zum Arbeiten einsetzt (Item 9.9), dann hat man auch das Gefühl, für diesen Einsatz gut ausgebildet worden zu sein (Item 9.8). Jeweils ein Drittel der Befragten lehnt beides strikt ab. Sie meinen, in der Schule nicht gut im Umgang mit dem Computer ausgebildet worden zu sein. Ein weiteres Drittel meint, dass das eher nicht der Fall sei. Nur rund 20% geben an, eher gelernt zu haben, wie man den Computer richtig einsetzt und jeweils 8% sagen, dass das sehr zutrefte. Das Antwortverhalten zu diesen beiden Aussagen bildet den Kontrast zu Item 9.7. Daraus lässt sich schließen, dass ein großer Teil der Schülerinnen und Schüler im außerschulischen Kontext viel über den Einsatz des Computers (auch als Arbeitsmedium) lernt.

Die große Mehrheit der Jugendlichen sieht die eigenen Fähigkeiten im Umgang mit dem Computer sehr positiv. Allerdings gilt es, darauf zu achten, dass auch der kleine Teil unter ihnen, der sich darin unsicher fühlt, angemessen an das Arbeiten mit dem Computer herangeführt werden muss. Er braucht von der Lehrkraft besondere Unterstützung und Betreuung und ggf. spezielle Hilfestellungen in Arbeitsphasen mit Computern. Es bleibt

## 5. Schülerfragebogen

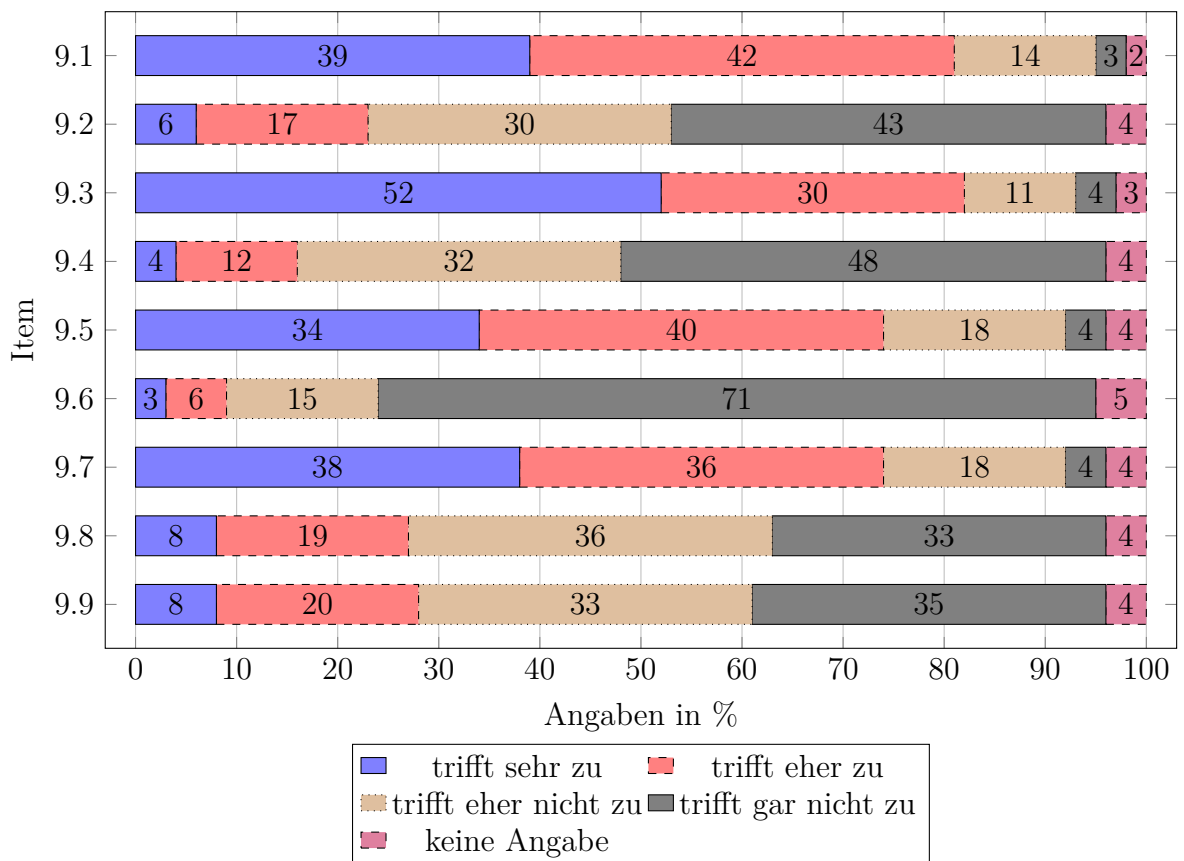


Abbildung 5.11.: Beurteilung der Aussagen zum Computer im Allgemeinen.  $N = 974$

außerdem zu beachten, dass die Schülerinnen und Schüler, nach ihrer Meinung, eher wenig über das Arbeiten und die Verwendung des Computers in der Schule lernen. Es wäre interessant den sozioökonomischen Hintergrund derer zu erfahren, die ihr Wissen privat und derer, die ihr Wissen um den Computereinsatz aus dem schulischen Umfeld erhalten haben.

### 5.3. Schlussfolgerungen

Aus der deskriptiven Analyse dieser Erhebungsdaten lassen sich mehrere Schlüsse ziehen. Die Schülerinnen und Schüler nehmen den Computereinsatz im Schülerlabor gut auf. Durch die unterschiedliche Intensität der Computernutzung in den verschiedenen angebotenen Experimentiertagen, erklären sich die themenspezifischen Unterschiede in der Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler. Generell lässt sich aber sagen, dass ihnen der Computereinsatz gefällt. Speziell an den Labortagen, an denen intensiv mit dem Computer gearbeitet wird (Videoanalyse zweidimensionaler Bewegungen und Biomechanik), sind die Einschätzungen sehr positiv.

Für die Schülerinnen und Schüler sind Computer Alltagsgegenstände. Sie werden aber entgegen der Annahme mancher Lehrkräfte nicht nur zu Freizeitzwecken verwendet,

sondern sind auch Arbeitsgeräte, mit denen etwa Hausaufgaben gelöst oder für Tests gelernt wird. Eine interessante Diskrepanz zwischen dem Physikunterricht und der Lebenswirklichkeit der Schülerinnen und Schüler ist, dass im Unterricht sehr selten Smartphones eingesetzt werden, die Kinder und Jugendlichen diese Geräte aber häufiger nutzen als Computer.

Beim Blick auf die Medien, die im Unterricht eingesetzt werden, kann man den Vergleich zu den Lehrkräften suchen. Es fällt auf, dass die Lehrkräfte nach eigenen Angaben den Computer, global gesehen, relativ häufig einsetzen, während die Schülerinnen und Schüler das anders wahrnehmen. Bei beiden Angaben handelt es sich um subjektive Einschätzungen.

Die Schülerinnen und Schüler sehen den Computer als ein Unterrichtsmedium, das den Physikunterricht verbessern kann. Die Mehrheit wünscht sich häufigeren Computereinsatz und eine positive Auswirkung auf die eigene Arbeitsfähigkeit. Aktuell ist es scheinbar nach wie vor so, dass die Schülerinnen und Schüler eher das Gefühl haben, Autodidakten bzgl. der Computernutzung zu sein. Die Untersuchung ICILS von Bos u. a. (2014) bescheinigt deutschen Schülerinnen und Schülern relativ niedrige computerbezogene Kompetenzen. Die Wahrnehmung, dass die Schülerinnen und Schüler im Wesentlichen außerhalb der Schule ihre Fertigkeiten und Fähigkeiten erworben haben, unterstreicht diese Einschätzung, dass die Schule nicht der Ort ist, an dem entsprechende Kompetenzen vermittelt werden.

Bei all den in diesem Kapitel dargestellten Erkenntnissen ist jedoch auch zu beachten, dass Schülerinnen und Schüler verstärkt sozial erwünscht antworten. Speziell jüngere Kinder neigen dazu, die Antworten zu geben, von denen sie glauben, dass der Fragende sie haben möchte. Bei möglichen Ableitungen von Forderungen aus diesem Datensatz sollte also mit Vorsicht vorgegangen werden. Dennoch sollten die Tendenzen, die sich hier aufzeigen, ernst genommen und für die Zukunft in Betracht gezogen werden.



## 6. Zusammenfassung

Der vorliegenden Untersuchung lagen im Wesentlichen folgende Fragen zugrunde:

- Lehrkräfte benutzen wenig Neue Medien. Stimmt das für Physiklehrkräfte?
- Was muss man tun, um Fortbildung (zu Neuen Medien) adressatengerecht/interessant zu gestalten? Wie sieht die Zielgruppe genau aus?
- Ist es ein vielversprechender Ansatz, Lehrkräfte den Computereinsatz im Schülerlabor beobachten zu lassen, um ihnen Ideen zum CE zu vermitteln?

Aus den Ergebnissen von Kapitel 3.2.1 ist ersichtlich, dass Physiklehrkräfte an Gymnasien Computer häufiger im Unterricht einsetzen als der Durchschnitt, der in anderen Studien gefunden wurde. Bei genauerem Hinsehen stellt man fest, dass PC bzw. Laptop von über der Hälfte der Physiklehrkräfte mindestens einmal pro Woche in ihrem Unterricht eingesetzt werden. Im Fokus steht dabei die Arbeit mit Simulationen oder Animationen und meistens wird das Ziel verfolgt, Sachverhalte zu veranschaulichen. Das lässt den Schluss zu, dass Neue Medien im Physikunterricht mittlerweile ein weitgehend fester Bestandteil sind. Wie aber bereits in der Einleitung dieser Arbeit vermutet, ist die Vielfalt der Mediennutzung nicht besonders ausgeprägt. Viele Möglichkeiten werden immer noch nicht ausgeschöpft, sodass die Notwendigkeit zu Fortbildungen weiter besteht.

Die Einstellung zum Computereinsatz hat sich in dieser Studie als sechsdimensionale Größe ergeben (vgl. Kap. 3.2.2). Diese sechs Faktoren konnten durch die Analyse der Interviews untermauert werden (vgl. Kap. 4.2). Das *computerbezogene Selbstbewusstsein* beschreibt die Zu- oder Abneigung dem Computer gegenüber und liefert eine Fähigkeitseinschätzung. Diese wird durch die Chancen und Probleme des Computereinsatzes begründet, die die Lehrkraft sieht. Dieser Teil der Einstellung wird nicht unbedingt rational begründet. Der Faktor *Computer im aktuellen Physikunterricht* umfasst, ob die Lehrkraft didaktische Einschätzungen vertritt, die für den Computereinsatz sprechen oder ob sie sachliche Gründe gegen den Einsatz unterstützt. Bei der Begründung für den Computereinsatz spielen auch die damit verfolgten Ziele eine wichtige Rolle. Der *zukünftige Nutzungswunsch* setzt sich aus dem Wunsch nach Fortbildungen und einer Veränderung der Quantität des Computereinsatzes zusammen. Ein wichtiger Aspekt im Hintergrund ist dabei die Einschätzung, ob Schülerinnen und Schüler computerbezogene Kompetenzen im Unterricht generell erwerben sollten. Die *praktischen Umsetzungskennnisse* zeigen an, ob die Lehrkraft weiß, was sie mit Neuen Medien anfangen soll. Dieser Faktor gibt damit an, wie sehr sich die Lehrkraft ihrer eigenen Ideen bewusst ist. Die Einstellungsdimension *Wirksamkeitserwartung* offenbart, ob die Lehrkraft sich eine Auswirkung des Computereinsatzes auf die Unterrichtsqualität erhofft. Als letzter Faktor der

Einstellung zum Computer ergab sich die *Ausstattung*. Damit ist die Wahrnehmung und Zufriedenheit mit Soft- und Hardware gemeint.

Bei der Betrachtung der Einstellung fällt auf, dass neben rein affektiven Aspekten auch fachdidaktische Überlegungen wichtig sind. Die Einschätzung, dass pädagogische Überzeugungen mit der Offenheit, den Computer einzusetzen, in Zusammenhang stehen (Ertmer, 2005), kann an dieser Stelle also nachvollzogen werden. Allerdings wurden in der vorliegenden Untersuchung die pädagogischen Überzeugungen nicht erhoben, sodass diesbezüglich hier nur eine Vermutung angestellt werden kann.

Die Faktoren der Einstellung konnten weiter genutzt werden, um die Lehrkräfte, basierend darauf, in fünf Gruppen einzuteilen, die unterschiedliche Ansichten und Haltungen zum Computereinsatz aufweisen (vgl. Kap. 3.2.3). Für jede der Gruppen konnte anhand der Ausprägung ihrer Einstellungen eine Handlungsempfehlung für Förderungen und Fortbildungen entwickelt werden.

**1. Verhinderte Nutzer** sind Personen, die ein hohes computerbezogenes Selbstbewusstsein haben. Sie arbeiten gerne mit dem Computer und haben Ideen, wie sie ihn gewinnbringend einsetzen können. Sie haben einen überdurchschnittlichen zukünftigen Nutzungswunsch und sind von der Wirksamkeit Neuer Medien zur Verbesserung der Unterrichtsqualität überzeugt. Allerdings sind die Lehrkräfte dieser Gruppe unzufrieden mit der Ausstattung an ihrer Schule.

*Handlungsempfehlung:* Es gilt für diese Gruppe, die Ausstattung zu verbessern, um ihre Nutzungswünsche weiter umsetzen zu können. Außerdem kann man ihrer Einstellung entnehmen, dass Fortbildungen zur Verwendung des Computers im Physikunterricht auf fruchtbaren Boden fallen. Da sie grundsätzlich Neuen Medien offen gegenüberstehen und selbst nach Möglichkeiten der Fortbildung suchen, muss man diesen Lehrkräften möglichst verschiedene Angebote aufzeigen.

**2. Neugierige** zeichnen sich dadurch aus, dass sie einerseits den höchsten zukünftigen Nutzungswunsch haben, andererseits aber unterdurchschnittlich geringe praktische Umsetzungskenntnisse. Sie erkennen bei sich ein Defizit an Fähigkeiten und Fertigkeiten, das sie gerne beheben möchten. Die Wichtigkeit, die Neugierige dem Computer zumessen, spiegelt sich auch in der überdurchschnittlichen Wirksamkeitserwartung wieder.

*Handlungsempfehlung:* Für die Neugierigen ist es interessant, Fortbildungen zum Computereinsatz im Physikunterricht anzubieten, um ihnen neue Möglichkeiten und Ideen an die Hand zu geben, wie sie im Unterricht den Computer einsetzen können. Dabei geht es weniger um allgemeine Anweisungen, wie man einen PC oder Laptop bedient, sondern vielmehr um fachspezifische Anwendungsmöglichkeiten und deren Einsatz im Physikunterricht. Beim Einsatz von Smartphones oder Tablets sollten jedoch auch noch grundlegendere Schulungen mit angeboten werden. Es empfiehlt sich außerdem, die Ausstattung in den Schulen zu verbessern, um diese als Hemmschwelle für den Computereinsatz zu verringern.

**3. Computerenthusiasten** weisen in allen Einstellungsdimensionen die höchsten Werte auf. Sie sind grundsätzlich von Neuen Medien begeistert und wollen diese auch

gerne einsetzen. Am liebsten noch häufiger als sie es sowieso schon tun.

*Handlungsempfehlung:* Für diese Gruppe gibt es keine Handlungsempfehlung, da sie (zumindest nach eigener Wahrnehmung) aus eigenem Interesse nach neuen, innovativen Möglichkeiten suchen werden, den Physikunterricht durch den Einsatz moderner Technik zu verbessern. Es ist zu erwarten, dass die Computerenthusiasten in diesem Rahmen auch Fortbildungen positiv gegenüberstehen (hoher zukünftiger Nutzungswunsch) und sie mit in Anspruch nehmen.

**4. Realisten** stellen die größte Gruppe in der vorliegenden Untersuchung dar. Sie sind dem Computereinsatz eher zugeneigt und unterstützen auch didaktische und methodische Gründe für den Einsatz. Allerdings ist die Überzeugung und Begeisterung nicht so groß, wie bei den Enthusiasten. Lehrkräfte, die den Realisten angehören, haben zwar Umsetzungsideen, aber den niedrigsten zukünftigen Nutzungswunsch. Sie nutzen den Computer im Unterricht so oft, wie sie es für sinnvoll halten und suchen daher auch nicht nach Fortbildungen. Realisten geben sich mit dem Status quo zufrieden.

*Handlungsempfehlung:* Auf Grundlage der Beschreibung lässt sich sagen, dass die Realisten nicht besonders gefördert werden möchten. Sie passen sich an die Möglichkeiten an und stehen Innovationen oder Ergänzungen ihres Unterrichts nicht ablehnend entgegen. Stattdessen begnügen sie sich mit dem aktuellen (durchaus relativ hohen) Maße des Computereinsatzes. Es ist jedoch auch anzumerken, dass diese Gruppe nur in sehr geringem Umfang Tablets und Smartphones in ihrem Unterricht einsetzt. Es besteht also durchaus Fortbildungsbedarf. Da die Lehrkräfte dieser Gruppe diesen jedoch nicht sehen, erscheint es sinnvoll, Kooperationen vor Ort anzustoßen, um den Austausch und vor allem die Weiterentwicklung der vorhandenen Ideen und Konzepte zu unterstützen.

**5. Meider** sind die Gruppe, die dem Computereinsatz am kritischsten gegenübersteht. Sie haben ein niedriges computerbezogenes Selbstbewusstsein und auch deutlich unterdurchschnittliche Umsetzungskenntnisse. Sie sehen beim Einsatz des Computers im Unterricht hauptsächlich Probleme und halten ihn daher didaktisch und methodisch nicht für sinnvoll. Sie erkennen zwar die gesellschaftliche Relevanz Neuer Medien an und dass es für Schülerinnen und Schüler wichtig ist, sich damit auszukennen, aber das sorgt nicht dafür, dass sie etwas an ihrem Unterricht ändern wollen.

*Handlungsempfehlung:* Es ist nicht damit zu rechnen, dass man den Meidern einfach den Nutzen des Computereinsatzes zeigen kann. Ihrer Einstellung nach, sind sie dem Computer grundsätzlich eher abgeneigt. Es ist bekannt, dass sich die Einstellung einer Person nicht schnell ändern lässt. Sie muss nach und nach gewandelt werden. Nichtsdestotrotz erkennen die Meider, dass der Computer für die Schülerinnen und Schüler sowie zukünftige Lehrkräfte wichtig ist. Fortbildungen für diese Gruppe anzubieten, ist daher nicht aussichtslos. Im Gegensatz etwa zu Fortbildungen für die Neugierigen, müsste man in diesem Fall die Nützlichkeit und Ergänzungsmöglichkeiten für den Physikunterricht einerseits und grundsätzliche Arbeitsweisen

## 6. Zusammenfassung

mit PC/Laptop und Smartphone/Tablet andererseits, in den Vordergrund stellen. Hemmungen, etwa durch vergangene negative Erfahrungen, müssen beachtet und abgebaut werden.

Die Schülerinnen und Schüler auf der anderen Seite scheinen insgesamt Neuen Medien durchaus zugeneigt zu sein. Sie gehören in ihre Alltagswelt und daher ist es für sie auch selbstverständlich, dass erwachsene Personen mindestens genauso gut mit den Geräten umgehen können, wie sie. Sie wünschen sich einen häufigeren und vielfältigeren Einsatz von Computern im Physikunterricht. Auch das kann als Anlass gesehen werden, die Lehrkräfte so fortzubilden, dass sie dem Anspruch der Schülerinnen und Schüler gerecht werden können. In welchen Situationen die Lehrkräfte das dann aus methodischen oder didaktischen Gründen tun oder nicht, ist ihnen überlassen. Es unterstreicht aber die Forderung, dass Lehrkräfte befähigt werden sollten, einen modernen Unterricht, unter Einbeziehung aller Möglichkeiten, anzubieten. Dazu ist neben der technischen Ausstattung von Schulen, die auch in politischen und gesellschaftlichen Diskussionen immer wieder gefordert wird, auch die Fortbildung der Lehrkräfte, unter Berücksichtigung der oben dargestellten Erkenntnisse, nötig.

Fortbildungen für Neugierige und Computerenthusiasten anzubieten scheint vielversprechend zu sein. Im Rahmen der bisherigen Erkenntnisse (vgl. Kap. 2.3) sollten praxisnahe, konkrete Beispiele zum Einsatz von PC/Laptop gezeigt und selbst erprobt werden. Für alle Gruppen ist eine Förderung bezüglich Smartphones und Tablets zweckmäßig, um deren Einsatzmöglichkeiten aufzuzeigen.

Wie steht es nun um Lehrerfortbildungen im Schülerlabor? Die Auswertung der geführten Interviews gibt ein etwas ernüchterndes Bild ab (vgl. Kap. 4.2.2.7). Ein einmaliger Laborbesuch, ohne zusätzliches Einwirken in Form von Beobachtungsaufträgen oder Materialien zum Mitnehmen (verwendete Software plus Arbeitsmaterial oder Ähnliches), bringt offensichtlich nur wenig. Jedoch bot der Rahmen der Studie auch nicht die Möglichkeit, eine tatsächliche Fortbildungswirkung zu messen, sondern nur den grundsätzlichen Ansatz zu thematisieren und dadurch eine Basis zu schaffen. Die Lehrkräfte, die das Schülerlabor besuchen, erkennen die neuen Möglichkeiten und sehen, dass die Schülerinnen und Schüler gut damit zurecht kommen und auch konzentriert an Computern arbeiten, ohne sich zu sehr abzulenken. Der Transfer auf den eigenen Unterricht, der nötig wäre, muss durch eine geeignete Fortbildungsmaßnahme unterstützt werden. Es erscheint sinnvoll, ein strukturiertes Vorgehen, mit Material oder Instruktionen für die Lehrkraft während ihres Besuchs, zu entwickeln. Die aus den theoretischen Überlegungen aus Kapitel 2.3.3 erwartete Nutzung der Praxis-Domäne durch stellvertretende Erfahrungen wird durch reines Zusehen nicht ausreichend angesprochen. Es erscheint daher notwendig, den Lehrkräften Übungsphasen zu ermöglichen. Vielleicht müsste man die Fortbildung durch Coaching im eigenen Unterricht ergänzen, um die zur Implementation notwendige Unterstützung der Lehrkräfte zu bieten. Das würde gleichzeitig auch die Realisten besser erreichen. Der praxisnahe und informelle Rahmen, den das Lernen im Rahmen des Schülerlaborbesuchs bietet, kann dieser Gruppe sowieso zu gute kommen. Auch Meider können dadurch am ehesten angesprochen werden, weil sie nicht in erster



Linie zu einer Fortbildung kommen, sondern einen Ausflug mit ihrer Klasse machen und sich selbst damit in eine lernförderliche Situation bringen.

Die Fortbildungswirkung des Schülerlaborbesuchs ist also nicht generell als nicht vorhanden abzutun. Der Besuch muss durch flankierende Maßnahmen ergänzt werden, der die Lehrkraft stärker zum Reflektieren und Erproben der neuen Erfahrungen anregt.





# A. Anhang

Hier kommt ein kurzer Text hin, der ganz grob beschreibt, was im Anhang so steht.

## A.1. Lehrerfragebogen

Auf den nächsten Seiten ist der Fragebogen eingefügt, den die Lehrkräfte im Schülerlabor erhalten haben. Dabei handelt es sich um eine erweiterte Form des Online-Fragebogens, der nur aus den Frageblöcken 1 bis 12 besteht, aber ansonsten identisch ist. Lediglich die Blöcke 13 bis 15 wurden nur von den Lehrkräften im Schülerlabor beantwortet.

# MUSTER

EvaSys	Fragebogen für Lehrkräfte zum Computereinsatz im Physikunterricht und im Schülerlabor	
		

Markieren Sie so:     Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.  
 Korrektur:     Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.

## 1. Angaben zur Person

Die Angaben zur Person sowie alle weiteren Angaben in diesem Fragebogen werden anonym und vertraulich behandelt.

- 1.1 Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an:  weiblich  männlich
- 1.2 Bitte geben Sie Ihr Alter an:  20-29  30-39  40-49  
 50-59  ≥ 60
- 1.3 Wie lange sind Sie schon im Schuldienst?

Jahre

- 1.4 Bringen Sie Ihre Fächer, die Sie studiert oder nachqualifiziert haben, in eine Reihenfolge, wobei Sie das oberste Fach am liebsten und das unterste Fach weniger gern unterrichten:

- 1.5 Welchen Hochschulabschluss haben Sie im Fach Physik?
- |   |  |  |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> 1. Staatsexamen für Haupt-/ Realschule | <input type="checkbox"/> 1. Staatsexamen für Gymnasium     | <input type="checkbox"/> Diplom/Master |
| <input type="checkbox"/> Promotion                              | <input type="checkbox"/> Kein Hochschulabschluss in Physik | <input type="checkbox"/> Sonstiges     |

- 1.6 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Sonstiges" gewählt haben, geben Sie es hier bitte an:

- 1.7 An welcher Schulart unterrichten Sie?

- |                                      |                                     |                                       |
|--------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Hauptschule | <input type="checkbox"/> Realschule | <input type="checkbox"/> Gesamtschule |
| <input type="checkbox"/> Gymnasium   |                                     |                                       |

- 1.8 Welchen Amtstitel haben Sie?

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Referendar/in      | <input type="checkbox"/> Studienrat/rätin | <input type="checkbox"/> Oberstudienrat/rätin |
| <input type="checkbox"/> Studiendirektor/in | <input type="checkbox"/> Lehrer/in        | <input type="checkbox"/> Sonstiges            |

- 1.9 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Sonstiges" gewählt haben, geben Sie es hier bitte an:

- 1.10 Falls Sie eine sonstige Position (Sammlungsleiter/in, Leiter/in der Fachgruppe, etc.) innehaben, geben Sie diese bitte an:

# MUSTER

EvaSys

Fragebogen für Lehrkräfte zum Computereinsatz im Physikunterricht und im Schülerlabor


 Electric Paper  
EVALUATIONSPAPIER

## 2. Bisherige Berührungen mit Computern im schulischen Kontext

Im Folgenden soll "Computer" immer als Oberbegriff für PCs und Tablets stehen.

2.1 Haben Sie im Verlauf Ihrer Ausbildung an Lehrveranstaltungen zu Neuen Medien im Unterricht teilgenommen? (Mehrfachnennungen möglich)

- nein
                         
  ja, im Studium
                         
  ja, im Referendariat

2.2 Falls ja, was waren die Inhalte der von Ihnen besuchten Lehrveranstaltungen? (Mehrfachnennungen möglich)

- Medienpädagogik
                         
  Mediendidaktik
                         
  Nutzung des Internets im Unterricht  
 Medienkompetenz
                         
  Medienerziehung
                         
  Netzwerk/Administration  
 Computerkurse für bestimmte Software
                         
  Spezielle Veranstaltungen für den Physikunterricht
                         
  Entwicklung von Unterrichtsphasen mit Computereinsatz  
 Sonstiges

2.3 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Computerkurs für eine bestimmte Software" ausgewählt haben, geben Sie die Software hier bitte an:

2.4 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Sonstiges" gewählt haben, geben Sie es hier bitte an:

# MUSTER

3. Wie häufig setzen Sie die folgenden Medien und Experimente durchschnittlich in Ihrem Physikunterricht ein?

	mehrmals pro Woche	einmal pro Woche	2-3 mal pro Woche	< einmal pro Monat	einmal pro Monat
	mehrmals pro Woche	einmal pro Woche	2-3 mal pro Woche	< einmal pro Monat	nie
3.1 Schulbuch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 Arbeitsblatt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3 Tafel/interaktives Whiteboard nur zum Anschreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4 Overhead-Folien/Dokumentenkamera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5 PC/Laptop	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.6 Tablet/Smartphone	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7 Schülerexperimente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.8 Lehrerdemonstrationsexperimente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Wie oft nutzen Sie PC oder Laptop *außerhalb* des Physikunterrichts...

	mehrmals pro Woche (fast) täglich	einmal pro Woche	2-3 mal pro Woche	< einmal pro Monat	einmal pro Monat
	mehrmals pro Woche (fast) täglich	einmal pro Woche	2-3 mal pro Woche	< einmal pro Monat	nie
4.1 ... zur Unterrichtsvorbereitung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 ... zur Unterrichtsnachbereitung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3 ... für Verwaltungsarbeiten?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4 ... zur Informationssuche im Internet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5 ... für E-Mails im schulischen Kontext?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.6 Wie kommunizieren Sie anlässlich des Physikunterrichts mit Ihren Schülern außerhalb des Unterrichts? (Mehrfachnennungen möglich)

<input type="checkbox"/> per E-Mail	<input type="checkbox"/> per Facebook	<input type="checkbox"/> über WhatsApp
<input type="checkbox"/> über ein Forum	<input type="checkbox"/> per Chat	<input type="checkbox"/> nicht

4.7 Wie häufig setzen Sie den PC oder Laptop *im Physikunterricht* ein?

<input type="checkbox"/> tägl./mehrmals pro Woche	<input type="checkbox"/> einmal pro Woche	<input type="checkbox"/> 2-3 mal pro Monat
<input type="checkbox"/> einmal pro Monat	<input type="checkbox"/> weniger als einmal pro Monat	<input type="checkbox"/> nie

4.8 Wie häufig setzen Sie ein Tablet *im Physikunterricht* ein?

<input type="checkbox"/> tägl./mehrmals pro Woche	<input type="checkbox"/> einmal pro Woche	<input type="checkbox"/> 2-3 mal pro Monat
<input type="checkbox"/> einmal pro Monat	<input type="checkbox"/> weniger als einmal pro Monat	<input type="checkbox"/> nie

# MUSTER

EvaSys

Fragebogen für Lehrkräfte zum Computereinsatz im Physikunterricht und im Schülerlabor



5. Was hindert Sie daran, PC oder Tablet häufiger im Unterricht einzusetzen?

- |   | <i>trifft sehr zu</i>   | <i>trifft gar nicht zu</i> | <i>k. A.</i>             |
|---|---|----------------------------|--------------------------|
| 5.1 Ich weiß nicht, wofür ich ihn einsetzen könnte.                                 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> |
| 5.2 Die Themen, die ich zurzeit unterrichte, bieten einen Computereinsatz nicht an. | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> |
| 5.3 Meine Schule ist nicht gut mit Computern ausgestattet.                          | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> |
| 5.4 Meine Schule ist nicht gut mit Software ausgestattet.                           | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> |
| 5.5 Ich weiß nicht, wie ich die vorhandene Software benutzen soll.                  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> |
| 5.6 Ich habe kein Interesse am Computereinsatz.                                     | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> |
| 5.7 Ich weiß nicht, wie ich den Computer sinnvoll bedienen kann.                    | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> |
| 5.8 Ich fühle mich nicht kompetent genug.   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> |
| 5.9 Ich halte den Computereinsatz didaktisch nicht für sinnvoll.                    | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> |
| 5.10 Der Aufwand, die Schüler in neue Software einzuführen, ist zu groß.            | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |                            | <input type="checkbox"/> |
| 5.11 Sonstiges:   |   |                            |                          |

# MUSTER

6. In welchem Rahmen fand der Computereinsatz im Unterricht statt?

Bitte berücksichtigen Sie bei der Angabe nur die Zeiten des Computereinsatzes.

	<i>sehr oft</i>	<i>nie</i>
6.1 Während Einzelarbeit durch Schüler	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.2 Während Partnerarbeit durch Schüler	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.3 Während Gruppenarbeit durch Schüler	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.4 Während Frontalunterricht (Demonstration)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

7. Wofür haben Sie den Computer (PC oder Tablet) im Physikunterricht bereits eingesetzt?

	<i>einmal pro Woche / öfter</i>	<i>schon mehrmals pro Monat</i>	<i>schon einmal genutzt</i>	<i>nie</i>	<i>Ist mir nicht bekannt</i>
7.1 Messwertaufzeichnung mit externen Sensoren	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2 Messwertaufzeichnung mit internen Sensoren von Tablets/Smartphones	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3 Videoanalyse von Bewegungen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.4 Interaktive Bildschirmexperimente (IBEs)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.5 Arbeiten mit Simulationen oder Animationen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.6 Mathematische Modellbildung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.7 Internet als Informationsmedium	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.8 Internet als Kommunikationsmedium	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.9 Arbeiten mit kompletten Lerneinheiten	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.10 Mind Maps/Concept Maps	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.11 Wie Stellen Sie Ihren Schülern im und außerhalb des Physikunterrichts Dateien zur Verfügung? (Mehrfachnennungen möglich)

<input type="checkbox"/> per E-Mail	<input type="checkbox"/> über eine Website	<input type="checkbox"/> per Facebook
<input type="checkbox"/> über Clouddienste (Dropbox, Google Drive, etc.)	<input type="checkbox"/> über moodle	<input type="checkbox"/> über eine andere E-Learning-Plattform
<input type="checkbox"/> gar nicht		

# MUSTER



# MUSTER

EvaSys

Fragebogen für Lehrkräfte zum Computereinsatz im Physikunterricht und im Schülerlabor



## 8. Welche Physiksoftware bzw. -hardware haben Sie im Unterricht schon eingesetzt?

In den folgenden drei Kategorien finden Sie eine Reihe möglicher Soft- und Hardware.  
Mehrfachnennungen sind möglich.

### 8.1 Messwertaufzeichnung mit externen Sensoren:

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> CASSYLab zu CASSY (LD-Didactic) | <input type="checkbox"/> measure zu Cobra 3 (Phywe)   | <input type="checkbox"/> measure zu Cobra4 (Phywe)   |
| <input type="checkbox"/> DataStudio zu Pasport (Pasco)   | <input type="checkbox"/> Capstone zu Pasport (Pasco)  | <input type="checkbox"/> SPARKvue zu Pasport (Pasco) |
| <input type="checkbox"/> Coach 5 (CMA/NTL)               | <input type="checkbox"/> Coach 6 (CMA/NTL)            | <input type="checkbox"/> Logger Pro (Vernier)        |
| <input type="checkbox"/> Logger Lite (Vernier)           | <input type="checkbox"/> Graphical Analysis (Vernier) | <input type="checkbox"/> CorEx (Cornelsen)           |
| <input type="checkbox"/> NeuLog                          | <input type="checkbox"/> Sonstige                     |  |

### 8.2 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Sonstige" ausgewählt haben, geben Sie sie hier bitte an:

### 8.3 Messwertaufzeichnung mit internen Sensoren von Tablets oder Smartphones:

Geben Sie bitte an, welche Sensoren und nach Möglichkeit auch welche App Sie nutzen.

### 8.4 Videoanalyse von Bewegungen:

- |  |   |                                  |
|--|---|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Viana / Viana.net | <input type="checkbox"/> measure dynamics | <input type="checkbox"/> Tracker |
| <input type="checkbox"/> ViMPS             | <input type="checkbox"/> Coach 5          | <input type="checkbox"/> Coach 6 |
| <input type="checkbox"/> Galileo           | <input type="checkbox"/> Video Analyzer   | <input type="checkbox"/> EVA     |
| <input type="checkbox"/> Sonstige          |   |                                  |

### 8.5 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Sonstige" ausgewählt haben, geben Sie sie hier bitte an:

### 8.6 Simulationen und Simulationsumgebungen:

- |                                       |   |  |
|---------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> Applets      | <input type="checkbox"/> Crocodile Physics          | <input type="checkbox"/> Yenka Physics       |
| <input type="checkbox"/> Phun         | <input type="checkbox"/> Algodoo                    | <input type="checkbox"/> Interactive Physics |
| <input type="checkbox"/> CliXX Physik | <input type="checkbox"/> Albert                     | <input type="checkbox"/> Cinderella          |
| <input type="checkbox"/> PAKMA        | <input type="checkbox"/> Apps für Tablet/Smartphone | <input type="checkbox"/> Sonstige            |

### 8.7 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Sonstige" ausgewählt haben, geben Sie sie hier bitte an:

# MUSTER

EvaSys

Fragebogen für Lehrkräfte zum Computereinsatz im Physikunterricht und im Schülerlabor



## 8. Welche Physiksoftware bzw. -hardware haben Sie im Unterricht schon eingesetzt? [Fortsetzung]

### 8.8 Mathematische Modellbildung:

- |   |                                    |  |
|---|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Dynasys                              | <input type="checkbox"/> Newton-II | <input type="checkbox"/> Coach 5         |
| <input type="checkbox"/> Coach 6                              | <input type="checkbox"/> STELLA    | <input type="checkbox"/> Moebius         |
| <input type="checkbox"/> Powersim                             | <input type="checkbox"/> Modus     | <input type="checkbox"/> VisEdit / PAKMA |
| <input type="checkbox"/> mit Tabellenkalkulation (Excel etc.) | <input type="checkbox"/> Lagrange  | <input type="checkbox"/> Sonstige        |

### 8.9 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Sonstige" ausgewählt haben, geben Sie sie hier bitte an:

### 8.10 Physikalische Apps für Smartphone/Tablet... (Mehrfachnennungen möglich)

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <input type="checkbox"/> kenne ich nicht.                   | <input type="checkbox"/> kenne ich.   | <input type="checkbox"/> habe ich Schülern genannt.                    |
| <input type="checkbox"/> habe ich im Unterricht vorgeführt. | <input type="checkbox"/> kenne ich, habe sie aber noch nicht im Unterricht verwendet. | <input type="checkbox"/> habe ich Schüler im Unterricht nutzen lassen. |

## 9. Fortbildungen

### 9.1 Zu welchem Bereich haben Sie bereits Fortbildungen besucht? Bitte kreuzen Sie an. (Mehrfachnennungen möglich)

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <input type="checkbox"/> Medienpädagogik                            | <input type="checkbox"/> Mediendidaktik  | <input type="checkbox"/> Medienkompetenz                     |
| <input type="checkbox"/> Medienerziehung                            | <input type="checkbox"/> Netzwerk, Administration                              | <input type="checkbox"/> Computereinsatz im Physikunterricht |
| <input type="checkbox"/> Computereinsatz im anderen Unterrichtsfach | <input type="checkbox"/> Entwicklung von Unterrichtsphasen mit Computereinsatz | <input type="checkbox"/> Nutzung des Internets im Unterricht |
| <input type="checkbox"/> Computerkurs für eine bestimmte Software   | <input type="checkbox"/> Office-Programme                                      | <input type="checkbox"/> Programmierung (z.B. C++, Java,...) |
| <input type="checkbox"/> Intel-Fortbildung                          | <input type="checkbox"/> Einsatz von Tablets/ Smartphones                      | <input type="checkbox"/> Sonstige                            |

### 9.2 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Computerkurs für eine bestimmte Software" ausgewählt haben, geben Sie die Software hier bitte an:

### 9.3 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Sonstige" ausgewählt haben, geben Sie sie hier bitte an:

### 9.4 In welchem Bereich würden Sie sich Fortbildungen zum Thema "Computereinsatz im Physikunterricht" wünschen?

# MUSTER

EvaSys

Fragebogen für Lehrkräfte zum Computereinsatz im Physikunterricht und im Schülerlabor



## 10. Meinung zum Computer im Physikunterricht

Beurteilen Sie folgende Aussagen:

*Erinnerung:* "Computer" steht hier als Oberbegriff für PC, Laptop, Tablet und Smartphone

- |   | trifft sehr zu  | trifft gar nicht zu   |
|---|---|---|
| 10.1 Es ist für die Zukunft der Schüler wichtig, sich mit dem Computer auszukennen.                                       | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.2 Die Schüler müssen in der Schule den Umgang mit dem Computer lernen.   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.3 Der Computereinsatz motiviert die Jungen mehr als die Mädchen.   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.4 Mit dem Computer kann man manche Dinge besser verdeutlichen.   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.5 Der Computer ist ein wichtiger Bestandteil der modernen Welt.  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.6 Computer bringen neue Aspekte in den Unterricht ein.   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.7 Ich halte es für überflüssig, den Computer im Physikunterricht einzubinden.  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.8 Der Physikunterricht ist nicht dafür da, die Computernutzung zu üben.  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.9 Der Computereinsatz wirkt auf die Mädchen abschreckend.  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.10 Ich glaube, durch den Computereinsatz wird der Unterricht interessanter.  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.11 Durch die Arbeit am Computer werden die Schüler vom Lernstoff abgelenkt.  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.12 Ich würde den Computer im Physikunterricht gerne häufiger nutzen.   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.13 Durch die Computernutzung leidet die Zusammenarbeit der Schüler.  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.14 Durch den Einsatz des Computers im Physikunterricht kann ich Zeit sparen.   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.15 Mit dem Computer können Schüler individueller arbeiten.   | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.16 Ich würde gerne Fortbildungen besuchen, die speziell auf den Computereinsatz im Physikunterricht ausgerichtet sind. | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 10.17 Der Computereinsatz im Physikunterricht sollte stärker in die Lehrerausbildung einfließen.                          | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

# MUSTER

## 11. Umgang mit dem Computer

Beurteilen Sie folgende Aussagen:

*Erinnerung:* "Computer" steht hier als Oberbegriff für PC, Laptop, Tablet und Smartphone

- |  | <i>trifft sehr zu</i>    | <i>trifft gar nicht zu</i> |
|--|--------------------------|----------------------------|
| 11.1 Ich kenne mich mit dem Computer gut aus.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.2 Wenn ich am Computer arbeite, fühle ich mich unsicher.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.3 Ich habe Angst, dass ich im Unterricht beim Computereinsatz etwas falsch mache.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.4 Ich überlege mir genau, was ich mit dem Computereinsatz erreichen will.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.5 Mir macht es Freude, Neues am Computer auszuprobieren.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.6 Ich finde mich in neuen Programmen schnell zurecht.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.7 Der Computer schreckt mich ab.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.8 Was ich mit dem Computer kann, habe ich mir selbst beigebracht.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.9 Ich nehme mir Zeit, mich in neue Programme einzuarbeiten.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.10 Ich habe das Gefühl, im Studium gut für den Computereinsatz ausgebildet worden zu sein.                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.11 Ich beziehe einen möglichen Computereinsatz stets in meine Unterrichtsplanung mit ein.                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 11.12 Ich fühle mich durch die Erwartung, dass der Computer im Physikunterricht eingesetzt werden sollte, unter Druck gesetzt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |

# MUSTER

EvaSys

Fragebogen für Lehrkräfte zum Computereinsatz im Physikunterricht und im Schülerlabor



## 12. Zusammenarbeit im Fachkollegium und technische Aspekte

Bitte beurteilen Sie folgende Aussagen:

- |  | trifft sehr zu  | trifft gar nicht zu                               | k. A.                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|---|---|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12.1 Die Schulleitung unterstützt die Einbindung des Computers in den Unterricht.                    | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |   | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12.2 Die Fachkollegen stehen dem Computer aufgeschlossen gegenüber.                                  | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |   | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12.3 Im Fachkollegium helfen wir uns gegenseitig beim Computereinsatz.                               | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |   | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12.4 Wir tauschen uns im Fachkollegium über Erfahrungen mit dem Computereinsatz aus.                 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |   | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12.5 Im Fachkollegium haben wir überlegt, wie man den Computer für den Physikunterricht nutzen kann. | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |   | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12.6 Elektronische Materialien für den Computereinsatz werden untereinander ausgetauscht.            | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |   | <input type="checkbox"/> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12.7 Wie viele PCs/Laptops stehen alleine für den Physikunterricht zur Verfügung (ohne PC-Raum)?     | <table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">┌</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">└</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">└</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">┌</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">┌</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">└</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">└</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">┌</td> </tr> </table> |   |                          | ┌ | ├ | └ | └ | ├ | ┌ | ┌ | ├ | └ | └ | ├ | ┌ |
| ┌  | ├   | └   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| └  | ├   | ┌   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ┌  | ├   | └   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| └  | ├   | ┌   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12.8 Wie viele Tablets stehen alleine für den Physikunterricht zur Verfügung (ohne PC-Raum)?         | <table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">┌</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">└</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">└</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">┌</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">┌</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">└</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">└</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">┌</td> </tr> </table> |   |                          | ┌ | ├ | └ | └ | ├ | ┌ | ┌ | ├ | └ | └ | ├ | ┌ |
| ┌  | ├   | └   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| └  | ├   | ┌   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ┌  | ├   | └   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| └  | ├   | ┌   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12.9 Wie viele Smartphones stehen alleine für den Physikunterricht zur Verfügung (ohne PC-Raum)?     | <table border="0"> <tr> <td style="text-align: center;">┌</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">└</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">└</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">┌</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">┌</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">└</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">└</td> <td style="text-align: center;">├</td> <td style="text-align: center;">┌</td> </tr> </table> |   |                          | ┌ | ├ | └ | └ | ├ | ┌ | ┌ | ├ | └ | └ | ├ | ┌ |
| ┌  | ├   | └   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| └  | ├   | ┌   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| ┌  | ├   | └   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| └  | ├   | ┌   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12.10 Wer darf auf diesen Geräten Software installieren? (Mehrfachnennungen möglich)                 |   |   |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <input type="checkbox"/> jeder Physiklehrer  | <input type="checkbox"/> ein/e bestimmte/r Fachkollege/-kollegin  | <input type="checkbox"/> Administrator der Schule |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| <input type="checkbox"/> Schulleitung  | <input type="checkbox"/> übergeordnete Behörde  | <input type="checkbox"/> externe Firma            |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

# MUSTER

EvaSys

Fragebogen für Lehrkräfte zum Computereinsatz im Physikunterricht und im Schülerlabor



## 12. Zusammenarbeit im Fachkollegium und technische Aspekte [Fortsetzung]

12.11 Wurden schon einmal externe Drittmittel eingeworben, um Computer oder Software für den Physikunterricht anschaffen zu können?

nein

ja

weiß ich nicht

12.12 Falls Sie bei der vorherigen Frage "ja" angegeben haben, in wie groß war der Betrag in etwa?

..... €

12.13 Hat der Förderverein der Schule schon einmal Mittel für die Computerausstattung (Software, Beamer, etc.) der Physik zur Verfügung gestellt?

nein

ja

weiß ich nicht

12.14 Falls Sie bei der vorherigen Frage "ja" angegeben haben, in wie groß war der Betrag in etwa?

..... €

12.15 Können Sie einen Internetanschluss direkt in den Physikräumen nutzen? (Mehrfachnennungen möglich)

Physik-Sammlung

Physik-Unterrichtsraum

nein

Sonstiges

12.16 Falls Sie bei der vorherigen Frage "Sonstiges" ausgewählt haben, geben Sie sie hier bitte an:

## 13. Fragen zum Schülerlabor

13.1 Zu welchem Thema besuchen Sie mit Ihrer Klasse heute das Schülerlabor?

13.2 Waren Sie schon öfter im Goethe-Schülerlabor Physik?

ja

nein

13.3 Falls Sie schon einmal hier im Goethe-Schülerlabor Physik waren, zu welchem Thema / zu welchen Themen?

# MUSTER

EvaSys

Fragebogen für Lehrkräfte zum Computereinsatz im Physikunterricht und im Schülerlabor



**14. Die folgenden Aussagen beziehen sich auf die Arbeit der Schülerinnen und Schüler im Schülerlabor. Bitte beurteilen Sie sie:**

- |  | <i>trifft sehr zu</i>    | <i>trifft gar nicht zu</i> |
|--|--------------------------|----------------------------|
| 14.1 Die Schüler benutzen im Schülerlabor häufig den Computer.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.2 Die Möglichkeiten den Computer zum vorliegenden Thema einzusetzen werden ausgeschöpft.                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.3 Der Computer wird im Zusammenhang des Themas oft künstlich genutzt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.4 Der Computereinsatz scheint mir im vorliegenden Zusammenhang unauthentisch.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.5 Der Einsatz des Computers hat meinen Schülern zusätzliche Motivation gegeben, sich mit dem Thema auseinanderzusetzen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.6 Die Schüler lernen durch den Einsatz des Computers mehr über den thematischen Inhalt des Schülerlabor.                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.7 Der Computer lenkt den Fokus vom eigentlichen Experiment ab.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.8 Das Experiment wird durch den Computereinsatz überflüssig.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.9 Ich halte den Computereinsatz für eine sinnvolle Ergänzung der Experimente.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.10 Der Computereinsatz dient im Schülerlabor zur Förderung des Verständnisses des gesehenen Experiments.                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.11 Mit dem Computer konnten manche Dinge besser verdeutlicht werden, als es ohne möglich gewesen wäre.                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.12 Der Einsatz des Computers war überflüssig.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.13 Ich glaube, durch den Computereinsatz wird das Schülerlabor interessanter.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.14 Durch die Computernutzung leidet die Zusammenarbeit der Schüler.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.15 Mit dem Computer können die Schüler individueller arbeiten.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.16 Durch die Arbeit am Computer wurden die Schüler vom Lernstoff abgelenkt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.17 Der Computereinsatz spart Zeit, die ich anderweitig nutzen konnte.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.18 Die Art, den Computer so einzusetzen wie im Schülerlabor, war mir neu.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.19 Ich habe nun die Absicht, den Computer ähnlich wie im Schülerlabor im eigenen Unterricht einzusetzen.                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |

# MUSTER

**14. Die folgenden Aussagen beziehen sich auf die Arbeit der Schülerinnen und Schüler *im Schülerlabor*. Bitte beurteilen Sie sie:** [Fortsetzung]

- |  |                          |                          |                            |
|--|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
|  | <i>trifft sehr zu</i>    |                          | <i>trifft gar nicht zu</i> |
| 14.20 So wie der Computer im Schülerlabor eingesetzt wurde, ist der Einsatz auch im Physikunterricht umsetzbar.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.21 Der Computereinsatz im Schülerlabor dient mir als Ideenquelle für den eigenen Unterricht.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.22 Ich kannte die Einsatzmöglichkeit des Computers, wie sie im Schülerlabor umgesetzt wurde, bereits.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.23 Ich kann mir vorstellen, den Computer in Zukunft häufiger im Unterricht einzusetzen als bisher.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.24 Die Computernutzung förderte die Zusammenarbeit der Schüler.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.25 Die Arbeit am Computer hat das eigentliche Experiment in den Hintergrund gedrängt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.26 Durch den Einsatz des Computers wurde den Schülern die Möglichkeit gegeben, den physikalischen Hintergrund der Experimente besser zu durchdringen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.27 Der Computereinsatz spart Zeit, die die Schüler anderweitig benutzen können.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.28 Durch das Arbeiten am Computer rückt das durchgeführte Experiment stärker in den Fokus.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.29 Im Schülerlabor lässt sich das Arbeiten am Computer besser umsetzen als im Physikunterricht.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.30 Im Physikunterricht können die Schüler besser experimentieren als im Schülerlabor.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.31 Der Computereinsatz ergänzt das Experiment.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.32 Die Auswertung von Experimenten wird durch den Computer erleichtert.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.33 Schülerexperimente eignen sich besser für den Physikunterricht als für das Schülerlabor.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |
| 14.34 Der Einsatz des Computers eignet sich besser für den Physikunterricht als für das Schülerlabor.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>   |



# MUSTER

EvaSys

Fragebogen für Lehrkräfte zum Computereinsatz im Physikunterricht und im Schülerlabor



## 15. Wieso sind Sie mit Ihrer Klasse ins Goethe-Schülerlabor Physik gekommen?

- 15.1 Einstieg in ein neues Unterrichtsthema
- 15.2 Wiederholung eines Themas
- 15.3 Abwechslung für die Klasse
- 15.4 Vertiefung des aktuellen Unterrichtsthemas
- 15.5 Besichtigung der Universität
- 15.6 Interesse der Schüler an Physik fördern
- 15.7 Ich will selbst etwas Neues sehen/lernen.
- 15.8 Wir müssen Wander-/Projektstage anbieten
- 15.9 Ausblick auf weitere Themen der Schulphysik
- 15.10 Sonstiges:

trifft sehr zu trifft gar nicht zu

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 15.11 Haben Sie den Laborbesuch im Unterricht vorbereitet?  ja  nein
- 15.12 Haben Sie vor, den Laborbesuch im Physikunterricht wieder aufzugreifen?  ja  nein
- 15.13 Wie haben Sie vom Angebot des Goethe-Schülerlabors Physik erfahren? (Mehrfachnennungen möglich)
  - Homepage
  - Kollegen
  - Lehrerrundmail
  - persönliche Ansprache
  - Gesprächskreis Physik
  - Kooperationstreffen (Prof. Asmus)
  - Sonstiges

15.14 Wenn Sie bei der letzten Frage "Sonstiges" angegeben haben, geben Sie es hier bitte an:

- 15.15 Haben Sie im Schülerlabor etwas Neues gesehen, dass sie auch selbst im Unterricht umsetzen wollen?  ja  nein

## A.2. Interviewleitfaden

Die Tabelle im Folgenden zeigt den Leitfaden, nach dem das Interview mit den Lehrkräften durchgeführt wurde. Die in grau geschriebenen Sätze dienen als Übergangsprasen und somit als Gesprächshilfe für den Interviewenden.

Block	Fragenauswahl
Begrüßung und Einleitung	Vielen Dank <...>, dass Sie sich die Zeit genommen haben, mich bei meinem Forschungsprojekt zum Computereinsatz zu unterstützen. Das Gespräch wird etwa 20 Minuten in Anspruch nehmen. Ich würde das Interview gerne aufzeichnen, wenn Sie nichts dagegen haben. Alle Daten werden selbstverständlich anonymisiert. Ich freue mich auf Ihre Erfahrungen und Ansichten. Stellen Sie sich doch bitte zunächst erstmal kurz vor. Welche Fächer unterrichten Sie und welche Schulerfahrung haben Sie bisher?
Fragebogen	Ich danke Ihnen, dass Sie eben bereits einen Fragebogen zum Computereinsatz ausgefüllt haben. Im Folgenden möchte ich Ihnen noch einige Nachfragen dazu stellen. Gab es im Verlauf des Ausfüllens Unklarheiten oder haben Sie Anmerkungen zu einzelnen Aspekten?
Goethe-Schülerlabor Physik	Wie haben Sie vom Goethe-Schülerlabor Physik erfahren? Waren Sie schon öfter mit Klassen hier? Falls ja, zu welchen Themen? Sie haben angegeben, dass Sie mit Ihrer Klasse ins Schülerlabor gekommen sind, weil <siehe Fragebogen>. Können Sie das noch genauer erläutern? Haben Sie den Laborbesuch im Unterricht vorbereitet? Wie? Würden Sie Materialien dazu begrüßen? Welche? Wollen Sie den Besuch im Unterricht nachbereiten? Wie? Würden Sie Materialien dazu begrüßen? Welche? Wie würden Sie einer außenstehenden Person das Schülerlabor beschreiben? Was ist daran aus Ihrer Sicht positiv und sinnvoll?

**Tabelle A.1.:** Interviewleitfaden. Fortsetzung nächste Seite.

Block	Fragenauswahl
Computer im Schülerlabor	<p>Wie wurde der Computer in diesem Schülerlabor eingesetzt?</p> <p>Was fanden Sie gut daran?</p> <p>Was sollte daran geändert werden?</p> <p>Halten Sie den Computereinsatz im Schülerlabor für sinnvoll?</p> <p>Ist der Computereinsatz, wie Sie ihn hier gesehen und erlebt haben, auf Ihren Physikunterricht übertragbar?</p> <p>Manche Kritiker sagen, dass der Computereinsatz das Experimentieren in den Schatten stellt. Was sagen Sie dazu?</p> <p>Erleichtert oder erschwert der Computereinsatz Ihrer Meinung nach den Physikunterricht für die Schüler bzw. für Sie als Lehrer?</p>
Computereinsatz in der Schule	<p>Zu guter Letzt möchte ich den Blick noch auf Ihre Erfahrungen und Einschätzungen richten.</p> <p>Wird nach Ihrer Erfahrung der Computer im Physikunterricht an der Schule viel oder wenig eingesetzt? Woran könnte das liegen?</p> <p>Welche Möglichkeiten des Computereinsatzes finden Sie allgemein gut?</p> <p>Nutzen Sie den Computer auch in Ihrem Physikunterricht? Falls ja, wie? Falls nein, wieso nicht?</p> <p>Was sind Ihrer Meinung nach die größten Nachteile daran, den Computer im Physikunterricht einzusetzen?</p> <p>Wie sehen Sie die Rahmenbedingungen zum Computereinsatz an Ihrer Schule?</p>
Resümee und Schlussfrage	<p>Vielen Dank schon mal.</p> <p>Möchten Sie noch etwas ergänzen, das ich vielleicht vergessen habe?</p> <p>Wir haben über das Schülerlabor und den Computereinsatz gesprochen. Gibt es noch etwas anderes, das Ihnen am Herzen liegt?</p>

**Tabelle A.1.:** Fragen an die begleitenden Lehrkräfte im Schülerlabor als Ergänzung zum Fragebogen.

### A.3. Kodiermanual

Mit diesem Manual wurden die Interviewtranskripte analysiert. Die „Definitionen“ entsprechen den Faktoren, aus denen die Kategorien hergeleitet sind. In gelb hervorgehoben

## *A. Anhang*

sind die wichtigsten Aspekte der entsprechenden Kategorie. Die Ankerbeispiele und Anmerkungen dienen zur weiteren Schärfung der jeweiligen Kategorie.

## Kodiermanual zum Computereinsatz

von Michael Wenzel

Allgemeine Kodierregeln:

Die Codiereinheit ist ein Satz im Transcript. Mehrfachcodierungen sollten vermieden werden.

Code	Definition	Beschreibung/Kodierregeln	Ankerbeispiele	Anmerkungen
1	Computerbezogenes Selbstbewusstsein	Die Person schätzt <b>ihr Wissen und Können</b> in Bezug auf den Computereinsatz allgemein (nicht zwangsläufig im Unterricht) ein. Sie berichtet von Dingen, die <b>außerhalb des Unterrichts</b> mit dem Computer getan werden. Sie beschreibt ihre eigene <b>Sicherheit/Unsicherheit</b> im Umgang mit dem Computer und <b>Gründe</b> dafür.	„Also ich könnt mir vorstellen Apps häufiger zu nutzen, wenn ich denn da firmer drin wäre [lacht].“ „Da ham sie dann auf falschen Taste gedrückt und dann hat sich alles abgestürzt und es hat sich alles gelöscht und was mach ich jetzt.“	Es geht in dieser Kategorie eher um affektive Aspekte/Äußerungen und neutrale Fähigkeitsselbstschätzungen der Person.
2	Computer im aktuellen Physikunterricht	Die Person sagt, ob es <b>didaktische/methodische Gründe</b> für/gegen den Computereinsatz im Physikunterricht überhaupt gibt und ob sie diese für nachvollziehbar hält. Sie nennt <b>Ziele</b> des aktuellen Computereinsatzes im Physikunterricht. Was will ich erreichen?	„Also das sind Möglichkeiten, die hat man natürlich im normalen Experiment, also im Schülerexperiment oder im Demonstrationsexperiment nicht.“ „Und für manche ist alleine schon die Darstellung und die Arbeit mit dem Computer abschreckend.“	Hier geht es eher um kognitive/rationale Aspekte: Glaubte die Person, dass der Computereinsatz aus didaktischen Gründen sinnvoll ist?
3	Zukünftiger Nutzungswunsch	Die Person äußert sich zur Einbindung des Themas „Computer“ in <b>Aus- und Fortbildung</b> . Es wird ein <b>Wunsch zur Quantität</b> des Computereinsatzes im zukünftigen Physikunterricht geäußert. Dabei können auch <b>grundsätzliche Überzeugungen</b> zum Stellenwert des Computers für die <b>Zukunft der Schüler</b> genannt werden ( <b>Wichtigkeit</b> ).	„Deswegen dazu würde ich mir dann auch schon nochmal weitere Fortbildungen wünschen.“ „[...] Computer und die digitalen Medien und digitalen Sachen sind immer wichtiger im Leben, deswegen find ich auch gut, dass die [...] Schüler auch damit schon in der Schule [in Berührung kommen].“	Hier geht es auch um eine Idealvorstellung und Wünsche für eine mögliche Zukunft.
4	Praktische Umsetzungskennnisse	Die Person kennt Methoden, den Computer im Physikunterricht einzusetzen. Sie äußert Ideen, was man mit dem Computer im Unterricht errei-	„Also [...] wo ich den, äh, PC häufig einsetze, ist eben - - dass man ma 'ne Simulation zeigt, auch.“	Die Beschreibung bezieht sich darauf, <i>wie</i> der Computer eingesetzt wird, nicht <i>wieso</i> .

		chen kann und dass sie Ziele mit dem Computereinsatz verfolgt. In dieser Kategorie geht es darum, dass die Person bestimmte Dinge nennt, die sie im Physikunterricht mit dem Computer macht.	„Ich mach's dann teilweise extern, dass die Schüler dann eben bei Videoanalysen eben entweder über 'ne Kamera oder ihr Smartphone nehmen.“	
5	Wirksamkeitserwartung	Die Person erklärt, ob und wie sich der Computereinsatz im Physikunterricht auf dessen Qualität auswirkt. Sie äußert sich zu dessen Wirksamkeit. Wie funktioniert es, dass das was ich mache, den Unterricht verbessert?		Hier wird eine Abstraktionsebene weiter gegangen als in Kategorie 2 „Computer im Physikunterricht“, weil hier die Erklärungen über den Wirkmechanismus Computereinsatz → Unterrichtsqualität gegeben werden.
6	Ausstattung	Die Person trifft eine Aussage zur Ausstattung der eigenen Schule mit Computern (PCs, Laptops, Tablets, Smartphones und ähnlichem).	„Wir ham pro Raum einen Beamer, einen PC, eine Digitalkamera, also die so - ELMOs heißen die, ich weiß nicht, wie sie jetzt richtig heißen.“ „Wenn [beim Update] irgendetwas schief läuft, muss man wieder ein halbes Jahr warten, bis alles funktioniert.“	Die Items sind alle in negativer Form formuliert, wurden aber zur Clusteranalyse umgepolt. Deswegen ist die Beschreibung positiv formuliert.
7	Computereinsatz im Schülerlabor	Die Person äußert sich zum Computereinsatz im Schülerlabor. Es werden Vor- und Nachteile genannt und Vergleiche zur eigenen Unterrichtspraxis werden gezogen.	„Also man hat ja das Experiment durchgeführt, hat eben das Video dazu aufgenommen und dann ausgewertet eben über den Computereinsatz.“ „Da ist der Einsatz, ja, richtig toll, finde ich.“	In den anderen Kategorien geht es um allgemeine Anmerkungen/Einstellungen oder konkret um den Physikunterricht. Hier geht es um die spezielle Situation des Schülerlabors.

## A.4. Berechnungen

### Zuordnung der interviewten Lehrkräfte zu Clustern



Die Funktionswerte der Diskriminanzfunktion, nach denen die interviewten Lehrkräfte den Clustern zugeordnet wurden, sind in Tabelle A.2 zu sehen. Interview 14 ließ sich methodisch sauber nicht zuordnen, da die Lehrkraft einige der Items der Faktoren 4 und 6 nicht beantwortet hat.

Lehrkraft Nr.	Diskriminanzfunktion			
	1	2	3	4
1	-1,77	-1,93	-1,66	0,76
2	-0,74	-0,10	2,69	-1,10
3	-0,42	1,23	0,35	-0,30
4	-1,01	-0,85	0,31	-1,63
5	0,20	-0,96	1,69	-0,30
6	3,26	-0,42	0,65	-0,65
7	-0,48	-1,79	0,17	1,28
8	0,28	-1,13	0,74	1,39
9	0,46	-1,18	-1,99	0,54
10	-1,51	-0,06	-0,47	-0,17
11	-1,89	-1,05	-0,94	-0,48
12	-0,29	1,73	0,29	-1,38
13	-1,38	1,26	0,10	0,39
14*	-2,29	-1,25	1,44	1,54

**Tabelle A.2.:** Scores der Diskriminanzfunktion. Für Lehrkraft 14 mussten zwei Faktorwerte geschätzt werden.

## A.5. Schülerfragebogen

Auf den nächsten Seiten ist der Fragebogen eingefügt, den die Schülerinnen und Schüler am Ende ihres Versuchstages im Schülerlabor erhalten haben.

EvaSys	Fragebogen für Schülerinnen und Schüler zum Computereinsatz im Physikunterricht	
Goethe-Universität Frankfurt am Main		Michael Wenzel
Institut für Didaktik der Physik		
		Fragebogen Schüler neu

Bitte so markieren:     Bitte verwenden Sie einen Kugelschreiber oder nicht zu starken Filzstift. Dieser Fragebogen wird maschinell erfasst.  
 Korrektur:     Bitte beachten Sie im Interesse einer optimalen Datenerfassung die links gegebenen Hinweise beim Ausfüllen.

**1. Angaben zur Person**

Die Angaben zur Person, sowie alle weiteren Angaben in diesem Fragebogen werden anonym und vertraulich behandelt.

1.1 Bitte gib das heutige Datum an.

	/		/				
--	---	--	---	--	--	--	--

1.2 Bitte gib dein Geschlecht an:

weiblich  männlich

1.3 Bitte gib dein Alter an:

6-10  11-13  14-16  
 17-19  ≥ 20

1.4 In welcher Jahrgangsstufe bist du zur Zeit?

<input type="checkbox"/> 1 / 2	<input type="checkbox"/> 3 / 4	<input type="checkbox"/> 5
<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8
<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 10	<input type="checkbox"/> E-Phase
<input type="checkbox"/> Q1/Q2	<input type="checkbox"/> Q3/Q4	

1.5 Welche Schulform besuchst du?

<input type="checkbox"/> Hauptschule	<input type="checkbox"/> Realschule	<input type="checkbox"/> Gesamtschule
<input type="checkbox"/> Gymnasium	<input type="checkbox"/> Berufsschule	<input type="checkbox"/> Sonstiges

1.6 Welchen Abschluss strebst du an?

Hauptschulabschluss  mittlere Reife  Abitur  
 Sonstiges

**2. Fragen zum Schülerlabor**

2.1 Zu welchem Thema besuchst du das Schülerlabor?

2.2 Warst du schon öfter im Goethe-Schülerlabor Physik?

ja  nein

2.3 Falls du schon einmal hier im Goethe-Schülerlabor Physik warst, zu welchem Thema / zu welchen Themen?





3. Die folgenden Aussagen beziehen sich auf deine heutige Arbeit **im Schülerlabor**. Bitte beurteile sie:

		<i>trifft sehr zu</i>	<i>trifft eher zu</i>	<i>trifft eher nicht zu</i>	<i>trifft gar nicht zu</i>
3.1 Ich habe im Schülerlabor häufig den Computer benutzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2 Es ist logisch, dass zu dem Thema der Computer eingesetzt wird.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3 Der Einsatz des Computers hat mir zusätzliche Motivation gegeben, mich mit dem Thema zu beschäftigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4 Der Computer lenkt die Aufmerksamkeit vom eigentlichen Experiment ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5 Ich glaube, durch den Computereinsatz wird das Schülerlabor interessanter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.6 Durch die Computernutzung leidet die Zusammenarbeit in der Gruppe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.7 Der Computereinsatz spart Zeit, die ich anderweitig nutzen konnte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.8 Die Art, den Computer so einzusetzen wie im Schülerlabor, war mir neu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.9 Ich wünsche mir, dass der Computer ähnlich wie im Schülerlabor auch im Unterricht einzusetzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.10 So wie im Schülerlabor wurde der Computer auch schon bei uns im Physikunterricht eingesetzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.11 Die Arbeit am Computer hat das eigentliche Experiment in den Hintergrund gedrängt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.12 Die Computernutzung förderte die Zusammenarbeit in der Gruppe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.13 Im Physikunterricht kann ich besser experimentieren als im Schülerlabor.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.14 Die Auswertung von Experimenten wird durch den Computer erleichtert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Wie oft nutzt du das Smartphone/Tablet außerhalb des Schulunterrichts...

		<i>mehrmals pro Woche</i>	<i>2-3 mal pro Woche</i>	<i>einmal pro Woche</i>	<i>&lt;1 mal pro Monat</i>	<i>einmal pro Monat</i>	<i>nie</i>
4.1 ... zur Unterrichtsvorbereitung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 ... zur Unterrichtsnachbereitung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3 ... zur Informationssuche im Internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4 ... für E-Mails?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5 ... zum Spielen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.6 ... zum Chatten / für soziale Netzwerke (WhatsApp, Facebook, Instagram,...)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7 ... für Anderes (im Internet surfen, YouTube, ...)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



5. Wie oft nutzt du den PC/Laptop außerhalb des Schulunterrichts...

	mehrmals pro Woche	einmal pro Woche	2-3 mal pro Woche	<1 mal pro Monat	einmal pro Monat	nie
5.1 ... zur Unterrichtsvorbereitung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 ... zur Unterrichtsnachbereitung?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3 ... zur Informationssuche im Internet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4 ... für E-Mails?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5 ... zum Spielen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.6 ... zum Chatten / für soziale Netzwerke?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.7 ... für Anderes (im Internet surfen, YouTube, ...)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Wie oft nutzt du Spielekonsolen (Playstation, X-Box,...) oder Fernseher ...

	mehrmals pro Woche	einmal pro Woche	2-3 mal pro Woche	<1 mal pro Monat	einmal pro Monat	nie
6.1 ... zum Spielen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 ... um im Internet zu surfen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Wie Häufig werden die Folgenden Medien und Experimente durchschnittlich in eurem **Physikunterricht** eingesetzt?

	mehrmals pro Woche	einmal pro Woche	2-3 mal pro Woche	< einmal pro Monat	einmal pro Monat	nie	weiß ich nicht
7.1 Schulbuch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2 Arbeitsblatt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3 Tafel / interaktives Whiteboard nur zum Anschreiben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.4 Overheadprojektor / Dokumentenkamera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.5 Computer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.6 Schülerexperimente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.7 Lehrerdemonstrationsexperimente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**8. Beurteile die folgenden Aussagen zum Computer:**

		<i>trifft sehr zu</i>	<i>trifft eher zu</i>	<i>trifft gar nicht zu</i>
8.1 Es ist für die Zukunft wichtig, dass ich mich mit dem Computer auskenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.2 Ich will in der Schule den Umgang mit dem Computer lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.3 Computer bringen neue Aspekte in den Unterricht ein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.4 Ich halte es für überflüssig, den Computer im Physikunterricht zu nutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.5 Ich glaube, durch den Computereinsatz wird der Physikunterricht interessanter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.6 Der Physikunterricht ist nicht dafür da, die Computernutzung zu üben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.7 Ich würde den Computer im Physikunterricht gerne häufiger nutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.8 Mit dem Computer können wir Schüler besser eigenständig arbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**9. Beurteile die folgenden Aussagen zu dir:**

		<i>trifft sehr zu</i>	<i>trifft eher zu</i>	<i>trifft gar nicht zu</i>
9.1 Ich kenne mich mit dem Computer gut aus.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.2 Ich habe Angst, dass ich im Unterricht beim Computereinsatz etwas falsch mache.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.3 Mir macht es Spaß, Neues am Computer auszuprobieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.4 Wenn ich am Computer arbeite, fühle ich mich unsicher.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.5 Ich finde mich in neuen Programmen schnell zurecht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.6 Der Computer schreckt mich ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.7 Was ich mit dem Computer kann, habe ich mir selbst beigebracht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.8 Ich habe das Gefühl, in der Schule gut für den Computereinsatz ausgebildet worden zu sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.9 Ich habe in der Schule gelernt, wie ich den Computer richtig zum Arbeiten einsetze.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>





## B. Literatur

- Bachmaier, Regine (2011). „Fortbildung Online: Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines tutoriell betreuten Online-Selbstlernangebots für Lehrkräfte“. Dissertation. Regensburg: Universität. URL: [http://epub.uni-regensburg.de/22007/1/Dissertation\\_RegineBachmaier\\_EPub.pdf](http://epub.uni-regensburg.de/22007/1/Dissertation_RegineBachmaier_EPub.pdf) (besucht am 07.04.2014).
- Backhaus, Klaus, Bernd Erichson, Rolf Weiber und Wulff Plinke (2016). „Diskriminanzanalyse“. In: *Multivariate Analysemethoden*. Hrsg. von Klaus Backhaus, Bernd Erichson, Wulff Plinke und Rolf Weiber. Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 215–282. ISBN: 978-3-662-46075-7.
- Bandura, Albert (1976). *Lernen am Modell: Ansätze zu einer sozial-kognitiven Lerntheorie*. 1. Aufl. Stuttgart: Klett und E. Klett. ISBN: 978-3-12-920590-7.
- BITKOM (2015). *Digitale Schule – vernetztes Lernen: Ergebnisse repräsentativer Schüler- und Lehrerbefragungen zum Einsatz digitaler Medien im Schulunterricht*. Hrsg. von BITKOM e.V. Berlin. URL: <https://www.bitkom.org/Bitkom/Publikationen/Digitale-Schule-und-vernetztes-Lernen.html> (besucht am 06.07.2017).
- Bortz, Jürgen (2005). *Statistik: Für human- und sozialwissenschaftler sechste*. Wein: Springer. ISBN: 978-3-540-21271-3.
- Bos, Wilfried, Birgit Eickelmann, Julia Gerick, Frank Goldhammer, Heike Schaumburg, Knut Schwippert, Martin Senkbeil, Renate Schulz-Zander und Heike Wendt, Hrsg. (2014). *ICILS 2013: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster, Westf: Waxmann. ISBN: 978-3-8309-3131-7.
- Brell, Claus (2008). *Lernmedien und Lernerfolg - reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht: Empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) zum Computereinsatz mit Simulation und IBE*. Bd. 74. Studien zum Physik- und Chemielernen. Berlin: Logos-Verl. ISBN: 978-3-8325-1829-5.
- Brennan, Robert L. und D. J. Prediger (1977). *Coefficient kappa: Some uses, misuses, and alternatives*. Bd. no. 29. ACT technical bulletin. Iowa City, Iowa: Research and Development Division, American College Testing Program.
- Brese, Falk und Ralph Carstens (2006). *SITES 2006 User Guide for the International Database: Second InformationTechnology in Education Study*. Amsterdam: IEA Se-

## B. Literatur

- cretariat. ISBN: 978-90-79549-03-0. URL: [http://pub.iea.nl/fileadmin/user\\_upload/Publications/Electronic\\_versions/SITES\\_2006\\_IDB\\_User\\_Guide.pdf](http://pub.iea.nl/fileadmin/user_upload/Publications/Electronic_versions/SITES_2006_IDB_User_Guide.pdf) (besucht am 12.07.2017).
- Bresges, André, Stefan Hoffmann, Andreas Schadschneider und Jeremias Weber (2014). „Learning by Design: Kompetenzaufbau beim Entwickeln digitaler Medien“. In: *Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Hrsg. von Jörg Maxton-Küchenmeister und Jenny Meßinger-Koppelt. Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag, S. 29–45. ISBN: 978-3-9815920-6-1.
- Bromme, Rainer und Ludwig Haag (2004). „Forschung zur Lehrerpersönlichkeit“. In: *Handbuch der Schulforschung*. Hrsg. von Jeanette Bohme und Werner Helsper. Wiesbaden: VS, Verl. für Sozialwiss, S. 777–793. ISBN: 978-3-8100-3659-9.
- Brosius, Felix (2013). *SPSS 21. mitp Professional*. Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm. ISBN: 978-3-8266-9063-1.
- Christensen, Rhonda und Gerald Knezek (2008). „Self-Report Measures and Findings for Information Technology Attitudes and Competencies“. In: *International handbook of information technology in primary and secondary education*. Hrsg. von Joke Voogt. Bd. 20. Springer international handbooks of education. Berlin: Springer, S. 349–365. ISBN: 978-0-387-73315-9. URL: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-73315-9\\_21](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-73315-9_21) (besucht am 10.07.2017).
- Clarke, David und Hilary Hollingsworth (2002). „Elaborating a model of teacher professional growth“. In: *Teaching and Teacher Education* 18.8, S. 947–967. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0742051X02000537> (besucht am 21.10.2015).
- Coburn, Cynthia E. (2003). „Rethinking Scale: Moving beyond Numbers to Deep and Lasting Change“. In: *Educational Researcher* 32.6, S. 3–12. URL: <http://www.jstor.org/stable/3699897> (besucht am 18.07.2017).
- Cohen, Jacob (1960). „A coefficient of agreement for nominal scales“. In: *Educational and Psychological Measurement* 20.1, S. 37–46.
- Crook, Charles (1996). *Computers and the collaborative experience of learning*. International library of psychology. London: Routledge. ISBN: 978-0-415-05359-4.
- Davis, Fred D. (1989). „Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology“. In: *MIS Quarterly* 13.3, S. 319. ISSN: 02767783. DOI: 10.2307/249008.
- Deimann, Markus (2002). „Motivationale Bedingungen beim Lernen mit Neuen Medien“. In: *Medienunterstütztes Lernen - Beiträge von der WissPro-Wintertagung 2002*.

- Hrsg. von Wolf-Gideon Bleek. Bd. 239. Bericht / Universität Hamburg, Fachbereich Informatik. Hamburg: Univ. Bibliothek des Fachbereichs Informatik, S. 61–70.
- Design-Based Research Collective (2003). „Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry“. In: *Educational Researcher* 32.1, S. 5–8. URL: <http://www.jstor.org/stable/3699927> (besucht am 19.07.2017).
- Deutsche Telekom Stiftung (2013). *Digitale Medien im Unterricht: Möglichkeiten und Grenzen: Die Sicht von Lehrkräften und Schülern*. Hrsg. von Institut für Demoskopie Allensbach. URL: [http://www.ifd-allensbach.de/uploads/tx\\_studies/Digitale\\_Medien\\_2013.pdf](http://www.ifd-allensbach.de/uploads/tx_studies/Digitale_Medien_2013.pdf) (besucht am 06.07.2017).
- Dexter, Sara., K. R. Seashore und R. E. Anderson (2002). „Contributions of professional community to exemplary use of ICT“. In: *Journal of Computer Assisted Learning* 18.4, S. 489–497. ISSN: 02664909. DOI: [10.1046/j.0266-4909.2002.00260.x](https://doi.org/10.1046/j.0266-4909.2002.00260.x).
- Ditton, Hartmut (2000). „Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung in Schule und Unterricht: Ein Überblick zum Stand der empirischen Forschung: 41. Beiheft“. In: *Zeitschrift für Pädagogik*, S. 73–97. URL: [http://www.pedocs.de/frontdoor.php?source\\_opus=8486](http://www.pedocs.de/frontdoor.php?source_opus=8486) (besucht am 12.07.2017).
- Döring, Nicola und Jürgen Bortz (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. 5., vollst. überarb., akt. u. erw. Aufl. 2016. Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-642-41089-5.
- Eberlein, Andreas und Thomas Wilhelm (2011). „Lehr-Lern-Labor zur Bewegungsanalyse mittels Videoanalyse: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Münster 2011“. In: *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. URL: <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/263/307> (besucht am 26.05.2014).
- Eckstein, Peter P. (2014). *Statistik für Wirtschaftswissenschaftler: Eine realdatenbasierte Einführung mit SPSS*. 4., aktualisierte u. erw. Aufl. 2014. SpringerLink : Bücher. Wiesbaden: Springer Gabler. ISBN: 978-3-658-05161-7.
- Ehmke, Timo, Martin Senkbeil und Michael Bleschke (2004). „Typen von Lehrkräften beim schulischen Einsatz von Neuen Medien“. In: *Innovativer Unterricht mit neuen Medien*. Hrsg. von Friedhelm Schumacher. Grünwald: FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht, S. 35–66. ISBN: 978-3-922098-89-8.
- Eickelmann, Birgit (2011). „Supportive and hindering factors to a sustainable implementation of ICT in schools“. In: *Journal for educational research online* 3.1, S. 75–103. URL: [http://www.pedocs.de/volltexte/2011/4683/pdf/JERO\\_2011\\_1\\_Eickelmann\\_Supportive\\_and\\_hindering\\_factors\\_S75\\_D\\_A.pdf](http://www.pedocs.de/volltexte/2011/4683/pdf/JERO_2011_1_Eickelmann_Supportive_and_hindering_factors_S75_D_A.pdf) (besucht am 08.10.2015).

## B. Literatur

- Elsholz, Markus und Thomas Trefzger (2017). „Professionalisierung durch Praxisbezug - Begleitforschung zu den Würzburger Lehr-Lern-Laboren“. In: *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis*. Hrsg. von Christian Maurer. Bd. 37, S. 488–491. (Besucht am 16.07.2017).
- Ertmer, Peggy A. (2005). „Teacher Pedagogical Beliefs: The Final Frontier in Our Quest for Technology Integration?“ In: *Educational Technology Research and Development* 53.4, S. 25–39. (Besucht am 10.07.2017).
- Euler, Manfred, Tobias Schüttler und Dieter Hausamann (2015). „Schülerlabore: Lernen durch Forschen und entwickeln“. In: *Physikdidaktik*. Hrsg. von Ernst Kircher, Raimund Girwidz und Peter Häußler. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg und Imprint: Springer Spektrum, S. 759–782. ISBN: 978-3-642-41744-3.
- Europäische Kommission (2013a). *Schlüsselzahlen zu Lehrkräften und Schulleitern in Europa*. Brussels: European Commission. ISBN: 978-92-9201-429-2.
- Europäische Kommission (2013b). *Survey of schools: ICT in education : benchmarking access, use and attitudes to technology in Europe's schools*. Luxembourg: Publications Office. ISBN: 978-92-79-28121-1.
- Feierabend, Sabine, Theresa Plankenhorn und Thomas Rathgeb (2015). *JIM 2015 Jugend, Information, (Multi-) Media: Basisstudie zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland*. Hrsg. von Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. Stuttgart. URL: [http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf15/JIM\\_2015.pdf](http://www.mpfs.de/fileadmin/JIM-pdf15/JIM_2015.pdf) (besucht am 28.09.2016).
- Feierabend, Sabine, Theresa Plankenhorn und Thomas Rathgeb (2016). *JIM 2016 Jugend, Information, (Multi-)Media: Basisstudie zur Mediennutzung 12-19-Jähriger in Deutschland*. Hrsg. von Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest. Stuttgart. URL: [https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2016/JIM\\_Studie\\_2016.pdf](https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2016/JIM_Studie_2016.pdf) (besucht am 23.05.2017).
- Fischer, Torsten (2008). *Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien: Fallstudien zur Unterrichtspraxis*. Bd. 82. Studien zum Physik- und Chemielernen. Berlin: Logos Berlin. ISBN: 978-3-8325-1948-3.
- Fischler, Helmut (2015). „Aus- und Fortbildung von Physiklehrkräften“. In: *Physikdidaktik*. Hrsg. von Ernst Kircher, Raimund Girwidz und Peter Häußler. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg und Imprint: Springer Spektrum, S. 681–701. ISBN: 978-3-642-41744-3.
- Friedmann, Jan (2014). *Jeder fünfte Schüler kann nicht mit Computern umgehen: Internationale Vergleichsstudie*. URL: <http://www.spiegel.de/lebenundlernen/schule/iclis->



- studie-zu-computer-faehigkeiten-deutschland-hinkt-hinterher-a-1004079.html* (besucht am 06.07.2017).
- Fullan, Michael (1982). *The Meaning of Educational Change*. New York: Teachers College Press.
- Fullan, Michael und Alan Pomfret (1977). „Research on Curriculum and Instruction Implementation“. In: *Review of Educational Research* 47.2, S. 335–397. URL: <http://www.jstor.org/stable/1170134> (besucht am 19.07.2017).
- Ghanem, Ihssan (2014). „Auge und Sehen im Schülerlabor“. Wissenschaftliche Hausarbeit. Frankfurt am Main: Goethe-Universität Frankfurt am Main. URL: <http://thomas-wilhelm.net/arbeiten/LaborAuge.pdf> (besucht am 17.07.2017).
- Girwidz, Raimund (2015a). „Medien im Physikunterricht“. In: *Physikdidaktik*. Hrsg. von Ernst Kircher, Raimund Girwidz und Peter Häußler. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg und Imprint: Springer Spektrum, S. 193–245. ISBN: 978-3-642-41744-3.
- Girwidz, Raimund (2015b). „Neue Medien und Multimedia“. In: *Physikdidaktik*. Hrsg. von Ernst Kircher, Raimund Girwidz und Peter Häußler. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg und Imprint: Springer Spektrum, S. 401–427. ISBN: 978-3-642-41744-3.
- Gräsel, Cornelia und Ilka Parchmann (2004). „Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern“. In: *Unterrichtswissenschaft* 32.3, S. 196–214. ISSN: 0340-4099. URL: [http://www.pedocs.de/volltexte/2013/5813/pdf/UntWiss\\_2004\\_3\\_Graesel\\_Parchmann\\_Implementationsforschung.pdf](http://www.pedocs.de/volltexte/2013/5813/pdf/UntWiss_2004_3_Graesel_Parchmann_Implementationsforschung.pdf) (besucht am 18.07.2017).
- Gröber, Sebastian und Thomas Wilhelm (2006). „Empirische Erhebung zum Einsatz neuer Medien bei Physik-Gymnasiallehrern in Rheinland-Pfalz: Arbeitsplatzausstattung und Mediennutzung“. In: *Didaktik der Physik - Kassel 2006*. Hrsg. von V. Nordmeier. Berlin: Lehmanns Media. ISBN: 978-3-86541-190-7. URL: <http://www.thomas-wilhelm.net/veroeffentlichung/multimedia.pdf> (besucht am 24.03.2014).
- Guadagnoli, Edward und Wayne F. Velicer (1988). „Relation to sample size to the stability of component patterns“. In: *Psychological Bulletin* 103.2, S. 265–275. ISSN: 1939-1455. DOI: [10.1037/0033-2909.103.2.265](https://doi.org/10.1037/0033-2909.103.2.265).
- Guderian, Pascal und Burkhard Priemer (2008). „Interessenförderung durch Schülerlaborbesuche - eine Zusammenfassung der Forschung in Deutschland“. In: *PhyDid A - Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* 2.7, S. 27–36. ISSN: 1865-5521. URL: <http://www.phydid.de/index.php/phydid/article/download/80/62>.
- Guskey, Thomas R. (1986). „Staff Development and the Process of Teacher Change“. In: *Educational Researcher* 15.5, S. 5–12.

## B. Literatur

- Hammann, Marcus und Janina Jördens (2014). „Offene Aufgaben codieren“. In: *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Hrsg. von Dirk Krüger, Ilka Parchmann und Horst Schecker. SpringerLink : Bücher. Berlin, Heidelberg: Imprint: Springer Spektrum, S. 169–178. ISBN: 978-3-642-37827-0.
- Hasselhorn, Marcus, Olaf Köller, Kai Maaz und Karin Zimmer (2014). „Implementation wirksamer Handlungskonzepte im Bildungsbereich als Forschungsaufgabe“. In: *Psychologische Rundschau* 65.3, S. 140–149. ISSN: 0033-3042. DOI: [10.1026/0033-3042/a000216](https://doi.org/10.1026/0033-3042/a000216).
- Haupt, Olaf J., Jürgen Domjahn, Ulrike Martin, Petra Skiebe-Corrette, Silke Vorst, Walter Zehren und Rolf Hempelmann (2013). „Schülerlabor - Begriffsschärfung und Kategorisierung“. In: *MNU* 66.6, S. 324–330. (Besucht am 14. 05. 2014).
- Heinssen, Robert K., Carol R. Glass und Luanne A. Knight (1987). „Assesing Computer Anxiety: Development and Validation of the Computer Anxiety Rating Scale“. In: *Computers in Human Behaviour* 1.3, S. 49–59. URL: [http://ac.els-cdn.com/0747563287900100/1-s2.0-0747563287900100-main.pdf?\\_tid=cd56101e-60c8-11e7-bf99-00000aacb361&acdnat=1499180301\\_539368cdfa171a366ed66493e14d8f09](http://ac.els-cdn.com/0747563287900100/1-s2.0-0747563287900100-main.pdf?_tid=cd56101e-60c8-11e7-bf99-00000aacb361&acdnat=1499180301_539368cdfa171a366ed66493e14d8f09) (besucht am 04. 07. 2017).
- Heise, Maren (2007). „Professionelles Lernen jenseits von Fortbildungsmaßnahmen: Was tun Lehrkräfte im Vergleich zu anderen akademischen Berufsgruppen?“ In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 10.4, S. 513–531. DOI: [10.1007/s11618-007-0061-4](https://doi.org/10.1007/s11618-007-0061-4). URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11618-007-0061-4> (besucht am 08. 07. 2017).
- Hiebert, James, Ronald Gallimore und James W. Stigler (2002). „A Knowledge Base for the Teacher Profession: Waht Would It Look Like and How Can We Get One?“ In: *Educational Researcher* 31.5, S. 3–15.
- Hunneshagen, Heike (2005). *Innovationen in Schulen: Identifizierung implementationsfördernder und -hemmender Bedingungen des Einsatzes neuer Medien*. Bd. Bd. 438. Internationale Hochschulschriften. Münster: Waxmann. ISBN: 978-3-8309-1432-7.
- Ittel, Angela, Diana Raufelder und Herbert Schaithauer (2014). „Soziale Lerntheorien“. In: *Theorien in der Entwicklungspsychologie*. Hrsg. von Lieselotte Ahnert. Lehrbuch. Berlin [u.a.]: Springer VS, S. 330–353. ISBN: 978-3-642-34805-1.
- Jones, Alister (1999). „Teachers’ Subject Subcultures and Curriculum Innovation: The Example of Technology Education“. In: *Researching teaching*. Hrsg. von Jeffrey John Loughran. London und Philadelphia, PA: Falmer Press, S. 155–171.

- Jong, Ton de und Wouter R. van Joolingen (1998). „Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains“. In: *Review of Educational Research* 68.2, S. 179–201.
- Kaiser, Henry F. (1974). „An index of factorial simplicity“. In: *Psychometrika* 39.1, S. 31–36. ISSN: 0033-3123. DOI: [10.1007/BF02291575](https://doi.org/10.1007/BF02291575).
- Karpa, Dietrich, Gwendolin Lübbecke und Bastian Adam, Hrsg. (2015). *Außerschulische Lernorte: Theorie, Praxis und Erforschung außerschulischer Lerngelegenheiten*. 1. Aufl. Bd. 31. Theorie und Praxis der Schulpädagogik. Immenhausen: Prolog-Verlag. ISBN: 978-3-934575-84-4.
- Kennedy, Mary M. (1998). „Education reform and subject matter knowledge“. In: *Journal of Research in Science Teaching* 35.3, S. 249–263. (Besucht am 18.07.2017).
- Kerres, Michael (2000). „Information und Kommunikation bei mediengestütztem Lernen: Entwicklungslinien und Perspektiven mediendidaktischer Forschung“. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 3.1, S. 111–130. DOI: [10.1007/s11618-000-0008-5](https://doi.org/10.1007/s11618-000-0008-5).
- Klees, Guido, Thomas Wilhelm, Christopher Heim, Sandra Zimmermann und Michael Wenzel (2016). „Biomechanik fächerübergreifend: Der Körper in Bewegung“. In: *MNU Journal* 2016.4, S. 228–234.
- Krüger, Dirk, Ilka Parchmann und Horst Schecker, Hrsg. (2014). *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. SpringerLink : Bücher. Berlin, Heidelberg: Imprint: Springer Spektrum. ISBN: 978-3-642-37827-0.
- Krüger, Dirk und Tanja Riemeier (2014). „Die qualitative Inhaltsanalyse - eine Methode zur Auswertung von Interviews“. In: *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Hrsg. von Dirk Krüger, Ilka Parchmann und Horst Schecker. SpringerLink : Bücher. Berlin, Heidelberg: Imprint: Springer Spektrum, S. 133–145. ISBN: 978-3-642-37827-0.
- Lamprecht, Jan (2011). *Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskompetenz: Vergleich von Quereinsteigern Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik: Dissertation*. Bd. 125. Studien zum Physik- und Chemielernen. Berlin: Logos Berlin. ISBN: 978-3-8325-3035-8. (Besucht am 22.06.2017).
- Law, Nancy, Willem J. Pelgrum und Tjeerd Plomp (2008). *Pedagogy and ICT use in schools around the world: Findings from the IEA Sites 2006 study*. Bd. 23. CERC Studies in Comparative Education. Hong Kong: Springer und Comparative Education Research Centre. ISBN: 978-1-4020-8927-5.

## B. Literatur

- Lück, Stephan (2011). *NEWTON-II*. URL: <https://did-apps.physik.uni-wuerzburg.de/Newton-II/ueberNewton-II/> (besucht am 16.07.2017).
- Maxton-Küchenmeister, Jörg und Jenny Meßinger-Koppelt, Hrsg. (2014). *Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag. ISBN: 978-3-9815920-6-1.
- Mayring, Philipp (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken*. 11., aktualisierte und überarb. Aufl. Weinheim und Basel: Beltz. ISBN: 978-3-407-29142-4.
- Mishra, Punya und Matthew J. Koehler (2006). „Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge“. In: *Teachers College Record* 108.6, S. 1017–1054. (Besucht am 26.05.2014).
- Monahan, Thomas C. (1996). „Do Contemporary Incentives and Rewards Perpetuate Outdated Forms of Professional Development?“. In: *Journal of Staff Development* 17.1, S. 44–47.
- Müller, Christiane, Sigrid Blömeke und Dana Eichler (2006). „Unterricht mit digitalen Medien - zwischen Innovation und Tradition? Eine empirische Studie zum Lehrerhandeln im Medienzusammenhang“. In: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 9.4, S. 632–650. DOI: [10.1007/s11618-006-0172-3](https://doi.org/10.1007/s11618-006-0172-3). URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11618-006-0172-3> (besucht am 08.07.2017).
- Nattland, Axel und Michael Kerres (2009). „Computerbasierte Medien im Unterricht“. In: *Handbuch Unterricht*. Hrsg. von Karl-Heinz Arnold, Uwe Sandfuchs und Jürgen Wiechmann. Bd. 8423. UTB. Bad Heilbronn: Verlag Julius Klinkhardt und Klinkhardt, S. 317–324. ISBN: 978-3-8385-8423-2.
- Naumann, Johannes, Tobias Richter und Norbert Groeben (2001). „Validierung des INCOBI anhand eines Vergleichs von Anwendungsexperten und Anwendungsneuzen“. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 15.3, S. 219–232. DOI: [10.1024//1010-0652.15.34.219](https://doi.org/10.1024//1010-0652.15.34.219).
- Nickolaus, Reinhold und Svitlana Mokhonko (2017). „Nachhaltiger Effekt in Schülerlaboren?“. In: *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis*. Hrsg. von Christian Maurer. Bd. 37, S. 516–519.
- Obst, David (2013). *Interaktive Tafeln im Physikunterricht: Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung*. Bd. 160. Studien zum Physik- und Chemielernen. Berlin: Logos Berlin. ISBN: 978-3-8325-3582-7.
- Ottohal, Ines (2012). „Schülerlabor "Physik und Kriminalistik"“. Schriftliche Hausarbeit für die erste Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien. Würzburg: Julius-

- Maximilians-Universität Würzburg. URL: [http://thomas-wilhelm.net/arbeiten/Zula\\_Kriminalistik.pdf](http://thomas-wilhelm.net/arbeiten/Zula_Kriminalistik.pdf) (besucht am 16.03.2017).
- Owston, Ronald (2003). „School Context, Sustainability, and Transferability of Innovation“. In: *Technology, innovation, and educational change*. Hrsg. von Robert B. Kozma und Joke Voogt. Eugene, OR: International Society for Technology in Education, S. 125–161. ISBN: 978-1-56484-230-5.
- Owston, Ronald (2007). „Contextual factors that sustain innovative pedagogical practice using technology: An international study“. In: *Journal of Educational Change* 8.1, S. 61–77. DOI: [10.1007/s10833-006-9006-6](https://doi.org/10.1007/s10833-006-9006-6).
- PASCO scientific (2009). *SPARKvue*. Roseville, California.
- Pawek, Christoph (2009). „Schülerlabore als interessenfördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe“. Dissertation. Kiel: Christian-Albrechts-Universität. URL: [http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation\\_diss\\_00003669](http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00003669) (besucht am 09.10.2014).
- Pietzner, Verena (2009). „Computer im naturwissenschaftlichen Unterricht - Ergebnisse einer Umfrage unter Lehrkräften“. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 15, S. 47–67.
- Rachel, Alexander (2013). *Auswirkungen instruktionaler Hilden bei der Einführung des (Ferro-)Magnetismus: Eine Vergleichsstudie in der Primar- und Sekundarstufe*. Bd. 157. Studien zum Physik- und Chemielernen. Berlin: Logos Berlin. ISBN: 978-3-8325-3548-3.
- Richter, Tobias, Johannes Naumann und Norbert Groeben (2001). „Das Inventar zur Computerbildung (INCOBI): Ein Instrument zur Erfassung von Computer Literacy und computerbezogenen Einstellungen bei Studierenden der Geistes- und Sozialwissenschaften“. In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 48, S. 1–13.
- Richter, Tobias, Johannes Naumann und Holger Hartz (2010). „Eine revidierte Fassung des Inventars zur Computerbildung (INCOBI-R)“. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* 24.1, S. 23–27. DOI: [10.1024/1010-0652.a000002](https://doi.org/10.1024/1010-0652.a000002).
- Rosen, Larry D., Deborah C. Sears und Michelle M. Weil (1987). „Computerphobia“. In: *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers* 19.2, S. 167–179. ISSN: 0743-3808. DOI: [10.3758/BF03203781](https://doi.org/10.3758/BF03203781).
- Schaumburg, Heike (2002). „Konstruktivistischer Unterricht mit Laptops? Eine Fallstudie zum Einfluss mobiler Computer auf die Methodik des Unterrichts“. Dissertation. Berlin: FU Berlin. URL: [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS\\_thesis\\_00000000914](http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_00000000914) (besucht am 08.07.2017).

## B. Literatur

- Scher, Lauren und Fran O'Reilly (2009). „Professional Development for K–12 Math and Science Teachers: What Do We Really Know?“ In: *Journal of Research on Educational Effectiveness* 2.3, S. 209–249. ISSN: 1934-5747. DOI: 10.1080/19345740802641527. (Besucht am 19.07.2017).
- Schunk, Dale H. (2012). *Learning theories: An educational perspective*. 6th ed. Boston: Pearson. ISBN: 978-0-13-707195-1.
- Shulman, Lee S. (1986). „Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching“. In: *Educational Researcher* 15.2, S. 4–14. URL: [http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman\\_1986.pdf](http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman_1986.pdf) (besucht am 14.07.2017).
- Soebari, Titien S. und Jill M. Aldridge (2015). „Using student perceptions of the learning environment to evaluate the effectiveness of a teacher professional development programme“. In: *Learning Environments Research* 18.2, S. 163–178. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10984-015-9175-4> (besucht am 18.07.2017).
- Spannagel, Christian und Christina Bescherer (2009). „Computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung in Lehrveranstaltungen mit Computerwerkzeug“. In: *Notes on Educational Informatics* 5.1, S. 23–43.
- Spiewak, Martin (2014). *Peinliches Studienergebnis für Deutschland*. URL: <http://www.zeit.de/gesellschaft/schule/2014-11/digitale-medien-unterricht-schule> (besucht am 06.07.2017).
- Stanat, Petra, Katrin Böhme, Stefan Schiplowski und Nicole Haag (2016). *IQB-Bildungstrend 2015: Sprachliche Kompetenzen am Ende der 9. Jahrgangsstufe im zweiten Ländervergleich*. Münster und New York: Waxmann. ISBN: 978-3-8309-3535-3. URL: [https://www.iqb.hu-berlin.de/bt/bt/BT2015/BT\\_2015\\_Bericht.pdf](https://www.iqb.hu-berlin.de/bt/bt/BT2015/BT_2015_Bericht.pdf) (besucht am 31.05.2017).
- Sugar, William, Frank Crawley und Bethan Fine (2004). „Examining Teachers' Decisions To Adopt New Technology“. In: *Journal of Educational Technology & Society* 7.4, S. 201–213.
- Suleder, Michael (o. J.). *measure dynamics*. Göttingen. URL: <https://www.phywe.de/de/software-measure-dynamics-einzellizenz.html#tabs1> (besucht am 16.07.2017).
- SUPRA (2013). *Simulation zum Elementarmagnetmodell*. URL: <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/magnetismus/materialteilvariante-a?showall=&start=2> (besucht am 23.07.2017).
- Teo, Timothy (2009). „Modelling technology acceptance in education: A study of pre-service teachers“. In: *Computers & Education* 52.2, S. 302–312.

- Thomas, Bernd (2009). „Lernorte außerhalb der Schule“. In: *Handbuch Unterricht*. Hrsg. von Karl-Heinz Arnold, Uwe Sandfuchs und Jürgen Wiechmann. Bd. 8423. UTB. Bad Heilbronn: Verlag Julius Klinkhardt und Klinkhardt, S. 283–287. ISBN: 978-3-8385-8423-2.
- Tondeur, J., M. Cooper und C. P. Newhouse (2010). „From ICT coordination to ICT integration: A longitudinal case study“. In: *Journal of Computer Assisted Learning* 26.4, S. 296–306. ISSN: 02664909. DOI: [10.1111/j.1365-2729.2010.00351.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2010.00351.x).
- Treich, Florian und Thomas Trefzger (2017). „Professionelle Unterrichtswahrnehmung der Studierenden im Lehr-Lern-Labor Seminar im Fach Physik“. In: *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis*. Hrsg. von Christian Maurer. Bd. 37, S. 496–499.
- Tulodziecki, Gerhard (2002). *Computer und Internet im Unterricht: Medienpädagogische Grundlagen und Beispiele*. Berlin: Cornelsen Scriptor. ISBN: 978-3-589-21565-2.
- Tulodziecki, Gerhard (2009). „Funktionen von Medien im Unterricht“. In: *Handbuch Unterricht*. Hrsg. von Karl-Heinz Arnold, Uwe Sandfuchs und Jürgen Wiechmann. Bd. 8423. UTB. Bad Heilbronn: Verlag Julius Klinkhardt und Klinkhardt, S. 291–297. ISBN: 978-3-8385-8423-2.
- van Braak, Johan (2001). „Individual Characteristics Influencing Teachers’ Class Use of Computers“. In: *Journal of Educational Computing Research* 25.2, S. 141–157.
- van Heukelum, Marvin (2015). „Erstellung und Evaluation eines Schülerlabors zum Magnetismus für Grundschüler“. Wissenschaftliche Hausarbeit. Frankfurt am Main: Goethe-Universität Frankfurt am Main. URL: <http://thomas-wilhelm.net/arbeiten/SLmagnetismus.pdf> (besucht am 17.07.2017).
- Vosinadou, Stella (1994). „Capturing and Modelling the Process of Conceptual Change“. In: *Learning and Instruction* 4.1, S. 45–69. ISSN: 09594752.
- Weidenmann, Bernd (1996). „Instruktionsmedien“. In: *Psychologie des Lernens und der Instruktion*. Hrsg. von Franz E. Weinert. Bd. 2. Enzyklopädie der Psychologie. Göttingen: Hofgrefe, S. 319–368. ISBN: 978-3-8017-0538-1.
- Weinberger, Armin, Frank Fischer und Heinz Mandl (2002). „Gemeinsame Wissenskonstruktion in computervermittelter Kommunikation: Welche Kooperationskripts fördern Partizipation und anwendungsorientiertes Wissen?“ Forschungsbericht. München: Ludwig-Maximilian-Universität. URL: <https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/197408/filename/Weinberger-Armin-2002.pdf> (besucht am 08.07.2017).

## B. Literatur

- Wenzel, Michael und Thomas Wilhelm (2015). „Simulationen zu Anwendungen der Totalreflexion“. In: *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule* 64.5, S. 34–38.
- Wenzel, Michael und Thomas Wilhelm (2017). „Interviews mit Physik-Gymnasiallehrkräften zum Computereinsatz“. In: *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis*. Hrsg. von Christian Maurer. Bd. 37, S. 111–114. URL: [http://gdcp.de/images/tagungsbaende/GDCP\\_Band37.pdf](http://gdcp.de/images/tagungsbaende/GDCP_Band37.pdf) (besucht am 23.02.2017).
- Wilhelm, Thomas, Dirk Dalichau und Arnim Lühken (2016). „Elektromobilität fächerübergreifend: Elektroautos im Fokus“. In: *MNU Journal* 2016.4, S. 234–240.
- Wilhelm, Thomas, Verena Tobias, Christine Waltner, Martin Hopf und Hartmut Wiesner (2012). „Design-Based Research am Beispiel der zweidimensional-dynamischen Mechanik“. In: *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung*. Hrsg. von Sascha Bernholt. Bd. 32. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Münster: Lit-Verlag, S. 31–47. URL: <http://www.thomas-wilhelm.net/veroeffentlichung/Plenarvortrag.pdf> (besucht am 17.07.2017).
- Wilhelm, Thomas und Thomas Trefzger (2010). „Erhebung zum Computereinsatz bei Physik-Gymnasiallehrern: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Hannover 2010“. In: *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. Berlin: FU Berlin. URL: <http://www.thomas-wilhelm.net/veroeffentlichung/Computereinsatz.pdf> (besucht am 24.03.2014).
- Yoon, Kwang Suk, Teresa Duncan, Silvia Wen-Yu Lee, Beth Scarloss und Kathy L. Shapley (2007). *Reviewing the Evidence on How Teacher Professional Development Affects Student Achievement: Issues & Answers Report. REL 2007-No. 033*. Washington, DC. URL: <http://ies.ed.gov/ncee/edlab> (besucht am 18.07.2017).



Bisher erschienene Bände der Reihe „*Studien zum Physik- und Chemielernen*“

ISSN 1614-8967 (vormals *Studien zum Physiklernen* ISSN 1435-5280)

- 1 Helmut Fischler, Jochen Peuckert (Hrsg.): Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie  
ISBN 978-3-89722-256-4 40.50 EUR
- 2 Anja Schoster: Bedeutungsentwicklungsprozesse beim Lösen algorithmischer Physikaufgaben. *Eine Fallstudie zu Lernprozessen von Schülern im Physiknachhilfeunterricht während der Bearbeitung algorithmischer Physikaufgaben*  
ISBN 978-3-89722-045-4 40.50 EUR
- 3 Claudia von Aufschnaiter: Bedeutungsentwicklungen, Interaktionen und situatives Erleben beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben  
ISBN 978-3-89722-143-7 40.50 EUR
- 4 Susanne Haerberlen: Lernprozesse im Unterricht mit Wasserstromkreisen. *Eine Fallstudie in der Sekundarstufe I*  
ISBN 978-3-89722-172-7 40.50 EUR
- 5 Kerstin Haller: Über den Zusammenhang von Handlungen und Zielen. *Eine empirische Untersuchung zu Lernprozessen im physikalischen Praktikum*  
ISBN 978-3-89722-242-7 40.50 EUR
- 6 Michaela Horstendahl: Motivationale Orientierungen im Physikunterricht  
ISBN 978-3-89722-227-4 50.00 EUR
- 7 Stefan Deylitz: Lernergebnisse in der Quanten-Atomphysik. *Evaluation des Bremer Unterrichtskonzepts*  
ISBN 978-3-89722-291-5 40.50 EUR
- 8 Lorenz Hucke: Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computergestützten Experimenten des physikalischen Praktikums  
ISBN 978-3-89722-316-5 50.00 EUR
- 9 Heike Theyßen: Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. *Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*  
ISBN 978-3-89722-334-9 40.50 EUR
- 10 Annette Schick: Der Einfluß von Interesse und anderen selbstbezogenen Kognitionen auf Handlungen im Physikunterricht. *Fallstudien zu Interessenhandlungen im Physikunterricht*  
ISBN 978-3-89722-380-6 40.50 EUR
- 11 Roland Berger: Moderne bildgebende Verfahren der medizinischen Diagnostik. *Ein Weg zu interessanterem Physikunterricht*  
ISBN 978-3-89722-445-2 40.50 EUR

- 12 Johannes Werner: Vom Licht zum Atom. *Ein Unterrichtskonzept zur Quantenphysik unter Nutzung des Zeigermodells*  
ISBN 978-3-89722-471-1 40.50 EUR
- 13 Florian Sander: Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum. *Eine empirische Untersuchung zum handlungsbezogenen Vorverständnis und dem Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum*  
ISBN 978-3-89722-482-7 40.50 EUR
- 14 Jörn Gerdes: Der Begriff der physikalischen Kompetenz. *Zur Validierung eines Konstruktes*  
ISBN 978-3-89722-510-7 40.50 EUR
- 15 Malte Meyer-Arndt: Interaktionen im Physikpraktikum zwischen Studierenden und Betreuern. *Feldstudie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen im physikalischen Praktikum*  
ISBN 978-3-89722-541-1 40.50 EUR
- 16 Dietmar Höttecke: Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. *Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*  
ISBN 978-3-89722-607-4 40.50 EUR
- 17 Gil Gabriel Mavanga: Entwicklung und Evaluation eines experimentell- und phänomenorientierten Optikcurriculums. *Untersuchung zu Schülervorstellungen in der Sekundarstufe I in Mosambik und Deutschland*  
ISBN 978-3-89722-721-7 40.50 EUR
- 18 Meike Ute Zastrow: Interaktive Experimentieranleitungen. *Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes zur Vorbereitung auf das Experimentieren mit Messgeräten im Physikalischen Praktikum*  
ISBN 978-3-89722-802-3 40.50 EUR
- 19 Gunnar Friege: Wissen und Problemlösen. *Eine empirische Untersuchung des wissenszentrierten Problemlösens im Gebiet der Elektrizitätslehre auf der Grundlage des Experten-Novizen-Vergleichs*  
ISBN 978-3-89722-809-2 40.50 EUR
- 20 Erich Starauschek: Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie*  
ISBN 978-3-89722-823-8 40.50 EUR
- 21 Roland Paatz: Charakteristika analogiebasierten Denkens. *Vergleich von Lernprozessen in Basis- und Zielbereich*  
ISBN 978-3-89722-944-0 40.50 EUR
- 22 Silke Mikelskis-Seifert: Die Entwicklung von Metakzepten zur Teilchenvorstellung bei Schülern. *Untersuchung eines Unterrichts über Modelle mithilfe eines Systems multipler Repräsentationsebenen*  
ISBN 978-3-8325-0013-9 40.50 EUR
- 23 Brunhild Landwehr: Distanzen von Lehrkräften und Studierenden des Sachunterrichts zur Physik. *Eine qualitativ-empirische Studie zu den Ursachen*  
ISBN 978-3-8325-0044-3 40.50 EUR

- 24 Lydia Murmann: Physiklernen zu Licht, Schatten und Sehen. *Eine phänomenografische Untersuchung in der Primarstufe*  
ISBN 978-3-8325-0060-3 40.50 EUR
- 25 Thorsten Bell: Strukturprinzipien der Selbstregulation. *Komplexe Systeme, Elementarisierungen und Lernprozessstudien für den Unterricht der Sekundarstufe II*  
ISBN 978-3-8325-0134-1 40.50 EUR
- 26 Rainer Müller: Quantenphysik in der Schule  
ISBN 978-3-8325-0186-0 40.50 EUR
- 27 Jutta Roth: Bedeutungsentwicklungsprozesse von Physikerinnen und Physikern in den Dimensionen Komplexität, Zeit und Inhalt  
ISBN 978-3-8325-0183-9 40.50 EUR
- 28 Andreas Saniter: Spezifika der Verhaltensmuster fortgeschrittener Studierender der Physik  
ISBN 978-3-8325-0292-8 40.50 EUR
- 29 Thomas Weber: Kumulatives Lernen im Physikunterricht. *Eine vergleichende Untersuchung in Unterrichtsgängen zur geometrischen Optik*  
ISBN 978-3-8325-0316-1 40.50 EUR
- 30 Markus Rehm: Über die Chancen und Grenzen moralischer Erziehung im naturwissenschaftlichen Unterricht  
ISBN 978-3-8325-0368-0 40.50 EUR
- 31 Marion Budde: Lernwirkungen in der Quanten-Atom-Physik. *Fallstudien über Resonanzen zwischen Lernangeboten und SchülerInnen-Vorstellungen*  
ISBN 978-3-8325-0483-0 40.50 EUR
- 32 Thomas Reyer: Oberflächenmerkmale und Tiefenstrukturen im Unterricht. *Exemplarische Analysen im Physikunterricht der gymnasialen Sekundarstufe*  
ISBN 978-3-8325-0488-5 40.50 EUR
- 33 Christoph Thomas Müller: Subjektive Theorien und handlungsleitende Kognitionen von Lehrern als Determinanten schulischer Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-0543-1 40.50 EUR
- 34 Gabriela Jonas-Ahrend: Physiklehrvorstellungen zum Experiment im Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-0576-9 40.50 EUR
- 35 Dimitrios Stavrou: Das Zusammenspiel von Zufall und Gesetzmäßigkeiten in der nicht-linearen Dynamik. *Didaktische Analyse und Lernprozesse*  
ISBN 978-3-8325-0609-4 40.50 EUR
- 36 Katrin Engeln: Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken  
ISBN 978-3-8325-0689-6 40.50 EUR
- 37 Susann Hartmann: Erklärungsvielfalt  
ISBN 978-3-8325-0730-5 40.50 EUR

- 38 Knut Neumann: Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker  
ISBN 978-3-8325-0762-6 40.50 EUR
- 39 Michael Späth: Kontextbedingungen für Physikunterricht an der Hauptschule. *Möglichkeiten und Ansatzpunkte für einen fachübergreifenden, handlungsorientierten und berufsorientierten Unterricht*  
ISBN 978-3-8325-0827-2 40.50 EUR
- 40 Jörg Hirsch: Interesse, Handlungen und situatives Erleben von Schülerinnen und Schülern beim Bearbeiten physikalischer Aufgaben  
ISBN 978-3-8325-0875-3 40.50 EUR
- 41 Monika Hüther: Evaluation einer hypermedialen Lernumgebung zum Thema Gasgesetze. *Eine Studie im Rahmen des Physikpraktikums für Studierende der Medizin*  
ISBN 978-3-8325-0911-8 40.50 EUR
- 42 Maike Tesch: Das Experiment im Physikunterricht. *Didaktische Konzepte und Ergebnisse einer Videostudie*  
ISBN 978-3-8325-0975-0 40.50 EUR
- 43 Nina Nicolai: Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base*  
ISBN 978-3-8325-1013-8 40.50 EUR
- 44 Antje Leisner: Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-1020-6 40.50 EUR
- 45 Stefan Rumann: Evaluation einer Interventionsstudie zur Säure-Base-Thematik  
ISBN 978-3-8325-1027-5 40.50 EUR
- 46 Thomas Wilhelm: Konzeption und Evaluation eines Kinematik/Dynamik-Lehrgangs zur Veränderung von Schülervorstellungen mit Hilfe dynamisch ikonischer Repräsentationen und graphischer Modellbildung – mit CD-ROM  
ISBN 978-3-8325-1046-6 45.50 EUR
- 47 Andrea Maier-Richter: Computerunterstütztes Lernen mit Lösungsbeispielen in der Chemie. *Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Löslichkeit*  
ISBN 978-3-8325-1046-6 40.50 EUR
- 48 Jochen Peuckert: Stabilität und Ausprägung kognitiver Strukturen zum Atombegriff  
ISBN 978-3-8325-1104-3 40.50 EUR
- 49 Maik Walpuski: Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturierungshilfen und Feedback  
ISBN 978-3-8325-1184-5 40.50 EUR
- 50 Helmut Fischler, Christiane S. Reiners (Hrsg.): Die Teilchenstruktur der Materie im Physik- und Chemieunterricht  
ISBN 978-3-8325-1225-5 34.90 EUR
- 51 Claudia Eysel: Interdisziplinäres Lehren und Lernen in der Lehrerbildung. *Eine empirische Studie zum Kompetenzerwerb in einer komplexen Lernumgebung*  
ISBN 978-3-8325-1238-5 40.50 EUR

- 52 Johannes Günther: Lehrerfortbildung über die Natur der Naturwissenschaften. *Studien über das Wissenschaftsverständnis von Grundschullehrkräften*  
ISBN 978-3-8325-1287-3 40.50 EUR
- 53 Christoph Neugebauer: Lernen mit Simulationen und der Einfluss auf das Problemlösen in der Physik  
ISBN 978-3-8325-1300-9 40.50 EUR
- 54 Andreas Schnirch: Gendergerechte Interessen- und Motivationsförderung im Kontext naturwissenschaftlicher Grundbildung. *Konzeption, Entwicklung und Evaluation einer multimedial unterstützten Lernumgebung*  
ISBN 978-3-8325-1334-4 40.50 EUR
- 55 Hilde Köster: Freies Explorieren und Experimentieren. *Eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*  
ISBN 978-3-8325-1348-1 40.50 EUR
- 56 Eva Heran-Dörr: Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung zur Förderung der physikdidaktischen Kompetenz von Sachunterrichtslehrkräften  
ISBN 978-3-8325-1377-1 40.50 EUR
- 57 Agnes Szabone Varnai: Unterstützung des Problemlösens in Physik durch den Einsatz von Simulationen und die Vorgabe eines strukturierten Kooperationsformats  
ISBN 978-3-8325-1403-7 40.50 EUR
- 58 Johannes Rethfeld: Aufgabenbasierte Lernprozesse in selbstorganisationsoffenem Unterricht der Sekundarstufe I zum Themengebiet ELEKTROSTATIK. *Eine Feldstudie in vier 10. Klassen zu einer kartenbasierten Lernumgebung mit Aufgaben aus der Elektrostatik*  
ISBN 978-3-8325-1416-7 40.50 EUR
- 59 Christian Henke: Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe. *Untersuchung am Beispiel des HIGHSEA-Projekts in Bremerhaven*  
ISBN 978-3-8325-1515-7 40.50 EUR
- 60 Lutz Kasper: Diskursiv-narrative Elemente für den Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer multimedialen Lernumgebung zum Erdmagnetismus*  
ISBN 978-3-8325-1537-9 40.50 EUR
- 61 Thorid Rabe: Textgestaltung und Aufforderung zu Selbsterklärungen beim Physiklernen mit Multimedia  
ISBN 978-3-8325-1539-3 40.50 EUR
- 62 Ina Glemnitz: Vertikale Vernetzung im Chemieunterricht. *Ein Vergleich von traditionellem Unterricht mit Unterricht nach Chemie im Kontext*  
ISBN 978-3-8325-1628-4 40.50 EUR
- 63 Erik Einhaus: Schülerkompetenzen im Bereich Wärmelehre. *Entwicklung eines Testinstruments zur Überprüfung und Weiterentwicklung eines normativen Modells fachbezogener Kompetenzen*  
ISBN 978-3-8325-1630-7 40.50 EUR

- 64 Jasmin Neuroth: Concept Mapping als Lernstrategie. *Eine Interventionsstudie zum Chemielernen aus Texten*  
ISBN 978-3-8325-1659-8 40.50 EUR
- 65 Hans Gerd Hegeler-Burkhart: Zur Kommunikation von Hauptschülerinnen und Hauptschülern in einem handlungsorientierten und fächerübergreifenden Unterricht mit physikalischen und technischen Inhalten  
ISBN 978-3-8325-1667-3 40.50 EUR
- 66 Karsten Rincke: Sprachentwicklung und Fachlernen im Mechanikunterricht. *Sprache und Kommunikation bei der Einführung in den Kraftbegriff*  
ISBN 978-3-8325-1699-4 40.50 EUR
- 67 Nina Strehle: Das Ion im Chemieunterricht. *Alternative Schülervorstellungen und curriculare Konsequenzen*  
ISBN 978-3-8325-1710-6 40.50 EUR
- 68 Martin Hopf: Problemorientierte Schülerexperimente  
ISBN 978-3-8325-1711-3 40.50 EUR
- 69 Anne Beerenwinkel: Fostering conceptual change in chemistry classes using expository texts  
ISBN 978-3-8325-1721-2 40.50 EUR
- 70 Roland Berger: Das Gruppenpuzzle im Physikunterricht der Sekundarstufe II. *Eine empirische Untersuchung auf der Grundlage der Selbstbestimmungstheorie der Motivation*  
ISBN 978-3-8325-1732-8 40.50 EUR
- 71 Giuseppe Colicchia: Physikunterricht im Kontext von Medizin und Biologie. *Entwicklung und Erprobung von Unterrichtseinheiten*  
ISBN 978-3-8325-1746-5 40.50 EUR
- 72 Sandra Winheller: Geschlechtsspezifische Auswirkungen der Lehrer-Schüler-Interaktion im Chemieanfangsunterricht  
ISBN 978-3-8325-1757-1 40.50 EUR
- 73 Isabel Wahser: Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-1815-8 40.50 EUR
- 74 Claus Brell: Lernmedien und Lernerfolg - reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht. *Empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) zum Computereinsatz mit Simulation und IBE*  
ISBN 978-3-8325-1829-5 40.50 EUR
- 75 Rainer Wackermann: Überprüfung der Wirksamkeit eines Basismodell-Trainings für Physiklehrer  
ISBN 978-3-8325-1882-0 40.50 EUR
- 76 Oliver Tepner: Effektivität von Aufgaben im Chemieunterricht der Sekundarstufe I  
ISBN 978-3-8325-1919-3 40.50 EUR

- 77 Claudia Geyer: Museums- und Science-Center-Besuche im naturwissenschaftlichen Unterricht aus einer motivationalen Perspektive. *Die Sicht von Lehrkräften und Schülerinnen und Schülern*  
ISBN 978-3-8325-1922-3 40.50 EUR
- 78 Tobias Leonhard: Professionalisierung in der Lehrerbildung. *Eine explorative Studie zur Entwicklung professioneller Kompetenzen in der Lehrererstausbildung*  
ISBN 978-3-8325-1924-7 40.50 EUR
- 79 Alexander Kauertz: Schwierigkeitserzeugende Merkmale physikalischer Leistungstestaufgaben  
ISBN 978-3-8325-1925-4 40.50 EUR
- 80 Regina Hübinger: Schüler auf Weltreise. *Entwicklung und Evaluation von Lehr-/Lernmaterialien zur Förderung experimentell-naturwissenschaftlicher Kompetenzen für die Jahrgangsstufen 5 und 6*  
ISBN 978-3-8325-1932-2 40.50 EUR
- 81 Christine Waltner: Physik lernen im Deutschen Museum  
ISBN 978-3-8325-1933-9 40.50 EUR
- 82 Torsten Fischer: Handlungsmuster von Physiklehrkräften beim Einsatz neuer Medien. *Fallstudien zur Unterrichtspraxis*  
ISBN 978-3-8325-1948-3 42.00 EUR
- 83 Corinna Kieren: Chemiehausaufgaben in der Sekundarstufe I des Gymnasiums. *Fragebogenerhebung zur gegenwärtigen Praxis und Entwicklung eines optimierten Hausaufgabendesigns im Themenbereich Säure-Base*  
978-3-8325-1975-9 37.00 EUR
- 84 Marco Thiele: Modelle der Thermohalinen Zirkulation im Unterricht. *Eine empirische Studie zur Förderung des Modellverständnisses*  
ISBN 978-3-8325-1982-7 40.50 EUR
- 85 Bernd Zinn: Physik lernen, um Physik zu lehren. *Eine Möglichkeit für interessanteren Physikunterricht*  
ISBN 978-3-8325-1995-7 39.50 EUR
- 86 Esther Klaes: Außerschulische Lernorte im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Die Perspektive der Lehrkraft*  
ISBN 978-3-8325-2006-9 43.00 EUR
- 87 Marita Schmidt: Kompetenzmodellierung und -diagnostik im Themengebiet Energie der Sekundarstufe I. *Entwicklung und Erprobung eines Testinventars*  
ISBN 978-3-8325-2024-3 37.00 EUR
- 88 Gudrun Franke-Braun: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. *Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*  
ISBN 978-3-8325-2026-7 38.00 EUR
- 89 Silke Klos: Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht. *Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts*  
ISBN 978-3-8325-2133-2 37.00 EUR

- 90 Ulrike Elisabeth Burkard: Quantenphysik in der Schule. *Bestandsaufnahme, Perspektiven und Weiterentwicklungsmöglichkeiten durch die Implementation eines Medienservers*  
ISBN 978-3-8325-2215-5 43.00 EUR
- 91 Ulrike Gromadecki: Argumente in physikalischen Kontexten. *Welche Geltungsgründe halten Physikanfänger für überzeugend?*  
ISBN 978-3-8325-2250-6 41.50 EUR
- 92 Jürgen Bruns: Auf dem Weg zur Förderung naturwissenschaftsspezifischer Vorstellungen von zukünftigen Chemie-Lehrenden  
ISBN 978-3-8325-2257-5 43.50 EUR
- 93 Cornelius Marsch: Räumliche Atomvorstellung. *Entwicklung und Erprobung eines Unterrichtskonzeptes mit Hilfe des Computers*  
ISBN 978-3-8325-2293-3 82.50 EUR
- 94 Maja Brückmann: Sachstrukturen im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Videostudie*  
ISBN 978-3-8325-2272-8 39.50 EUR
- 95 Sabine Fechner: Effects of Context-oriented Learning on Student Interest and Achievement in Chemistry Education  
ISBN 978-3-8325-2343-5 36.50 EUR
- 96 Clemens Nagel: eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum  
ISBN 978-3-8325-2355-8 39.50 EUR
- 97 Josef Riese: Professionelles Wissen und professionelle Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften  
ISBN 978-3-8325-2376-3 39.00 EUR
- 98 Sascha Bernholt: Kompetenzmodellierung in der Chemie. *Theoretische und empirische Reflexion am Beispiel des Modells hierarchischer Komplexität*  
ISBN 978-3-8325-2447-0 40.00 EUR
- 99 Holger Christoph Stawitz: Auswirkung unterschiedlicher Aufgabenprofile auf die Schülerleistung. *Vergleich von Naturwissenschafts- und Problemlöseaufgaben der PISA 2003-Studie*  
ISBN 978-3-8325-2451-7 37.50 EUR
- 100 Hans Ernst Fischer, Elke Sumfleth (Hrsg.): nwu-essen – 10 Jahre Essener Forschung zum naturwissenschaftlichen Unterricht  
ISBN 978-3-8325-3331-1 40.00 EUR
- 101 Hendrik Härtig: Sachstrukturen von Physikschulbüchern als Grundlage zur Bestimmung der Inhaltsvalidität eines Tests  
ISBN 978-3-8325-2512-5 34.00 EUR
- 102 Thomas Grüß-Niehaus: Zum Verständnis des Löslichkeitskonzeptes im Chemieunterricht. *Der Effekt von Methoden progressiver und kollaborativer Reflexion*  
ISBN 978-3-8325-2537-8 40.50 EUR
- 103 Patrick Bronner: Quantenoptische Experimente als Grundlage eines Curriculums zur Quantenphysik des Photons



- ISBN 978-3-8325-2540-8      36.00 EUR
- 104 Adrian Voßkühler: Blickbewegungsmessung an Versuchsaufbauten. *Studien zur Wahrnehmung, Verarbeitung und Usability von physikbezogenen Experimenten am Bildschirm und in der Realität*  
ISBN 978-3-8325-2548-4      47.50 EUR
- 105 Verena Tobias: Newton'sche Mechanik im Anfangsunterricht. *Die Wirksamkeit einer Einführung über die zweidimensionale Dynamik auf das Lehren und Lernen*  
ISBN 978-3-8325-2558-3      54.00 EUR
- 106 Christian Rogge: Entwicklung physikalischer Konzepte in aufgabenbasierten Lernumgebungen  
ISBN 978-3-8325-2574-3      45.00 EUR
- 107 Mathias Ropohl: Modellierung von Schülerkompetenzen im Basiskonzept Chemische Reaktion. *Entwicklung und Analyse von Testaufgaben*  
ISBN 978-3-8325-2609-2      36.50 EUR
- 108 Christoph Kulgemeyer: Physikalische Kommunikationskompetenz. *Modellierung und Diagnostik*  
ISBN 978-3-8325-2674-0      44.50 EUR
- 109 Jennifer Olszewski: The Impact of Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Teacher Actions and Student Outcomes  
ISBN 978-3-8325-2680-1      33.50 EUR
- 110 Annika Ohle: Primary School Teachers' Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching and Students' Achievement  
ISBN 978-3-8325-2684-9      36.50 EUR
- 111 Susanne Mannel: Assessing scientific inquiry. *Development and evaluation of a test for the low-performing stage*  
ISBN 978-3-8325-2761-7      40.00 EUR
- 112 Michael Plomer: Physik physiologisch passend praktiziert. *Eine Studie zur Lernwirksamkeit von traditionellen und adressatenspezifischen Physikpraktika für die Physiologie*  
ISBN 978-3-8325-2804-1      34.50 EUR
- 113 Alexandra Schulz: Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. *Eine Videostudie*  
ISBN 978-3-8325-2817-1      40.00 EUR
- 114 Franz Boczianowski: Eine empirische Untersuchung zu Vektoren im Physikunterricht der Mittelstufe  
ISBN 978-3-8325-2843-0      39.50 EUR
- 115 Maria Ploog: Internetbasiertes Lernen durch Textproduktion im Fach Physik  
ISBN 978-3-8325-2853-9      39.50 EUR

- 116 Anja Dhein: Lernen in Explorier- und Experimentiersituationen. *Eine explorative Studie zu Bedeutungsentwicklungsprozessen bei Kindern im Alter zwischen 4 und 6 Jahren*  
ISBN 978-3-8325-2859-1 45.50 EUR
- 117 Irene Neumann: Beyond Physics Content Knowledge. *Modeling Competence Regarding Nature of Scientific Inquiry and Nature of Scientific Knowledge*  
ISBN 978-3-8325-2880-5 37.00 EUR
- 118 Markus Emden: Prozessorientierte Leistungsmessung des naturwissenschaftlich-experimentellen Arbeitens. *Eine vergleichende Studie zu Diagnoseinstrumenten zu Beginn der Sekundarstufe I*  
ISBN 978-3-8325-2867-6 38.00 EUR
- 119 Birgit Hofmann: Analyse von Blickbewegungen von Schülern beim Lesen von physikbezogenen Texten mit Bildern. *Eye Tracking als Methodenwerkzeug in der physikdidaktischen Forschung*  
ISBN 978-3-8325-2925-3 59.00 EUR
- 120 Rebecca Knobloch: Analyse der fachinhaltlichen Qualität von Schüleräußerungen und deren Einfluss auf den Lernerfolg. *Eine Videostudie zu kooperativer Kleingruppenarbeit*  
ISBN 978-3-8325-3006-8 36.50 EUR
- 121 Julia Hostenbach: Entwicklung und Prüfung eines Modells zur Beschreibung der Bewertungskompetenz im Chemieunterricht  
ISBN 978-3-8325-3013-6 38.00 EUR
- 122 Anna Windt: Naturwissenschaftliches Experimentieren im Elementarbereich. *Evaluation verschiedener Lernsituationen*  
ISBN 978-3-8325-3020-4 43.50 EUR
- 123 Eva Kölbach: Kontexteinflüsse beim Lernen mit Lösungsbeispielen  
ISBN 978-3-8325-3025-9 38.50 EUR
- 124 Anna Lau: Passung und vertikale Vernetzung im Chemie- und Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-3021-1 36.00 EUR
- 125 Jan Lamprecht: Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskompetenz. *Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik*  
ISBN 978-3-8325-3035-8 38.50 EUR
- 126 Ulrike Böhm: Förderung von Verstehensprozessen unter Einsatz von Modellen  
ISBN 978-3-8325-3042-6 41.00 EUR
- 127 Sabrina Dollny: Entwicklung und Evaluation eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehrkräften  
ISBN 978-3-8325-3046-4 37.00 EUR

- 128 Monika Zimmermann: Naturwissenschaftliche Bildung im Kindergarten. *Eine integrative Längsschnittstudie zur Kompetenzentwicklung von Erzieherinnen*  
ISBN 978-3-8325-3053-2 54.00 EUR
- 129 Ulf Saballus: Über das Schlussfolgern von Schülerinnen und Schülern zu öffentlichen Kontroversen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund. *Eine Fallstudie*  
ISBN 978-3-8325-3086-0 39.50 EUR
- 130 Olaf Krey: Zur Rolle der Mathematik in der Physik. *Wissenschaftstheoretische Aspekte und Vorstellungen Physiklernender*  
ISBN 978-3-8325-3101-0 46.00 EUR
- 131 Angelika Wolf: Zusammenhänge zwischen der Eigenständigkeit im Physikunterricht, der Motivation, den Grundbedürfnissen und dem Lernerfolg von Schülern  
ISBN 978-3-8325-3161-4 45.00 EUR
- 132 Johannes Börlin: Das Experiment als Lerngelegenheit. *Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*  
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 133 Olaf Uhden: Mathematisches Denken im Physikunterricht. *Theorieentwicklung und Problemanalyse*  
ISBN 978-3-8325-3170-6 45.00 EUR
- 134 Christoph Gut: Modellierung und Messung experimenteller Kompetenz. *Analyse eines large-scale Experimentiertests*  
ISBN 978-3-8325-3213-0 40.00 EUR
- 135 Antonio Rueda: Lernen mit ExploMultimedial in kolumbianischen Schulen. *Analyse von kurzzeitigen Lernprozessen und der Motivation beim länderübergreifenden Einsatz einer deutschen computergestützten multimedialen Lernumgebung für den naturwissenschaftlichen Unterricht*  
ISBN 978-3-8325-3218-5 45.50 EUR
- 136 Krisztina Berger: Bilder, Animationen und Notizen. *Empirische Untersuchung zur Wirkung einfacher visueller Repräsentationen und Notizen auf den Wissenserwerb in der Optik*  
ISBN 978-3-8325-3238-3 41.50 EUR
- 137 Antony Crossley: Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher physikalischer Konzepte auf den Wissenserwerb in der Thermodynamik der Sekundarstufe I  
ISBN 978-3-8325-3275-8 40.00 EUR
- 138 Tobias Viering: Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. *Validierung eines Kompetenzentwicklungsmodells für das Energiekonzept im Bereich Fachwissen*  
ISBN 978-3-8325-3277-2 37.00 EUR
- 139 Nico Schreiber: Diagnostik experimenteller Kompetenz. *Validierung technologiegestützter Testverfahren im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells*  
ISBN 978-3-8325-3284-0 39.00 EUR

- 140 Sarah Hundertmark: Einblicke in kollaborative Lernprozesse. *Eine Fallstudie zur reflektierenden Zusammenarbeit unterstützt durch die Methoden Concept Mapping und Lernbegleitbogen*  
ISBN 978-3-8325-3251-2 43.00 EUR
- 141 Ronny Scherer: Analyse der Struktur, Messinvarianz und Ausprägung komplexer Problemlösekompetenz im Fach Chemie. *Eine Querschnittstudie in der Sekundarstufe I und am Übergang zur Sekundarstufe II*  
ISBN 978-3-8325-3312-0 43.00 EUR
- 142 Patricia Heitmann: Bewertungskompetenz im Rahmen naturwissenschaftlicher Problemlöseprozesse. *Modellierung und Diagnose der Kompetenzen Bewertung und analytisches Problemlösen für das Fach Chemie*  
ISBN 978-3-8325-3314-4 37.00 EUR
- 143 Jan Fleischhauer: Wissenschaftliches Argumentieren und Entwicklung von Konzepten beim Lernen von Physik  
ISBN 978-3-8325-3325-0 35.00 EUR
- 144 Nermin Özcan: Zum Einfluss der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie. *Eine Förderstudie zur Fachsprache im Chemieunterricht*  
ISBN 978-3-8325-3328-1 36.50 EUR
- 145 Helena van Vorst: Kontextmerkmale und ihr Einfluss auf das Schülerinteresse im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-3321-2 38.50 EUR
- 146 Janine Cappell: Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase  
ISBN 978-3-8325-3356-4 38.50 EUR
- 147 Susanne Bley: Förderung von Transferprozessen im Chemieunterricht  
ISBN 978-3-8325-3407-3 40.50 EUR
- 148 Cathrin Blaes: Die übungsgestützte Lehrerpräsentation im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Evaluation der Effektivität*  
ISBN 978-3-8325-3409-7 43.50 EUR
- 149 Julia Suckut: Die Wirksamkeit von piko-OWL als Lehrerfortbildung. Eine Evaluation zum Projekt *Physik im Kontext* in Fallstudien  
ISBN 978-3-8325-3440-0 45.00 EUR
- 150 Alexandra Dorschu: Die Wirkung von Kontexten in Physikkompetenztestaufgaben  
ISBN 978-3-8325-3446-2 37.00 EUR
- 151 Jochen Scheid: Multiple Repräsentationen, Verständnis physikalischer Experimente und kognitive Aktivierung: *Ein Beitrag zur Entwicklung der Aufgabenkultur*  
ISBN 978-3-8325-3449-3 49.00 EUR
- 152 Tim Plasa: Die Wahrnehmung von Schülerlaboren und Schülerforschungszentren  
ISBN 978-3-8325-3483-7 35.50 EUR

- 153 Felix Schoppmeier: Physikkompetenz in der gymnasialen Oberstufe. *Entwicklung und Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für den Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen*  
ISBN 978-3-8325-3502-5 36.00 EUR
- 154 Katharina Groß: Experimente alternativ dokumentieren. *Eine qualitative Studie zur Förderung der Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung*  
ISBN 978-3-8325-3508-7 43.50 EUR
- 155 Barbara Hank: Konzeptwandelprozesse im Anfangsunterricht Chemie. *Eine quasixperimentelle Längsschnittstudie*  
ISBN 978-3-8325-3519-3 38.50 EUR
- 156 Katja Freyer: Zum Einfluss von Studieneingangsvoraussetzungen auf den Studienerfolg Erstsemesterstudierender im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-3544-5 38.00 EUR
- 157 Alexander Rachel: Auswirkungen instruktionaler Hilfen bei der Einführung des (Ferro-)Magnetismus. *Eine Vergleichsstudie in der Primar- und Sekundarstufe*  
ISBN 978-3-8325-3548-3 43.50 EUR
- 158 Sebastian Ritter: Einfluss des Lerninhalts Nanogrößeneffekte auf Teilchen- und Teilchenmodellvorstellungen von Schülerinnen und Schülern  
ISBN 978-3-8325-3558-2 36.00 EUR
- 159 Andrea Harbach: Problemorientierung und Vernetzung in kontextbasierten Lernaufgaben  
ISBN 978-3-8325-3564-3 39.00 EUR
- 160 David Obst: Interaktive Tafeln im Physikunterricht. *Entwicklung und Evaluation einer Lehrerfortbildung*  
ISBN 978-3-8325-3582-7 40.50 EUR
- 161 Sophie Kirschner: Modellierung und Analyse des Professionswissens von Physiklehrkräften  
ISBN 978-3-8325-3601-5 35.00 EUR
- 162 Katja Stief: Selbstregulationsprozesse und Hausaufgabenmotivation im Chemieunterricht  
ISBN 978-3-8325-3631-2 34.00 EUR
- 163 Nicola Meschede: Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. *Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung*  
ISBN 978-3-8325-3668-8 37.00 EUR
- 164 Johannes Maximilian Barth: Experimentieren im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. *Eine Rekonstruktion übergeordneter Einbettungsstrategien*  
ISBN 978-3-8325-3681-7 39.00 EUR
- 165 Sandra Lein: Das Betriebspraktikum in der Lehrerbildung. *Eine Untersuchung zur Förderung der Wissenschafts- und Technikbildung im allgemeinbildenden Unterricht*  
ISBN 978-3-8325-3698-5 40.00 EUR

- 166 Veranika Maiseyenko: Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht. *Praxistauglichkeit und Lernwirkungen*  
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR
- 167 Christoph Stolzenberger: Der Einfluss der didaktischen Lernumgebung auf das Erreichen geforderter Bildungsziele am Beispiel der W- und P-Seminare im Fach Physik  
ISBN 978-3-8325-3708-1 38.00 EUR
- 168 Pia Altenburger: Mehrebenenregressionsanalysen zum Physiklernen im Sachunterricht der Primarstufe. *Ergebnisse einer Evaluationsstudie.*  
ISBN 978-3-8325-3717-3 37.50 EUR
- 169 Nora Ferber: Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung von Kompetenzentwicklung im Fach Chemie in der Sekundarstufe I  
ISBN 978-3-8325-3727-2 39.50 EUR
- 170 Anita Stender: Unterrichtsplanung: Vom Wissen zum Handeln. Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung  
ISBN 978-3-8325-3750-0 41.50 EUR
- 171 Jenna Koenen: Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen  
ISBN 978-3-8325-3785-2 43.00 EUR
- 172 Teresa Henning: Empirische Untersuchung kontextorientierter Lernumgebungen in der Hochschuldidaktik. *Entwicklung und Evaluation kontextorientierter Aufgaben in der Studieneingangsphase für Fach- und Nebenfachstudierende der Physik*  
ISBN 978-3-8325-3801-9 43.00 EUR
- 173 Alexander Pusch: Fachspezifische Instrumente zur Diagnose und individuellen Förderung von Lehramtsstudierenden der Physik  
ISBN 978-3-8325-3829-3 38.00 EUR
- 174 Christoph Vogelsang: Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften. *Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*  
ISBN 978-3-8325-3846-0 50.50 EUR
- 175 Ingo Brebeck: Selbstreguliertes Lernen in der Studieneingangsphase im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-3859-0 37.00 EUR
- 176 Axel Eghtessad: Merkmale und Strukturen von Professionalisierungsprozessen in der ersten und zweiten Phase der Chemielehrerbildung. *Eine empirisch-qualitative Studie mit niedersächsischen Fachleiter\_innen der Sekundarstufenlehrämter*  
ISBN 978-3-8325-3861-3 45.00 EUR
- 177 Andreas Nehring: Wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Fach Chemie. Eine kompetenzorientierte Modell- und Testentwicklung für den Bereich der Erkenntnisgewinnung  
ISBN 978-3-8325-3872-9 39.50 EUR

- 178 Maike Schmidt: Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“  
ISBN 978-3-8325-3907-8 38.50 EUR
- 179 Jan Winkelmann: Auswirkungen auf den Fachwissenszuwachs und auf affektive Schülermerkmale durch Schüler- und Demonstrationsexperimente im Physikunterricht  
ISBN 978-3-8325-3915-3 41.00 EUR
- 180 Iwen Kobow: Entwicklung und Validierung eines Testinstrumentes zur Erfassung der Kommunikationskompetenz im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-3927-6 34.50 EUR
- 181 Yvonne Gramzow: Fachdidaktisches Wissen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik. Modellierung und Testkonstruktion  
ISBN 978-3-8325-3931-3 42.50 EUR
- 182 Evelin Schröter: Entwicklung der Kompetenzerwartung durch Lösen physikalischer Aufgaben einer multimedialen Lernumgebung  
ISBN 978-3-8325-3975-7 54.50 EUR
- 183 Inga Kallweit: Effektivität des Einsatzes von Selbsteinschätzungsbögen im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Individuelle Förderung durch selbstreguliertes Lernen*  
ISBN 978-3-8325-3965-8 44.00 EUR
- 184 Andrea Schumacher: Paving the way towards authentic chemistry teaching. *A contribution to teachers' professional development*  
ISBN 978-3-8325-3976-4 48.50 EUR
- 185 David Woitkowski: Fachliches Wissen Physik in der Hochschulausbildung. *Konzeptualisierung, Messung, Niveaubildung*  
ISBN 978-3-8325-3988-7 53.00 EUR
- 186 Marianne Korner: Cross-Age Peer Tutoring in Physik. *Evaluation einer Unterrichtsmethode*  
ISBN 978-3-8325-3979-5 38.50 EUR
- 187 Simone Nakoinz: Untersuchung zur Verknüpfung submikroskopischer und makroskopischer Konzepte im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-4057-9 38.50 EUR
- 188 Sandra Anus: Evaluation individueller Förderung im Chemieunterricht. *Adaptivität von Lerninhalten an das Vorwissen von Lernenden am Beispiel des Basiskonzeptes Chemische Reaktion*  
ISBN 978-3-8325-4059-3 43.50 EUR
- 189 Thomas Roßbegalle: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zum besseren Verständnis atmosphärischer Phänomene. *Treibhauseffekt, saurer Regen und stratosphärischer Ozonabbau als Kontexte zur Vermittlung von Basiskonzepten der Chemie*  
ISBN 978-3-8325-4059-3 45.50 EUR
- 190 Kathrin Steckenmesser-Sander: Gemeinsamkeiten und Unterschiede physikbezogener Handlungs-, Denk- und Lernprozesse von Mädchen und Jungen  
ISBN 978-3-8325-4066-1 38.50 EUR

- 191 Cornelia Geller: Lernprozessorientierte Sequenzierung des Physikunterrichts im Zusammenhang mit Fachwissenserwerb. *Eine Videostudie in Finnland, Deutschland und der Schweiz*  
ISBN 978-3-8325-4082-1 35.50 EUR
- 192 Jan Hofmann: Untersuchung des Kompetenzaufbaus von Physiklehrkräften während einer Fortbildungsmaßnahme  
ISBN 978-3-8325-4104-0 38.50 EUR
- 193 Andreas Dickhäuser: Chemiespezifischer Humor. *Theoriebildung, Materialentwicklung, Evaluation*  
ISBN 978-3-8325-4108-8 37.00 EUR
- 194 Stefan Korte: Die Grenzen der Naturwissenschaft als Thema des Physikunterrichts  
ISBN 978-3-8325-4112-5 57.50 EUR
- 195 Carolin Hülsmann: Kurswahlmotive im Fach Chemie. Eine Studie zum Wahlverhalten und Erfolg von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe  
ISBN 978-3-8325-4144-6 49.00 EUR
- 196 Caroline Körbs: Mindeststandards im Fach Chemie am Ende der Pflichtschulzeit  
ISBN 978-3-8325-4148-4 34.00 EUR
- 197 Andreas Vorholzer: Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? *Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes*  
ISBN 978-3-8325-4194-1 37.50 EUR
- 198 Anna Katharina Schmitt: Entwicklung und Evaluation einer Chemielehrerfortbildung zum Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung  
ISBN 978-3-8325-4228-3 39.50 EUR
- 199 Christian Maurer: Strukturierung von Lehr-Lern-Sequenzen  
ISBN 978-3-8325-4247-4 36.50 EUR
- 200 Helmut Fischler, Elke Sumfleth (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften der Chemie und Physik  
ISBN 978-3-8325-4523-9 34.00 EUR
- 201 Simon Zander: Lehrerfortbildung zu Basismodellen und Zusammenhänge zum Fachwissen  
ISBN 978-3-8325-4248-1 35.00 EUR
- 202 Kerstin Arndt: Experimentierkompetenz erfassen.  
*Analyse von Prozessen und Mustern am Beispiel von Lehramtsstudierenden der Chemie*  
ISBN 978-3-8325-4266-5 45.00 EUR
- 203 Christian Lang: Kompetenzorientierung im Rahmen experimentalchemischer Praktika  
ISBN 978-3-8325-4268-9 42.50 EUR
- 204 Eva Cauet: Testen wir relevantes Wissen? *Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften und gutem und erfolgreichem Unterrichten*  
ISBN 978-3-8325-4276-4 39.50 EUR



- 205 Patrick Löffler: Modellanwendung in Problemlöseaufgaben. *Wie wirkt Kontext?*  
ISBN 978-3-8325-4303-7 35.00 EUR
- 206 Carina Gehlen: Kompetenzstruktur naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung im Fach Chemie  
ISBN 978-3-8325-4318-1 43.00 EUR
- 207 Lars Oettinghaus: Lehrerüberzeugungen und physikbezogenes Professionswissen. *Vergleich von Absolventinnen und Absolventen verschiedener Ausbildungswege im Physikreferendariat*  
ISBN 978-3-8325-4319-8 38.50 EUR
- 208 Jennifer Petersen: Zum Einfluss des Merkmals Humor auf die Gesundheitsförderung im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. *Eine Interventionsstudie zum Thema Sonnenschutz*  
ISBN 978-3-8325-4348-8 40.00 EUR
- 209 Philipp Straube: Modellierung und Erfassung von Kompetenzen naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung bei (Lehramts-) Studierenden im Fach Physik  
ISBN 978-3-8325-4351-8 35.50 EUR
- 210 Martin Dickmann: Messung von Experimentierfähigkeiten. *Validierungsstudien zur Qualität eines computerbasierten Testverfahrens*  
ISBN 978-3-8325-4356-3 41.00 EUR
- 211 Markus Bohlmann: Science Education. Empirie, Kulturen und Mechanismen der Didaktik der Naturwissenschaften  
ISBN 978-3-8325-4377-8 44.00 EUR
- 212 Martin Draude: Die Kompetenz von Physiklehrkräften, Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Experimentieren zu diagnostizieren  
ISBN 978-3-8325-4382-2 37.50 EUR
- 213 Henning Rode: Prototypen evidenzbasierten Physikunterrichts. *Zwei empirische Studien zum Einsatz von Feedback und Blackboxes in der Sekundarstufe*  
ISBN 978-3-8325-4389-1 42.00 EUR
- 214 Jan-Henrik Kechel: Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. *Eine qualitative Studie am Beispiel einer Experimentieraufgabe zum Hooke'schen Gesetz*  
ISBN 978-3-8325-4392-1 55.00 EUR
- 215 Katharina Fricke: Classroom Management and its Impact on Lesson Outcomes in Physics. *A multi-perspective comparison of teaching practices in primary and secondary schools*  
ISBN 978-3-8325-4394-5 40.00 EUR
- 216 Hannes Sander: Orientierungen von Jugendlichen beim Urteilen und Entscheiden in Kontexten nachhaltiger Entwicklung. *Eine rekonstruktive Perspektive auf Bewertungskompetenz in der Didaktik der Naturwissenschaft*  
ISBN 978-3-8325-4434-8 46.00 EUR

- 217 Inka Haak: Maßnahmen zur Unterstützung kognitiver und metakognitiver Prozesse in der Studieneingangsphase. *Eine Design-Based-Research-Studie zum universitären Lernzentrum Physiktreff*  
ISBN 978-3-8325-4437-9 46.50 EUR
- 218 Martina Brandenburger: Was beeinflusst den Erfolg beim Problemlösen in der Physik? *Eine Untersuchung mit Studierenden*  
ISBN 978-3-8325-4409-6 42.50 EUR
- 219 Corinna Helms: Entwicklung und Evaluation eines Trainings zur Verbesserung der Erklärqualität von Schülerinnen und Schülern im Gruppenpuzzle  
ISBN 978-3-8325-4454-6 42.50 EUR
- 220 Viktoria Rath: Diagnostische Kompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Modellierung, Testinstrumentenentwicklung und Erhebung der Performanz bei der Diagnose von Schülervorstellungen in der Mechanik*  
ISBN 978-3-8325-4456-0 42.50 EUR
- 221 Janne Krüger: Schülerperspektiven auf die zeitliche Entwicklung der Naturwissenschaften  
ISBN 978-3-8325-4457-7 45.50 EUR
- 222 Stefan Mutke: Das Professionswissen von Chemiereferendarinnen und -referendaren in Nordrhein-Westfalen. *Eine Längsschnittstudie*  
ISBN 978-3-8325-4458-4 37.50 EUR
- 223 Sebastian Habig: Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren  
ISBN 978-3-8325-4467-6 40.50 EUR
- 224 Sven Liepertz: Zusammenhang zwischen dem Professionswissen von Physiklehrkräften, dem sachstrukturellen Angebot des Unterrichts und der Schülerleistung  
ISBN 978-3-8325-4480-5 34.00 EUR
- 225 Elina Platova: Optimierung eines Laborpraktikums durch kognitive Aktivierung  
ISBN 978-3-8325-4481-2 39.00 EUR
- 226 Tim Reschke: Lesegeschichten im Chemieunterricht der Sekundarstufe I zur Unterstützung von situationalem Interesse und Lernerfolg  
ISBN 978-3-8325-4487-4 41.00 EUR
- 227 Lena Mareike Walper: Entwicklung der physikbezogenen Interessen und selbstbezogenen Kognitionen von Schülerinnen und Schülern in der Übergangsphase von der Primar- in die Sekundarstufe. *Eine Längsschnittanalyse vom vierten bis zum siebten Schuljahr*  
ISBN 978-3-8325-4495-9 43.00 EUR
- 228 Stefan Anthofer: Förderung des fachspezifischen Professionswissens von Chemielehramtsstudierenden  
ISBN 978-3-8325-4498-0 39.50 EUR
- 229 Marcel Bullinger: Handlungsorientiertes Physiklernen mit instruierten Selbsterklärungen in der Primarstufe. *Eine experimentelle Laborstudie*  
ISBN 978-3-8325-4504-8 44.00 EUR

- 230 Thomas Amenda: Bedeutung fachlicher Elementarisierungen für das Verständnis der Kinematik  
ISBN 978-3-8325-4531-4 43.50 EUR
- 231 Sabrina Milke: Beeinflusst *Priming* das Physiklernen?  
*Eine empirische Studie zum Dritten Newtonschen Axiom*  
ISBN 978-3-8325-4549-4 42.00 EUR
- 232 Corinna Erfmann: Ein anschaulicher Weg zum Verständnis der elektromagnetischen Induktion. *Evaluation eines Unterrichtsvorschlags und Validierung eines Leistungsdiagnoseinstruments*  
ISBN 978-3-8325-4550-5 49.50 EUR
- 233 Hanne Rautenstrauch: Erhebung des (Fach-)Sprachstandes bei Lehramtsstudierenden im Kontext des Faches Chemie  
ISBN 978-3-8325-4556-7 40.50 EUR
- 234 Tobias Klug: Wirkung kontextorientierter physikalischer Praktikumsversuche auf Lernprozesse von Studierenden der Medizin  
ISBN 978-3-8325-4558-1 37.00 EUR
- 235 Mareike Bohrmann: Zur Förderung des Verständnisses der Variablenkontrolle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht  
ISBN 978-3-8325-4559-8 52.00 EUR
- 236 Anja Schödl: FALKO-Physik – Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik. *Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften*  
ISBN 978-3-8325-4553-6 40.50 EUR
- 237 Hilda Scheuermann: Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie beim Planen von Experimenten  
ISBN 978-3-8325-4568-0 39.00 EUR
- 238 Christian G. Strippel: Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung an chemischen Inhalten vermitteln. *Konzeption und empirische Untersuchung einer Ausstellung mit Experimentierstation*  
ISBN 978-3-8325-4577-2 41.50 EUR
- 239 Sarah Rau: Durchführung von Sachunterricht im Vorbereitungsdienst. *Eine längsschnittliche, videobasierte Unterrichtsanalyse*  
ISBN 978-3-8325-4579-6 46.00 EUR
- 240 Thomas Plotz: Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung. *Empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*  
ISBN 978-3-8325-4624-3 39.50 EUR

- 241 Wolfgang Aschauer: Elektrische und magnetische Felder. *Eine empirische Studie zu Lernprozessen in der Sekundarstufe II*  
ISBN 978-3-8325-4625-0 50.00 EUR
- 242 Anna Donhauser: Didaktisch rekonstruierte Materialwissenschaft. *Aufbau und Konzeption eines Schülerlabors für den Exzellenzcluster Engineering of Advanced Materials*  
ISBN 978-3-8325-4636-6 39.00 EUR
- 243 Katrin Schüßler: Lernen mit Lösungsbeispielen im Chemieunterricht. *Einflüsse auf Lernerfolg, kognitive Belastung und Motivation*  
ISBN 978-3-8325-4640-3 42.50 EUR
- 244 Timo Fleischer: Untersuchung der chemischen Fachsprache unter besonderer Berücksichtigung chemischer Repräsentationen  
ISBN 978-3-8325-4642-7 46.50 EUR
- 245 Rosina Steininger: Concept Cartoons als Stimuli für Kleingruppendiskussionen im Chemieunterricht. *Beschreibung und Analyse einer komplexen Lerngelegenheit*  
ISBN 978-3-8325-4647-2 39.00 EUR
- 246 Daniel Rehfeldt: Erfassung der Lehrqualität naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika  
ISBN 978-3-8325-4590-1 40.00 EUR
- 247 Sandra Puddu: Implementing Inquiry-based Learning in a Diverse Classroom: Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry  
ISBN 978-3-8325-4591-8 35.50 EUR
- 248 Markus Bliersbach: Kreativität in der Chemie. *Erhebung und Förderung der Vorstellungen von Chemielehramtsstudierenden*  
ISBN 978-3-8325-4593-2 44.00 EUR
- 249 Lennart Kimpel: Aufgaben in der Allgemeinen Chemie. *Zum Zusammenspiel von chemischem Verständnis und Rechenfähigkeit*  
ISBN 978-3-8325-4618-2 36.00 EUR
- 250 Louise Bindel: Effects of integrated learning: explicating a mathematical concept in inquiry-based science camps  
ISBN 978-3-8325-4655-7 37.50 EUR
- 251 Michael Wenzel: Computereinsatz in Schule und Schülerlabor. *Einstellung von Physiklehrkräften zu Neuen Medien*  
ISBN 978-3-8325-4659-5 38.50 EUR
- 252 Laura Muth: Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht. *Ergebnisse einer Interventionsstudie zum Zuwachs von Fachwissen und experimenteller Kompetenz von Schülerinnen und Schülern*  
ISBN 978-3-8325-4675-5 36.50 EUR

253 Annika Fricke: Interaktive Skripte im Physikalischen Praktikum. *Entwicklung und Evaluation von Hypermedien für die Nebenfachausbildung*  
ISBN 978-3-8325-4676-2 41.00 EUR

Alle erschienenen Bücher können unter der angegebenen ISBN direkt online (<http://www.logos-verlag.de>) oder per Fax (030 - 42 85 10 92) beim Logos Verlag Berlin bestellt werden.



# Studien zum Physik- und Chemielernen

Herausgegeben von Hans Niedderer, Helmut Fischler und Elke Sumfleth

Die Reihe umfasst inzwischen eine große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten aus vielen Arbeitsgruppen der Physik- und Chemiedidaktik und zeichnet damit ein gültiges Bild der empirischen physik- und chemiedidaktischen Forschung in Deutschland.

Die Herausgeber laden daher Interessenten zu neuen Beiträgen ein und bitten sie, sich im Bedarfsfall an den Logos-Verlag oder an ein Mitglied des Herausgeberteams zu wenden.

## **Kontaktadressen:**

Prof. Dr. Hans Niedderer  
Institut für Didaktik der Naturwissenschaften,  
Abt. Physikdidaktik, FB Physik/Elektrotechnik,  
Universität Bremen,  
Postfach 33 04 40, 28334 Bremen  
Tel. 0421-218 2484/4695, e-mail:  
niedderer@physik.uni-bremen.de

Prof. Dr. Helmut Fischler  
Didaktik der Physik, FB Physik, Freie Universität Berlin,  
Arnimallee 14, 14195 Berlin  
Tel. 030-838 56712/55966, e-mail:  
fischler@physik.fu-berlin.de

Prof. Dr. Elke Sumfleth  
Didaktik der Chemie,  
Fachbereich Chemie,  
Universität Duisburg-Essen,  
Schützenbahn 70, 45127 Essen  
Tel. 0201-183 3757/3761, e-mail:  
elke.sumfleth@uni-essen.de

Die Einstellung von Lehrkräften bestimmt deren Handeln mit. Die vorliegende Studie befasst sich mit dem Nutzungsverhalten und der Einstellung von Physiklehrkräften bzgl. Computern und Neuen Medien im unterrichtlichen Zusammenhang. Außerdem werden die Einstellung und Einschätzung von Schülerinnen und Schülern zu diesem Thema untersucht. Methodisch wurden dazu sowohl quantitative Analysemethoden auf Basis von Fragebögen, als auch qualitative Methoden wie halboffene Interviews genutzt und kombiniert.

Durch die explorative Untersuchung konnte festgestellt werden, dass sich die Einstellung zum Computereinsatz im Physikunterricht in sechs Dimensionen beschreiben lässt, auf deren Basis die Lehrkräfte in fünf Gruppen klassifiziert werden: Verhinderte Nutzer, Neugierige, Computerenthusiasten, Realisten und Meider. Für jede dieser Gruppen lassen sich unterschiedliche Handlungsempfehlungen formulieren, um den Einsatz Neuer Medien bei Physiklehrkräften zu fördern.

Logos Verlag Berlin

ISBN 978-3-8325-4659-5