

# **Implementationsprozesse begleiten**

**Untersuchung zur Akzeptanz digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen  
zum Basiskonzept Energie von Physiklehrkräften**

Von der Fakultät für Mathematik und Physik  
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover  
zur Erlangung des Grades

Doktorin der Naturwissenschaften

Dr. rer. nat

genehmigte Dissertation von

Tatjana Katharina STÜRMER-STEINMANN

2023

---

Referentin: Dr. Susanne WEßNIGK  
Korreferentin: Prof. Dr. Bettina LINDMEIER  
Korreferent: Prof. Dr. Knut NEUMANN

Tag der Promotion: 29.06.2023



---

»Der Wandel ist eine Reise und kein festgelegter Plan« (Fullan, 1999, S. 47).

---

---

Teile dieser Arbeit sind bereits in Stürmer-Steinmann et al., 2022 veröffentlicht worden.

---

# Danksagung

*»Zusammenkommen ist ein Beginn, Zusammenbleiben ist ein Fortschritt, Zusammenarbeiten führt zum Erfolg.« – Henry Ford*

Für das Gelingen dieser Arbeit gilt vielen Personen mein Dank.

Zuerst danke ich allen Lehrkräften für ihre aufgewendete Zeit. Weiter gilt mein Dank einer Vielzahl an Personen aus verschiedenen Arbeitsgruppen, die meine Fragen beantwortet und die Promotionszeit mit kleinen Gesprächen bereichert haben.

Besonderer Dank richtet sich an Bettina Lindmeier für die Übernahme des Korreferats sowie Knut Neumann für die Übernahme des Korreferats und die Zusammenarbeit im Projekt.

Mein herzlichster Dank richtet sich an Jan, Larissa, Daniel, Sebastian, Lena, Jeana, Stephi, Alex, Sabrina, Neele, Bernd und Olivia. Ich wurde auf unterschiedlichste Art und Weise unterstützt – durch einen besonderen Glauben, intensive Gespräche, Aufmerksamkeiten und Rücksichtnahme.

Kaum in Worte zu fassender Dank richtet sich an

- Susanne Weßnigk für die Möglichkeit, die besondere Zeit einer Promotion erleben zu dürfen. Mit ihrer Fachexpertise, ihrer Beharrlichkeit und ihrem Interesse hat sie zu meiner Weiterentwicklung beigetragen;
- Rüdiger Scholz für die langjährige, besondere und zeitintensive Begleitung von Beginn meines Studiums bis zum heutigen Tag;
- Julian A. Fischer für die Unterstützung, die außergewöhnliche Zusammenarbeit und die in gewissermaßen jederzeit vorhandene Erreichbarkeit;
- Moritz Waitzmann für die amüsante und kompetente Art, die zur Motivation und Weiterentwicklung meiner Arbeit beigetragen hat.

Abschließend bedanke ich mich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die finanzielle Unterstützung.

---

# Zusammenfassung

Fachdidaktische Forschung entwickelt und evaluiert fachdidaktische Innovationen wie bspw. materialgestützte Unterrichtskonzeptionen. Zur Unterstützung der Implementation fachdidaktischer Innovationen in den Fachunterricht existieren verschiedene Strategien. Eine Möglichkeit zur Unterstützung der Verbreitung solcher Unterrichtskonzeptionen stellt deren Einbettung in eine Lehr-Lernplattform dar (digitalgestützte Unterrichtskonzeption). Die vorliegende Arbeit untersucht ausgehend von der Ausgangslage zur Nutzung und Akzeptanz von Lehr-Lernplattformen durch Lehrkräfte zwei verschiedene Implementationsmodi (Fortbildung und Handreichung) auf Basis der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung (Hall & Hord, 2006).

In der ersten Studie »Ausgangslage erfassen« wurden naturwissenschaftliche Lehrkräfte hinsichtlich ihrer Akzeptanz und Nutzung von Lehr-Lernplattformen befragt. Die Ergebnisse der Studien machen eine Implementationslücke in Bezug auf die Nutzung von Lehr-Lernplattformen deutlich, deuten jedoch auf eine Akzeptanz auf der Einstellungsebene hin. Zusätzlich wird deutlich, dass sich Nutzende von Lehr-Lernplattformen kaum von Nichtnutzenden hinsichtlich ihrer affektiv-kognitiven Auseinandersetzung mit digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen unterscheiden. Zwischen der Nutzungsart von Lehr-Lernplattformen und der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung lässt sich kein Zusammenhang nachweisen. Dagegen gibt es einen Zusammenhang zwischen der Nutzungshäufigkeit und der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung. Die Ergebnisse der ersten Studie dienen insbesondere dazu, Gestaltungskriterien für die Optimierung der beiden Implementationsmodi abzuleiten.

In der zweiten Studie »Evaluation und Begleitung der Implementation« wird die Veränderung akzeptanzbeeinflussender Variablen aus dem Technologieakzeptanzmodell und der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung über den Implementationsprozess analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die Auseinandersetzung mit der Innovation zu einer Entwicklung beitragen kann, wobei sich das Ausmaß in den Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« unterscheidet. Die Auseinandersetzung mit der Innovation mittels Fortbildung wirkt sich im Vergleich zu einer Auseinandersetzung mittels Handreichung stärker auf eine Akzeptanzentwicklung aus.

Schlagworte: Implementation, Akzeptanz, Stages of Concern

# Abstract

Research in education includes the development, implementation and evaluation of innovations like teaching materials. Among other factors, the implementation of such innovations is highly depended on teachers' acceptance. Therefore, various strategies exist to support the implementation of innovations in the classroom. A strategy to focus on the dissemination of innovations is their embedding in a digital learning environment. Therefore, in this dissertation, two different modes of implementation (training and handouts) are examined and evaluated based on teachers' acceptance.

In the first study »Capturing the Baseline«, science teachers were surveyed regarding their acceptance and use of digital learning environments. The results of the study reveal an implementation gap regarding the use of digital learning environments, but indicate high acceptance at the attitudinal level. It also seems that users of digital learning environments do not differ from non-users regarding their affective-cognitive engagement concerning these environments. On the one hand, there is no correlation between the type of use of digital learning environments and the affective-cognitive engagement. On the other hand, there is a correlation between the frequency of use and the affective-cognitive engagement. The results of the first study are used for developing design criteria concerning the optimization of the two implementation modes.

In the second study »Monitoring and Evaluation of Implementation«, the acceptance- influencing variables from the technology acceptance model and affective-cognitive engagement are evaluated in a pre-while-post-design embedded in an entire implementation process. The results indicate that engagement with the innovation can contribute to development, although the extent differs in the »advanced training« and »handout« groups. In comparison, the effect of advanced training is higher than the effect of handout for teachers' acceptance development.

keywords: implementation, acceptance, Stages of Concern

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>I</b>	<b>Theoretischer Hintergrund</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Innovationen im Bildungssektor</b>	<b>7</b>
2.1	Innovationsarten im Bildungssektor . . . . .	7
2.2	Fachdidaktische Innovationen . . . . .	9
2.2.1	Ziele fachdidaktischer Innovationen . . . . .	9
2.2.2	Unterrichtskonzeptionen als fachdidaktische Innovation . . . . .	11
2.2.3	Nutzung materialgestützter Unterrichtskonzeptionen . . . . .	12
2.3	Digitalisierung als Innovation . . . . .	15
2.3.1	Einordnung digitaler Technologien durch das SAMR-Modell . . . . .	15
2.3.2	Digitalisierung im Bildungssektor: Voraussetzung und Umsetzung . . . . .	16
2.3.3	Lehr-Lernplattformen als Beitrag zur Unterrichtsentwicklung . . . . .	19
2.3.4	Lehr-Lernplattformen in der Schule: Potential und tatsächliche Nutzung . . . . .	21
2.3.5	Begründung für einen Lehr-Lernplattform-gestützten Unterricht . . . . .	24
2.4	Zusammenfassung und Fazit . . . . .	25
<b>3</b>	<b>Einflussfaktor Akzeptanz bei der Implementation von Innovationen</b>	<b>27</b>
3.1	Akzeptanz als Voraussetzung für die Weiterentwicklung von Unterricht . . . . .	27
3.2	Akzeptanzforschung und der Begriff der Akzeptanz . . . . .	29
3.3	Faktoren der Akzeptanzförderung . . . . .	31
3.3.1	Subjekt, Objekt und Kontext . . . . .	31
3.3.2	Akzeptanzsubjekt: Lehrkraft . . . . .	32
3.3.3	Akzeptanzobjekt: Fachdidaktische Innovation . . . . .	33
3.3.4	Akzeptanzkontext: System Bildung . . . . .	35
3.3.5	Akzeptanzkontext: Transferunterstützung . . . . .	36
3.4	Erfassung der Akzeptanz digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen . . . . .	37

3.5	Dynamik der Akzeptanzentwicklung . . . . .	39
3.6	Erfassung der Perspektive der Lehrkräfte mit dem Dimensionsmodell der Akzeptanz . . . . .	41
3.6.1	Concern-Based-Adoption Model . . . . .	42
3.6.2	Stages of Concern: Theoretische Betrachtung . . . . .	43
3.6.3	Stages of Concern: Praxis . . . . .	46
3.6.4	Stages of Concern: Interventionsmöglichkeiten . . . . .	48
3.6.5	Stages of Concern: Kritik . . . . .	49
3.7	Zusammenfassung und Fazit . . . . .	50
<b>4</b>	<b>Strategien zur Implementation fachdidaktischer Innovationen</b>	<b>53</b>
4.1	Implementationsprozesse gestalten . . . . .	53
4.1.1	Zeitlicher Ablauf von Implementationsprozessen . . . . .	54
4.1.2	Das Erfolgskontinuum von Implementationsprojekten . . . . .	57
4.2	Bedingungsfaktoren und Möglichkeiten der Implementation . . . . .	58
4.2.1	Makro-, Meso- und Mikroebene des Bildungssystems . . . . .	58
4.2.2	<i>top-down-</i> , <i>bottom-up-</i> und <i>symbiotische-</i> Strategien . . . . .	59
4.3	Strategie: Fortbildung zur Implementation fachdidaktischer Innovationen . . . . .	61
4.3.1	Fortbildung als Teil der Professionalisierung . . . . .	61
4.3.2	Wirksamkeit von Fortbildungen . . . . .	62
4.3.3	Kriterien für wirksame Fortbildungen . . . . .	63
4.3.4	Webinar als Fortbildungsformat . . . . .	65
4.4	Strategie: Bereitstellung fachdidaktischer Innovationen mittels Handreichung . . . . .	66
4.4.1	Beschreibung der Strategie . . . . .	67
4.4.2	Einfluss von Handreichungen . . . . .	68
4.5	Zusammenfassung und Überleitung zum Forschungsvorhaben . . . . .	68
<b>II</b>	<b>Das Forschungsvorhaben</b>	<b>71</b>
<b>5</b>	<b>Desiderat: Implementationsprozesse begleiten</b>	<b>73</b>
<b>6</b>	<b>Das DFG-Transferprojekt <i>energie.TRANSFER</i></b>	<b>75</b>
6.1	Ziele <i>energie.TRANSFER</i> . . . . .	75
6.2	Das Akzeptanzobjekt: Digitale Unterrichtskonzeption zum Basiskonzept Energie . . . . .	76

<b>III Empirischer Teil</b>	<b>79</b>
<b>7 Forschungsziel 1</b>	<b>81</b>
7.1 Fragestellungen . . . . .	81
7.2 Methodik . . . . .	82
7.2.1 Beschreibung der Stichprobe und Durchführung . . . . .	82
7.2.2 Erhebungsinstrumente . . . . .	83
7.2.3 Analyse . . . . .	87
7.3 Ergebnisse . . . . .	91
7.3.1 Fragestellung 1: Vorerfahrungen und Wünsche . . . . .	91
7.3.2 Fragestellung 2: Stages of Concern: Dimension und Profile . . . . .	96
7.3.3 Fragestellung 3: Stages of Concern und Vorerfahrungen: Zusammen- hang . . . . .	99
7.4 Diskussion der Ergebnisse und Konsequenzen für die Implementation digital- gestützter Unterrichtskonzeptionen . . . . .	104
7.4.1 Vorerfahrungen und Wünsche . . . . .	105
7.4.2 Stages of Concern: Dimension und Profile . . . . .	107
7.4.3 Stages of Concern und Vorerfahrungen: Zusammenhang . . . . .	110
7.4.4 Zusammenfassung und Fazit . . . . .	111
<b>8 Die Implementationsmodi »Fortbildung« und »Handreichung«</b>	<b>113</b>
8.1 Vorüberlegungen . . . . .	113
8.2 Entwicklung einer Fortbildung . . . . .	114
8.2.1 Makroperspektive: Ablauf und Merkmale der Fortbildung . . . . .	115
8.2.2 Mikroperspektive . . . . .	117
8.3 Entwicklung einer Handreichung . . . . .	121
8.3.1 Methodik . . . . .	121
8.3.2 Überblick Ergebnis . . . . .	122
8.3.3 Darstellung der Handreichung . . . . .	123
<b>9 Forschungsziel 2</b>	<b>125</b>
9.1 Fragestellungen . . . . .	125
9.2 Methodik . . . . .	127
9.2.1 Akquise und Beschreibung der Stichprobe . . . . .	127
9.2.2 Rahmenbedingungen der Studie . . . . .	128
9.2.3 Design . . . . .	128

9.2.4	Erhebungsinstrumente . . . . .	130
9.2.5	Analyse . . . . .	131
9.3	Fehlende Werte . . . . .	134
9.3.1	Unterscheidung fehlender Werte . . . . .	134
9.3.2	Verfahren zum Umgang fehlender Werte . . . . .	135
9.3.3	Konkrete Anwendung der multiplen Imputation . . . . .	137
9.4	Ergebnisse . . . . .	137
9.4.1	Analyse der Kontrollvariablen . . . . .	138
9.4.2	Fragestellung 1: Analyse der Einzelgruppen Fortbildung und Handreichung . . . . .	139
9.4.3	Fragestellung 2: Vergleich der Gruppen Fortbildung und Handreichung	146
9.4.4	Fragestellung 3: Einfluss auf die Technologieakzeptanz . . . . .	150
9.4.5	Fragestellung 4: <i>Concerns</i> als Prädiktor der Variablen der Technologieakzeptanz . . . . .	156
9.4.6	Fragestellung 5: Evaluation der Implementation . . . . .	158
9.5	Interpretation und Diskussion der Ergebnisse . . . . .	164
9.5.1	Veränderung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung . . . . .	164
9.5.2	Einfluss auf die Variablen der Technologieakzeptanz . . . . .	165
9.5.3	<i>Concerns</i> als Prädiktor der Variablen der Technologieakzeptanz . . . . .	165
9.5.4	Evaluation der Fortbildung und Handreichung . . . . .	166
 <b>IV Schlussbetrachtung</b>		<b>169</b>
 <b>10 Limitation der vorliegenden empirischen Arbeit</b>		<b>171</b>
10.1	Stichprobe . . . . .	171
10.2	Ergebnisse der Studien . . . . .	172
10.3	Eingesetzte Instrumente . . . . .	173
10.4	Design . . . . .	175
 <b>11 Zusammenfassung, Konsequenzen und Ausblick</b>		<b>177</b>
11.1	Zusammenfassung . . . . .	177
11.2	Konsequenzen für die Implementation digital-materialgestützter Unterrichtskonzeptionen . . . . .	178
11.3	Fazit und Implikationen für Forschung und Praxis . . . . .	181

<b>V</b>	<b>Verzeichnisse</b>	<b>187</b>
12	Literatur	189
13	Abbildungsverzeichnis	211
14	Tabellenverzeichnis	214
<b>VI</b>	<b>Anhang</b>	<b>217</b>
<b>A</b>	<b>Anhang zum empirischen Teil</b>	<b>219</b>
A.1	Bestimmung der Stichprobe . . . . .	219
A.2	Variablen: Test auf Normalverteilung . . . . .	220
A.3	Clusteranalyse . . . . .	220
A.3.1	Scree-Test für die Clusteranalyse . . . . .	220
A.3.2	Dendogramm . . . . .	221
A.4	Kategoriensystem . . . . .	222
A.4.1	Kategoriensystem zur Entwicklung der Handreichung . . . . .	222
A.4.2	Kategoriensystem zur Auswertung der offene Items . . . . .	223
A.5	Anhang zu Testverfahren . . . . .	225
A.5.1	Beurteilung von Zusammenhängen (Bühner, 2006) . . . . .	225
A.5.2	Beurteilung der Effektstärken (Bortz, 1999; Cohen, 1988; Tomczak & Tomczak, 2014) . . . . .	225
<b>B</b>	<b>Testinstrumente</b>	<b>226</b>
B.1	Itemübersicht . . . . .	226
B.1.1	Personenbezogene Daten . . . . .	226
B.1.2	Stages of Concern . . . . .	226
B.1.3	Variablen aus dem Technologieakzeptanzmodell . . . . .	229
B.1.4	Kontrollvariablen . . . . .	230
B.1.5	Vorerfahrungen und Wünsche . . . . .	232
B.1.6	Evaluation Fortbildung und Handreichung . . . . .	234
B.2	Anhang zur multiplen Imputation . . . . .	239

<b>C Implementationsmodi</b>	<b>240</b>
C.1 Ausführliche Darstellung Fortbildung . . . . .	240
C.1.1 Adobe Connect . . . . .	240
C.1.2 Moodleschulung . . . . .	241
C.1.3 Konzeption der Unterrichtseinheit . . . . .	242
C.1.4 Basiskonzept Energie . . . . .	245
C.2 Auszug aus der digitalen Handreichung . . . . .	249
C.3 Verteilung der Einsätze der Unterrichtseinheiten . . . . .	253
<b>Lebenslauf und Veröffentlichungen</b>	<b>254</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	<b>255</b>

# 1 Einleitung

»Oh, research is research, and practice is practice, and never the twain shall meet« (Norman, 2010, S. 9). Mit diesem Ausruf übernimmt Don Norman eine Paraphrasierung des Diametralen durch Rudyard Kipling: »Oh, East is East, and West is West, and never the twain shall meet« (Kipling, 1892, line 1). Die Lücke zwischen Forschung und Praxis, das sogenannte »research-practice gap«, erscheint häufig unüberwindbar, da sich Vorerfahrungen, Fähigkeiten, Haltungen, Bedenken und Perspektiven zwischen Forschenden und Praktizierenden unterscheiden. Sichtbar wird diese Lücke u. a. am Umgang mit Innovationen im Bildungssektor. Die Implementation von Innovationen im Bildungssektor stellt eine individuelle Herausforderung und Entscheidungsaufgabe für Lehrkräfte – die Praktizierenden – dar. Diese lassen sich teilweise schwer von aus fachdidaktischer Forschung vorgelegten empirischen Evidenz und den damit verbundenen fachdidaktischen Innovationen überzeugen.

Der Bildungssektor erlebt in einer Zeit beschleunigter Entwicklung wiederkehrende politische, föderal uneinheitliche, inhaltliche, methodische und mediale Neuerungen, die zu einem sehr heterogenen, aber dennoch hochwirksamen Gefüge von Meinungen, Haltungen und ideologisch geprägten Grundpositionen der Praktizierenden führen. Die Erfassung des Optimierungspotentials von Unterricht ist eines der Ziele fachdidaktischer Forschung (Reiss & Ufer, 2009). Hierbei wird eine Reihe fachdidaktischer Innovationen von Forschenden entwickelt und aufwändig evaluiert, wodurch eine Vielzahl an theoriebasierten und häufig wirksamen Unterrichtskonzeptionen entstehen. Trotz sorgfältiger Evaluation mit ermutigenden Ergebnissen finden häufig weder die resultierenden Ergebnisse noch die Unterrichtskonzeptionen selbst dauerhaft in der Unterrichtspraxis Anwendung (Gräsel & Parchmann, 2004), obwohl eine evidenzbasierte Unterrichtsgestaltung gefordert wird (Schrader et al., 2020; Wissenschaftsrat, 2016). Die fachdidaktische Forschungsgemeinschaft muss sich daher zurecht die Frage nach den Ursachen für das »research-practice gap« stellen:

- Lehrkräfte sind ggf. über fachdidaktische Innovationen in Form materialgestützter Unterrichtskonzeptionen und wissenschaftliche Erkenntnisse aus der Fachdidaktik nicht ausreichend informiert (Bauer et al., 2017; Duit et al., 2014; O. Köller et al., 2013).

- Der Einsatz bereits ausgearbeiteter Unterrichtskonzeptionen kollidiert häufig mit dem Anspruch der selbstständigen Planung des Unterrichts (Härtig et al., 2012; Kirk & MacDonald, 2011) und der Bevorzugung bekannter Konzepte (Breuer et al., 2018).
- Die Lehrkraft stellt den zentralen Faktor bei der Planung und Umsetzung von Unterricht dar (Breuer, 2021). Fehlende Akzeptanz auf der Einstellungs- und Handlungsebene gegenüber fachdidaktischen Innovationen seitens der Lehrkräfte führt häufig zu einer Nichtnutzung (Coburn, 2003; Kollmann, 1996) bzw. bestenfalls zu einer unterschiedlichen Verwendung, bspw. nicht vollständige Umsetzung (E. Davis et al., 2016).

Die fehlende Nutzung fachdidaktischer Innovationen im Bildungssektor zeigt häufig eine Umsetzungslücke auf. Die Verkleinerung dieser Lücke kann durch gezielte Implementationen von Innovation unterstützt werden (Kirschner et al., 2004). Dadurch wird der Transfer von Innovationen in die Unterrichtspraxis und die Ermittlung von geeigneten Implementationsstrategien selbst zu einem Forschungsgegenstand der Fachdidaktik. Ein Ansatz für die fachdidaktische Begleitforschung ist die Analyse der Akzeptanz der Lehrkräfte als Teil der Profession als zentrale Voraussetzung bei der Implementation fachdidaktischer Innovationen. Operationalisierungen der Akzeptanz, die eine Beforschung zulassen, können aus der implementationstheoretischen Begleitforschung anderer Fachdisziplinen abgeleitet und auf Innovationen im Bildungssektor übertragen werden. Als sehr ergiebig, und in dieser Arbeit verfolgt, erweist sich das Dimensionsmodell der Akzeptanz von Bildungsinnovationen – Stages of Concerns (SoC) – auf Grundlage der Erfassung einer professionsbezogenen affektiv-kognitiven Auseinandersetzung mit der jeweiligen Innovation. Die *Concerns* umfassen dabei Vorerfahrungen, Interessen, Bedenken sowie Einstellungen in Bezug auf eine jeweilige Bildungsinnovation (Hall et al., 2011).

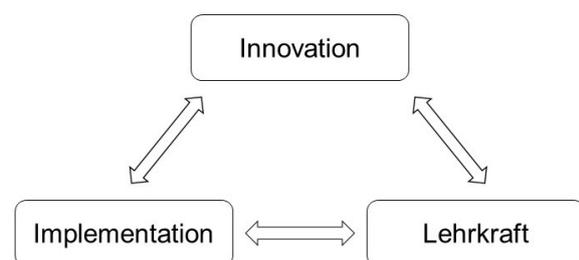
Fachdidaktische Innovationen lassen sich über drei verschiedene Ebenen in die Unterrichtspraxis transferieren: Makro- (Lehrplan), Meso- (Schule) und Mikroebene (Unterricht) (Schrader et al., 2020). Den direkten und leichten Zugang zur Lehrkraft bietet die Mikroebene, welcher durch die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften erzielt werden kann. Daher ist die Evaluierung von Implementationsstrategien in der Mikroebene Gegenstand diverser Studien (bspw. Dorn, 2020; Sieve, 2015). Wenig Beachtung gefunden haben jedoch bisher Analysen, die eine Veränderung der Akzeptanz von Innovationen während Implementationsprozessen in den Mittelpunkt stellten. Auch fehlen dazu direkte Gegenüberstellungen von Implementationsstrategien. Grundsätzlich stellen Fortbildungen und das Selbststudium in Form von Handreichungen eine gängige und flächendeckende Möglichkeit zur Implementation fachdidaktischer Innovationen dar (Breuer, 2021; Sieve, 2015). Ziel der vorliegenden Arbeit ist daher

die Analyse einer möglichen Veränderung von akzeptanzbeeinflussenden Variablen sowie der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung als Folge der Implementationsmodi »Fortbildung« und »Handreichung«. Der Implementationsgegenstand ist die Innovation »digital- materialgestützte Unterrichtskonzeption zum Basiskonzept Energie auf einer Lehr-Lernplattform« (kurz: digitalgestützte Unterrichtskonzeption).

Zur Entwicklung und Ableitung von Leitlinien zur Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen mittels »Fortbildung« oder »Handreichung« ist der Einbezug der Lehrkräfte, bspw. im hier vorliegenden Fall in Form einer Analyse der Ausgangssituation von Lehrkräften in Bezug auf Vorerfahrungen und der Auseinandersetzung mit Lehr-Lernplattformen, notwendig (Kirschner et al., 2004). Dazu wurden in einer Feldstudie 83 naturwissenschaftliche Lehrkräfte zu ihrer vorherrschenden Nutzung von Lehr-Lernplattformen und der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung mit digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen auf einer Lehr-Lernplattform befragt. Die Ergebnisse dieser Studie dienen dazu, Unterstützungsmaßnahmen zur Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen abzuleiten. Für eine Untersuchung der Akzeptanzveränderung über einen spezifischen Zeitraum wurden zwei Implementationsmodi »Fortbildung« und »Handreichung« entwickelt und eine Feldstudie im Vergleichsgruppendesign (n = 46 »Fortbildung« vs. n = 28 »Handreichung«) mit drei Testzeitpunkten durchgeführt (Bortz & Döring, 2006).

In der vorliegenden Arbeit werden im theoretischen Teil die Hintergründe zu Innovationen und Implementationen im Bildungssektor beleuchtet und dabei die Lehrkraft als zentral bei der Implementation fachdidaktischer Innovationen in die Unterrichtspraxis herausgestellt (Abb. 1.1). Es wird zwischen normativen und empirisch fundierten Innovationen unterschieden: Innovationen, deren Wirksamkeit erfahrungsgemäß erwartet wird und solche, die einem evidenz erzeugenden Begründungsprozess unterzogen werden müssen.

Die Innovation »digital-materialgestützte Unterrichtskonzeption zum Basiskonzept Energie auf einer Lehr-Lernplattformen« ist eine zweiteilige Innovation: empirisch fundiert (Konzeption) und normativ-pragmatisch (digitale Umsetzung). Dieser Doppelcharakter prägt die Analyse der Nutzung der Lehrkraft und des Potentials von Unterrichtskonzeptionen und Lehr-Lernplattformen. Zwischen der Nutzung fachdidaktischer Innovationen und deren Potential wird eine



**Abb. 1.1:** Theoretische Eckpunkte der vorliegenden Arbeit

Lücke identifiziert, die durch unterstützende Implementationsmaßnahmen geschlossen werden kann. Dazu werden im dritten und vierten Kapitel die hemmenden und fördernden Faktoren bei der Implementation von Innovationen untersucht und die Akzeptanz der Lehrkräfte bei Innovationsprozessen als zentrale Voraussetzung herausgestellt. Zusätzlich wird deutlich, dass Implementationsprozesse nicht losgelöst von der jeweiligen Innovation zu entwickeln sind. Im Anschluss wird das Dimensionsmodell der Akzeptanz (Stages of Concern) von Hall und Hord (2006) zur Erfassung der Perspektive der Lehrkräfte erläutert. Abschließend werden die möglichen Implementationsmodi »Fortbildung« und »Handreichung« beschrieben und der bisherige Forschungsstand zur Wirksamkeit, Akzeptanz und Qualität diskutiert.

Aus dem bisherigen Forschungsstand wird das Desiderat »Implementationsprozesse forschend begleiten« abgeleitet und in den empirischen Teil der Arbeit eingeleitet (Kap. 5). Der empirische Teil der Arbeit verfolgt drei übergeordnete Forschungs- und Entwicklungsziele:

1. Analyse der Ausgangslage für den Einsatz digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen,
2. Entwicklung der Implementationsstrategien und
3. Evaluation der Implementation der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen.

Da das Forschungsvorhaben im Rahmen des DFG-Transferprojektes *energie.TRANSFER* angefertigt worden ist, werden die Ziele des Projekts sowie das entwickelte Implementationsobjekt<sup>1</sup> beschrieben (Kap. 6). Anschließend werden die Durchführung sowie die Ergebnisse der Studie »Ausgangslage erfassen« dargestellt (Kap. 7). Die Ergebnisse und Eigenschaften des Implementationsobjektes stellen u. a. die Basis zur Entwicklung der Implementationsmodi »Fortbildung« und »Handreichung« dar, die in Kap. 8 vorgestellt werden. Die Erprobung der genannten Implementationsmodi wird durch die Studie »Evaluation der Implementation« in Kap. 9 erfasst. In der Schlussbetrachtung werden zuerst die Limitationen der vorliegenden empirischen Arbeit diskutiert, wobei insbesondere auf die verwendeten Instrumente und das Design eingegangen wird (Kap. 10). Kapitel 11 liefert eine Zusammenfassung und Überlegungen zur Optimierung des Implementationsprozesses und Konsequenzen zur Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen. Die Arbeit schließt mit einem Fazit und mit einer Diskussion zu möglichen Implikationen für Forschung und Praxis ab.

---

<sup>1</sup>Das Implementationsobjekt wurde am IPN Kiel im Rahmen des Dissertationsvorhabens von Julian A. Fischer entwickelt (Fischer, 2022).

# Teil I

## Theoretischer Hintergrund



## 2 Innovationen im Bildungssektor

Das »System Bildung« verändert sich aufgrund ständig wandelnden bildungspolitischen und gesellschaftlichen Anforderungen. Dabei sind Innovationen zentral (Disselkamp, 2017). Zur Progression und Optimierung von Unterricht werden in fachdidaktischen Forschungsprojekten u. a. innovative, materialgestützte Unterrichtskonzeptionen entwickelt, die eine Möglichkeit zur Beforschung von Unterricht darstellen. Obwohl die Wirksamkeit solcher Unterrichtskonzeptionen als Ergebnis der Beforschung häufig bestätigt werden kann, finden diese nur selten als Gesamtkonzept dauerhaft Anwendung in der Unterrichtspraxis.

Neben inhaltlichen Innovationen stellt die Digitalisierung eine fächerübergreifende Innovation im »System Schule« dar. In diesem Rahmen ist die *Lehr-Lernplattform* bedeutsam, da sie die Digitalisierung ganzer Unterrichtskonzeptionen ermöglicht. In Form »digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen« könnte der Transfer von Unterrichtskonzeptionen und damit einhergehend der Erkenntnistransfer fachdidaktischer Forschung unterstützt werden. Dieser Transferansatz wird im folgenden Kapitel schrittweise hergeleitet.

### 2.1 Innovationsarten im Bildungssektor

Der Begriff Innovation leitet sich vom lateinischen Substantiv *innovatio* (Erneuerung) ab. Die Offenheit des Innovationsbegriffes führt auf ein breites Spektrum unterschiedlicher Innovationen mit unterschiedlichem Grad der verknüpften Veränderung (Tab. 2.1): Erzeugung eines radikalen Wandels (bspw. Einführung der Bildungsstandards) bis hin zu kleinen Veränderungen im Unterricht (bspw. Nutzung der App *phyphox* im Physikunterricht).

Bei Innovationsbestrebungen steht der Aspekt der Verbesserung im Fokus: »Innovationen sind geplante Prozesse, mit dem Ziel einer wünschenswerten Veränderung bzw. Verbesserung, die zu einer signifikanten Änderung des Status quo führen« (Hunneshagen, 2005, S. 7). Sieve (2015, S. 106) relativiert den Begriff für den Bildungssektor, indem er diesen an »Verbesserungsinnovation« anpasst und damit den Aspekt der *Veränderung* als Prozess herausstellt. Einen solchen Prozessgedanken der Innovationsbestrebung unterstreicht ebenfalls Rü-

rup (2012) durch Einordnung in drei Dimensionen: »Angesprochen werden können a) die Inhalte einer Neuerung (Innovation als ein Gegenstand, Anlass oder Ergebnis), b) den Prozess der Neuerung (das Geschehen eines Wandels oder eines zielgerichteten Innovierens) oder c) das Potential zur Innovation, das einem Individuum, einer Organisation, einem sozialen System oder sozialen Kontext zukommt (Innovativität)« (S. 11).

Die letzte Dimension berücksichtigt besonders auch die Auswirkungen der Innovation. Wird eine Veränderung angestrebt, sollten die zentralen Akteure und Akteurinnen – die Lehrkräfte – in den Blick genommen werden. Für den Erfolg/Misserfolg von Veränderungsprozessen ist deren Sichtweise auf die jeweilige Innovation entscheidend: »An innovation is an idea, practice or object that is perceived as new by an individual or other unit of adoption« (Rogers, 2003, S. 11). In diesem Fall liegt ein konstruktivistisch-deskriptives Innovationsverständnis vor. Innovationen sind für die Lehrkräfte wahrgenommene Neuerungen, also subjektiv.

**Tab. 2.1:** *Beispielhafter Überblick über Innovationsarten im Bildungssektor (Greinert & Weißnigk, 2019; KMK, 2005; Müller, 2003; Ulrich, 2019)*

Innovationsart	Beispiel
curricular	Bildungsstandards
mediendidaktisch	Wärmebildkamera
fachdidaktisch	Münchener Unterrichtskonzept zur Quantenphysik
materialgestützt	Bücher, Arbeitsblätter
technisch	Digitales Schulbuch

»Empirische Evidenz« und/oder »normativ-praktische« Überlegungen begründen den Einsatz fachdidaktischer Innovationen. Damit eine Innovation als evidenzbasiert eingestuft wird, muss diese in ihrer Wirksamkeit<sup>1</sup> empirisch nachgewiesen worden sein. Evidenzbasierte Innovationen unterliegen geeigneten theoriebasierten, konzeptuellen und methodischen Entscheidungen. Dazu werden Hypothesen oder entwickelte Theorien, die auf vorhandenen Theorien sowie Beobachtungen beruhen, mithilfe empirischer Methoden überprüft. Pant (2014) bezeichnet diese Art der Forschung als »anwendungsorientierte Grundlagenforschung«, da Aspekte aus Grundlagen und Anwendung kombiniert werden (S. 82). In diesem Zusammenhang wird der Nutzen einer Innovation in den Vordergrund gestellt, welcher im konkreten Fall von der Lehrkraft selbst beurteilt wird (Kap. 3.3.2).

»Unter einem eher grundlagenforschungsorientierten Aspekt sollen die kausal zurechenbaren Effekte von pädagogischen Maßnahmen oder bildungspolitischen Programmen auf defi-

<sup>1</sup>Die Wirksamkeit sollte dabei bestenfalls mit einer randomisierten kontrollierten Studie nachgewiesen worden sein. Es eignen sich aber auch quasiexperimentelle Feldstudien.

nierte Zielgrößen, wie beispielsweise die schulische Leistungsentwicklung, identifiziert werden. [...] Unter anwendungsorientierter Perspektive geht es hingegen stärker um die Frage, ob sich neue Maßnahmen oder Programme auch in komplexen pädagogischen und bildungspolitischen Handlungsfeldern mit ihren je spezifischen Konstellationen von Kontextfaktoren als wirksam erweisen und ob sich die Implementation einer Innovation vor dem Hintergrund der bestehenden Praxis *lohnt*« (ebd., S. 80).

Anders werden Innovationen wahrgenommen, deren Nutzen und Einsatz *normativ-praktisch* begründet wird. Bei diesen Innovationen wird ein Innovationserfolg *erwartet*. Dieser Erfolg muss jedoch nicht wirklich eintreten bzw. muss (noch) nicht nachgewiesen sein. Die Innovation erscheint bspw. in ihrem Nutzen sinnvoll oder stellt einen Vorteil zum Status quo (bspw. Zeitersparnis) dar. Normative Innovationen beruhen auf Erfahrung, Pragmatismus und vorhandenen technischen Möglichkeiten (Hausschildt & Salomo, 2011).

## 2.2 Fachdidaktische Innovationen

Fachdidaktische Innovationen können zentraler Teil einer empirisch fundierten Unterrichtsgestaltung von Lehrkräften sein (Achtenhagen, 2003). Die Umsetzung von Ergebnissen fachdidaktischer Forschung im Unterricht unter Einbezug der Erfahrungen aus den Lerngruppen ist eine Aufgabe der Lehrkräfte (KMK, 2005). Diese Umsetzung kann von Lehrkräften durch eine detaillierte Unterrichtsplanung selbst geschehen, jedoch gestaltet sich dies im Berufsalltag als zeitaufwändig (Breuer et al., 2018). Zur Unterstützung der Lehrkraft bei der empirisch fundierten Unterrichtsgestaltung könnten bspw. die entwickelten Unterrichtskonzeptionen aus fachdidaktischer Forschung den Lehrkräften zur Verfügung gestellt werden. Um besser zu verstehen, welche Probleme bei der Implementation von Unterrichtskonzeptionen auftreten können, wird die Nutzung solcher Konzeptionen zur Planung und Umsetzung von Unterricht aus Sicht der Lehrkräfte analysiert. Die Umsetzung von Innovationen in die Praxis wird dabei als *Implementation* bezeichnet (Goldenbaum, 2012).

### 2.2.1 Ziele fachdidaktischer Innovationen

Fachdidaktische Innovationen dienen unter Einbezug fachdidaktischer Theorien der Beforschung und Optimierung des schulischen Unterrichts. Dazu gehört bspw. die Erweiterung des von Lernenden erlernten Fachwissen unter Einbezug verschiedener Verfahren (bspw. Erarbeitung von Zusammenhängen), also die Erhöhung der inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen der Schüler und Schülerinnen (KMK, 2005), aber auch bspw. die Entwicklung affek-

tiver Faktoren (bspw. Selbstkonzept oder Interesse). Für das Gelingen dieser Ziele ist »guter« Unterricht notwendig, der durch eine Orientierung an fachdidaktischer Theorie erreicht werden kann. Um diese Lehr-Lernprozesse besser zu verstehen, werden fachdidaktische Konzepte, die nicht nur die Sichtstruktur (bspw. Methoden), sondern eben auch die notwendige Tiefenstruktur (bspw. Qualität der Interaktion mit dem Lernstoff) von Unterricht einbeziehen, entwickelt und evaluiert (Bakker, 2018). Zur Erweiterung fachdidaktischer Theorien und der Weiterentwicklung von Unterricht werden bspw. Interventionsstudien durchgeführt und deren Wirkung analysiert. Ein Beispiel hierfür ist der entwickelte curriculumsorientierte Lehrgang zum Thema Energie von Greinert (2020). Neben der Erweiterung der Theorie zum Energieverständnis, zeigte sich u. a. in der Studie, dass der entwickelte Lehrgang im Vergleich zum traditionellen Unterricht eine Steigerung im Verständnis für Energieentwertung bei den Lernenden bewirkte. Der gesamte Lehrgang oder auch Teile des Lehrganges könnten grundsätzlich in der Unterrichtspraxis Anwendung finden, wodurch Ergebnisse und Konzeptionen aus fachdidaktischer Forschung in der Praxis umgesetzt werden würden.

Somit haben fachdidaktische Studien nicht nur eine wissenschaftliche Bedeutung, sondern es zeigt sich oft auch eine positive Wirkung auf das Unterrichtsgeschehen. Es lassen sich bspw. positive Effekte in Bezug auf

- affektive Aspekte der Schüler und Schülerinnen wie bspw. die Einstellung gegenüber dem Fach Naturwissenschaften (Häussler & Hoffmann, 2002; Weßnig et al., 2020a),
- das Verständnis naturwissenschaftlicher Konzepte (Bitzenbauer, 2020; Kubsch et al., 2020; Müller, 2003) oder
- prozessbezogene Kompetenzen (Brockmann-Behnsen, 2021) nachweisen.

Neben dem Nutzen für Schüler und Schülerinnen an der Teilnahme von Interventionsstudien zeigt sich, dass auch Lehrkräfte davon profitieren können:

- Unterstützung der unterrichtlichen Vorbereitung (Kleickmann et al., 2016; Seel, 1997),
- Ausgleich von geringerem fachdidaktischen Wissen (Tobias, 2010),
- Erweiterung des wissenschaftlichen und pädagogischen Wissens (Schneider & Krajcik, 2002),
- Beeinflussung der Unterrichtspraktiken und Einstellungen (Beyer et al., 2009; Wyner, 2013).

Die Wirkung einer Intervention auf Lernende und Lehrende kann jedoch nicht isoliert für eine Gruppe betrachtet werden. So wirkt eine Intervention, die sich positiv auf das fachdidaktische Wissen der Lehrenden auswirkt, in der Regel auch positiv auf die Fachwissenszuwächse der

Lernenden aus. Dies führt wiederum dazu, dass die Überzeugung der Lehrkräfte beeinflusst werden kann (Roblin et al., 2017; Kap. 3.3.2).

Nach dem Angebot-Nutzungs-Modell von Helmke (2009) stellt die Lehrkraft ein Lernangebot, welches die Schüler und Schülerinnen nutzen (können). Der Nutzen für die Schüler und Schülerinnen ist bspw. der Lernerfolg bzw. der fachliche Kompetenzerwerb. Die Nutzungsrate wird größer, wenn bei Erhöhung der Qualität des Unterrichts der Lernerfolg verbessert wird (Kunter et al., 2013). Somit stellt die Lehrkraft den Schlüsselfaktor für die Qualität des Unterrichts dar, wobei die Nutzungsrate zusätzlich von den individuellen Eigenschaften einzelner Schüler und Schülerinnen (bspw. Vorkenntnisse, Ausdauer) abhängig ist. Die kognitive Aktivierung der Schüler und Schülerinnen hat dabei einen Einfluss auf dessen Lernerfolg (Keller et al., 2017). Diese Aktivierung und die Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand wird durch die Auswahl von Fachinhalten, deren Darstellung im Unterricht sowie durch Auswahl und Einbettung von Aufgaben im Unterricht beeinflusst (Praetorius & Charalambous, 2018; Steensky & Neuhaus, 2018). Die gezielte Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Leistung von Schüler und Schülerinnen (Hattie, 2009) sowie auf deren Nutzungsraten ermöglichen eine empirisch fundierte Unterrichtsgestaltung. Diese kann sogar ungleiche Bildungschancen und den Einfluss der Lernenumwelt überwinden (Lipowsky, 2006; Seidel, 2014). Daher ist eine Forderung nach einer empirisch fundierten Unterrichtsgestaltung im Schulalltag berechtigt (Schrader et al., 2020; Wissenschaftsrat, 2016).

Materialgestützte Unterrichtskonzeptionen stellen eine Möglichkeit zur empirisch fundierten Unterrichtsgestaltung dar. Da die Entwicklung solcher Konzeptionen durch fachdidaktische Forschung begleitet wird, liegen dafür in vielen Fällen belastbare Evaluationsergebnisse vor. Bspw. durch Herausgabe dieser Evaluationen und der entwickelten Unterrichtskonzeptionen besteht die Möglichkeit, »Empirie« in die Unterrichtspraxis zu transferieren. Um diese Möglichkeit näher zu beleuchten, wird im Folgenden die materialgestützte Unterrichtskonzeption als fachdidaktische Innovation vorgestellt und darauffolgend die Nutzung solcher Konzeptionen dargestellt.

### 2.2.2 Unterrichtskonzeptionen als fachdidaktische Innovation

Materialgestützte Unterrichtskonzeptionen werden im Rahmen von fachdidaktischer Forschung ständig entwickelt (für eine Übersicht: Wilhelm et al., 2021) und können zur Unterrichtsreform genutzt werden, da sie eine gezielte und detaillierte Unterstützung für den Unterricht bieten (Brown, 2012; Remillard et al., 2014). Materialgestützte Unterrichtskonzeptionen sind »für den Unterricht verfasste Lehr-, Lern- und Arbeitsmittel in Buch- oder Broschürenform

aber auch Loseblattsammlungen, sofern sie einen systematischen Aufbau des Lernstoffs enthalten« (Wiater, 2005, S. 43). Einer solchen Systematik können auch digitale Unterrichtskonzeptionen folgen, sodass diese zu den materialgestützten Unterrichtskonzeptionen gezählt werden. Als theoriegestützt (oder evidenzbasiert, empirisch fundiert) werden genau dann solche Unterrichtskonzeption bezeichnet, wenn die Entwicklung auf vorhandenen Theorien aufbaut. Somit wird der theoriegestützten Unterrichtskonzeption ein kohärentes Unterrichtskonzept unterstellt (Breuer, 2021).

Die entwickelten Unterrichtskonzeptionen werden häufig nicht von den Forschenden selbst, sondern von Lehrkräften im Unterricht eingesetzt. Eine Ergänzung der Materialien für die Schüler und Schülerinnen (bspw. Arbeitsblätter) um Informationen für die Lehrkraft (bspw. Umgang mit Lernendenvorstellungen oder Unterrichtsequenzierung) erscheint damit sinnvoll (Schneider & Krajcik, 2002). Als Beispiel sei hier IQWST<sup>2</sup> genannt: Hier liegt das Material für Schüler und Schülerinnen sowie für Lehrkräfte explizit in zwei getrennten Heften vor. Diese Ergänzungen für Lehrkräfte, sogenannte *educative features*, können die Weiterbildung von Lehrkräften unterstützen. Dies schließt auch die Unterrichtsgestaltung, also die Darstellung der Inhalte auf dem Niveau der Lernenden, ein. Das Vorhandensein solcher Unterrichtskonzeptionen beeinflussen das Handeln der Lehrkraft bspw. bei der Unterrichtsplanung und schlussendlich das Lernen der Schüler und Schülerinnen (Brown, 2012).

### 2.2.3 Nutzung materialgestützter Unterrichtskonzeptionen

Unterrichtskonzeptionen weisen eine Reihe von Vorteilen wie bspw. die Unterstützung der Unterrichtsplanung und den leichten Zugang über Onlineplattformen zu diesen auf. Die Nutzung von Unterrichtskonzeptionen ist im Berufsalltag einer Lehrkraft etabliert (Breuer et al., 2018; E. Davis et al., 2016; Remillard, 2005). Auch das Schulbuch nimmt bei der Unterrichtsplanung eine wesentliche Rolle ein (Tarr et al., 2006). In beiden Fällen ist die Nutzung fachspezifisch unterschiedlich ausgeprägt (Niehaus et al., 2011; Tebrügge, 2001). Physiklehrkräfte nutzen das Buch eher vermehrt zur Unterrichtsplanung. Die Bücher werden meist zur Suche von Kontexten und für Hausaufgaben verwendet (Härtig et al., 2012). Neben der Nutzung des Buches verwenden Physiklehrkräfte die eigene Materialsammlung (Tebrügge, 2001), Online-Quellen (Härtig et al., 2012) und Unterrichtskonzeptionen (Schneider & Krajcik, 2002) zur Unterrichtsplanung.

---

<sup>2</sup>IQWST steht für Investigating and Questioning our World through Science and Technology. Bei IQWST handelt es sich u. a. um forschungsbasierte Lehrpläne für Lehrkräfte, die in den USA entwickelt worden sind.

Die intendierte Nutzung von Unterrichtskonzeptionen bleibt häufig aus (Breuer et al., 2018; Härtig et al., 2012). Im Allgemeinen lässt sich eher eine pragmatische, situative Nutzung von Unterrichtskonzeptionen mit einer großen Varianz und Individualität feststellen (E. Davis et al., 2016). Bei freigestellter Nutzung werden nur wenige Versatzstücke der Unterrichtskonzeption genutzt. Eine kohärente Konzeptnutzung<sup>3</sup>, die auch die Tiefenstruktur von Unterricht berücksichtigt, bleibt häufig aus (Beerenwinkel & Gräsel, 2005; Breuer et al., 2018; Lipowsky, 2010; Schneider & Krajcik, 2002). Der wahrgenommene Aufwand und die Autonomie der Lehrkräfte stehen im Vordergrund: »Gesucht wird dabei nicht nach fertigen Unterrichtskonzepten, sondern nach Materialien, die in eigene Konzepte mit möglichst geringem Aufwand integriert werden können. Somit zeigen die Lehrerinnen und Lehrer das typische Merkmal Autonomie anstrebender Experten: geschätzt werden Hilfen für die Verwirklichung eigener Ideen, aber keine Engführung nach den Vorgaben anderer« (Kahlert et al., 2000, S. 31).

Diese fehlende Nutzung von Unterrichtskonzeptionen ist auch bei entsprechenden Handreichungen und Zeitschriften identifizierbar, die ein hohes Potential für die Weiterbildung von Lehrkräften aufweisen können (Härtig et al., 2012). Die selbstständige Weiterbildung bei der Auseinandersetzung mit Unterrichtskonzeptionen steht bei Lehrkräften wenig im Vordergrund und das Potential der oben genannten *educative features* wird nicht immer erkannt (Land et al., 2015). Die Nutzung zur Konzeption ergänzender Informationen (bspw. didaktische Begründungen) bleibt aus (Schneider & Krajcik, 2002) und auf angebotene Unterstützung wird nicht immer zurückgegriffen (Schneider et al., 2005). Die Ursachen für die identifizierte geringe und variable Nutzung von Unterrichtskonzeptionen und *educative features* sind vielfältig:

- Lehrkräfte sind wenig über fachdidaktische Forschung und Innovationen informiert (Duit et al., 2014; O. Köller et al., 2013).
- Ein höheres fachdidaktisches Wissen wirkt sich positiv auf die intendierte Umsetzung von Unterrichtskonzeptionen aus (Charalambous & Hill, 2012). Das Wissen ist jedoch teilweise lückenhaft, da häufig die Zeit zur Durchdringung der Theorie fehlt (Niehaus et al., 2011). Es bedarf zusätzlich mehrfacher Gelegenheit, Unterrichtskonzeptionen zielgerichtet an den eigenen Unterricht anzupassen (Reinhold, 1997). Diese Zeitmanko führt aufgrund der gewünschten und effizienten Einhaltung der Inhalte des Lehrplanes dazu, dass selbst Lehrkräfte, die lernendenorientiert unterrichten, zu lehrendengelenkten Instruktionen zurückgreifen (van Driel et al., 2001).

---

<sup>3</sup>Konzept bezieht sich im Wesentlichen auf eine allgemeine Idee oder ein allgemeines Verständnis von etwas. Konzeption bezieht sich auf die Art und Weise, wie etwas wahrgenommen wird, oder die Fähigkeit, mentale Konzepte und Abstraktionen zu bilden oder zu verstehen. Häufig werden diese Begriffe auch synonym benutzt.

- Das Nichterkennen des Potentials von Unterrichtskonzeptionen sowie die fehlende Akzeptanz der Lehrkräfte führen zu einer lückenhaften Umsetzung, wodurch zentrale Bausteine der Unterrichtskonzeption weggelassen werden (Schrader et al., 2020).
- Eine Nichtbeachtung der Praxis bspw. durch eine wahrgenommene Starrheit und methodische Festlegung von Unterrichtskonzeptionen kollidiert häufig mit dem Anspruch der selbstständigen Unterrichtsplanung. Dies führt zu der Bevorzugung selbstständig erstellter und erprobter Unterrichtslehrgänge (Härtig et al., 2012; Kirk & MacDonald, 2011), welche gegenüber Veränderungen robust sind (Seidel et al., 2006).
- Es existiert ein Zusammenhang zwischen der Nutzung von Unterrichtskonzeptionen und den Einstellungen der Lehrkraft. So wirkt sich bspw. eine positive Einstellung gegenüber lehrkraftzentriertem Unterricht negativ auf die Umsetzung einer Unterrichtskonzeption zum forschenden Lernen aus (Tänzer, 2011).
- Da das Lernziel das Organisationskonzept für eine zielgerichtete Planung und der Umsetzung von kohärentem Unterricht ist, beurteilen Lehrkräfte in der Regel gefundene Unterrichtskonzeptionen bei der Unterrichtsplanung zunächst die intendierte Zielsetzung der Entwickelnden (Vollstädt et al., 1999). Es scheint jedoch häufig zwischen den Zielen der Entwickelnden der Unterrichtskonzeptionen und den umgesetzten Zielen der Lehrkräfte eine Diskrepanz zu geben (E. Davis et al., 2017; Reinhold, 1997; Vos et al., 2011).
- Ein Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt der Auseinandersetzung und dem intendierten Einsatz von Unterrichtskonzeptionen ließ sich mit beginnender Umsetzung von Schulversuchen im Unterricht feststellen. Zu diesem Zeitpunkt erschien das IPN Curriculum, welches mit wenigen Anpassungen ausführlich genutzt wurde (Duit et al., 1976).

Die festgestellte ständige, in gewisser Weise »freihändige«, Variation der Unterrichtskonzeptionen durch die Lehrkräfte kann zu Einschränkungen der Wirksamkeit führen (E. Davis et al., 2016). Somit manifestiert sich eine Art Spannungsverhältnis zwischen der festgelegte Umsetzung fachdidaktischer Innovation und der Autonomie der Lehrkraft. Bei der Entwicklung und Implementation von Unterrichtskonzeptionen sollte daher auf eine gewisse Offenheit, bspw. in Form von Adaptions- und Variationsmöglichkeiten, geachtet werden. Die Offenheit sollte die Wirksamkeit der Innovation im Idealfall nicht beeinträchtigen.

Um diese Spannung zu adressieren, bietet es sich an, sich der Digitalisierung durch Nutzung einer Lehr-Lernplattform zu »bedienen«. Der Zugang zu diesen Unterrichtskonzeptionen wird dadurch erleichtert, die Adaption ist bspw. durch die Nutzung von Lehr-Lernplattformen leichter (auch leichter nachvollziehbarer) als bspw. bei pdf-Dateien (Wagner, 2016). Im Folgenden wird daher die Innovation »Digitalisierung«, deren Potential und Nutzung unter Einbezug des

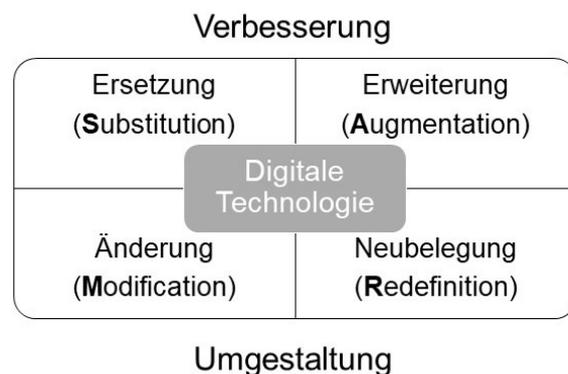
Transfers fachdidaktischer Forschung vorgestellt. Mit Vorgriff auf das folgende Kapitel wird wie bei den Unterrichtskonzeptionen bei der Innovation »Digitalisierung« herausgestellt, dass das vorhandene Potential sowie die Nutzung des Potentials differieren.

## 2.3 Digitalisierung als Innovation

Hinter der Nutzung digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen liegt die Hoffnung, dass schulische Prozesse vereinfacht, das Lernen wirksamer gestaltet und Lehrkräfte bei der Umsetzung von Unterricht effizient unterstützt werden können. Neben dieser pragmatischen Begründung steht eine bildungspolitische Bedeutung: der Erwerb digitaler Kompetenzen (KMK, 2016; DigCompEDU). Das folgende Kapitel stellt im Wesentlichen die Umsetzung von »Digitalisierung« und deren Potential im Bildungssektor dar, wobei der Schwerpunkt auf der Innovation *Lehr-Lernplattform* liegt. Im direkten Bezug dazu wird die »digitalgestützte Unterrichtskonzeption« als mögliche Komponente eines Lehr-Lernplattform-gestützten Unterrichts vorgestellt.

### 2.3.1 Einordnung digitaler Technologien durch das SAMR-Modell

Digitalisierung bedeutet den Einbezug digitaler Technologien in Prozesse, mit dem Ziel, diese zu verbessern. Im schulischen Kontext bedeutet dies konkret bspw. Lernprozesse zu optimieren oder die berufliche Zusammenarbeit zu stärken (Kompetenzbereiche des DigCompEdu 2017). Für die Beschreibung und Analyse einer solchen Optimierung eignet sich das SAMR-Modell von Puentedura 2006 (Abb. 2.1, verändert nach IQESonline, 2022). Lehrkräfte können bspw. einschätzen, inwieweit ihre eigenen Kompetenzen und die Nutzung digitaler Technologien zur Entwicklung des Unterrichts erweitert werden können. Auch kann die Umsetzung digitaler Technologien im Hinblick auf das Potential beurteilt werden. Über vier Stufen lässt sich mit dem Modell die Nutzung und Integration digitaler Technologien in Unterrichtsprozesse, insbesondere für die Gestaltung von Aufgaben, messen und schrittweise verändern:



**Abb. 2.1:** SAMR-Modell zur Analyse der technischen Integration im Unterricht

**Ersetzung (Substitution):** Es werden lediglich analoge Arbeitsmittel durch digitale ersetzt. Dies ist bspw. der Fall, wenn die Skizze eines Experimentieraufbaus digital auf einem Tablet gezeichnet wird. Dies gilt auch für Texte, die nicht mehr handschriftlich geschrieben werden, sondern Textverarbeitungsprogramme ohne Rechtschreibhilfe genutzt werden.

**Erweiterung (Augmentation):** Lernprozesse werden durch die Nutzung und Integration erweitert, indem durch digitale Technologien der funktionale Rahmen bei der Bearbeitung von Aufgaben ausgebaut wird. Dies ist bspw. bei der Verwendung eines Tabellenkalkulationsprogramm zur Auswertung von Messdaten der Fall. Dadurch entstehen neue Lernmöglichkeiten und Lernprozesse werden unterstützt.

**Änderung (Modification):** Aufgaben werden so umgestaltet, dass eine digitale Unterstützung notwendig ist. Der Mehrwert steht bei der Begründung dieser Arbeitsweise im Vordergrund. Kollaboratives Arbeiten ist nun im Vergleich zu analogen Arbeitsformen anders möglich: Es können bspw. mehrere Personen zeitlich und räumlich unabhängig voneinander an einem Projekt arbeiten.

**Neubelegung (Redefinition):** Digitale Technologien verändern Lernprozesse so, dass Aufgabenstellungen und deren Bearbeitung ohne diese Technologien nicht möglich wären. Dies ist bspw. bei der Nutzung einer dynamischen Geometrie-Software zur Zeigerdarstellung im Physikunterricht nützlich oder bei der Verwendung von interaktiven Aufgabenformaten.

Während auf den untersten zwei Ebenen des Modells eine graduelle Verbesserung des Lernens adressiert wird, findet auf den zwei oberen Ebenen des Modells eine weiter- und tiefergehende Umgestaltung des Lernens statt (Hamilton et al., 2016). Die Stufen des Modell sind nicht hierarchisch, sondern als wechselseitige Ergänzung zu verstehen. Es steht bei der Verwendung digitaler Technologien der Nutzen im Vordergrund, denn digitale Technologien sind per se weder hinreichend noch notwendig für »gute« Lernprozesse. Der Einsatz digitaler Technologien ist daher im Hinblick auf die Zielsetzung zu begründen (Hattie, 2009; Kerres, 2018).

### 2.3.2 Digitalisierung im Bildungssektor: Voraussetzung und Umsetzung

Neben inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen stellt die »Digitalisierung« einen Teil des Bildungsauftrags der Schulen in Form digitaler Kompetenzen dar (KMK, 2016). Dieser Bildungsauftrag der Schule setzt wiederum voraus, dass Lehrkräfte ebenfalls geschult sind und entsprechende medienpädagogische Kompetenzen aufweisen, Unterricht entsprechend zu ge-

stalten (Eder, 2015). Folgerichtig beschäftigen sich Fortbildungsangebote zunehmend mit der Thematik »Digitalisierung« (Diepolder et al., 2021; Eickelmann et al., 2019).

Grundvoraussetzung für die effektive Nutzung digitaler Technologien sind vorhandene Ressourcen (insbesondere digitale Endgeräte) für Lernende und Lehrende. Eine gute Ausstattung ist jedoch an deutschen Schulen eher eine Ausnahme, obwohl sich mittlerweile technische und inhaltliche Fortschritte verzeichnen lassen (Mußmann et al., 2021). Weiterhin sind eine geregelte Zuständigkeit und die Zusammenarbeit zwischen technischem Support und Pädagogik notwendig (Breiter & Welling, 2010). Bereits Probleme in der Wartung behindern oft den Einsatz.

Obwohl Lehrkräfte im allgemeinen einen Nutzen im Einsatz digitaler Technologien im Unterricht erkennen (BITKOM, 2011), die Ausstattung der Schulen sich verbessert, die Lehrkräfte pragmatische Lösungen finden und digitale Lehr-Lernkonzepte entwickeln, lässt sich immer noch ein Nachholbedarf in Sachen Digitalisierung konstatieren, wobei sich ein Gefälle zwischen Schulen als »digitale Vorreiter« und »digitale Nachzügler« abzeichnet (Mußmann et al., 2021). Die Einsatzhäufigkeit digitaler Technologien im Unterricht ist in Deutschland zwar steigend, aber immer noch singular (Bos et al., 2019; Kerres et al., 2012). In Deutschland bleibt die Nutzungshäufigkeit des Computers von Lehrkräften im Unterricht in Deutschland weit hinter anderen Ländern zurück (Bos et al., 2019; Eickelmann et al., 2014). Der Einsatz digitaler Technologien findet dabei vorzugsweise unter Beibehaltung traditioneller Unterrichtswege statt, wobei vor allem persönlich-individuelle Darstellungsmedien digitalisiert und bspw. die klassische Tafel durch eine interaktive Tafel ersetzt wird (Sieve, 2015). Die (pädagogische) Nutzung digitaler Technologien weist auch »nach der Rückkehr zum Präsenzunterricht« noch Optimierungspotential auf (Bitkom Research, 2021; Mußmann et al., 2021).

Die Bandbreite der Begründungen für die Einschränkung der Nutzung digitaler Technologien ist groß. Als Hindernisse werden hauptsächlich Fragen rund um den Datenschutz und Lizenzen genannt. Dicht gefolgt von der Wahrnehmung, dass der Einsatz digitaler Technologien oft nicht sinnvoll ist und die Materialien wenig ausgereift sind (Mußmann et al., 2021). Lehr-Lernplattformen sind zeitweise nicht erreichbar, Apps sowie Software funktionieren nicht und die Bandbreite des Internetzuganges reicht nicht aus. Zusätzlich fühlen sich Lehrkräfte im Hinblick auf den Einsatz digitaler Technologien nicht ausreichend qualifiziert und nehmen die Digitalisierung als Herausforderung wahr (Aufenanger, 2017; Chai et al., 2013). Sie schätzen ihre eigenen technischen Fähigkeiten zwar positiv ein, wohingegen sie ihre Kompetenzen in Bezug auf den didaktischen Einsatz als eher schwach bewerten (Eickelmann, 2010; Eickelmann et al., 2019; Prasse, 2012). Mehr als ein Drittel der Lehrkräfte geben an, dass ihre

nicht ausreichende medienpädagogische Kompetenz den Einsatz digitaler Technologien im Unterricht hemmt (Eder, 2010). Dies zeigt sich auch in einem mittelstarken Zusammenhang zwischen der selbsteingeschätzten Medienkompetenz und der selbsteingeschätzten Nutzung digitaler Technologien (Eickelmann et al., 2014; Prasse, 2012). Eine kritische Abwägung zwischen Aufwand und Nutzen spielt eine entscheidende Rolle beim nur geringen Einsatz digitaler Technologien (Gerick et al., 2017). Zwischen dem Einsatz digitaler Technologien im Unterricht und den Einstellungen von Lehrkräften existiert ein Zusammenhang (Eickelmann, 2010; Ertmer, 2005; Prasse, 2012).

Mit Rückbezug auf das SAMR-Modell lässt sich feststellen, dass die Umsetzung der Digitalisierung eher auf der Ebene »Verbesserung« stattfindet. Wenige Fortbildungsangebote haben dabei die sinnvolle »Umgestaltung« von Unterricht durch digitale Technologien im Blick. Dies wird insbesondere am singulären Einsatz digitaler Technologien deutlich. Somit besteht für eine entsprechend gezielte und optimale Nutzung digitaler Technologien Entwicklungsbedarf, sodass sich das nicht ausgenutzte Potential der Digitalisierung im Bildungssystem entfalten kann (Eickelmann et al., 2014).

Um die Probleme der eingeschränkten Nutzung digitaler Technologien zu reduzieren, könnten zunächst die Lehrkräfte in den Fokus genommen werden: Lehrkräfte müssen zur Potentialentfaltung der Digitalisierung über entsprechende Qualifikationen verfügen (Herzig et al., 2015; KMK, 2016), beim Einsatz und der Implementation digitaler Technologien unterstützt und begleitet werden (Bach, 2016), »[denn] die Potentiale digitaler Medien werden vor allem dann ausgeschöpft, wenn die neuen Medien nicht einfach nur genutzt werden wie die alten. Digitale Medien haben spezifische Vorteile, deren Kenntnis auch neue Anwendungsmöglichkeiten jenseits altbekannter Funktionen zulassen« (Petko, 2020, S. 24).

Fortbildungen könnten konkrete Einsatzmöglichkeiten digitaler Technologien vermitteln (Keres et al., 2012; Sieve et al., 2016). Als problematisch erscheint, dass sich die Fortbildungsmaßnahmen eher auf technische und anwendungsbezogene Inhalte fokussieren und weniger auf didaktische Aspekte (Law & Chow, 2008). Schwerpunkte von Fortbildungsangeboten zu Themen zur Digitalisierung sind u. a. die Vermittlung digitaler Kompetenzen, Dokumentation, Präsentation und Kollaboration sowie Datenerfassung und -verarbeitung sowie Simulation und Modellierung (Diepolder et al., 2021). Lediglich 40 % der Lehrkräfte besuchen externe Fortbildungen zur Nutzung digitaler Technologien (Mußmann et al., 2021). Schulinterne Fortbildungen haben dahingegen bereits 72 % der Lehrkräfte besucht. Auch lassen sich Vernachlässigungen in Hinblick auf den Einsatz digitaler Technologien in der Ausbildung von Lehrkräften aus Sicht der Lehrkräfte feststellen (Endberg, 2019; Mußmann et al., 2021).

Ein Blick auf die Jahreszahlen der veröffentlichten Studien verdeutlicht, dass sich selbst über Jahre hinweg der Einsatz nicht wesentlich verändert hat. Im Interesse des erweiterten Einsatzes sollte zukünftige Forschung daher vermehrt die Förderung von digitalen Kompetenzen, die Kompetenzentwicklung unter Betrachtung des technologischen Wandels und die Unterstützung der Lehrkraft bei der Planung und Umsetzung von Unterricht untersuchen. Nur so kann a) weiter aufgeklärt werden, was auf welche Art wirksam ist und b) der zusätzliche Aufwand bspw. durch den Besuch einer Fortbildung für Lehrkräfte legitimiert werden. Schlussendlich kann so die Weiterentwicklung von Digitalisierung der Schulen gelingen und damit die Entwicklung und Implementation digitaler Innovation bspw. in Form digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen gefördert werden. Dazu und über den individuellen Unterricht hinaus bieten sich Lehr-Lernplattformen an (Petko, 2010).

### **2.3.3 Lehr-Lernplattformen als Beitrag zur Unterrichtsentwicklung**

Bei Lehr-Lernplattformen handelt es sich um ein Content-Management-System, mit dem die Bereitstellung von Inhalten, die Kommunikation mit Lerngruppen oder anderen Lehrkräften sowie Verwaltungsaufgaben in einer digitalen Anwendung abrufbar über einen Internetbrowser kombiniert werden. Ursprünglich stammt die Idee der Lehr-Lernplattform aus dem Fernunterricht. Motivation war dabei, ein gemeinschaftliche Lernen unter Einbezug pädagogischer Leitziele auch bei räumlicher Trennung möglich zu machen (Schulmeister, 2005). Lehr-Lernplattformen ergänzen aber heutzutage darüber hinaus auch den Präsenzunterricht. In Anlehnung an Wagner (2016) kategorisieren Unterricht, Organisation und Kooperation zentrale Funktionen und Nutzungsmöglichkeiten von Lehr-Lernplattformen (s. auch Friedrich et al., 2011; Schulmeister, 2005):

## **Unterricht**

- In Kursen werden für Lernende digitale Lernangebote geschaffen und administriert. Diese Kurse bleiben erhalten, sind anpassbar und zeitlich sowie örtlich flexibel abrufbar.
- Das »klassische« Buch wird durch multiple, adaptive, interaktive und kollaborative Elemente erweitert. Dies ist bspw. für den naturwissenschaftlichen Unterricht lohnend: Experimente können bspw. durch Simulationen ergänzt oder ersetzt werden.
- Dynamische und kooperative Arbeits- und Lernformen und die Realisierung von Projekten erweitern traditionelle Lehr- und Lernmöglichkeiten.
- Unterrichtsbegleitender Langzeiteinsatz: Gewöhnung an den Einsatz bis dieser selbstverständlich wird. Alle Materialien können online gestellt werden, wodurch die Nachbereitung und Ergebnissicherung des Unterrichts unterstützt wird. Dies ist bspw. bei der Durchführung eines Experiments interessant. Fotos oder Videos können hochgeladen werden.
- Die Ergebnisse der Lernprozesse werden in Form digitaler Artefakte gespeichert und können zur Nachbereitung des Unterrichts stichprobenartig ausgewertet werden. Kerres (2013, S. 1087) spricht hier von einer »Spur«, die das Lernen hinterlässt, Lernprozesse werden für die Lehrkräfte transparent. Eine Überprüfung des Lernfortschritt und eine Einschätzung des Lernstands und -fortschritt (bspw. Testmöglichkeit, Feedback) sind möglich. Standardisiertes und individuelles Feedback wird vereinfacht, Arbeits- und Lernprozesse können mitverfolgt, kommentiert und individuell bewertet werden.

## **Organisation**

- Die Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden ist auch außerhalb des Unterrichts möglich.
- Die Organisation in der Schule (bspw. Vertretungsunterricht) und Abwicklung administrativer Aufgaben kann unterstützt werden.
- Die Verwaltung (bspw. Anmeldung und Zuweisung von Klassen) von Schüler und Schülerinnen sowie von Lehrkräften und Mitarbeitenden ist über eine Lehr-Lernplattform möglich.

## **Kooperation**

- Es lassen sich institutionsübergreifend Beziehungsnetze zwischen Schulen herstellen.
- Die Unterrichtsplanung kann für andere Lehrkräfte leichter transparent gemacht werden.
- Eine Zusammenarbeit von Lehrkräften an Kursen ist möglich und unterstützt möglicherweise Kooperationen.
- Erstellte Kurse können an Lehrkräfte herausgegeben werden.

Mit dem Ziel, materialgestützte Unterrichtskonzeptionen in den Unterricht zu transferieren, kann eine Lehr-Lernplattform einen Beitrag unter Berücksichtigung der Anforderungen an »guten« (naturwissenschaftlichen) Unterricht leisten. Die Voraussetzung für die Nutzung von Lehr-Lernplattformen sind jedoch internetfähige digitale Endgeräte. Die Entscheidung über einen ggf. schulweiten Einsatz berücksichtigt solche Randbedingungen und ist das Ergebnis eines sorgfältigen Abwägungsprozesses. Dabei ist die Diskussion zum Einsatz von unterschiedlichen Haltungen und Erfahrungen geprägt (Prasse, 2012). So können lerntheoretische Probleme durch fehlendes Wissen zum zielorientierten Einsatz entstehen (Eder, 2010). Probleme in der Bedienung und die Hinderung an der pädagogischen Praxis durch zusätzliche Aushilfsadministratoren wirken sich negativ auf die Akzeptanz von Lehr-Lernplattformen aus (Schulmeister, 2005).

Der Einsatz einer Lehr-Lernplattform muss didaktisch und methodisch sorgfältig vorbereitet und begründet sein (Kerres, 2003). Dass, im Umkehrschluss, eine Rückkopplung auf die Auswahl und Inhalte auch hinderlich sein kann, ist nicht auszuschließen. In einer Umfrage des IDW (2020) nennen 29 % der Lehrkräfte das Erreichen der fachlichen und prozessbezogenen Lernziele als besondere Hürde für den Einsatz digitaler Technologien.

Das Potential der Nutzung von Lehr-Lernplattformen kann besonders dann entfaltet werden, wenn hinter der Nutzung von Lehr-Lernplattformen klar formulierte Ziele stehen. Grundlage einer solchen Zielorientierung ist eine Nutzungsanalyse, die mögliche Nutzungsarten konkretisiert. Lehr-Lernplattformen stellen eine Möglichkeit zur Erweiterung und Umgestaltung von Unterricht im Sinne des SAMR-Modells dar (Puentedura, 2006). Aufgabenstellungen und Lernprozesse können durch die Lehr-Lernplattformen nicht nur verbessert, sondern umgestaltet werden. Die Forderung nach einer elaborierten Nutzung von Lehr-Lernplattform setzt das Wissen über mögliche Nutzungsarten sowie die tatsächliche Nutzung und ihren didaktisch sinnvollen Einsatz voraus.

### **2.3.4 Lehr-Lernplattformen in der Schule: Potential und tatsächliche Nutzung**

Nutzende von Lehr-Lernplattformen sind in der Regel Lernende oder Lehrende, wobei Lernende in der Regel in der Rolle der Konsumierenden von Lerninhalten gesehen werden. Lehrende hingegen bieten hauptsächlich Lerninhalte an (Wagner, 2016). Die Nutzung von Lehr-Lernplattform kann auch durch die Einsatzhäufigkeit von digitalen Endgeräten im Präsenztunterricht (kein Einsatz, gelegentlich und regelmäßig) kategorisiert werden (Schulmeister, 2005).

### **Kein Einsatz digitaler Endgeräte im Unterricht**

Die Nutzung der Lehr-Lernplattform ist eher unterrichtsbegleitend. Hauptsächlich werden Unterrichtsmaterialien aus dem Unterricht online gestellt. Die Lehr-Lernplattform wird für die Heimarbeit in Form von Hausaufgaben oder Prüfungsvorbereitungen genutzt. Auch Online-Diskussionen sind möglich.

### **Gelegentlicher Einsatz digitaler Endgeräte im Unterricht**

Voraussetzung ist, dass in der Schule ein Computerraum oder mind. ein Klassensatz digitaler Endgeräte vorhanden sind. Die Nutzung erfolgt unsystematisch. Es werden Arbeitsmaterialien zur Verfügung gestellt und Gruppenarbeiten koordiniert. Ergebnisse aus der Gruppen- und Einzelarbeit können vorgestellt werden. Durch diese Arbeitsart lässt sich die Motivation steigern, digitale Endgeräte auch zu Hause für das Lernen zu nutzen.

### **Regelmäßiger digitaler Endgeräte im Unterricht**

Beim regelmäßigen Einsatz wird die Lehr-Lernplattform im Unterricht zur Selbstverständlichkeit. In diesem Fall wird die Organisation des Datenflusses im Unterricht sowie zwischen Unterrichtsraum und Heimarbeit über die Plattform geregelt. Die Nutzung ist fortgeschritten. Die Planung, Umsetzung und Nachbereitung findet fast vollständig digital mithilfe der Lehr-Lernplattform statt. Ausgearbeitete vereinzelte Unterrichtsmaterialien (oder auch ganze Unterrichtskonzeptionen) werden in die Lehr-Lernplattform eingebettet.

Diese zuletzt beschriebene elaborierte Nutzungsart stellt eine Möglichkeit zur Unterstützung der Digitalisierung und des Transfers empirisch fundierter Unterrichtskonzeptionen in die Unterrichtspraxis dar. Entwickelte Unterrichtskonzeptionen können von Forschenden und von Lehrkräften bereitgestellt und sogar schul- und institutsübergreifend verbreitet, adaptiert und individualisiert werden. Damit ist eine Bereitstellung von Unterrichtskonzeptionen im Sinne eines *Curriculum Administration and Customization Services* durch eine Lehr-Lernplattform möglich (Leary et al., 2016; Petko, 2010). Diese Nutzungsart ist selbstverständlich auch bei *keinem* und *gelegentlichem* Einsatz möglich. Jedoch bleiben die Artefakte der Schüler und Schülerinnen auf dem Server und nicht in der Mappe gespeichert, wodurch der Zugang zu in der Vergangenheit erarbeiteten und erlernten Inhalten schwierig sein kann. Der benötigte Platz zur Unterbringung der Vielzahl an Unterrichtskonzeptionen, aber auch vereinzelten Unterrichtsmaterialien, wird durch eine »digitale Schublade« reduziert. Der Einsatz solcher digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen muss dabei nicht zwingend durchgängig sein, sondern kann auch singulär verwendet werden. Die Beschäftigung mit Werkzeugen und Funktionen innerhalb einer Lehr-Lernplattform kann dabei zur Entstehung neuer Ideen führen, wie

Aktivitäten gewinnbringend eingesetzt werden können. Zwei mögliche Umsetzungen einer langfristigen und elaborierten Nutzung von Lehr-Lernplattformen finden sich in der Studie von Wagner (2016):

- Erstellung themenspezifischer Kurse für Studierende: Auf diese Weise konnten sowohl Kursinhalte (Informationen und Materialien) als auch Hilfen zur Strukturierung der Inhalte bereitgestellt werden. Dabei steht eine Vielzahl an zusätzlichen Lernmöglichkeiten zur Verfügung (z. B. Vorlesungsfolien mit Aufzeichnung der Vorlesung, passende Verlinkungen zu Videos und Begleitseminaren, Wissenstests).
- Erstellung einer Mediathek für Lehrkräfte: Lehrkräfte haben Zugang zu vorhandenen digitalen Medien<sup>4</sup>. Im Vorfeld wurden Akzeptanzkriterien wie Übersichtlichkeit, Einfachheit, Konfigurierbarkeit der Startseite für eine Übernahme in die Mediathek entwickelt und beachtet. Zu jedem Inhalt standen Informationen (bspw. Jahrgang, Sachgebiet, Hinweise zur Nutzung, Bewertung anderer Lehrkräfte) für die Lehrkraft zur Verfügung.

Im Vergleich zum beschriebenen Potential von Lehr-Lernplattformen sind die identifizierten Nutzungsarten eher ernüchternd. Mit Beginn der 2010er Jahre konnten erste Nutzungen von Lehr-Lernplattformen zur Unterrichtsplanung, im Präsenzunterricht und zur Unterstützung außerunterrichtlicher Lernaktivitäten beobachtet werden. Funktionen wie Organisation oder Gruppenaufteilung wurden dabei kaum genutzt (Friedrich et al., 2011). Die Nutzung beschränkte sich weitgehend darauf, Dokumente bereitzustellen (Petschenka & Engert, 2011), vertraute Lehr-/Lernformen zu realisieren und traditionelle Unterrichtswege digital umzusetzen (Friedrich et al., 2011). Die festgestellte fehlende fortgeschrittene Nutzung von Lehr-Lernplattformen lässt sich partiell für digitale Technologien generalisieren. So stellte auch Sieve (2015) fest, dass bspw. die Nutzung von interaktiven Smartboards den vertrauten Arbeitsweisen entsprechen. Die Nutzung von Lehr-Lernplattformen wurde wenig zur Kooperation mit anderen Lehrkräften oder der Planung und Durchführung von Unterricht umgesetzt (Wagner, 2016). Im Jahr 2018 lag Deutschland im internationalen Vergleich in der Nutzung von Lehr-Lernplattformen im unteren Bereich. Lediglich 12 % der Lehrkräfte benutzten Lehr-Lernplattformen gelegentlich im Unterricht. Die Nutzungshäufigkeit hat sich fortwährend mit den Jahren erhöht (2020: 36 %, 2021:58 %) (Mußmann et al., 2021).

Einen Einfluss auf die Nutzung von Lehr-Lernplattform hat die durch die Nutzenden wahrgenommene Leistung. Werden also die persönlichen Erwartungen erfüllt, kommt es zu einer Nutzung. Daher sollten Fortbildungsmaßnahmen auf die genannten Vorteile und Potentiale

---

<sup>4</sup>Grund hierfür war es, die Nutzungsrechte zur Verwendung der Medien für die Lehrkräfte zu sichern. Inhalte der Mediathek sind Videos, interaktive Animationen und Bilder

von Lehr-Lernplattformen verweisen (Escobar-Rodriguez & Monge-Lozano, 2012). Obwohl sich die Häufigkeit der Nutzung von Lehr-Lernplattformen im Unterricht erhöht hat, gibt es bei der Nutzungsart im Vergleich zum Potential noch Verbesserungsmöglichkeiten. Nur etwa ein Drittel der deutschen Lehrkräfte trauen sich die Arbeit mit einer Lehr-Lernplattform überhaupt zu (Eickelmann et al., 2019). Insbesondere fehlt das Wissen, wie eine Lehr-Lernplattform im Unterricht eingesetzt werden kann (Koehler et al., 2014).

### 2.3.5 Begründung für einen Lehr-Lernplattform-gestützten Unterricht

Die dargestellte Umsetzung eines Lehr-Lernplattform-gestützten Unterrichts lässt sich durch die Möglichkeit eines weitreichenden und nachhaltigen Transfers von entwickelten Unterrichtskonzeptionen und durch die Adressierung digitaler Kompetenzen von Lehrkräften sowie Schüler und Schülerinnen legitimieren.

#### 1) Weitreichender und nachhaltiger Transfer von Unterrichtskonzeptionen

Die Vielzahl an entwickelten Unterrichtskonzeptionen kann durch eine inhaltliche und methodische Integration in eine Lehr-Lernplattform digital an Lehrkräfte herausgegeben werden, um einen möglichen weitreichenden und nachhaltigen Transfer fachdidaktischer Erkenntnisse in die Praxis zu unterstützen. Dies kann bspw. durch die Bereitstellung über *Open Educational Resources* gelingen. Ein *Curriculum Customization Service* kann Lehrkräfte dabei unterstützen, die Unterrichtskonzeptionen an Lerngruppen anzupassen. Dadurch kann das klassische Buch durch adaptive, interaktive und kollaborative Elemente erweitert werden (Kap. 2.3.3). Webbasierte Instrumente bieten mehr Möglichkeiten (z. B. interaktive Lehr-Lernmaterialien), wodurch der Unterricht individuell angepasst werden kann. Diese Art eines Lehr-Lernplattform-gestützten Unterrichts kommt pädagogischen Anwendungen entgegen und stellt die Funktionalität in den Vordergrund. Mit Rückbezug zum SAMR-Modell entsteht dadurch eine Umgestaltung von Unterricht bei gleichzeitiger Beibehaltung von Anforderungen (Strukturierung, Zielklarheit, Individualisierung) an naturwissenschaftlichen Unterricht (Helmke, 2009). Erstellte Unterrichtskonzeptionen lassen sich vervielfältigen, indem sie schulübergreifend gespeichert und hochgeladen werden können. Auch eine Zusammenarbeit an einem Kurs mit mehreren Lehrkräften ist möglich.

## 2) Erwerb digitaler Kompetenzen

Die Umsetzung von Unterrichtskonzeptionen mittels Lehr-Lernplattformen kann auf die digitalen Kompetenzen aus dem europäischen Kompetenzrahmen abgebildet werden (»DigCompEdu«, Tab. 2.2, Weßnigk et al., 2020b).

**Tab. 2.2:** *Lehr-Lernplattform-gestützter Unterricht ermöglicht die Adressierung digitaler Kompetenzen*

Aspekt aus dem DigCompEdu	Begründung
Reflektierte Praxis	Möglichkeit, die digitalen Konzeptionen wie vorgeschlagen einzusetzen oder sie zu verändern und spezielle Foki zu setzen. Aus diesem Grund kann der Einsatz der digitalen Einheit und der Lehr-Lernplattform für eine Reflexion und Beurteilung sowie Weiterentwicklung genutzt werden.
Digitale Weiterbildung	Der Nutzen und die Kenntnis von Lehr-Lernplattformen kann für die berufliche Weiterentwicklung verwendet werden, bspw. eigene digitale Angebote entwickeln und im Kollegium zur Verfügung stellen.
Erstellen & Anpassen digitaler Ressourcen	Digitalgestützte Unterrichtskonzeptionen bieten Anknüpfungsmöglichkeiten, Ideen für Weiterentwicklung, Möglichkeiten der Adaption und dadurch auch Hinzunahme neuer Lernziele oder Austausch von Kontexten.
Selbstgesteuertes Lernen	Lernende können die digitalen Unterrichtskonzeptionen im eigenen Tempo bearbeiten. Es gibt Möglichkeiten zur Überprüfung.

## 2.4 Zusammenfassung und Fazit

Die Nutzung von Innovation in der Schule ist bestimmt durch die Lehrkraft, das Potential wird jedoch durch die Innovation selbst bestimmt. Die bisherigen Ausführungen deuten auf eine Lücke zwischen Nutzung und Potential hin. Obwohl gezeigt wurde, dass der Einsatz von Unterrichtskonzeptionen, die auf Erkenntnissen fachdidaktischer Forschung basieren, die Unterrichtsqualität erhöht, lässt sich eine Nutzung solcher Unterrichtskonzeptionen nur bedingt konstatieren. Lehrkräfte nutzen zumeist einzelne Versatzstücke dieser Konzeptionen oder verändern diese auf Grundlage ihrer individuellen Bedürfnisse. Ähnliches zeigt sich

auch im Umgang mit Lehr-Lernplattformen. Auch diese finden selten in der Unterrichtspraxis Anwendung, wobei sich eine deutliche Erhöhung in der Nutzungshäufigkeit zwischen den Jahren 2018 bis 2021 feststellen lässt. Dies ist jedoch wahrscheinlich auf dem Umstand der Umsetzung von Fernunterricht aufgrund der politisch angeordneten Pandemiemaßnahmen zurückzuführen. Werden Lehr-Lernplattformen eingesetzt, ist diese Nutzung gemäß des SAMR-Modells, eher als oberflächlich einzustufen (Substitution und Augmentation). Eine Nutzung, die sich auf eine digitale Umsetzung von Unterrichtskonzeptionen bezieht, ist damit von Lehrkräften zu diesem Zeitpunkt nicht zu erwarten.

Lehrkräfte sollten daher im Interesse einer solchen Umsetzung im Umgang mit fachdidaktischen und digitalen Innovationen im Hinblick auf eine didaktisch sinnvolle Nutzung weitergebildet und bei der Implementation im Unterricht begleitet werden. Mögliche Nutzungsarten müssen hinsichtlich verschiedener Zielsetzungen analysiert werden. Risiken und Probleme sind gegen den erwarteten Nutzen abzuwägen.

Eine Möglichkeit, sowohl die zielgerichtete Nutzung materialgestützter Unterrichtskonzeptionen als auch von Lehr-Lernplattformen im Schulalltag zu etablieren, ist die Umsetzung von digital-materialgestützten Unterrichtskonzeptionen mithilfe einer Lehr-Lernplattform. Dadurch wird Lehrkräften sowohl ein technologisches als auch ein didaktisches Fundament für die Planung und Umsetzung eines innovativen Unterrichts gegeben. Jedoch müssen Lehrkräfte bei der Realisierung des Innovationspotentials und damit bei der Umsetzung dieser neuen Unterrichtskultur unterstützt werden. Hierzu eignen sich Implementationsmaßnahmen, die die Nutzung der Anpassung an das Innovationspotential unterstützen und den jeweiligen Einsatz der Innovation vorbereiten können. Dies kann sich möglicherweise auch günstig auf die von Forschenden intendierte Nutzung von entwickelten Unterrichtskonzeptionen auswirken.

Aus den Studien zur Nutzung fachdidaktischer und technologischer Innovationen lässt sich nicht eindeutig feststellen, ob eine fehlende positive Einstellung, fehlende Motivation, eine nicht überzeugende Aufwands-Nutzen-Abwägung oder fehlendes Wissen Ursachen für die geringe Nutzung fachdidaktischer Innovationen sind (Breuer, 2021). Es ist vielmehr davon auszugehen, dass ein Zusammenspiel der genannten Faktoren vorliegt, welche den Einsatz fachdidaktischer und digitaler Innovationen behindert. Jedoch weisen die genannten Faktoren eine Gemeinsamkeit auf: Sie wirken sich auf die Akzeptanz von Innovationen aus. Damit rückt in der vorliegenden Arbeit die Akzeptanz der Lehrkräfte und die mögliche Veränderung akzeptanzbeeinflussender Konstrukte durch gezielte Implementationsprozesse in den Mittelpunkt.

# 3 Einflussfaktor Akzeptanz bei der Implementation von Innovationen

Die Ergebnisse internationaler Schulleistungsuntersuchungen der OECD (PISA-Studie 2001) oder die Ergebnisse der Metaanalyse von Hattie (2009) begründen die Beforschung von Transferprozessen fachdidaktischer Innovation im Bildungswesen. Im Ergebnis wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Veränderungsprozesse mit unterschiedlichem Einfluss auf den Unterricht (z. B. Bildungsstandards, Schulentwicklungspläne) vorgeschlagen und teilweise umgesetzt. Häufig waren die Erfahrungen ernüchternd. Altrichter (2013) spricht hier anschaulich von den »Tücken der Implementation« und beschreibt, »dass sich die Implementation des ursprünglichen Konzepts als bedeutend diffiziler herausstellte, als sich das die ProponentInnen der Innovation offenbar vorgestellt hatten« (S. 1).

Die Übernahme von Innovationen erfolgt oft selektiv, angepasst an vorhandene Fähigkeiten und Einstellungen. Das so entstandene Mosaik kann damit oft das erhoffte Potential nicht entfalten. Ein anderes leider auch typisches Problem mit Innovationen ist, dass Prozesse zur Implementation nur ungenügend vorbereitet und begleitet werden. In der Folge bleiben Fähigkeiten und Einstellungen der Lehrkräfte hinter dem zurück, was für eine produktive Umsetzung nötig wäre, obwohl »Modernisierungen« auf Schulebene einen Einfluss auf die Handlungskompetenz der Lehrkräfte haben können. Die Ursachen für identifizierte Probleme finden sich häufig in einer fehlenden Akzeptanz, welche durch die Innovation selbst, durch affektive und kognitive Merkmale der Lehrkräfte sowie durch externen Bedingungen beeinflusst wird.

## 3.1 Akzeptanz als Voraussetzung für die Weiterentwicklung von Unterricht

Für die Unterrichtsgestaltung, -veränderung und Initiierung von Lerngelegenheiten sind hauptsächlich Lehrkräfte verantwortlich (Baumert & Kunter, 2006). Bestimmend für den Erfolg der Unterrichtsgestaltung ist die Handlungskompetenz der Lehrkräfte, unter der die Fähigkeiten

und die Bereitschaft der Lehrkräfte zur Erfüllung der Anforderungen im Berufsalltag verstanden werden (Weinert, 2001). Diese Handlungskompetenz ist ein komplexes Gefüge aus affektiven und kognitiven Faktoren (Baumert & Kunter, 2011). Bei der Untersuchung der Handlungskompetenz wird häufig der Fokus auf kognitive Faktoren gelegt (Velling et al., 2022). Darüber hinaus zeigten spezifische affektive Faktoren ein Gewicht in der Handlungskompetenz (Strauß et al., 2019). Bezogen auf Innovationsvorhaben erfasst die affektive Dimension die Summe der Werthaltungen der Lehrkräfte und die kognitive Dimension das Wissen der Lehrkräfte über die Innovation. Werden diese Faktoren mit der Innovation verbunden, ergeben sich mögliche ablehnende oder annehmende Handlungsabsichten (konative Dimension). Affektive Merkmale, die einen Einfluss auf die Handlungskompetenz der Lehrkräfte haben, wirken sich auf die Akzeptanz fachdidaktischer Innovationen aus und haben damit unmittelbar einen Einfluss auf die Handlungen der Lehrkräfte (Nistor, 2020).

Das Handeln der Lehrkräfte hat über die Akzeptanz von Innovationen sowohl einen Einfluss auf die Schüler und Schülerinnen (bspw. schulische Ergebnisse) als auch auf die Lehrkräfte selbst. Lehrkräfte mit einer geringen Akzeptanz gegenüber dem Schulbuch setzen dieses bspw. weniger ein (Beerenwinkel & Gräsel, 2005). Eine geringe Akzeptanz des Lehrplans kann sich auf dessen Umsetzung auswirken: Es werden bewusst Inhalte ausgelassen (Vollstädt et al., 1999). Diese Beispiele verdeutlichen, dass Lehrkräfte als Entscheidungstragende im Zentrum der Nutzung und Implementation fachdidaktischer Innovationen beteiligt sind.

Der Einsatz fachdidaktischer Innovationen begünstigen neben der Weiterentwicklung von Unterricht die Handlungskompetenz von Lehrkräften (Altrichter & Wiesinger, 2004). Das Angebot fachdidaktischer Innovationen, deren Nutzung und die darauf bezogene Auseinandersetzung seitens der Lehrkräfte kann nach dem Angebots-Nutzungs-Modell zur Entwicklung, Struktur und Wirkung professioneller Kompetenz als Lerngelegenheit angesehen werden (Breuer, 2021; Kunter et al., 2011), wobei es sich bei dieser Auseinandersetzung nicht um einen »passiven Automatismus« handelt (Kunter et al., 2011, S. 62). Der »Erfolg« der Lerngelegenheiten ist von der Nutzung abhängig (Helmke, 2009). Dabei stehen die Nutzung einer fachdidaktischen Innovation (hier: Unterrichtskonzeption) und die Handlungskompetenz in einer reziproken Beziehung (Remillard, 2005):

- Im ersten Schritt sucht sich die Lehrkraft partiell Aspekte und konkrete Elemente aus der Unterrichtskonzeption heraus,
- um diese an ihren individuellen Unterricht anzupassen.
- Dieser Auswahl- und Adaptionsprozess und die Unterrichtskonzeption selbst wirken sich damit auf die Unterrichtsplanung und Unterrichtspraxis aus.

- Die erfahrbar gemachte Unterrichtspraxis selbst wirkt sich erneut auf die Unterrichtsplanung aus,
- wodurch schlussendlich schrittweise die Handlungskompetenz der Lehrkräfte beeinflusst wird, welche wiederum einen Einfluss auf die Nutzung der Unterrichtskonzeption hat.

Der Einfluss affektiver Merkmale der Lehrkräfte wird zusätzlich bei Betrachtung des Einflusses auf die Schüler und Schülerinnen noch deutlicher: Innovationsbereitere Lehrkräfte setzen mehr von vorliegenden Unterrichtskonzeptionen um und erreichen dadurch einen höheren Lernzuwachs bei den Schülern und Schülerinnen (McNeill, 2009). Lehrkräfte, die ein größeres Interesse am Unterrichtsgegenstand aufweisen, entwickeln ständig ihre Kompetenzen weiter (Retelsdorf et al., 2010) und nutzen Lerngelegenheiten wie bspw. Fortbildungen intensiver (Rzejak et al., 2014). Selbstwirksamkeitserwartungen der Lehrkräfte können bspw. mit den Schulnoten der Schüler und Schülerinnen korrelieren (Caprara et al., 2006; Ross, 1992).

Dieser Einstieg in das Kapitel verdeutlicht an dem Prozess der Nutzung und Anpassung fachdidaktischer Innovationen, dass die Handlungskompetenz von Lehrkräften und deren Auswirkungen auf den Unterricht von affektiven und kognitiven Faktoren abhängig ist. Dieses komplexe Gefüge hat zeitgleich eine Auswirkung auf die Akzeptanz fachdidaktischer Innovationen, wodurch die Analyse akzeptanzbeeinflussender Variablen und deren Veränderung (bspw. Untersuchung von Implementationsprozessen) zum Untersuchungsgegenstand fachdidaktischer Forschung wird. Der Einfluss affektiver Merkmale auf die Unterrichtsplanung und -umsetzung begründet eine weitergehende Auseinandersetzung mit diesen Merkmalen, denn diese Merkmale scheinen neben kognitiven Merkmalen die Basis für die konkrete Wahl von Aufgaben und Handlungen bei der Planung von Unterricht darzustellen.

## 3.2 Akzeptanzforschung und der Begriff der Akzeptanz

Die Akzeptanzforschung beschäftigt sich mit der Erforschung der Gründe für eine Annahme und Ablehnung einer Innovation (Lucke, 1995). Mittels Akzeptanzuntersuchungen gelingt es, Nutzungserfahrungen, die Einstellung der Nutzenden sowie hemmende bzw. -fördernde Faktoren zu ermitteln (Allerbeck, 1998). Die Ergebnisse der Akzeptanzforschung haben häufig ein Generalisierbarkeitsproblem, weil Innovationsvorhaben im Detail zu unterschiedlich sind. Trotz dieser Diversität und der daraus resultierenden Problematik der Generalisierbarkeit ist es der Akzeptanzforschung gelungen, akzeptanzhemmende bzw. -fördernde Faktoren zu identifizieren, die sich auf verschiedene Innovationen anwenden lassen (Quiring, 2006).

Neben der Beforschung von Akzeptanzkriterien beschäftigt sich die Akzeptanzforschung mit der Erstellung und Validierung von Akzeptanzmodellen. Dabei werden unterschiedliche Einflussgrößen zur Erklärung der Akzeptanz herangezogen (Neudorfer, 2004), die sich auf die Einstellung und das Handeln beziehen (Brockhaus, 2018). Daher hat sich die Unterscheidung zwischen der Einstellungs- und der Handlungsakzeptanz etabliert (Kap. 3.5). Ausgangspunkt dieser Überlegung ist, dass Einstellungen und Handlung häufig nicht korrelieren. Stehen nicht ausreichend Fähigkeiten und Ressourcen zur Verfügung, kann das Handeln nicht ausgeführt werden. Eine Untersuchung erfolgt meist zu einem Zeitpunkt und auch häufig erst nach der Einführung der Innovation (Schnell, 2009). Die statische, zu einem Zeitpunkt erfasste Akzeptanz, kann sich zur Erfassung eines Status quo eignen, um bspw. Interventionen zur Einführung der Innovationen zu entwickeln oder Veränderungen bzgl. der Innovation zu initiieren bzw. zu untersuchen. Jedoch wird dadurch eine Statik in der Akzeptanz suggeriert. Es werden bspw. Eigenschaften einer Innovation oder affektive Merkmale (bspw. Einstellungen) von beteiligten Personen zu einem spezifischen Zeitpunkt analysiert. Eine weitere Sicht der Akzeptanz erweitert die Perspektive auf Erkenntnisse der zeitlichen Entwicklung der Ausbreitung von Innovationen (Kollmann, 1996) und ist damit nicht statisch (Kap. 3.5), da bspw. die Untersuchung von *Implementationsprozessen* notwendig ist.

Statt eine einheitliche Definition der Akzeptanz zu entwickeln, hat es sich bewährt, Einflussfaktoren auf die Akzeptanz zu untersuchen (Arndt, 2011; Binder, 2019; Olbrecht, 2010). Je nach Zielsetzung unterscheiden sich die Definitionen und die gewählte Definition fokussiert auf spezifische Einflussfaktoren. Bei der ersten Betrachtung nimmt der Akzeptanzbegriff das Individuum und dessen oberflächlichen Blick auf die Innovation in den Fokus: Akzeptanz meint grundlegend »annehmen, anerkennen, einwilligen« (Pfeifer, 1989, S. 3) und beruht in erster Linie auf Freiwilligkeit (Klosa, 2016).

In der Soziologie wird die Akzeptanz auf die Innovation bezogen und im Kontext neuer Technologien und deren Sozialverträglichkeit als »[eine] Eigenschaft einer Innovation, bei ihrer Einführung positive Reaktionen der Betroffenen zu erreichen« (Edrweit, 1989, S. 9) beschrieben. Darüber hinaus rückt »die bejahende oder tolerierende Einstellung von Personen oder Gruppen [...] gegenüber der Entwicklung und Verbreitung neuer Techniken oder Konsumprodukte« in den Fokus des Akzeptanzbegriffes (Brockhaus, 2018, S. 432). Diese bisher subjektbezogene Darstellung der Akzeptanz bezieht sich zunächst auf die Einstellung (Arndt, 2010).

Eine über die Einstellung hinausgehende Definition der Akzeptanz bezieht die Bereitschaft

von Nutzenden in konkreten Nutzungssituationen, das von der Innovation angebotene Nutzungspotential aufgabenbezogen abzurufen, ein (Reichwald, 1978). Auch hier bleibt die Akzeptanz durch die Bereitschaft und nicht aufgrund einer tatsächlichen Handlung auf der Einstellungsebene. Jedoch sagt die Einstellung nur bedingt etwas über die tatsächliche Handlung aus (Ajzen & Fishbein, 1980). Die tatsächliche Handlung mit Akzeptanz gleichzusetzen ist für diese Arbeit jedoch bspw. aufgrund fehlender Ressourcen (bspw. digitale Endgeräte) nicht sinnvoll. Auch bedeutet im Umkehrschluss nicht, dass mit einer Handlung eine positive Einstellung einhergeht (Oppermann, 1991). In der vorliegende Arbeit wird die Bereitschaft zur aufgabenbezogenen Nutzung im Sinne einer Einstellungsakzeptanz betrachtet. Wovon diese Bereitschaft explizit abhängt wird im weiteren Verlauf deutlich.

### 3.3 Faktoren der Akzeptanzförderung

Zur nachhaltigen Implementation von Innovationen im Bildungssektor bedarf es einer Förderung der Akzeptanz der Lehrkräfte gegenüber der Innovation. Diese kann über das sogenannte Akzeptanzsubjekt, das -objekt und den -kontext erreicht werden. In diesem Zusammenhang befasst sich die Implementationsforschung im Bildungssektor mit den Merkmalen der Lehrkräfte (Akzeptanzsubjekt), den Merkmalen der Innovation selbst (Akzeptanzobjekt) und den Merkmalen der Transferunterstützung und des Systems Bildung (Akzeptanzkontext) (Damschroder et al., 2009; Gräsel, 2010).

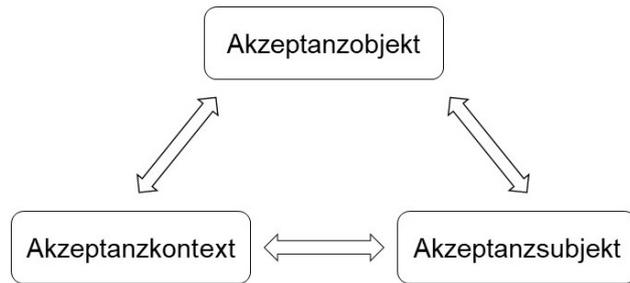
Die Analyse dieser Merkmale und ihres Zusammenwirkens ist bedeutsam und ergiebig, um eine weitere Einsicht in die wiederholt konstatierte Implementationsproblematik im Bildungssektor zu erlangen. Daher wird im folgenden Kapitel der Einfluss der Lehrkraft und der Innovation selbst sowie die Rolle des Bildungssystems, förderliche Unterstützungsmaßnahmen und das Zusammenwirken der einzelnen Faktoren herausgestellt.

#### 3.3.1 Subjekt, Objekt und Kontext

Lucke (1995) spannt den Begriff der Akzeptanz über die zueinander wechselwirkenden Teile Akzeptanzsubjekt, -objekt und -kontext auf (Abb. 3.1):

- Akzeptanzsubjekt: Personen, die von der Veränderung betroffen sind
- Akzeptanzobjekt: (Fachdidaktische) Innovation
- Akzeptanzkontext: Rahmenbedingungen, unter denen sich Akzeptanz ausbildet, oder eben nicht, die schulischen Bedingungen, Ressourcenlage, Transferunterstützung.

Für eine Annahme einer Innovation müssen zwischen dieser und dem Subjekt, also der Lehrkraft, eine positive Wechselbeziehungen herrschen (Lucke, 2010). Um ein einigermaßen vollständiges und erklärungs mächtiges Bild der Wechselwirkung zwischen Objekt und Subjekt zu erhalten, sollten Aspekte der Ablehnung und damit auch negative Emotionen in Bezug auf die Innovation bei einer Akzeptanzbetrachtung hinzugenommen werden (Lucke, 1995). Die Annahme oder Ablehnung einer Innovation hängt



**Abb. 3.1:** Akzeptanzwechselwirkung

- in der Perspektive auf das Objekt von den jeweiligen Eigenschaften der Innovation selbst, der (aufgabenbezogenen) Nutzung der zur Verfügung gestellten Funktionen und Qualität des Implementationsprozesses und
- in der Perspektive auf das Subjekts von affektiven Faktoren (bspw. Einstellung), Persönlichkeitsmerkmalen (bspw. Neugierde) und dem Handeln ab (Allerbeck, 1998; Reichwald, 1978).

Die strikte Trennung der objektbezogenen Aspekte einer Innovation sowie subjektbezogenen Aspekte lässt sich nicht durchgängig aufrechterhalten, da die verschiedenen die Innovationsakzeptanz bestimmende Perspektive zusammenfließen: objektbezogene Merkmale werden nicht zuletzt durch die Akzeptanzsubjekte wahrgenommen.

### 3.3.2 Akzeptanzsubjekt: Lehrkraft

Grundsätzliche Voraussetzung für eine Akzeptanz ist der Faktor Wissen (E. Davis et al., 2017; Rengelshausen, 2000), denn »die Menschen können sich nur mit denjenigen Maßnahmen auseinandersetzen, die sie kennen bzw. mit denen sie konfrontiert werden« (Schade, 2005, S. 39). Der Faktor Wissen korreliert mit der wahrgenommenen Effektivität und dem wahrgenommenen Nutzen (Schlag & Teubel, 1997). »Es ist nämlich keine Zustimmung für eine Einführung von road pricing zu erwarten ohne das Wissen und das Verständnis der Problemlage und der Zwecke« (Schade, 1999, S. 242). Geschlecht, Alter, Freiwilligkeit, Erfahrungen mit der Innovation sowie Berufserfahrungen stellen Moderatorvariablen für die tatsächliche Nutzung dar (Bach, 2016; Venkatesh et al., 2003). Die Berufserfahrung wirkt sich schon vor der Nutzung auf die Innovationsbereitschaft aus (Lipowsky, 2006; Louws et al., 2017). Daneben wird die Subjektive Norm als Einflussfaktor herausgestellt (Ajzen & Fishbein, 1980).

Die Einstellung zum Akzeptanzobjekt ist wesentlich für eine Absicht zu einer Handlung (Intention). Das Ausmaß affektiver Merkmale wie bspw. Einstellung ist weitreichend. Bei der Generierung neuen Wissens und der Informationsbeschaffung stellen Einstellungen einen »Filter« dar (Jones & Carter, 2010). Einstellungen sind häufig nur schwer und unvollständig veränderbar. Baumert und Kunter (2006) sehen die eigene Schulzeit zur Festigung von Einstellungen zur Unterrichtsgestaltung als hinreichend lang an, sodass diese bereits zu diesem Zeitpunkt resistent gegenüber der universitären Ausbildung sein können. Damit wirkt sich die Einstellung auf die konkrete Auswahl und Erstellung von Lerngelegenheiten aus (Baumert & Kunter, 2006). Besteht eine erhöhte Nutzenbewertung (Rochnia & Trempler, 2019) und eine Übereinstimmung zwischen den Einstellungen der Lehrkräfte und den Unterrichtszielen mit der Unterrichtskonzeption, werden diese Konzeptionen eher akzeptiert (Jones & Carter, 2010).

Zusätzlich sind durch Innovationen initiierte Veränderungen mit dem Aufbau neuer Kompetenzen verbunden, erzeugen Unsicherheiten und benötigen Zeit (Desimore, 2002; Mahler & Arnold, 2017). Lehrkräfte mit einer höheren Selbstkonzept sind offener gegenüber Innovationen eingestellt (Schrader et al., 2020). Gerade bei mathematisch-naturwissenschaftlichen Lehrkräften zeigte sich, dass Lehrkräfte, die ein hohes Selbstkonzept ausweisen, mehr Zeit in die Unterrichtsplanung investieren, offener gegenüber neuen Konzepten und bereit sind, ihre Ziele höher zu setzen (Lipowsky, 2006). Der intrinsischen Motivation wird eine besondere Rolle bei der Profession zugesprochen (Rochnia & Trempler, 2019), da Lehrkräfte im Alltag ständigen und wechselnden Anforderungen ausgesetzt sind, denn die »Motivation läuft [...] ins Leere, wenn die Situation ein Verhalten erschwert oder verhindert« (Becker, 2019, S. 16). Die Motivation, bestimmtes Material einzusetzen, hängt eng mit der wahrgenommenen Relevanz der Inhalte und dem wahrgenommenen Nutzen zusammen (Eccles, 1983).

#### 3.3.3 Akzeptanzobjekt: Fachdidaktische Innovation

Ob eine Innovation von potentiellen Nutzenden übernommen wird, hängt maßgeblich von Merkmalen der Innovation selbst ab. Es lassen sich bei Rogers (2003) fünf übergeordnete Merkmale der Innovation identifizieren, die eine Übernahme unterstützen können:

- I Relative Advantage: Vorteile der Innovation im Vergleich zur bisherigen Praxis sind ersichtlich.
- II Compability: Die Innovation ist konsistent mit bestehenden Werten, Erfahrungen und Bedürfnissen.

- III Complexity: Das Erlernen der Innovation steht in einem angemessenen Aufwandsumfang.
- IV Trialability: Das schrittweise Einführen der Innovation ist möglich und die Anwendenden können verschiedene Erfahrungen auf unterschiedlichem Niveau machen.
- V Observability: Ergebnisse und Ausmaß der Innovation sind sichtbar.

Die *Kompatibilität* und *Trialability* werden im Bildungsbereich durch die Konsistenz mit dem Lehrplan und die Formulierung von möglichen Unterrichtsverläufen positiv beeinflusst (Brown, 2012; Möller, 2010; Tarr et al., 2006). Konkret für den naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutet dies, dass bspw. die Aufnahme von Messreihen und zusätzliche Erklärungen für Lehrkräfte vorhanden sein müssen (E. Davis & Krajcik, 2005). Die Aspekte *Kompatibilität* und *Komplexität* stehen bei der Gestaltung von Transferunterstützungsmaßnahmen und fachdidaktischen Innovationen wie bspw. Unterrichtskonzeptionen in einem Spannungsfeld, denn

- die Unterrichtskonzeptionen dürfen nicht zu umfangreich sein (Pringle et al., 2017) und sollten sich auf einen Inhaltsbereich spezifizieren (Brown, 2012);
- der Neuigkeitsgrad darf nicht zu dicht an den bestehenden Praktiken der Lehrkräfte sein, als dass eine Auseinandersetzung nicht lohnend erscheint und zeitgleich nicht zu weit weg sein, als dass eine Anknüpfung an die bisherige Unterrichtspraxis unmöglich erscheint (Gräsel & Parchmann, 2004).

Einflussfaktoren, die die Nutzung von Innovationen beeinflussen, sind in einer Vielzahl erforscht worden (Tab. 3.1). Diese Anforderungen können bspw. bei der inhaltlichen Gestaltung von Implementationsmaßnahmen berücksichtigt werden, indem bspw. Designentscheidungen wohlbegründet werden (bspw. digitale Umsetzung).

**Tab. 3.1:** Übersicht über Einflussfaktoren auf die Intention zur Nutzung

Kriterium	Literatur
Abwägung zwischen Nutzen und Aufwand, wahrgenommene Bedienbarkeit	F. D. Davis, 1989b; M. Köllner, 2009; Wagner, 2016
Anstrengungs- und Leistungserwartung <sup>1</sup>	Dwivedi et al., 2011; Taiwo & Downe A.G., 2013
Adaptionsmöglichkeiten (Autonomie der Lehrkraft), Kosten und fehlende Verfügbarkeit, geringe Qualität	D. Neumann, 2015; Schrader et al., 2020
Herausforderung Transparenz: Nachvollziehbarkeit der Begründungen für Designentscheidungen <sup>2</sup>	Beyer et al., 2009; Remillard & Kim, 2020

### 3.3.4 Akzeptanzkontext: System Bildung

Die Initiierung von Veränderungen im »System Bildung« ist aufgrund stetig komplexer werdender Strukturen und steigender Anforderungen nicht trivial und führt zu disruptiven Verläufen. Die Gründe hierfür sind vielfältig:

- Die strukturelle Trägheit des Bildungssystems, Beschränkung von Entscheidungsfreiräumen durch zentrale Vorgaben, Zeitmangel und fehlende Unterstützung stehen einer möglichen Offenheit von Lehrkräften gegenüber Veränderungen im Weg;
- Veränderungsprozesse sind generell eingeschränkt planbar, verlaufen selten linear und sind kaum steuerbar (Ditton, 2000; Scholl, 2004). Damit gestalten sich solche Prozesse in der Organisation Schule oft langwierig, schwierig und sind kaum nachhaltig (Gräsel & Parchmann, 2004; Sieve, 2015);
- Veränderungen finden nicht ohne Konflikte statt und stellen eine Herausforderung für Lehrkräfte dar (Chai et al., 2013; Rolff, 1995);
- Innovationen werden häufig von den Nutzenden sehr weitreichend an persönliche Vorlieben und spezifische Bedingungen vor Ort angepasst (Kap. 2.2.3, Altrichter & Wiesinger, 2004; Altrichter & Wiesinger, 2013);
- Die gesamte schulische Praxis ist »zu starr, formalisiert, unbeweglich, un kreativ, langweilig, ermüdend oder kurz: uninnovativ« (Rürup, 2012, S. 5). Das System Schule neigt somit dazu, »externes Wissen auszublenden [...], vor allem, wenn geringe Kompatibilität mit bisheriger Praxis besteht« (Holtappels, 2013, S. 55). Wohl deshalb wird die Implementation von Innovation als »steiniger Weg« bezeichnet (Gräsel & Parchmann, 2004, S. 196).

Es wundert daher nicht, dass Steuerungsmaßnahmen im Bildungssystem als schwierig, langwierig und schwer planbar beschrieben werden. Jedoch sei es bedeutsam, »ob eine intendierte Veränderung auch im System ankommt, akzeptiert und implementiert wird und sich dann auch die gewünschten Ergebnisse einstellen« (DIPF Bildungsbericht 2018, S. 244). Entsprechend wichtig ist die Implementationsforschung für die Umsetzung von Erkenntnissen aus der pädagogischen und fachdidaktischen Forschung in die Praxis (ebd.).

---

<sup>1</sup>Unter der Anstrengungserwartung wird jene Anstrengung verstanden, die von Personen aufgebracht werden muss, um die Innovation selbst zu benutzen (bspw. Erwerb von Fähigkeiten). Die Leistungserwartung bezieht sich auf die Steigerung der Leistung bei Nutzung der Innovation (bspw. positive Beeinflussung des Lernerfolges der Lernenden durch den Einsatz der Innovation) (Chambers & Callaway, 2008; Olbrecht, 2010)

<sup>2</sup>Es kann davon ausgegangen werden, dass bspw. bei der Entwicklung fachdidaktischer Innovationen ein *hidden curriculum* zugrunde liegt. Dies kann zu einer impliziten Vermittlung von Inhalten und Einstellungen durch die Entwickelnden führen (Orpwood, 2015).

### 3.3.5 Akzeptanzkontext: Transferunterstützung

Der Faktor Ressourcenverfügbarkeit beschränkt im Berufsalltag einer Lehrkraft häufig die Möglichkeiten, sich Innovationen zu widmen und sie auszuprobieren. Es besteht oft kaum Zeit zur Auseinandersetzung mit neuen Ideen und den Transfer auf den eigenen Unterricht. Die fehlende Zeit der Lehrkraft, sich mit neuen Praktiken auseinanderzusetzen, beeinflusst die Motivation, die wahrgenommene Relevanz und den wahrgenommenen Aufwand. Zur Entlastung der Lehrkraft können sich Unterstützungsmaßnahmen eignen. Unterstützend wahrgenommene Bedingungen (bspw. organisatorisch und technisch) wirken sich direkt auf die tatsächliche Nutzung aus und »überspringen« sogar die Nutzungsabsicht (Dwivedi et al., 2011).

Innovationsförderliche Unterstützungsmaßnahmen können akzeptanzbeeinflussende Faktoren bezogen auf das Objekt aufgreifen und an vorhandene Vorerfahrungen und Einstellungen der Akzeptanzsubjekte anknüpfen (Moderatorvariablen). Bestenfalls ermöglicht eine Auseinandersetzung mit der Innovation eine positive Entwicklung akzeptanzbeeinflussender Faktoren, die sich auf die Ausbildung einer Akzeptanz auswirken.

Unterstützungsmaßnahmen eignen sich in erster Linie dazu, Lehrkräfte über aktuelle fachdidaktische Forschung und über fachdidaktische Innovationen zu informieren. Dazu gehört die Lehrkräfteausbildung, der Besuch von Fortbildungen und die selbstständige Auseinandersetzung mittels Handreichung mit dem Innovationsgegenstand. Einstellungsänderungen können im Wesentlichen nur über die Handlungsebene erreicht werden (Kollmann, 1996). Stehen die persönlichen Zielvorstellungen im Widerspruch zu den Zielen einer Maßnahme, kann dies zu deren Ablehnung führen. Dadurch wird die Innovation entweder nicht oder nur soweit genutzt, wie es zu den eigenen Einstellungen passt und das Potential der Innovation wird nur basal genutzt. Porter (1994) stellt für die Gestaltung von Maßnahmen zur Unterstützung von Implementation notwendige Kriterien heraus:

- I Transparentmachen von Umsetzungsanforderungen
- II Bereitstellung von Informationen und Materialien
- III Effizienz der Auseinandersetzung mit der Innovation
- IV Beteiligung der Lehrkräfte an der Einführung der Innovation

Allerdings geht einer Auseinandersetzung mit der Innovation eine Abwägung zwischen dem Aufwand (bspw. Besuch einer Fortbildung) und dem Nutzen (bspw. positiver Effekt auf die Schüler und Schülerinnen) voraus. Die Auseinandersetzung mit kurzlebigen Innovationen bietet zumeist keinen oder lediglich einen geringen Mehrwert. An dieser Stelle wird ein wirksamer Zeitfaktor erkennbar. Innovationsförderliche Unterstützungsmaßnahmen sollten den Auf-

wand und Nutzen zugunsten des Nutzens regulieren und den Nutzen der Innovation ersichtlich machen.

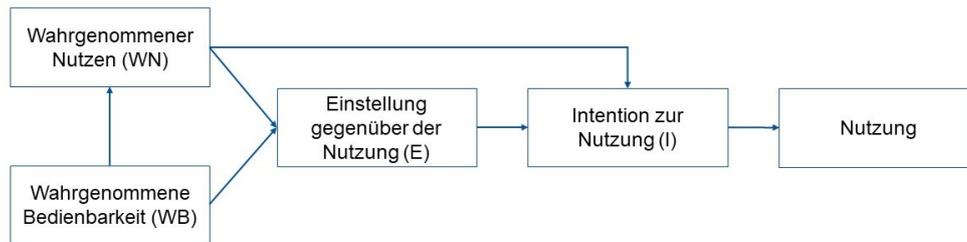
Von kritischer Bedeutung auf den Implementationserfolg ist die nondirektiv-partizipative und nutzendenorientierte Konstruktion des Innovationsprozesses. Wird die Nutzung einer Innovation vorgeschrieben oder wird »sozialer Druck« ausgeübt, hat dies einen negativen Einfluss auf die Nutzung einer Innovation.<sup>3</sup> Die bisherigen Ausführungen verdeutlichen, dass der Ansatz *top down* nicht zu einer erfolgreichen Implementation führen kann (Gräsel & Parchmann, 2004), da die Autonomie der Lehrkräfte bei der Implementation von Innovationen zu beachten ist und als Gelingensbedingung erkannt wurde (Schrader et al., 2020, Kap. 4.2).

### 3.4 Erfassung der Akzeptanz digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen

Mit Rückbezug zu den bisherigen Ausführungen und zur vorliegenden Definition der Akzeptanz, *die Bereitschaft von Nutzenden in konkreten Nutzungssituationen, das von der Innovation angebotene Nutzungspotential aufgabenbezogen abzurufen*, ist die Akzeptanz von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst. Zur Reduzierung der Variablen und der Operationalisierung der Akzeptanz bietet sich zur Erfassung der Akzeptanz von digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen aufgrund der technologischen Komponente das Technologieakzeptanzmodell (TAM) an. Dieses hat seinen Ursprung in der Theorie des überlegten Handelns (Ajzen & Fishbein, 1980). Es ist ein Grundlagenmodell, welches »die Wahrnehmung von Technologieinnovation« erfasst und die Nutzung eines Akzeptanzobjekts mit vier Variablen vorhersagt (Abb. 3.2). Im Bereich der Akzeptanzforschung hat das TAM eine universelle Anwendbarkeit für ein breites Spektrum von Technologien und Nutzendengruppen (F. D. Davis, 1989b; Lee et al., 2003; für Lehr-Lernplattformen Wagner, 2016). Zudem verfügt es über eine hohe erklärte Varianz sowie über eine starke theoretische Basis (Bagozzi, 2007; F. D. Davis, 1989b; Venkatesh et al., 2003). Es ist stark an der Verhaltensforschung orientiert (F. D. Davis, 1989b), vernachlässigt aber soziale Prozesse (Bagozzi, 2007).

---

<sup>3</sup>Die vorliegende Arbeit setzt auf die Freiwilligkeit der Lehrkräfte. Daher wird dieses Konstrukt bei der Entwicklung einer Implementationsmaßnahme nicht beachtet. Die Argumente der Innovation selbst und der Implementationsmaßnahme sollen für sich selbst sprechen.



*Abb. 3.2: Das Technologieakzeptanzmodell*

### **Intention**

Die tatsächliche Nutzung der digitalgestützten Unterrichtskonzeption wird nach dem Technologieakzeptanzmodell hauptsächlich von der Intention zur Nutzung (I), eben der Bereitschaft, beeinflusst. Die Intention kann als Nutzungsabsicht verstanden werden und fasst alle Konstrukte zusammen, die die Absicht der Ausführung einer bestimmten Handlung beschreiben (zur Verhaltensabsicht zur Nutzung Ajzen, 1991; F. D. Davis, 1989b; Fishbein & Ajzen, 1975; Venkatesh & Davis, 2000). Eine Intention formuliert z. B. auf der Handlungsebene das Ziel, digitalgestützte Unterrichtskonzeptionen einsetzen zu wollen.

### **Einstellung**

Die Intention zur Nutzung wird maßgeblich von der Einstellung (E) beeinflusst. Sie hat einen bedeutenden Einfluss auf das Verhalten. Die Bildung einer (positiven) Einstellung ist unabdingbar für die Bildung von Akzeptanz gegenüber neuen Technologien (Frenzel, 2003; Königstorfer, 2008). Einstellung wird als ein Vermittler der Regulierung von Absicht angesehen und hat damit ebenfalls für die Handlungs- und Nutzungsebene eine Bedeutung (Kollmann, 1998). Eine positive Einstellung zur Nutzung wird schlussendlich von der Wahrgenommenen Bedienbarkeit und von dem Wahrgenommenen Nutzen beeinflusst.

### **Wahrgenommene Bedienbarkeit**

Die Wahrgenommene Bedienbarkeit (WB) meint den wahrgenommenen Aufwand bei der Vorbereitung des Einsatzes der Unterrichtskonzeption (F. D. Davis, 1989a). Sie beschreibt auf der Handlungsebene bspw. eine übersichtliche und nicht zu komplexe Bedienbarkeit der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen. Die wahrgenommene Bedienbarkeit ist häufig durch den zeitlichen Aufwand für die Einarbeitung bspw. durch eine Transferunterstützung oder den kognitiven Aufwand operationalisiert (Rogers, 2003; Venkatesh & Bala, 2013; Venkatesh & Davis, 2000).

### Wahrgenommener Nutzen

In Bezug auf den Wahrgenommenen Nutzen (WN) muss die Lehrkraft erkennen, dass sich der Einsatz der digitalgestützten Unterrichtskonzeption lohnt. Der wahrgenommene Nutzen fasst alle Konstrukte zusammen, die eine Erwartung oder Wahrnehmung von Individuen wiedergeben, inwiefern sich die Nutzung der zu untersuchenden Technologie positiv für sie auswirken wird. Diese positiven Auswirkungen sind häufig operationalisiert als Steigerung des Lernerfolgs durch den Unterricht oder als Steigerung der eigenen Leistung im Beruf (F. D. Davis, 1989a; Venkatesh et al., 2003).

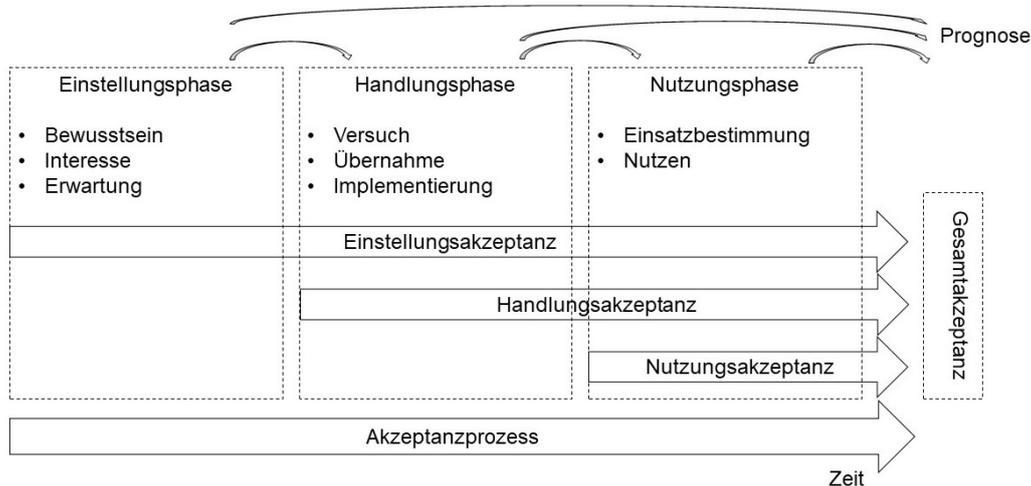
Durch die Variablen des TAMs gelingt eine Fokussierung auf technologiebedingte Einflussgrößen der Akzeptanz. Die Akzeptanz von digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen ist u. a. dadurch bedingt, wie gut die Konzeptionen bedienbar sind. Zudem muss ein Nutzen der digitalen Umsetzung erkennbar sein. Präziser: Die Aufwand-Nutzen-Abwägung muss für den Einsatz von Lehr-Lernplattformen und die eingebetteten Unterrichtskonzeptionen sprechen. Ein Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss einer Transferunterstützung auf die Variablen zu untersuchen, wodurch möglicherweise eine über die Einstellung hinausgehende Akzeptanz, also eine Akzeptanz auf der Handlungsebene, initiiert werden könnte. Nutzungserfahrungen können zu einer Veränderung auf die Sicht von Merkmalen einer Innovation führen und Einstellungsveränderungen der beteiligten Personen können initiiert werden. Dadurch ist eine dynamische Sichtweise auf das Forschungsfeld der Akzeptanz notwendig, da a) die beeinflussenden Faktoren der Akzeptanz Veränderungen unterliegen können und damit b) eine Veränderung der Akzeptanz scheinbar initiiert werden kann.

## 3.5 Dynamik der Akzeptanzentwicklung

Die Statik in der Akzeptanzfassung und -beschreibung wird häufig kritisiert. Diese Kritik wird besonders an der sogenannten *Intention-Handlungs-Lücke* deutlich. Dieses Implementationsphänomen zeigt, dass zwischen der jeweils affektiv-kognitiven und konativen Dimension eine Diskrepanz herrschen kann. Hierzu ist es notwendig, eine Entwicklungsdynamik der Akzeptanz mitzudenken und daraus hemmende Faktoren zu identifizieren, die sich aus einer als statisch angenommenen Akzeptanz nicht erschließen:

»Festzuhalten bleibt aber der Hauptmangel bisheriger Modellansätze zur Akzeptanz, dass die Relevanz der Dynamik zwar erkannt wurde, geeignete Konzepte zur Berücksichtigung des prozeduralen Akzeptanzphänomens jedoch nicht vorliegen und Vorschläge zu einem empirischen Überprüfungsansatz sogar gänzlich fehlen« (Kollmann, 1998, S. 89).

Eine dynamische Beschreibung der Akzeptanz gelingt durch die Unterteilung der Akzeptanz in zeitliche Phasen (Kollmann, 1998; Abb. 3.3). In diesem dynamischen Akzeptanzmodell wird eine Gesamtakzeptanz erst über die Stufen Einstellung, Handlung, Nutzung erreicht und von Akzeptanz in ihrer bisherigen Bedeutung kann erst gesprochen werden, wenn eine tatsächliche Nutzung stattfindet.



**Abb. 3.3:** Das dynamische Akzeptanzmodell (adaptiert nach Kollmann (1998, S. 108))

Vorläufer von tatsächlichem Handeln sind Einstellungen. In der **Einstellungsphase** gelangt die Innovation ins Bewusstsein, es bilden sich ein Informationsbedarf und Erwartungshaltungen. Erste Aufwands-Nutzen-Abwägungen entstehen, die die Wechselbeziehungen zwischen Subjekt und Objekt prägen. Es muss daher schon bei der Entwicklung und Einführung von Innovationen auf Gebrauchstauglichkeit und der Förderung des Handelns geachtet werden (Mahler & Arnold, 2017). Aus dem ersten Kontakt mit der Innovation entsteht die Einstellungsakzeptanz. Silberer und Wohlfahrt (2001) unterscheiden drei Dimensionen der Einstellungsakzeptanz. Die kognitive nimmt Bezug auf Kenntnis und Wissen, die affektive erfasst die Wirkung der Gefühlsebene und die konative nimmt die jeweilige intentionale Seite, die Nutzungsabsicht, in den Blick.

In der **Handlungsphase** findet zwischen dem Subjekt und dem Objekt die erste Berührung statt, gefolgt von einer konkreten Handlung (bspw. Testung des Objekts mit aufgabenbezogener Nutzung). Die Erfahrung mit dem Objekt kann eine Einstellungsänderung bewirken. In dieser Phase ist die Einstellungsakzeptanz noch wirksam, wobei sich durch die Handlung bereits die Handlungsakzeptanz ausbildet. Vorzeitig beendet wird der Akzeptanzprozess, wenn

es nach der Handlung zu einer Ablehnung des Objekts kommt, anderenfalls wird das Objekt übernommen (Adoption oder Adaption).

In der **Nutzungsphase**, die nach der Annahme der Innovation folgt, wird das Objekt aufgabenbezogen genutzt. Spätestens jetzt stellt sich heraus, ob das Objekt den Erwartungen des Subjekts entspricht. Stimmen die Erwartungen mit dem Objekt überein, entwickelt sich die Nutzungsakzeptanz. Die Nutzungsphase wird von den zwei vorangegangenen Phasen beeinflusst (Kollmann, 1998).

In diesem Modell wird deutlich, dass eine positive Einstellung kaum eine Aussage über die tatsächliche Nutzung zulässt (Duit & Treagust, 2003). Daher müssen Einstellung und Handlung unterschieden werden. Grund hierfür ist, dass Einstellungen oftmals in einer anderen Lebenssituation entstehen als das Ausführen von Handlungen. Die Beziehung zwischen Einstellung und Handlung wird umso schwächer »je länger der Zeitraum zwischen der Einstellungsmessung und dem Verhalten [also der Handlung], das sie bewerten soll, ist« (Solomon, 2013, S. 267). Daraus ergibt sich eine Notwendigkeit einer zeitlichen Nähe zwischen Einstellungsmessung und Handlungsausführung. Eine Änderung der Einstellung ist bspw. durch Unterstützungsmaßnahmen möglich (Baumert & Kunter, 2006). Dies bedeutet jedoch nur bedingt eine Handlungsänderung der Lehrkräfte, da bspw. Zeit oder Ressourcen in Form von Materialien fehlen können (Jones & Carter, 2010).

Die Einstellungsakzeptanz ist im Gegensatz zur Handlungsakzeptanz nicht direkt beobachtbar (Müller-Böling & Müller, 1986), wobei bereits eine Absichtserklärung der Handlung einen signifikanten Einfluss auf die tatsächliche Nutzung hat (Schepers & Wetzels, 2007). Anzunehmen ist, dass sich bei der Durchführung einer Handlung die Objekt-Subjekt-Akzeptanzrelation verändert. Diese Relation kann durch das Modell der Stages of Concern, der affektiv-kognitive Auseinandersetzung mit einer Innovation, betrachtet und interpretiert werden.

### 3.6 Erfassung der Perspektive der Lehrkräfte mit dem Dimensionsmodell der Akzeptanz

Lehrkräfte haben einen bestimmenden Einfluss auf Innovationsprozesse von Innovationen. Die notwendige individuelle und handlungsorientierte Perspektive der Lehrkräfte als Voraussetzung für den Einsatz einer Innovation ist Gegenstand des Concerns-Based Adoption Modells (CBAM) und dort speziell das Teilmodell der Stages of Concern (SoC).

### 3.6.1 Concern-Based-Adoption Model

Im Bildungsbereich spielen die sogenannten *Concerns* zur Beschreibung und Erfassung einer professionsbezogenen Akzeptanz und Nutzung von Innovationen eine besondere Rolle. *Concerns* umfassen die Beschreibung der Auseinandersetzung mit der Wahrnehmung eines Gegenstandes im Kontext der eigenen pädagogischen Arbeit. Den strukturellen Kern des Concerns-Based Adoption-Models bilden drei Dimensionen (Hall & Hord, 2006):

- Stages of Concern (SoC): Modell zum Grad der Auseinandersetzung mit einer Innovation. Darauf basierend existiert ein diagnostisches Instrument zur Erfassung innovationsbezogener Vorerfahrungen, Interessen, Bedenken sowie Einstellungen.<sup>4</sup>
- Level of Use (LoU): geäußerte aktuelle Nutzung der Innovation
- Innovation Configuration (IC): Rahmenbedingungen und Ausgestaltung der Innovation

Schon zu Beginn der Curriculums- und Lehrkräfteprofessionalisierungsforschung sowie initiiert von Schuländerungsprozessen wurden Ende der 1960er und frühen 1970er Jahre extern entwickelte Innovationen Lehrkräften ausgehändigt. Bestenfalls mussten die Lehrkräfte die Innovation lediglich »übernehmen«. Auch zu dieser Zeit zeigte sich, dass das intendierte Ergebnis kaum eintrat (George et al., 2008). Dadurch wurde die Beforschung von Implementationsprozessen motiviert. Das CBAM baut auf der Arbeit von Fuller (1969) auf, in der die Wahrnehmung und Emotionen von angehenden Lehrkräften untersucht wurden. Es stellte sich heraus, dass das Interesse an Lehrveranstaltungen der untersuchten Personen von der persönlichen Betroffenheit und den bisherigen Erfahrungen abhängen. Aus der Untersuchung ergaben sich drei Phasen, die Lehrkräfte in der Ausbildung durchlaufen: *Non-Concerns*, *Concerns with Self*, *Concerns with Pupils*.<sup>5</sup> Hall und Hord (2011) übertrugen die Erkenntnisse auf Lehrkräfte im Beruf, wodurch das CBAM als Rahmenkonzept zur Identifizierung der individuellen Perspektive entstand. Mittlerweile hat sich das CBAM etabliert und das Anwendungsspektrum des CBAM ist national und international vielseitig. Zum Beispiel wurde damit

- die Integration forschenden Lernens in den naturwissenschaftlichen Unterrichts (Bitan-Friedlandera et al., 2004),
- die Implementation von curricularen Innovationen wie die Bildungsstandards (Pant et al., 2008) oder das Zentralabitur (Oerke, 2012) oder

---

<sup>4</sup>In der vorliegenden Arbeit wird nur diese Dimension vorgestellt, da die Auseinandersetzung mit dem Innovationsgegenstand und nicht die Nutzungsweise im Fokus steht.

<sup>5</sup>Auf eine ausführliche Darstellung der Arbeit von Fuller wird an dieser Stelle verzichtet. Die Arbeit von Fuller wurde durch das Stufenmodell nach Fuller und Brown (1979) fortgesetzt, welches die Phasen beim Einstieg in den Lehrberuf darstellt.

- die Implementation von technologisch-methodisch-didaktischen Innovationen wie bspw. interaktiver Tafeln im naturwissenschaftlichen Unterricht (Sieve, 2015) beforscht.

Laut dem CBAM sind während eines Implementationsprozesses verschiedene Personen mit unterschiedlichen Aufgaben beteiligt (Abb. 3.4), dessen Auseinandersetzung mit einer Innovation vom gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Kontext abhängt (Capaul, 2002). Zunächst wird zwischen Nutzenden und Nichtnutzenden der Innovation unterschieden, die in Wechselbeziehung zu Ressourcen und sogenannten *Change Facilitator* stehen, Personen, die sich unter anderem mit der Initiierung und Unterstützung der Implementation beschäftigen. Diese Wechselbeziehung ist geprägt von Interventionen und Diagnosen.

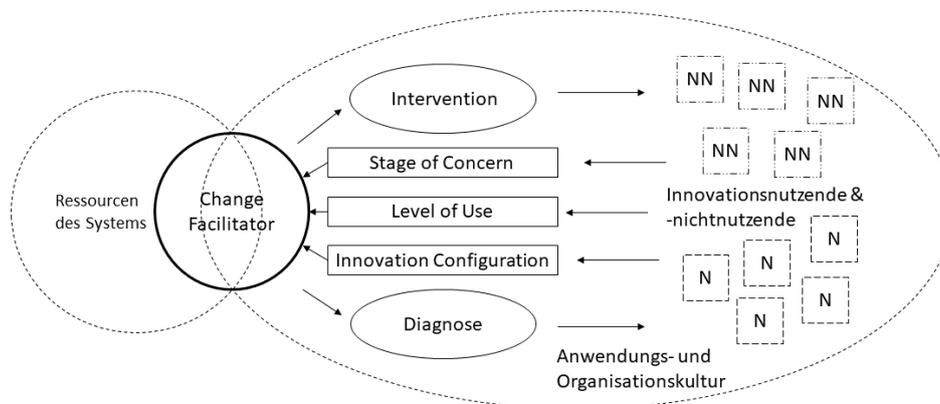


Abb. 3.4: Concerns-Based Adoptions Model (George et al., 2008; übersetzt und adaptiert nach Sieve (2015))

### 3.6.2 Stages of Concern: Theoretische Betrachtung

Mit dem Dimensionsmodell der Akzeptanz, der *Stages of Concern*, lässt sich der Grad der Auseinandersetzung von beteiligten Personen mit einer Innovation zu unterschiedlichen Zeitpunkten modellhaft erfassen und beschreiben, wodurch bei mehrfachem Einsatz die Untersuchung von Implementationsprozessen möglich ist (Hall & Hord, 2006, Abb. 3.5). *Concern* beschreibt in diesem Zusammenhang die Gesamtheit der Gefühle, Gedanken und Überlegungen gegenüber einer Innovation und umfasst Vorerfahrungen, Interessen, Bedenken sowie Einstellungen (Hall et al., 2011). Damit ist der Begriff *concern* in diesem Zusammenhang nicht mit *Sorge* zu übersetzen. Hinter dem Begriff *concern* versteckt sich vielmehr die affektiv-kognitive Auseinandersetzung mit einer Innovation.

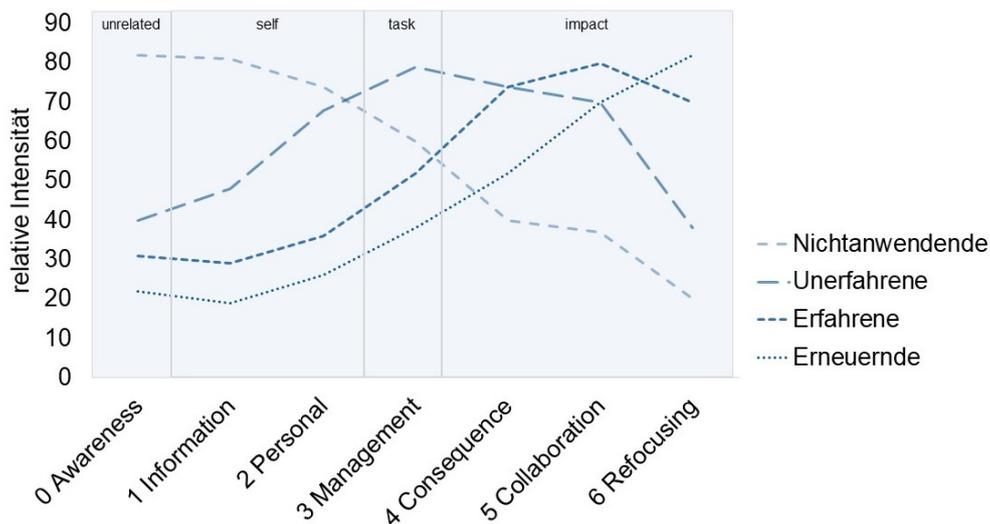
Nach dem Modell von Hall und Hord (2011) durchlaufen die beteiligten Personen während einer Implementation drei übergeordnete Phasen (selbst-, aufgaben- und wirkungsbezogenen), wobei nur bedingt davon auszugehen ist, dass diese Phasen zeitlich hintereinander ablaufen (Abb. 3.5). Es ist auch möglich, dass die Intensität der Auseinandersetzung unterschiedlich zu- und abnehmen kann und die Phasen auch nebeneinander »existieren« können. Ergänzt werden die drei Phasen durch eine weitere Phase, die auf keine Auseinandersetzung mit der jeweiligen Innovation hindeutet (unrelated). Konkret wird die Wechselwirkung des Akzeptanzsubjekts mit dem Objekt in dem Modell der Stages of Concern in vier übergeordneten Phasen beschrieben, denen sieben Dimensionen der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung zugeordnet werden (Oerke, 2012, S. 211):



Abb. 3.5: Dimensionen der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung

- **Phase 1 Unrelated:** In Dimension 0 *Awareness* herrscht keine Vertrautheit und kein Bezug zu der jeweiligen Innovation. Es wird geringes Interesse an der Innovation geäußert und es besteht wenig Motivation, sich mit dieser auseinanderzusetzen. Zu diesem Zeitpunkt sind die Lehrkräfte mit der Innovation bisher kaum bis gar nicht in Berührung gekommen.
- **Phase 2 Self:** In den Dimensionen 1 *Information* und 2 *Personal* ist die Auseinandersetzung mit der Innovation personenbezogen, wobei zuerst Informationen bzgl. der Innovation eingeholt werden und anschließend die Auswirkung auf sich selbst im Fokus stehen (bspw. Rolle als Lehrkraft). Persönliche Vorlieben und Urteile bestimmen die Handlung. Zu diesem Zeitpunkt ist wenig über die Innovation und deren Nutzung bekannt.
- **Phase 3 Task:** Die persönliche Betroffenheit wird durch aufgabenbezogenes Denken abgelöst (Dimension 3 *Management*). Im Vordergrund stehen die Effektivität der Innovation und organisatorische Aspekte, die sich bei der Nutzung der Innovation in der Planung und Umsetzung von Unterricht ergeben.
- **Phase 4 Impact:** In den Dimensionen 4 *Consequence*, 5 *Collaboration* und 6 *Refocusing* ist die Auswirkung der Innovation für den Unterricht sowie für die Schüler und Schülerinnen und deren Einstellungen zentral. Lehrkräfte interessieren sich für die Relevanz. Eine Zusammenarbeit mit anderen Lehrkräften und die Überarbeitung der Innovation werden angestrebt, um ihren Nutzen zu vergrößern. Die Auseinandersetzung in diesen Dimensionen ist wirkungsbezogen.

Nach der Theorie von Hall und Hord (2011) verschiebt sich während eines Implementationsprozesses idealerweise der Grad der Auseinandersetzung von *Unrelated* zu *Self* über *Task* bis zu *Impact* (Abb. 3.6). Über einen Zeitraum hinweg verschiebt sich also die Auseinandersetzung wie eine Art »Welle« von der nullten bis zur letzten Dimension. Durch die Analyse der Dimensionen und der Profilverläufe sind tiefgreifende Rückschlüsse über die affektiv-kognitive Auseinandersetzung möglich.



**Abb. 3.6:** Idealer Verlauf der Stages of Concern (übersetzt nach George et al., 2008). Die relative Intensität beschreibt den Grad der Auseinandersetzung.

Nichtanwendende einer Innovation weisen in den Phasen *unrelated* und *self* einen hohen Auseinandersetzungsggrad auf. In den höheren Dimensionen fällt der Grad der Auseinandersetzung ab. Das bedeutet, dass bspw. für Nichtnutzende kein Interesse an den Auswirkungen auf den Unterricht besteht. Nichtanwendende können spezifischer charakterisiert werden, indem die Dimensionen 1 *Information* und 2 *Personal* genauer angeschaut werden. Die Auseinandersetzung in diesen Dimensionen kann sich unterscheiden (Eins-Zwei-Teilung, George et al., 2008). Interessierte Nichtanwendende werden an einem hohen Wert in der Dimension 1 *Information* und im Vergleich dazu niedrigeren Wert in der Dimension 2 *Personal* erkannt (positive Eins-Zwei-Teilung). Ist die Auseinandersetzung in der Dimension 2 höher als in der Dimension 1 handelt es sich eher um eine Person, die Zweifel gegenüber der Innovation hat (negative Eins-Zwei-Teilung).

Bei Beginn der Auseinandersetzung mit der Innovation werden aus Nichtanwendenden einer Innovation Unerfahrene und enden in der Theorie als erfahrende und erneuernde Anwendende

der Innovation. Bei Unerfahrenen dominiert die Phase *task*. Erfahrene und erneuernde Anwendende zeichnen sich durch eine Auseinandersetzung in der Phase *impact* aus, wobei sich die jeweiligen Hochpunkte (*peaks*, George et al., 2008) weiter nach rechts verschieben (Abb. 3.6). Während dieser Verschiebung flacht schrittweise die Auseinandersetzung mit der Innovation in den unteren Dimensionen ab.

Der Grad der Auseinandersetzung mit einer Innovation lässt eine Aussage über den Implementationsstand einer Innovation zu. Befinden sich die beteiligten Personen bzgl. ihrer affektiv-kognitiven Auseinandersetzung in den unteren Dimensionen (0 bis 2), ist der Prozess in einer labilen Phase. Zu diesem Zeitpunkt ist davon auszugehen, dass die Identifikation mit der Innovation (noch) nicht stattgefunden hat. Eine Innovation gilt als implementiert, wenn die Dimensionen 4 *Consequence* und 5 *Collaboration* erreicht werden (Capaul, 2002).

Es zeigte sich, dass der beschriebene ideale Verlauf in der Praxis nicht unbedingt immer in der angegebenen Reihenfolge durchlaufen wird (George et al., 2008). In verschiedenen Studien wurde insbesondere der dargestellte Fokus auf die Ausprägung einer Dimension der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung als nur bedingt richtig herausgestellt. Die Auseinandersetzung kann eben auch zeitlich in mehreren Phasen und Dimensionen stattfinden. Zusätzlich bedeutet eine hohe Intensität der Auseinandersetzung im Bereich der *impacts* nicht, dass die Innovation auch genutzt wird (Sieve, 2015). Somit zeigt sich erneut, dass eine Akzeptanz einer Innovation nicht gleichbedeutend mit der Nutzung einer Innovation ist (Kap. 3.5). Jedoch steigt bei höherer Akzeptanz und Auseinandersetzung mit der Innovation die Wahrscheinlichkeit für die Nutzung einer Innovation (Ajzen, 2005).

#### 3.6.3 Stages of Concern: Praxis

Mehrere Studien (bspw. Bitan-Friedlandera et al., 2004; George et al., 2008; Pant et al., 2008) konnten spezifische SoC-Profile mit verschiedenartigen und einer unterschiedlichen Anzahl an Peaks und Senken in den Dimensionen 0 bis 6 nachweisen (Abb. 3.7).<sup>6</sup> Damit besteht mit den *Stages of Concern* die Möglichkeit, die individuelle Perspektive bzw. den Grad der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung der Lehrkräfte bei der Implementation von Innovationen zu einem spezifischen Zeitpunkt zu erfassen. Die Deutung der Profile erfolgt entweder über die Betrachtung des höchsten Profilwerts, der zwei höchsten Profilwerte oder über den gesamten Profilverlauf (Abb. 3.7 vier Beispielprofile; ausführliche Darstellung in der Methodik Kap. 7.2.2):

---

<sup>6</sup>Diese Profile wurden mittels qualitativer Methoden (Interviews) validiert.

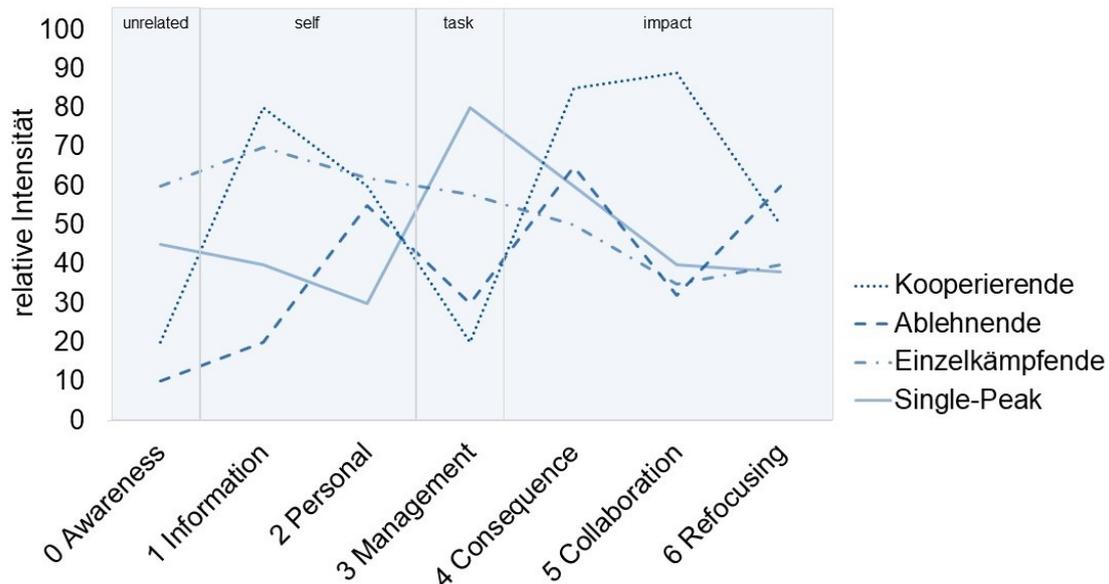


Abb. 3.7: Stage of Concern – Beispielprofile adaptiert nach Bitan-Friedlandera et al., 2004; Pant et al., 2008; Sieve, 2015; Teerling et al., 2019

- **Kooperierende** zeichnen sich dadurch aus, dass Peaks in den Dimensionen 1 *Information*, 4 *Consequence* und 5 *Collaboration* erkennbar sind. Diese Gruppe steht der Innovation offen gegenüber. Allerdings benötigen sie mehr Informationen zur Innovation und zu deren Auswirkungen. Die Ausprägung in der Dimension 5 *Collaboration* steht nicht unbedingt für die Umsetzung von Ko-Konstruktionen, sondern für das Interesse an einem Erfahrungsaustausch mit anderen Lehrkräfte (Bitan-Friedlandera et al., 2004).
- **Ablehnende** blenden bspw. die Informationssuche und Kooperationschancen aus. Erkennbar ist dies am niedrigen Auseinandersetzungsrang in den Dimensionen 1 und 5. Es wird sich eher Gedanken über verbundene Probleme und einhergehende Anstrengungen mit der Innovation und der persönlichen Betroffenheit gemacht. Weiteres Interesse wird an den Auswirkungen auf den Unterricht (Dimension 4 *Consequence*) und an einer Überarbeitung der Innovation (Dimension 6 *Refocusing*) gezeigt.
- **Einzelkämpfende** weisen eine nicht vorhandene bis selbstbezogene Auseinandersetzung auf. Danach flacht das Profil ab. Dies zeigt, dass eine Zusammenarbeit mit anderen Lehrkräfte zu diesem Zeitpunkt nicht relevant erscheint. Diese Lehrkräfte weisen einen Informationsbedarf auf und die persönlichen Belange bei einem Einsatz der Innovation stehen im Vordergrund. Sie sind wenig offen gegenüber Anregungen von außen, insbesondere wenn diese nicht zu den eigenen Einstellungen passen.
- **Single-Peak-Profile** können bei unterschiedlichen Dimensionen einen Peak aufweisen. Am

häufigsten wird dieses Profil in den Dimensionen 3 bis 6 identifiziert. Dieses Profil ist einfacher als die anderen Profile zu interpretieren, denn scheinbar ist zum Zeitpunkt der Messung lediglich ein Aspekt relevant. Im vorliegenden Fall würden sich diese Personen vornehmlich Gedanken um aufgabenbezogene Aspekte machen und bspw. zwischen Aufwand und Nutzen konkret abwägen. In diesem Fall lohnt sich ein Blick auf den zweitgrößten Wert, um spezifischere Aussagen über den Grad der Auseinandersetzung machen zu können.

Mit diesen Profilen lassen sich Rückschlüsse auf spezifische Bedürfnisse in Bezug auf die Innovation ableiten, wodurch gezielte Maßnahmen der Intervention gewählt werden können. Teils ist auch ableitbar, ob eine Innovation schon genutzt wird.

### 3.6.4 Stages of Concern: Interventionsmöglichkeiten

Basierend auf der Erfassung und Analyse der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung lassen sich adressatengerechte Unterstützungsmaßnahmen bzw. Implementationsmaßnahmen ableiten (Tab. 3.2). Diese Interventionsmaßnahmen zielen besonders auf die affektiv-kognitive Auseinandersetzung und ihre Weiterentwicklung ab und sind damit nicht beliebig wählbar (Kap. 3.3.5). Stattdessen sind spezifische Interventionsmaßnahmen zur Unterstützung der Implementation zu wählen (Seitz, 2005). Ziel einer jeden Maßnahme ist die Erhöhung der Bereitschaft zur Nutzung bzw. zur Erprobung der Innovation.

**Tab. 3.2:** Dimensionsbezogene Interventionsmöglichkeiten in Anlehnung an Robbins & Alvy, 2003; Seitz, 2005; Sieve, 2015

Dimension	Maßnahmen
0 Awareness	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsfluss über die Innovation formell und informell sichern</li> <li>• Aufzeigen der Bedeutung und Notwendigkeit der Innovation</li> </ul>
1 Information	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problembewusstsein in Zielvereinbarungen</li> <li>• Erläuterung von Umsetzungsmöglichkeiten der Innovation</li> <li>• Aufzeigen von Praxisbeispielen</li> </ul>
2 Personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ernstnehmen von Befürchtungen und Widerständen</li> <li>• Aufzeigen von persönlichen Entwicklungsmöglichkeiten</li> <li>• Anbieten von schulinternen Fortbildungen</li> <li>• Anregung von kollegialen Hospitationen</li> <li>• Aufbau von Netzwerken</li> </ul>

3 Management	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berichterstattungen über die Nutzung einfordern</li><li>• Dokumentation der Kernprobleme</li><li>• Schwierigkeiten in der Anwendung der Innovation akzeptieren, um Lösungsprozesse iterativ zu gestalten</li><li>• Handlungsanforderungen transparent machen</li><li>• Unterstützungsprozesse aufrecht erhalten</li></ul>
4 Consequence	<ul style="list-style-type: none"><li>• Veranschaulichung der Konsequenzen für den Unterricht sowie für die Schüler und Schülerinnen</li></ul>
5 Collaboration	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unterstützung der intensiven Zusammenarbeit</li><li>• Sicherstellung von Erfahrungsaustausch und deren Dokumentation</li><li>• Institutionalisierung von Zusammenarbeiten</li></ul>
6 Refocusing	<ul style="list-style-type: none"><li>• Schaffung von Rahmenbedingungen für die Weiterentwicklung</li><li>• Anregung kollegialer Diskussionen</li><li>• Definition von Verantwortlichkeiten</li><li>• Sicherstellung fachlicher Weiterentwicklung</li></ul>

### 3.6.5 Stages of Concern: Kritik

Das Modell weist neben den genannten Vorteilen eine Reihe an kritischen Aspekten auf, die häufig im Zusammenhang mit dem Einsatz des Modells identifiziert worden sind, welche sich aber auch auf das Konstrukt der Stages of Concern (theoretisch und empirisch) beziehen:

- Die Interpretation der SoC-Profile kann zwar mittels der validierten Profile gut erfolgen, wobei jede Interpretation einen subjektiven Anteil enthält und somit das Ergebnis des Verfahrens keine Allgemeingültigkeit hat (George et al., 2008). Jedoch gehen Bitan-Friedlander et al. (2004) in ihrer Studie zur Validierung der SoC-Profile von charakteristischen Profilen aus, die wiederkehrend in anderen Studien vorkommen können.
- Die beschriebenen Dimensionen von 0 bis 6 konnten nicht bestätigt werden (Cheung et al., 2001). Es wurden stattdessen lediglich fünf Dimensionen identifiziert. Aus diesem Grund soll die Reliabilität des Fragebogens beim Einsatz überprüft werden.
- Der beschriebene ideale Entwicklungsverlauf konnte in der Praxis nicht bestätigt werden (Watzke, 2007). Jedoch ist durch die Analyse der Profile eine Aussage zu einem spezifischen Zeitpunkt möglich und Veränderungen der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung

sind messbar (Sieve, 2015; Watzke, 2007).

- Es fehlt eine Anbindung an psychologische Theorien wie bspw. Lerntheorien in der Erwachsenenbildung oder Einstellungsänderung (Pant et al., 2008).
- Die Nutzung des Begriffes »Stages« führt zu der Vorstellung, dass sich der Grad der Auseinandersetzung nur hintereinander ändern kann. Dies wurde bisher so nicht belegt (Kap. 3.6.2 und 3.6.3).

Trotz der angeführten Kritik stellt das Modell eine gute, standardisierte und modellbasierte Möglichkeit dar, die Akzeptanz im Sinne der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung von Betroffenen bei der Implementation von Innovationen im Bildungssektor zu erfassen (Pant et al., 2008).

## 3.7 Zusammenfassung und Fazit

Bei der Implementation fachdidaktischer Innovationen steht die Akzeptanz der Lehrkräfte als Planende und Umsetzende von Unterricht in den Mittelpunkt. Die Auseinandersetzung mit dem Begriff der Akzeptanz und dem Feld der Akzeptanzforschung stellt heraus, dass die Akzeptanz ein zeitlich-veränderliches subjektbezogenes Konstrukt ist, welches sich auf ein Objekt in einem Kontext bezieht. Diese Akzeptanz wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst, wodurch eine Beforschung und Operationalisierung zugänglich wird. Zur oberflächlichen Erfassung eignen sich angesichts der Überschaubarkeit die Variablen des Technologieakzeptanzmodells. Durch die Intention lässt sich die *Bereitschaft* erfassen und in Bezug zu den von der Intention abhängigen Variablen Einstellung, Bedienbarkeit und Nutzen stellen. Dadurch sind ggf. in Grenzen Aussagen über eine mögliche Nutzung in der Zukunft möglich. Eine Aussage über eine professionsbezogene Akzeptanz, die sich auf die Lehrkraft selbst und die Auswirkung auf den Unterricht bezieht, ist mit den Variablen der Technologieakzeptanz aber nicht möglich. Das Dimensionsmodell der Akzeptanz *Stages of Concern* beschreibt und erfasst mit einem auf dem Modell basierenden Fragebogen die mögliche Veränderung einer professionsbezogenen Akzeptanz – im Sinne einer affektiv-kognitiven Auseinandersetzung – während eines Implementationsprozesses und ist damit an die dynamische Akzeptanzbetrachtung anschließbar. In diesem Zusammenhang kann ggf. die Untersuchung möglicher Zusammenhänge zwischen den TAM- und SoC-Variablen einen weiteren Aufschluss über bspw. Gründe eines hohen Auseinandersetzunggrades in den SoC-Dimensionen geben.

Mithilfe einer ex-ante-Betrachtung der Akzeptanz, also einer Akzeptanzuntersuchung vor Einführung der Innovation bereits in der Einstellungsphase, lassen sich Schlussfolgerungen und

Maßnahmen für die Handlungs- und Nutzungsphase ableiten (Kollmann, 1996). Bei der Implementation von Innovationen im Bildungsbereich und Beleuchtung von Implementationsprozessen ergibt die Erfassung der Akzeptanz als statische Größe eines Objekts wenig Sinn, da so keine Prozessbeleuchtung stattfindet und die Subjekte hinsichtlich möglicher Veränderungen nicht untersucht werden. Dabei ist dieser prozedurale Charakter der Akzeptanz von besonderer Wichtigkeit. Akzeptanz, also die Bereitschaft zur aufgabenbezogenen Nutzung eines Objekts, ist somit in positive, aber auch in negative Richtung veränderbar. Diese Bereitschaft ist unter gewissen Umständen zeitlich-veränderlich und wird durch die Wechselbeziehung zwischen Akzeptanzsubjekt, -objekt und -kontext beeinflusst.

Implementationsmaßnahmen können sich direkt auf die Intention zur Nutzung auswirken, wodurch der Innovations-Entscheidungsprozess der Lehrkräfte unterstützt werden könnte. Akzeptanzförderung kann damit zu einem Ziel von Implementationsmaßnahmen werden. Es existieren verschiedene Möglichkeiten, fachdidaktische Innovationen in den Unterricht zu transferieren. Es ist bei der Wahl einer Maßnahme zwischen der Innovation und den Bedürfnissen der Lehrkräfte abzuwägen, wobei die positive Aufwand-Nutzen-Abwägung besondere Bedeutung hat. Im Folgenden werden verschiedene Möglichkeiten der Implementation von Bildungsinnovation vorgestellt. Im Fokus steht dabei die Implementation fachdidaktischer Innovation in Form digital-materialgestützter Unterrichtskonzeptionen.



## 4 Strategien zur Implementation fachdidaktischer Innovationen

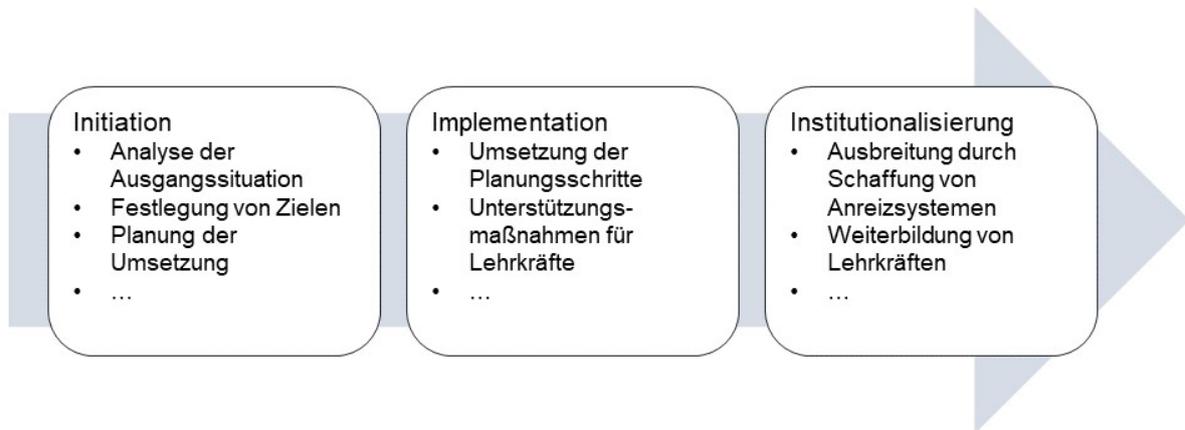
Ausgangspunkt für die Implementation fachdidaktischer Innovationen bildet neben der Analyse der Zielgruppe die passende Wahl einer Einführungsstrategie. Diese beiden Analysegegenstände sind nicht unabhängig voneinander. Während sich die Diffusionstheorie mit der (natürlichen) Entwicklung und Verbreitung von Innovationen auseinandersetzt (Rogers, 2003), ist die Entwicklung und Durchführung spezifischer Maßnahmen zur erfolgreichen Implementation von Innovationen Gegenstand der Transfer- und Implementationsforschung (Schrader et al., 2020). Maßnahmen zur Implementation von Innovationen können den individuellen »process through which an individual (or other decision-making unit) passes from first knowledge of an innovation, to the formation of an attitude toward the innovation, to a decision to adopt or reject, to implementation and use of the new idea, and to conformation of this decision« (Rogers, 2003, S. 30) unterstützen. Solche Maßnahmen werden im Hinblick auf die Zielsetzung, die *Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen* und damit die Entwicklung einer passenden Einführungsstrategie, diskutiert.

### 4.1 Implementationsprozesse gestalten

Die Untersuchung von Implementationsprozessen erfolgt in zahlreichen unterschiedlichen Fachdisziplinen, so auch in der Bildungsforschung und in der Fachdidaktik, wobei es sich dabei nicht um eine alleinstehende Implementationsforschung handelt und sie damit (noch) nicht einen Teilbereich der Unterrichtsforschung darstellt (M. Hasselhorn & Hasselhorn, 2017). Zur Entwicklung von Implementationsmaßnahmen bietet es sich also an, über vorhandene Erkenntnisse aus Implementationsvorhaben aus dem Bildungswesen hinaus andere Fachdisziplinen bspw. des Gesundheitswesens oder der Wirtschaft zu nutzen, in denen Erkenntnisse über eine erfolgreiche Gestaltung von Implementationsprozessen und damit Anknüpfungsmöglichkeiten gesammelt worden sind.

### 4.1.1 Zeitlicher Ablauf von Implementationsprozessen

Für die konkrete Planung und Durchführung von Implementationsprozessen ist eine zeitliche Ordnung wichtig, die auf die Vielschichtigkeit jedes Implementationsvorhabens Rücksicht nimmt. Bereits bei der Akzeptanzentwicklung hat ein Phasenmodell geholfen, eine spezifische zeitliche Abfolge zu gliedern. So durchlaufen auch Implementationsprozesse Phasen, die allerdings keineswegs zwangsläufig linear ablaufen, aber dennoch in gewisser Weise aufeinander aufbauen (Ditton, 2000; Scholl, 2004). Es besteht daher keine Garantie, dass eine Innovation die letzte Phase eines Implementationsprozesses erreicht oder alle Zwischenphasen durchläuft. Ein Phasierungsmodell des »Projektmanagements« der Implementation liefert dazu das Implementationsmodell nach Kirschner et al. (2004). Dieses Modell geht über die reine Implementation von Innovationen hinaus und setzt auf das erfolgreiche Durchlaufen von drei Phasen: Initiation, Implementation und Institutionalisierung (Abb. 4.1). Eine als Implementation bezeichnete Phase ist damit Teil des Implementationsprozesses.



*Abb. 4.1: Der ideale Implementationsprozess (Kirschner et al., 2004)*

In der Phase der **Initiation** wird die Ausgangssituation analysiert. Karmasin (2008) stellt für diese Phase die Ermittlung von Bedürfnissen, Wünschen und Anforderungen für die erfolgreiche Platzierung von Innovationen als zwingende Voraussetzung heraus. Zu Beginn eines Implementationsprozesses wird zwischen Motivierten, Unentschlossenen und Ablehnenden unterschieden (Birkenkrahe et al., 2018), die sich höchstwahrscheinlich in ihrer Einstellungsakzeptanz unterscheiden. Insbesondere die Akquise der zwei letztgenannten für Implementationsprojekte erfordert besondere Aufmerksamkeit. Interventionen zur Implementation von Innovationen benötigen Bestandsaufnahmen nicht nur des institutionellen Rahmens, sondern auch der Merkmale der beteiligten Akteure und Akteurinnen (Leutner, 2010). Nur so wird ein

Anknüpfen an die vorhandenen Vorerfahrungen und Einstellungen überhaupt möglich. Um eine möglichst hohe Akzeptanz bei der »Markteinführung neuer Produkte« zu erlangen, gilt die frühzeitige Einbindung der Nutzenden in den Produktentwicklungsprozess als zwingende Voraussetzung, »denn ohne die Partizipation und grundlegende Akzeptanz bei den Betroffenen werden Innovationen, zu deren Erfolg Verhaltensänderungen notwendig sind, kaum effizient sein können« (Schade, 2005, S. 33). Zusätzlich zur Bestandsaufnahme findet in dieser ersten Phase die Festlegung von Zielen und die Planung der Umsetzung statt. Die Umsetzungsplanung hat insbesondere die Verknüpfung der Projektziele mit den Charakteristika des Projektmanagements, wie bspw. ein ressourcengerechter Projektumfang oder die Bereitschaft zur Planänderung, im Fokus. In dieser ersten Phase des Implementationsprozesses entscheiden sich Lehrkräfte (die Akzeptanzsubjekte) zwar für den Einsatz einer fachdidaktischen Innovation (das Akzeptanzobjekt), jedoch ist eine Aussage über die tatsächliche Realisierung des Einsatzes zu diesem Zeitpunkt in der Regel noch nicht möglich. Die Entwicklung eines förderlichen Akzeptanzkontextes (Planung des Prozesses, Bereitstellung von Ressourcen, ...) ist bereits in dieser Phase von Bedeutung.

In der Phase der **Implementation** wird die Planung umgesetzt, die Entwicklung der Innovation zum Abschluss gebracht und Unterstützungsmaßnahmen wie bspw. Fortbildungen für Lehrkräfte durchgeführt. In dieser Phase werden auch die Zielkonsistenz der Innovation und der Implementationsmaßnahme überprüft. Aufseiten der Lehrkräfte rücken mögliche initiierte Einstellungsänderung und die Annahme der Innovation in den Fokus.<sup>1</sup> Die Innovation bleibt auch in dieser Phase im Diskurs: Projektmitglieder werden angehalten, die Innovation und deren Maßnahmen zur Implementation kontinuierlich zu hinterfragen und offen für Kritik zu sein. In dieser zweiten Phase ist noch Raum für Anpassungen der Innovation oder der Implementationsmaßnahme. Diese Phase eignet sich besonders zur Evaluierung von innovationsbezogenen Konstrukten. Eine Nutzungs- oder Einstellungsuntersuchung kann Indikatoren für Details der Interessenlage liefern. So können bspw. Adopterkategorien<sup>2</sup> und Nutzung- bzw. Einstellungstypen eruiert werden (Maull et al., 2010). Das Zeitintervall dieser zweiten Phase sollte nicht unnötig ausgedehnt und mit dem Ziel einer Stabilisierung zügig durch die dritte und letzte Phase abgelöst werden (Kirschner et al., 2004).

---

<sup>1</sup>Hier zeigt sich eine Ähnlichkeit zu den beschriebenen Akzeptanzphasen in Kap. 3.5. Möglicherweise durchlaufen die Akzeptanzsubjekte während eines Implementationsprozesses die Phasen der Akzeptanz, allerdings mit sehr unterschiedlichem Gewicht: Initiation ist möglicherweise von der Einstellungsakzeptanz geprägt, die Implementationsphase wird mehr von einer Nutzungsakzeptanz bestimmt. Die Institutionalisierung sammelt alle Anteile der Akzeptanzphasen.

<sup>2</sup>Bspw. Unterscheidung von Innovators, Early Adopters, Early Majority, Late Majority und Laggards im Sinne der Diffusionstheorie nach Rogers, 2003.

In der letzten Phase, der **Institutionalisierung**, steht die Dissemination der Innovation durch Schaffung von Anreizsystemen und Weiterbildungen im Vordergrund. In dieser Phase wird die Innovation zur Routine und ersetzt die vorausgegangene Praktik. Dafür benötigt die Innovation ein stabiles Umfeld. Die Anpassung und Optimierung einer Innovation an die jeweiligen Bedingungen in den Schulen oder an die Lerngruppe (Adaption) muss unterstützt werden (Coburn, 2003; Fullan, 2002; Gräsel, 2010; Rogers, 2003). In dieser Phase können die bereits erwähnten »Tücken« der Innovation sichtbar werden. Die wahrgenommene Umsetzbarkeit der erforderlichen Veränderungen ist in dieser Phase besonders wichtig. Die mit der Innovation verbundenen Veränderungen sollten als angemessen und als umsetzbar von den potentiellen Nutzenden wahrgenommen werden. Andernfalls besteht die Gefahr, dass die Übernahme einer Innovation lediglich adoptiert, d. h. nur oberflächlich angenommen wird, aber ein wirklicher Transfer in den Arbeitsalltag oder gar eine Institutionalisierung nicht gelingt (Altrichter & Wiesinger, 2013). Dieser Fall wird *Implementationslücke* genannt (Rolff, 1995). Die Institutionalisierung der Innovation verändert schließlich sogar Routinen. In dieser Phase wandeln sich Prozesse, die als Innovationen angefangen haben, in »normale« Prozesse. Die Institutionalisierung wird verschieden bewertet (Coburn, 2003):

- *Spread* zielt auf die quantitative Verbreitung einer Innovation ab und lässt sich durch Erprobung der Innovation in der Unterrichtspraxis begünstigen.
- *Depth* bezieht sich auf die qualitative Umsetzungstiefe einer Innovation. Pädagogische Routinen im unterrichtlichen Handeln und berufsbezogenen Werte können betroffen sein. Der Grad möglicher Veränderungen wird hier bewertet.
- *Ownership* beschreibt die Identifikation, d. h. die Verinnerlichung der Innovation.
- *Sustainability* zielt auf die Nachhaltigkeit einer Innovation ab.

Mit Blick auf den gesamten Prozess (Abb. 4.1): Eine geringe Qualität der Implementationsphase (Phase 2) beeinträchtigt auch die Institutionalisierung der Innovation und kann den gesamten Implementationsprozess gefährden, auch wenn bspw. eine positive Wirkung der Innovation selbst auf die Kompetenzentwicklung der Schüler und Schülerinnen unstrittig ist (Durlak et al., 2011). Erfolgsfaktoren und gesammelte Erfahrungen sollten daher in jeder Phase des gesamten Prozesses, also auch bereits bei der Initiation beachtet werden (Kirschner et al., 2004). Und auch wenn eine Vielzahl an Erfolgs- bzw. Misserfolgskriterien von Innovationsprojekten im Bildungssektor bekannt ist, erfordert die Heterogenität der Bedingungsfelder in diesem Bereich die systematische Untersuchung und Anpassung dieser Faktoren.

### 4.1.2 Das Erfolgskontinuum von Implementationsprojekten

Trotz zunehmender Investitionen in Bildungsinnovationen und Implementationsvorhaben, lässt sich immer noch konstatieren, dass die Implementation von Innovationen national und international häufig allenfalls kurzlebigen und lokalen Erfolg hat, manchmal sogar scheitert (Alexander & McKenzie, 1998; Kirschner et al., 2004; Teasley, 1996). Häufig liegen Diskrepanzen zwischen den Zielen der Innovationsvorhaben und den tatsächlichen Ergebnissen vor. Dies betrifft die Prozesse der Implementation (die u. U. nur unvollständig abgelaufen sind), aber auch eine mögliche Nichtwirksamkeit der Innovation selbst (ebd.). Dabei ist das »Nicht-Scheitern« nicht mit einem Erfolg gleichzusetzen ist: »Success/failure should not be considered as a binary classification, but should be viewed along a continuum« (Kirschner et al., 2004, S. 361).

Ein Projekterfolg in den Anfangsphasen eines Implementationsprozesses bedeutet nicht, dass ein Projekt in eine Institutionalisierung mündet. Häufig fehlen Pläne zur Nachhaltigkeit von Innovationen. In diesem Zusammenhang weisen Kenny und Meadowcroft (1999) auf die besondere Bedeutung einer Analyse von Erfolgsfaktoren und vorausschauendem Denken bei der Planung von Implementationsvorhaben hin. Dazu gehört die vorherige Analyse der Innovation (bspw. Nutzen) und der Nutzenden, die an vorhandene Probleme, Vorerfahrungen, Einstellungen und an eine (ggf. nicht vorhandene) Innovationsbereitschaft anknüpft. Bereits die Wechselwirkung zwischen Akzeptanzsubjekt, -objekt und -kontext legt nahe, dass der Projekterfolg vom Zusammenspiel mehrerer Faktoren abhängig ist:

- Die Innovation selbst bezieht sich zusätzlich auf die innovationsbezogenen Vorerfahrungen und Einstellungen der beteiligten Personen (Vinkenburg, 2003). Vorerfahrungen und Einstellungen sind vermutlich für das Scheitern bzw. den Erfolg von Implementationsprozessen wesentlich (Johnson et al., 2001; Storm & Jansen, 2004), wobei keine »antiinnovative« Grundhaltung der Beteiligten unterstellt wird. Äußere Umstände, Merkmale der Innovation selbst, Maßnahmen der Implementation und insbesondere das Zusammenspiel dieser Faktoren machen die Komplexität von Implementationsanstrengungen aus.
- Die Innovation und Maßnahmen zur Implementation sollten nicht ausschließlich intuitiv entwickelt werden (Kap. 3.3.3). Spezifische Implementationsmaßnahmen müssen passend zur konkret vorliegenden Innovation gewählt werden (Kap. 3.3.5 und Kap. 4.2). Probleme und nicht vorhandene Ressourcen müssen in diesem Zusammenhang erkannt sowie externe Faktoren analysiert werden (de Bie, 2003).

Die Verbindung zwischen Innovation (Objekt) und den Personen (Subjekte) verdeutlicht die Bedeutung der Initiationsphase und demnach die Notwendigkeit einer Analyse der Ausgangssituation, die sich auf die beteiligten Personen richtet und zusätzlich die Basis für die weiteren

Phasen darstellt. Auch die Bedeutung der letzten Phase, der Institutionalisierung, wird häufig unterschätzt. Problematisch ist, dass durch die Geringschätzung dieser dritten Phase die investierten personellen und finanziellen Ressourcen möglicherweise verschwendet werden (Kirschner et al., 2004). Der Einfluss der Ressourcenlage, externer Faktoren und der Einstellungen der beteiligten Personen auf den Projekterfolg wird besonders in dieser Phase spürbar (Light, 1998; Schein, 1995). Light (1998) schlägt aus diesem Grund vor, die »traditionelle« Organisation in eine »lernende« Organisation umzustellen, damit sich die Organisation Schule leichter an Innovationen anpassen kann.

Eine zentrale Rolle der Organisation Schule spielt das Schulmanagement, das als erste Instanz Forschungs- und Implementationsvorhaben zustimmen muss. Durch die Bereitstellung von Ressourcen können zusätzlich solche Vorhaben gelenkt werden (Altrichter & Wiesinger, 2004). Zu diesen Ressourcen gehört bspw. sowohl die Einräumung von Zeit zur Teilnahme an einer Fortbildung und die Förderung von professionellen Lerngemeinschaften zur Dissemination der Innovation als auch die Beschaffung und Administration digitaler Endgeräte (Altrichter & Wiesinger, 2004; Holtappels, 2013; Seitz & Capaul, 2004).

## 4.2 Bedingungsfaktoren und Möglichkeiten der Implementation

Die Implementation von Innovationen im Bildungssektor wird durch verschiedene Bedingungen und Kernkomponenten strukturiert (u. a. Breuer et al., 2018; Gräsel & Parchmann, 2004; M. Hasselhorn et al., 2014; Petermann, 2014). Bisher wurde stark auf die Rolle der Akzeptanzsubjekte und deren Verbindung zum Akzeptanzobjekt abgehoben. Die Wechselwirkung zwischen Kontext und Subjekt rechtfertigt es allerdings, auch den Kontext genauer unter die Lupe zu nehmen. In diesem Zusammenhang werden mögliche Implementationsmaßnahmen für die *digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen* diskutiert.

### 4.2.1 Makro-, Meso- und Mikroebene des Bildungssystems

Bei der Wahl einer Implementationsmaßnahme muss in Bezug auf die Innovation zwischen Makro-, Meso- und Mikroebene des Bildungssystems unterschieden werden (Schrader et al., 2020). Die Makroebene bezieht sich auf politische und institutionelle Bedingungen des Bildungssystems. In diesem Rahmen legitimieren in erster Linie Bildungsstandards und die Passung zum Curriculum mögliche fachdidaktische Innovationen. Auf nächster Instanz werden

die Schulen selbst angesprochen (Mesoebene), welche konkret politisch und administrativ Innovationen unterstützen können und erforderliche Bedingungen zur Umsetzung der entwickelten Ziele auf der Makroebene für die Mikroebene zu schaffen. Auf dieser Ebene werden die konkreten Bedingungen und Einflüsse auf Schulebene beschrieben. Sie ist die erforderliche Ebene zur Weiterentwicklung von Lernsituationen (Riedl, 2011) und stellt die Verbindung zwischen der Makro- und Mikroebene dar. Die Mikroebene bezieht sich auf die Realisierung von Unterricht und in diesem Zusammenhang auf die konkrete Realisierung von Innovationen (bspw. didaktische Maßnahmen).

Je nach Innovation ist die Ansprache in einer der Ebenen stärker ausgeprägt. Bei der Innovation *digitalgestützte Unterrichtskonzeptionen* ist die Handlungsabsicht der Lehrkräfte wesentlich. Damit wird sich auf die Lehrkräfte als Entscheidende innerhalb des Fachunterrichts konzentriert und auf den direkten Weg über die Schule und schulinterne Entscheidungswege gesetzt (Mikroebene). Der gewählte Fokus über die Mikroebene auf die Akzeptanz der Lehrkräfte ergibt nicht bei jeder Innovation und gewählten Ebene des Bildungssystems Sinn. So wird bei der Einführung von Fachlehrplänen in erster Linie nicht die Lehrkraft adressiert, sie werden von Kultusministerien zur Steuerung des Unterrichts erlassen und bedürfen damit einer anderen Implementationsstrategie.

Da vorhandene Probleme, nicht genutzte Potentiale und eine fehlende Akzeptanz einer »natürlichen« Verbreitung fachdidaktischer Innovationen im Wege stehen, bedarf es konkreter Maßnahmen zur Implementation von Innovationen, die über den Erfolg der Innovation bestimmen. Die Innovation selbst bestimmt durch das Ziel und das Ausmaß die Wahl der Ebene und der Implementationsstrategie (Gräsel, 2010).

#### 4.2.2 *top-down*-, *bottom-up*- und *symbiotische*-Strategien

Fundamental kann zwischen *top-down*-, *bottom-up*- und *symbiotischen*-Strategien bei der Implementation von Innovationen unterschieden werden. Während bei *top-down*-Strategien bspw. inhaltliche Vorgaben durch die Einführung von Lehrplänen realisiert werden und die Festlegung von Zielen und dessen möglichst genaue Umsetzung von zwei unterschiedlichen Personengruppen geschieht, trägt bei *bottom-up*-Strategien die Schule entscheidend zur Wahl der Innovation und deren Ziele bei.

Bei Betrachtung des Outputs von *top-down*-Strategie lässt sich feststellen, dass diese Maßnahmen keine dauerhafte Implementation im Sinne einer Institutionalisierung erreichen (Gräsel & Parchmann, 2004). Bei einer *bottom-up*-Strategie steht die genaue Umsetzung der intendierten

Ziele im Vordergrund. Jedoch zeigen Nutzungsanalysen fachdidaktischer Innovationen auf, dass diese häufig nicht wie intendiert umgesetzt werden (Kap. 2.2.3). Neben der scheinbar kaum möglichen Zielerreichung erscheint es darüber hinaus bei nicht vorhandener Akzeptanz kaum möglich mit dieser Strategie möglicherweise eine positive Akzeptanzveränderungen zu initiieren. Zusätzlich steht bei der *bottom-up*-Strategie die Eigeninitiative der Schule im Fokus, die in Bezug auf die nachhaltige Implementation fachdidaktischer Innovationen in Form von digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen vermutlich nicht leicht erreicht wird.

Bei einer *symbiotischen*-Strategie wird auf die Kooperation zwischen Personen mit unterschiedlicher Expertise gesetzt, die gemeinsam an der Umsetzung einer Innovation arbeiten. Besonders ist dabei, dass unterschiedliche Sichtweisen der Personengruppen in den Prozess einfließen und dadurch diese Gruppen untereinander profitieren. Gemeinsamer Angriffspunkt der unterschiedlichen Gruppen bildet ein relevantes Praxisproblem (M. Hasselhorn et al., 2014). In Abgrenzung zur *top-down*-Strategie meint hier die Implementation aber nicht die genaue Umsetzung der Innovation, sondern eben die gemeinsame Realisierung und Verringerung des Praxisproblems unter Einbezug der Sichtweisen und Ziele aller Beteiligten (Research-Practice-Partnership) (Penuel & Watkins, 2019). Allerdings sind die Vorstellungen und Erfahrungen von Forschenden und Praktizierenden häufig oppositiv und die Umsetzung der »Forschung« mit der »Praxis« nicht immer in Einklang zu bringen. Das sogenannte »research-practice gap« kann partiell geschlossen werden, indem sich bspw. die »Forschung« an der »Praxis« orientiert. Konkret könnte das bedeuten, Lehrkräfte in den Implementationsprozess einzubeziehen und sie bei der Nutzung fachdidaktischer Innovationen zu unterstützen.

Die Zusammenarbeit von Entwickelnden, Implementierenden und Umsetzenden bei der fachdidaktischen Innovation digital-materialgestützter Unterrichtskonzeptionen erscheint im Sinne einer *symbiotischen*-Strategie sinnvoll. Ziele werden nicht allein von Entwickelnden und Implementierenden festgelegt, sodass der Erfolg einer solchen Strategie nicht allein an einem Effekt bspw. auf die Schüler und Schülerinnen messbar ist. Andere Anhaltspunkte bspw. wahrgenommene Unterstützung der Lehrkräfte müssen einbezogen werden. Kriterien für den Erfolg der Implementation sind in diesem Fall abhängig von Entwickelnden, Implementierenden und Umsetzenden der Innovation und sind damit flexibel (Goldenbaum, 2012).

Ist die Wahl der Strategie getroffen, sind verschiedene und individuelle Faktoren zu beachten:

- Praktikabilität, Angemessenheit (Aktualität) und Passung der Innovation
- Beachtung kognitiver und affektiver Merkmale der Lehrkräfte (Bedarf, Arbeitsvorteile, Selbstständigkeit der Lehrkräfte)
- Unterstützung der Adaption der Innovation

- Wahl der Implementationsstrategie unter Einbezug der Akzeptanz und Nachhaltigkeit der Maßnahmen

Zur Implementation fachdidaktischer Innovationen in Form von digital-materialgestützten Unterrichtskonzeptionen eignen sich im Sinne der *symbiotischen*-Strategie die Ausbildung der Lehrkräfte, Fortbildungen und das Selbststudium als Beitrag zur Weiterbildung von Lehrkräften.

## 4.3 Strategie: Fortbildung zur Implementation fachdidaktischer Innovationen

Die Forschung rund um das Thema Fortbildungen gewinnt immer mehr an Bedeutung (Kreis & Unterköfler-Klatzer, 2017). Fortbildungen eignen sich laut Kirschner et al. (2004) als Unterstützungsmaßnahme zur Implementation und Institutionalisierung von Innovationen und tragen zu einer Weiterentwicklung akzeptanzbeeinflussender Faktoren unter Einbezug der dimensionsbezogenen Interventionsmöglichkeiten bei (Kap. 3.6.4; Sieve, 2015).

### 4.3.1 Fortbildung als Teil der Professionalisierung

Fortbildungen können das Wissen und das Handeln von Lehrkräften und sogar Schüler und Schülerinnen positiv beeinflussen (u. a. Lipowsky, 2010; Reusser & Tresp, 2008; Timperley et al., 2007). Die ständige Anpassung des Bildungssystems durch bspw. die Einführung der Bildungsstandards oder auch der Umgang mit Heterogenität und Digitalisierung erfordern auf allen Ebenen ständig neue und weitere Fähigkeiten der Lehrkräfte (Altrichter, 2010). Grundlage der Lehrkräfteprofession ist die Weiterentwicklung von affektiven und kognitiven Faktoren (Kreis & Unterköfler-Klatzer, 2017). Eine professionelle Handlungskompetenz lässt sich weder innerhalb der (universitären) Ausbildung erreichen noch hat die (universitäre) Ausbildung die Erreichung einer Handlungskompetenz zum Ziel. Da die Ausbildung oftmals deutlich kürzer ist als die Phase der Berufstätigkeit und die Entwicklung einer professionellen Handlungskompetenz ein langjähriger Prozess ist, kann die Entwicklung der notwendigen Profession gezielt durch Fortbildungen dauerhaft unterstützt werden (Mayr & Neuweg, 2009).

Neben der Entwicklung der beruflichen Expertise der Lehrkräfte werden Fortbildungen eine besondere Rolle für das Gelingen von Veränderungen und Innovationen im Schulsystem zugesprochen (Haider et al., 2005). Gräsel (2010) stellt die Bedeutung von Fortbildungen für

die Implementation von Innovationen heraus. Fortbildungen gelten geradezu als Voraussetzung zur Einführung von Innovationen und Weiterentwicklung, da sie zusätzlich Raum zur Auseinandersetzung mit neuen Ideen bieten (Altrichter, 2010; Altrichter & Wiesinger, 2013; Kreis & Unterköfler-Klatzer, 2017). Bedenken und Erwartungshaltungen der Lehrkräfte können thematisiert und ggf. entschärft oder verringert werden, was zu einer Veränderung der entscheidenden Akzeptanz der Innovation durch die Lehrkräfte führen kann (Sieve, 2015).

### 4.3.2 Wirksamkeit von Fortbildungen

Je nach Zielsetzung einer Fortbildung lässt sich die Untersuchung der Wirksamkeit von Fortbildungsveranstaltungen unterschiedlich akzentuieren. Hierzu wurden in verschiedenen Wirksamkeitsstudien von Fortbildungen drei Wirkebenen identifiziert (Helen et al., 2007; Lipowsky, 2010; Reusser & Tremp, 2008):

- Ebene 1: Weiterentwicklung von Wissen, Einstellungen etc. der Lehrkräfte
- Ebene 2: Erweiterung der Handlungsoptionen, Verbesserung der Unterrichtsqualität
- Ebene 3: Weiterentwicklung der Schüler und Schülerinnen in Bezug auf affektive und kognitive Merkmale

Die Faktoren dieser Wirkungsebenen wirken sich unmittelbar auf den Unterricht aus (Baumert & Kunter, 2006). Allerdings ist das Erreichen der Wirkebene 1 nicht ausreichend, um eine Veränderung auf der Wirkebene 2 herbeizuführen. Eine Änderung der Einstellung führt demnach nicht gleichzeitig zu einer Veränderung des unterrichtlichen Handelns (Kap. 3.5). Die besondere Form der Unterstützung kann sich in den Ergebnissen der Schüler und Schülerinnen widerspiegeln, sodass Lernende, deren Lehrkräfte an einer Fortbildung teilgenommen haben, einen signifikant höheren Lernzuwachs aufwiesen als die Schüler und Schülerinnen, deren Lehrkräfte lediglich eine Handreichung zum Selbststudium bekommen haben (Kleickmann & Möller, 2007). Auch die Umsetzung einer Unterrichtskonzeption war bei den Lehrkräften, die an einer Fortbildung teilnahmen, tiefergreifender als bei Lehrkräften, die nicht an einer Fortbildung teilnahmen (Spatz et al., 2019).

Lipowsky (2019) kritisiert jedoch, dass die Befunde zu den Wirkebenen nicht repräsentativ sind, sondern eher einzig auf günstigste Fälle zurückzuführen sind. Dieser Eindruck wird durch die Selbstwahrnehmung der Lehrkräfte zur Veränderung des eigenen Unterrichts bestätigt, wobei eine große Varianz festgestellt worden ist (Porter et al., 2000). Die Determinanten, die den Lernprozesserfolg von Lehrkräften bestimmen, sind bspw. durch Veränderungen des Wissens, der motivationalen Aspekte sowie der Entwicklung der Einstellungen und der Selbst-

wirksamkeit messbar, aber auch durch Veränderung im Handeln und einer positiven Beeinflussung der Schüler und Schülerinnen (bspw. Kompetenzzuwachs) sichtbar. Werden positive Veränderungen der Schüler und Schülerinnen den Lehrkräften sichtbar, kann dies zusätzlich die Einstellung der Lehrkräfte beeinflussen. Diese Reziprozität der einzelnen Faktoren (Fähigkeit und Handeln der Lehrkräfte und Auswirkungen auf Schüler und Schülerinnen) wird auch in dem Modell von Desimone (2009) deutlich. Konkretes Handeln kann sich somit auf die Kognition auswirken (Guskey, 2002), welches gewiss mit Fortbildungen animiert werden kann.

### 4.3.3 Kriterien für wirksame Fortbildungen

Die Wirksamkeit einer Fortbildung hängt nicht nur von der Gestaltung und Qualität einzelner Bestandteile, sondern stark von dem komplexen Zusammenwirken einer Vielzahl wirkmächtiger Faktoren ab (Lipowsky & Rzejak, 2012). Ein kurzer Überblick zeigt die Beschaffenheit dieses Bedingungsfeldes, dessen Faktoren bei der Entwicklung einer Fortbildung zur Implementation von Innovationen bedacht werden müssen. In Abb. 4.2 ist ein unvollständiger Überblick über die Kriterien wirksamer und akzeptanzfördernder Fortbildungen dargestellt. Das Zusammenwirken zwischen Akzeptanz und Qualität ist für Wirkung und Besuch einer Fortbildung wichtig.

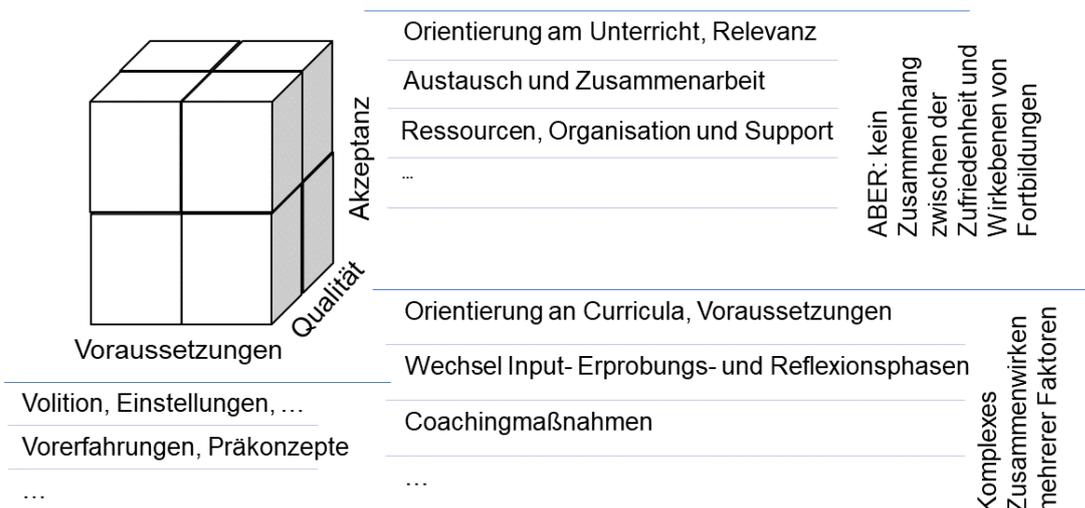


Abb. 4.2: Überblick Kriterien Fortbildung (nicht vollständig)

Beck et al., 2008; Garet et al., 2008; Jäger & Bodensohn, 2007; Kiemer et al., 2016; Lave & Wenger, 1991; Lipowsky & Rzejak, 2012; Mayr & Neuweg, 2009; Timperley et al., 2007

Grundlage bei der Entwicklung und Durchführung von Fortbildungen ist die Beachtung der Kriterien der **Akzeptanz** von Fortbildungen. Dazu gehört in erster Linie, dass Lehrkräfte als kompetente Handelnde und aktive Gestaltende des Prozesses angesehen werden. Fortbildungen fungieren damit als Unterstützungsbereitstellung. Die Autonomie der Lehrkräfte sollte wenig angetastet. Dies geschieht unter Berücksichtigung, dass eine zu hohe Selbstbestimmung der Lehrkräfte sich negativ auf die Wirkung einer Fortbildung auswirken kann (Lipowsky, 2010). Hemmender Faktor stellt hauptsächlich die zeitliche und örtliche Organisation dar (Richter et al., 2018). Der Besuch einer Fortbildung kollidiert häufig mit der Bewahrung der Unterrichtsversorgung. Es können mit einem Besuch einer Fortbildung längere Fahrten verbunden sein, deren Bezahlung vorher geregelt werden muss. Da Lehrkräfte sich neben der Unterrichtszeit fortbilden sollen, muss in erster Linie die Bedeutung für die Lehrkraft und ein Bezug zur Unterrichtspraxis herausgestellt werden (Lave & Wenger, 1991). Im Zentrum des pädagogischen Handelns jeder Lehrkraft steht das Lernen der Schüler und Schülerinnen, welches damit im Vordergrund jeder Fortbildung stehen sollte. Einschränkungen der Wirksamkeit von Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen ergeben sich bei technischen Innovationen häufig daraus, dass sie sich zu sehr auf technische und anwendungsbezogene Themen und zu wenig auf unterrichtliche Inhalte fokussieren (Law & Chow, 2008). Die damit unzureichend erkennbare Relevanz und Nützlichkeit von Innovationen (Gräsel & Parchmann, 2004) sowie die Nichtbeachtung von vorliegenden Praxiserfahrungen (Blumenfeld et al., 2000) und der heterogenen Voraussetzungen der Lehrkräfte schwächen die Wirksamkeit und Akzeptanz von Fortbildungsmaßnahmen und damit der Innovation (Blumenfeld et al., 2000; Fullan, 1998). Es zeigte sich aber, dass gerade der Fokus auf die Lernenden nicht immer leicht durch Anbietende von Fortbildungen umzusetzen ist (Kreis & Unterköfler-Klatzer, 2017). Der thematische Fokus sollte eng gehalten werden und sich auf fachbezogene und curriculare Inhalte fokussieren (Lipowsky, 2010). Konkrete Handlungsbeispiele, Experteneinbezug, Bereitstellung von Unterrichtsmaterial, Verfügbarkeit von Ressourcen, emotionale Unterstützung sowie Organisation fördern die Akzeptanz (Lave & Wenger, 1991; Lipowsky, 2009; Timperley et al., 2007). Die Bereitstellung von Unterrichtsmaterial wird insbesondere dann wichtig, wenn der Inhalt der Fortbildung nur zu einem gelegentlichen Einsatz führt. Voraussetzungen, die sich auf Ressourcen und Instrumente beziehen, müssen schon zu Beginn geklärt sein (Breiter & Welling, 2010). Die Faktoren, die die Akzeptanz von Fortbildungen beeinflussen stellen eine notwendige, allerdings keine hinreichende Bedingung für die Wirksamkeit von Fortbildungen dar. Diese Kriterien weisen keinen nennenswerten Zusammenhang zu der Wirksamkeit von Fortbildungen auf (Lipowsky & Rzejak, 2012). Bei der Entwicklung einer Fortbildung sind also weitere Kriterien zu beachten.

Die **Qualität** einer Fortbildung spielt eine entscheidende Rolle bei der Auswirkung von Fortbildung. Darunter fällt die Dauer der Auseinandersetzung mit dem Thema oder der Innovation, welche nicht zu kurz, aber hinreichend lang gewählt werden sollte (Lipowsky & Rzejak, 2021). Die Entstehung neuer Routinen benötigt Zeit. Der Wechsel zwischen Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen ist wichtig, damit mit herkömmlichen Handlungsmustern gebrochen wird (Mayr & Neuweg, 2009). Ansätze der Aktionsforschung zeigen, dass das systematische Reflektieren des eigenen Unterrichts diesen verbessern kann, sodass professionelle Entwicklung und die Entwicklung der Unterrichtsqualität durch die Erforschung und Weiterentwicklung des eigenen Unterrichts durch Lehrkräfte erreicht werden kann (Altrichter & Posch, 2018). Reflexion und Selbstdefinition von Lern- und Entwicklungszielen sollten daher angeregt werden. Schließlich ist der Erfolg einer Fortbildung noch abhängig von der Intensität, der Umsetzung im Unterricht (Collet, 2009; Gräsel et al., 2006) und der wahrgenommenen Relevanz der Inhalte, wobei der letztgenannte Faktor mit einem Wissenszuwachs der Lehrkräfte korrelieren kann (Lipowsky, 2010).

Die Beachtung aller Akzeptanz- und Qualitätskriterien von Fortbildungen reicht nicht aus, wenn die Lehrkräfte nicht bestimmte **Voraussetzungen** »mitbringen«. Die Basis stellt die Volition der Lehrkräfte dar, die Bereitschaft und das Interesse, sich konkreten Handlungsänderungen zu widmen. Zu den in diesem Sinne besonders geeigneten Lehrkräften zählen insbesondere diese, die ihren Unterricht in Zusammenhang mit dem Lernen der Schüler und Schülerinnen sehen und diesen stetig verbessern wollen (Lipowsky, 2009). In Abgrenzung zur Motivation wird hier der Einfluss der Selbstwirksamkeit und Selbstorganisation auf den Erfolg der Fortbildung bestätigt (Brady et al., 2009).

Die »Akzeptanz« und »Zufriedenheit« aus Sicht der Teilnehmenden von Fortbildungsmaßnahmen stellen eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für die Wirkung von Fortbildungen dar. Angaben zur Akzeptanz sagen wenig darüber aus, inwieweit der Besuch einer Fortbildung auch zu einer Änderung auf den Wirkebenen führt. Prognostisch valider sind Angaben und Fragen zur Relevanz (Lipowsky & Rzejak, 2012). Dies ist bei einer Evaluation von Maßnahmen zu berücksichtigen.

#### 4.3.4 Webinar als Fortbildungsformat

Lehrkräfte haben im Berufsalltag kaum Zeit, sich mit neuen Ideen oder fachdidaktischen Innovationen auseinanderzusetzen. Oftmals finden Fortbildungen auch nicht »in der Nähe« statt. Dies führt zu langen Anreisen, welche insbesondere kürzere Fortbildungen als nicht-lohnend

erscheinen lassen. Durch das Fortbildungsformat *Webinar* ist es jedoch möglich, flächendeckend und zeitlich sowie örtlich flexibel Lehrkräfte zu erreichen. Diese Flexibilität kann einen Beitrag zur Akzeptanz der Implementationsstrategie leisten (Akzeptanz durch Flexibilität).

Allerdings stehen Webinare aufgrund der fehlenden Präsenz bzgl. der kommunikativen Metaebene in der Kritik. Obwohl das lange Sitzen vor dem Bildschirm als ermüdend wahrgenommen wird, stellte sich heraus, dass die Teilnehmenden in Webinaren die Lernatmosphäre als fokussiert und die Inhalte mit erhöhter Aufmerksamkeit wahrnehmen. Handelt es sich um eine Fortbildung mit mehreren Webinarterminen, sollte zwischen diesen Sitzungen eine Aktivierung bspw. in Form von Aufgaben erfolgen. Der Austausch und das Ausprobieren während eines Webinars stellen zentrale Elemente der Aktivierung dar (Meißner & Rhein, 2018).

Die Phasen der Vermittlung und Aktivierung müssen sich deshalb in einem Webinar abwechseln oder gleichzeitig stattfinden. Der Austausch sollte durch Impulssetzung angeregt und Teilnehmende in einem Webinar zu Redebeiträgen ermutigt werden, da die kommunikative Metaebene durch fehlende Präsenz wegfallen kann. Hierfür eignet sich die Feedbackfunktion von Webinaren. Der Besuch eines Webinars kann zusätzlich eine stärkere Fokussierung und erhöhte Aufmerksamkeit verglichen mit Präsenzveranstaltungen möglich machen (ebd).

Die Forschung zum Thema Webinar-Fortbildungen steht noch am Anfang. Gerade im Hinblick auf die Generalisierbarkeit der Ergebnisse zur Wirkung von Fortbildungen erscheint es schwierig, diese Wirkung auch bei Webinaren vorauszusetzen. Es gibt einen Bedarf Webinare zum einen in ihrer Wirkung und zum anderen als Möglichkeit zur Implementation fachdidaktischer Innovationen zu beforschen.

## 4.4 Strategie: Bereitstellung fachdidaktischer Innovationen mittels Handreichung

Da der Besuch einer Fortbildung bspw. zeitliche und örtliche Probleme aufwirft, ist die Handreichung im Zusammenhang mit materialgestützten Unterrichtskonzeptionen als bisher wenig beforschte Implementationsmaßnahme eine weitere Möglichkeit fachdidaktische Innovationen in die Praxis zu transferieren (Gräsel, 2019; Staub, 2001).

### 4.4.1 Beschreibung der Strategie

Grundsätzlich zeichnet sich die Phase der Unterrichtsplanung durch den Aspekt materialgeleitet aus (Breuer et al., 2018; Remillard, 2005). Lehrkräfte sind es bei der Unterrichtsvorbereitung bspw. gewohnt, auf vorhandene Konzeptionen oder Bücher zurückzugreifen (Breuer et al., 2018; E. Davis et al., 2016). Daher kann eben die Phase der Unterrichtsplanung durch Herausgabe von Unterrichtsmaterial unterstützt werden.

Fachdidaktische Innovationen in Form materialgestützter Unterrichtskonzeptionen können von Entwickelnden für die Lehrkräfte zugänglich gemacht werden. Diese Bereitstellung stellt eine flexible, flächendeckende und leicht zugängliche Disseminationsstrategie bspw. als *open educational resources* oder allgemein über das Internet dar (D. Neumann, 2015). Jedoch reicht eine reine Bereitstellung dieser Unterrichtskonzeptionen nicht aus, da sie a) häufig nicht genutzt werden, b) Ziele der Konzeptionen nicht ausreichend verständlich sind und c) mögliche Anpassungen die Wirksamkeit der Innovation beeinflussen können (Kap. 2). Aus diesen Gründen sollte eine bereitgestellte Unterrichtskonzeption durch eine Handreichung bzw. *educative features*, welche bspw. Informationen zu Zielen der Unterrichtskonzeption erhalten, ergänzt werden (Gräsel, 2019). Entsprechende Handreichungen von Lehrkräften werden allerdings kaum genutzt (Tebrügge, 2001).

Die Auseinandersetzung mit einer Innovation wird in einer Fortbildung begleitet und »von außen«, bspw. durch Arbeitsaufträge, angeregt. Die Auseinandersetzung mit der fachdidaktischen Innovation findet in diesem Fall auf individueller Ebene, besonders zu den Zeitpunkten der Unterrichtsplanung, statt. Zentraler Unterschied zwischen dem Verfahren der individuellen Auseinandersetzung und dem Besuch einer Fortbildung ist die Begleitung und der Austausch mit anderen Lehrkräften. Jedoch wird wahrscheinlich der wahrgenommene Aufwand bei der selbstständigen Auseinandersetzung im Vergleich zu einem Besuch einer Fortbildung reduziert.

Problematisch bei der individuellen Auseinandersetzung ist, dass die Auseinandersetzung auf individueller Ebene a) nicht kontrolliert werden kann und b) die Nutzung scheinbar auch freiwillig passiert. In der Studie von Wagner (2016) wurden die Lehrkräfte beim Einsatz einer Lehr-Lernplattform u. a. mittels Selbstlernmaterial (Anleitungen, Videos) unterstützt. Die Ergebnisse der Nutzungsuntersuchung zeigten auf, dass das Selbstlernmaterial kaum einen Beitrag zur intensiven Nutzung von Lehr-Lernplattformen hatten. Lehrkräfte sollten daher auch bei der individuellen Auseinandersetzung begleitet werden und die Nutzung bzw. der Einsatz der fachdidaktischen Innovation fokussiert werden.

### 4.4.2 Einfluss von Handreichungen

Fachdidaktische Innovationen in Form von materialgestützten Unterrichtskonzeptionen weisen ein hohes Potential zur Weiterentwicklung von Unterricht auf (Kap. 2.2). Die Auseinandersetzung mit einer fachdidaktischen Innovation und einer Handreichung auf individueller Ebene beeinflusst die Lehrkraft, den Unterricht und damit auch die Schüler und Schülerinnen auf unterschiedliche Art und Weise:

- Phase der Unterrichtsplanung: Die Unterrichtsplanung ist bei der Generierung von Wissen für Lehrkräfte wichtig (Stender, 2014). Die Auseinandersetzung mit der fachdidaktischen Innovation zu den Zeitpunkten der Planung kann zu einem Wissenserwerb der Lehrkräfte führen. Dadurch werden Erfahrungen mit der fachdidaktischen Innovation gesammelt, die sich zunächst aber auf die Unterrichtsplanung beschränken.
- Phase der Unterrichtsumsetzung: Lediglich durch eine konkrete Erprobung im Unterricht kann sich die neue Idee entfalten und praktische Erfahrungen gesammelt werden (Staub, 2001). Dies spricht dafür, dass Lehrkräfte auch durch eine Handreichung dazu angehalten werden, die fachdidaktische Innovation im Unterricht zu erproben.
- Einfluss auf die Lehrkräfte: Das professionelle Wissen und die Selbstwirksamkeit der Lehrkräfte kann beeinflusst werden (Remillard, 2005). Verschiedene Ungleichheiten wie Erfahrung oder fachdidaktisches Wissen können ausgeglichen werden (Tobias, 2010).
- Einfluss auf die Schüler und Schülerinnen: Die Nutzung einer Handreichung (oder *educative features*) durch die Lehrkräfte kann einen Einfluss auf das Lernen der Schüler und Schülerinnen haben (Arias et al., 2017).

## 4.5 Zusammenfassung und Überleitung zum Forschungsvorhaben

Eine Ursache des Zustandekommens des *research-practice-gaps* wird mittels der bisherigen Ausführungen deutlich: Die Implementation von fachdidaktischen Innovationen wie bspw. digitalgestützte Unterrichtskonzeptionen in die Schule steht auf Grund der Vielzahl der Wünsche und Erwartungen an Unterrichtskonzeptionen in einem Spannungsfeld zwischen den Zielen eines Implementationsvorhabens und der Lehrkräfte, die dieses Vorhaben in der Praxis umsetzen. Es wurde aus unterschiedlicher Perspektive gezeigt, dass die Auseinandersetzung mit Unterrichtskonzeptionen sowie umfangreichen Informationen und Hilfestellungen aufwändig ist und Ressourcen bindet.

Die Wahl und Gestaltung einer Implementationsmaßnahme für die digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen sollte daher wohlbegründet sein. Dabei sind folgende Ansprüche keinesfalls zu vernachlässigen:

- Das Anknüpfen an die individuelle Sichtweise und Erfahrungen der Lehrkräfte ist notwendig, um Ziele einer Maßnahme zur Implementation fachdidaktischer Innovationen mit den Anknüpfungspunkten in Einklang zu bringen. Aus diesem Grund benötigen Interventionsmaßnahmen Bestandsaufnahmen.
- Die Relevanz der Inhalte scheint ein besonderes Kennzeichen zu sein. In erster Linie stellt die Relevanz die Grundvoraussetzung für Lehrkräfte dar, sich mit neuen Inhalten zu beschäftigen. Zeitgleich stellt diese aber auch ein Akzeptanz- und Qualitätskriterium von Fortbildungen dar. In diesem Zusammenhang gilt es, den Aufwand und Nutzen zugunsten des Nutzens regulieren. Der Mehrwert der Innovation muss ersichtlich werden.
- Sowohl Entscheidungen bzgl. der Entwicklung der Innovation (Transparenz) als auch das Aufzeigen von Nutzungsmöglichkeiten der Innovation sollten inhaltlicher Teil einer Implementationsmaßnahme sein.
- Die Intention-Handlungs-Lücke kann durch eine Fokussierung auf das Handeln verkleinert werden. Unterstützungsmaßnahmen sollten daher unter Berücksichtigung von Ressourcen das konkrete und zielorientierte Handeln im Unterricht vorbereiten und begleiten. Die Nutzung der Innovation sollte damit ein Ziel einer Implementationsmaßnahme darstellen. Im Hinblick auf die Zielsetzung der Innovation sollten Lehrkräfte bei der Anpassung an die Lerngruppe (Adaption) unterstützt werden.

Ausgehend von der empirisch gestützten Annahme, dass die Faktoren der Wirkungsebene »Wissen und Einstellung« die Planung von Unterricht bestimmen und unter der Annahme, dass die Planung des Unterrichts und damit die Umsetzung fachdidaktischer Innovationen durch die Akzeptanz der Lehrkräfte bestimmt ist, eignen sich Fortbildungen und Handreichungen zur Implementation fachdidaktischer Innovationen. Diese Maßnahmen weisen einen unterschiedlichen wahrgenommenen Nutzen und Aufwand auf. Beide Maßnahmen eignen sich zur Weiterentwicklung von »Wissen und Einstellung«. Es wäre daher auch möglich, akzeptanzbeeinflussende Faktoren durch den Besuch einer Fortbildung oder durch individuelle Auseinandersetzung mittels Handreichung zu verändern. Fokussieren beide Maßnahmen noch den Einsatz der Innovation im Unterricht der Lehrkraft, kann die angestrebte Wirksamkeit erhöht werden. Wird dieses Handeln von den Lehrkräften als positiv wahrgenommen, kann dies wiederum einen positiven Einfluss auf akzeptanzbeeinflussende Faktoren haben. Inwieweit akzeptanzbeeinflussende Variablen sich durch solche Implementationsvorhaben verändern, wird im weiter Verlauf der vorliegenden Arbeit untersucht.



## Teil II

# Das Forschungsvorhaben



## 5 Desiderat: Implementationsprozesse begleiten

Die Lehrkräfte in einem Implementationsprozess sind zentrale Faktoren des Implementationserfolges fachdidaktischer Innovationen und daher das Akzeptanzsubjekt der vorliegenden Arbeit. Obwohl es eine Reihe von erfolgsversprechenden Unterrichtskonzeptionen gibt, existieren wenige Implementationsstrategien und der Transfer in die Praxis erscheint trotz verschiedener Bemühungen noch immer problematisch. Eine mögliche flächendeckende Transferstrategie könnte die Einbettung solcher Unterrichtskonzeptionen in eine Lehr-Lernplattform darstellen (Kap. 2.3.4). Diese Form der Umsetzung wird in der vorliegenden Arbeit als »digitalgestützte Unterrichtskonzeption« bezeichnet (Kap. 6.2). Zwischen der tatsächlichen Nutzung und dem Nutzungspotential von Lehr-Lernplattformen und Unterrichtskonzeptionen herrscht eine Implementationslücke. Es lässt sich daher aus zweierlei Hinsicht ein Bedarf an Unterstützungsmaßnahmen ableiten.

Zur Entwicklung von Implementationsmaßnahmen lässt sich auf eine Vielzahl an Gestaltungsmerkmalen aus der Fortbildungs- und Implementationsforschung zurückgreifen. Allerdings sind nicht alle für eine Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen geeignet. Die Kombination aus digital- und materialgestützter Innovation bedarf der Ableitung weiterer Gestaltungsmerkmale, welche sich besonders auf die inhaltliche Gestaltung beziehen. Die Akzeptanz der Lehrkräfte als Kernkomponente erfordert, eine Maßnahme nah an deren Bedürfnissen zu entwickeln, um so eine adressatengerechte Implementation zu gestalten (Beebenwinkel & Gräsel, 2005; Johnson et al., 2001; Kirschner et al., 2004). Erstes Ziel ist daher ein Verständnis über die Erfahrungen und Einstellungen naturwissenschaftlicher Lehrkräfte sowohl in Bezug auf die digitale Umsetzung als auch auf den inhaltlichen Kontext (hier *Basiskonzept Energie*) zu gewinnen (Analyse der Ausgangslage). Das Anknüpfen an die Ausgangslage ermöglicht bspw. die Verringerung von Bedenken und die Thematisierung von Erwartungshaltungen (Sieve, 2015). Die Ergebnisse zur Analyse der Ausgangslage, Literatur zur

Fortbildungs- und Implementationsforschung und zum Stand der Nutzung von Lehr-Lernplattformen sowie von Unterrichtskonzeptionen erlauben eine theoriebasierte Entwicklung zweier Implementationsmaßnahmen (Akzeptanzkontext), die konzeptuell auf der Mikroebene auf eine Fortbildung und Handreichung hinauslaufen (Breuer, 2021; Sieve et al., 2016).

Das zweite Forschungsziel der vorliegenden Arbeit ist daher die Evaluation und Begleitung der Implementation der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen. Grundsätzlich fehlt es an Implementationsstudien, welche explizit Prozesse der Implementation untersuchen (Schrader et al., 2020). Dabei ist für solche Implementationsmaßnahmen die Weiterentwicklung von affektiven Konstrukten wie bspw. Einstellung wenig beforscht (Lipowsky, 2010). Ausgehend von diesem Desiderat steht für die entwickelten Implementationsmodi die Analyse von akzeptanzbeeinflussenden Faktoren, insbesondere der Akzeptanz im Sinne der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung, im Fokus.

Abbildung 5.1 bildet das Forschungsvorhaben im Überblick ab. Die jeweiligen Studien »Ausgangslage erfassen« und »Evaluation und Begleitung der Implementation« werden in den Kapiteln 7 und 9 beschrieben. Die Ergebnisse aus der zweiten Studie werden dazu genutzt, weitere Gestaltungsmerkmale zur Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen abzuleiten. Der gesamte Implementationsprozess bezieht sich zeitlich und inhaltlich gesehen von der Durchführung der Studie zur Erfassung der Ausgangslage, über die Auseinandersetzung der Unterrichtskonzeptionen mittels Handreichung oder Fortbildung bis zum Einsatz der Unterrichtskonzeptionen im Fachunterricht.

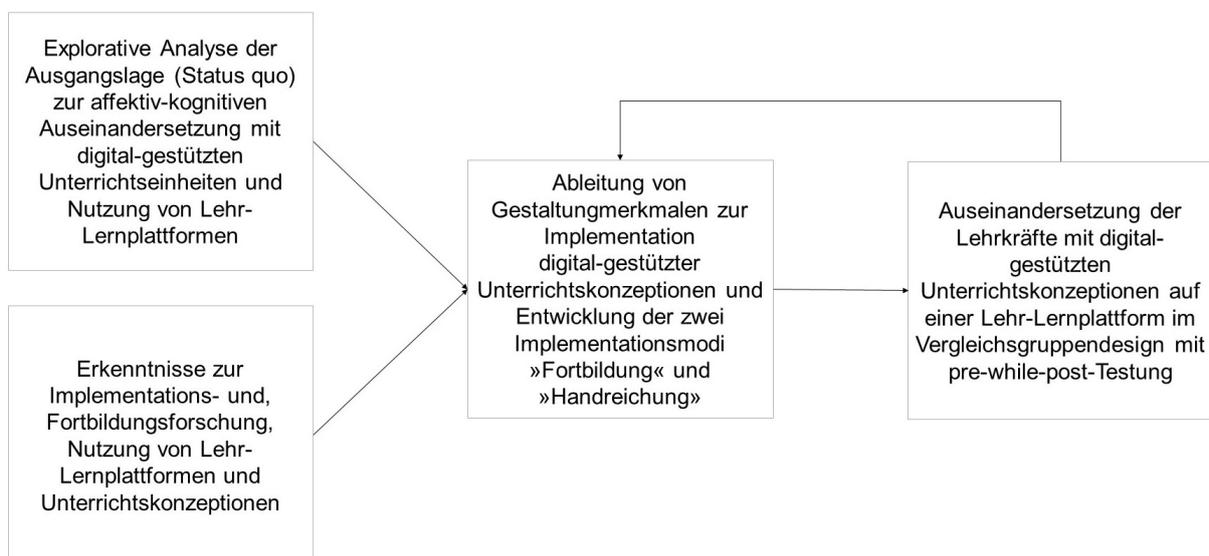


Abb. 5.1: Das Forschungsvorhaben im Überblick

# 6 Das DFG-Transferprojekt *energie.TRANSFER*

Die Durchführung der Studien »Ausgangslage erfassen« und »Evaluation der Implementation« sind im Rahmen des übergeordneten DFG-Erkenntnistransferprojekts *energie.TRANSFER* angefertigt worden und unterliegen daher gewissen Rahmenbedingungen. In diesem Projekt wurde neben der Initiierung der Implementation, die Unterrichtskonzeptionen entwickelt und u. a. hinsichtlich ihrer Wirkung in Bezug auf das Lernen der Schüler und Schülerinnen beforscht (Fischer, 2022). Nachfolgend wird die Einbettung des Forschungsvorhabens in das Projekt und das zugrundeliegende Implementationsobjekt sowie die Intention und das übergeordnete Design des Vorhabens beschrieben.

## 6.1 Ziele *energie.TRANSFER*

Übergeordnetes Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts ist die Vermittlung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung. Diese Grundbildung soll dabei mithilfe zentraler Konzepte (Energie, Materie, System und Wechselwirkung (KMK, 2005)) gebildet werden, die zusätzlich den aus unterschiedlichen Fachbereichen bestehenden Unterricht strukturieren können und sollen (Demuth et al., 2005) und damit als Grundlage für die Kompetenzentwicklung im Bereich Fachwissen dienen. Diese Kompetenzentwicklung kann durch einen spiralcurricularen an Basiskonzepten orientierten Unterricht systematisiert und begünstigt werden (K. Neumann et al., 2007). Hierzu wurde in der physikdidaktischen Forschung eine Reihe von Modellen erarbeitet (bspw. K. Neumann, 2017; Weßnig & Nordine, 2017). Obwohl die Basiskonzepte schon seit 2005 in den Bildungsstandards stehen, scheint in der Unterrichtspraxis ein Unterricht orientiert an Basiskonzepten wenig umgesetzt zu werden. Stattdessen sind die Curricula nach Inhaltsgebieten (z. B. Elektrizität, Wärmelehre) gegliedert und Bezüge zwischen diesen Inhaltsgebieten sind rar. Das Projekt *energie.TRANSFER* widmet sich dieser Problematik und fokussiert dabei den Erkenntnistransfer fachdidaktischer Forschung zum Basiskonzept Energie in die Unterrichtspraxis. Folgender Ansatz wird verfolgt:

- Zur Transferunterstützung können Lehrkräfte mit Unterrichtskonzeptionen ausgestattet werden, welche sich an den Erkenntnissen fachdidaktischer Forschung orientieren.
- Folglich muss eine theoriebasierte Unterrichtskonzeption *entwickelt*<sup>1</sup> werden, welche vollständig in eine digitale Lehr-Lernplattform eingebettet wird (Vereinigung von Vermittlung von Fachinhalten und bedarfsgerechter Digitalisierung).
- Die digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen werden durch geeignete Unterstützungsmaßnahmen in den Fachunterricht *implementiert*.

Das Basiskonzept Energie ist in der vorliegenden Arbeit der Innovation digitalgestützte Unterrichtskonzeption untergeordnet und dient als notwendiger inhaltlicher Bestandteil des Innovationsobjektes.

## 6.2 Das Akzeptanzobjekt: Digitale Unterrichtskonzeption zum Basiskonzept Energie

Inhaltlich stützen sich die insgesamt 12 entwickelten Unterrichtskonzeptionen auf das seit 2005 in den KMK-Bildungsstandards benannte Basiskonzept Energie. Zentraler Gedanke ist die Verknüpfung mehrerer Inhaltsgebiete der Physik z. B. über die Betrachtung der Umwandlungsprozesse zwischen Energieformen. Die Unterrichtseinheiten bieten inhaltlich jeweils in sich geschlossene Lerneinheiten, die vielfältig nutzbar sind. Dies kann bspw. eine 4 – 6 stündige Lerneinheit zur Verknüpfung der Energieformen kinetische und potentielle Energie im Kontext »Achterbahn« sein (Laumann et al., 2019).

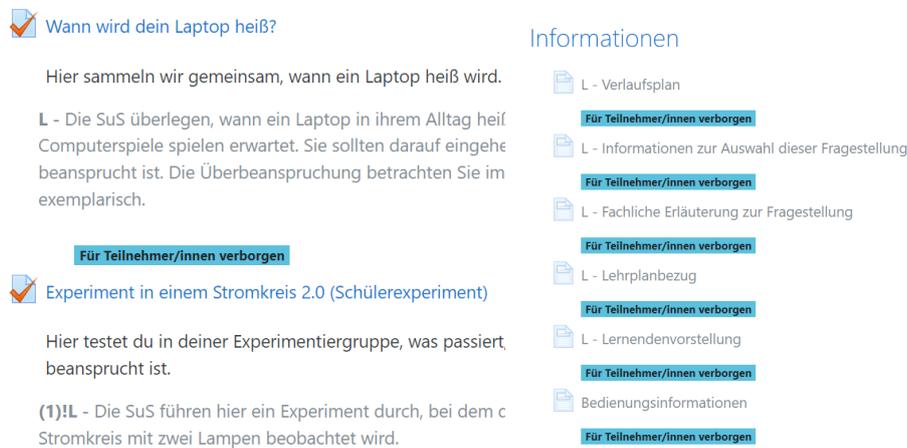
Die Unterrichtskonzeptionen orientieren sich am phänomenorientierten Lernen (Fischer et al., 2021). Zentral hierfür ist eine übergeordnete Fragestellung (Leitfrage), welche in dazu passende Unterfragen zerlegt wird. Zur Beantwortung dieser Fragen werden verschiedene Energieformen aufgegriffen und miteinander in Beziehung gesetzt. Alle 12 entwickelten Unterrichtskonzeptionen folgen einer identischen übergeordneten Grundkonzeption (Kap. 8.2.2). Zentrale Designmerkmale der Konzeptionen sind die digitale Umsetzung und die inhaltlich-methodische Konsistenz im Sinne einer Passung zwischen Fragestellung und Aktivität sowie die Strukturierung der Unterrichtseinheit durch detaillierte Ausarbeitung der Unterfragen.

Die digitale Umsetzung der Konzeptionen wurde mittels der Lehr-Lernplattform Moodle in sogenannten Kursen umgesetzt (für die Darstellung der digitalen Umsetzung Weßnigk et al.,

---

<sup>1</sup>Die theoriebasierte Entwicklung der Unterrichtskonzeptionen wurde im Rahmen des Promotionsprojekts von Julian Alexander Fischer am IPN vorgenommen.

2020b). Moodle steht für Modular Object-Oriented Dynamic Learning. Es handelt sich u. a. um ein Tool zur Planung und Umsetzung von Unterricht. Die Einbettung der Unterrichtskonzeption in eine Lehr-Lernplattform ging dabei über die Bereitstellung von pdf-Dateien hinaus. Insgesamt wurden bei der digitalen Umsetzung alle Ebenen des SAMR Modells angesprochen. In diesen Unterrichtskonzeptionen befinden sich neben verschiedenen aufeinander aufbauenden Aufgaben für Lernende (Abb. 6.1.a) auch Informationen für die Lehrkräfte wie bspw. einen Verlaufsplan (Abb. 6.1.b), welcher für die Lernenden nicht sichtbar ist. Durch die digitale Umsetzung in eine Lehr-Lernplattform ist eine Adaption jedes Kurses an den Unterricht sowie an die Lerngruppe durch die Lehrkräfte möglich (bspw. begriffliche, didaktische oder methodische Anpassungen). Tafelbilder können durch die Lehrkräfte nach dem Unterricht direkt in den Kurs integriert werden. Zur Kontrolle von Aufgabenabgaben lassen sich die digitalen Artefakte der Schüler und Schülerinnen sichten.



(a) Aufgaben für die SuS mit Information für die Lehrkraft

(b) Information für die Lehrkraft

**Abb. 6.1:** Screenshot aus einer Unterrichtseinheit; Aufgaben und Informationen für die Lehrkraft stehen in einer Lernumgebung bereit



# Teil III

## Empirischer Teil



# 7 Forschungsziel 1

## 7.1 Fragestellungen

Häufig erfolgt eine Akzeptanzbewertung erst nach Einführung einer Innovation (ex-post-Konstrukt). Jedoch lassen sich mithilfe einer ex-ante-Betrachtung der Akzeptanz in der Einstellungs- und Initiationsphase, Schlussfolgerungen und Maßnahmen für die Handlungs- und Nutzungsphase bzw. für die Implementationsphase und Institutionalisierung ableiten. Der Zusehnitt von Implementationsmaßnahmen auf die Bedürfnisse der Lehrkräfte kann die erforderliche Akzeptanz der Innovation und der Implementationsmaßnahme erhöhen (Storm & Jansen, 2004; Weinbaum & Supovitz, 2010). Basierend auf dem Konstrukt der *Concerns*, also der Akzeptanz im Sinne der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung, können Aussagen zur Akzeptanz bzgl. fortgeschrittener Nutzungsweisen von Lehr-Lernplattformen in Form von digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen getroffen werden. Eine Abfrage der Nutzungsart und -häufigkeit von Lehr-Lernplattformen und spezifische Fortbildungswünsche ergänzen die bisherigen Erkenntnisse zur Nutzung von Lehr-Lernplattformen. Für die fachdidaktische inhaltliche Gestaltung soll die wahrgenommene Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts erfasst werden.

Zur weiteren Analyse des SoC-Konstrukts zielt eine weitere Fragestellung auf die Verbindung zwischen der Nutzung (Art und Häufigkeit) von Lehr-Lernplattformen und den erfassten *Concerns* ab. Zwar wird in der Theorie beschrieben, dass mit fortschreitender Nutzung sich der SoC-Auseinandersetzungsgrad wie eine Art Wellenkamm verändert, jedoch zeigten verschiedene Studien, dass eben die Nutzung einer Innovation kaum bis gar keinen Einfluss auf den Grad der Auseinandersetzung hat. Weder bedeutet nämlich ein hohes Maß an affektiv-kognitiver Auseinandersetzung mit einer Innovation zwangsläufig, dass sie auch genutzt wird (Sieve, 2015), noch kann davon ausgegangen werden, dass die affektiv-kognitive Auseinandersetzung niedrig ist, falls jemand die Plattform nicht nutzt. Es wäre daher möglich, dass es zwischen Nutzenden bzw. Nichtnutzenden und den Profilen der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung keine bzw. nur eine geringe Korrelation vorliegt.

Die dargestellte Relevanz und die mögliche Ableitung von Implikationen zur erfolgreichen Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen, die zusätzlich den Transfer fachdidaktischer Forschung begünstigen können, begründen die Durchführung einer Studie zur Erfassung der Ausgangslage. Neben dieser pragmatischen Zielsetzung trägt die Analyse zur Theorie der Stages of Concerns bei. In der Studie »Ausgangslage erfassen« werden folgende Fragestellungen untersucht:

**Fragestellung 1** Welche Vorerfahrungen bringen naturwissenschaftliche Lehrkräfte in Bezug auf die Nutzung von Lehr-Lernplattformen und eines basiskonzeptorientierten Unterrichts mit und welche speziellen Fortbildungswünsche nennen sie in Bezug auf den Einsatz von Lehr-Lernplattformen?

**Fragestellung 2** Welche Dimensionsausprägungen und Profile der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung weisen naturwissenschaftliche Lehrkräfte hinsichtlich digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen auf einer Lehr-Lernplattformen auf?

**Fragestellung 3** Inwieweit hängt die Vorerfahrung mit Lehr-Lernplattformen (Fragestellung 1) mit der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung (Fragestellung 2) zusammen?

## 7.2 Methodik

### 7.2.1 Beschreibung der Stichprobe und Durchführung

Zur Erfassung der Ausgangslage sind die zentralen Akteure und Akteurinnen im Bildungssystem (oder auch Betreibende des Wandels, Fullan, 1999, S. 29), die Lehrkräfte, zu befragen. Diese können selbst einschätzen, welche Erfahrungen und Einstellungen in Bezug auf den jeweiligen Innovationsgegenstand vorliegen. Da kein Vergleich zwischen Fachdomänen für die Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen angestrebt wird, sind in der durchgeführten Studie lediglich naturwissenschaftliche Lehrkräfte befragt worden. Zusätzlich wurden spezifische fachdidaktische Items abgefragt (bspw. Umsetzung Basiskonzept Energie), die den Einbezug anderer Lehrkräfte ausschließen. Um einen *bias* hinsichtlich der Nutzung bzw. Nichtnutzung von Lehr-Lernplattformen zu vermeiden, wurde bei der Akquise der Lehrkräfte darauf geachtet, a) dass Nutzende und Nichtnutzende von Lehr-Lernplattform ungefähr gleichverteilt erfasst werden und b) nicht bspw. nur fortgeschrittene Nutzende einer bestimmten Altersgruppe befragt werden.

Dazu wurde im Sommer 2019 über einen Erhebungszeitraum von einem Monat eine Fragebogenstudie (paper-pencil-Befragung) mit 83 naturwissenschaftlichen Lehrkräften aus 40 Schulen in Niedersachsen durchgeführt (Tab. 7.1). Der Kontakt zu den Lehrkräften wurde über die jeweilige Schulleitung hergestellt, da ohne die Zustimmung der jeweiligen Schulleitung keine Studie an deutschen Schulen durchgeführt werden darf. Die Teilnahme an der Fragebogenstudie stand den Lehrkräften frei. Bei Zustimmung wurde der digital administrierte Fragebogen (LimeSurvey) über einen Link per E-Mail den teilnehmenden Schulen zugesandt und vor Ort an die naturwissenschaftlichen Lehrkräfte weitergeleitet.

**Tab. 7.1:** Demographische Daten der Lehrkräfte

Alter	$\bar{x} = 43$ Jahre (Min.: 26, Max.: 61), $s = 10$ Jahre
Schulform	72 Gymnasien, 11 gymnasiale Zweige von Gesamtschulen
Unterrichtsfächer	42 Physik, 33 Chemie, 19 Biologie, 9 Naturwissenschaften
Unterrichtserfahrung	12 Jahre (Min.: 1, Max.: 36), $s = 8$ Jahre
Geschlecht	56 % weiblich, 44 % männlich

Die Erfassung der Vorerfahrungen in Bezug auf die Nutzung einer Lehr-Lernplattform basiert auf einer Subgruppe von  $N = 44$  Lehrkräften, die in ihren Schulen einen Zugang zu Lehr-Lernplattformen haben.

### 7.2.2 Erhebungsinstrumente

Zur jeweiligen Beantwortung der Fragestellungen wurden die Erfahrungen zum Einsatz von Lehr-Lernplattformen (Nutzungsart und -häufigkeit) und zum basiskonzeptorientierten Unterricht, Fortbildungswünsche und die Akzeptanz im Sinne der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung erfasst und operationalisiert. Dazu wurde eine Fragebogen mit insgesamt 57 Items entwickelt, bei dem hauptsächlich bestehende etablierte Erhebungsinstrumente adaptiert worden sind. Die digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen wurden der Lehrkraft als in sich geschlossene Unterrichtseinheiten zum Basiskonzept Energie, eingebettet in eine Lehr-Lernplattform, beschrieben. Es wurde verdeutlicht, dass die Planung und Umsetzung des Unterrichts mit der Lehr-Lernplattform stattfinden und bspw. keine Arbeitsblätter ausgeteilt werden. Zusätzlich wurden zur Veranschaulichung Abbildungen in Form von Screenshots der Unterrichtseinheiten in die Beschreibung eingefügt.

Neben der Erfassung personenbezogener Daten (Anh. B.1.1; Item P1 bis P4) wurde zur Beantwortung der Fragestellung 1 im ersten Schritt abgefragt, ob eine Lehr-Lernplattform an der

eigenen Schule genutzt wird. Wurde nein gewählt, wurde abgefragt, ob unabhängig von der Schule in der Vergangenheit oder zum jetzigen Zeitpunkt in einem anderen Kontext eine Lehr-Lernplattform genutzt wurde bzw. wird. Dies diente dem Zweck, Nutzende einer Lehr-Lernplattform von Nichtnutzenden abzugrenzen. Wurde ja gewählt, wurden die Vorerfahrungen mit Lehr-Lernplattformen (Nutzungsart und -häufigkeit) abgefragt. Im nächsten Schritt wurde die wahrgenommene Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts und Fortbildungswünsche zum Einsatz von Lehr-Lernplattformen mit ordinal skalierten Antwortmöglichkeiten erfasst (Anh. B.1.5; Item N1 bis N4, BK1a bis BK2d). Der Einsatz von Lehr-Lernplattformen wurde direkt abgefragt und codiert. Für die Frage nach der Nutzungsart und -häufigkeit und den Fortbildungswünschen wurden geschlossene Formate mit ordinal skalierten Antwortmöglichkeiten gewählt (Überblick Tab. 7.2, ausführliche Darstellung Anh. B.1).

**Tab. 7.2:** Überblick Testinstrumente, Fragestellung 1 (Friedrich et al., 2011; Kerres, 2018; Sachse et al., 2012; Sieve, 2015; Wagner, 2016)

Konstrukt	Testinstrument
Nutzungsart und -häufigkeit	<p>Nutzung Lehr-Lernplattform (dichotome Antwortmöglichkeit ja/nein):</p> <p>Nein: Abfrage Nutzung in einem anderen Kontext</p> <p>Ja: Nutzungsart (Mehrfachantworten) klassifiziert nach:</p> <p>Kommunikation, Kooperation und Unterricht</p> <p>Nutzungshäufigkeit unterschieden in »im Unterricht« und »außerhalb des Unterrichts« (täglich, mehrmals wöchentlich, mehrmals im Monat, kaum, nie)</p> <p>Selbsteinschätzung Nutzung Lehr-Lernplattform: Unerfahrene(r), Anfänger(in), Fortgeschrittene(r), Pragmatiker(in), Enthusiast(in)</p>
Fortbildungswunsch	<p>Haben Sie schon an einer Fortbildung zu Lehr-Lernplattform teilgenommen? Wünschen Sie sich eine Fortbildung zu Lehr-Lernplattform? (jeweils dichotome Antwortmöglichkeit ja/nein).</p> <p>Schwerpunktabfrage einer möglichen Fortbildung zu Lehr-Lernplattformen: Integration von Simulationen, Videos etc., Integration von Zusatzgeräten wie Kameras oder digitale Messgeräte, Unterstützung bei technischen Fragen, Mediendidaktische Weiterbildung, Aktuelle Entwicklungen, Klärung datenschutzrechtlicher und anderer Voraussetzungen, Gestaltung digitaler Unterrichtseinheiten, Fachspezifische Nutzungsmöglichkeiten, Didaktischer Nutzen, Konkreter Bezug zum Kerncurriculum</p>

Vorerfahrung basiskonzeptorientierter Unterricht	Die Vorerfahrungen zum basiskonzeptorientierten Unterrichts wird mittels eines adaptierten Fragebogens aus dem Codebook der Erfassung der sprachlichen Kompetenzen im Ländervergleich zur Umsetzung der Bildungsstandards erfasst. Der ursprüngliche Fragebogen wurde aus dem Level of Use (LoU) Interview des CBAM adaptiert und über drei erreichbare Dimensionen umgesetzt (Anh. B.1.5; siebenstufige Likert-Skala von 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu)). In Tabelle 7.3 ist für jede Dimension jeweils die Reliabilität $\alpha$ und ein Beispielitem pro Dimension angegeben.
--	--

Die Reliabilitäten der einzelnen LoU-Dimensionen sind zwischen akzeptabel und bis sehr gut einzuordnen. Eine hohe Ausprägung in der Dimension 0 bedeutet, dass sich nicht mit der Umsetzung von Basiskonzepten beschäftigt wird und auch Unklarheit über die Umsetzung besteht. Eine schematische Umsetzung (Dimension 1) bedeutet, dass Prinzipien der Basiskonzepte verstanden worden sind und sich an Beispiele zur Umsetzung gehalten wird. Dimension 2 deutet auf eine Zusammenarbeit mit anderen Lehrkräften hin, auch werden eigene Ideen entwickelt.

**Tab. 7.3:** Inter-Item-Reliabilität der einzelnen LoU-Dimensionen und Beispielitem

LoU-Dimension	$\alpha$	Beispielitem
0 keine Umsetzung	.9	Ich beschäftige mich nicht mit der Umsetzung von Basiskonzepten.
1 schematische Umsetzung	.67	Ich konzentriere mich darauf, Unterrichten nach Basiskonzepten wenigstens ansatzweise umzusetzen.
2 Kooperation	.84	Ich unterrichte bereits nach Basiskonzepten, indem ich mich rezeptartig an Beispiele halte.

Zur Beantwortung der zweiten Fragestellung wird zur Erfassung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung der auf dem SoC-Modell basierende Fragebogen genutzt.

### **Akzeptanz im Sinne der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung**

Erkenntnis generierende Grundlage der vorliegenden Arbeit bilden die Stages of Concern. Diese erfassen modellbasiert die affektiv-kognitive Auseinandersetzung, d. h. die innovationsbezogenen Vorerfahrungen, Interessen, Bedenken sowie Einstellungen der Lehrkräfte in Bezug auf einen Innovationsgegenstand. Der Originalfragebogen wurde über mehrere Jahre hinweg mittels Faktorenanalyse und Inter-Item-Korrelationsanalysen entwickelt und durch eine Vielzahl an Interviews validiert. Dabei entstanden insgesamt 35 Items (jeweils 5 Items pro

SoC-Dimension). Der entstandene Fragebogen (George et al., 2008, S. 79ff) wurde für die Innovation »digitalgestützte Unterrichtskonzeption« in Anlehnung an Sieve (2015) übersetzt (Anh. B.1.2). Obwohl auch in der vorliegenden Arbeit eine Faktorenanalyse der 35 Items ergab, dass 5 Dimensionen besser geeignet erscheinen<sup>1</sup>, wurde sich gegen eine Überarbeitung des Fragebogens entschieden, um die Ergebnisse mit anderen Studien vergleichbar zu halten. Das Ziel der Studie stellt auch nicht die Überarbeitung des Fragebogens dar, sondern die Erfassung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung und wenn möglich die Identifikation von typischen SoC-Profilen (Kap. 3.6.3). Die Beantwortung erfolgt über eine achtstufige Likert-Skala von 0 (nicht relevant), 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu). Tabelle 7.4 stellt Mediane, Interquartilsabstände sowie die Reliabilität  $\alpha$  der einzelnen SoC-Dimensionen dar.

**Tab. 7.4:** Mediane, Interquartilsabstände, Inter-Item-Reliabilität der einzelnen SoC-Dimensionen

SoC-Dimension	$\tilde{x}$ (IQA)	$\alpha$	Beispielitem
0 Awareness	4 (2)	.83	Ich mache mir mehr Gedanken über andere innovative Ansätze für den Unterricht als über den Einsatz digitaler Unterrichtseinheiten.
1 Information	5 (3)	.71	Ich würde gerne etwas über die Vorteile der digitalen Unterrichtseinheiten im Vergleich zum herkömmlichen Unterricht wissen.
2 Personal	6 (2)	.76	Ich würde gerne wissen, wie sich meine Rolle als Lehrkraft ändern wird, wenn ich die digitalen Unterrichtseinheiten nutze.
3 Management	3 (3.5)	.83	Ich habe Bedenken, dass es Konflikte zwischen meinen persönlichen Interessen und dem Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten geben wird.
4 Consequence	5 (2)	.72	Ich interessiere mich dafür, welchen Einfluss der Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten auf meine Schülerinnen und Schüler haben wird.
5 Collaboration	5 (2)	.75	Ich würde gerne andere Lehrkräfte beim Einsatz digitaler Unterrichtseinheiten unterstützen.
6 Refocusing	3 (3)	.72	Ich würde gerne den Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten überarbeiten oder verändern.

<sup>1</sup>Dies haben bspw. auch schon Cheung et al., 2001 festgestellt.

Der Fragebogen bzw. die einzelnen SoC-Dimensionen weisen akzeptable bis hohe Reliabilitäten auf (Bortz & Döring, 2006). Ähnliche Reliabilitäten wurde auch schon in anderen Studien berechnet (bspw. Oerke, 2012; Sieve, 2015). Es kann damit davon ausgegangen, dass mit dem SoC-Fragebogen der Grad der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung pro Dimension bestimmt wird. Mittels ei-

**Tab. 7.5:** Interkorrelation zwischen den SoC-Dimensionen; \* $p < .05$

-	0	1	2	3	4	5	6
0	1						
1	-.2	1					
2	.09	.62	1				
3	.35*	.06	.28*	1			
4	-.29*	.37*	.43*	-.04	1		
5	-.35*	.53*	.46*	.04	.67*	1	
6	-.22	.10	.19	-.09	.58*	.51*	1

ner Korrelationsuntersuchung wurde die Interkorrelation der einzelnen SoC-Dimensionen berechnet (Tab. 7.5). Hierzu wurde der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient  $\rho$  verwendet, da die vorliegenden Daten lediglich ordinalskaliert sein müssen und auch bei kleinen Stichproben und Ausreißern berechnet werden kann (Bühner, 2006, Anh. A.5.1). Das Ergebnis der Korrelationsuntersuchung erscheint plausibel. Die Korrelation zwischen den Dimensionen 0 und 5 ist negativ. Werden hohe Werte in der Dimension 0 angenommen, liegt kein Bezug zu der Innovation vor und es wird sich folglich nicht mit Kooperationsmöglichkeiten beschäftigt. Eine positive Korrelation zwischen den Dimensionen 4 und 6 offenbart die naheliegende Verbindung zwischen dem Interesse an der Wirkung der Innovation und an ihrer Überarbeitung, um die bspw. die Wirkung der Innovation zu maximieren. Liegt ein höheres Interesse an Informationen vor (Dimension 1), ist auch die Ausprägung in der Dimension 5 *Collaboration* erhöht, wodurch scheinbar auf ein Interesse nicht nur in Bezug auf sich selbst, sondern auch in Bezug auf andere Lehrkräfte (bspw. Erfahrung) geschlossen werden kann.

Zur Beantwortung der Fragestellung 3 werden die dargestellten Testinstrumente zur Beantwortung der Fragestellungen 1 und 2 erneut genutzt.

### 7.2.3 Analyse

Die erfassten Daten werden von der Plattform LimeSurvey über eine Exceldatei exportiert und mit R als Programmiersprache für statistische Berechnungen ausgewertet. Die jeweiligen Analysen werden nachfolgend jeweils nach den Fragestellungen beschrieben.

### **Fragestellung 1: Vorerfahrungen und Wünsche**

Zur Beantwortung von Fragestellung 1

»Welche Vorerfahrungen bringen naturwissenschaftliche Lehrkräfte in Bezug auf die Nutzung von Lehr-Lernplattformen und eines basiskonzeptorientierten Unterrichts mit und welche speziellen Fortbildungswünsche nennen sie in Bezug auf den Einsatz von Lehr-Lernplattformen?«

wird zunächst zwischen Lehrkräften mit und ohne Zugang zu einer Lehr-Lernplattform an der eigenen Schule unterschieden. Die Gruppe ohne Zugang wird als *Nichtnutzende* bezeichnet. Diese Gruppe gab auch in der weiteren Befragung an, keine Erfahrungen mit Lehr-Lernplattformen zu haben. Die Fortbildungswünsche wurden für alle Personen deskriptiv ausgewertet. In der Gruppe mit Zugang wurden die Angaben der Lehrkräfte zur Nutzungsart- und -häufigkeit und Selbsteinschätzung deskriptiv ausgewertet. Dabei werden die relativen Häufigkeiten für die einzelnen Kategorien erfasst, grafisch dargestellt und auf besondere Ausprägungen verglichen.

Um eine spezifischere Aussage über die Nutzungsart der Lehrkräfte zu erhalten, wurde mit den Daten der angegebenen Nutzungsarten von Lehr-Lernplattformen eine hierarchische Clusteranalyse mit Nominaldaten gerechnet. Ein Scree-Test vorab nach Nutzungsarten lieferte zwei Cluster (Anh. A.3.1). In einem nächsten Schritt wurden die befragten Personen den Clustern zugeordnet und diese Zuordnung mit der jeweiligen Selbsteinschätzung verglichen. In Grenzen ist dadurch eine Validierung der Selbsteinschätzung möglich.

Zur Auswertung der Items zur Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts wird innerhalb jeder Dimension (0 *keine Umsetzung*, 1 *schematische Umsetzung*, 2 *Kooperation*) über die Gesamtstichprobe der Median und der Interquartilsabstand als Streumaß in jeder Dimension berechnet.

### **Fragestellung 2: Stages of Concern: Dimension und Profile**

Zur Beantwortung der zweiten Fragestellung

»Welche Dimension und Profile der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung weisen naturwissenschaftliche Lehrkräfte hinsichtlich digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen auf einer Lehr-Lernplattformen auf?«

wird zur Auswertung der SoC-Befragung das *scoring manual* von George et al. (2008, S. 26ff) verwendet. Dabei erfolgt die Auswertung standardisiert und ist damit mit anderen Studien vergleichbar. Es wird zwischen einer oberflächlichen Einschätzung (*first stage highest scores*

*interpretation*) und einer Einschätzung auf Tiefenebene (*profile interpretation*) unterschieden. Beide Verfahren eignen sich zur Beantwortung der Fragestellung 2 und bilden die Basis für weitere depedanzanalytische Analysen (bspw. Fragestellung 3).

#### ***First highest scores interpretation***

Zur Erschließung eines Überblicks über den Grad der Auseinandersetzung und der professionsbezogenen Akzeptanz im Sinne der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung in Bezug auf digitalgestützte Unterrichtskonzeptionen wird der personenbezogene Maximalwert pro Dimension (Addition der Rohpunkte) bestimmt. Dieser Wert korreliert mit der individuellen Bedeutung der Innovation und erlaubt einen Blick auf die dominierende Kategorie (George et al., 2008). Die Bestimmung des zweithöchsten Wertes ermöglicht die Identifikation einer innovationsbezogenen Entwicklungsrichtung. So bestimmt die Identifizierung des höchsten Wertes in einer Dimension der jeweiligen Personen, welcher Auseinandersetzungsgrad dominiert. Eine Verteilung der Häufigkeiten der *first stages* der teilnehmenden Lehrkräfte bietet einen schnellen Überblick, welcher Grad der Auseinandersetzung innerhalb einer Gruppe derzeit vorliegt. Ein weiterer Blick auf den zweithöchsten Wert erlaubt eine weitere Auswertung in Bezug auf die Entwicklungsrichtung des Auseinandersetzungsgrades (George et al., 2008). Mit diesen Verfahren können dimensionsbezogene Interventionsmaßnahmen zur Unterstützung der Implementation abgeleitet werden (Kap. 3.6.4).

#### ***Profile interpretation***

Die *profile interpretation* liefert eine genauere Analyse und eine weitergehende Einschätzung auf der Tiefenebene über alle SoC-Dimensionen (George et al., 2008). Der gesamte Profilverlauf wird mit Hilfe der *profile interpretation* im Rahmen einer hierarchischen Clusteranalyse mit den Medianen der einzelnen SoC-Dimensionen bewertet (Pant et al., 2008; Sieve, 2015). Eine Clusteranalyse eignet sich dazu, homogene Subgruppen zu bilden, die sich in den einbezogenen Variablen wenig unterscheiden (Bortz & Schuster, 2010), wobei die Durchführung einer Clusteranalyse dann sinnvoll ist, wenn eine Stichprobe eine inhärente Gruppenstruktur aufweist und damit die Identifizierung von Subgruppen möglich wird (Wiedenbeck & Züll, 2001). Die jeweiligen identifizierten Cluster sollen sich dann weitestgehend unterscheiden. Ziel des Verfahrens ist es, eine Struktur zu finden. Die erhaltenen Cluster können dann verglichen und unter Einbezug weiterer Variablen beschrieben werden.

Gängig bei der hierarchischen Clusteranalyse sind agglomerative Verfahren, bei denen die jeweiligen Datenpunkte pro Subjekt einzeln betrachtet und dann schrittweise zu Clustern zusammengefasst werden. Die Datenpunkte sind dabei eine Interpretation der Messungen in einem von der Anzahl an einbezogenen Variablen mehrdimensionalen Raum (Wiedenbeck & Züll,

2001). Die Clusteranalyse wurde im vorliegenden Fall über alle erfassten Dimensionen des SoC-Fragebogens, also im siebendimensionalen Raum, durchgeführt. Die Cluster wurden bei jedem Schritt nach der Methode Other Linkage und der quadrierten euklidischen Distanz als Ähnlichkeitsmaß zusammengefasst. Bei der Verwendung von Linkage Verfahren wird schrittweise geprüft, welche Cluster sich am nächsten liegen. Die optimale Clusteranzahl wurde mit dem Scree-Test (Anh. A.3.1, Abb. A.3) festgelegt (Ergebnis 3 Cluster, Typ 1:  $\alpha = .74$ , Typ 2:  $\alpha = .68$ , Typ 3:  $\alpha = .68$ ). Die erhaltenen Typen lassen sich auf der Grundlage bestehender Literatur klassifizieren und für eine differenzierte Ableitung von Interventionsmaßnahmen verwendet werden.

### **Fragestellung 3: Zusammenhang zwischen Fragestellung 1 und 2**

Die Herangehensweise zur Beantwortung der dritten Fragestellung

»Inwieweit hängt die Vorerfahrung mit Lehr-Lernplattformen mit der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung zusammen?«

ist explorativ, sodass die Untersuchung von Untergruppen ohne spezifische Hypothesen möglich ist. Dazu gehört bspw. die weitere Untersuchung der identifizierten Profile aus Fragestellung 2, bspw. ob ein Zusammenhang zwischen der Nutzung (Fragestellung 1) von Lehr-Lernplattformen und der Zuordnung zu dem jeweiligen Profil (Fragestellung 2) besteht.

Neben deskriptiven Verfahren wie bspw. die Bestimmung relativer Häufigkeiten werden an bestimmten Stellen weitere Analyseverfahren dependenzanalytischer Art wie bspw. der Vergleich der zentralen Tendenz und Korrelationsberechnungen angewandt, um Zusammenhänge zu identifizieren. Für Zusammenhangsmessungen wird der Spearman-Test verwendet (Tab. 7.5). Für den Vergleich der zentralen Tendenz wird der Mann-Whitney-U-Test genutzt. Dabei handelt es sich um Testverfahren, das unabhängige Stichproben hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz (bspw. Median) auf einen signifikanten Unterschied testet. Der Kruskal-Wallis-Test überprüft, ob sich mehr als zwei Gruppen hinsichtlich der zentralen Tendenz signifikant unterscheiden. Liegt ein signifikanter Unterschied zwischen den untersuchten Gruppen vor, wird darauffolgend die Effektstärke Cramér's  $V$  berechnet und entsprechend interpretiert (Anh. A.5.2, Bortz, 1999). Dieser Wert ist unabhängig von der Stichprobe und quantifiziert den nachgewiesenen Effekt.

## 7.3 Ergebnisse

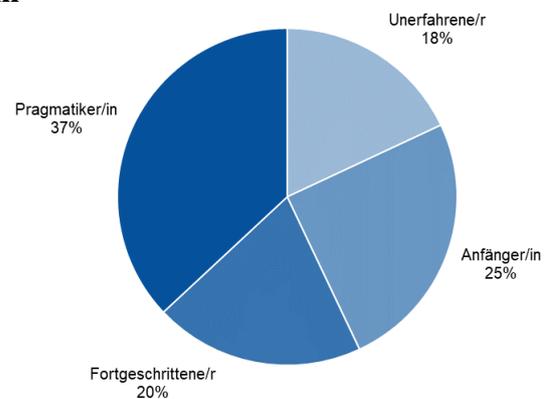
### 7.3.1 Fragestellung 1: Vorerfahrungen und Wünsche

**Welche Vorerfahrungen bringen naturwissenschaftliche Lehrkräfte in Bezug auf die Nutzung von Lehr-Lernplattformen und eines basiskonzeptorientierten Unterrichts mit und welche speziellen Fortbildungswünsche nennen sie in Bezug auf den Einsatz von Lehr-Lernplattformen?**

Im Sommer 2019 hatten ca. 50 % der Befragten an ihrer Schule Zugriff auf eine Lehr-Lernplattform. Diese Gruppe wird im Folgenden als »Nutzende« bezeichnet (N = 44). Die Lehrkräfte, die eine Lehr-Lernplattform an ihrer Schule nutzen, wurden zur Selbsteinschätzung sowie spezifisch nach ihrer Nutzungsart und -häufigkeit von Lehr-Lernplattformen befragt.

#### Selbsteinschätzung Nutzung Lehr-Lernplattform

Bezüglich des Einsatzes von Lehr-Lernplattformen ordnet sich keine Lehrkraft der »höchsten« Stufe Enthusiast zu. Dahingegen sehen sich 37 % als Pragmatiker/in) und 20 % nennen eine fortgeschrittene Nutzung. Insgesamt stufen sich 43 % als Unerfahrene bzw. als Anfänger/in ein.

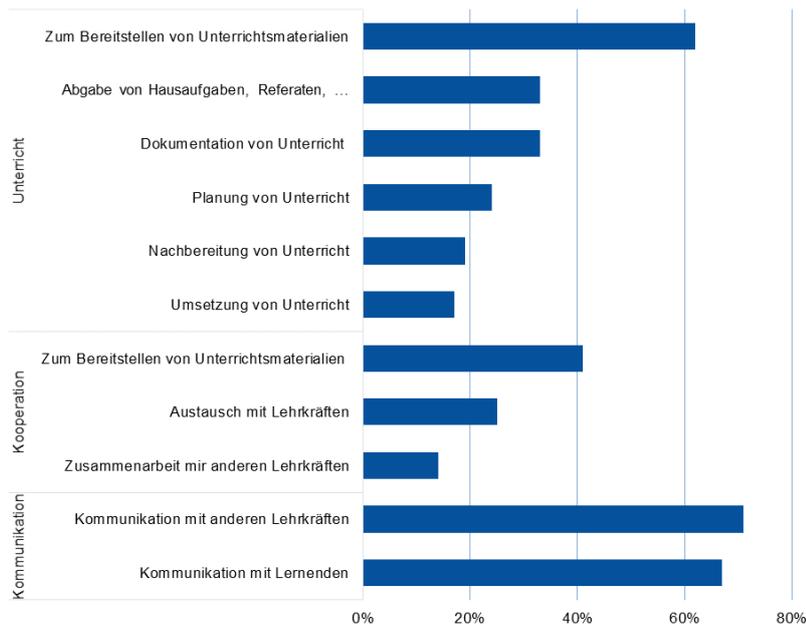


#### Nutzungsart

Einen tieferen Einblick in die Nutzung von Lehr-Lernplattformen als die Selbsteinschätzung geben konkrete Nutzungsarten. Die Nutzungsarten (Abb. 7.2) von Lehr-Lernplattformen beschränken sich hauptsächlich auf die *Organisation*. Dabei ist die Kommunikation mit Lehrkräften und Lernenden mit mehr als 65 % besonders ausgeprägt. Bei den Aspekten *Kooperation* und *Unterricht* wird jeweils die Bereitstellung von Unterrichtsmaterial am häufigsten genannt. Eine intensivere Zusammenarbeit zwischen den Lehrkräften und elaborierten Nutzungsweisen wie bspw. die Entwicklung von Lernpfaden werden seltener genannt (unter 40 %).

**Abb. 7.1:** Selbsteinschätzung Nutzung Lehr-Lernplattform (N = 44)

Bei den Aspekten *Kooperation* und *Unterricht* wird jeweils die Bereitstellung von Unterrichtsmaterial am häufigsten genannt. Eine intensivere Zusammenarbeit zwischen den Lehrkräften und elaborierten Nutzungsweisen wie bspw. die Entwicklung von Lernpfaden werden seltener genannt (unter 40 %).



**Abb. 7.2:** Nutzungsarten von Lehr-Lernplattform kategorisiert nach Kommunikation, Kooperation und Unterricht  $N = 44$

### Selbsteinschätzung und Nutzungsart

Das Ergebnis der Clusteranalyse über alle angegebenen Nutzungsarten identifizierte mittels Scree-Test zwei Gruppen (Anh. A.3.1 Abb. A.3). Diese beiden Gruppen wurde hinsichtlich ihrer Selbsteinschätzung untersucht. Bis auf drei Personen finden sich die nach Selbsteinschätzung zugeordneten Unerfahrenen und Anfänger/innen innerhalb einer Gruppe und alle Fortgeschrittenen und Pragmatiker/innen innerhalb der zweiten Gruppe der Clusteranalyse wieder (Anh. A.3.2, Abb. A.3). Lehrkräfte, die der Gruppe 1 zugeordnet werden können, werden als unerfahrene Anfänger/innen (unAnf) und Lehrkräfte, die der Gruppe 2 zugeordnet werden können, werden als fortgeschrittene Pragmatiker/innen (foPrag) bezeichnet. Abbildung 7.3 stellt die Nutzungsarten von Lehr-Lernplattformen jeweils für die Gruppe unAnf und foPrag dar. Auf den ersten Blick lassen sich zwischen den Gruppen hinsichtlich der Angabe der Nutzung von Lehr-Lernplattformen Unterschiede unterschiedlicher Ausprägung erkennen. Bei keiner Nutzungsart hat die Gruppe 1 (unAnf) einen höheren Wert als die Gruppe 2 (foPrag). Die Nutzung der unAnf ist in jeder Kategorie mit unter 40 % wenig ausgeprägt. Die Nutzung der foPrag ist in den jeweiligen Kategorien unterschiedlich ausgeprägt. Die Nutzungsarten, die für den Einsatz digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen von Bedeutung sind (Planung, Umsetzung, Nachbereitung und Dokumentation von Unterricht), werden offenbar von beiden Gruppen nicht häufig genannt, wobei sich die Gruppen in der Umsetzung und Dokumentation von Unterricht augenscheinlich unterscheiden. Mehr als 50 % der foPrag gibt an, dass

sie Unterrichtsmaterialien (Kooperation und für den Unterricht) bereitstellen, die Lehr-Lernplattform zur Abgabe von Hausaufgaben, Referaten, ... und zur Kommunikation nutzen. Bei diesen Nutzungsarten handelt es sich um Möglichkeiten der Nutzung, die von Schulservern umgesetzt werden können.

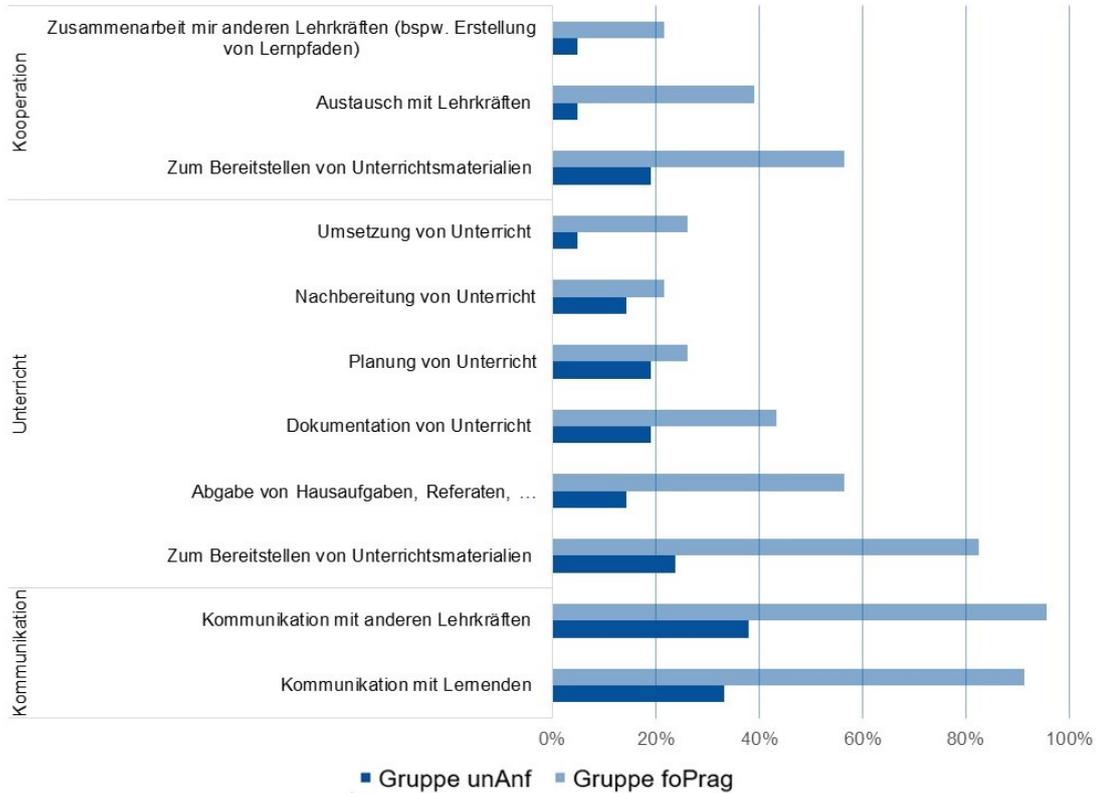


Abb. 7.3: Nutzungsarten differenziert nach unAnf und foPrag N = 44

**Nutzungshäufigkeit**

Die Häufigkeit der Nutzung einer Lehr-Lernplattform wurde differenziert nach «außerhalb des Unterrichts» und «im Unterricht» erfasst (Tab. 7.6). Die Nutzungshäufigkeit ist außerhalb der Unterrichtszeit ausgeprägter als im Unterricht. Die Hälfte der Befragten nutzen diese im Unterricht nie bis kaum. Lehr-Lernplattformen werden im Unterricht von 20 % der Lehrkräfte maximal mehrmals wöchentlich eingesetzt.

Tab. 7.6: Nutzungshäufigkeit Lehr-Lernplattform im und außerhalb des Unterrichts N = 44

	außerhalb	innerhalb
nie bis kaum	10 %	50 %
mehrmals im Monat	10 %	30 %
mehrmals wöchentlich bis täglich	80 %	20 %

**Zusammenhang Nutzungstypen und -häufigkeit im Unterricht**

Zwischen der Zuordnung zu den Nutzungstypen (unerfahrene Anfänger/in unAnf und fortgeschrittene Pragmatiker/in foPrag) und der Häufigkeit der Nutzung von Lehr-Lernplattformen innerhalb des Unterrichts gibt es einen Zusammenhang mit mäßigem Effekt (Cramer's  $V = .46$ ,  $\chi^2 = 9.1682$ ,  $df = 2$ ,  $p = .01$ ). Die Gruppe foPrag nutzt die Lehr-Lernplattform innerhalb des Unterrichts häufiger als die Gruppe unAnf (Tab. 7.7). In der Gruppe foPrag geben mehr Lehrkräfte an, die Lehr-Lernplattform mehrmals im Monat und mehrmals wöchentlich bis täglich zu nutzen als die Gruppe unAnf. Die Anzahl der unAnf ist bei der Nutzungshäufigkeit erwartungskonform *kaum bis nie* größer als der bei der Gruppe foPrag.

**Tab. 7.7:** Kreuztabelle Nutzungstyp und Nutzungshäufigkeit  $N = 44$

Typ	unAnf	foPrag
Häufigkeit		
nie bis kaum	15	7
mehrmals im Monat	3	10
mehrmals wöchentlich bis täglich	2	7

**Fortbildungswünsche**

72 % aller befragten Lehrkräfte nennen den Wunsch nach weiterer Fortbildung zu Lehr-Lernplattformen. Dabei wünschen insbesondere die Lehrkräfte eine Fortbildung, die vorher noch an keiner Fortbildung teilgenommen haben (53 %).



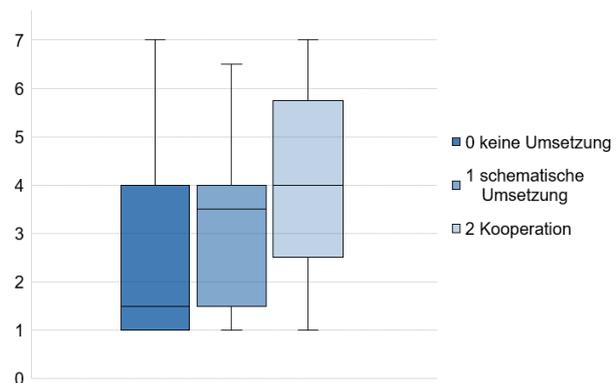
**Abb. 7.4:** Fortbildungswünsche  $N = 83$

Die Gruppe, die bisher weder an einer Fortbildung teilgenommen hat und sich auch keine Fortbildung zu Lehr-Lernplattform wünscht, stellt mit 11 % die kleinste Gruppe dar. Der konkrete Bezug zum Kerncurriculum (90 %) und das Aufzeigen des didaktischen Nutzens (82 %) wird im Rahmen der Analyse der Fortbildungswünsche am häufigsten genannt (Abb. 7.4). Mehr als 70 % der Befragten äußern Interesse an einer Schulung über fachspezifische Nutzungsmöglichkeiten, die Gestaltung digitaler Unterrichtseinheiten sowie die Klärung datenschutzrechtlicher Voraussetzung. Auffallend ist, dass der Wunsch nach Fortbildung zum didaktischen Nutzen doppelt so häufig genannt wird, wie der Wunsch nach Unterstützung bei technischen Fragen.

### Vorerfahrungen basiskonzeptorientierter Unterricht

Die wahrgenommene Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts wurde über drei Dimensionen erfasst und über die zentrale Tendenz und das Streumaß dargestellt (Abb. 7.5). In der Dimension 1 *keine Umsetzung* liegt der Median der Stichprobe bei 1.5. Es besteht also grundsätzlich ein Interesse an einem basiskonzeptorientierten Unterricht und es kann davon ausgegangen, dass aus Sicht der Lehrkräfte sich mit einem basiskonzeptorientierten Unterricht auseinandergesetzt wird.

Dies wird durch die höheren Werte in den Dimensionen 1 *schematische Umsetzung* ( $\bar{x} = 3.5$ ) und 2 *Kooperation* ( $\bar{x} = 4$ ) gestützt. So liegt der Median in beiden Dimensionen höher als in der Dimension 1. Die von den Lehrkräften wahrgenommene schematische Unterstützung deutet jedoch darauf hin, dass noch keine ausgereifte Umsetzung und langfristige Neugestaltung stattgefunden hat. In allen Dimensionen ist die Streuung ausgeprägt, wodurch von einer heterogenen Gruppe in Bezug auf die Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts ausgegangen werden kann.



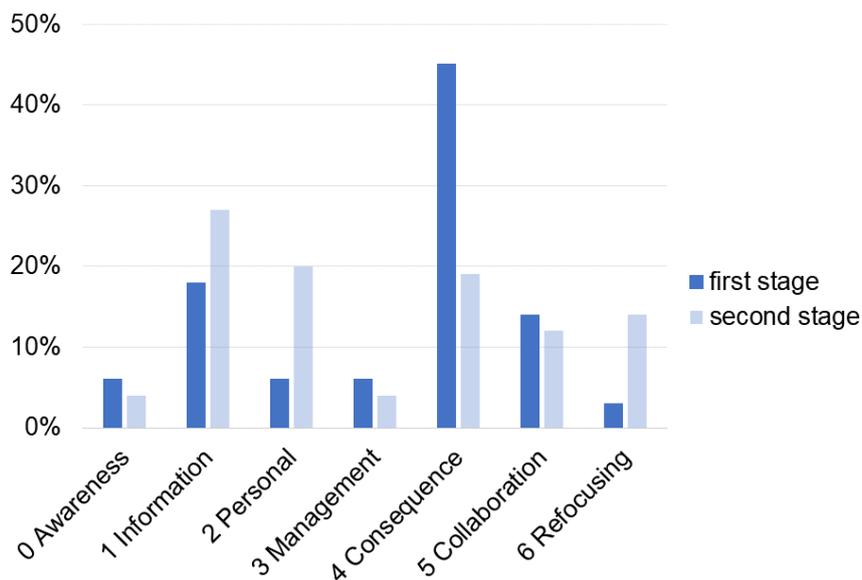
**Abb. 7.5:** Wahr. Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts  $N = 83$

### 7.3.2 Fragestellung 2: Stages of Concern: Dimension und Profile

Welche Dimensionsausprägungen und Profile der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung weisen naturwissenschaftliche Lehrkräfte hinsichtlich digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen auf einer Lehr-Lernplattformen auf?

#### First und Second highest stage scores

Das *first and second highest stage scores* Verfahren (Abb. 7.6) auf die Gesamtstichprobe angewendet zeigt Dimension 4 *Consequence* als dominierende Dimension. Mit großem Abstand folgen die Dimensionen 1 *Information* und 5 *Collaboration*. Die anderen Dimensionen sind in der Stichprobe kaum ausgeprägt (unter 10 %). Der *second highest stage score* liegt bei Dimension 1 *Information* vor. Die Dimensionen 0 *Awareness* und 3 *Management* sind am wenigsten ausgeprägt.



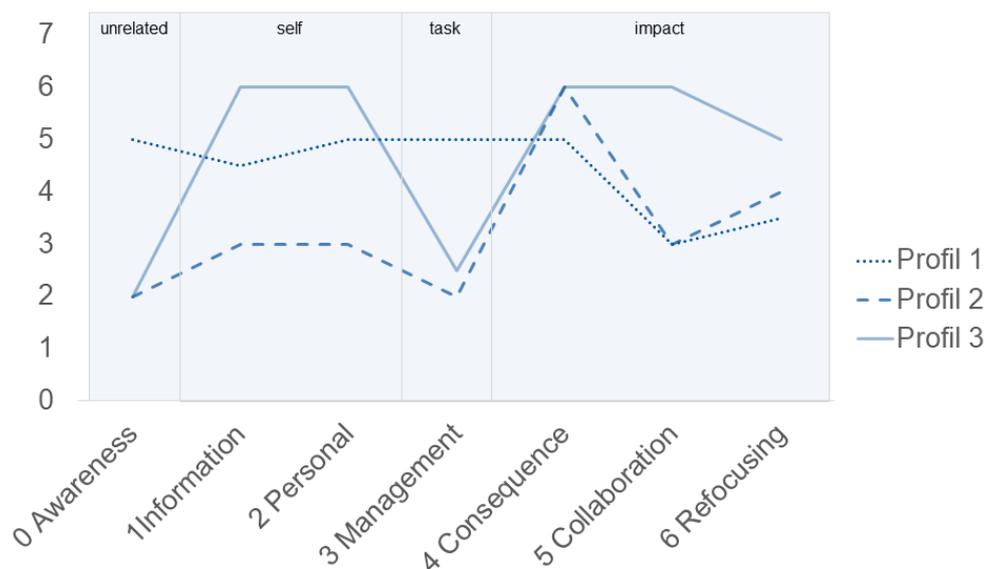
**Abb. 7.6:** Ergebnis: First and second highest stage scores Verfahren

In Bezug auf die Innovation digitalgestützte Unterrichtskonzeption ist die Stichprobe in erster Linie an den Auswirkungen auf den Unterricht interessiert, benötigen aber auch noch grundsätzliche Informationen, die sich auf die Auseinandersetzung mit sich selbst beziehen. Die geringe Ausprägung in der Dimension 0 *Awareness* und 3 *Management* deutet darauf hin, dass ein Interesse an der Auseinandersetzung mit der Innovation besteht und sich weniger Gedanken um bspw. zu viel Vorbereitungszeit gemacht wird.

Eine Auswertung auf Einzelitemebene unterstreicht das Interesse an der Innovation. Zwischen dem Item SoCd0 (*Gegenwärtig hindern mich andere Prioritäten daran, mich mit digitalgestützten Unterrichtseinheiten zu befassen.*) und dem angenommenen *first stage* wird ein Zusammenhang mit mäßigem Effekt (Cramer's  $V = .37$ ) identifiziert ( $\chi^2(N = 83) = 67.915$ ,  $df = 42$ ,  $p = .007$ ). Obwohl scheinbar kaum Zeit zur Auseinandersetzung mit der Innovation besteht, besteht dennoch ein Interesse an den Auswirkungen auf die Unterricht.

### Profile interpretation

Die Profilinterpretation bezieht alle SoC-Dimensionen ein. Bei den weiteren Analysen werden die SoC-Ausprägungen entsprechend mit einer multidimensionalen Struktur betrachtet, also die Ausprägung in allen Dimensionen gleichermaßen in die Interpretation einbezogen. Die Clusteranalyse der *profile interpretation* bestätigt drei bereits in anderen Studien identifizierte Typen als homogene Subgruppen (Abb. 7.7): Einzelkämpfende, Auswirkungsfokussierte und selbstorientierte Kooperierende (Bitan-Friedlandera et al., 2004; George et al., 2008; Sieve, 2015):



**Abb. 7.7:** Ergebnis: SoC-Clusteranalyse

Profil 1 (19,3 %): Lehrkräfte dieses Typs können als *Einzelkämpfende* beschrieben werden (Sieve, 2015). Die hohe Ausprägung in Dimension 0 *Awareness* weist auf einen geringen Bezug zur digitalgestützten Unterrichtskonzeption hin. Die Innovation ist den Lehrkräften praktisch nicht bekannt. Die affektiv-kognitive Auseinandersetzung ist personen- oder aufga-

benbezogen (Dimension 1 bis 3). Die Auswirkungen auf den Unterricht und auf Lernende (Dimension 4) sind relevant. Die Zusammenarbeit mit anderen Lehrkräften und ein »Weiterdenken« der Innovation sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht entscheidend (Dimensionen 5 und 6).

Profil 2 (37,4 %): Lehrkräfte dieses Typs zeigen einen hohen Wert in der Dimension 4 *Consequence* und eine geringe oder geringerer Ausprägung in den anderen Dimensionen, wobei Dimension 6 *Refocusing* den zweithöchsten Wert der Auseinandersetzung erreicht. Sie sind damit in erster Linie an den Auswirkungen der digitalgestützten Unterrichtskonzeption auf den Unterricht und die Lernenden interessiert und ziehen wahrscheinlich eine Überarbeitung im Hinblick auf die Auswirkung in Betracht. Sie werden als *Auswirkungsfokussierte* beschrieben (Sieve, 2015; George et al., 2008 zum *single high concerned Profile*).

Profil 3 (43,3 %): Dieses Profil weist typische Eigenschaften des Typs *selbstorientierte Kooperierende* auf (Pant et al., 2008) und wird häufig als M-Profil beschreiben (Teerling et al., 2019). Es fällt durch niedrige Werte in den Dimensionen 0 *Awareness* und 3 *Management* auf. Die affektiv-kognitive Auseinandersetzung ist selbst- (Dimension 1 und 2) und wirkungsbezogen (Dimensionen 4 bis 6). Dieser Typ steht den digitalgestützten Unterrichtskonzeption offen gegenüber, benötigt aber noch weitere Informationen und legt den Fokus auf die Auswirkungen der Innovation auf den Unterricht (Bitan-Friedlandera et al., 2004). Zusätzlich interessiert der Austausch von Wissen und Erfahrungen mit anderen Lehrkräften (Sieve, 2015).

Für alle Typen scheint die Auswirkung der Innovation digitalgestützte Unterrichtskonzeption auf die Lernenden sowie den Unterricht zentral zu sein (Dimension 4). Insbesondere Kooperierende weisen einen hohen Informationsbedarf und eine persönliche Betroffenheit auf (Dimension 1 und 2). Während sich Einzelkämpfende stärker mit personenbezogenen Dimensionen beschäftigen, suchen Kooperierende den Austausch mit anderen Lehrkräften und sind interessiert an der Optimierung der Innovation.

### 7.3.3 Fragestellung 3: Stages of Concern und Vorerfahrungen: Zusammenhang

**Inwieweit hängt die Vorerfahrung mit Lehr-Lernplattformen (Fragestellung 1) mit der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung (Fragestellung 2) zusammen?**

#### Zusammenhang Nutzungstypen und Stages of Concern

In der Fragestellung 1 wurden drei Nutzungstypen identifiziert (Nichtnutzende NN, unerfahrene Anfänger/innen unAnf, fortgeschrittene Pragmatiker/innen foPrag). Nichtnutzende sind die Lehrkräfte, die weder an ihrer Schule noch in einem anderen Kontext eine Lehr-Lernplattform nutzen oder schon einmal genutzt haben.

Die Durchführung eines  $\chi^2$ -Test zeigt, dass ein Zusammenhang zwischen den Nutzungstypen und den beschriebenen Profilen aus Fragestellung 2 nicht bestätigt werden kann:  $\chi^2(N = 83) = 2.0126$ ,  $df = 4$ ,  $p = .739$ . Tabelle 7.8 zeigt die Verteilung der Nutzungstypen auf die identifizierten SoC-Profile. Jedes SoC-Profil besteht zu annä-

hernd gleichen Teilen aus Nutzenden (unAnf und foPrag) und Nichtnutzenden. Es kann nicht gezeigt werden, dass eine bestimmte SoC-Profilgruppe im Wesentlichen aus einer spezifischen Nutzungsgruppe (Nutzende (unAnf und foPrag) bzw. Nichtnutzende) zusammengesetzt ist.

**Tab. 7.8:** Kreuztabelle zwischen Nutzungstypen und SoC-Profilen

Typ	NN	unAnf	foPrag
Profil			
Einzelkämpfende	7	4	5
Auswirkungsfokussierte	16	5	10
Kooperierende	16	11	9

#### Zusammenhang Nutzungshäufigkeit und Stages of Concern

Ein weiterer Einfluss auf die identifizierten Profile aus Fragestellung 2 kann die Nutzungshäufigkeit von Lehr-Lernplattformen im Unterricht darstellen, da die Umsetzung der beschriebenen digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen im Unterricht ohne eine Lehr-Lernplattform nicht möglich wäre. Die Nutzungshäufigkeit einer Lehr-Lernplattform wurde über die Antwortmöglichkeiten *nie bis kaum*, *mehrmals monatlich*,

*mehrmals wöchentlich bis täglich* erfasst und ist damit die Einteilung zur Untersuchung des Zusammenhanges mit den SoC-Profilen. Mittels  $\chi^2$ -Test konnte ein Zusammenhang zwischen

**Tab. 7.9:** Kreuztabelle zwischen Nutzungshäufigkeit und SoC-Profilen

Häufigkeit	H1	H2	H3
Profil			
Einzelkämpfende	8	1	6
Auswirkungsfokussierte	1	6	8
Kooperierende	13	6	1

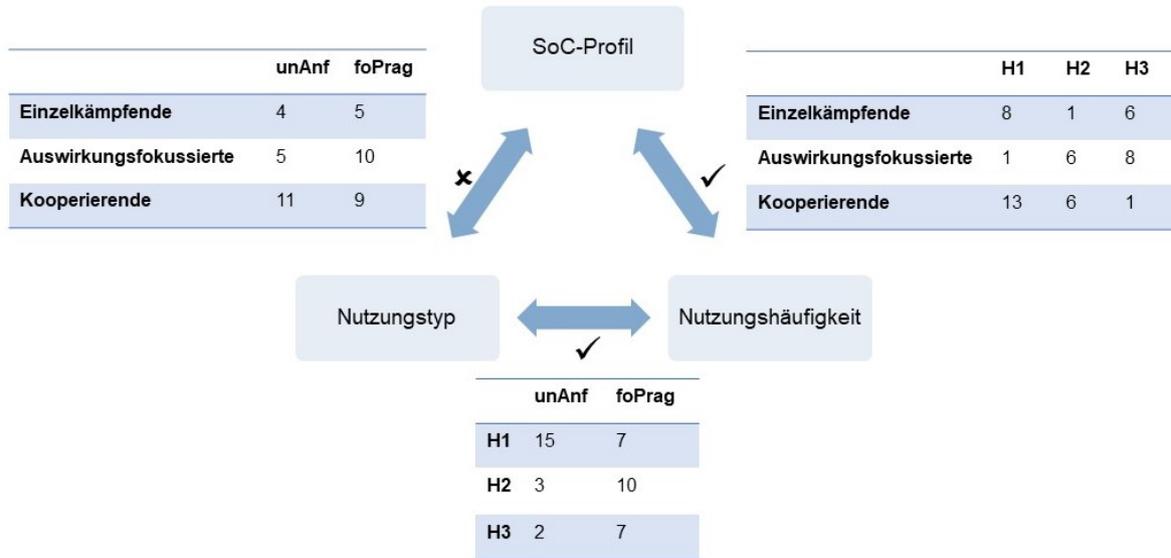
*H1: nie bis kaum; H2: mehrmals monatlich; H3 mehrmals wöchentlich bis täglich*

der Nutzungshäufigkeit und den identifizierten Profilen mit einem großen Effekt (Cramer's  $V = .51$ ) nachgewiesen werden ( $\chi^2(N = 44) = 22.951$ ,  $df = 4$ ,  $p < .001$ ). In Tab. 7.9 ist die Kreuztabelle zwischen den identifizierten SoC-Profilen aus Fragestellung 2 und der Nutzungshäufigkeit von Lehr-Lernplattformen innerhalb des Unterrichts dargestellt. Bspw. lässt sich aus der Tabelle ablesen, dass acht *Einzelkämpfende* nie bis kaum eine Lehr-Lernplattform im Unterricht einsetzen.

Die Korrelation der mit nie bis kaum operationalisierten Nutzungshäufigkeit und dem Profil der Einzelkämpfenden erscheint plausibel: Einzelkämpfende weisen ihrem SoC-Profil zufolge einen erheblichen Informationsbedarf über digitalgestützte Unterrichtskonzeptionen auf. Dies wird auch durch die hohe Ausprägung auf Stufe Awareness bestätigt, es hat bisher keine bis eine geringe Auseinandersetzung mit der Innovation stattgefunden (Abb. 7.7). Die Gruppe der Auswirkungsfokussierten ist nach Tabelle 7.9 bei denen, die eine Lehr-Lernplattform mehrmals wöchentlich bis täglich im Unterricht einsetzen, zu finden. Dies bestätigt die obigen Ergebnisse: sie benötigen weniger Informationen über die Innovation selbst als über die Auswirkung der Innovation (Abb. 7.7). Zwei Drittel der Kooperierenden nutzen Lehr-Lernplattformen nie bis kaum. Dieses Ergebnis ist eher überraschend. Es mag sein, dass das Kooperationsbedürfnis eher zutage tritt, wenn Lehrkräfte über wenig Erfahrung im Umgang mit digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen verfügen und sich dafür interessieren, wie andere mit der Innovation umgehen.

#### **Zusammenhang zwischen identifizierten SoC-Profilen, Nutzungstyp und -häufigkeit**

Zwischen den identifizierten SoC-Profilen (Einzelkämpfende, Auswirkungsfokussierte und Kooperierende) und der Nutzungshäufigkeit sowie zwischen der Nutzungshäufigkeit und dem Nutzungstyp wurde ein Zusammenhang identifiziert. Ein Zusammenhang zwischen identifizierten SoC-Profilen und den Nutzungstypen konnte aber nicht bestätigt werden. Dies wirkt auf den ersten Blick paradox, sodass die Zusammenhänge weiter untersucht werden (Abb. 7.8).



**Abb. 7.8:** Überblick über die Zusammenhänge zwischen SoC-Profil, Nutzungshäufigkeit und Nutzungstyp; H1: nie bis kaum. H2: mehrmals im Monat, H3: mehrmals wöchentlich bis täglich

Mittels Kruskal-Wallis-Test wurde untersucht, ob sich die identifizierten SoC-Profile in der Nutzungshäufigkeit unterscheiden. Global unterscheiden sich die Profile in der Nutzungshäufigkeit (Kruskal-Wallis  $\chi^2 = 21.572$ ,  $df = 2$ ,  $p < .001$ ). Im Anschluss daran ergab der Post-hoc-Test, dass sich die Profile Einzelkämpfende und Kooperierende in der Nutzungshäufigkeit *nicht* signifikant unterscheiden. Die anderen Profile (Einzelkämpfende und Auswirkungsfokussierte; Kooperierende und Auswirkungsfokussierte) unterscheiden sich im paarweisen Vergleich. Scheinbar hebt sich das Profil der Auswirkungsfokussierten von den anderen beiden Profilen in der Nutzungshäufigkeit ab. Erkennbar ist dies auch daran, dass lediglich 1 Lehrkraft der Auswirkungsfokussierten die Nutzungshäufigkeit H1 *kaum bis nie* angab.

Zwar korreliert die Nutzungshäufigkeit mit dem Nutzungstyp, jedoch sind die Nutzungstypen relativ gleichverteilt auf die Profile Einzelkämpfende und Kooperierende verteilt (Tab. 7.8) und diese Profile unterscheiden sich hinsichtlich der Nutzungshäufigkeit nicht. Dies ist bei den Auswirkungsfokussierten anders (Verhältnis zwischen unAnf und foPrag: 1:2). Scheinbar sind dem Profil Auswirkungsfokussierte im Verhältnis mehr foPrag zuzuordnen, wodurch sich dieses Profil von den anderen beiden Profilen auch im Nutzungstyp abgrenzt.

Erklärt kann dieses Ergebnis dadurch werden, dass die Profile Einzelkämpfende und Kooperierende im Vergleich zum Profil Auswirkungsfokussierte eine hohe personenbezogene Auseinandersetzung aufweisen. Scheinbar benötigen Auswirkungsfokussierte daher weniger In-

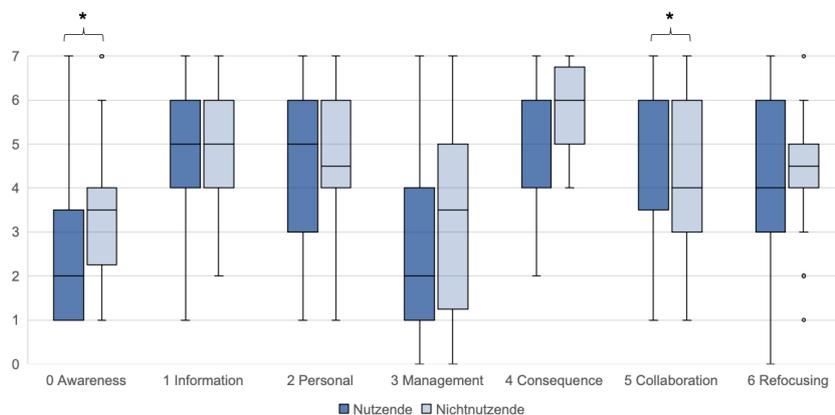
formationen und sind weniger an den persönlichen Auswirkungen auf sich selbst interessiert, da sie die Lehr-Lernplattform möglicherweise schon hinreichend oft genug mit fortgeschrittenen Nutzungsarten im Unterricht eingesetzt haben, sodass zum Zeitpunkt der Erhebung hauptsächlich die Auswirkung auf die Lernenden der Unterrichtskonzeptionen im Fokus steht.

### Gruppenspezifische Untersuchung der Stages of Concern Befragung: explorativ

Um differenziertere Ergebnisse bzgl. der SoC-Untersuchung zu erhalten, eignen sich gruppenspezifische Untersuchungen in den jeweiligen SoC-Dimensionen (George et al., 2008). Dazu werden im folgenden die SoC-Profile nach Nutzungstyp (Nutzende und Nichtnutzende) und Nutzungshäufigkeit differenziert und entsprechend analysiert.

#### *Nutzende und Nichtnutzende: SoC-Dimensionen*

Eine Differenzierung der SoC-Profile nach Nutzende und Nichtnutzende einer Lehr-Lernplattform zeigt einen signifikanten Unterschied in den Dimensionen 0 *Awareness* und 5 *Collaboration* (Abb. 7.9). Diese Unterschiede sind erwartungskonform, weil Nutzende wohl mehr am Austausch mit anderen Lehrkräften interessiert sind (5 *Collaboration*) und bei Nichtnutzenden das Bewusstsein über die Möglichkeit eines digitalgestützten Unterrichts mittels einer Lehr-Lernplattform fehlt (0 *Awareness*) (George et al., 2008).

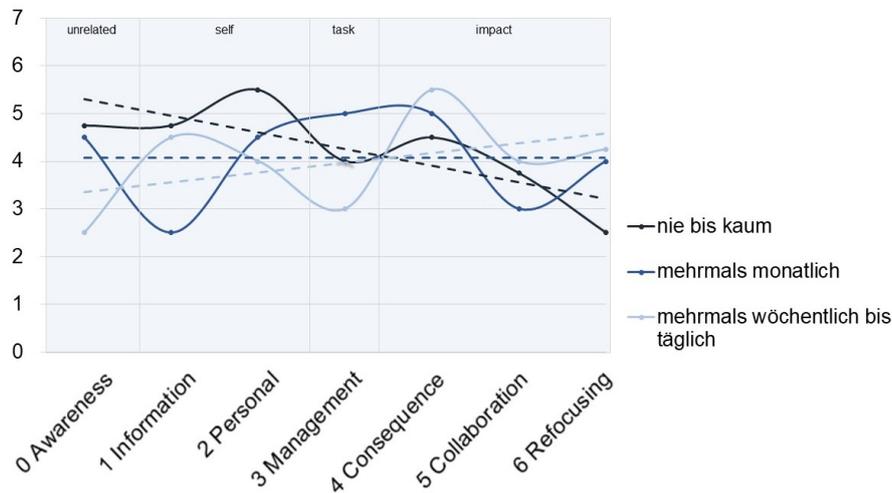


**Abb. 7.9:** SoC-Profile von Nutzenden und Nichtnutzenden von Lehr-Lernplattformen  $N = 83$

Auffällig ist, dass sich Nutzende und Nichtnutzende in den personenbezogenen Dimensionen 1 und 2 nicht unterscheiden. Selbst Lehrkräfte, die Lehr-Lernplattformen nutzen, weisen ein Interesse an weiteren Informationen und zur Auswirkung der Nutzung digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen auf sich selbst auf.

*profile interpretation: Nutzungshäufigkeit*

Die Darstellung der SoC-Ausprägungen differenziert nach Nutzungshäufigkeit offenbart eine Art Entwicklung in der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung, die mittels *profile interpretation* interpretiert werden kann (Abb. 7.10). Die gestrichelten Linien sind das Ergebnis von Regressionen innerhalb jeder Nutzungshäufigkeit.



**Abb. 7.10:** SoC-Profil nach Nutzungshäufigkeit mit Trendlinien

So ist die affektiv-kognitive Auseinandersetzung bei den Lehrkräften, die eine Lehr-Lernplattform nie bis kaum einsetzen, auf den ersten Blick mit dem Profil der Nichtanwendenden vergleichbar (Abb. 3.6). Die Auseinandersetzung ist personenbezogen, wobei die Dimension 2 *Personal* am höchsten ausgeprägt ist. Hier liegt der Fall vor, dass die Dimension 2 höher ausgeprägt ist als die Dimension 1, wodurch auf einen Zweifel gegenüber der Innovation geschlossen werden kann (Kap. 3.6.2). Ein Bezug zur Innovation ist kaum vorhanden (hoher Wert in der Dimension 1). Als zweithöchster Wert wird trotz der hohen personenbezogenen Auseinandersetzung auch eine Interesse an den Auswirkungen auf den Unterricht identifiziert (Dimension 4).

Die affektiv-kognitive Auseinandersetzung der Lehrkräfte, die eine Lehr-Lernplattform mehrmals monatlich einsetzen, ist personen- (Dimension 2), aufgaben- (Dimension 3) und wirkungsbezogen (Dimension 4). Sie ähneln dem Profil der Unerfahrenen, wobei in diesem Fall zusätzlich eine hohe Ausprägung in der Dimension 0 *Awareness* identifiziert wird, wodurch auf ein geringes Bewusstsein über digitalgestützte Unterrichtskonzeptionen geschlossen werden kann. Ein Interesse wird durch die geringe Ausprägung der Dimension 1 *Information* nicht geäußert. Im Vordergrund stehen die Auswirkungen auf sich selbst, eine Aufwands-

Nutzen-Abwägung und die Auswirkungen auf den Unterricht. In diesem Zusammenhang erscheint scheinbar auch eine Überarbeitung, wahrscheinlich im Bezug auf die Schüler und Schülerinnen, interessant (Dimension 6 *Refocusing*).

Die Lehrkräfte, die eine Lehr-Lernplattform mehrmals wöchentlich bis täglich einsetzen, weisen eine personen- (Dimension 1) und wirkungsbezogene (Dimension 4) Auseinandersetzung auf. Es besteht ein Bezug zur digitalgestützten Unterrichtskonzeption, da die Ausprägung bei Dimension 0 gering ist. Das Profil ähnelt dem Profil der Erfahrenen, wobei Erfahrene eine niedrige personen- und aufgabenbezogene Auseinandersetzung aufweisen. Scheinbar sind diese Lehrkräfte bereit, Zeit in die Auseinandersetzung zu investieren, wobei sie insbesondere weitere Informationen benötigen.

Bei Betrachtung der Profile der Auseinandersetzung differenziert nach der Nutzungshäufigkeit wird eine Art Entwicklungsrichtung suggeriert, welche sich durch eine lineare Regression durch die jeweilige angenommene Auseinandersetzung in den einzelnen Dimensionen bestätigen werden kann. Die Steigung der Geraden (LinearFit qti-plot) ist negativ bei *nie bis kaum*, null bei *mehrmals wöchentlich* und positiv bei *mehrmals wöchentlich bis täglich*. Scheinbar trägt die Nutzungshäufigkeit zu einer positiven Entwicklung der SoC-Profile bei. Interessant ist, dass die personenbezogene Auseinandersetzung in jedem Profil identifiziert werden kann. Dies spricht dafür, dass die digitalgestützte Unterrichtskonzeption noch nicht bekannt ist, auch wenn eine häufige Nutzung einer Lehr-Lernplattform stattfindet. Dies spiegelt sich auch in den nicht fortgeschrittenen Nutzungsarten wider, die auf keine Umsetzung eines Lehr-Lernplattform-gestützten Unterricht hinweisen.

## 7.4 Diskussion der Ergebnisse und Konsequenzen für die Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen

Die Konsequenzen für die Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen werden aus den Ergebnissen der Studie »Ausgangslage erfassen« unter Einbezug der vorhandenen Theorie abgeleitet. In diesem Zusammenhang werden die dargestellten Ergebnisse der Studie diskutiert und interpretiert. Dazu werden im Folgenden die jeweiligen relevanten Ergebnisse zusammengefasst, in Beziehung zueinander gesetzt und daraus eine mögliche Konsequenz für die Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen formuliert (umrandet).

## 7.4.1 Vorerfahrungen und Wünsche

### Ressourcen

Lediglich 50 % der befragten Lehrkräfte hatten zum Zeitpunkt der Studie Zugang zu einer Lehr-Lernplattform an ihrer Schule. Auch ist nicht an jeder Schule ein Internetzugang und vorhandene Hardware vorhanden.

- Die Bereitstellung von Hardware, einem mobilen Hotspot und der eingebetteten Unterrichtskonzeption auf einer Lehr-Lernplattform ermöglicht jeder Lehrkraft an dem Projekt teilzunehmen, wodurch eine Auseinandersetzung mit der innovativen Umsetzung eines digitalen Unterrichts angeregt wird.
- Eine dauerhafte Institutionalisierung der Unterrichtskonzeptionen mit nicht vorhandenen Ressourcen (Hardware, Internet und Lehr-Lernplattform) ist unwahrscheinlich.

### Fortbildungswünsche

72 % der befragten Lehrkräften geben an, dass sie sich eine Fortbildung zum Einsatz von Lehr-Lernplattformen wünschen, wodurch von einem Interesse zur Nutzung einer Lehr-Lernplattform, aber auch von einem Defizit in der Nutzung ausgegangen werden kann. Dies spiegelt sich auch in den Fortbildungswünschen wider, die sich hauptsächlich auf den konkreten Einsatz im Unterricht beziehen (bspw. Herstellung von Bezügen zum Kerncurriculum). Lehrkräften scheint der didaktische Nutzen sowie fachspezifische Nutzungsmöglichkeiten einer Lehr-Lernplattform nicht bewusst zu sein. Auffallend ist, dass der Wunsch nach Fortbildung zum didaktischen Nutzen doppelt so häufig genannt wird, wie der Wunsch nach Unterstützung bei technischen Fragen. Auch die Gestaltung von Unterrichtseinheiten mithilfe einer Lehr-Lernplattform stoßen auf großes Interesse. Dass der Wunsch zum Einsatz von Lehr-Lernplattformen nach einem konkreten Bezug zum Curriculum und zum didaktischen Nutzen mit mehr als 90 % so ausgeprägt ist, deutet darauf hin, dass die Lehrkräfte den Nutzen der Innovation 2019 noch nicht kannten, jedoch aber ein Interesse daran äußern.

- Fortbildungsangebote zu Lehr-Lernplattformen müssen die gewünschte Dualität zwischen technischer Umsetzung und Erweiterung der fachspezifischen und didaktischen Möglichkeiten abbilden.

- Der Nutzen digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen und in diesem Zusammenhang der Nutzen einer Lehr-Lernplattform sollte fachspezifisch herausgestellt und begründet werden. Diese geforderte Transparenz bezieht sich auch auf die theoriebasierte Entwicklung der Unterrichtskonzeption. Wird diesem Wunsch nicht ausreichend nachgegangen, kann mit Rückbezug zu Kap. 2.3.2 davon ausgegangen werden, dass die Lehr-Lernplattform wie andere digitale Technologien auch als *sinnlos* und *unausgereift* bewertet wird.

### **Vorerfahrung Lehr-Lernplattform**

Das aus den Fortbildungswünschen abgeleitete Defizit in der Nutzung von Lehr-Lernplattformen zeigt sich auch in den angegebenen Nutzungsarten. Die Ergebnisse der Studie weisen bei den Nutzenden eher traditionell ausgerichteten Nutzungsarten wie die Bereitstellung von Aufgaben im Einsatz von Lehr-Lernplattformen aus, welche auch von Schulservern geleistet werden können. Die Planung und Umsetzung von Unterricht mit einer Lehr-Lernplattform wurden 2019 sehr wenig in Betracht gezogen. Die eher traditionell ausgerichteten Nutzungsarten digitaler Lehr-Lern-Technologien begrenzen sich auf einen medial naheliegenden Ersatz (bspw. Bereitstellung von Aufgaben). Die Nutzungsarten beschränken sich hauptsächlich auf die Organisation. Dies wurde auch schon in früheren Studien festgestellt (Wagner, 2016). Ein gutes Drittel der Lehrkräfte stuft sich hinsichtlich der Nutzung von Lehr-Lernplattformen als pragmatisch ein. Diese Selbsteinschätzung unterstreicht das Ergebnis, dass die Nutzung von Lehr-Lernplattformen noch nicht fortgeschritten ist. Obwohl immer mehr Schulen einen Zugang zu Lehr-Lernplattformen aufweisen, kam es seit Durchführung der Studie im Jahr 2019 nicht zu weitreichenden Veränderungen in den Nutzungsarten (Mußmann et al., 2021), obwohl die Nutzung von Lehr-Lernplattformen bzw. digitalen Konzepten bei der Umsetzung von Fern- und Hybridunterricht quasi mittels top-down-Prozess durchgesetzt worden ist und es zu einer Erhöhung von Fortbildungsangeboten kam (Diepolder et al., 2021).

Auch eine differenzierte Analyse der Nutzungsarten durch die Identifikation von Nutzungstypen ergab, dass nur bedingt fortgeschrittene Nutzungsarten abgeleitet werden könnten. Die ausgeprägte Nutzung der Bereitstellung von Unterrichtsmaterialien und der Abgabe von Hausaufgaben, Referaten etc. kann auf einen Zusammenhang mit der ausgeprägteren Nutzung der Gruppe foPrag bei der Umsetzung und Dokumentation von Unterricht hindeuten. Vorsichtig kann davon ausgegangen werden, dass sich die Nutzung bezogen auf die Umsetzung und Dokumentation von Unterricht wenig mit der digitalen Umsetzung der im energie.TRANFER entwickelten Unterrichtseinheiten ähnelt.

Obwohl die Nutzungsart und -häufigkeit von Lehr-Lernplattformen und die geäußerten Fortbildungswünsche und Fortbildungserfahrungen bei den Lehrkräften unterschiedlich ausgeprägt ist, deuten die Ergebnisse bei fast allen Lehrkräften darauf hin, dass aufgrund der Diskrepanz zwischen dem Potential und der Nutzung von Lehr-Lernplattformen eine Implementationslücke abgeleitet werden kann.

- Für Lehrkräfte, die sich mit den grundlegenden Nutzungsarten von Lehr-Lernplattformen auskennen, erscheint eine Schulung diesbezüglich nicht notwendig. Dies kann im Ermessen der einzelnen Lehrkraft entschieden werden. Es bietet sich daher eine modular gestaltete Implementationsmaßnahme an.
- Die Nutzungsart und die Fortbildungswünsche deuten darauf hin, dass Lehrkräfte wenig über einen Lehr-Lernplattform-gestützten Unterricht wissen. Das Nutzungspotential einer Lehr-Lernplattform kann bspw. durch die digitale Umsetzung der Unterrichtskonzeptionen deutlich gemacht werden. Eine elaborierte Nutzungsart wird damit implizit zum Inhalt der Implementationsmaßnahme. Die Auswirkung auf die Planung, Umsetzung und Nachbereitung von Unterricht sollte daher Thema der Implementationsmaßnahme sein.
- Die Bereitstellung ausgearbeiteter Unterrichtskonzeptionen hilft bei der Entlastung der Routinearbeit und spart Zeit bei der Planung des Unterrichts. Allein durch die externe Entwicklung der Unterrichtskonzeptionen ist ein digital-didaktisches Fundament gegeben. Dadurch zielt die aufgewendete Zeit auf die Planung mit Fokus auf einen zentralen didaktischen Kern des Unterrichts und nicht auf die Entwicklung solcher Einheiten ab.

#### 7.4.2 Stages of Concern: Dimension und Profile

Zur schnellen Ableitung von Implementationsmaßnahmen eignet sich ein Blick auf die Häufigkeitsverteilung der *first stage* der SoC-Befragung. Dieser Blick erlaubt eine rudimentäre Auswahl an dimensionsbezogenen Interventionsmöglichkeiten (Kap. 3.6.4). Eine differenzierte Ableitung bietet sich durch die Identifizierung von Subgruppen. Dies ist durch die Hinzunahme der *second stage* und der Analyse des *profile interpretation* möglich.

##### **first and second stage score interpretation**

Die *first highest stage score interpretation* der SoC-Analyse bestätigt mit Dimension 4 *Consequence* als *first stage* die zentrale Rolle der Relevanz der Innovation für den Unterricht (Blumenfeld et al., 2000). Konkret werden damit Fragen nach den Auswirkungen der Innovation deutlich, bspw.: wie kann sichergestellt werden, dass die Schüler und Schülerinnen das Lern-

ziel erreichen und notwendige (digitale) Kompetenzen generieren? Die innovationsbezogene Entwicklungsrichtung *second stage* zeigt erwartungsgemäß einen Informationsbedarf über digitalgestützte Unterrichtskonzeption auf einer Lehr-Lernplattformen, da diese größtenteils unbekannt sind. Daher ist die Auseinandersetzung (noch) personenbezogen und der Informationsbedarf als *second stage* plausibel. In diesem Zusammenhang wäre die Identifikation von sogenannten Best Practice Beispielen im Rahmen von Forschungsprojekten hilfreich (bspw. Projekt energie.TRANSFER). Obwohl die Innovation digitalgestützte Unterrichtskonzeption zum Zeitpunkt der Durchführung der Studie weder bekannt war noch im Ansatz diese fortgeschrittene Nutzungsart bei den Lehrkräften festgestellt wurde, wurde nicht die Dimension 0 *Awareness* als *first stage* identifiziert. Möglicherweise handelt es sich bei den digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen um eine Innovation, die bereits fest mit einem digitalisiert-didaktischen Konzept verbunden ist (Weßnigk et al., 2020b). Es ist damit nachvollziehbar, dass die Auswirkungen auf den Unterricht und damit auf die Lernprozesse zentral sind. Dies spiegelt sich auch in den Fortbildungswünschen wider. Weiterhin lässt sich die niedrige Ausprägung in der Dimension 6 *Refocusing* durch die nicht vorhandenen fortgeschrittenen Nutzungsarten und der wenig ausgeprägten Nutzungshäufigkeit einer Lehr-Lernplattform im Unterricht begründen. Eine Überarbeitung der Innovation ist zu diesem Zeitpunkt noch nicht wichtig.

- Das *first stage* Ergebnis der Dimension 4 *Consequence* verdeutlicht, dass bei Planung und Durchführung von Maßnahmen zur Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen zunächst die Auswirkungen auf die Lernenden sowie den Unterricht der Lehrkraft im Fokus stehen sollten. Dies bezieht sich besonders auf eine Begründung der digitalen Umsetzung der Unterrichtskonzeption. Damit wird auch die erforderliche Transparenz von Entwicklungsschritten gegenüber den Lehrkräften angesprochen.
- Gleichfalls sollte sich inhaltlich mit Umsetzungsmöglichkeiten beschäftigt und Praxisbeispiele aufgezeigt werden. Diese Beispiele sollten fachspezifisch sein und sich auf einen didaktischen Kern fokussieren (Ansprache des *second stage* Ergebnisses Dimension 1 *Information*).
- Das Aufzeigen von Problemen (bspw. *research-practice-gap*) und die daraus resultierende Motivation, theoriebasiertes Unterrichtsmaterial zu entwickeln und dieses digital zur Verfügung zu stellen, kann in einer Implementationsmaßnahme erarbeitet werden und trägt gleichzeitig zur Transparenz von Designentscheidungen der Innovation bei.

- Abschließend sollte eine Zusammenarbeit zwischen den Lehrkräften unterstützt werden, indem ein Erfahrungsaustausch sichergestellt wird. Dies kann zu Beginn der Implementation nicht sicher gestellt werden, da davon auszugehen ist, dass auch andere Lehrkräfte mit der fortgeschrittenen Nutzungsart nicht vertraut sind. An dieser Stelle müssen die Implementierenden und Entwickelnden mögliche Erfahrungen antizipieren und vorhandene erste Erfahrungen einbeziehen. Eine intensive Zusammenarbeit findet daher in erster Linie zwischen Implementierenden/Entwickelnden und Praktizierenden statt.

### **profile interpretation**

Die Clusteranalyse der SoC-Befragung identifiziert die SoC-Typen *Einzelkämpfende*, *Auswirkungsfokussierte* und *selbstorientierte Kooperierende*. Alle drei Gruppen sind interessiert an der Auswirkung der Innovation auf den Unterricht und die Lernenden. Möglicherweise stehen die hier untersuchten Lehrkräfte in den naturwissenschaftlichen Fächern der Umsetzung eines Lehr-Lernplattform-gestützten Unterrichts in Form von digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen offen gegenüber. Begründet wird dies unter Einbezug der vorhandenen Fortbildungswünsche und dass kein ablehnendes Profil identifiziert wurde. Jedoch ist das Profil *Einzelkämpfende* im Hinblick auf die Zusammensetzung der Auseinandersetzung ohne Bezug (Dimension 0 *Awareness*) und gleichzeitig der personen- und aufgabenbezogenen Auseinandersetzung schon von Beginn an besonders zu beachten. Bspw. könnte eine demotivierende Aufwands-Nutzen-Abwägung zu keinem Beginn oder zu einem vorzeitigen Abbruch des Implementationsprozesses führen.

- Die Auswirkungen auf die Schüler und Schülerinnen sind für alle identifizierten Profile zentral (4 *Consequence*) und sollten für alle Lehrkräfte dargelegt werden.
- Durch eine individuelle Einführung jeder Lehrkraft in die Einheiten kann auf die individuellen Ausprägungen der SoC-Profile der Dimensionen 1 *Information* und 2 *Personal* eingegangen werden. Grundlegendes Wissen muss vermittelt und der Informationsfluss gesichert werden.

- Fördermaßnahmen bei der Implementation der Innovation sind gruppenspezifisch abzuleiten: bspw. müssen Einzelkämpfende bezogen auf die Dimension 3 *Management* und 2 *Personal* gesondert behandelt werden. Für diese Gruppe ist besonders eine Transparenz über mögliche Probleme der Innovation wie bspw. Aufwendung von Zeit wichtig. Darüber hinaus ist für diese Lehrkräfte wichtig, dass Schwierigkeiten in der Nutzung ernst genommen werden. Die Unterstützung ist auch für den Einsatz zu gewährleisten.
- Der Unterschied in der Dimension 6 *Refocussing* zeigt, dass eine Adaption der Unterrichtseinheiten eine individuelle Ansprache der Lehrkräfte erfordert. Dies kann über ein Coaching gewährleistet werden. Ein Coaching lässt individuelle Handlungsoptionen zu und ermöglicht eine enge Zusammenarbeit. Lehrkräfte, die an einer engeren Zusammenarbeit mit einer anderen Lehrkraft interessiert sind, haben die Möglichkeit, zu zweit an dem Coaching teilzunehmen.

### 7.4.3 Stages of Concern und Vorerfahrungen: Zusammenhang

Zwischen den identifizierten Nutzungstypen einer Lehr-Lernplattform und den identifizierten SoC-Profilen kann kein Zusammenhang nachgewiesen werden. Dies ist insofern interessant, da beim Typ *Auswirkungsfokussierte* davon ausgegangen werden könnte, dass hier vornehmlich Nutzende zu finden sind (George et al., 2008). Eine weitere Analyse bestätigt, dass sich in diesem Profil doppelt so viele foPrag im Vergleich zu den unAnf finden lassen. Jedoch unterscheiden sich unAnf in der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung nicht von den Nichtnutzenden. In Verbindung mit den vorhandenen Nutzungsarten liegt die Schlussfolgerung nahe, dass die in der vorliegenden Studie identifizierten Nutzenden noch nicht als »Experten« im Einsatz von Lehr-Lernplattformen bezeichnet werden können, sondern eher als »Einsteiger« zu beschreiben sind und sich dadurch wenig von den Nichtnutzenden abgrenzen. Dies wird durch die Profilauswertung für Nutzende und Nichtnutzende einer Lehr-Lernplattform verdeutlicht: der Grad der Auseinandersetzung mit den digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen differenziert kaum. Lediglich in den Dimensionen 0 *Awareness* und 5 *Collaboration* unterscheidet sich die Auseinandersetzung signifikant. Nutzende kennen Lehr-Lernplattformen aus der eigenen Schule und haben wahrscheinlich eine konkretere Vorstellung von einer digitalgestützten Unterrichtskonzeption und daher einen höheren Bezug zur Innovation. Im Gegensatz zur Dimension 0 ist die Ausprägung in der Dimension 5 entgegengesetzt. Nutzende haben ein größeres Interesse an Erfahrungen anderer Lehrkräfte. Dieses Ergebnis wird durch die Interkorrelation in den einzelnen SoC-Dimensionen bestätigt (Tab. 7.5). Wird ein hoher Wert in der Dimension 0 angenommen, ist der Wert in der Dimension 5 niedrig.

Zwischen Nutzungshäufigkeit und SoC-Profilen konnte ein Zusammenhang mit großer Effektstärke identifiziert werden. Die Häufigkeit der Nutzung scheint sich auf die Kognition (Guskey, 2002) und damit auf die affektiv-kognitive Auseinandersetzung auszuwirken und zu einer Veränderung der Auseinandersetzung beizutragen. Dies spiegelt sich auch in den jeweiligen Profilen differenziert nach Nutzungshäufigkeit wider, welche auf eine Art Entwicklungsrichtung hindeuten. Der in der Theorie beschriebene Verlauf der SoC-Auseinandersetzung kann zwar nicht durch den Nutzungstyp bestätigt werden. Scheinbar besteht auch die Möglichkeit, dass der Verlauf der Auseinandersetzung durch die Nutzungshäufigkeit beeinflusst werden kann. Dies müsste in weiteren Studien zur Bestätigung untersucht werden.

- Zwischen Nutzenden und Nichtnutzenden sollte insofern unterschieden werden, dass der Informationsfluss über die Innovation insbesondere für Nichtnutzende gesichert werden sollte. In diesem Zusammenhang sollte der Nutzen und die Bedeutung der Innovation aufgezeigt werden. Eine Zusammenarbeit mit anderen Lehrkräften sollte initiiert werden, der sich auf einen Erfahrungsaustausch bezieht.
- Zur Anregung der Weiterentwicklung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung bietet sich konkret die Nutzung, also der Einsatz der Innovation im Fachunterricht, an. Daher sollte sich eine Implementationsmaßnahme auch auf den Einsatz der Innovation beziehen und diesen Einsatz vorbereiten und begleiten.

#### 7.4.4 Zusammenfassung und Fazit

Unter Einbezug der politisch angeordneten Maßnahmen, die zur Umsetzung von Fern- und Hybridunterricht führten, offenbaren die Ergebnisse der vorliegenden Studie einen weiteren Status quo ante, der mit Studienergebnissen früherer Jahre übereinstimmt (u. a. Eickelmann et al., 2019; Eickelmann et al., 2014; Friedrich et al., 2011). Lehrkräfte waren scheinbar nicht ausreichend auf die Nutzung von Lehr-Lernplattformen vorbereitet und nur etwa die Hälfte der befragten Lehrkräfte hatte Zugriff auf eine Lehr-Lernplattform. Die vorliegenden Ergebnisse bieten damit einen weiteren Ausgangspunkt für die Erfassung fördernder und hemmender Faktoren der Digitalisierung in der Schule in Richtung eines Status quo post »nach der Pandemie«. Erste Analysen zur Nutzung von Lehr-Lernplattformen während und nach der Umsetzung von Fern- und Hybridunterricht weisen darauf hin, dass die Nutzung sich nicht wesentlich weiter entwickelt hat. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass zwar der Nutzen von Lehr-Lernplattformen bei der Umsetzung von Fern- und Hybridunterricht erkennbar ist, jedoch der Nutzen für

den Präsenzunterricht noch nicht ausreichend deutlich ist. Es bedarf daher scheinbar mehr als eine *gezwungene* Nutzung, um fortgeschrittene Nutzungsarten in den Unterricht nachhaltig zu institutionalisieren. Weiterhin weist die Studie einen Bedarf an der didaktischen Einbettung und Beantwortung von Fragen zum Datenschutz aus, welcher auch noch aktuell identifiziert wird (Mußmann et al., 2021). In diesem Zusammenhang spielen gerade Unterstützungsmaßnahmen eine zentrale Rolle, durch die der Nutzen und Praxisbeispiele aufgezeigt sowie Probleme und Bedenken thematisiert werden können.

Das Ergebnis zur Nutzung von Lehr-Lernplattformen und den Fortbildungswünschen insbesondere zur didaktischen Einbettung von digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen sowie das Ergebnis der SoC-Analyse sind konsistent: es bestehen konkrete Fortbildungswünsche zu einem Lehr-Lernplattform-gestützten Unterricht. In der Nutzung lassen sich kaum fortgeschrittene Nutzungsarten identifizieren. Der Wunsch nach einer weiteren oder erstmaligen Auseinandersetzung zeigt sich in den Ergebnissen der SoC-Analyse.

Die Ergebnisse der Studie »Ausgangslage erfassen« erlauben eine Aussage über die Akzeptanz auf der Einstellungsebene. Eine Akzeptanz als ex-ante-Konstrukt scheint vorhanden zu sein. Die Implementationschancen der Innovation digitalgestützte Unterrichtskonzeption werden als positiv eingeschätzt, wobei weder die Phase der Institutionalisierung noch die der Implementation erreicht ist. Stellt die Auswirkung der Innovation einen Nutzen dar, könnte dies zu einer Erhöhung der Akzeptanz auf der Einstellungsebene führen. Ein erfahrbar gemachter Nutzen kann weiterhin die Handlungs- und Nutzungsakzeptanz beeinflussen, welche durch Unterstützungsmaßnahmen initiiert werden könnte.

Dass eine Innovation als implementiert gilt, wenn die Dimension 4 *Consequence* erreicht ist (Capaul, 2002), kann in dieser Studie nicht bestätigt werden, da zwar die Dimension 4 in der *first stage* Auswertung und der *profile interpretation* als zentrales Ergebnis vorliegt, jedoch die Nutzungsarten von Lehr-Lernplattformen nicht für eine fortgeschrittene Nutzung sprechen. Zusätzlich kann die Nutzungsart über ein vorhandenes SoC-Profil nicht vorausgesagt werden. Ein besserer Indikator stellt in der vorliegenden Studie die Nutzungshäufigkeit dar.

Für eine erfolgreiche Implementation von Lehr-Lernplattformen im Unterricht fehlen Unterstützungsmaßnahmen wie Fortbildungen oder auch Schwerpunkte in der Ausbildung von Lehrkräften z. B. zur didaktischen Einbettung digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen in vorhandene Unterrichtsgänge. Nicht nur in diesem Rahmen werden empirische Untersuchungen zur Auswirkung des Einsatzes von Lehr-Lernplattformen auf affektive und kognitive Konstrukte von Schüler und Schülerinnen sowie von Lehrkräfte benötigt.

# 8 Die Implementationsmodi

## »Fortbildung« und

## »Handreichung«

Das zweite Forschungsziel betrifft die »Evaluation der Implementation« der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen, wobei zwei verschiedene Implementationsmodi hinsichtlich der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung und der Veränderung akzeptanzbeeinflussender Variablen verglichen werden. Im folgenden Kapitel werden die Ziele und Inhalte der Implementationsmodi vorgestellt. Zusätzlich wird die Transformation der Akzeptanz- und Qualitätskriterien wirksamer Fortbildungen (Kap. 4.3.3, Abb. 4.2) auf die geplanten Implementationsmodi dargestellt und die methodische Umsetzung begründet.

### 8.1 Vorüberlegungen

Für die wissenschaftliche Vorbereitung und Begleitung der Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen sind folgende Aspekte relevant:

*Fokus auf das Handeln:* Die Aspekte der Akzeptanzuntersuchungen reichen von der Nutzungsabsicht bis hin zur tatsächlichen Nutzung. Der konkrete Einsatz der Unterrichtskonzeption sollte durch eine Implementationsmaßnahme (Fortbildung und Handreichung) fokussiert und zeitnah realisiert werden, um die Handlung und die Entwicklung von Einstellungen zeitlich nicht stark voneinander zu trennen. Die handelnde Auseinandersetzung mit dem Innovationsgegenstand kann sich bspw. positiv auf die Einstellung der Lehrkräfte in Bezug auf die digitale Umsetzung auswirken.

*Bedeutsamkeit:* Das Themas »Energie« geht weit über curriculare Entscheidungen hinaus und ist als Basiskonzept weit über die Fachgrenzen hinweg und gesellschaftlich bedeutsam. Entsprechend begründet, vielfältig und verfügbar sind fachdidaktische Untersuchungen zu diesem Thema. Dies trifft auch auf das Thema »Digitalisierung des Bildungssektors« zu, das nicht nur

durch bspw. die Umsetzung von Fernunterricht ein Thema in der Bildungspolitik geworden ist (KMK, 2016).

*Zielgruppenausrichtung:* Die Physiklehrkräfte bilden die explizite Zielgruppe des Implementationsvorhabens, die von Fullan (1999) als Betreibende des Wandels bezeichnet werden und schlussendlich ausschlaggebend für die Umsetzung und Dissemination von Innovationen sind. Implizite Zielgruppe sind die Schüler und Schülerinnen, die durch den Umsetzung eines theoriebasierten Unterrichts bspw. in Form von Fachwissenszuwächsen profitieren können (Kap. 4.3.2 Wirkebenen von Fortbildungen).

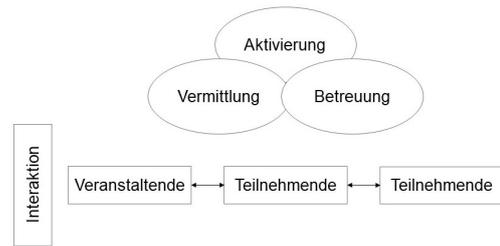
*Ressourcen:* Die Organisation des Einsatzes der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen sollte unterstützt und die technische Infrastruktur für die Schulen bereitgestellt werden. Die Unterrichtskonzeptionen werden auf einem eigenen vom Projekt administrierten Server über die Lehr-Lernplattform Moodle verfügbar gemacht. Für den Einsatz können iPads ausgeliehen werden. Zusätzlich müssen für jede Lehrkraft institutionelle Voraussetzungen geklärt werden, da bspw. nicht an jeder Schule eine Verbindung zum Internet besteht oder die iPads vorher im eigenen Schulnetz administriert werden müssen. Aus diesem Grund ist auch der Verleih eines mobilen Hotspots möglich. Zusätzlich ist eine Ausleihe notwendiger Experimentier- und Unterrichtsmaterialien möglich.

## 8.2 Entwicklung einer Fortbildung

Literatur zur Fortbildungs- und Implementationsforschung sowie die Ergebnisse der Studie »Ausgangslage erfassen« bilden die Gestaltungsgrundlage der Fortbildung. Nachfolgend werden zwei Perspektiven auf die Fortbildung dargestellt. Die Makroperspektive offenbart die »von außen« sichtbaren Merkmale der Fortbildung. Die Mikroperspektive auf die Fortbildung erfasst Details der Inhalte und des methodischen Settings der Fortbildung. Zusätzlich wird das Format des Webinars für die Umsetzung der Fortbildung begründet. Zur wirksamen, vor allem akzeptanzfördernden Gestaltung von Webinaren existieren kaum Erkenntnisse. Aus diesem Grund stellt die Umsetzung und Adaption von Qualitäts- und Akzeptanzkriterien von Fortbildungen auf Webinare einen wichtigen Punkt bei der Entwicklung dar.

### 8.2.1 Makroperspektive: Ablauf und Merkmale der Fortbildung

Die Fortbildung dieser Arbeit orientiert sich am didaktischen Design von Reinmann (2015) (Abb. 8.1). Zentral ist eine Verzahnung der Aktivierung, Vermittlung und Betreuung der Lehrkräfte durch die Implementierenden (bspw. Unterstützung des Einsatzes). Die Interaktion zwischen Veranstaltenden und Teilnehmenden sowie unter den Teilnehmenden wird wiederkehrend aufgegriffen (Timperley et al., 2007). Innerhalb einer Webinareinheit können die Phasen der Vermittlung und Aktivierung abwechseln oder gleichzeitig stattfinden. Der Austausch und das Ausprobieren während eines Webinars stellen zentrale Elemente der Aktivierung dar. Aus den folgenden Gründen wurde eine modular gestaltete Webinarfortbildung gewählt:

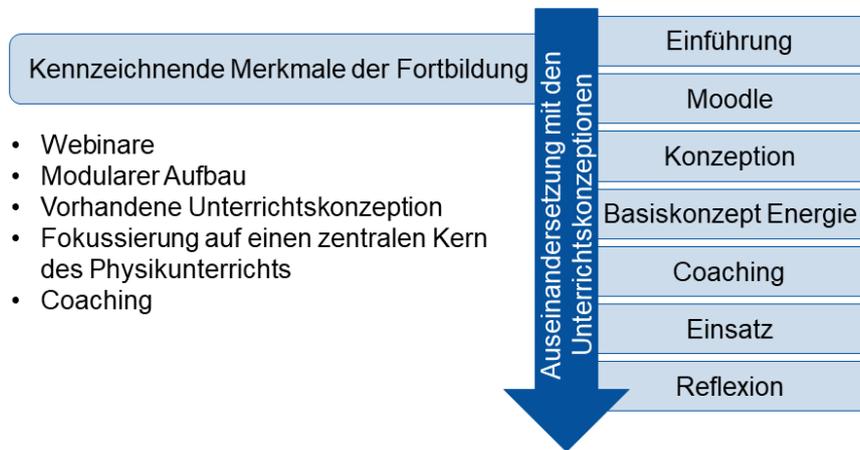


**Abb. 8.1:** Didaktisches Design (Reinmann, 2015, S. 9)

- Ortsungebundenheit: An Webinaren kann unabhängig vom Ort teilgenommen werden, wodurch flächendeckend Lehrkräfte angesprochen werden und sich Fahrtzeiten für Lehrkräfte erübrigen.
- Ressourcenverfügbarkeit: Webinare können außerhalb der Unterrichtszeit unter Reduktion des Zeitaufwandes für die eigentliche Fortbildungszeit stattfinden. Zusätzlich findet während der Teilnahme an den Webinaren schon die Unterrichtsvorbereitung für den Einsatz der Unterrichtseinheiten statt, wodurch der Zeitaufwand in der Planung reduziert wird.
- Längerfristige Auseinandersetzung: Durch mehrere, aufeinander aufbauende Webinare gelingt eine (flexible) Auseinandersetzung über einen längeren Zeitraum hinweg.
- Präsenzhähnlichkeit: Webinare lassen wie Präsenzfortbildungen aktivierende Elemente, Kommunikation und Ausprobierphasen zu.

Abbildung 8.2 fasst den modular gestalteten Implementationsprozess zusammen: links die zentralen von außen sichtbaren Merkmalen und rechts die korrespondierenden Fortbildungsinhalte. Kennzeichnend für die Fortbildung sind (1) die digitale Umsetzung, (2) das vorhandene ausgearbeitete Unterrichtsmaterial zu einem zentralen Kern des Unterrichts und (3) eine individuelle Betreuung. Die digitalen Unterrichtskonzeptionen wurden für die Unterrichtspraxis entwickelt. Lehrkräfte bekommen bei Überarbeitung der Unterrichtseinheiten den Zugang zu diesen. Einsatzszenarien werden in der Fortbildung erarbeitet und im Coaching konkretisiert (*Mitnahme von Materialien und Beispielen*). Die Zeitplanung der modularen Gestaltung bietet

die Möglichkeit für eine länger andauernde Auseinandersetzung mit den Unterrichtskonzeptionen über einen wohldefinierten Zeitraum mit Verschränkung zwischen Input, Erprobung und Reflexion (hier mind. 12 Wochen). Die Erprobung wird während der Inputphase fokussiert, der Einsatz wird durch Hospitationen begleitet und gemeinsam reflektiert.



*Abb. 8.2: Makroperspektive der Fortbildung*

Vor Beginn der Fortbildung erhalten die Lehrkräfte einen Zugang zu den digital eingebetteten Unterrichtskonzeptionen. Als Vorbereitung sollen sie sich auf der Plattform einloggen, sich mit der Plattform vertraut machen und eine Unterrichtseinheit ansehen. Die Gesamtfortbildung umfasst fünf Webinareinheiten. Das erste Webinar dient der individuellen Einführung in das Webinarformat und bietet eine erste Hilfestellung (bspw. Navigation) für die Nutzung der Plattform. Individuelle Fragen zum Ablauf der Studie und zu den Unterrichtskonzeptionen werden im Vorfeld beantwortet. Ein einleitender Technikcheck beugt technischen Problemen vor und macht die Lehrkräfte mit dem Fortbildungsformat und der Lehr-Lernplattform vertraut (Meißner & Rhein, 2018). Die Themen der nun folgenden Kernfortbildung (drei Webinarsitzungen) sind: eine Moodleschulung, die Konzeption der Unterrichtseinheiten und das Basiskonzept Energie als theoretischer Hintergrund. Eine sichere Umsetzung der Unterrichtseinheiten im Unterricht erfordert eine konkrete Begleitung und Coachingmaßnahmen (Lipowsky & Rzejak, 2021). Deshalb dient die letzte Webinarsitzung einem Coaching zu einer von der Lehrkraft ausgewählten Unterrichtseinheit, in dem die konkreten Planung des Einsatzes sowie die Einbettung der Unterrichtseinheit im Fachunterricht besprochen wird. Im Anschluss daran wird die Einheit im Fachunterricht erprobt. Diese Erprobung wird eng durch Gespräche zwischen den Unterrichtsstunden und Hospitationen begleitet. Eine Reflexion des Einsatzes und des gesamten Implementationsprozesses bildet den Abschluss.

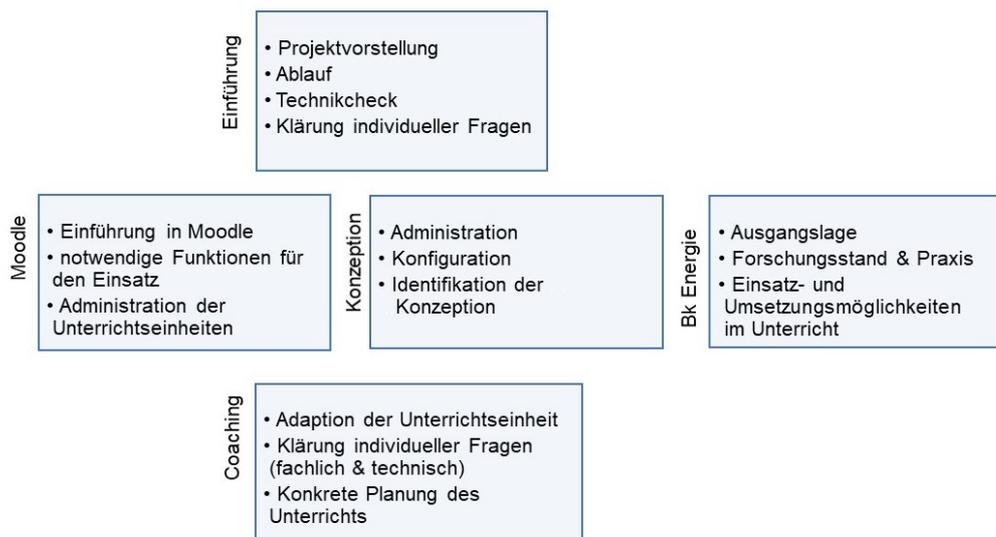
Das Erleben eigener Wirksamkeit und Gelegenheiten zur intensiven Zusammenarbeit mit anderen Lehrkräften werden in dieser Fortbildung kaum adressiert, da im Zentrum die Implementation der Unterrichtskonzeptionen steht und bspw. nicht deren Entwicklung. Jedoch wird durch die fortgeschrittene Nutzungsweise einer Lehr-Lernplattform Lehrkräften die Möglichkeit geboten, sich in Bezug auf digitale Planung und Umsetzung von Unterricht weiterzubilden.

Zwischen den Webinarterminen werden die Lehrkräfte zur Auseinandersetzung mit den Unterrichtseinheiten durch Arbeitsaufträge (bspw. sich für eine Unterrichtskonzeption für den Einsatz zu entscheiden) angeregt. Dies ist insofern bedeutsam, da nicht alle 12 Unterrichtseinheiten gänzlich besprochen werden. Stattdessen wird anhand einer Unterrichtseinheit die Konzeption der Einheiten erläutert.

Die Webinare wurden technisch mithilfe der Software Adobe Connect umgesetzt. Adobe Connect besitzt vielfältige Möglichkeiten, die über die reine Bildschirmübertragung hinausgehen, bspw. Abfrage- und Feedbackfunktionen. Zur Vorbereitung des Umganges mit Adobe Connect erhalten die Lehrkräfte einen Leitfaden (Abb. C.1).

### 8.2.2 Mikroperspektive

Die Mikroperspektive beschreibt die konkreten Inhalte der Fortbildung, wobei diese auf das notwendige Maß für den Einsatz der Unterrichtseinheiten reduziert werden (*Inhaltlicher Fokus, Relevanz*). Der Entwickler der Unterrichtseinheiten wurde für die inhaltliche Entwicklung und Durchführung der Fortbildung einbezogen (*Einbezug von Expertise*). Dazu werden die Schulungen zur Lehr-Lernplattform Moodle, die Konzeption der Unterrichtseinheiten, das Basiskonzept Energie als theoretisches Fundament der Unterrichtseinheiten sowie das abschließende Coaching skizziert, wobei vor allem die Ziele der einzelnen Webinartermine beschrieben werden (Abb. 8.3). Detaillierte Ausführungen finden sich im Anhang C.1. Die individuelle Einführung beruht auf einer Projektvorstellung, einem Technikcheck und klärt individuelle Fragen zum Beispiel zum Zeitaufwand. Abschließend wird sich gemeinsam in die Lehr-Lernplattform eingeloggt und ein erster Überblick über die Plattform gegeben. Dazu gehört besonders die Navigation innerhalb der Plattform zu den Unterrichtseinheiten. Die drei folgenden Webinare (Moodle, Konzeption und BK Energie) finden innerhalb einer festgelegten Gruppe statt. Das abschließende Coaching wird dann wieder einzeln mit jeder Lehrkraft durchgeführt.



**Abb. 8.3:** Mikroperspektive der Fortbildung

### Lehr-Lernplattform Moodle

Die Lehrkräfte müssen sich in Moodle gut zurechtfinden, um die digitalen Unterrichtseinheiten an die individuellen Unterrichtsanforderungen anpassen und sie gewinnbringend einsetzen zu können. Die Sicherstellung der Anwendung von Moodle durch die Lehrkräfte stellt das übergeordnete Ziel der Moodleschulung dar. Die Lehrkräfte sollen nach der Moodleschulung ...

- einen Überblick über die Plattform Moodle erhalten haben. Dieser Überblick bezieht sich auf den Funktionsumfang von Moodle, den didaktischen und methodischen Nutzen und auf den Datenschutz.
- begrifflich die »Aktivität« mit Aufgaben gleichsetzen. Moodle besitzt eine Vielzahl an Aktivitäten (für einen Überblick Seimert, 2021). Innerhalb der Einheit wurde die Anzahl der genutzten Aktivitäten auf zwei reduziert: Test zur Erstellung von Aufgaben und Forum als Möglichkeit zur asynchronen Diskussion.
- zwischen zwei Aktivitäten wählen können, indem sie die Funktionen [Verbergen] und [Anzeigen] anwenden. Dies ist notwendig, da innerhalb der Einheiten die Lehrkräfte zwischen Aktivitäten wählen können.
- Aktivitäten anpassen können, indem sie den Bearbeitungsmodus nutzen. Dies ist bspw. zur Anpassung an die eigene Unterrichtssprache wichtig. Auch Bilder von Experimentiermaterialien aus der eigenen Sammlung können anstatt der vorhandenen Bilder genutzt werden.
- Detailantworten der Schüler und Schülerinnen einsehen können, um den individuellen Be-

arbeitsstand der Schüler und Schülerinnen abschätzen zu können.

- ggf. Aktivitäten hinzufügen können, indem sie eine Aktivität mittels »Test« erstellen. Dabei ist die Aktivität »Test« in weitere sogenannte Fragekategorien (bspw. Freitext, Ankreuzaufgaben) unterteilt.

Dabei berücksichtigt die Moodleschulung den inhaltlichen Fokus insofern, als lediglich nur die für den Einsatz notwendigen Nutzungsarten thematisiert werden. Anhand der Unterrichtseinheit »Achterbahn« werden die Lehrkräfte durch Moodle geleitet, wobei sie Moodle und dessen Funktionen selbsthandelnd entdecken. Dadurch wird nicht nur die Auseinandersetzung mit der digitalen Umsetzung der Unterrichtseinheiten, sondern darüber hinaus die Auseinandersetzung mit der inhaltlichen Gestaltung der Unterrichtseinheiten angeregt. So wird den Lehrkräften bspw. schon die übergeordnete Konzeption deutlich. Die Schulung zur Lehr-Lernplattform wurde durch das Niedersächsische Landesinstitut für schulische Qualitätsentwicklung abgesichert (*Einbezug von Expertise*).

Zwischen dem Webinar »Moodleschulung« und dem darauffolgenden Webinar »Konzeption der Unterrichtseinheiten« bekommen die Lehrkräfte die Aufgabe, die Unterrichtseinheiten oberflächlich zu sichten und möglicherweise schon eine Vorabentscheidung zu treffen, welche Einheiten für den Einsatz in Betracht kämen. Hierzu erhalten sie einen Überblick über die Einheiten mit Angabe der Klassenstufen und den verwendeten Energieformen (Anh. C.1.3 Tab. C.1). Spätestens zu diesem Zeitpunkt beginnen die Auseinandersetzung mit den Unterrichtseinheiten und die Planung des Einsatzes.

### **Konzeption der Unterrichtseinheiten**

Der zweite Teil der Fortbildung beschäftigt sich mit der Konzeption der zwölf Unterrichtseinheiten. Da jede Unterrichtseinheit nach demselben Schema entwickelt worden ist, stellt die inhaltliche Sichtung einer von der Lehrkraft ausgewählten Unterrichtseinheit den Kern der Schulung zur Konzeption der Unterrichtseinheiten dar. Am Ende des Webinars sollen die Lehrkräfte...

- die grundlegende Konzeption der Unterrichtseinheit an einer konkreten Unterrichtseinheit erläutern und
- die Verbindung zwischen Aktivität und verwendeten Energiekonzept diskutieren können.

In diesem Teil der Fortbildung steht die gemeinsame Erarbeitung und Untersuchung der Konzeption der Unterrichtseinheiten in Gruppen, also mit anderen Lehrkräften, im Vordergrund (*Kollegialer Austausch*). Es werden einzelne Aktivitäten innerhalb der Unterrichtseinheit gesichtet und Fragestellung, Aktivitäten und das verwendete Energiekonzept in Zusammenhang

gebracht. Bspw. zur Fragestellung »Wie kann man die Erhitzung eines Laptops verhindern?« wird zur Konzeptualisierung ein Experiment zur Wärmeentwicklung mit einem Wärmerohr durchgeführt. Die Ergebnisse der Erarbeitung werden vorgestellt und im Plenum diskutiert. Neben der Erkenntnis, dass jede der zwölf Unterrichtseinheiten derselben Konzeption folgt, bekommen die Lehrkräfte einen Einblick in die Vielfalt der Aktivitäten innerhalb der Unterrichtseinheiten sowie einen Überblick über den Verlauf der anderen Unterrichtseinheiten. Abschließend wird mit den Lehrkräften die Rolle der Lehrkraft in einem phänomenorientierten Unterricht besprochen.

### **Basiskonzept Energie**

Den Abschluss der Fortbildung bildet unter Einbezug unterrichtspraktischer Beispiele (*Relevanz*) der zur Entwicklung der Unterrichtseinheiten beigetragene theoretische Hintergrund. Die Lehrkräfte sollen nach der Schulung zum Basiskonzept Energie...

- die Ziele eines basiskonzeptorientierten Unterrichts beschreiben,
- das Basiskonzept Energie als didaktisches Instrument zum kumulativen Aufbau einer vernetzten Wissensbasis beschreiben und
- Möglichkeiten zur Verknüpfung von Sachgebieten beschreiben und in diesem Zusammenhang die Unterrichtseinheit sinnstiftend in ihren Unterrichtsgang einbetten können.

Zu Beginn werden Probleme beim Lernen zum Thema Energie (bspw. geringe fachinterne Kohärenz in den Lehrplänen) (Schmidt et al., 2005) als Ausgangslage der Fortbildung dargestellt und die Praxiserfahrungen der Lehrkräfte einbezogen. Durch Verknüpfung von Forschung und Praxis wird die Bedeutung von Forschungsergebnissen transparent und die Relevanz für den Unterricht aufgezeigt. Ausgehend von den Bildungsstandards wird bspw. hinterfragt, was kumulatives Lernen ist und dadurch die Beschäftigung mit den theoretischen Grundlagen der Unterrichtskonzeptionen legitimiert. Theoretische Überlegungen bspw. zum kumulativen Lernen (Harms & Bündler, 1999) oder zur Learning Progression bzw. zur Energieverständnisentwicklung (K. Neumann, 2017) dienen dazu, die bisherige Praxis zu hinterfragen. Die entwickelten Unterrichtskonzeptionen werden als eine mögliche Lösung für bspw. fehlende Vernetzung von Sachgebieten dargestellt. Durch den konkreten Einsatz einer Unterrichtseinheit lassen sich Anpassungen der vorhandenen Praxis vornehmen (bspw. Verknüpfung zweier Sachgebiete über das Energiekonzept). Mit Rückbezug zum Webinar »Konzeption der Unterrichtseinheiten« werden abschließend mögliche Einsatzszenarien herausgearbeitet und im darauffolgenden Coaching expliziert. Die Tiefenstruktur des Unterrichts wird durch das fachdidaktische Konzept der Vernetzung zweier Themengebiete (Unterricht orientiert an Basiskonzepten) und die übergeordnete Konzeption der Unterrichtseinheiten beachtet.

### **Coaching und Einsatz einer Unterrichtseinheit**

Die letzte Sitzung findet als Einzelcoaching mit jeder Lehrkraft statt. Es besteht allerdings auch die Möglichkeit, dass sich zwei Lehrkräfte zur Vorbereitung des Einsatzes zusammenschließen. Dies ist bspw. für Lehrkräfte, die gemeinsam in einem Jahrgang unterrichten vorteilhaft. Lehrkräfte benötigen eine intensive technische Unterstützung (Grasmück et al., 2010), die mithilfe der intensiven Vorbereitung und der engen Begleitung des Einsatzes erreicht werden soll. Im Zentrum der Sitzung stehen die Adaption der von der Lehrkraft ausgesuchten Unterrichtseinheit an den individuellen Unterricht und die Einbettung in den Unterrichtsgang. Hierzu wird die Unterrichtseinheit vollständig besprochen, Fragen zu den einzelnen Aktivitäten beantwortet und ggf. Veränderungen an der Unterrichtseinheit vorgenommen. Auch wird nochmals die Rolle der Lehrkraft im phänomenorientierten Unterricht beim Einsatz der Unterrichtseinheit expliziert. Der Einsatz der Unterrichtseinheiten wird durch technische und fachdidaktische Unterstützung begleitet und reflektiert (*Feedback, Reflexion, Support*).<sup>1</sup>

## **8.3 Entwicklung einer Handreichung**

Die Handreichung für Lehrkräfte zur Vorbereitung des Einsatzes der digitalen Unterrichtseinheiten wurde basierend auf den Erkenntnissen der Studie Ausgangslage erfassen und den entsprechenden Inhalten der Fortbildung übernommen. Darüber hinaus wurden die durchgeführten Fortbildungen genutzt, um weitere vorher nicht beachtete Merkmale für die Handreichung abzuleiten. Die Klärung spezifischer Fragen und Probleme muss besonders in einer Handreichung Beachtung finden, da in diesem Fall die Auseinandersetzung auf individueller Ebene stattfindet.

### **8.3.1 Methodik**

Zur Ableitung weiterer Merkmale für die Handreichung wurden Fragen und Probleme, die sich aus Sicht der Lehrkräfte in der Fortbildung ergaben, transkribiert und kategorisiert. Dazu wurde in Anlehnung an Kuckartz (2012) induktiv ein Kategoriensystem erstellt (Anh. A.4.1 und Tab. 8.1). Nach Erstellung eines Manuals zum Kategoriensystem wurden die Aussagen der Lehrkräfte durch zwei Personen zugeordnet (Cohens Kappa  $\kappa = .69$ ).

---

<sup>1</sup>Begleitet wurden die Lehrkräfte durch den Entwickler der Unterrichtseinheiten und durch die Autorin.

### 8.3.2 Überblick Ergebnis

Die Analyse der Fragen und Probleme der Lehrkräfte während der Fortbildung ergab, dass die meisten Lehrkräfte Fragen zur Konzeption (Didaktik, Methodik und Inhalt) hatten. Es stellte sich dabei insbesondere heraus, dass der Zusammenhang zwischen einer Aktivität und der Fragestellung nicht deutlich war (»Was hat das Achterbahnvideo mit der Fragestellung zu tun?«). Jedoch ist für die Umsetzung eines phänomenorientierten Unterrichts genau dieser

Zusammenhang wichtig (Westphal et al., 2011). Weitere Bemerkungen bezogen sich auf bestimmte Formulierungen innerhalb der Unterrichtseinheiten, wodurch der Wunsch der Anpassung an die eigene Unterrichtssprache deutlich wurde. Die Adaptionenmöglichkeit der Unterrichtseinheiten nimmt daher auch in der Handreichung einen zentralen Punkt ein. Ein weiterer wichtiger Aspekt betrifft die benötigten Materialien für die Experimente. Bezogen auf die Anpassungen beschäftigten die Lehrkräfte die Wahlmöglichkeiten der Aufgaben innerhalb der Einheit sowie die Reduktion, Erweiterung, Änderungen der Aktivitäten in Moodle, wobei häufig gefragt worden ist, welche Änderungen »erlaubt« seien.

Fragen zum konkreten Einsatz und der allgemeinen Organisation machten deutlich, dass auch die Lehrkräfte, die sich mittels Handreichung mit den Unterrichtseinheiten auseinandersetzen, eine Art Coaching benötigen. Problematisch war häufig, dass bestimmte Energieformen in der gewünschten Klassenstufe noch nicht behandelt worden sind. Fragen zum Nutzen bezogen sich auf die digitale und basiskonzeptorientierte Umsetzung. Fragen zu den Funktionen in Moodle bezogen sich auf die Dokumentation, also bspw., ob die digitale Dokumentation auch ausdrückbar sei. Interessanterweise wurden weitere Fragen zur Differenzierung (bspw. »Ist es möglich verschiedene Themen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad für verschiedene Schüler freizuschalten?«), das heißt zu fortgeschrittenen Nutzungsweisen, gestellt.

Zusätzlich wird bei der Gestaltung einer Handreichung besonders auf die Nutzung der Lehr-Lernplattform Wert gelegt. Die digitale Umsetzung der Unterrichtskonzeptionen in Moodle stellt die Basis für die Nutzung der Unterrichtseinheiten dar.

**Tab. 8.1:** Kategorienzuordnung der Aussagen aus der Fortbildung

Kategorie	
Organisation	17 %
Funktionen in Moodle	19 %
Nutzen (didaktisch und digital)	11 %
Adaptierbarkeit	17 %
Didaktik/Methodik/Inhalt	36 %

### 8.3.3 Darstellung der Handreichung

Die entwickelte Handreichung wurde wie die Unterrichtskonzeptionen in Moodle eingebettet und diente der selbstständigen Auseinandersetzung mit den digitalen Unterrichtseinheiten (bspw. Abb. 8.4). Vor Beginn der Auseinandersetzung wurde den Lehrkräften der Zugang zu den Unterrichtskonzeptionen und zur Handreichung gezeigt (ähnlich wie bei der individuellen Einführung in der Gruppe »Fortbildung«). Anschließend fand die Auseinandersetzung angeleitet mittels der Handreichung statt.

"Handreichung" zur Vorbereitung des Einsatzes der Unterrichtseinheiten

[Dashboard](#) / [Kurse](#) / [Fortbildungen in energie.TRANSFER](#) / [Handreichung](#)

---

Herzlich Willkommen im "Online-Kurs" zu den digitalen Unterrichtseinheiten

Die Kursinhalte im Überblick:

- Moodle entdecken
- Konzeption und Administration der CRUs
- Basiskonzept Energie

#### ***Abb. 8.4: Einstieg in die Handreichung***

Weitere Illustrationen dazu finden sich im Anhang C.2. Nach der Auseinandersetzung mit den Unterrichtseinheiten wurden die Lehrkräften aus der Gruppe »Handreichung« zur Vorbereitung des Einsatzes auch mittels Coaching auf den konkreten Einsatz vorbereitet.



## 9 Forschungsziel 2

Im vorliegenden Kapitel wird über die Evaluation der Implementation der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen berichtet. Der Fokus der Evaluation liegt auf der Analyse bewirkten Veränderungen übergeordneter akzeptanzbeeinflussender Variablen aus dem Technologieakzeptanzmodell (Intention, wahr. Nutzen, wahr. Bedienbarkeit und Einstellung) und der Akzeptanz im Sinne der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung, also der innovations- und professionsbezogenen Vorerfahrung, Interessen, Bedenken sowie Einstellungen vor, während und nach eines Implementationsprozesses. Übergeordnetes Ziel der Studie ist damit die Evaluation der schließlich erreichten Veränderungen nach dem Durchlauf des Implementationsprozesses. Damit lässt sich die Studie dem Forschungsfeld der Transfer- und Implementationsforschung zuordnen (Gräsel, 2010; Lipowsky & Rzejak, 2012), die eine Evaluation mit summativem Schwerpunkt aufweist (Beywl et al., 2004).

### 9.1 Fragestellungen

Wie in Kap. 3.5 dargelegt, ist der prozedurale Charakter der Akzeptanz von besonderer Wichtigkeit. Akzeptanz, also die Bereitschaft zur Nutzung eines Objekts, ist unter gewissen Umständen zeitlich-veränderlich und wird durch die Wechselbeziehung zwischen Akzeptanzsubjekt, -objekt und -kontext beeinflusst.

In Kapitel 5 wurde das Forschungsziel »Evaluation und Begleitung der Implementation« herausgearbeitet. Bisher wurden hauptsächlich Präsenzfortbildungen durchgeführt, die nach und nach durch blended-learning-Ansätzen und vollständigen Webinarfortbildungen erweitert werden. Es stellt sich daher die Frage, inwiefern online-Fortbildungskonzepte oder solche mit zumindest erhöhtem online-Anteil einen Einfluss auf die Wirkebenen (bspw. Einstellungen, Handlungsoptionen) haben können. Auch stellt sich diese Frage bei der Maßnahme »Handreichung«. In diesem Zusammenhang spielt multimedial angeleitetes Selbstlernen (MASL) eine Rolle, welches einen höheren Grad an Individualisierung als klassische Fortbildungen aufweisen (Niegemann et al., 2008). Handreichungskonzepte sind zur Auseinandersetzung mit fachdidaktischen Innovationen hinsichtlich ihrer Wirkung wenig beforscht, auch gibt es kaum

Erkenntnisse wie solche angeleiteten Selbstlernkonzepte für Lehrkräfte zu entwickeln sind.

Es erscheint sinnvoll zunächst mit der Analyse möglicher Veränderungen in der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung innerhalb der Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« zu beginnen. In einem weiteren Schritt ist ein Vergleich zwischen den beiden Implementationsmodi notwendig, um bspw. abzuwägen, inwieweit der Besuch einer Fortbildung lohnend ist. Zur Erweiterung der Akzeptanzbetrachtung wird der Einfluss des Implementationsmodus (Fortbildung/Handreichung) auf die Variablen nach dem Modell der Technologieakzeptanz untersucht. In diesem Zusammenhang soll auch untersucht werden, welche Rolle die Vorerfahrung (Nutzung/Nichtnutzung einer Lehr-Lernplattform) auf die Variablen der Technologieakzeptanz hat. Die Akzeptanz lässt sich mit den beiden Modellansätzen, der SoC-Theorie und der Technologieakzeptanz, unterschiedlich operationalisieren. Es können auf diese Weise modellbasiert unterschiedliche Aussagen zur Akzeptanz abgeleitet werden. Dabei besteht die Möglichkeit, dass bestimmte Ausprägungen der beiden Modelle miteinander korrelieren, wodurch eine Erweiterung bzw. Erklärung der SoC-Theorie möglich wird. Abschließend werden zu ihrer Weiterentwicklung die Fortbildung und die Handreichung als Maßnahme zur Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen evaluiert (Lipowsky & Rzejak, 2012).

**Fragestellung 1:** Inwiefern verändert sich die affektiv-kognitive Auseinandersetzung gegenüber den digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen während des Implementationsprozesses innerhalb der Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung«?

**Hypothese** Die Lehrkräfte weisen sowohl nach dem Besuch der Fortbildung als auch nach der selbstständigen Auseinandersetzung mittels Handreichung eine Veränderung der Variablen nach dem SoC-Modell auf, wobei insbesondere die affektiv-kognitive Auseinandersetzung in den Dimensionen 0 *Awareness*, 1 *Information* und 2 *Personal* abnimmt. Zudem trägt auch der Einsatz der Unterrichtseinheiten zu einer Veränderung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung bei.

**Fragestellung 2:** In welchem Maß unterscheidet sich die affektiv-kognitive Auseinandersetzung mit den digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen zwischen der Fortbildungs- und Handreichungsgruppe über den gesamten Implementationsprozess?

**Hypothese** Zwischen den Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« lassen sich nach der Auseinandersetzung innerhalb der Implementationsmodi und vor dem Einsatz der Unterrichtskonzeptionen Unterschiede in den einzelnen SoC-Dimensionen in der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung identifizieren. Begründet wird dies durch den höheren

Kommunikationsanteil in Fortbildungen und dem erhöhten Grad an Individualisierung in der Auseinandersetzung mit einer Handreichung.

**Fragestellung 3:** Wie verändert sich der Einfluss a) des Implementationsmodus und b) der Nutzung einer Lehr-Lernplattform an der eigenen Schule auf die Variablen der Technologieakzeptanz während des Implementationsprozesses?

**Hypothese** Da das Wissen bzw. Vorerfahrungen und die Teilnahme an Fortbildungen einen Einfluss auf die Akzeptanz haben, werden die Nutzung einer Lehr-Lernplattform und der Implementationsmodi als Einflussgrößen auf die Variablen der Technologieakzeptanz identifiziert.

**Fragestellung 4:** Inwieweit sagt die affektive-kognitive Auseinandersetzung *Concerns* die Variablen der Technologieakzeptanz voraus?

**Hypothese** Es wird angenommen, dass die *Concerns* einen Anteil der Varianz der Technologieakzeptanz erklären. Dabei ist nach Hall und Hord (2006) spezifischer anzunehmen, dass hohe personenbezogene (insbesondere Dimension 2 *Personal*) und aufgabenbezogene *Concerns* sich eher negativ auf die Variablen der Technologieakzeptanz und entsprechend hohe wirkungsbezogene *Concerns* sich eher positiv auf die Variablen der Technologieakzeptanz auswirken.

**Fragestellung 5:** Wie beurteilen die Lehrkräfte die Fortbildung bzw. die Handreichung?

## 9.2 Methodik

### 9.2.1 Akquise und Beschreibung der Stichprobe

Die quantitative Evaluation der Wirkung hinsichtlich einer initiierten Veränderung akzeptanzbeeinflussender Variablen benötigt eine hinreichend große Stichprobe. Mittels G\*Power 3.1.9.7 wurde die Stichprobengröße sowohl für abhängige und unabhängige Stichproben ermittelt (Bühner & Ziegler, 2017). Bei der Wahl der Effektstärke wurde von einem mittleren Effekt nach Cohen (1988) ausgegangen und mit ähnliche Studien verglichen (bspw. Dorn, 2020; Sieve, 2015). Da der Effekt bspw. in den verschiedenen SoC-Dimensionen unterschiedlich ist und mit kleinerem Effekt größere Stichproben notwendig werden, wurde schlussendlich bei

der Ermittlung der Stichprobe ein geringerer Wert  $d = 0.5$  gewählt. Daraus ergibt sich eine notwendige Gesamtstichprobe von 54 Personen (Anh. A.1). Die Stichprobe beschränkt sich auf Lehrkräfte des Faches Physik, da sich die Themen der Unterrichtskonzeptionen auf das Thema Energie mit physikalischen Sachgebieten bezieht. Die Akquise der Lehrkräfte wurde wie in der Studie »Ausgangslage erfassen« über die Schulleitung initiiert. Insgesamt begannen 74 Lehrkräfte mit der Teilnahme an dem Projekt. Nach der Auseinandersetzung (»Fortbildung« (N = 46) und »Handreichung« (N = 28)), also nach dem Zeitpunkt »while« schieden 35 Lehrkräfte aus der Studie aus. Grund für die Ausscheidung waren persönliche Gründe, Zusatzbelastungen oder fehlende Passung der Unterrichtskonzeptionen.

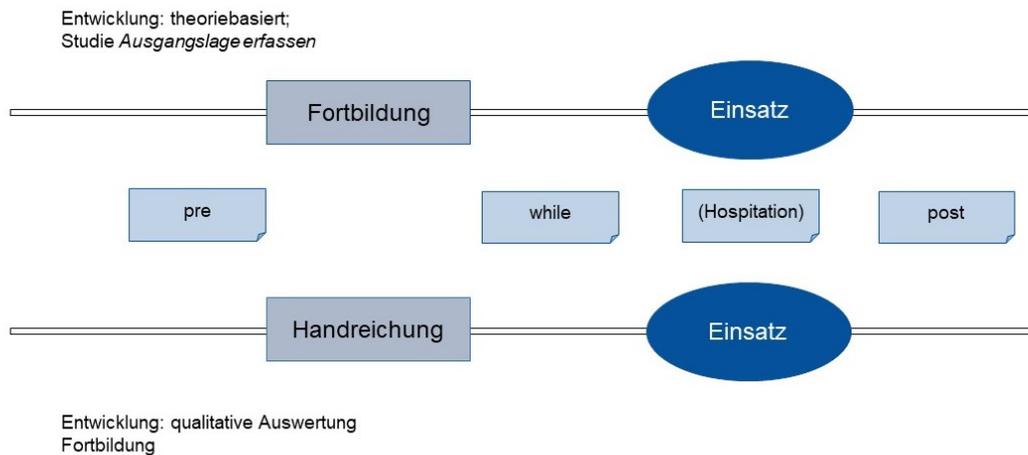
### 9.2.2 Rahmenbedingungen der Studie

Die Studie wurde in den Bundesländern Niedersachsen (N = 51), Schleswig-Holstein (N = 22) und Hamburg (N = 1) durchgeführt. Der Erhebungszeitraum erstreckte sich von September 2019 bis Juli 2021. Insgesamt fanden vier Fortbildungen statt. In diesem Zeitraum setzten sich auch die Lehrkräfte in der Gruppe »Handreichung« zu unterschiedlichen Zeitpunkten mit den Unterrichtskonzeptionen auseinander.

Der Einsatz der Unterrichtskonzeptionen fand im Präsenz-, Fern- und Hybridunterricht statt. Dabei wurden die Lehrkräfte bei der Umsetzung von Fernunterricht durch den Entwickler der Unterrichtskonzeptionen oder die Autorin selbst bei technischen und organisatorischen Problemen unterstützt. Insgesamt wurden 39 Lehrkräfte bei 59 Einsätzen der Unterrichtskonzeptionen begleitet. Die deskriptive Statistik zur Durchführung (Anzahl der Einsätze pro Jahrgang und Wahl der Unterrichtseinheiten) befindet sich im Anhang C.3.

### 9.2.3 Design

Unterschiedliche Zeitpunkte mit unterschiedlicher Art der Auseinandersetzung ergeben unterschiedliche Ergebnisinterpretationen. Zum Beispiel ermöglicht die Erfassung der Akzeptanz zu Beginn einer Implementationsmaßnahme das Erkennen, ob eine Innovation schon von Beginn an abgelehnt wird. Zu einem späteren Zeitpunkt, bspw. nach einer Intervention, lassen sich Auswirkungen der Intervention und Aussagen über eine zeitliche Entwicklung der Akzeptanz ableiten. Dies ist unter Einbezug der Phasen der Akzeptanz (Kap. 3.5) interessant.



**Abb. 9.1:** Überblick über das Design der Implementationsstudie

Um mögliche Veränderungen in der Akzeptanz erfassbar zu machen, werden mindestens zwei Testzeitpunkte benötigt. Der erste dient der Erfassung des Ausgangswertes und alle weiteren Werte dienen der Analyse möglicher Veränderungen. Da es sich bei der Vorbereitung des Einsatzes (»Fortbildung« und »Handreichung«) und dem Einsatz selbst um zwei unterschiedliche Arten der Auseinandersetzung handelt und diese sich unterschiedlich stark auswirken können, eignet sich ein *pre-while-post Design* (Abb. 9.1).

Der Fokus der vorliegenden Studie ist die Analyse von akzeptanzbeeinflussenden Variablen und der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung. Insgesamt wird dadurch die Analyse einer möglichen Veränderung in der Subjekt-Objekt-Relation möglich. Mit dieser Studie werden daher die Wirkebenen Ebene 1 »Weiterentwicklung von Wissen und Überzeugungen etc. der Lehrkräfte« und Ebene 2 »Erweiterung der Handlungsoptionen« angesprochen. Mit dem konkreten Einsatz der Unterrichtseinheiten wird auch die Wirkebene 3 der Schüler und Schülerinnen adressiert. Die Untersuchung dieser Ebene ist aber nicht Teil der vorliegenden Studie. Da die Implementation der Unterrichtskonzeptionen in den Berufsalltag der Lehrkräfte eingebunden wird, handelt es sich bei der Studie um eine Feldstudie mit quasiexperimentellen Anteilen (Bortz & Döring, 2006).

## 9.2.4 Erhebungsinstrumente

Zur Beantwortung der jeweiligen Fragestellungen wurden

- personenbezogene Daten (Anh. B.1.1, Item P1 bis P4),
- die Dimensionen der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung (Stages of Concern) (Anh. B.1.2),
- die Akzeptanz bezogen auf das Objekt *digitalgestützte Unterrichtskonzeption* durch das Technologieakzeptanzmodell (Anh. B.1.3 Item I1 bis E4),
- Kontrollvariablen (Innovationsfreude, Interesse, Selbstkonzept und Einstellung zum digitalen Lernen) (Anh. B.1.4, Item I1a bis Sk5),
- Evaluation der Fortbildung und der Handreichung (geschlossene und offene Items) (Anh. B.1.6, B.1.5, Item BK0a bis BK2d, R1 bis W13)

mittels bestehender Konstrukte erfasst und operationalisiert.

### **Affektiv-kognitiven Auseinandersetzung (Stages of Concern)**

Der SoC-Fragebogen wurde in Kapitel 7.2.2 ausführlich beschrieben.

### **Technologieakzeptanz**

Zur erweiterten Erfassung der Akzeptanz über die affektiv-kognitive Auseinandersetzung hinaus, sind die Variablen aus dem Technologieakzeptanzmodell nützlich (Escobar-Rodriguez & Monge-Lozano, 2012 für Lehr-Lernplattformen). Die Fragebogenitems wurde von Venkatesh und Davis (2000) veröffentlicht. Der Fragebogen wurde in Anlehnung an Olbrecht (2010) übersetzt und an die vorliegende Studie angepasst.

### **Kontrollvariablen**

Sowohl zur Beschreibung der Stichprobe und möglicher Limitation bzgl. der Stichprobe, als auch zur Kontrolle der beiden Gruppen wird die persönliche Innovationsfreude, das Interesse an Innovationen, das Selbstkonzept digitale Kompetenz und die Einstellung zum digitalen Lernen erfasst.

### **Evaluation der Fortbildung und Handreichung**

Die Evaluation der Fortbildung und Handreichung wird durch die Konstrukte *Relevanz*, *Nützlichkeit*, *Anschlussfähigkeit* und *Wichtigkeit* erfasst. Die Akzeptanz der Fortbildung und Handreichung wird durch die *Struktur und Unterstützung* erfasst. Weiterhin wurde das Webinarformat der Fortbildung evaluiert. Offene Items gaben den Lehrkräften am Ende die Möglichkeit, sich frei zu äußern.

**Tab. 9.1:** Konstrukt, Anzahl der Items und Beispielitems zur Evaluation der Fortbildung und Handreichung

Konstrukt	Anzahl Items	$\alpha$	Beispielitem
Relevanz	8	.75	Das Wissen, das ich in der Fortbildung erworben habe, hilft mir im Physikunterricht.
Nützlichkeit	4	.93	Für eine Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts, ist es nützlich, dass Lernende verschiedene Sachgebiete vernetzen können.
Wichtigkeit	2	.65	Ich finde es wichtig, dass Schüler und Schülerinnen verschiedene Sachgebiete miteinander vernetzen können.
Inhalt, Struktur, Unterstützung	15	.8	Ich habe nun Ideen wie ich die digitalen Unterrichtseinheiten in meinem Physikunterricht einsetzen werde.
Anschlussfähigkeit	8	.75	Die Inhalte der Fortbildung lassen sich in den Physikunterricht integrieren.
Modulare Webinare	13	.83	Ich hätte mir mehr Zeit zur Auseinandersetzung mit den digitalen Unterrichtseinheiten gewünscht.
Umsetzung basiskonzeptorientierter Unterricht	Der Fragebogen zur Erfassung der wahrgenommenen Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts wurde in Kapitel 7.2.2 beschrieben.		
Offene Items	8	/	Bitte tragen Sie ein, wo Sie Stärken in der Fortbildung/Handreichung gesehen haben und wo es Optimierungsbedarf gibt.

### 9.2.5 Analyse

Die erfassten Daten werden von der Plattform LimeSurvey über eine Excel-Datei exportiert und mit R als Programmiersprache für statistische Berechnungen ausgewertet. Im Folgenden erfolgt die Planung der Analyse geordnet nach Fragestellungen.

#### **Fragestellung 1: Zeitliche Veränderung**

Die erste Fragestellung zielt auf die Untersuchung von möglichen Unterschieden zwischen

der zentralen Tendenz innerhalb der Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« zu drei verschiedenen Messzeitpunkten ab. Die Gruppen werden zur Beantwortung der Fragestellung 1 getrennt betrachtet. Es liegen damit jeweils verbundene Stichproben vor (Messwiederholung innerhalb einer Gruppe). Die Beantwortung der Fragestellung erfolgt auf drei Ebenen. Für einen groben Überblick wird jeweils das *peak-stage-score*-Verfahren für die drei verschiedenen Messzeitpunkte angewendet und analysiert, inwieweit sich der *peak-stage* im zeitlichen Verlauf verändert. Dabei wird der jeweilige *peak-stage*, also der höchste angenommene Wert in den jeweiligen Dimensionen erfasst und der übergeordneten Phase der *Concerns* (unrelated, self, task und impact) zugeordnet (Kap. 3.6.2, Abb. 3.5). Wird bspw. in Dimension 1 *Information* der höchste Wert angenommen, wird diese Person der Kategorie *self* zugeordnet, entsprechend werden alle weiteren Dimensionen den Kategorien *unrelated* für Dimension 0, *self* für Dimension 1 und 2, *task* für Dimension 3 und *impact* für Dimension 4, 5 und 6 zugeordnet. In einem zweiten Schritt wird der Verlauf der multidimensionalen Profile zu den drei Testzeitpunkten dargestellt und Auffälligkeiten, Veränderungen und Gemeinsamkeiten beschrieben. Zuletzt werden die einzelnen SoC-Dimensionen mittels *Friedmann-Test* zu den jeweiligen Zeitpunkten *pre*, *while* und *post* untersucht. Falls eines der Berechnungen zu einem signifikanten Ergebnis führt, wird mittels Post-hoc-Tests (Conover-Test) ermittelt, welche Messzeitpunkte sich signifikant unterscheiden und anschließend die Effektstärke (Kendall's *W*) berechnet (Landis & Koch, 1977; Anh. A.5.2).

### **Fragestellung 2: Gruppenvergleich**

Bei der Beantwortung der Fragestellung 2 geht es um die Untersuchung, ob sich die beiden Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« hinsichtlich der Ausprägung der SoC-Dimensionen unterscheiden. Hierzu werden die Gruppen in der jeweiligen SoC-Dimension (Überprüfung der Dimensionen 0 bis 6) wie in Fragestellung 1 zu den jeweiligen Zeitpunkten *pre*, *while* und *post* mittels Mann-Whitney-U-Test miteinander verglichen. Unterscheiden sich die Gruppen signifikant, wird die Effektstärke über den Korrelationskoeffizienten nach Pearson berechnet (Anh. A.5.2).

### **Fragestellung 3: Einfluss auf die Variablen der Technologieakzeptanz**

Zur Beantwortung von Fragestellung 3 soll der Einfluss der Nutzung einer Lehr-Lernplattform an der eigenen Schule (Nutzung ja/nein) sowie der Implementationsmodi (Fortbildung/Handreichung) auf die Variablen der Technologieakzeptanz über den gesamten Implementationsprozess und einzeln zu den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post* gesondert untersucht werden. Zwischen den unabhängigen Variablen Lehr-Lernplattform-Nutzung und Implementationsmodus besteht kein Zusammenhang ( $\chi^2 = .1077$ ,  $df = 1$ ,  $p = .743$ ). Mittels Mixed Model lassen sich

wiederholte Messungen (mind. drei) einer Person in Bezug auf die Einflüsse Implementationsmodi und Nutzung einer Lehr-Lernplattform unter Berücksichtigung möglicher Korrelationen zwischen den erhobenen Daten analysieren. In einem weiteren Schritt gibt eine multivariate Regression Aufschluss über den Einfluss der Lehr-Lernplattform-Nutzung und des Implementationsmodus auf die Variablen der Technologieakzeptanz zu den einzelnen Zeitpunkten. Diese Regression kommt zum Einsatz, wenn eine lineare Beziehung zwischen mehreren unabhängigen Variablen (Lehr-Lernplattform-Nutzung, Implementationsmodus) und mehreren abhängigen Variablen (Variablen der Technologieakzeptanz: Intention, wahrgenommene Bedienbarkeit, wahrgenommener Nutzen, Einstellung) untersucht werden soll. Hierzu wird in R ein lineares Modell mit zwei unabhängigen und vier abhängigen Variablen definiert und anschließend mittels einer multivariaten Varianzanalyse analysiert, welche der unabhängigen Variablen einen Einfluss auf die abhängigen Variablen hat, um nachfolgend weitere spezifischere Analysen hinsichtlich der Einflussgrößen auf die jeweiligen Variablen der Technologieakzeptanz durchzuführen.

Das Ergebnis liefert einen b-Wert, der den interpretierbaren Wert des Effekts angibt. Um diesen Wert steigt (oder sinkt) der Wert der abhängigen Variable, wenn die unabhängige Variable um 1 steigt. Da in diesem Fall die unabhängigen Variablen als Dummy-Variablen<sup>1</sup> kodiert worden sind, gibt der b-Wert einen Vergleich zur Referenzkategorie an. »Ja« (also Zugang zu einer Lehr-Lernplattform an der eigenen Schule) ist die Dummy-Variablen bei der Nutzung, »Nein« (kein Zugang) wird als Referenzkategorie gewählt. »Fortbildung« ist Dummyvariable beim Modus, »Handreichung« wird als Referenzkategorie gewählt. Der Wert *korrigiertes R<sup>2</sup>* ist ein Gütemaß der Regression. Konkret gibt dieser Wert an, wie groß der Anteil erklärter Variation zur Gesamtvariation ist.

#### **Fragestellung 4: Concerns als Prädiktor der Variablen der Technologieakzeptanz**

Entsprechend der Beantwortung der Fragestellung 3 werden die *Concerns* (Dimensionen 0 bis 6) als unabhängige Variablen und die Variablen der Technologieakzeptanz als abhängige Variablen definiert und der Zusammenhang zwischen diesen Variablen mittels multivariater Regression untersucht.

#### **Fragestellung 5: Evaluation**

Zur Beantwortung der Fragestellung 5 werden die erfassten Daten zur Evaluation der Fortbildung und der Handreichung deskriptiv ausgewertet. Offene Items werden inhaltlich gruppiert und in Anlehnung an Kuckartz (2012) ausgewertet. Bei den Antworten zu den offenen Items handelt es sich maximal um Zwei-Satz-Antworten. Ziel der Auswertung der offenen Items

---

<sup>1</sup>Bei Dummy-Variablen handelt es sich um binäre Variablen.

stellt die Reduktion der Antworten durch Zuordnung von Kategorien dar. Dabei kann im vorliegenden Fall ein Satz auch zwei Kategorien zugeordnet werden, wenn entsprechend zwei nicht voneinander abhängige Aspekte genannt werden. Es ist bspw. möglich, mit zwei Sätzen die Betreuung und die Inhalte einer Maßnahme zu bewerten. Um die Aussagen entsprechenden Kategorien zuzuordnen, wird ein Kategoriensystem deduktiv aus der Theorie und zusätzlich induktiv aus den vorhandenen Antworten entwickelt. Dabei werden die Kategorien aus der Theorie der Fortbildungsforschung entnommen (Kap. 4). Zum Beispiel stellt die *Relevanz* ein Akzeptanzkriterium von Fortbildungen dar (Anh. A.4.2). Die Auswertung der Antworten der Lehrkräfte werden zuerst entsprechend den jeweiligen Kategorien zugeordnet. In dem nächsten Schritt werden die Aussagen kategorienbasiert ausgewertet (Kuckartz, 2012).

## 9.3 Fehlende Werte

In der vorliegenden Arbeit wurden insgesamt drei Fragebogenerhebungen (pre, while, post) durchgeführt. Da ein Teil der Lehrkräfte nach der »While-Erhebung« die Teilnahme an der Studie abbrechen, wird zur Vermeidung einer Reduzierung der Stichprobe eine »Multiple Imputation« zum Umgang mit den fehlenden Daten durchgeführt.

### 9.3.1 Unterscheidung fehlender Werte

Fehlende Werte können einzeln »item nonresponse« und/oder in ganzen Einheiten »unit nonresponse« auftreten. In der vorliegenden Studie fehlen insgesamt 11,5 % der erhobenen Daten. Das Fehlen eines Wertes einer Variablen kann entweder stochastisch unabhängig oder stochastisch abhängig von den Werten auf allen Variablen sein (Böwing-Schmalenbrock & Jurczok, 2012; Graham, 2012). Je nach Abhängigkeit bieten sich verschiedene »Missing-Mechanismen« an.

Bei **Missing Completely at Random (MCAR)** handelt es sich um fehlende Werte einer Person bei denen kein stochastischer Zusammenhang zwischen einem fehlenden Wertes einer Variablen und den Werten auf allen Variablen vorliegt (Graham, 2012). MCAR kommt bspw. vor, wenn Teilnehmende aufgrund äußerer Umstände nicht an der Erhebung teilnehmen können. Fehlende Werte dieser Art haben keinen Einfluss auf statistische Analysen (Böwing-Schmalenbrock & Jurczok, 2012; Spieß, 2010). Damit kommt es bei dieser Art unabhängig von der Wahl des Umganges mit den fehlenden Werten nicht zu einer Verzerrung des Ergebnisses.

Fehlende Werte einer Person der Art **Missing at Random (MAR)** eines Wertes einer Variablen hängt von anderen Variablenwerten ab. Jedoch hängt dieses Fehlen nach einer regressionsanalytischen Bereinigung der Variablen (Herauspartialisieren) nicht von der Variablen mit dem fehlenden Wert selbst ab (Böwing-Schmalenbrock & Jurczok, 2012; Göthlich, 2006; Graham, 2012). Diese Art fehlender Daten unterliegt plausiblen Annahmen, die bei dem Umgang mit den fehlenden Daten berücksichtigt werden sollten. Angenommen, männliche Personen beantworten Fragen zu eigenen Gefühlen weniger häufig als weibliche Personen, und es wird eine Frage dieser Art übersprungen, dann hängt dies von dem Geschlecht (erfassbar) und nicht von dem eigenen Gefühl (nicht erfasst) ab. Das Fehlen solcher Werte kann statistisch modelliert werden und es kann ein Zusammenhang zwischen dem Fehlen des Wertes einer Variablen und einer anderen Variablen (bias) nachgewiesen werden. Klassische Verfahren (Kap. 9.3.2) führen dann zu einer Verzerrung der Ergebnisse.

**Missing Not at Random (MNAR)** sind fehlenden Werten, bei denen das Fehlen eines Wertes einer Variablen mit dem eigentlichen Wert dieser Variablen zusammenhängt (Graham, 2012). Dies liegt bspw. bei Menschen mit einem hohen Depressionsgrad vor, die Fragen zur Depression nicht beantworten wollen. Bei dieser Art von fehlenden Werten kommt es unabhängig vom Umgang mit den fehlenden Werten zu einer Verzerrung des Ergebnisses im Vergleich zu einem Ergebnis, welches sich aus einem vollständigen Datensatz ergeben hätte.

Plausibilitätsüberlegungen helfen eine Entscheidung über die jeweilige Art von »Missing-Mechanismen« zu ermöglichen (Böwing-Schmalenbrock & Jurczok, 2012; Graham, 2012). Da die Lehrkräfte, die die Unterrichtskonzeption nicht eingesetzt haben, folgerichtig nicht an der »post«-Erhebung teilgenommen haben, wird im Folgenden der MAR-Mechanismus unterstellt.

### 9.3.2 Verfahren zum Umgang fehlender Werte

Es existieren eine Vielzahl von Möglichkeiten zum Umgang mit fehlenden Werten (Löschung, Ersetzung bzw. Imputation). Dabei unterscheidet sich single (Generierung eines Wertes) und multiple (Generierung mehrerer Werte) Imputation. Zentraler Vorteil der Ersetzung von Werten im Vergleich zum Löschen von Fällen ist, dass mit einem größeren Datensatz gearbeitet wird. Im Folgenden werden die gängigsten Methoden kurz vorgestellt.

Das Verfahren **Fallausschluss** löscht bzw. schließt die Fälle aus, die mindestens einen fehlenden Wert aufweisen (bspw. »listwise deletion«) (Göthlich, 2006; Peugh & Enders, 2004). Dieses Verfahren wird bei großen Stichproben und MCAR-Mechanismen angewendet. Es führt zu

einer Reduzierung der Stichprobe und damit zu einer Erhöhung des Standardfehlers bzw. zur Senkung des Signifikanzniveaus. Auch steigt das Risiko eines Typ II Fehlers (Acock, 2005). Zusätzlich wird diese Art des Umganges mit fehlenden Werten nur dann empfohlen, wenn der Prozentsatz der fehlenden Werte gering ist (Bergmann & Franzese, 2020), sodass im vorliegenden Fall nicht das Verfahren »Fallausschluss« genutzt wird.

Bei der **Mittel-/Medianersetzung** werden fehlende Werte durch den Mittelwert oder den Median ersetzt. Problematisch bei diesem Verfahren ist, dass die wahre Varianz unterschätzt und die wahre Verteilung verzerrt wird. Die Durchführung des Verfahrens wird bei maximal 5 % fehlender Daten empfohlen.

Das Verfahren **Maximum-Likelihood-Schätzungen** ist bei MCAR- und MAR-Mechanismen anwendbar und führt eine modellbasierte Schätzung bspw. von Mittelwerten durch. Voraussetzung für die Durchführung dieses Verfahrens sind normalverteilte Daten. Bei Anwendung dieser Methode finden die jeweilige Schätzungen und die spezifischen Analysen gleichzeitig statt, wodurch bspw. nach Erhalt eines Ergebnisses keine weiteren explorative Untersuchungen möglich sind.

Das Verfahren der **Multiple Imputation** lässt im Vergleich mit der Methode der Maximum-Likelihood-Schätzungen zu, dass Hilfsvariablen bei der Imputation einbezogen werden. Auch werden konkret die fehlenden Werte durch »passende« Werte ersetzt, wodurch ein vollständiger Datensatz generiert wird. Bei der multiplen Imputation werden weitere vorliegende relevante Informationen einbezogen und Zufallsfehler hinzugerechnet (Böwing-Schmalenbrock & Jurczok, 2012). Collins et al. (2001) stellen den besonderen Wert von Hilfsvariablen bei der Imputation dar. Dieses Verfahren ist bei MCAR- und MAR-Mechanismen anwendbar. Fehlende Werte werden mindestens zweimal ( $m > 1$ ) imputiert. Dadurch entstehen insgesamt  $m > 1$  Datensätze, mit denen die statistischen Analysen parallel durchgeführt werden (Göthlich, 2006). Die Generierung mehrerer Datensätze begegnet dem Problem der Varianzverkleinerung, da die imputierten Werte leicht streuen (Spieß, 2010). Bei diesem Verfahren wird die Unsicherheit in den fehlenden Werten berücksichtigt. Das Verfahren selbst und die durchgeführten Analysen werden voneinander getrennt betrachtet (datenbasiertes Vorgehen). Die multiple Imputation gibt bei Anwendung »passende« Schätzwerte heraus (Acock, 2005). Da das Verfahren, auch bei einem Verstoß gegen die Voraussetzung der Normalteilung, »robust gegenüber leichten Fehlspezifikationen« (Peugh & Enders, 2004; Spieß, 2010, S. 134) ist, bei kleinen Stichproben effektiv angewendet werden kann und die Anzahl der fehlende Werte über 5 % liegen (Graham, 2009), wird das Verfahren der multiplen Imputation in der vorliegenden Arbeit zum Umgang mit den fehlenden »post«-Daten angewendet.

### 9.3.3 Konkrete Anwendung der multiplen Imputation

Die Datenimputation in der vorliegenden Arbeit wurde mit R durchgeführt. Zur Erstellung eines multipel imputierten Datensatzes wurde das Paket »Mice« (Multivariate Imputation via Chained Equations) verwendet und sich an dem Vorgehen von Manly und Wells (2015) orientiert.

Jede Lehrkraft, die den Fragebogen zu den jeweiligen Zeitpunkten *pre*, *while* und *post* ausgefüllt hat, hat diesen vollständig ausgefüllt, sodass vereinzelte fehlende Werte nicht vorkamen. Insgesamt haben von den 74 Lehrkräften, 39 Lehrkräfte am gesamten Prozess (*pre*, *while*, *post*) teilgenommen. Eine Lehrkraft hat den Fragebogen zum Zeitpunkt »pre« nicht ausgefüllt. Zum Zeitpunkt »post« fehlen 35 ausgefüllte Fragebögen, da diese Lehrkräfte die Unterrichtseinheit nicht eingesetzt haben. Da es wichtig ist, so viele zusätzliche Daten (bspw. Kovariablen) wie möglich in die Berechnung der Imputation einfließen zu lassen, werden alle erhobenen Daten bis auf die Daten zur Evaluation der Fortbildung und der Handreichung in die Imputation einbezogen und die Anzahl der Imputationen  $m$  auf 10 festgelegt (für die Festlegung der Anzahl der Imputationen Böwing-Schmalenbrock & Jurczok, 2012; Graham et al., 2007; Manly & Wells, 2015). Die Anzahl der notwendigen generierten Datensätze ist abhängig vom Anteil der fehlenden Werte und der Toleranz von Testtrennschärfen.

Mit allen  $m = 10$  imputierten Datensätzen wurden die in der Methodik beschriebenen Analysen (Kap. 9.2.5) parallel durchgeführt (Acock, 2005; Göthlich, 2006; Peugh & Enders, 2004). Die Parameter werden durch die Mittelwerte aus den Schätzungen aller Datensätze geschätzt (Schafer, 1997). Abschließend sollen die Auswertungen mit dem imputierten Datensatz mit dem ursprünglichen Datensatz verglichen und diskutiert werden (Anh. B.2).<sup>2</sup>

## 9.4 Ergebnisse

Die Ergebnisdarstellung der Analysen erfolgt sortiert nach den in Kap. 9.1 formulierten Fragestellungen. Grundlage für Fragestellung 1 und 2 sind dieselben Daten, sodass die deskriptiv ausgewerteten Daten lediglich in der Ergebnisdarstellung zu Fragestellung 1 detailliert berichtet werden. Im Vorfeld werden die Kontrollvariablen ausgewertet, wobei zwischen den Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« unterschieden wird.

---

<sup>2</sup>Dies wird an dieser Stelle nicht ausführlich berichtet. Die ursprünglichen Daten wurden mithilfe der »listwise deletion« zur Überprüfung der Plausibilität analysiert. Diese Ergebnisse und die Ergebnisse der Analysen mit dem imputierten Datensatz wurden durch Betrachtung der Lage- und Streumaße beider Verfahren verglichen. Auf die Ergebnisberichterung beider Verfahren wird in der vorliegenden Arbeit verzichtet. Im Ergebnisteil werden lediglich die Ergebnisse der Analysen mit dem multiplen generierten Datensatz berichtet.

### 9.4.1 Analyse der Kontrollvariablen

#### Analyse der Kontrollvariablen

Zur Kontrolle der zwei Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« wurden diese hinsichtlich ihrer Persönlichen Innovationsfreude, der Subjektiven Norm, des Selbstkonzepts »Digitale Kompetenz«, ihrer Einstellung zum digitalen Lernen und des Interesses in Bezug auf Innovationen zum Zeitpunkt *pre* miteinander verglichen. In keiner Variablen unterscheiden sich die Gruppen signifikant voneinander (Tab. 9.2).

**Tab. 9.2:** Gruppenvergleich Kontrollvariablen, Zeitpunkt *pre*, Angabe des Mittelwertes und der Standardabweichung pro Gruppe, W- und p-Wertes, \* $p < .05$ ,  $N = 74$

Variable	Fortbildung	Handreichung	W-Wert	p-Wert
Pers. Innovationsfreude	5.163 (1.03)	5.231 (1)	652.5	.93
Subjektive Norm	4.25 (1.53)	3.821 (1.58)	748.5	.24
Selbstkonzept	3.24 (.66)	3.27 (.6)	629.5	.86
Einstellung zum digitalen Lernen	2.99 (.5)	2.84 (.5)	720.5	.33
Interesse	4 (.96)	3.8 (.61)	798.5	.06

Eine Analyse der Kontrollvariablen zu den anderen Zeitpunkten *while* und *post* ergab, dass sich die Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« auch hier nicht unterscheiden. Zusätzlich wurde analysiert, ob eine Veränderung der Kontrollvariablen über den Zeitraum innerhalb der Gruppen über die Zeitpunkte hinweg stattfand. Dies konnte nicht nachgewiesen werden.<sup>3</sup> Weder die Fortbildung noch die Auseinandersetzung mit der Handreichung sowie der Einsatz einer Unterrichtseinheit trugen zu einer Veränderung der Kontrollvariablen bei. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die teilgenommen Lehrkräfte in allen Variablen (Ausnahme Einstellung zum digitalen Lernern) schon zu Beginn hohe Werte angenommen haben.

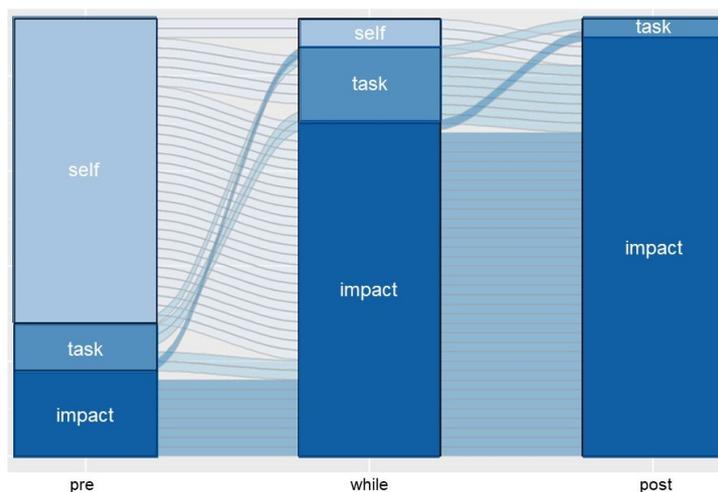
<sup>3</sup>Auf eine detaillierte Darstellung der statistischen Kennwerte wird an dieser Stelle verzichtet.

## 9.4.2 Fragestellung 1: Analyse der Einzelgruppen Fortbildung und Handreichung

**Inwiefern verändert sich die affektive-kognitive Auseinandersetzung gegenüber den digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen während des Implementationsprozesses innerhalb der Gruppen Fortbildung und Handreichung?**

### 1.1 Veränderung in der Gruppe Fortbildung

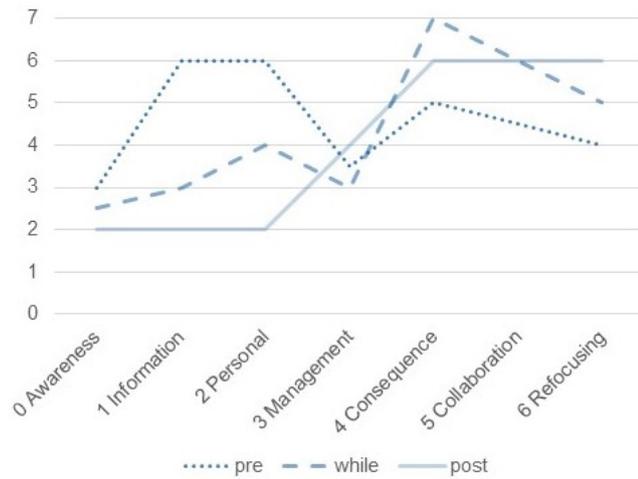
Zu Beginn (*pre*-Zeitpunkt) ist die höchste angenommene Dimension (*peak stage*) bei ca. zwei Drittel dem *self* und dem restlichen Drittel den *tasks* und *impact Concerns* zuzuordnen. Zum Zeitpunkt *while* verändert sich dieses Verhältnis zugunsten der *task Concerns*. Keine der Lehrkräfte, deren *peak-stage* bei den *impact Concerns* ist, wechselt eine Kategorie »tiefer« in *task* oder *self*. 54 % der Lehrkräfte wechselt von *self* zu *impact*. Zum Zeitpunkt *post* ist die Auseinandersetzung bei fast jeder Lehrkraft den *impact Concerns* zuzuordnen, lediglich zwei Lehrkräfte sind in ihrer Auseinandersetzung aufgabenbezogen (*task*).



**Abb. 9.2:** Vergleich der Concerns in der Gruppe Fortbildung zwischen den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post*

Abbildung 9.3 zeigt die SoC-Profile zu den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post*. Zu Beginn des Implementationsprozess weisen die Lehrkräfte in der Gruppe »Fortbildung« das in der Theorie beschriebene Profil der *Kooperierenden* auf, wobei in diesem Fall die personenbezogene Auseinandersetzung gegenüber der wirkungsbezogenen Auseinandersetzung überwiegt. Dies ändert sich zum zweiten Erhebungszeitpunkt *while*. Zu diesem Zeitpunkt hat sich die personenbezogene Auseinandersetzung reduziert und die Auseinandersetzung hinsichtlich der Wirkung erhöht.

In der Dimension 4 *Consequence* ist zusätzlich ein Peak zu erkennen und weist dadurch eine Ähnlichkeit zum *Single-Peak Profil* auf. Zum Zeitpunkt *post* verkleinert sich die personenbezogene Auseinandersetzung im Vergleich zum Zeitpunkt *while*, die wirkungsbezogene Auseinandersetzung hat sich kaum verändert. Das Profil weist abschließend eine Dominanz in den Dimensionen 4 *Consequence*, 5 *Collaboration* und 6 *Refocusing* (*task Concerns*) auf. Die



**Abb. 9.3:** SoC-Profil in der Gruppe Fortbildung zum Zeitpunkt *pre*, *while* und *post*

Fortbildung und der Einsatz scheint zu einer Weiterentwicklung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung beizutragen. Dies ist plausibel, da in der Fortbildung notwendige Informationen transportiert wurden und scheinbar individuelle Fragen beantwortet werden konnten. Auch steht verständlicherweise eine Anpassung der Unterrichtskonzeptionen basierend auf den eigenen Erfahrungen im Fokus. Verwunderlich ist, dass selbst nach dem Einsatz noch die Auswirkungen auf den eigenen Unterricht und der Austausch mit anderen Lehrkräften interessant bleiben, wobei nicht klar ist, ob sich das Interesse auf die inhaltliche und/oder digitale Umsetzung bezieht.

Inwieweit sich die Auseinandersetzung in der jeweiligen Dimension zu den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post* signifikant unterscheidet, wird in Abb. 9.4 dargestellt. Die zentrale Tendenz unterscheidet sich in allen Dimensionen mit Ausnahme von Dimension 3 *Management* (Abb. 9.4, Tab. 9.3).

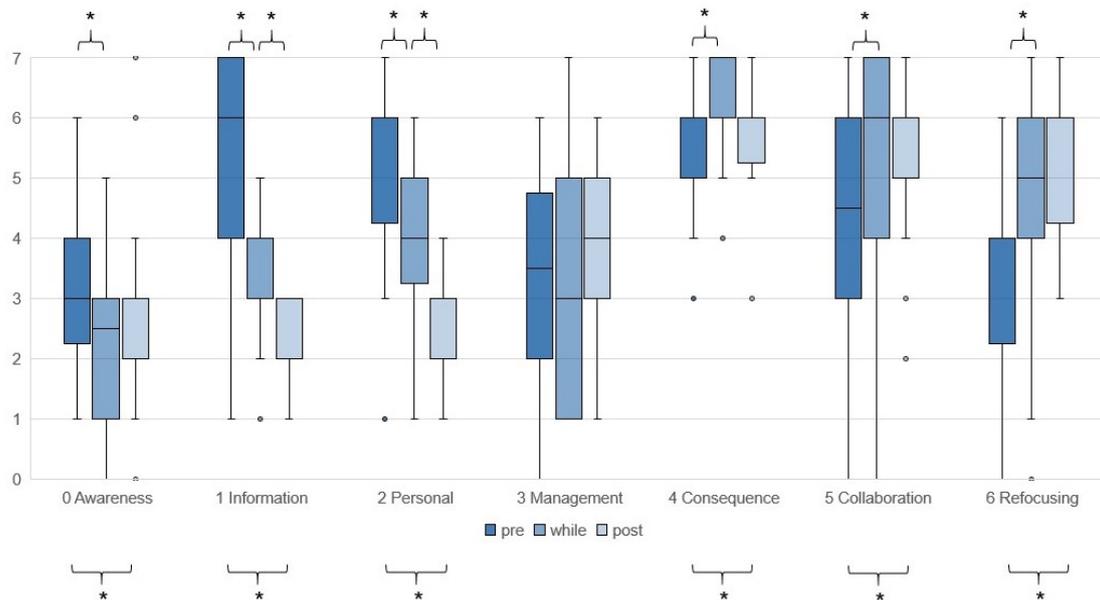
Zwischen den Zeitpunkten *pre* und *while* verändert sich der Grad der Auseinandersetzung in den Dimensionen 0

**Tab. 9.3:** Angabe der Mediane (IQA) über alle Zeitpunkte pro SoC-Dimension Gruppe Fortbildung

Dimension	pre	while	post
0 Awareness	3 (1.75)	2.5 (2)	2 (1)
1 Information	6 (3)	3 (1)	2 (1)
2 Personal	6 (1.75)	4 (1.75)	2 (1)
3 Management	3.5 (2.75)	3 (4)	4 (2)
4 Consequence	5 (1)	6 (1)	6 (0.75)
5 Collaboration	4.5 (3)	5 (3)	6 (1)
6 Refocusing	4 (1.75)	5 (2)	6 (1.75)

*Awareness*, 1 *Information*, 2 *Personal*, 4 *Consequence*, 5 *Collaboration* und 6 *Refocusing* signifikant. Zwischen den Zeitpunkten *while* und *post* zeigt sich ein signifikanter Unterschied

in den Dimensionen 1 *Information* und 2 *Personal*. In der Dimension 3 *Management* gibt es über den gesamten Erhebungszeitraum keine Veränderung im Grad der Auseinandersetzung.



**Abb. 9.4:** Dimensionsvergleich Stages of Concern in der Gruppe Fortbildung zwischen den Zeitpunkten pre, while und post; \* $p < .05$

Das Ergebnis bestätigt, dass die in Abb. 9.3 dargestellte Entwicklung in bestimmten Dimensionen statistisch signifikant ist. Die Teilnahme an der Fortbildung trägt zu einer Bewusstseinsweiterung der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen bei (*Awareness*). Der Besuch der Fortbildung und der Einsatz trägt dazu bei, dass sich das Bedürfnis nach weiteren Informationen reduziert hat, wobei davon auszugehen ist, dass sich besonders das Wissen um die tatsächliche Umsetzung der Unterrichtskonzeptionen erhöht hat (*Information*). Weiterhin wurde durch den Besuch der Fortbildung und den Einsatz die Auseinandersetzung die Dimension 2 *Personal* angesprochen, wodurch sich die Auseinandersetzung im Mittel von 6 auf 2 reduziert hat. Die Dimension 3 *Management* hat sich über den gesamten Implementationsprozess nicht verändert. Weiterhin hat sich das Interesse an den Auswirkungen auf den Unterricht und den Erfahrungen anderer Lehrkräfte erhöht (*Consequence* und *Collaboration*). Dies spricht dafür, dass die digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen innerhalb der Messzeitpunkte pre und while nicht abgelehnt worden ist. Es zeigt aber gleichermaßen auf, dass der Besuch dieser Fortbildung nicht eine tatsächlich realisierte Erfahrung ersetzt. Erstaunlicherweise bleibt die Auseinandersetzung auch nach dem Einsatz der Unterrichtskonzeptionen in den Dimensionen 4 und 5 hoch. Die Dimension 6 *Refocusing* erhöht sich nach dem Besuch der Fortbildung,

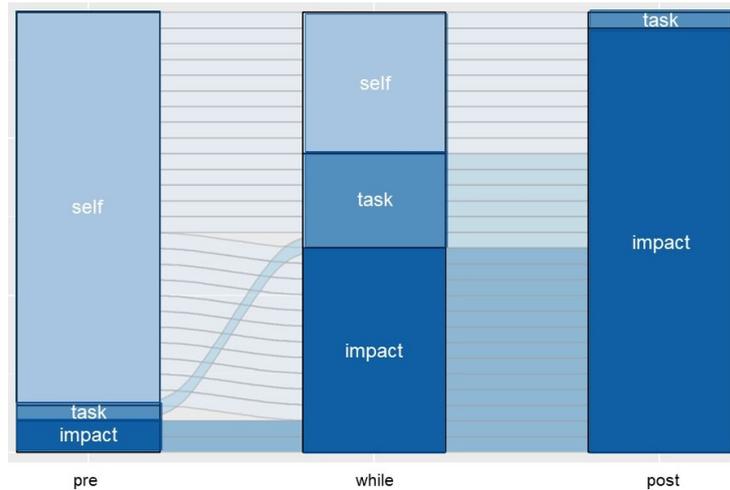
obwohl eine Überarbeitung in Form einer Adaption an den eigenen Unterricht der Konzeption stattgefunden hat. Der Einsatz trägt im Vergleich zum Zeitpunkt *while* nicht zu einer Veränderung in der Auseinandersetzung in der Dimension 6 bei. Möglicherweise wurden durch den Einsatz weitere Ideen zur Überarbeitung der Konzeptionen ersichtlich.

**Tab. 9.4:** Gruppe Fortbildung: Angabe des *p*- und *W*-Wertes (Effektstärke) sowie bei signifikantem Ergebnis des Friedmann-Tests: Ergebnis der Durchführung des Post-hoc-Tests zwischen den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post* mit Angabe des *p*- und *W*-Wertes,  $p < .05$ ,  $N = 46$

Dimension	Friedmann-Test	pre-while	while-post	pre-post
0 Awareness	$\chi^2 = 13.42$ , $df = 2$ , $p = .001$ , $W = .14$	$p = .007$ , $W = .182$	$p = .96$	$p = .003$ , $W = .21$
1 Information	$\chi^2 = 64.63$ , $df = 2$ , $p < .001$ , $W = .67$	$p < .001$ , $W = .53$	$p < .001$ , $W = .63$	$p < .001$ , $W = .79$
2 Personal	$\chi^2 = 68.06$ , $df = 2$ , $p < .001$ , $W = .72$	$p = .022$ , $W = .35$	$p < .001$ , $W = .82$	$p < .001$ , $W = .82$
3 Management	$\chi^2 = 0.74$ , $df = 2$ , $p = 0.692$			
4 Consequence	$\chi^2 = 27.28$ , $df = 2$ , $p < .001$ , $W = .28$	$p < .001$ , $W = .22$	$p = .06$	$p = .009$ , $W = .22$
5 Collaboration	$\chi^2 = 24.92$ , $df = 2$ , $p < .001$ , $W = .26$	$p < .001$ , $W = .3$	$p = .95$	$p < .001$ , $W = .37$
6 Refocusing	$\chi^2 = 49.31$ , $df = 2$ , $p < .001$ , $W = .51$	$p < .001$ , $W = .53$	$p = .53$	$p < .001$ , $W = .77$

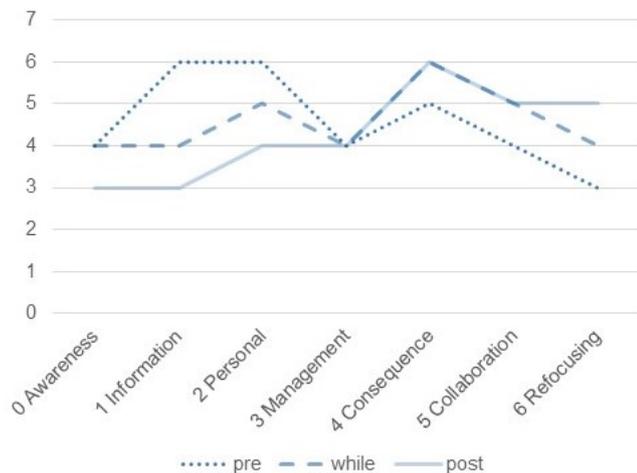
### 1.2 Veränderung in der Gruppe Handreichung

Zum *pre*-Zeitpunkt ist die Auseinandersetzung bei fast allen Lehrkräften in der Gruppe Handreichung personenbezogen. Zum Zeitpunkt *while* reduziert sich die Anzahl der Lehrkräfte in der Kategorie *self* und entsprechend erhöht sich die Anzahl der Lehrkräfte in den Kategorien *task* (18 %) und *impact* (39 %). Zum Zeitpunkt *post* ist die Auseinandersetzung aller Lehrkräfte bis auf eine Ausnahme wirkungsbezogen.



**Abb. 9.5:** Dimensionsvergleich Stages of Concern in der Gruppe Fortbildung zwischen den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post*

Abbildung 9.6 zeigt die SoC-Profile zu den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post*. Zu Beginn des Implementationsprozess weisen die Lehrkräfte in der Gruppe »Handreichung« das in der Theorie beschriebene Profil der Kooperierenden auf, wobei in diesem Fall die personenbezogene Auseinandersetzung gegenüber der wirkungsbezogenen Auseinandersetzung überwiegt (vgl. auch Gruppe Fortbildung).



**Abb. 9.6:** SoC-Profile in der Gruppe Handreichung zwischen den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post*

Zum Zeitpunkt *while* verringert sich die personenbezogene Auseinandersetzung und die Auseinandersetzung hinsichtlich der Wirkung erhöht sich. Zum Zeitpunkt *post* verringert sich nochmals die personenbezogene Auseinandersetzung, während sich die wirkungsbezogene Auseinandersetzung lediglich in der Dimension 6 erhöht. Das Profil weist also abschließend eine Dominanz in den wirkungsbezogenen *Concerns* auf. In der Dimension 4 *Consequence* lassen sich möglicherweise Deckeneffekte identifizieren, wobei anzunehmen ist, dass der Einsatz der Unterrichtskonzeption eher zu einer Verringerung in der Dimension beitragen sollte, da die Auswirkung auf den eigenen Unterricht durch die Lehrkraft selbst erfahren wird.

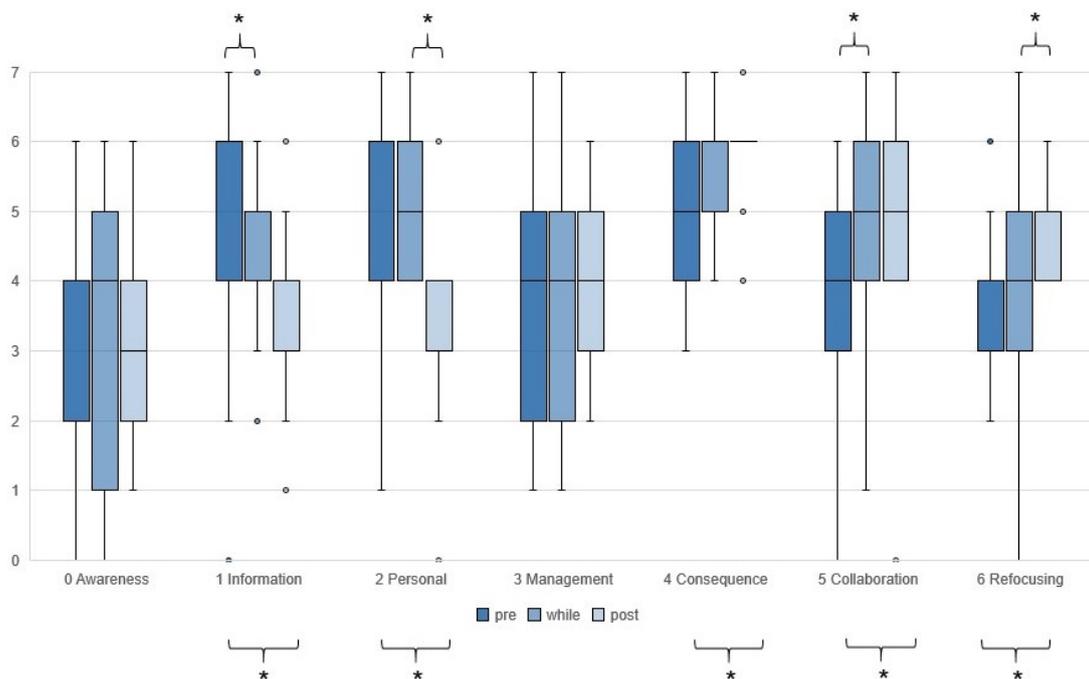
Inwieweit sich die Auseinandersetzung in der jeweiligen Dimension zu den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post* in der Gruppe Handreichung signifikant unterscheidet, wird in Abb. 9.7 dargestellt. Die zentrale Tendenz unterscheidet sich in den Dimensionen 1 *Information*, 2 *Personal*, 5 *Collaboration* und 6 *Refocusing* (Abb. 9.6, Tab. 9.5).

Zwischen den Zeitpunkten *pre* und *post* unterscheiden sich mit Ausnahme der

Dimensionen 0 *Awareness* und 3 *Management* alle anderen Dimensionen signifikant. Zusätzlich lassen sich signifikante Unterschiede in der Dimensionen 1 *Information* zwischen den Zeitpunkten *pre* und *while* sowie signifikante Unterschiede in den 2 *Personal*, 5 *Collaboration* und 6 *Refocusing* zwischen den Zeitpunkten *while* und *post* identifizieren.

**Tab. 9.5:** Angabe der Mediane (IQA) über alle Zeitpunkte pro SoC-Dimension Gruppe Handreichung

Dimension	pre	while	post
0 <i>Awareness</i>	4 (2)	4 (4)	2 (2)
1 <i>Information</i>	6 (2)	4 (1)	3 (1)
2 <i>Personal</i>	6 (2)	5 (2)	4 (1)
3 <i>Management</i>	4 (3)	4 (3)	4 (2)
4 <i>Consequence</i>	5 (2)	6 (1)	6 (0)
5 <i>Collaboration</i>	4 (2)	5 (2)	5 (2)
6 <i>Refocusing</i>	3 (1)	4 (2)	5 (1)



**Abb. 9.7:** Dimensionsvergleich Stages of Concern in der Gruppe Handreichung zwischen den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post*; \* $p < .05$

Ebenfalls ist hier zunächst auffallend, dass sich in der Dimension 3 *Management* weder zwischen den Zeitpunkten *pre* und *while* sowie *while* und *post* noch über den gesamten Prozess, das heißt zwischen *pre* und *while* eine Veränderung in dem Grad der Auseinandersetzung identifizieren lässt.

Weder die Auseinandersetzung mittels Handreichung noch der Einsatz selbst tragen zu einer Bewusstseinsweiterung über die Innovation bei. Mittels Handreichung ist es möglich, das Bedürfnis nach Informationen zu reduzieren. Der Einsatz selbst trägt aber nicht zu einer Verringerung der Auseinandersetzung in der Dimension 1 *Information* bei. Die Auseinandersetzung in der Dimension 2 *Personal* wird lediglich durch den Einsatz beeinflusst. Dies erscheint nicht verwunderlich, da in der Auseinandersetzung individuelle Fragen nicht geklärt werden können, die wahrscheinlich dann erst mit der selbstgemachten Erfahrung selbst beantwortet werden. Weder die Dimension 3 noch die Dimension 4 werden durch die Auseinandersetzung mittels Handreichung und dem Einsatz der Unterrichtseinheit verändert.

**Tab. 9.6:** Gruppe Handreichung: Angabe des *p*- und *W*-Wertes (Effektstärke) sowie bei signifikantem Ergebnis des Friedmann-Tests: Ergebnis der Durchführung des Post-hoc-Tests zwischen den Zeitpunkten *pre*, *while* und *post* Angabe des *p*- und *W*-Wertes,  $p < .05$ ,  $N = 27$

Dimension	Friedmann-Test	pre-while	while-post	pre-post
0 <i>Awareness</i>	$\chi^2 = 2.14$ , $df = 2$ , $p = 0.344$			
1 <i>Information</i>	$\chi^2 = 17.26$ , $df = 2$ , $p < 0.001$ , $W = .32$	$p = .019$ , $W = .43$	$p = .35$	$p < 0.001$ , $W = .26$
2 <i>Personal</i>	$\chi^2 = 30.23$ , $df = 2$ , $p < 0.001$ , $W = .56$	$p = .88$	$p < .001$ , $W = .67$	$p < 0.001$ , $W = .67$
3 <i>Management</i>	$\chi^2 = 0.74$ , $df = 2$ , $p = 0.692$			
4 <i>Consequence</i>	$\chi^2 = 24.4$ , $df = 2$ , $p < 0.001$ , $W = .45$			
5 <i>Collaboration</i>	$\chi^2 = 16.93$ , $df = 2$ , $p < 0.001$ , $W = .31$	$p = .007$ , $W = .52$	$p = .621$	$p < 0.001$ , $W = .43$
6 <i>Refocusing</i>	$\chi^2 = 22.89$ , $df = 2$ , $p < 0.001$ , $W = .42$	$p = .221$	$p = .006$ , $W = .27$	$p < 0.001$ , $W = .62$

Dafür lässt sich aber eine Erhöhung des Interesses an den Erfahrungen anderer Lehrkräfte

identifizieren (*Collaboration*). Abschließend ist für die Lehrkräfte die Überarbeitung der Konzeptionen nach dem Einsatz der Konzeptionen relevanter.

### **Zusammenfassung**

In beiden Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« verändert sich die Auseinandersetzung von *self* und/oder *task* zu *impact* über den gesamten Implementationsprozess. Die personenbezogene Auseinandersetzung verringert sich dabei zugunsten der Erhöhung der wirkungsbezogenen Auseinandersetzung. Weiterhin verändern sich die SoC-Profile im Verlauf des Implementationsprozesses, wobei eine Veränderung der wirkungsbezogenen *Concerns* in der Gruppe »Fortbildung« zwischen den Zeitpunkten *pre* und *while* stattfindet und die der Gruppe »Handreichung« zwischen den Zeitpunkten *while* und *post*. Beide Gruppen verändern sich in der Dimension 3 *Management* nicht.

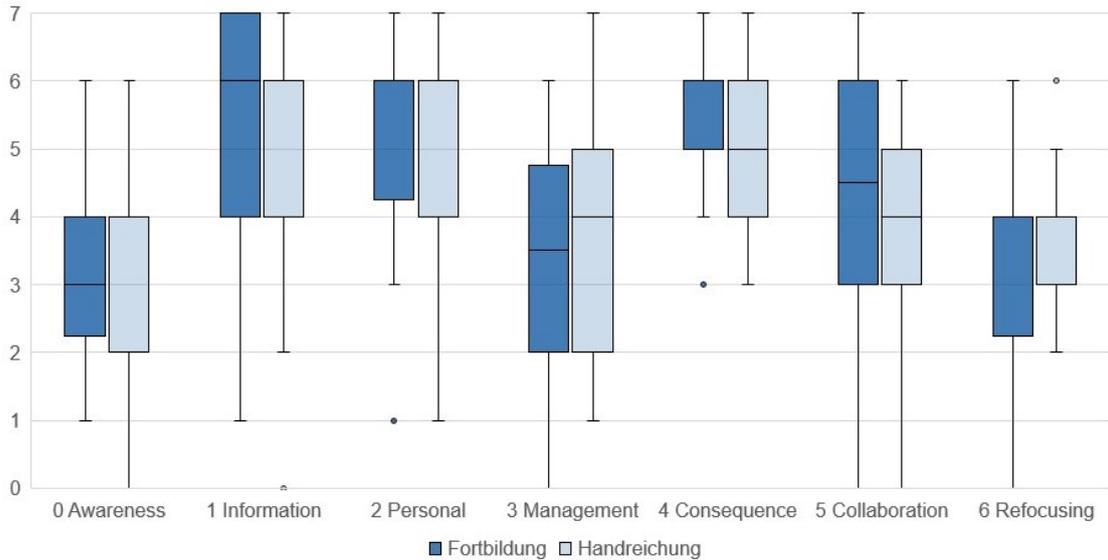
Mit Blick auf die Veränderung der wirkungsbezogenen *Concerns* stellen sich die Fragen, ob sich bspw. durch den Einsatz, also der konkreten Handlung, die affektiv-kognitive Auseinandersetzung zwischen den beiden Gruppen zum Zeitpunkt *post* mehr ähnelt als zu Zeitpunkt *while* oder welchen Beitrag der Implementationsmodus und der Einsatz auf die Veränderung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung hat. In nachfolgenden Ergebnisteil werden die beiden Gruppen in jeder Dimension über den gesamten Implementationsprozess miteinander verglichen.

### **9.4.3 Fragestellung 2: Vergleich der Gruppen Fortbildung und Handreichung**

**In welchem Maß unterscheidet sich die affektiv-kognitive Auseinandersetzung mit den digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen zwischen der Fortbildungs- und Handreichungsgruppe über den gesamten Implementationsprozess?**

#### **Zeitpunkt *pre* Stages of Concern**

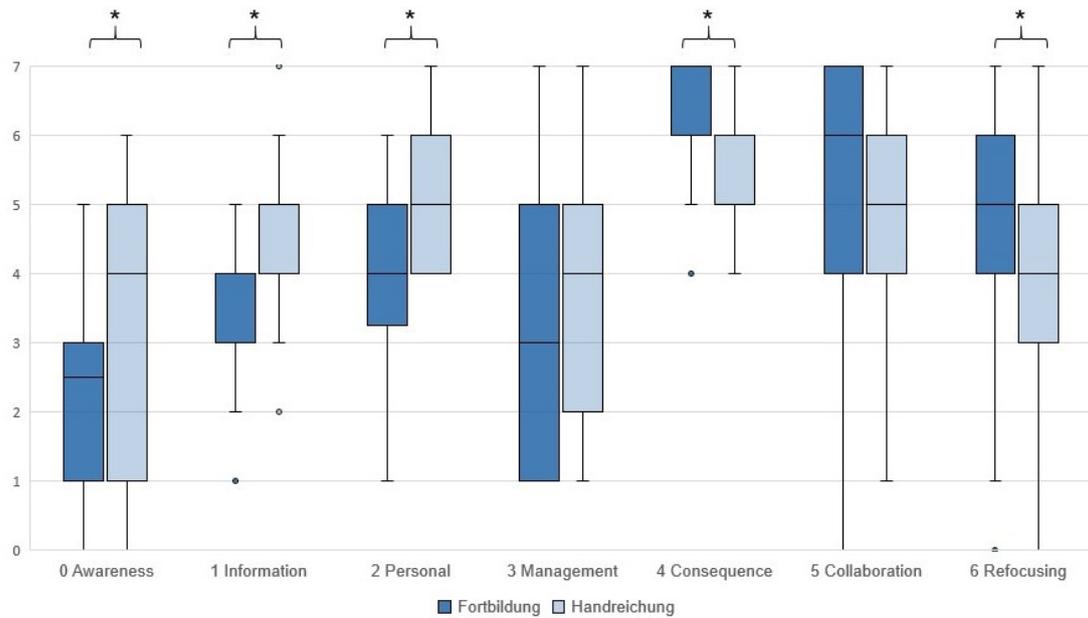
Zum Zeitpunkt *pre* unterscheiden sich die Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« hinsichtlich der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung in keiner SoC-Dimension (Abb. 9.8).



**Abb. 9.8:** Dimensionsvergleich Stages of Concern zwischen den Gruppen Fortbildung und Handreichung, Zeitpunkt pre

### Zeitpunkt *while* Stages of Concern

Zum Zeitpunkt *while* unterscheiden sich die Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« in den SoC-Dimensionen 0 *Awareness*, 1 *Information*, 2 *Personal*, 4 *Consequence*, 6 *Refocusing* signifikant (Abb. 9.9 und Tab. 9.7). So trägt die Fortbildung im Vergleich zu einer Auseinandersetzung mit einer Handreichung zu einem Bewusstwerden der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen bei. Die personenbezogene Auseinandersetzung ist in der Gruppe im Vergleich zur Gruppe Handreichung kleiner und die wirkungsbezogene Auseinandersetzung ist in der Gruppe Fortbildung höher als in der Gruppe Handreichung. Scheinbar wird in der Gruppe Fortbildung die personenbezogene Auseinandersetzung mehr adressiert. Dies ist möglicherweise auf die Interaktion zurückzuführen. Die wirkungsbezogenen *Concerns* sind eventuell in der Gruppe Handreichung weniger ausgeprägt, da *self*-Aspekte relevanter sind. Hier ist aber anzumerken, dass auch in der Gruppe Handreichung die wirkungsbezogene Auseinandersetzung als hoch eingestuft werden kann.



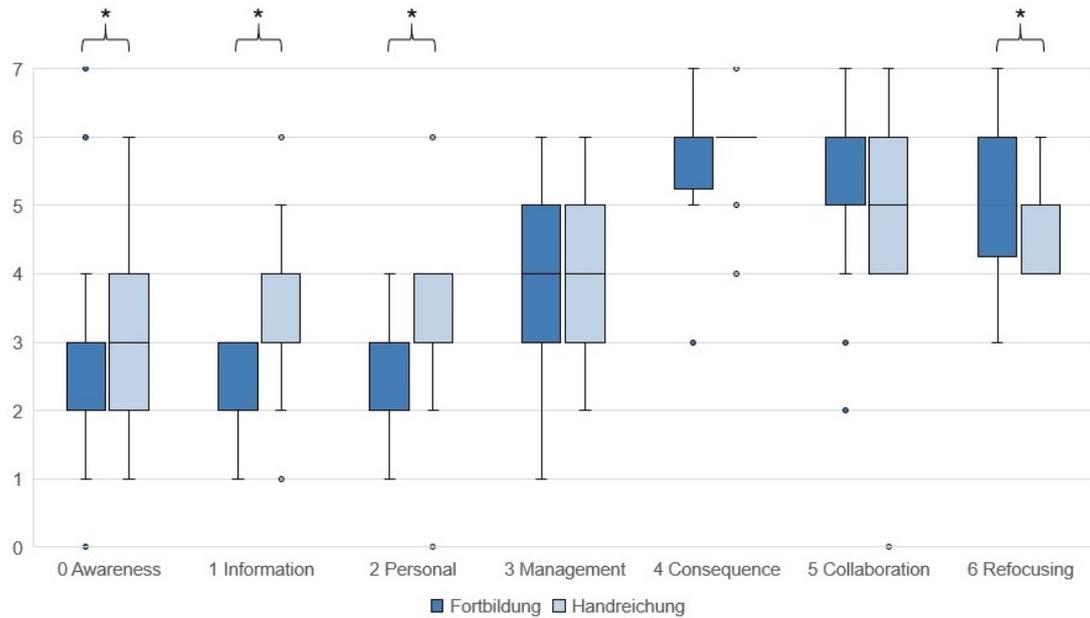
**Abb. 9.9:** Dimensionsvergleich Stages of Concern zwischen den Gruppen Fortbildung und Handreichung, while,  $*p < .05$

**Tab. 9.7:** Bei signifikantem Unterschied zwischen der Gruppe Fortbildung und Handreichung in den einzelnen SoC-Dimensionen Angabe des W- und p-Wertes und der Effektstärke, Zeitpunkt while

Dimension	W-Wert	p-Wert	Effektstärke
0 Awareness	438	.018	0.27
1 Information	233	< .001	0.55
2 Personal	415	.008	0.31
4 Consequence	953	< .001	0.41
6 Refocusing	879	.01	0.30

### Zeitpunkt post Stages of Concern

Zum Zeitpunkt *post* unterscheiden sich die Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« in den SoC-Dimensionen 0 *Awareness*, 1 *Information*, 2 *Personal* und 6 *Refocusing* signifikant (Abb. 9.8 und Tab. 9.8)). Die Unterschiede zwischen den Gruppen wird daher lediglich in der Dimension 4 *Consequence* durch den Einsatz aufgelöst. Die Unterschiede in den anderen Dimensionen bleiben bestehen. Möglicherweise hängt die Gruppe Handreichung in Bezug auf ihre Auseinandersetzung hinter der Gruppe Fortbildung hinterher.



**Abb. 9.10:** Dimensionsvergleich Stages of Concern zwischen den Gruppen Fortbildung und Handreichung Zeitpunkt post, \* $p < .05$

**Tab. 9.8:** Bei signifikantem Unterschied zwischen der Gruppe Fortbildung und Handreichung in den einzelnen SoC-Dimensionen Angabe des W- und p-Wertes und der Effektstärke, Zeitpunkt post

Dimension	W-Wert	p-Wert	Effektstärke
0 Awareness	464	.032	0.25
1 Information	188	< .001	0.62
2 Personal	173.5	< .001	0.64
6 Refocusing	840.5	.027	0.26

### Zusammenfassung

Zu Beginn der Auseinandersetzung unterscheiden sich die Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« hinsichtlich der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung in keiner Dimension. Dies ändert sich zu den Zeitpunkten *while* und *post*. Zum Zeitpunkt *while* unterscheiden sich die Gruppen im Grad der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung in fünf von sieben Dimensionen. Zum Zeitpunkt *post* unterscheiden sich die Gruppen noch in vier Dimensionen. Der Einsatz der Unterrichtskonzeptionen scheint zu einer Reduzierung der Unterschiede zwischen den Gruppen beizutragen.

### 9.4.4 Fragestellung 3: Einfluss auf die Technologieakzeptanz

**Wie verändert sich der Einfluss a) des Implementationsmodus und b) der Nutzung einer Lehr-Lernplattform an der eigenen Schule auf die Variablen der Technologieakzeptanz während des Implementationsprozesses?**

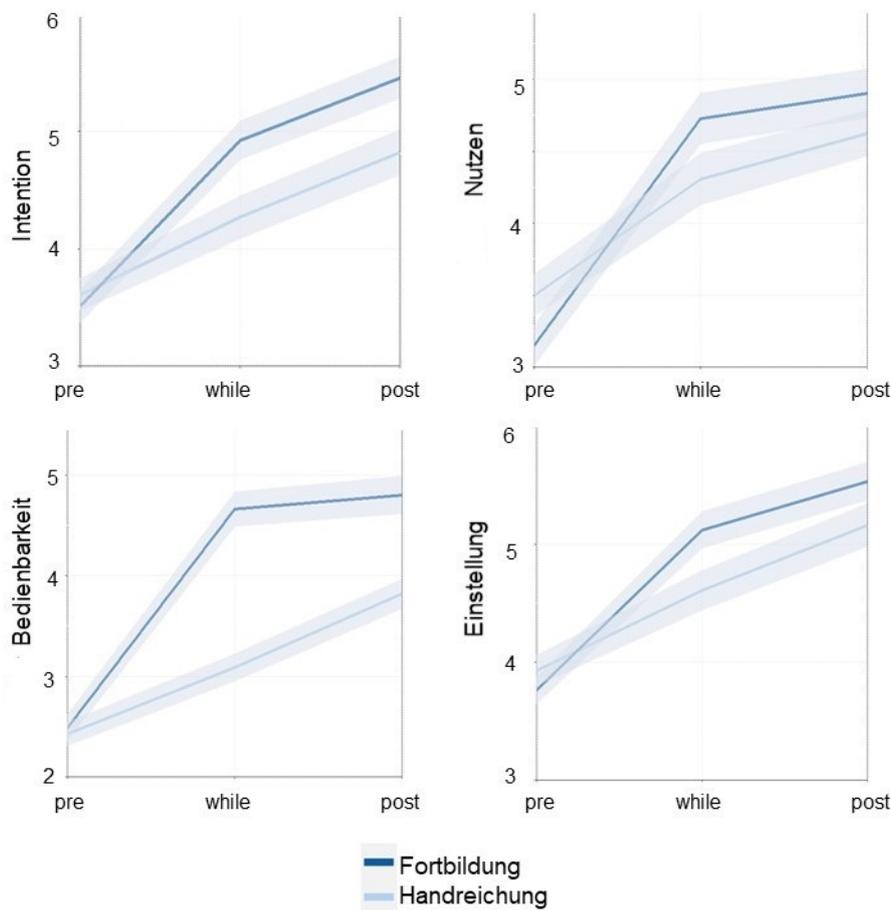
Zur Beantwortung der Fragestellung wird zunächst das Ergebnis der Mixed Model Analyse berichtet. Anschließend wird der Einfluss des Implementationsmodus und der Nutzung einer Lehr-Lernplattform zu den einzelnen Zeitpunkten *pre*, *while* und *post* auf die Variablen des Technologieakzeptanzmodells, also das Ergebnis der multivariaten Regression, dargelegt. Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) zu allen Zeitpunkten aufgeschlüsselt nach den Gruppen Fortbildung, Handreichung, Nutzende und Nichtnutzende sind in Tabelle 9.9 dargestellt.

**Tab. 9.9:** Deskriptive Statistik aufgeschlüsselt nach Implementationsmodus und Nutzung einer Lehr-Lernplattform für die Zeitpunkte *pre*, *while* und *post*

	Fortbildung		Handreichung		Nutzende		Nichtnutzende	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Zeitpunkt <i>pre</i>								
Intention	3.51	0.97	3.61	0.74	3.6	0.91	3.52	0.88
Nutzen	3.15	0.97	3.61	0.78	3.8	0.9	3.02	0.8
Bedienbarkeit	2.45	0.90	2.43	0.63	3.02	0.73	2.18	0.7
Einstellung	3.77	0.78	3.93	0.69	4.0	0.71	3.74	0.76
Zeitpunkt <i>while</i>								
Intention	4.92	1.13	4.27	0.97	5.18	1.01	4.42	1.08
Nutzen	4.73	1.2	4.3	0.96	5.24	1.05	4.22	1.01
Bedienbarkeit	4.66	1.18	3.09	0.74	4.16	1.64	4.02	1.98
Einstellung	5.12	1.06	4.61	0.9	5.44	1.1	4.66	0.89
Zeitpunkt <i>post</i>								
Intention	5.46	1.22	4.82	1.03	5.98	0.95	4.83	1.11
Nutzen	4.9	1.17	4.63	0.86	5.52	0.99	4.43	0.9
Bedienbarkeit	4.8	1.29	3.82	0.81	4.84	1.45	4.22	1.05
Einstellung	5.53	1.1	5.16	0.96	6.14	0.97	5.01	0.89

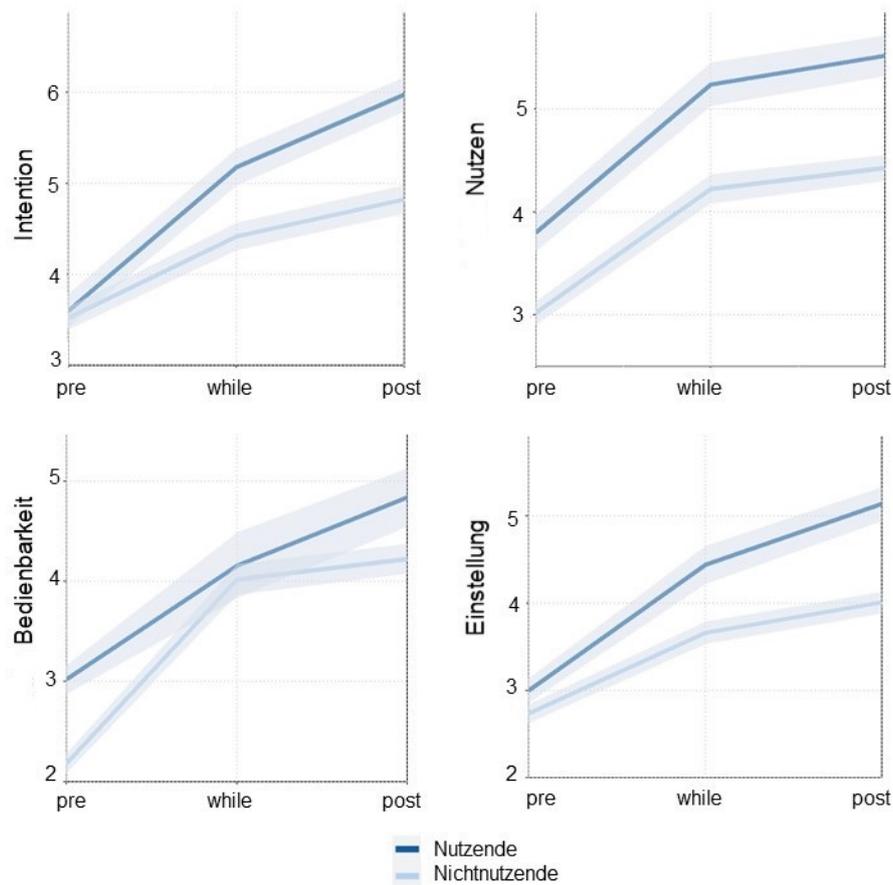
In allen akzeptanzbeeinflussenden Variablen starten die Gruppen Fortbildung und Handreichung annähernd gleich (Abb. 9.11). Im weiteren Verlauf des Implementationsprozesses neh-

men beide Gruppen die Werte in den Variablen aus dem Technologieakzeptanzmodell zu. Bei Betrachtung des Verlaufes sind aber Unterschiede erkennbar. In der Variablen Intention steigt zwischen den Zeitpunkten *pre* und *while* der Verlauf in der Gruppe Fortbildung steiler an als in der Gruppe Handreichung. Zwischen den Zeitpunkten *while* und *post* ist der Verlauf parallel. Auch beim Nutzen ist zunächst ein steilerer Verlauf in der Gruppe Fortbildung zu erkennen, welcher sich dann anschließend mit dem Verlauf der Gruppe Handreichung angleicht. Bei der Bedienbarkeit ist in der Gruppe Fortbildung ein auffallend steiler Verlauf zwischen den Zeitpunkten *pre* und *while* erkennbar. Während zwischen den Zeitpunkten *while* und *post* der Verlauf in der Gruppe Handreichung noch geringfügig ansteigt, erhöht sich die Wahrnehmung der Bedienbarkeit in der Gruppe Fortbildung marginal. In der Variablen Einstellung ist zwar ein steilerer Anstieg in der Gruppe Fortbildung zwischen den Zeitpunkten *pre* und *while* erkennbar, jedoch unterscheidet sich dieser Verlauf nicht signifikant (Tab. 9.10).



**Abb. 9.11:** Interaktion Plots für Intention, Nutzen, Bedienbarkeit und Einstellung für unterschiedliche Zeitpunkte unterschieden im Implementationsmodus

Die Gruppen Nutzende und Nichtnutzende einer Lehr-Lernplattform starten in den Variablen Intention und Einstellung annähernd gleich (Abb. 9.12). Der Startwert in den Variablen Nutzen und Bedienbarkeit unterscheidet sich. Im weiteren Verlauf des Implementationsprozesses nehmen beide Gruppen im Verlauf zu. Bei Betrachtung des Verlaufes sind Unterschiede erkennbar. In der Variablen Intention steigt zwischen den Zeitpunkten *pre* und *while* sowie *while* und *post* der Verlauf der Nutzenden steiler als in der Gruppe Nichtnutzende. Bei der Wahrnehmung des Nutzens unterscheiden sich zwar die angenommenen Werte zu allen Zeitpunkten, jedoch nicht der Verlauf. In der Variablen Bedienbarkeit ist ein Unterschied zwischen den Gruppen Nutzende und Nichtnutzende zu den Zeitpunkten *pre* und *post* erkennbar. Auch hier scheint sich der Verlauf zu unterscheiden, wobei dieser nicht signifikant ist (Tab. 9.10). In den Variablen Einstellung unterscheidet sich während des Implementationsprozesses der Verlauf zwischen den Nutzenden und Nichtnutzenden. Ebenfalls unterscheidet sich der angenommene Einstellungswert zu den Zeitpunkten *while* und *post*.



**Abb. 9.12:** Interaktion Plots für Intention, Nutzen, Bedienbarkeit und Einstellung für unterschiedliche Zeitpunkte unterschieden in der Nutzung

**Tab. 9.10:** Zusammenfassung linear mixed-effects models für Implementationsmodus und Nutzung einer Lehr-Lernplattform, \* $p < .05$ ,  $N = 74$ ,  $b =$  Regressionskoeffizient,  $SE =$  Standardfehler

	Intention		Nutzen		Bedienbarkeit		Einstellung	
	b	SE	b	SE	b	SE	b	SE
IModus	-0.33	0.25	-0.51	0.32	-0.05	0.32	-0.30	0.28
Zeit	0.61*	0.12	0.56*	0.11	0.69*	0.13	0.62*	0.12
Zeit*IModus	0.37*	0.15	0.31*	0.14	0.46*	0.17	0.27	0.15
Nutzung	-0.14	0.17	0.65*	0.32	0.75*	0.32	-0.14	0.29
Zeit	-0.65*	0.09	0.70*	0.09	1.02*	0.10	-0.64*	0.17
Zeit*Nutzung	0.54*	0.15	0.16	0.15	-0.11	0.18	0.43*	0.15

### Untersuchung des Einflusses zu den einzelnen Zeitpunkten

Zusätzlich wurde für jeden Zeitpunkt *pre*, *while* und *post* die Nutzung einer Lehr-Lernplattform (ja/nein) und der Implementationsmodus (Fortbildung/Handreichung) als mögliche Einflussgröße auf die Technologieakzeptanz (Intention, Wahrgenommener Nutzen, Wahrgenommene Bedienbarkeit und Einstellung als abhängige Variablen) untersucht (Tab. 9.11, 9.12, 9.13).

In diesen Tabellen werden in den ersten drei Spalten die statistischen Kennwerte des Gesamtmodell angegeben. Ist das Gesamtmodell signifikant ( $p < .05$ ), werden die einzelnen Einflussgrößen (Nutzung und Modus) auf die abhängigen Variablen analysiert. Bedeutsame Einflussgrößen auf eine abhängige Variable mit einem  $p < .05$  werden entsprechend gekennzeichnet (\*) und für jede Einflussgröße ist für die jeweilige abhängige Variable der b-Wert und der Standardfehler (SE) angegeben.

### Zeitpunkt *pre*

Nach der Manova hat der Implementationsmodus keinen Einfluss auf die Variablen der Technologieakzeptanz. Die Lehr-Lernplattform-Nutzung wird als Einflussgröße identifiziert (Pillai = 0.28441,  $F = 6.7577$ ,  $Df = 4$ ,  $p < .001$ ). Die Regressionsanalyse der Lehr-Lernplattform-Nutzung zeigt einen Einfluss auf den wahrgenommenen Nutzen und die wahrgenommene Bedienbarkeit (Tab. 9.11). Dabei wird der wahrgenommene Nutzen ( $f^2 = .24$ ) von Nutzenden einer Lehr-Lernplattform (ja) im Vergleich zu Nichtnutzenden um den Wert .78 höher bewertet. Entsprechend ist der Einfluss auf die wahrgenommene Bedienbarkeit ( $f^2 = .33$ ) zu interpretieren.

**Tab. 9.11:** Zeitpunkt *pre*: Angabe des  $F$ -,  $p$ -Wertes und  $\text{kor. } R^2$  für das Gesamtmodell und Angabe des Regressionskoeffizienten  $b$  und des Standardfehlers  $SE$  der jeweiligen Einflussgröße Lehr-Lernplattform-Nutzung und Implementationsmodus,  $*p < .05$ ,  $N = 74$

Akzeptanz Einflussgrößen	Intention		Nutzen		Bedienbarkeit		Einstellung	
	b	SE	b	SE	b	SE	b	SE
Intercept	3.49*	0.15	2.9*	0.14	2.22*	0.12	3.68*	0.12
Nutzung	0.09	0.21	0.78*	0.2	0.84*	0.18	0.26	0.18
IModus	0.07	0.22	0.32	0.2	-0.09	0.17	0.16	0.18
kor. $R^2$	.00		.19		.25		.04	
F-Wert	0.16		8.672		11.56		1.46	
p-Wert	0.851		< .001		< .001		0.239	

### Zeitpunkt *while*

Zum Zeitpunkt *while* gibt die Manova die Nutzung (Pillai = 0.26512,  $F = 6.1331$ ,  $Df = 4$ ,  $p < .001$ ) und den Implementationsmodi (Pillai = 0.26512,  $F = 6.1331$ ,  $Df = 4$ ,  $p < .001$ ) als Einflussgröße auf die Konstrukte der Technologieakzeptanz heraus. Die Regression zeigt, dass die Nutzung einer Lehr-Lernplattform die Intention, den Nutzen und die Einstellung beeinflusst (Tab. 9.12).

**Tab. 9.12:** Zeitpunkt *while*: Angabe des  $F$ -,  $p$ -Wertes und  $\text{kor. } R^2$  für das Gesamtmodell und Angabe des Regressionskoeffizienten  $b$  und des Standardfehlers  $SE$  der jeweiligen Einflussgröße Lehr-Lernplattform-Nutzung und Implementationsmodus,  $*p < .05$ ,  $N = 74$

Akzeptanz Einflussgrößen	Intention		Nutzen		Bedienbarkeit		Einstellung	
	b	SE	b	SE	b	SE	b	SE
Intercept	4.66*	0.17	4.39*	0.17	4.6*	0.17	4.86*	0.16
Nutzung	0.78*	0.25	1.03*	0.25	0.19	0.26	.79*	0.23
IModus	0.68*	0.24	0.46	0.24	1.58*	0.25	0.54*	0.22
kor. $R^2$	0.2		0.22		0.36		.2	
F-Wert	8.696		10.21		20.17		8.613	
p-Wert	< .001		< .001		< .001		< .001	

Der Implementationsmodus weist einen Einfluss auf die Intention, die Bedienbarkeit und die Einstellung auf. Bspw. ist die Intention, die Unterrichtseinheiten einzusetzen, von den Lehrkräften, die an der Fortbildung teilgenommen haben, um den Wert .68 höher als von den

Lehrkräfte, die sich mittels der Handreichung mit den Unterrichtseinheiten auseinandergesetzt haben.

### Zeitpunkt *post*

Zum Zeitpunkt *post* gibt die Manova die Nutzung von Lehr-Lernplattformen (Pillai = 0.33398,  $F = 8.5248$ ,  $Df = 4$ ,  $p < .001$ ) und den Implementationsmodi (Pillai = 0.17319,  $F = 3.5611$ ,  $Df = 4$ ,  $p = .01$ ) als Einflussgrößen auf die Variablen der Technologieakzeptanz heraus. Die Regression weist einen Einfluss der Nutzung einer Lehr-Lernplattform auf alle vier Variablen und des Implementationsmodus auf die Variablen Intention und Bedienbarkeit nach (Tab. 9.13). Bspw. wird der wahrgenommene Nutzen von Nutzenden an der eigenen Schule im Vergleich zu Nichtnutzenden um 1.1 besser bewertet.

**Tab. 9.13:** *Zeitpunkt post: Angabe des F-, p-Wertes und kor. R<sup>2</sup> für das Gesamtmodell und Angabe des Regressionskoeffizienten b und des Standardfehlers SE der jeweiligen Einflussgröße Lehr-Lernplattform-Nutzung und Implementationsmodus, \*p < .05, N = 74*

Akzeptanz Einflussgrößen	Intention		Nutzen		Bedienbarkeit		Einstellung	
	b	SE	b	SE	b	SE	b	SE
Intercept	5.07*	0.17	4.54*	0.16	4.59*	0.18	5.16*	0.15
Nutzung	1.18*	0.25	1.10*	0.22	0.65*	0.27	1.14*	0.22
IModus	0.67*	0.24	0.31	0.22	1.00*	0.26	0.41	0.22
kor. R <sup>2</sup>	0.3		0.26		0.22		.29	
F-Wert	14.49		12.45		9.822		14.8	
p-Wert	< .001		< .001		< .001		< .001	

### Zusammenfassung

Zum Zeitpunkt *pre* hat der Implementationsmodus keinen Einfluss auf die Variablen der Akzeptanz, jedoch die Nutzung einer Lehr-Lernplattform an der eigenen Schule auf den wahrgenommenen Nutzen und die Bedienbarkeit der Technologieakzeptanz. Dies verändert sich zum Zeitpunkt *while*. Zu diesem Zeitpunkt zeigt sich ein Einfluss des Implementationsmodus und weiterhin ein Einfluss der Nutzung einer Lehr-Lernplattform. Im Detail ist es für die Bedienbarkeit nicht relevant, ob an der eigenen Schule eine Lehr-Lernplattform genutzt wird. Jedoch wird nun die Einstellung und die Intention durch die Nutzung einer Lehr-Lernplattform beeinflusst. Zusätzlich wird zum Zeitpunkt *while* die Intention, die wahrgenommene Bedienbarkeit und die Einstellung durch die Fortbildung im Vergleich zur Handreichung beeinflusst. Der wahrgenommene Nutzen wird nicht beeinflusst. Zum Zeitpunkt *post* hat die Nutzung auf alle

vier Variablen der Technologieakzeptanz einen Einfluss. Der Einfluss des Implementationsmodus verringert sich nach dem Einsatz der Unterrichtseinheit und verliert ihren Einfluss auf die Einstellung.

#### 9.4.5 Fragestellung 4: *Concerns* als Prädiktor der Variablen der Technologieakzeptanz

**Inwieweit sagt die affektive-kognitive Auseinandersetzung *Concerns* die Variablen der Technologieakzeptanz voraus?**

Die Varianz der Variablen der Technologieakzeptanz werden durch die *Concerns* zu 23 % bis 35 % aufgeklärt (Tab. 9.14).

**Tab. 9.14:** *Concerns* als Prädiktor für die Variablen der Technologieakzeptanz, \* $p < .05$

Akzeptanz: <i>Concerns</i>	Intention		Nutzen		Bedienbarkeit		Einstellung	
	b	SE	b	SE	b	SE	b	SE
Intercept	3.39*	0.54	3.41*	0.55	3.52*	0.57	4.23*	0.49
0 <i>Awareness</i>	-0.03	0.08	0.08	0.55	0.00	0.06	-0.00	0.05
1 <i>Information</i>	-0.02	0.06	-0.1*	0.06	-0.17*	0.06	-0.1*	0.05
2 <i>Personal</i>	-0.27*	0.06	-0.2	0.06	-0.3*	0.06	-0.3*	0.05
3 <i>Management</i>	-0.14*	0.05	0.04	0.05	-0.13*	0.06	0.02	0.05
4 <i>Consequence</i>	0.31*	0.09	0.28*	0.09	0.3*	0.09	0.31*	0.08
5 <i>Collaboration</i>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	0.1*	0.05
6 <i>Refocusing</i>	0.07	0.05	0.07	0.05	0.08	0.05	-0.03	0.05
kor. $R^2$	.24		.23		.35		.30	
F-Wert	9.61		9.25		16.38		13.22	
p-Wert	< .001		< .001		< .001		< .001	

Im Spezifischen weisen aber nicht alle *Concerns* einen Einfluss auf die Variablen aus. So sind nicht alle personen- und aufgabenbezogenen *Concerns* als negative Einflussgröße auf die Variablen der Technologieakzeptanz und weiterhin auch nicht alle wirkungsbezogenen *Concerns* als positive Einflussgröße auf die Variablen als bedeutsam identifiziert worden. Auffallend ist, dass die Dimensionen 0 *Awareness* und 6 *Refocusing* keine Prädiktoren für keine der Variablen darstellen. Dass die Dimension 0 *Awareness* kein Prädiktor für die Intention und den nutzen darstellt, ist verwunderlich. Herrscht kein Bewusstsein über die Innovation, das heißt werden

hohe Werte in der Dimension 0 angenommen, so ist anzunehmen, dass die Intention zur Nutzung niedrig ist.

Die Intention wird positiv durch hohe Werte in der Dimension 4 *Collaboration* beeinflusst. Damit wird die These aus der Studie »Ausgangslage erfassen« gestützt, dass ein hoher Wert in der Dimension 4 für eine Akzeptanz auf der Einstellungsebene spricht. Werden hohe Werte in den Dimensionen 2 *Personal* und 3 *Management* angenommen, wird dadurch die Intention negativ beeinflusst. Dies erscheint nicht verwunderlich, da zunächst die Auswirkung auf die Lehrkraft selbst geklärt werden muss. Hohe Werte in der Dimension 3 deuten darauf hin, dass seitens der Lehrkräfte Probleme oder ein Aufwand wahrgenommen wird. Dies wirkt sich erwartungskonform negativ auf die Intention aus.

Der wahrgenommene Nutzen wird negativ durch hohe Werte in der Dimension 1 *Information* und positiv durch hohe Werte in der Dimension 4 *Consequence* beeinflusst. Auch dies erscheint nicht verwunderlich, da bspw. Informationen über den Nutzen fehlen können bzw. der Nutzen hinsichtlich der Auswirkung transparent gemacht werden muss.

Die wahrgenommene Bedienbarkeit wird negativ durch die Dimensionen 1 *Information*, 2 *Personal* und 3 *Management* und positiv durch die Dimension 4 *Consequence* beeinflusst. Fehlen Informationen über die Bedienbarkeit bzw. wird die Bedienung als Aufwand wahrgenommen, kann dies die Wahrnehmung der Bedienung beeinflussen. Interessanterweise scheint die Dimension 4, also das Interesse an den Auswirkungen auf den Unterricht, einen positiven Einfluss auf die Bedienbarkeit zu haben. Möglicherweise ist dies bedingt durch eine geringere wahrgenommene Beeinträchtigung durch schlechtere Bedienbarkeit, bei gleichzeitigem höherem wahrgenommenem Mehrwert für den Unterricht.

Die Einstellung zur Nutzung wird negativ durch eine hohe personenbezogene Auseinandersetzung (Dimension 1 und 2) und positiv durch die Dimensionen 4 und 5 beeinflusst. Hohe Wert in den personenbezogenen *Concerns* deuten darauf hin, dass wenig über die Innovation bekannt ist. Jedoch stellt das Wissen eine grundsätzliche Voraussetzung für eine Akzeptanz dar, wodurch dieser Ergebnis erklärt werden kann. Die Auswirkung der wirkungsbezogenen *Concerns* auf die Einstellung bestätigt, dass ein großer Wert in der Dimension 4 auf eine Akzeptanz auf der Einstellungsebene hindeuten kann und dass der Austausch über die Innovation mit anderen Lehrkräften möglicherweise die Einstellung zur Nutzung beeinflussen kann.

### 9.4.6 Fragestellung 5: Evaluation der Implementation

#### Wie beurteilen die Lehrkräfte die Fortbildung bzw. die Handreichung?

Die Darstellung der Beurteilung der Fortbildung und Handreichung erfolgt getrennt. Zuerst wird die Auswertung der quantitativen Daten berichtet. Im Anschluss werden die ausgewerteten qualitativen Daten inhaltlich nach Kategorien sortiert dargestellt.

#### Quantitative Auswertung

Die Bewertung über alle Konstrukte zur Evaluation der Fortbildung fällt mit kleiner Streuung durchweg positiv aus (vgl. Tab. 9.15). Daher wurde auf Einzelitemebene geschaut, ob einzelne Items schlechter bewertet wurden (kleiner 4). Dies war nur für ein Item der Fall: Mehr Zeit zur Auseinandersetzung mit den Unterrichtseinheiten wäre wünschenswert gewesen (68 %, Item W1).

Die Evaluation der Handreichung fällt mittelmäßig bis positiv mit kleiner Streuung aus. Scheinbar gab es bei der Handreichung Probleme mit den Inhalten, Anspruch und Struktur. Auch scheint die Anschlussfähigkeit an den Unterricht bei der Handreichung nicht durchweg bei allen Lehrkräften gegeben zu sein. 7 von den 28 Lehrkräften schauten sich die Handreichung zu den Unterrichtseinheiten nicht an.

Abschließend wurden die Lehrkräfte in der Gruppe Fortbildung noch gebeten, ein Ranking über die Einheiten der Fortbildung (Moodleschulung, Konzeption, Basiskonzept Energie, Coaching) zu erstellen (Tab. 9.16). Es besteht nahezu Einigkeit darüber, dass das Coaching für den Einsatz der Unterrichtskonzeptionen am hilfreichsten war. Das Basiskonzept Energie als theoretischer Hintergrund ist auf Platz 2. Interessant ist, dass keiner der Lehrkräfte, die eine Lehr-Lernplattform nutzen, an das Modul Moodleschulung den Platz 2 vergaben.

**Tab. 9.15:** Ergebnis Evaluation Fortbildung und Handreichung Skala 1 (trifft nicht zu) bis 5 (trifft zu)

Fortbildung	
Konstrukt	$\bar{x}$ (IQA)
Relevanz	4 (.625)
Nützlichkeit	5 (0)
Wichtigkeit	5 (0)
Anspruch, Struktur, Unterstützung	5 (0)
Anschlussfähigkeit	5 (1)
Modulare Webinare	4 (1)

Handreichung	
Konstrukt	$\bar{x}$ (IQA)
Relevanz	3 (1)
Nützlichkeit	4 (1)
Wichtigkeit	5 (.5)
Anspruch, Struktur, Unterstützung	3 (1.25)
Anschlussfähigkeit	3 (1)

**Tab. 9.16: Ranking über die Webinareinheiten**

Webinar	Rank 1	Rank 2	Rank 3	Rank 4
Moodleschulung	0 %	31.6 %	26.3 %	42.1 %
Konzeption	11.6 %	26.3 %	46.3 %	15.8 %
Basiskonzept Energie	0 %	36.9 %	26.3 %	36.8 %
Coaching	89.4 %	5.3 %	0 %	5.3 %

**Qualitative Auswertung der offenen Items**

Die Ergebnisse zur Auswertung der offenen Items erfolgt kategorienbasiert (Anh. A.4.2) und über die erhobenen Daten der Gruppen »Fortbildung« und »Handreichung« hinweg.

**Relevanz der Inhalte**

Die Spezifizierung der Subkategorien der Oberkategorie *Relevanz der Inhalte* orientiert sich an den jeweilig konzipierten Einzelwebinaren. In den jeweiligen Subkategorien wird auf die Relevanz der Inhalte aus Sicht der Lehrkräfte, aber auch auf fehlende relevante Inhalte eingegangen.

**Tab. 9.17: Auswertung der Kategorie Relevanz der Inhalte**

Subkategorie	Auswertung der Subkategorie
digitale Umsetzung/ Moodle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Vermittlung der Inhalte der Moodleschulung reicht für den <b>Einsatz</b> aus und erleichtert den Einstieg in Moodle. Verschiedene Nutzungsarten von Moodle wie bspw. »Lernpfade wieder auffrischen« dienen für Nutzende von Lehr-Lernplattform als Wiederholung.</li> <li>• <b>Detailfragen</b> wie bspw. die Sicherung von Arbeitsergebnissen konnten nicht geklärt werden, bspw. »Benötigen die SuS einen Account?«, »wie sieht eine Sicherung der Ergebnisse der Schüler in Moodle aus« oder »Konkretes zu den Fragetypen«. Auch wurde ein Interesse an ähnlichen Konzeptionen geäußert, »[...] wie ich ähnliches digitales Material in anderen Fächern bzw. zu anderen Themen finde«.</li> </ul>
Konzeption der Unterrichtseinheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die <b>Theorie</b> zu den Unterrichtskonzeptionen ist schon vor dem Einsatz hinreichend <b>bekannt</b> gewesen. »Ausgebildete Lehrkräfte wissen über den theoretischen Hintergrund Bescheid«. »Zu viel fachdidaktische Verständlichkeit« war Inhalt zur Konzeption der Unterrichtseinheit.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Inhalte <i>Konzeption der Unterrichtseinheit</i> wurde durch die Aspekte <b>Wiederholung</b> »wie im Didaktik-Seminar an der Uni« und der Einhaltung von <b>Transparenz</b> »[...] also warum ist es nun in drei Abschnitte aufgeteilt.«; »[...] da steckt auch viel Theorie dahinter, was man ohne Webinar nicht mitbekommen hätte.« positiv bewertet.</li> </ul>
Basiskonzept Energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Teilnahme verhalf zum weiteren <b>Verständnis</b> der Basiskonzepte: »erst jetzt wird klar, wozu die Bk da sind« oder »Erst jetzt ist mir eigentlich klar, dass die Basiskonzepte zur Verbindung von Kernthemen taugt.« und</li> <li>• zur Schaffung einer <b>Verbindung zwischen Theorie und Praxis</b>: »Gegensatz kumulativ vs. additiv für den Unterricht« oder »[...]«, dass die Einsatzmöglichkeiten vielfältiger sind als vorher gedacht«.</li> </ul>

### ***Überkategorie Akzeptanzfördernde Maßnahmen***

Die Kategorie *Akzeptanzfördernde Maßnahmen* bezieht sich auf akzeptanzfördernde Merkmale einer Implementationsmaßnahme. Die Akzeptanz von Implementationsmaßnahmen wird zusammengefasst beeinflusst von dem Austausch und der Zusammenarbeit, der Bereitstellung von Ressourcen, der Organisation und Unterstützung durch (in diesem Fall) der Implementierenden.

**Tab. 9.18:** *Auswertung der Kategorie Akzeptanzfördernde Maßnahmen*

Subkategorie	Beschreibung
Gestaltung Handreichung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Handreichung war »<b>leicht verständlich</b>«.</li> <li>• Mittels der Handreichung war es <b>nicht möglich</b>, die Konzeption der Unterrichtseinheit <b>zu erfassen</b>, denn »tatsächlich erschien es mir so, dass die Schülerinnen und Schüler nur eine dieser drei Blöcke machen sollen und nicht alle drei. Durch die Betreuung wurde ich dann während des Einsatzes aufgeklärt.«</li> <li>• <b>Fehlender Austausch</b> mit anderen Lehrkräften in der Gruppe »Handreichung« und <b>Forderung nach mehr Betreuung</b> in der Gruppe »Handreichung«</li> </ul>

Gestaltung Fortbildung	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Kontakt, Zusammenarbeit und Austausch</b> mit anderen Lehrkräften: »Das Webinar mit persönlichen referierenden Anteilen, persönlicher Ansprache, Ausprobieren einschließlich Gruppenarbeit hat mir sehr gut gefallen«, »nette Leitung«.</li><li>• <b>Zeitersparnis</b> »Überblick über zwei Unterrichtseinheiten und gutes Durchdenken der Unterrichtseinheiten, so dass hauptsächlich nur noch Versuche vorzubereiten sind«</li><li>• Es wurde sich mehr Zeit zur Auseinandersetzung mit den Unterrichtseinheiten gewünscht, da »Detailfragen zu der Konzeption der Unterrichtseinheiten nicht gänzlich geklärt werden konnten.«, »Mehr Zeit (z. B. bei einem Präsenztermin), [...], wäre evtl. hilfreich gewesen.«</li><li>• Die Unterstützung wurde auf die <b>inhaltliche und technische Begleitung</b> bezogen, bspw. »gerade dieser Support ist hervorzuheben. [...] Wenn ich eine Email verschickt habe, hatte ich im Grunde am nächsten Tag spätestens eine Lösung«.</li><li>• Das Coaching dient der <b>Vertiefung des Verständnisses und der Nutzung</b> der Unterrichtseinheiten mit ausreichend <b>Raum für Fragen</b> »[...] förderlich fand,[...], also die Vorbereitung dann auf den wirklichen Einsatz, [...], weil wir das dann individueller gestaltet haben, und da habe ich eigentlich erst so richtig verstanden, wie das ganze aufgebaut ist«, »ich hatte die Chance in einem beschützten Rahmen zu lernen«.</li></ul>
---------------------------	---

### ***Oberkategorie Wirkebenen***

Über die Wirkebenen von Fortbildungen lassen sich Merkmale identifizieren, die sich auf die Planung und Umsetzung von Unterricht auswirken können. In der Auswertung werden lediglich die Wirkebenen 1 und 2 beachtet, da die Untersuchung der Weiterentwicklung der Schüler und Schülerinnen (Wirkebene 3) nicht Gegenstand der Studie ist.

**Tab. 9.19:** Auswertung der Kategorie Wirkebenen

Subkategorie	Auswertung der Subkategorie
Wirkebene 1 (Weiterentwicklung von Wissen, Einstellungen etc. der Lehrkräfte)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beeinflussung affektiver Faktoren: Die <b>Motivation</b> für einen Einsatz der Unterrichtseinheiten wurde zu Beginn durch die <b>digitale Umsetzung, die Konzeption zum Thema Energie, neue Impulse für den Unterricht oder die Notwendigkeit durch die Umsetzung von Fern- und Hybridunterricht</b> begründet. Nach der Auseinandersetzung wurde die Motivation zusätzlich durch <b>Neugierde</b> geprägt, »Spannende Sache! Bin neugierig auf einen Einsatz im Unterricht«.</li> <li>• Beeinflussung kognitiver Faktoren: Die Auseinandersetzung mit den Unterrichtseinheiten führte bzgl. der digitalen Umsetzung der Unterrichtseinheiten in Moodle (»Rollenwechsel in Moodle habe ich so noch nicht genutzt«, »Testfunktion für Kurzttests«) und der theoriebasierten Entwicklung (vgl. Oberkategorie <i>Relevanz</i>) zu einer <b>Erweiterung der Erfahrung und dem Erhalt nützlicher Informationen</b>.</li> <li>• Beeinflussung des Interesse der Lernenden: (»Dass die Smartphone mit dem Fahrrad laden Unterrichtseinheit ganz spannend für die Schüler ist«). Es ist möglich, dass die Wahrnehmung des Interesses der Lernenden in Wechselbeziehung zur Ebene 1 steht.</li> </ul>
Wirkebene 2 (Erweiterung der Handlungsoptionen, Verbesserung der Unterrichtsqualität)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Erweiterung der Handlungsoptionen wurde durch die konkrete Formulierung, eine <b>Unterrichtseinheit einsetzen oder sogar selbstständig entwickeln zu wollen</b>, ausgedrückt (»immer wenn es passt Einheiten rund um Energie einzusetzen / ggf auch eine eigene Einheit erstellen«, »Einsatz der Laptop-Unterrichtseinheit«). Weiterhin wurde die Anpassung einer Unterrichtseinheit (»Unterrichtseinheit abändern/individuell anpassen«) und die <b>Integration der Unterrichtseinheiten in den schuleigenen Lehrplan</b> (»Alle Unterrichtseinheiten - ich muss nur noch ein bisschen basteln bis ich die in unseren schuleigenen Lehrplan integriert habe.«) genannt. In Bezug auf die Digitalisierung von Unterrichtsprozessen wurde der gezieltere Einsatz von Tablets genannt (»[...] vorhandene Tablets an Schulen werden lediglich als Substitution für Papier genutzt«).</li> </ul>

Subkategorie	Auswertung der Subkategorie
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Verbesserung der Unterrichtsqualität wurde zwar nicht explizit untersucht, jedoch wurde der Wille der Umsetzung eines <i>basiskonzeptorientierten Unterricht</i> in Form von Vernetzung oder Verknüpfung von Sachgebieten durch Aussagen wie bspw. »Die Verknüpfung der Sachgebiete deutlicher explizieren« oder »Anhand einer Einheit ein Thema unterrichten und immer wieder zurück zu dem eigentlichen Thema Bezug nehmen« ausgedrückt.</li> <li>• Die digitale Umsetzung ist eine Hürde in der Institutionalisierung der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen. Die Nutzung des Materials durch Einbettung in Moodle ist nach der Teilnahme am energie.TRANSFER Projekt für Schulen ohne Moodle nicht möglich. Auch eine demotivierende Aufwand/Nutzen-Abwägung führt zu einer Nichtnutzung (»Moodle erscheint mir für den Lehreralltag zu umfangreich«). Die Lehrkräfte, die an ihrer Schule einen Zugang zu einer eigenen Moodleplattform haben, äußerten ihr Interesse die Unterrichtseinheiten in ihr Moodle zu implementieren. 4 Lehrkräften sprachen sich sogar dafür aus, die Unterrichtseinheiten entsprechend eines Spiralcurriculums in den Klassenstufen 7 bis 10 für alle Schüler und Schülerinnen zu verorten.</li> </ul>

### Zusammenfassung

Die Ergebnisse der quantitativen Evaluation der Fortbildung und Handreichung sind insgesamt gut ausgefallen, wobei Inhalt, Anspruch und Struktur und Anschlussfähigkeit in der Gruppe »Handreichung« weniger gut bewertet wurde. Die Relevanz der Inhalte wurde in den einzelnen Webinaren mit einer Ausnahme für sinnvoll erachtet. Beide Maßnahmen stießen im Allgemeinen hinsichtlich der Organisation, Ressourcen und Gestaltung auf eine Akzeptanz, wobei einigen Lehrkräften mehr Zeit zur Auseinandersetzung fehlte. Die Wirkebenen 1 und 2 konnten mittels der Auseinandersetzung mit den Unterrichtskonzeptionen erreicht werden.

## 9.5 Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

### 9.5.1 Veränderung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung

In beiden Gruppen trägt die Auseinandersetzung mit den Unterrichtskonzeptionen über den gesamten Implementationsprozess (Fortbildung oder Handreichung + Einsatz) zu einer Veränderung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung bei. Dass sich der Grad der Auseinandersetzung auch zwischen den Zeitpunkten *while* und *post* weiterentwickelt hat, deutet darauf hin, dass sich die konkrete Handlung, also hier der Einsatz, einen Einfluss auf die affektiv-kognitive Auseinandersetzung hat.

Scheinbar hängt aber eine Veränderung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung durch »Handlungen« von der vorherigen Auseinandersetzung (hier Vorbereitung durch Fortbildung und Handreichung) ab. Zum Zeitpunkt *post* unterscheidet sich die affektiv-kognitive Auseinandersetzung zwischen den Gruppen schließlich noch in 4 von 7 Dimensionen. Eine Handlung kann also vorherige Unterschiede im Auseinandersetzungsgang nicht vollständig ausgleichen, wobei die Dauer der Handlung nicht berücksichtigt worden ist. Es besteht sowohl mit Rückbezug zur Theorie als auch zum Ergebnis der Studie »Ausgangslage erfassen« die Möglichkeit, dass eine wiederkehrende Nutzung zur Weiterentwicklung der *Concerns* beiträgt und damit vorherige Unterschiede ausgeglichen werden könnten.

Die Auseinandersetzung in der Dimension 3 *Management* verändert sich in beiden Gruppen über den gesamten Zeitraum nicht. Dies erscheint auf den ersten Blick nicht erwartungskonform. Es wäre anzunehmen, dass die Unterstützungsmaßnahmen, je nachdem wie das Aufwand-Nutzen-Verhältnis bewertet wird, entweder zu einer Verringerung oder zu einer Erhöhung beitragen. So könnte der Besuch der Fortbildung für den Einsatz der Unterrichtskonzeptionen als zeitlich zu aufwändig wahrgenommen worden sein, wodurch es zu einer Erhöhung der aufgabenbezogenen Auseinandersetzung käme. Es ist denkbar, dass sich der Aufwand mit dem Nutzen über den gesamten Zeitraum ausgleicht.

Die Auseinandersetzung in den wirkungsbezogenen *Concerns* bleibt zu allen Zeitpunkten hoch. Besonders der hohe Wert in der Gruppe Fortbildung in der Dimension 5 *Collaboration* deutet darauf hin, dass der gewünschte Austausch auf die Erfahrung anderer Lehrkräfte abzielt. Eine Fortbildung, die einen Einsatz vorbereitet, scheint damit kaum die Dimension 5 anzusprechen.

### 9.5.2 Einfluss auf die Variablen der Technologieakzeptanz

Während zu Beginn erwartungsgemäß kein Einfluss des Implementationsmodus festgestellt werden kann, lässt sich durch den Besuch einer Fortbildung im Vergleich zu einer selbstständigen Auseinandersetzung mittels Handreichung eine Veränderung der Akzeptanz initiieren, wobei der wahrgenommene Nutzen durch den Besuch einer Fortbildung nicht beeinflusst wird. Zusätzlich trägt scheinbar die Handlung (Einsatz einer Unterrichtskonzeption) zu einer Verringerung des Einflusses des Implementationsmodus bei. Auch hier wird nochmals deutlich, dass durch die konkrete Handlung die Akzeptanz beeinflusst werden kann, wobei wahrscheinlich gerade eine ausführlichere Vorbereitung durch den Besuch einer Fortbildung, in der bspw. Rückfragen gestellt werden können, die wahrgenommene Bedienbarkeit durch eine »intensivere« Vorbereitung besser bewertet wird. Der Nutzen einer Innovation kann scheinbar gleichermaßen über eine Fortbildung oder Handreichung transportiert werden.

Die Nutzung einer Lehr-Lernplattform an der eigenen Schule kann, nach den Ergebnissen zu urteilen, schon zu Beginn einen Einfluss auf die Akzeptanz haben, wodurch der Faktor Vorerfahrung als Einflussgröße auf die Akzeptanz bestätigt wird (E. Davis et al., 2017). Dieser Einfluss kann sich sogar während des Innovationsprozesses erhöhen, wobei insbesondere der wahrgenommene Nutzen hervorgehoben wird. Lehrkräfte, die an ihrer Schule keine Lehr-Lernplattform haben, können die digitalgestützten Konzeptionen nach der Projekteilnahme nicht unabhängig vom Projekt einsetzen. Dementsprechend ist aus diesem Grund wahrscheinlich auch die Intention zur Nutzung bei diesen Lehrkräften weniger ausgeprägt. Interessanterweise ist der Einfluss der Lehr-Lernplattform-Nutzung auf die Bedienbarkeit zum Zeitpunkt *while* nicht mehr vorhanden. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass die Auseinandersetzung der Nichtnutzenden mit den digitalgestützten Konzeptionen dazu beigetragen hat, dass die Bedienung der Unterrichtskonzeptionen mit der Zeit »einfacher« wird. Der Einfluss »Nutzung« auf die Bedienbarkeit ist nach dem Einsatz erneut nachweisbar. Möglicherweise werden durch den Einsatz weitere Probleme in der Bedienung sichtbar, die Nutzende einer Lehr-Lernplattform »besser« oder »schneller« lösen können.

### 9.5.3 *Concerns* als Prädiktor der Variablen der Technologieakzeptanz

Einzelne *Concerns* wurden als Prädiktoren für die Variablen der Technologieakzeptanz identifiziert. Entsprechend der Ergebnisse bedeuten hohe Werte in der personenbezogenen Auseinandersetzung negative Konsequenzen für die Variablen der Technologieakzeptanz und hohe

Werte in der wirkungsbezogenen Auseinandersetzung (besonders in der Dimension 4 *Consequence*) positive Auswirkungen. Dieses Ergebnis ist erwartungskonform, da eine hohe Ausprägung in der Dimension 2 *Personal* auf eine persönliche Betroffenheit (bspw. Befürchtungen) und auf eine Ablehnung der Innovation (bspw. in Bezug auf die Intention die Innovation einzusetzen) hindeutet (Bitan-Friedlandera et al., 2004). Andererseits ist es auch plausibel, dass eine hohe Ausprägung in der Dimension 4 *Consequence* sich auf die Intention positiv auswirkt, da das Interesse an den Auswirkungen der Innovation relevant sind und damit die Intention steigt, diese Auswirkungen der Innovation selbsthandelnd zu erfahren. Allgemein lässt sich vorsichtig formulieren, dass scheinbar Lehrkräfte, die sich vermehrt mit den Konsequenzen einer Innovation beschäftigen und diese als nützlich einschätzen, die Innovation einfacher akzeptieren (Kollmann, 1998).

#### 9.5.4 Evaluation der Fortbildung und Handreichung

Die Fortbildung und die Handreichung wurden grundsätzlich positiv bewertet. Die Theorie, die in der Fortbildung thematisiert wurde, wurde aus Sicht der Lehrkräfte als bedingt relevant angesehen, wobei sich die Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Evaluation teilweise widersprechen. Die Relevanz der Inhalte wurden in den geschlossenen Items hoch bewertet. In den offenen Items wurde jedoch vereinzelt angegeben, dass »zu viel« Theorie in der Fortbildung thematisiert worden ist. Dies kann daran liegen, dass die Fortbildung die Relevanz der Theorie nicht vollständig herausgearbeitet hat. Es kann aber auch daran liegen, dass fachdidaktische Theorie ohne konkreten Bezug zur Praxis von Lehrkräften als weniger relevant angesehen wird. Weder eine kurze Fortbildung noch eine Handreichung können mögliche Überzeugung dies bezüglich ändern.

Die Ergebnisse der qualitativen Auswertung der Fortbildung und Handreichung kann nur vorsichtig interpretiert werden, da sich nicht alle Lehrkräfte zu den jeweiligen Items geäußert haben. Interessant ist, dass zu Beginn von vier Lehrkräften ein Aufwand und nach der Auseinandersetzung mit den Unterrichtseinheiten von fünf Lehrkräften ein Nutzen in Form von Zeitersparnis formuliert wurde. Dies kann vielleicht daran liegen, dass die Moodleschulung zunächst zu viele Funktionen aufgezeigt hat, deren Nutzen erst mit der zweiten Schulung zur Konzeption der Unterrichtseinheiten deutlich wurde. Im zweiten Teil der Fortbildung bekamen die Lehrkräfte erst einen Einblick in die vollständig ausgearbeiteten Unterrichtseinheiten. Der Nutzen sollte von Beginn an im Zentrum der Innovationsbestrebungen stehen, um Lehrkräfte aufgrund eines wahrgenommenen Aufwandes während eines Implementationsprozesses nicht zu verlieren.

Es wurde ein weiterer Bedarf nach zusätzlichem Austausch mit anderen Lehrkräften benannt. Dies spiegelt sich auch in der SoC-Befragung wider, die in der Dimension 5 *Collaboration* zu keiner Verringerung der Auseinandersetzung führte. Obwohl der Austausch in der Fortbildung als positiv bewertet worden ist, reichte dieser scheinbar nicht gänzlich aus.



## Teil IV

# Schlussbetrachtung



# 10 Limitation der vorliegenden empirischen Arbeit

Die Beschreibung und Diskussion der Limitationen der vorliegenden Arbeit beziehen sich auf beide Studien. Es werden nachfolgend ausgehend von den Grenzen der Stichprobe, die Grenzen der Aussagekraft und der eingesetzten Testinstrumente erörtert.

## 10.1 Stichprobe

Die Stichproben in beiden Studien mögen Ursache für eine mögliche Verzerrung der Ergebnisse sein. Es ist zunächst davon auszugehen, dass vermutlich vor allem Lehrkräfte angesprochen wurden, die prinzipiell an den Themen Digitalisierung und dem fortgeschrittenen Einsatz von Lehr-Lernplattformen interessiert sind. Auch die Umsetzung von Fernunterricht führte wahrscheinlich dazu, dass sich das Interesse an digitalgestützten Unterrichtsformaten erhöhte.

Die Analyse der Kontrollvariablen (Interesse, Einstellung zum digitalen Lernen, Selbstkonzept digitale Kompetenz) ergab, dass sich in der Stichprobe der Studie »Evaluation und Begleitung der Implementation« mehrheitlich Lehrkräfte befanden, die mittlere bis hohe Werte in den Kontrollvariablen lieferten. Es ist damit nicht per se davon auszugehen, dass bei Lehrkräften mit niedrigen Werten der Variablen, dieselben Veränderungen hinsichtlich der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung oder der Variablen der Technologieakzeptanz innerhalb des Implementationsprozesses gemessen worden wären.

Die Beschränkung auf naturwissenschaftliche Gymnasiallehrkräfte in einem Bundesland in der Studie »Ausgangslage erfassen« oder die Beschränkung auf Physiklehrkräfte in drei Bundesländern in der Studie »Evaluation und Begleitung der Implementation« stellen in eine weitere mögliche Stichprobenverzerrung dar. Mußmann et al. (2021) weisen auf Unterschiede bei der Nutzung von Lehr-Lernplattformen in den Bundesländern hin. Eine affektiv-kognitive Auseinandersetzung mit Lehr-Lernplattformen und digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen

mag sich in anderen Fächern und Schulformen gegebenenfalls von den vorliegenden Ergebnissen unterscheiden, da insbesondere naturwissenschaftliche Lehrkräfte im Vergleich zu anderen Lehrkräften a) eine höhere Innovationsbereitschaft und b) eine höhere Technikaffinität aufweisen (Lipowsky, 2006). Die Ergebnisse müssen daher unter dieser Perspektive wahrgenommen werden, beanspruchen jedoch für naturwissenschaftliche, innovationsbereite und technikaffine Lehrkräfte sicherlich Gültigkeit.

## 10.2 Ergebnisse der Studien

### **Ausgangslage erfassen**

Die Ergebnisse aus der Studie »Ausgangslage erfassen« können teilweise als überholt angesehen werden, da die Umsetzung von Fern- und Hybridunterricht dazu führte, dass Schulen sich rund um das Thema Digitalisierung im Vergleich zu den Vorjahren bedeutend weiterentwickelten. Der Zugang zu Lehr-Lernplattformen hat sich seit der Durchführung der Studie »Ausgangslage erfassen« erweitert. Waren es im Sommer 2019 noch ca. 50 %, sind es im Jahr 2021 86 % der Lehrkräfte, die Zugang zu einer Lehr-Lernplattform haben. Es kann damit davon ausgegangen werden, dass die identifizierten Nutzungsarten sich zumindest teilweise verändert haben (Mußmann et al., 2021). Jedoch hat sich mit der Erweiterung des Zugangs die Umsetzung eines Lehr-Lernplattform-gestützten Unterrichts und damit auch die Umsetzung digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen kaum weiterentwickelt (ebd.).

Die Ergebnisse der Studie und vorhandene Literatur zur Umsetzung von Lehr-Lernplattform-gestützten Unterricht können als Ausgangslage für die »Implementation« digitalgestützter Unterrichtskonzepte mittels top-down-Prozess gesehen werden. Es ist also weiterhin interessant die Lage zur Digitalisierung zu untersuchen, um Veränderungen zu identifizieren. Dass die Lehrkräfte zu ihrem klassischen Unterricht zurückkehrten, ist nicht unwahrscheinlich. Ein weiterer Aspekt ist, dass sich die identifizierten SoC-Profile während der Umsetzung von Fernunterricht geändert haben könnten, sodass eine SoC-basierte Follow-Up-Untersuchung der Auseinandersetzung von Lehrkräften mit Lehr-Lernplattformen bzw. digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen nach Rückkehr zum klassischen Präsenzunterricht interessant wäre.

### **Evaluation und Begleitung der Implementation**

Die Evaluation der Fortbildung und Handreichung deutet daraufhin, dass die Implementationsmaßnahmen und die wahrgenommene Betreuung auf eine hohe Akzeptanz stieß. Zusätzlich wurden die entwickelten Implementationsmaßnahmen als relevant und anschlussfähig angesehen. Es kann daher sein, dass dieser Umstand zu der Entwicklung der affektiv-kognitiven Aus-

einandersetzung und zu der Entwicklung der Variablen aus dem Technologieakzeptanzmodell beigetragen hat und nicht die Intervention alleine. Auch ist das Akzeptanzobjekt selbst bei der Ergebnisinterpretation zu berücksichtigen. Es besteht die Möglichkeit, dass die Ergebnisse bei einem anderen Objekt anders aussehen könnten. Die Kombination aus einer akzeptanzfördernden Implementationsmaßnahme und einem auf Akzeptanz treffenden Objekt rechtfertigen die Ergebnisse.

In diesem Zusammenhang sei auf die Problematik der Feldforschung verwiesen. Solche Forschungsvorhaben sind offen und kaum zu kontrollieren. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind damit wahrscheinlich nur bedingt reproduzierbar. Das Gewicht dieser Limitation lässt sich mithilfe der Erhebung von Kontrollvariablen reduzieren. Andererseits ist es mit einem Feldforschungsdesign möglich, Ergebnisse in einem natürlichen und unverfälschten Umfeld zu generieren. Realitätsnahe Schlussfolgerungen sind daher möglich. Mit Blick auf das Ziel der vorliegenden Arbeit, die Implementation digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen zu begleiten und zu evaluieren, ist die Feldforschung daher das Mittel der Wahl.

## 10.3 Eingesetzte Instrumente

### **Nutzung Lehr-Lernplattform und Fortbildungswünsche**

Für die Erfassung der Fortbildungswünsche und der Nutzungsarten von Lehr-Lernplattformen sind zur differenzierten Darstellung Studiendesigns denkbar, die mehr Details liefern. So gibt bspw. die Antwortmöglichkeit »Umsetzung von Unterricht« zwar Aufschluss darüber, ob die Lehr-Lernplattform im Unterricht genutzt wird, aber es ist keine spezifischere Aussage möglich. So bleibt bspw. unklar, ob die Lehr-Lernplattform bspw. für eine digitale Klassenarbeit oder für Projektarbeiten genutzt wird. Damit liefert dieser Studie keine Aussage über Nutzungsdetails. Aussagen auf der Sichtebeine sind jedoch möglich.

Detaillierte Aussagen über die Nutzungsart hätte mit der Level of Use-Dimension des CBAM (Kap. 3.4) mittels Durchführung von Interviews generiert werden können. Da die Dimensionen der Stages of Concern mit den Dimensionen der Level of Use korrelieren (Sieve, 2015) und der Aufwand von Durchführung und Auswertung von Interviews zur Erfassung der Ausgangslage in diesem Fall als nicht gerechtfertigt erschien, wurde die Level of Use-Dimension des CBAM in der vorliegenden Arbeit nicht angewendet.

### **Stages of Concern**

Die Theorie zu den Stages of Concern und der dazugehörige standardisierte Fragebogen passen zusammen. Eine Anbindung an andere Theorien, bspw. an psychologische Theorien, fehlt

(Pant et al., 2008). So ist zwar in der Theorie ein hypothetischer Zusammenhang zwischen dem Grad der Auseinandersetzung und der Nutzung einer Innovation zu finden, jedoch ist dieser Zusammenhang in anderen Studien und auch in dieser Studie nicht eindeutig bestätigt worden. Es wäre daher bspw. sinnvoll, das Modell der Phasen der Akzeptanz (Kollmann, 1998) und damit den Zusammenhang zwischen Handlung und den Stages of Concern weiter zu untersuchen.

In dieser Studie wurden mittels Faktorenanalyse 5 und nicht die verwendeten 7 SoC-Dimensionen identifiziert, wodurch ein Überarbeitungsbedarf des Fragebogen besteht. In diesem Zusammenhang könnte die tiefergehende Betrachtung der wirkungsbezogenen *Concerns* sinnvoll sein. Hohe Werte in diesen Dimensionen deuten auf noch vorhandene Bedürfnisse hin, die in einem Spannungsfeld mit einer Institutionalisierung stehen. Jedoch sind die Auswirkungen auf den eigenen Unterricht und insbesondere auf die Schüler und Schülerinnen immer eine zentrale Frage der Lehrkräfte. Dies wurde auch in den vorliegenden Studien bestätigt. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit die Dimension 4 *Consequence* für die Beurteilung von Implementationsprozessen relevant ist. Es kann möglicherweise davon ausgegangen werden, dass niedrige Werte in dieser Dimension auf eine fehlende Akzeptanz der Innovation hindeuten.

Auch in dieser Studie fehlt die Anbindung an psychologische Theorien und an sozialpsychologische Prozessmodelle der Einstellungsänderung, da a) der Fokus auf der Änderung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung lag und b) die Ergebnisse der Studie mit anderen vergleichbar sein sollten, um eine Abwägung zwischen zwei Implementationsmodi gewährleisten zu können. Damit ist es auch in dieser Studie nicht von Belang, dass die in der Theorie als typisch beschriebene fortschreitende Entwicklung von Dimension zu Dimension nicht gänzlich bestätigt werden konnte (Watzke, 2007). Deutlich wurde aber, dass die Bedeutung und Auswirkungen der Innovation unabhängig von den Erfahrungen für alle Lehrkräfte relevant sind. Eine Aussage über einen derzeitigen Implementationszustand einer Innovation bleibt folglich mithilfe des SoC-Fragebogens weiterhin nur in Ansätzen möglich.

Trotz der genannten Limitationen bot der Einsatz des Fragebogen in der Studie »Ausgangslage erfassen« einen Einblick in die Vorerfahrungen, Interessen, Bedenken und Einstellungsmuster der Lehrkräfte in Bezug auf die Innovation »digitalgestützte Unterrichtskonzeption«. Auch in der Studie »Evaluation und Begleitung der Implementation« gelang es durch den Fragebogen, einen Einblick auf die fortschreitende Auseinandersetzung der Lehrkräfte über einen Zeitraum zu erfassen. Das Modell der Stages of Concern und der darauf basierende modellbasierte Fragebogen stellt derzeit eine der wenigen Möglichkeiten dar, modellbasiert und standardisiert die Implementation von Innovationen mit einem Fokus auf die individuelle Perspektive von

Lehrkräften zu erfassen (Pant et al., 2008). Dazu ist der Fragebogen flexibel in verschiedenen Kontexten einsetzbar, wodurch ein Vergleich mit anderen Innovationen und Implementationsmaßnahmen einfacher möglich ist. Jedoch wird auch in dieser Studie auf die Notwendigkeit des Einbezuges weiterer Variablen verwiesen (bspw. Nutzungsgrad der Innovation oder Intention zur Nutzung).

### **Variablen der Technologieakzeptanz**

Die Variablen aus dem Technologieakzeptanzmodell (Intention, Wahrgenommene Bedienbarkeit, Wahrgenommener Nutzen und Einstellung) lassen wenig Aussage über negative Eigenschaften einer Innovation zu (Leps, 2016), wodurch die positiven Ergebnisse in der Studie ein Stück weit verzerrt sein können. Weiterhin wurde mit den erfassten Akzeptanzkonstrukten nicht zwischen der Einstellung gegenüber dem Objekt und der Einstellung gegenüber der Handlung unterschieden.

Die Variablen ermöglichen über die affektiv-kognitive Auseinandersetzung hinaus weitere Aussagen über die Veränderung akzeptanzbeeinflussender Faktoren während eines Implementationsprozesses. Während mittels einer SoC-Analyse eine Beurteilung der Nutzung einer Innovation schwierig ist, stellt die *Intention* einer der besten Prädiktoren für die tatsächliche Nutzung dar (F. D. Davis, 1989b).

### **Level of Use**

Die wahrgenommenen Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts wurde über die LoU-Skala adaptiert nach Sachse et al., (2012) erfasst. Die Beantwortung der Skala setzt voraus, dass bei den Lehrkräfte eine Vorstellung von einem basiskonzeptorientierten Unterricht existiert. Diese wurde in diesem Zusammenhang nicht erfasst, wodurch das Ergebnis zur Auswertung der Skala nicht verallgemeinerbar und kaum interpretierbar sind. In diesem Zusammenhang wird auch die Validität der Skala infrage gestellt. Diese entstand durch eine stark verkürzte Adaption des LoU-Interviews aus dem CBAM. Inwiefern die Skala wirklich die Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts misst, ist unklar.

## **10.4 Design**

Der Fokus der Beforschung der Lehrkräfte gestaltete sich im Hinblick auf die Adaption während des Coachings teilweise schwierig. Grund hierfür war die im Projekt angelegte Kombination der Beforschung aus »Lehrkraft« und »Schüler und Schülerinnen«. Ein Großteil der Lehrkräfte verwies während der Adaption und des Einsatzes der Unterrichtseinheiten darauf, dass eine Anpassung der Unterrichtskonzeptionen zu einer Verfälschung des Ergebnisses in Bezug

die Schüler und Schülerinnen führe.<sup>1</sup> Eine Möglichkeit wäre daher zwischen Studien, die die Schüler und Schülerinnen und Lehrkräfte beforschen, zu trennen. Jedoch stellt das im Hinblick auf die Fortbildungsforschung, besonders der Wirkebenen von Fortbildungen, und den Zielen der Implementation ein Problem dar. Ein Ziel von Innovationen und der Beforschung von Implementationen ist die Weiterentwicklung von Unterricht. Diese Weiterentwicklung ist bspw. messbar am Output der Schüler und Schülerinnen. Daher erscheint es sinnvoll, affektive sowie kognitive Merkmale der Lehrkräfte und die Weiterentwicklung der Schüler und Schülerinnen (affektiv und kognitiv) weiterhin gemeinsam zu beforschen. Dies bedarf jedoch eines transparenten und erklärenden Vorgehens.

Das Forschungsdesign lässt wenig Rückschlüsse auf das Zusammenspiel von unterschiedlichen Bedingungsfaktoren bei der Implementation von Innovationen zu (Schrader et al., 2020). Lediglich wurden der Implementationsmodus und die Nutzung von Lehr-Lernplattformen an der Schule als Einflussgrößen auf die Variablen der Technologieakzeptanz untersucht. Bei dieser Untersuchung ließ sich zumindest feststellen, dass die Kombination aus Erfahrung und intensivere Auseinandersetzung mittels Fortbildung förderlich für eine Intention zur Nutzung der Innovation ist.

---

<sup>1</sup>Die Beforschung der Schüler und Schülerinnen fand zeitgleich durch den Entwickler der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen statt.

# 11 Zusammenfassung, Konsequenzen und Ausblick

## 11.1 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hatte das Ziel, die Ausgangslage für die Nutzung von Unterrichtskonzeptionen auf einer Lehr-Lernplattform zu erfassen und die Implementation dieser zu evaluieren. Im Zentrum der Untersuchung stand dabei die Erprobung und der Vergleich zweier Implementationsmodi (Fortbildung und Handreichung) hinsichtlich der Veränderung akzeptanzbeeinflussender Faktoren aus dem Technologieakzeptanzmodell und der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung.

Zu Beginn ist untersucht worden, welche Vorerfahrungen, Interessen, Bedenken sowie Einstellungen bei naturwissenschaftlichen Lehrkräften in Bezug auf digitalgestützte Unterrichtskonzeptionen vorliegen. In der Studie stellte sich heraus, dass zwischen dem Potential und der Nutzung von Lehr-Lernplattformen eine Diskrepanz besteht. Zusätzlich hatten zum Zeitpunkt der Durchführung der Studie lediglich 50 % einen Zugang zu einer Lehr-Lernplattform an der eigenen Schule und das, obwohl es schon seit zu Beginn der 2000er Jahre Lehr-Lernplattform gibt. Vorwiegend konnten »einfache« Nutzungsarten von Lehr-Lernplattformen identifiziert werden, die auch von Schulservern geleistet werden können. Ein Zusammenhang zwischen der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung und identifizierten Nutzungstypen konnte nicht eindeutig bestätigt werden, sodass das Modell der Stages of Concern sich scheinbar nicht dazu eignet, eine Nutzungsart vorauszusagen. Eine weitere Analyse gibt Hinweise darauf, dass der Typ *Auswirkungsfokussierte* mit einer niedrigen personenbezogenen Auseinandersetzung sich von den anderen beiden Profilen mit einer hohen personenbezogenen Auseinandersetzung in der Nutzungsart und -häufigkeit abgrenzt. Damit bleibt zumindest die Möglichkeit, die Nutzung durch den Grad der Auseinandersetzung in den personenbezogenen *Concerns* vorauszusagen, wobei dies durch weitere Studien belegt werden müsste. Interessanterweise wurde der theoretisch ideale SoC-Verlauf in der vorliegenden Studie nicht über die Nutzungsarten, sondern über die Nutzungshäufigkeit, zumindest in Grenzen, bestätigt.

Mithilfe der Durchführung einer Clusteranalyse über die SoC-Daten und der Profilverinterpretation wurden drei homogene Subgruppen (Profile) identifiziert, wobei keine davon als ablehnend identifiziert worden ist. Es kann damit zu diesem Zeitpunkt von einer vorhandenen Einstellungsakzeptanz ausgegangen werden. Die vorliegende Analyse zeigt, dass für eine fortgeschrittene Lehr-Lernplattform-Nutzung eine Einarbeitung, z. B. mit Hilfe von Fortbildungen, benötigt wird, die sich speziell auf technische und fachdidaktische Themen konzentriert.

Basierend auf den Ergebnissen der Studie »Ausgangslage erfassen« und Befunden aus der Implementations-, Akzeptanz- und Fortbildungsforschung wurden zwei Implementationsmodi entwickelt und es wurde untersucht, welchen Beitrag diese zur Förderung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung und auf die Variablen der Technologieakzeptanz leisten. In beiden Fällen trug der Prozess der Implementation zur einer Weiterentwicklung bei, wobei entsprechend den Vorannahmen der Besuch einer Fortbildung zu einer höheren Weiterentwicklung der Akzeptanz und der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung beiträgt. Der identifizierte Unterschied zum Zeitpunkt vor dem Einsatz einer Unterrichtseinheit wurde durch die beim Einsatz durchgeführte Handlung nur wenig reduziert. Die theoriebasierte Entwicklung und Beforschung zweier Implementationsmodi trägt dazu bei, weitere evidenzbasierte Maßnahmen zur Implementation fachdidaktischer Innovationen abzuleiten.

Die Studie »Evaluation und Begleitung der Implementation« liefert Hinweise darauf, dass mittels Fortbildung und Handreichungen eine Auseinandersetzung so initiiert werden kann, sodass sich diese auf akzeptanzbeeinflussende Variablen auswirken kann. Beide Auseinandersetzungsformen zielen auf die Planung von Unterricht ab, wodurch das Wissen, aber eben auch die untersuchten affektiven Konstrukte beeinflusst werden, wobei durch den Besuch einer Fortbildung die Akzeptanz und die affektive-kognitive Auseinandersetzung und damit affektive Konstrukte im Vergleich zu einer selbstständigen Auseinandersetzung eine höhere Veränderung initiiert wird. Erst die Phase der Unterrichtsumsetzung, also eine Handlung, reduziert die Unterschiede in der Akzeptanz und in der affektiven-kognitiven Auseinandersetzung.

## 11.2 Konsequenzen für die Implementation digital-materialgestützter Unterrichtskonzeptionen

### **Erfassung der Ausgangslage**

Die Erfassung einer Ausgangslage zur Implementation von Innovationen ist im Hinblick auf

vorhandene Eigenschaften des Subjekts und Objekts zu betrachten. Zusätzlich ist die Erfassung der Ausgangslage im Hinblick auf die Vorbereitung, Durchführung der Studie und Analyse der Daten umfangreich, wodurch entsprechend Zeit im Voraus eingeplant werden müsste. Dadurch muss die Notwendigkeit der Durchführung einer Studie abgewogen werden. So wäre es bspw. nicht notwendig bei dem entwickelten Lehrgang von Greinert (2020) eine Studie zur Erfassung der Ausgangslage in Bezug auf die Nutzung von Wärmebildkameras durchzuführen. Mit Blick auf das Implementationsmodell von Kirschner et al. (2004) und den generierten Erkenntnissen zu den Vorerfahrungen, Interessen, Bedenken sowie Einstellungen naturwissenschaftlicher Lehrkräfte zum Einsatz von Lehr-Lernplattformen und digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen erschien es für die Implementation der Unterrichtskonzeptionen sinnvoll, die Ausgangslage zu erfassen.

### **Aufgaben- und wirkungsbezogene Concerns**

Zwar konnten Veränderungen in den wirkungsbezogenen *Concerns* festgestellt werden, jedoch trug weder die Auseinandersetzung mit den Unterrichtskonzeptionen mittels Fortbildung oder Handreichung noch der Einsatz zu einer Verringerung der wirkungsbezogenen Auseinandersetzung bei. Dies wurde auch in der Dimension 3 *Management* (aufgabenbezogene Auseinandersetzung) festgestellt. Zukünftige Implementationsvorhaben sollten sich daher auch mit der Frage beschäftigen, wie diese SoC-Dimensionen angesprochen werden können, ohne dass eine Verringerung der Auseinandersetzung in diesen Dimensionen auf eine mangelnde Akzeptanz hindeutet. So wäre es bspw. möglich, dass eine Verringerung der Auseinandersetzung in der Dimension 5 *Collaboration* eine beginnende Institutionalisierung bedeuten kann. Aspekte, die das Management betreffen, sind gerade bei der Akzeptanzerhaltung bzw. -erhöhung zu beachten, da bspw. ein zu hoher Zeitaufwand zu einer Akzeptanzsenkung führen kann (Gerick et al., 2017). Zwar weist ein hoher Wert in den wirkungsbezogenen *Concerns* auf eine Akzeptanz der Innovation hin, da die Auswirkungen auf den Unterricht, die Zusammenarbeit mit anderen Lehrkräften und die Adaption der Innovation von Belang sind. Jedoch werden auch bisher nicht beachtete Bedürfnisse der Lehrkräfte sichtbar. So könnte nach dem Einsatz ein Erfahrungsaustausch mit Lehrkräften stattfinden, um bspw. die Dimension 5 *Collaboration* anzusprechen und damit das Bedürfnis nach Kooperation zu reduzieren. In diesem Zusammenhang wäre eine nachhaltige angelegte Zusammenarbeit unter Lehrkräften und zwischen Lehrkräften und Forschenden möglich.

### **Aufwand und Nutzen**

Mit der Auseinandersetzung fachdidaktischer Innovation ist zugleich ein Aufwand seitens der

Lehrkräfte verbunden. Es reicht daher wahrscheinlich nicht aus, den Nutzen der Innovation wiederkehrend zu explizieren. Der Aufwand sollte bei der Entwicklung einer Implementationsmaßnahme antizipiert und entsprechend transparent für die Lehrkräfte dargestellt werden, um bspw. Lehrkräfte vor weiteren Implementationsvorhaben nicht abzuschrecken.

Auch in dieser Studie wird erneut deutlich, dass ein Mangel an Ressourcen wie Zugang zum Internet, zu Hardware und zu einer Lehr-Lernplattform die Institutionalisierung gefährdet. Da die Lehrkräfte mit nicht vorhandenen Ressourcen die digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen lediglich im Rahmen des Projekts einsetzen konnten, erscheinen die investierte Arbeit aufseiten der Forschenden und der Lehrkräfte zu hoch.

### **Heterogene Voraussetzungen der Lehrkräfte**

Lehrkräfte weisen in Bezug auf die Digitalisierung von Unterrichtsprozessen unterschiedliche Voraussetzungen auf. Solche Unterschiede lassen sich auch im fachlichen und fachdidaktischen Wissen identifizieren, wodurch die Entwicklung von adressatengerechten Implementationsmaßnahmen auf mehreren Ebenen hinsichtlich der Zielgruppe schwierig zu gestalten ist. Um der Heterogenität zu begegnen, eignen sich bspw. Coachings, modular gestaltete Fortbildungsmaßnahmen oder die Zuordnung zu verschiedenen Modulen (Sieve, 2015), wobei insbesondere ein Austausch zwischen erfahrenen und unerfahrenen Lehrkräften wahrscheinlich für einen Implementationserfolg zielführend sein könnte. Für letzteres sind entsprechende Module auf unterschiedlichem Niveau im Vorfeld zu entwickeln. Die genannten Maßnahmen sind aber im Hinblick auf den erwartbaren Outcome zu bewerten und zu entwickeln.

### **Relevanz der Theorie**

Die Relevanz der Theorie hinter fachdidaktischen und digitalen Innovationen sollte schon früh in der Ausbildung der Lehrkräfte verankert und in der Lehrkräfteweiterbildung wiederkehrend aufgegriffen werden. Dabei sollte vor allem die nicht wahrgenommene Relevanz der Theorie aus Sicht der Lehrkräfte für die Praxis aufgegriffen werden. Es reicht also nicht aus, lediglich die Theorie zu thematisieren. Es ist offenbar erforderlich, diese an konkreten Beispielen zu explizieren und bestenfalls erfahrbar zu machen. Die Anwendung der Theorie sollte demnach insbesondere bei der Entwicklung von Implementationsmaßnahmen eine zentrale Rolle spielen, wobei die Relevanz der Theorie an vorhandenes Wissen anknüpfen und dementsprechend begründet werden sollte (Kap. 4.3.3). An dieser Stelle wird die notwendige Transparenz (bspw. digitale und didaktische Umsetzung) für eine erfolgreiche Implementation von Unterrichtskonzeptionen wieder deutlich (Beyer et al., 2009). In diesem Zusammenhang spielt die Zusammenarbeit zwischen Forschenden und Praktizierenden eine zentrale Rolle (*Research-*

*Practice-Partnership*). So könnten fachdidaktische Forschungsinstitute regelmäßig Kurzfortbildungen zu theoriebasierten Unterrichtsmaterialien anbieten und die entwickelten Unterrichtsmaterialien bspw. über *OER*-Plattformen zugänglich machen (z. B. Projekt *OER@IPN*). Eine weitere Möglichkeit wäre, die Kombination aus Fortbildung und Handreichung zu stärken. Für den gewünschten Austausch und die Unterstützung der Umsetzung der Unterrichtskonzeptionen sind sicherlich Fortbildungen und entsprechend gestaltete Handreichungen sinnvoll.

### **Umgang mit materialgestützten Unterrichtskonzeptionen**

Auf den Umgang mit materialgestützten Unterrichtskonzeptionen sollte in der Lehrkräfteaus- und -weiterbildung mehr Wert gelegt werden. Dies bedeutet, dass zunächst der Nutzen für die (angehenden) Lehrkräfte expliziert werden muss. Ohne einen erkennbaren Nutzen bspw. positive Aufwand-Nutzen-Abwägung oder Förderung einer evidenzbasierten Unterrichtsgestaltung besteht für (angehende) Lehrkräfte kaum ein Grund sich mit materialgestützten Unterrichtskonzeptionen auseinanderzusetzen. Eine vorhandene Akzeptanz auf allen Ebenen sagt weiterhin wenig über eine zielführende Nutzung aus (Breuer, 2021). Lehrkräfte müssen daher weiterhin in Bezug auf die Nutzung und Anpassung von vorhandenen Unterrichtskonzeptionen geschult werden. Bestenfalls wird für eine Akzeptanzerhöhung und effektive Nutzung schon in der Lehrkräfteausbildung ein Fundament geschaffen. Das durchgeführte Coaching zur Adaption der Unterrichtskonzeptionen hatte hauptsächlich die Erhöhung der Akzeptanz auf der Handlungsebene und die tiefgreifende Auseinandersetzung mit der Unterrichtskonzeption zum Ziel (Ziele, Aktivitäten etc.). Dabei wurde das durchgeführte Coaching von den Lehrkräften als unterstützend und zielführend bewertet. Da diese Maßnahme des Coachings von den Lehrkräften angenommen wird, sollten sich Coachingmaßnahmen, aber auch die Lehrkräfteaus- und -weiterbildung, zusätzlich auf eine zielführende Adaption von Unterrichtskonzeptionen in Bezug auf die Schüler und Schülerinnen beziehen.

## **11.3 Fazit und Implikationen für Forschung und Praxis**

### **Implementationschancen**

Die Akzeptanz auf der Einstellungs- und Handlungsebene ist vorhanden. Die Lehrkräfte zeigen Bereitschaft, die digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen zu erproben und investieren Zeit in deren Adaption, also in die Übernahme der Innovation. Zum Erreichen einer Insti-

tionalisierung eines Lehr-Lernplattform-gestützten Unterricht und damit einer Nutzungsakzeptanz der Lehrkräfte sind standardmäßig Zugänge zu Lehr-Lernplattformen und Unterstützungsmaßnahmen wie Fortbildungen oder auch Schwerpunkte in der Ausbildung von Lehrkräften z. B. die Entwicklung und didaktische Einbettung digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen zu schaffen.

### **Formate der Implementationsunterstützung**

Je nach Zielsetzung und Neuigkeitsgrad der fachdidaktischen Innovation muss grundsätzlich im Vorfeld unter Einbezug einer Aufwands-Nutzen-Abwägung entschieden werden, wie eine entsprechende Implementationsmaßnahme zu gestalten ist. Grundsätzlich eignen sich als unterstützende Implementationsmaßnahme Fortbildung, Handreichungen oder eine Kombination. Beide entwickelten Implementationsmodi (Fortbildung und Handreichung) tragen zu einer Entwicklung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung und akzeptanzbeeinflussender Faktoren der digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen bei, wobei sich das Ausmaß der Entwicklung unterscheidet. Auch zeigt sich zum Zeitpunkt vor dem Einsatz ein Einfluss des Implementationsmodus auf die Variablen *Intention*, *Bedienbarkeit* und *Einstellung*. Ein Besuch einer Fortbildung kann also im Vergleich zu einer Handreichung zu einer »besseren« Entwicklung beitragen. In Bezug auf die positive Entwicklung akzeptanzbeeinflussender Faktoren und der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung mit fachdidaktischen Innovationen kann geschlossen werden, dass diese durch eine Auseinandersetzung mit der jeweiligen Innovation im Zusammenhang mit einer Handlung (Einsatz im Unterricht) gestärkt werden kann, wobei nicht auszuschließen ist, dass es auch zu einer Akzeptanzsenkung kommen kann. Scheinbar hängt aber die Entwicklung über den Einsatz im Unterricht auch von der Auseinandersetzung vor dem Einsatz ab. So bleiben auch nach dem Einsatz Unterschiede in der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung bestehen. Auch hat der Implementationsmodus nach dem Einsatz auf die Variablen *Intention* und *Bedienbarkeit* weiterhin einen Einfluss. Da die Handlung unabhängig vom Implementationsmodus scheinbar einen Einfluss auf die Entwicklung akzeptanzbeeinflussender Variablen hat, wird dafür plädiert, den Einsatz fachdidaktischer Innovation innerhalb einer Implementationsmaßnahme zu begleiten.

Abschließend wird im vorliegenden Fall der Besuch einer Fortbildung bevorzugt. Die Fortbildung trägt im Vergleich zu einer Handreichung über den gesamten Implementationsprozess zu einer positiveren Entwicklung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung mit mittleren bis hohen Effekten sowie der erfassten akzeptanzbeeinflussender Variablen bei. Zusätzlich war die Nutzung einer Lehr-Lernplattform zum Zeitpunkt des Implementationsstartes noch nicht weitreichend etabliert, sodass sich eine Fortbildung bspw. für Rückfragen seitens der Lehrkräfte

eignet. So konnte die digitale Umsetzung besser begründet und auch die Einsatzszenarien in einem basiskonzeptorientierten Unterricht erarbeitet und nicht vorgegeben werden.

### **Nutzung und Entwicklung von digital-materialgestützten Unterrichtskonzeptionen**

Um den Transfer von materialgestützten Unterrichtskonzeptionen über eine Lehr-Lernplattform weiter zu unterstützen, muss die Beforschung zur Nutzung von Lehr-Lernplattformen insofern ausgeweitet werden, dass eine Förderung von elaborierten Nutzungsarten (bspw. Differenzierung oder Feedback) unterstützt wird. Dies ist besonders unter dem Gesichtspunkt wichtig, dass selbst der Rückwechsel von Fern- und Hybridunterricht zu Präsenzunterricht wenig zu einer fortgeschrittenen Nutzungsart von Lehr-Lernplattformen beitrug (Mußmann et al., 2021). Sicherlich ist bei gegebener etablierter Nutzung einer Lehr-Lernplattform sinnvoll, die Diffusion von digital-materialgestützten Unterrichtskonzeption zu untersuchen. In Bezug auf den Nutzen solcher digital-materialgestützter Unterrichtskonzeptionen werden empirische Untersuchungen zur Auswirkung des Einsatzes von Lehr-Lernplattformen auf die Schüler und Schülerinnen sowie den eigenen Unterricht hinsichtlich affektiver und kognitiver Konstrukte benötigt. Weitere Implementationsmaßnahmen sollten sich daher auch mit der Ebene 3 – Weiterentwicklung der Schüler und Schülerinnen – beschäftigen, um weiter aufzuklären, was in Bezug auf die Digitalisierung von Unterrichtsprozessen wirksam ist (bspw. Erhöhung der Motivation, individualisiertes Lernen). In diesem Zusammenhang sollte auch eine mögliche Änderung der Rolle der Lehrkraft diskutiert werden.

### **Implementationsforschung**

Die Fortbildungsforschung beschäftigt sich u. a. mit akzeptanzfördernder und wirksamen Gestaltungsmerkmalen von Fortbildungen. In diesem Zusammenhang wäre es sinnvoll, konkret für die Implementationsforschung Gestaltungsmerkmale von Fortbildungen, insbesondere von Webinaren oder blended-learning-Formaten, und Handreichungen abzuleiten. Es stellt sich bspw. die Frage, wie digitale Handreichungen oder multimedial angeleitetes Selbstlernen mit dem Ziel der Veränderung der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung und akzeptanzbeeinflussender Variablen und insgesamt zur Professionsentwicklung, entwickelt werden sollten.

Mit Blick auf die Wirksamkeit von fachdidaktischen Implementationen, die auf Ebene 3 die Schüler und Schülerinnen betreffen, fehlt es grundsätzlich an Arbeiten die spezifischer den Zusammenhang zwischen Lehrkraft und Schüler und Schülerinnen untersuchen. Gerade im Hinblick auf eine zielführende Adaptionfähigkeit der Lehrkräfte, wäre es in weiteren Studien interessant zu untersuchen, ob (angehende) Lehrkräfte die Umsetzung der »Theorie« in den vorhandenen Unterrichtskonzeptionen erkennen. Auch sollten Lehrkräfte mit der Adap-

tion von materialgestützten Unterrichtskonzeptionen nicht alleine gelassen werden. Weitere Studien könnten zusätzlich mit der Entwicklung einer Adaptionskompetenz unter Einbezug der Praxisantinomie<sup>1</sup> von (angehenden) Lehrkräften beschäftigen.

In der vorliegenden Studie haben technikaffinere und innovationsbereite Lehrkräfte teilgenommen, wodurch sich schlussendlich die Ergebnisse limitieren lassen. Unter diesen Umständen wären Forschungsanliegen zur Aptitude-Treatment-Interaction lohnenswert.

### **Stages of Concern**

Das zentrale Ergebnis der SoC-Befragung zu den digitalgestützten Unterrichtskonzeptionen (4 *Consequence*: Auswirkungen auf die Lernenden sowie auf den Unterricht) in Studie der »Ausgangslage erfassen« kann und sollte für andere Implementationsvorhaben den Ausgangspunkt im Hinblick auf die Wirkung, den Nutzen und eine mögliche Veränderung von klassischem Unterricht zu einer Form eines digitalen Unterrichts den Ausgangspunkt weiterer Studien bilden. Auch sollte sich in Bezug auf die Weiterentwicklung der *Concerns* die Dimensionen 4 bis 6 näher untersucht werden. Zusätzlich ist es weiterhin interessant, die SoC-Ausprägungen in anderen Kontexten (andere Lehrkräfte, Schulformen, Fächer etc.) zu untersuchen. Jedoch weisen auch die Ergebnisse der vorliegende Studie darauf hin, dass die SoC-Theorie bspw. im Hinblick auf eine Korrelation zwischen Nutzung und Auseinandersetzung weiterentwickelt und der darauf basierende Fragebogen überarbeitet werden sollte. So wäre es bspw. möglich, die vorhandenen 7 Dimensionen auf 5 zu reduzieren. Der angeführten Kritik der fehlenden Anbindung des SoC-Modells an andere Theorien könnte durch Erweiterung des SoC-Modells um die Variable *Intention* aus dem Technologieakzeptanzmodell begegnet werden. Zusätzlich könnte bspw. die Dimensionen 3 *Management*, die ein Prädiktor für die Bedienbarkeit darstellt, als mögliche Komponente für die Absicht zur Nutzung bestätigt werden.

### **Akzeptanzforschung**

Die vorliegende Studie deutet auf eine Akzeptanz der Implementationsmaßnahme und der fachdidaktischen Innovation »digitalgestützte Unterrichtskonzeption« hin. Jedoch wurden die Lehrkräfte in dieser Studie aufwändig begleitet und gleichsam zum Einsatz einer Unterrichtskonzeption hingeleitet. Daher stellt sich die Frage, zu welcher Akzeptanz und Nutzung offener gestaltete Maßnahmen zur Implementation führen. Dadurch ließen sich möglicherweise weitere Gründe für eine vorhandene Intentions-Handlungs-Lücke eruieren.

---

<sup>1</sup>kurz: Spannungsfeld zwischen Handlungsdruck, Zeitknappheit und Entscheidungszwänge

### **Forschung vs. Praxis**

Die in der Einleitung und in der Theorie ausgeführte Transfer- und Implementationsproblematik lässt sich nicht mit trivialen Ansätzen lösen. Die Bedienungsfelder aufseiten der Forschenden und Praktizierenden ist komplex und teilweise konträr. Wohlwissend, dass es ohne Änderung der Rahmenbedingungen der Lehrkräfte zu keiner tragfähigen Lösung kommt, sollte die Implementationsforschung weiterhin unter realen Bedingungen und unter Praxiseinbezug forschen.

»Nachhaltige Unterrichtsentwicklung bedarf der klugen Unterstützung durch das System.« (Reusser, 2009, S. 306). Um der wiederholt festgestellten Transfer- und Implementationsproblematik entgegen zu wirken, muss sich das System Bildung umstellen (Light, 1998). Lehrkräfte könnten bspw. durch Stundenentlastung zur tiefgreifenden Auseinandersetzung mit fachdidaktischen Innovationen animiert werden. Diese Forderung bezieht sich auch auf Seminare in der (universitären) Ausbildung von Lehrkräften.

Abschließend wird in Bezug auf eine initiierte Akzeptanzentwicklung darauf hingewiesen, dass die Veränderung nicht einseitig – also nur in positive Richtung – zu betrachten ist. Eher im Gegenteil: Auch ist eine Akzeptanzsenkung möglich, die von Forschenden zu beachten ist. Akzeptanz ist also zwischen Forschenden und Praktizierenden beidseitig zu betrachten.



# Teil V

## Verzeichnisse



# 12 Literatur

- Achtenhagen, F. (2003). Fachdidaktische Theorie als Beitrag zur Innovation durch Bildung. In I. Gogolin & R. Tippelt (Hrsg.), *Innovation durch Bildung* (S. 27–76). Leske + Budrich.
- Acock, A. C. (2005). Working With Missing Values. *Journal of Marriage and Family*, 67(4), 1012–1028. <https://doi.org/10.1111/j.1741-3737.2005.00191.x>
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior Human Decision Processes. *Organizational Behavior and*, 50(2), 179–211.
- Ajzen, I. (2005). *Attitudes, personality, and behavior*. 2nd ed. Maidenhead, Berkshire. Open University Press.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Fishbein, Martin: Understanding attitudes and predicting social behavior*. Prentice-Hall.
- Alexander, S., & McKenzie, J. (1998). *An evaluation of information technology projects for university learning*. Australian Government Publishing Services.
- Allerbeck, M. (1998). Usability Tests und Akzeptanzuntersuchungen - Konkurrierende Methoden oder gegenseitige Ergänzung. In R. Helmreich (Hrsg.), *Technik für den Menschen. Gestaltung und Einsatz benutzerfreundlicher Produkte* (S. 33–38). VDE Verlag.
- Altrichter, H., & Wiesinger, S. (2004). Der Beitrag der Innovationsforschung im Bildungssystem zum Implementierungsproblem. In G. Reinmann & H. Mandl (Hrsg.), *Psychologie des Wissensmanagements. Perspektiven, Theorien und Methoden* (S. 220–233). Hogrefe.
- Altrichter, H. (2010). Lehrerfortbildung im Kontext von Veränderungen im Schulwesen. *Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung*, 17–34.
- Altrichter, H., & Posch, P. (2018). *Lehrer erforschen ihren Unterricht. Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung* (5. Auflage). Verlag Julius Klinkhardt.
- Altrichter, H., & Wiesinger, S. (2013). Der Beitrag der Innovationsforschung im Bildungswesen zum Implementierungsproblem. In G. Reinmann & H. Mandl (Hrsg.), *Psychologie des Wissensmanagements: Perspektiven, Theorien und Methoden* (S. 220–233). Hogrefe.
- Arias, A., Smith, S., Davis, E., Marino, J.-C., & Palinscar, A. (2017). Justifying Predictions: Connecting Use of Educative Curriculum Materials to Students' Engagement in Science Argumentation. *Journal of Science Teacher Education*, 28(1), 11–35.
- Arndt, S. (2010). *Evaluierung der Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen. Modell zum Kaufverhalten von Endkunden*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.

- Arndt, S. (2011). *Evaluierung der Akzeptanz von Fahrerassistenzsystemen: Modell zum Kaufverhalten von Endkunden*. Springer.
- Artelt, C., Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele U., Schneider, W., Schümer, G., Stanat, P., Tillmann, K.-J., & Weiß, M. (Hrsg.). (2001). *PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*.
- Aufenanger, S. (2017). Zum Stand der Forschung zum Tableteinsatz in Schule und Unterricht aus nationaler und internationaler Sicht. In J. Bastian & S. Aufenanger (Hrsg.), *Tablets in Schule und Unterricht* (S. 119–138). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Autorengruppe Bildungsberichterstattung. (2018). Bildung in Deutschland 2018. Ein indikatorengestützter Bericht mit einer Analyse zu Wirkungen und Erträgen von Bildung.
- Bach, A. (2016). Nutzung von digitalen Medien an berufsbildenden Schulen – Notwendigkeit, Rahmenbedingungen, Akzeptanz und Wirkungen. In J. Seifried (Hrsg.), *Jahrbuch der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung 2016* (S. 107–123). Verlag Barbara Budrich 2016.
- Bagozzi, R. P. (2007). The Legacy of the Technology Acceptance Model and a Proposal for a Paradigm Shift. *Journal of the Association for Information Systems*, 8(4).
- Bakker, A. (2018). *Design research in education. A practical guide for early career researchers*. Routledge.
- Bauer, J., Berthold, K., Hefter, M., Prenzel, M., & Renkl, A. (2017). Wie können Lehrkräfte und ihre Schülerinnen und Schüler lernen, fragile Evidenz zu verstehen und zu nutzen? *Psychologische Rundschau*, 188–192.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenzen von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–53). Waxmann.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Beck, E., Baer, M., Guldemann, T., Bischoff, S., Brühwiler, C., Müller, P., Niedermann, R., Rogalla, M., & Vogt, F. (2008). *Adaptive Lehrkompetenz. Analyse und Struktur, Veränderbarkeit und Wirkung handlungs-steuernden Lehrerwissens*. Waxmann.
- Becker, F. (2019). *Mitarbeiter wirksam motivieren*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57838-4>
- Beerenwinkel, A., & Gräsel, C. (2005). Texte im Chemieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, (11), 21–39.
- Bergmann, M., & Franzese, F. (2020). Fehlende Werte. In M. Tausendpfand (Hrsg.), *Fortgeschrittene Analyseverfahren in den Sozialwissenschaften* (S. 165–203). Springer.
- Beyer, C., Delgado, C., Davis, E., & Krajcik, J. (2009). Investigating Teacher Learning Supports in High School Biology Curricular Programs to Inform the Design of Educative Curriculum Materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 977–998.

- Beywl, W., Speer, S., & Keer, J. (2004). Wirkungsorientierte Evaluation im Rahmen der Armut- und Reichtumsberichterstattung. Verfügbar 13. August 2022 unter <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/31631>
- Binder, I. (2019). *eLearning als integrierter Bestandteil des Schulalltags: Akzeptanzbestimmende Faktoren*.
- Birkenkrahe, M., Hingst, A., & Mey, S. (2018). ‚Ja, ich will.‘q Wie können Lehrende für die digitale Transformation begeistert werden? In S. Robra-Bissantz, O. J. Bott, N. Kleinfeld & K. Neu (Hrsg.), *Teaching Trends 2018. Die Präsenzhochschule und die digitale Transformation* (S. 31–35). Waxmann.
- Bitan-Friedlandera, N., Dreyfus, A., & Milgrom, Z. (2004). Types of “teachers in training”: the reactions of primary school science teachers when confronted with the task of implementing an innovation. *Teaching and Teacher Education*, 6(20), 607–619.
- BITKOM. (2011). Schule 2.0 Eine repräsentative Untersuchung zum Einsatz elektronischer Medien an Schulen aus Lehrersicht.
- Bitkom Research. (2021). Eltern in der Corona-Krise: Wie digital sind unsere Schulen? Verfügbar 12. September 2022 unter [https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-04/prasentation-bitkom-pk-elternstudie-28-04-2021\\_final\\_0.pdf](https://www.bitkom.org/sites/default/files/2021-04/prasentation-bitkom-pk-elternstudie-28-04-2021_final_0.pdf)
- Bitzenbauer, P. (2020). *Quantenoptik an Schulen. Studie im Mixed-Methods Design zur Evaluation des Erlanger Unterrichtskonzepts zur Quantenoptik*. Logos.
- Blumenfeld, P., Fishman, B. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2000). Creating usable innovations in systematic reform: Scaling up technology-embedded project-based science in urban school. *Educational Psychologist*, 35, 149–164.
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Springer.
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation: Für Human- und Sozialwissenschaftler ; mit 87 Tabellen* (4., überarb. Aufl., [Nachdr.]). Springer-Medizin-Verl.
- Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer.
- Bos, W., Schaumburg, H., Gerick, J., Schwippert, K., Vahrenhold, J., Goldhammer, F., Senkbeil, M., & Eickelmann, B. (2019). *ICILS 2018 #Deutschland*. Waxmann Verlag. <https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/49779>
- Böwing-Schmalenbrock, M., & Jurczok, A. (2012). Multiple Imputation in der Praxis: Ein sozialwissenschaftliches Anwendungsbeispiel. Verfügbar 13. August 2022 unter [https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/4847/file/multiple\\_imputation.pdf](https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/4847/file/multiple_imputation.pdf)
- Brady, S., Gillis, M., Smith, T., Lavalette, M., Liss-Bronstein, L., Lowe, E., North, W., & Russo, E. (2009). First grade teachers’ knowledge of phonological awareness and code concepts: Examining gains from an intensive form of professional development and corresponding teacher attitudes. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 22, 425–455.

- Breiter, A., & Welling, S. (2010). Integration digitaler Medien im Mehrebenensystem Schule. In B. Eickelmann (Hrsg.), *Bildung und Schule auf dem Weg in die Wissensgesellschaft* (S. 13–25). Waxmann.
- Breuer, J. (2021). *Implementierung fachdidaktischer Innovationen durch das Angebot materialgestützter Unterrichtskonzeptionen: Fallanalysen zum Nutzungsverhalten von Lehrkräften am Beispiel des Münchener Lehrgangs zur Quantenmechanik*. Logos.
- Breuer, J., Vogelsang, C., & Reinhold, P. (2018). Implementation fachdidaktischer Innovation am Beispiel des Münchener Unterrichtskonzepts zur Quantenmechanik. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Hrsg.), *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung* (S. 133–139).
- Brockhaus. (2018). Brockhaus. Verfügbar 5. Dezember 2018 unter <https://www.brockhaus.de/ecs/enzy/article/akzeptanz>
- Brockmann-Behnsen, D. (2021). *Kompetenzsteigerung im Argumentieren durch ein gezieltes Training im Unterricht: Ergebnisse der Langzeitstudie HeuRekAP*. Waxmann Verlag GmbH.
- Brown, M. (2012). The Teacher-tool Relationship: Theorizing the Design and Use of Curriculum Materials. In J. T. Remillard, B. Herbel-Eisenmann & G. Lloyd (Hrsg.), *Mathematics Teachers at Work. Connecting Curriculum Materials and Classroom Instruction* (S. 17–36). Routledge.
- Bühner, M. (2006). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. Pearson Studium.
- Bühner, M., & Ziegler, M. (2017). *Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler: Grundlagen und Umsetzung mit SPSS und R*. Pearson.
- Capaul, R. (2002). Über die Bedeutung der Schulleitung bei der Gestaltung von Schulinnovationsprozessen. (6(2)), 16–30.
- Caprara, G. V., Barbaranelli, C., Steca, P., & Malone, P. S. (2006). Teachers' self-efficacy beliefs as determinants of job satisfaction and students' academic achievement: A study at the school level. *Journal of School Psychology, 44*(6), 473–490. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2006.09.001>
- Cattell, R. B. (1966). 'The scree test for the number of factors'. In: *Multivariate behavioral research. Multivariate behavioral research, 1.2*, 245–276.
- Chai, C. S., Koh, J., & Tsai, C.-C. (2013). A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Educational Technology & Society, 16*(2), 31–51.
- Chambers, S. C., & Callaway, P. (2008). High and low implementers of content literacy instruction: Portraits of teacher efficacy. *Teaching and Teacher Education, 24*, 1739–1750.
- Charalambous, C. Y., & Hill, H. C. (2012). Teacher knowledge, curriculum materials, and quality of instruction: Unpacking a complex relationship. *Journal of curriculum studies, 44*(4), 443–466.
- Cheung, D., Hattie, J., & Ng, D. (2001). Reexamining the stages of concern questionnaire: A test of alternative models. *The Journal of Educational Research, (94)*, 226–236.
- Christensen, R., & Knezek, G. (1996). Constructing the Teachers' Attitudes toward Computers (TAC) questionnaire. Verfügbar 14. August 2022 unter <https://iitl.unt.edu/content/instruments>

- Coburn, C. (2003). Rethinking scale: Moving beyond numbers to deep and lasting change. *Educational Researcher*, 32(6), 3–12.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge.
- Collet, C. (2009). *Förderung von Problemlösekompetenzen in Verbindung mit Selbstregulation. Wirkungsanalysen von Lehrerfortbildungen*. Waxmann.
- Collins, L. M., Schafer, J. L., & Kam, C.-M. (2001). A comparison of inclusive and restrictive strategies in modern missing data procedures. *Psychological Methods*, 6(4), 330–351. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.6.4.330>
- Damschroder, L. J., Aron, D. C., Keith, R. E., Kirsh, S. R., Alexander, J. A., & Lowery, J. C. (2009). Fostering implementation of health services research findings into practice: a consolidated framework for advancing implementation science. *Implementation science : IS*, 4, 50. <https://doi.org/10.1186/1748-5908-4-50>
- Davis, E., & Krajcik, J. (2005). Designing Educative Curriculum Materials to Promote Teacher Learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3–14.
- Davis, E., Palincsar, A., Smith, S., Arias, A. M., & Kademian, S. M. (2017). Educative Curriculum Materials: Uptake, Impact, and Implications for Research and Design. *Educational Researcher*, 46(6), 293–304.
- Davis, E., Janssen, F., & van Driel, J. (2016). Teachers and Science Curriculum Materials: Where We Are and Where We Need to Go. *Studies in Science Education*, 52(2), 127–160.
- Davis, F. D. (1989a). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 9, 319–340.
- Davis, F. D. (1989b). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 9, 319–340.
- de Bie, D. (2003). *Morgen doen we het beter: Handboek voor de competente onderwijsvernieuwer [Tomorrow, we will do better: Handbook for the competent educational innovater]*. Bohn Stafleu Van Loghum.
- Demuth, R., Ralle, B., & Parchmann, I. (2005). Basiskonzepte - eine Herausforderung an den Chemieunterricht. *CHEMKON*, 12(2), 55–60. <https://doi.org/10.1002/ckon.200510021>
- Desimone, L. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181–199.
- Desimore, L. (2002). How can comprehensive school reform models be successfully implemented? *Review of Educational Research*, 72, 433–479.
- Diepolder, C., Weitzel, H., Huwer, J., & Lukas, S. (2021). Verfügbarkeit und Zielsetzungen digitalisierungsbezogener Lehrkräftefortbildungen für naturwissenschaftliche Lehrkräfte in Deutschland. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 27(1), 203–214. <https://doi.org/10.1007/s40573-021-00134-1>
- Disselkamp, M. (2017). *Innovationen und Veränderungen*. Kohlhammer.

- Ditton, H. (2000). Qualitätskontrolle und -sicherung in Schule und Unterricht – ein Überblick zum Stand der empirischen Forschung. *Zeitschrift für Pädagogik Beiheft*, 41, 73–92.
- Dorn, A. (2020). *Bildung für nachhaltige Entwicklung im Sachunterrichtsstudium: Eine empirische Untersuchung zu Einstellungskategorien von Sachunterrichtsstudierenden*. Universität Siegen.
- Duit, R., Riquarts, K., & Westphal, W. (1976). *Wirkungen eines Curriculum*. Beltz.
- Duit, R., Schecker, H., Höttecke, D., & Niedderer, H. (2014). Teaching Physics. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (S. 599–629). Taylor and Francis.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688. <https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., & Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning: a meta-analysis of school-based universal interventions. *Child development*, 82(1), 405–432. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01564.x>
- Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., Chen, H., & Williams, M. D. (2011). A Meta-analysis of the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). In M. Nüttgens, A. Gadatsch, K. Kautz, I. Schirmer & N. Blinn (Hrsg.), *Governance and Sustainability in IS* (S. 155–170). Springer.
- Eccles, J. S. (1983). In J. T. Spence (Hrsg.), *Achievement and achievement motives* (S. 75–146). Freeman.
- Eder, A. (2010). Bedingungsfaktoren der Nutzung digitaler Medien an berufsbildenden Schulen - Eine empirische Standortbestimmung aus der Sicht von Lehrkräften Teil 2. *Die berufsbildende Schule*, 62, 154–158. <https://doi.org/10.25656/01:7646>
- Eder, A. (2015). Akzeptanz von Bildungstechnologien in der gewerblich-technischen Berufsbildung vor dem Hintergrund von Industrie 4.0. *Journal of Technical Education*, (2).
- Edrueit, G. (1989). Stichwort Akzeptanz und Sozialverträglichkeit. In G. Trommsdorff & N. Burzan (Hrsg.), *Wörterbuch der Soziologie* (S. 9).
- Ehlert, L. (2021). *Entwicklung und Evaluation einer Lehrkräftefortbildung zur Planung von selbstgesteuerten Experimenten*. Logos.
- Eickelmann, B. (2010). *Digitale Medien in Schule und Unterricht erfolgreich implementieren*. Waxmann.
- Eickelmann, B., Bos, W., Gerick, J., Goldhammer, F., Schaumburg, H., Knut, S., Senkbeil, M., & Vahrenhold, J. (Hrsg.). (2019). *Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im zweiten internationalen Vergleich und Kompetenzen im Bereich Computational Thinking: ICILS 2018 #Deutschland*. Waxmann.
- Eickelmann, B., Gerick, J., & Bos, W. (2014). Die Studie ICILS 2013 im Überblick - Zentrale Ergebnisse und Entwicklungsperspektiven. In W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H.

- Schaumburg, K., Schwippert, M., Senkbeil, R., Schulz-Zander & H. Wendt (Hrsg.), *ICILS 2013: Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Waxmann Verlag GmbH.
- Endberg, M. (2019). *Professionswissen von Lehrpersonen zum Einsatz digitaler Medien im Unterricht: Eine explorative empirische Untersuchung mit einer repräsentativen Stichprobe von Lehrpersonen der Sekundarstufe I in Deutschland*. Waxmann.
- Ertmer, P. A. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration? *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 25–39.
- Escobar-Rodriguez, T., & Monge-Lozano, P. (2012). The acceptance of Moodle technology by business administration students. *Computers & Education*, 58(4), 1085–1093. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.11.012>
- Fischer, J. A., Steinmann, T., Kubsch, M., Laumann, D., Weßnigk, S., Neumann, K., & Kerres, M. (2021). Die Rettung der Phänomene! Durch Leitfragen sinnstiftendes Lernen initiieren und strukturieren. *MNU Journal*, 2, 140–146.
- Fischer, J. A. (2022). *Basiskonzepte konkretisieren: Entwicklung und Evaluation einer Interventionsmaßnahme zur Förderung kumulativen Lernens durch den Einsatz von Basiskonzepten*.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, Mass.
- Frenzel, T. (2003). *Akzeptanz von Systemen der digitalen Distribution im E-Commerce der Musikwirtschaft*. Logos.
- Friedrich, H. F., Hron, A., & Töpfer, J. (2011). Lernplattformen in der Schule. In C. Albers, J. Magenheimer & D. Meister (Hrsg.), *Schule in der digitalen Welt: Medienpädagogische Ansätze und Schulforschungsperspektiven* (S. 117–144). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Fullan, M. (1998). The meaning of educational change: A quarter of a century of learning. In A. Hargreaves, A. Lieberman, M. Fullan & D. Hopkins (Hrsg.), *International handbook of educational change* (S. 214–228). Kluwer Academic Publishers.
- Fullan, M. (1999). *Die Schule als lernendes Unternehmen: Konzepte für eine neue Kultur in der Pädagogik*. Klett-Cotta.
- Fullan, M. (2002). Principals as Leaders in a Culture of Change.
- Fuller, F. (1969). Concerns of teachers: Developmental conceptualization. *American Educational Research Journal*, 6, 207–225.
- Fuller, F. F., & Brown, O. H. (1979). Becoming a Teacher. In K. Ryan (Hrsg.), *Teacher Education. 74th Yearbook of the NSSE, Part II* (S. 25–52).
- Garet, M. S., Cronen, S., Eaton, M., Kurki, A., Ludwig, M., Jones, W., Uekawa, K., Falk, A., Bloom, H. S., Doolittle, F., Zhu, P., Szejnberg, L., & Silverberg, M. (2008). *The impact of two professional development interventions on early reading instruction and achievement*. National

- Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Institut of Education Sciences, U.S. Department of Education.
- George, A. A., Hall, G. E., & Stiegelbauer, S. (2008). *Measuring implementation in schools: The stages of concern questionnaire* (2. print. with minor additions and corr). Southwest Educational Development Laboratory.
- Gerick, J., Eickelmann, B., & Bos, W. (2017). School-level predictors for the use of ICT in schools and students' CIL in international comparison. *Large-scale Assessments in Education*, 5(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s40536-017-0037-7>
- Goldenbaum, A. (2012). *Innovationsmanagement in Schulen*. VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19425-7>
- Göthlich, A. F. (2006). Zum Umgang mit fehlenden Daten in großzahligen empirischen Erhebungen. In S. Albers, D. Klapper, U. Konradt, A. Walter & J. Wolf (Hrsg.), *Methodik der empirischen Forschung* (S. 133–150). Gabler.
- Graham, J. W. (2009). Missing Data Analysis: Making It Work in the Real World. *Annual Review of Psychology*, 60, 549–576. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085530>
- Graham, J. W. (2012). *Missing data: Analysis and design*. Springer.
- Graham, J. W., Olchowski, A. E., & Gilreath, T. D. (2007). How many imputations are really needed? Some practical clarifications of multiple imputation theory. *Prevention Science*, 8(3), 206–213. <https://doi.org/10.1007/s11121-007-0070-9>
- Gräsel, C. (2010). Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 13(1), 7–20. <https://doi.org/10.1007/s11618-010-0109-8>
- Gräsel, C. (2019). Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis. In C. Donie, F. Foerster, M. Obermayr, A. Deckwerth, G. Kammermeyer, G. Lenske, M. Leuchter & A. Wildemann (Hrsg.), *Grundschulpädagogik zwischen Wissenschaft und Transfer* (S. 2–11). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Gräsel, C., & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern: Research on Implementation: The Problems of Changing Teaching and Learning. *Unterrichtswissenschaft*, 32(3), 196–214.
- Gräsel, C., Fussangel, K., & Parchmann, I. (2006). Lerngemeinschaften in der Lehrerfortbildung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 545–561. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0167-0>
- Grasmück, E., Büttner, G., & Vollmeyer R. (2010). Selbstreguliertes Lernen und E-Learning in der Lehrerfortbildung. Entwicklung und Evaluation einer Fortbildungsmaßnahme. In F. H. Müller (Hrsg.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 261–277). Waxmann.
- Greinert, L. (2020). *Energieentwertung erfassbar machen : Konzeption und Evaluation eines curriculumentorientierten Lehrgangs mit Fokus auf Energietransfer und Visualisierung mittels Infrarotkamera*. Gottfried Wilhelm Leibniz Universität.

- Greinert, L., & Weßnigk, S. (2019). Energieentwertung mit der IR-Kamera – Studie zum Einfluss der IR-Kamera auf das Energieverständnis in einem curriculumorientierten Lehrgang mit Fokus auf Energietransfer. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00102-w>
- Guskey, T. R. (2002). Professional Development and Teacher Change. *Teachers and Teaching*, 8(3), 381–391. <https://doi.org/10.1080/135406002100000512>
- Haider, G., Eder, F., Specht, W., Spiel, C., & Wimmer, M. (2005). Abschlussbericht der Zukunftskommission.
- Hall, G. E., Shirley M. & Hord, S. M. (2011). *Implementing change: patterns, principles, and potholes*. Pearson.
- Hall, G. E., & Hord, S. M. (2006). *Measuring implementation in schools. Using the tools of the Concern-Based-Adoption-Model*. Southwest Educational Development Laboratory.
- Hamilton, E. R., Rosenberg, J. M., & Akcaoglu, M. (2016). The Substitution Augmentation Modification Redefinition (SAMR) Model: a Critical Review and Suggestions for its Use. *TechTrends*, 60(5), 433–441. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0091-y>
- Harms, U., & Bünder, W. (1999). *Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen. Erläuterungen zum Modul 5 des Modellversuchs der Bund-Länder-Kommission 'Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts'*. IPN Kiel.
- Härtig, H., Kauertz, A., & Fischer, H. E. (2012). Das Schulbuch im Physikunterricht: Nutzung von Schulbüchern zur Unterrichtsvorbereitung in Physik. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht : MNU*, 65(4), 197–200.
- Hasselhorn, M., & Hasselhorn, J. (2017). Quantitative methodische Zugänge der empirischen Bildungsforschung: Funktionen für den Erkenntnisgewinn und Relevanz für die Bildungspraxis. In M. Heinrich, C. Dempki & L. Streblov (Hrsg.), *Forschungspraxen der Bildungsforschung: Zugänge und Methoden von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern* (S. 39–53). Waxmann.
- Hasselhorn, M., Köller, O., Maaz, K., & Zimmer, K. (2014). Implementation wirksamer Handlungskonzepte im Bildungsbereich als Forschungsaufgabe. *Psychologische Rundschau*, 65(3), 140–149. <https://doi.org/10.1026/0033-3042/a000216>
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning for Teachers: Maximizing Impact on Learning*. Routledge Taylor & Francis Group.
- Hauschildt, J., & Salomo, S. (2011). *Innovationsmanagement*. Vahlens.
- Häussler, P., & Hoffmann, L. (2002). An intervention study to enhance girls' interest, self-concept, and achievement in physics classes. *JRST*, 39(9), 870–888. <https://doi.org/10.1002/tea.10048>
- Helen, T., Aaron, W., Heather, B., & Irene Fung. (2007). *Teacher Professional Learning and Development Best Evidence Synthesis*. Ministry of Education.
- Helmke, A. (2009). Unterrichtsforschung. In A. Arnold, U. Sandfuchs & J. Wiechmann (Hrsg.), *Handbuch Unterricht* (S. 44–50). Klinkhardt.

- Herzig, B., Martin, A., Schaper, N., & Ossenschmidt, D. (2015). Modellierung und Messung medienpädagogischer Kompetenz - Grundlagen und erste Ergebnisse. In B. Koch-Priewe, A. Köker, J. Seifried & E. Wuttke (Hrsg.), *Kompetenzerwerb an Hochschulen: Modellierung und Messung. Zur Professionalisierung angehender Lehrerinnen und Lehrer sowie frühpädagogischer Fachkräfte*. Verlag Julius Klinkhardt.
- Holtappels, H. G. (2013). Innovationen in Schulen – Theorieansätze und Forschungsbefunde zur Schulentwicklung. In M. Rürup & I. Bormann (Hrsg.), *Educational Governance. Innovationen im Bildungswesen* (S. 45–69). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Horn, J. L. (1965). 'A rationale and test for the number of factors in factor analysis'. *Psychometrika* 30.2, 179–185.
- Hunneshagen, H. (2005). *Innovationen in Schulen: Identifizierung implementationsfördernder und -hemmender Bedingungen des Einsatzes neuer Medien*. Waxmann Verlag GmbH.
- IDW. (2020). Das sind die größten Hürden für digitalen Unterricht. <https://nachrichten2.idw-online.de/2020/05/12/das-sind-die-groessten-huerden-fuer-digitalen-unterricht/>
- IQESonline. (2022). SAMR-Modell – Aufgaben mit digitalen Medien gestalten. <https://www.iqesonline.net/bildung-digital/digitale-schulentwicklung/modelle-zur-digitalisierung-von-schule-und-unterricht/das-samr-model/>
- Jäger, R. S., & Bodensohn, R. (2007). *Bericht zur Befragung von Mathematiklehrkräften: Die Situation der Lehrerfortbildung im Fach Mathematik aus der Sicht der Lehrkräfte*. zepf, Universität Koblenz-Landau, Campus Landau.
- Johnson, J., Boucher, K., Connors, K., & Robinson, J. (2001). The Criteria of Success. *Software Magazine*, 2(1), 3–11.
- Jones, M., & Carter, G. (2010). Science Teacher Attitudes. In S. Abell & Lederman N. (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 1067–1104). Routledge.
- Jovanovic, J., & Steinbach King, S. (1998). 'Boys and Girls in the Performance-Based Science classroom: Who's doing the performing?' *American Educational Research Journal*, 35(3), 477–496.
- Kahlert, J., Hedtke, R., & Schwier, V. (2000). Wenn Lehrer wüssten, was Lehrer wissen: Beschaffung von Informationen für den Unterricht. In O. Graumann (Hrsg.), *Lehrerprofessionalität - Lehrerprofessionalisierung* (S. 349–358). Klinkhardt.
- Karmasin, H. (2008). Motivation zum Kauf von Fahrerassistenzsystemen. In VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.), *Integrierte Sicherheit und Fahrerassistenzsysteme*. VDI-Verlag.
- Kauhardt, L., Sack, S., Emrich, A. L., Cecovic, M., Gossmann, M., Heilmann, B., Klages, H., Lipowsky, F., Pagonis, G., & Tagliente, V. (2019). Abschlussbericht des Kooperationsprojekts TEKOM 4+5 'DaZ-Textkompetenz am Übergang von der 4. zur 5. Klasse'. Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines empirisch begründeten Fortbildungskonzeptes zur Förderung bildungssprachlicher Textkompetenzen in sprachlich heterogenen Klassen.

- Keller, M. M., Neumann, K., & Fischer, H. E. (2017). The impact of physics teachers' pedagogical content knowledge and motivation on students' achievement and interest. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(5), 586–614. <https://doi.org/10.1002/tea.21378>
- Kenny, M., & Meadowcroft J. (Hrsg.). (1999). *Planning sustainability*.
- Kerres, M. (2003). Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung. In R. Keil-Slawik & M. Kerres (Hrsg.), *Education Quality Forum. Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien* (S. 7–27). Waxmann.
- Kerres, M., Preussler, A., & Schiefner-Rohs, M. (2013). Lernen mit Medien. In R. Kuhlen, W. Semar & D. Strauch (Hrsg.), *Grundlagen der praktischen Information und Dokumentation* (S. 584–595). Walter de Gruyter.
- Kerres, M. (2018). *Mediendidaktik: Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote* (5. Aufl.). De Gruyter.
- Kerres, M., Heinen, R., & Stratmann, J. (2012). Schulische IT-Infrastrukturen: Aktuelle Trends und ihre Implikationen für Schulentwicklung. In Schulz-Zander, R., Eickelmann, B., Moser, H., Niesyto, H., & Grell, P (Hrsg.), *Jahrbuch Medienpädagogik 9* (S. 161–174). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kiemer, K., Gröschner, A., Kunter, M., & Seidel, T. (2016). Instructional and motivational classroom discourse and their relationship with teacher autonomy and competence support - findings from teacher professional development. *European Journal of Psychology in Education*, 33, 377–402.
- Kipling, R. (1892). The Ballad of East and West. *Barrack-Room Ballads*, 3–11.
- Kirk, D., & MacDonald, D. (2011). Teacher voice and ownership of curriculum change. *Journal of curriculum studies*, 551–567.
- Kirschner, P. A., Hendriks, M., Paas, F., Wopereis, I., & Cordewener, B. (2004). Determinants for failure and success of innovation projects: The road to sustainable educational innovation.
- Kleickmann, T., & Möller, K. (2007). Können Lehrerfortbildungen einen Beitrag zur Förderung naturwissenschaftlichen Verständnisses bei Schülerinnen und Schülern leisten? In K. Möller, P. Hanke, C. Beinbrech, K. A. Hein, T. Kleickmann & R. Quentmeier (Hrsg.), *Qualität von Grundschulunterricht* (S. 167–170). VS Verl. für Sozialwissenschaften.
- Kleickmann, T., Tröbst, S., Jonen, A., Vehmeyer, J., & Möller, K. (2016). The effects of expert scaffolding in elementary science professional development on teachers' beliefs and motivations, instructional practices, and student achievement. *Journal of Educational Psychology*, (108), 21–42. <https://doi.org/10.1037/edu0000041>
- Klosa, O. (2016). *Online-Sehen: Qualität und Akzeptanz von Web-TV*. Springer Fachmedien Wiesbaden.
- KMK, K. K. (2005). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss.
- KMK, K. K. (2016). Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz.

- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen & M. J. Bishop (Hrsg.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (S. 101–111). NY: Springer.
- Köller, M. (2009). *Konstruktion und Implementierung von Schulprogrammen - Ein triangulativer Forschungsansatz*. Lang. <https://doi.org/10.3262/SZ1302222>
- Köller, O., Möller, J., & Möller, J. (2013). *Was wirkt wirklich? Einschätzungen von Determinanten schulischen Lernens*. Oldenbourg.
- Kollmann, T. (1996). *Die Akzeptanz technologischer Innovationen – eine absatztheoretische Fundierung am Beispiel von MultimediaSystemen*. Trier : Eigenverl. des Lehrstuhls für Marketing an der Univ. Trier.
- Kollmann, T. (1998). *Akzeptanz innovativer Nutzungsgüter und -systeme: Konsequenzen für die Einführung von Telekommunikations- und Multimediasystemen*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Königstorfer, J. (2008). *Akzeptanz von technologischen Innovationen: Nutzungsentscheidungen von Konsumenten dargestellt am Beispiel von mobilen Internetdiensten: Zugl.: Saarbrücken, Univ., Diss., 2008 u.d.T.: Königstorfer, Jörg: Akzeptanz von technologischen Innovationen - dargestellt am Beispiel von mobilen Internetdiensten* (1. Aufl.). Gabler. [http://bvbr.bib-bvb.de:8991/F?func=service&doc\\_library=BVB01&doc\\_number=016573933&line\\_number=0002&func\\_code=DB\\_RECORDS&service\\_type=MEDIA](http://bvbr.bib-bvb.de:8991/F?func=service&doc_library=BVB01&doc_number=016573933&line_number=0002&func_code=DB_RECORDS&service_type=MEDIA)
- Kreis, I., & Unterköfler-Klatzer, D. (Hrsg.). (2017). *Fortbildung Kompakt. Wissenschaftstheoretische und praktische Modelle zur wirksamen Lehrer/innenfortbildung*. StudienVerlag.
- Kubsch, M., Nordine, J., Fortus, D., Krajcik, J., & Neumann, K. (2020). Supporting Students in Using Energy Ideas to Interpret Phenomena: The Role of an Energy Representation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, (18), 1635–1654. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10035-y>
- Kuckartz, U. (2012). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Beltz Verlag.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenzen von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Waxmann.
- Kunter, M., Klusmann, U., Baumert, J., Richter, D., Voss, T., & Hachfeld, A. (2013). Professional competence of teachers: Effects on instructional quality and student development. *Journal of Educational Psychology*, 105(3), 805–820.
- Land, T., Tyminski, A., & Drake, C. (2015). Examining Pre-service Elementary Mathematics Teachers' Reading of Educative Curriculum Materials. *Teaching and Teacher Education*, 51, 16–26.

- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159–174.
- Laumann, D., Fischer, J. A., Weßnigk, S., Kerres, M., Wenderoth, D., & Neumann, K. (2019). Entwicklung basiskonzeptorientierter Unterrichtseinheiten zur Energie. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Kiel 2018* (S. 815–818). Universität Regensburg.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press.
- Law, N., & Chow, A. (2008). Teacher characteristics, contextual factors, and how these affect the pedagogical use of ICT. In N. Law, W. J. Pelgrum & T. Plomp (Hrsg.), *Pedagogy and ICT use in schools around the world. Findings from the IEA-SITES 2006* (S. 182–221). CERC-Springer.
- Leary, H., Severance, S., Penuel, W. R., Quigley, D., Sumner, T., & Devaul, H. (2016). Designing a deeply digital science curriculum: Supporting teacher learning and implementation with organizing technologies. *Journal of Science Teacher Education*, 27(1), 61–77.
- Lee, Y., Kozar, K. A., & Larsen, K. R. T. (2003). The Technology Acceptance Model: Past, Present, and Future. *Communications of the Association for Information Systems*, (12), 752–780.
- Leps, O. (2016). *Nutzung und Akzeptanz von E-Government-Fachanwendungen in der öffentlichen Verwaltung*.
- Leutner, D. (2010). Perspektiven pädagogischer Interventionsforschung. In T. Hascher (Hrsg.), *Pädagogische Interventionsforschung : Theoretische Grundlagen und empirisches Handlungswissen* (S. 63–72). Weinheim.
- Light, P. C. (1998). *Sustaining innovation*. Jossey-Bass.
- Lipowsky, F. (2006). Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. *Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft 51*, 47–70.
- Lipowsky, F. (2009). Unterrichtsentwicklung durch Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen für Lehrpersonen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27(3), 346–360.
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf. Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. H. Müller (Hrsg.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 51–70). Waxmann.
- Lipowsky, F. (2019). Wie kommen Befunde der Wissenschaft in die Klassenzimmer? – Impulse der Fortbildungsforschung. In C. Donie, F. Foerster, M. Obermayr, A. Deckwerth, G. Kammermeyer, G. Lenke, M. Leuchter & A. Wildemann (Hrsg.), *Grundschulpädagogik zwischen Wissenschaft und Transfer* (S. 144–160). Springer Fachmedien Wiesbaden.

- Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2012). Lehrerinnen und Lehrer als Lerner - Wann gelingt der Rollentausch? Merkmale und Wirkungen wirksamer Lehrerfortbildungen. *Schulpädagogik heute*, 3(5), 1–17. <https://doi.org/10.7767/boehlau.9783205790037>
- Lipowsky, F., & Rzejak, D. (2021). *Fortbildungen für Lehrpersonen wirksam gestalten: Ein praxisorientierter und forschungsgestützter Leitfaden*.
- Louws, M. L., Meirink, J. A., van Veen, K., & van Driel, J. H. (2017). Teachers' self-directed learning and teaching experience: What, how, and why teachers want to learn. *Teaching and Teacher Education*, 66, 171–183. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.04.004>
- Lucke, D. (1995). *Akzeptanz Legitimität in der Abstimmungsgesellschaft*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Lucke, D. (2010). Akzeptanz und Legitimitation. In J. Kopp & B. Schäfers (Hrsg.), *Grundbegriffe der Soziologie* (S. 12–13). VS Verlag.
- Mahler, D., & Arnold, J. (2017). Wissen und Motivation von Lehrkräften im Umgang mit digitalen Technologien. In J. Meßinger-Koppelt, S. Schanze & J. Groß (Hrsg.), *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen. Perspektiven aus der Didaktik natur-wissenschaftlicher Fächer* (S. 264–277). Joachim Herz Stiftung Verlag.
- Mang, J., Ustjanzew, N., Leßke, I., & Reiss, K. (Hrsg.). (2019). *PISA 2015 Skalenhandbuch. Dokumentation der Ergebnungsinstrumente*. Waxmann.
- Manly, C. A., & Wells, R. S. (2015). Reporting the use of multiple imputation for missing data in higher education research. *Research in Higher Education*, 56(4), 397–409. <https://doi.org/10.1007/s11162-014-9344-9>
- Mauß, K. E., Saldivar, M. G., & Sumner, T. (2010). Online Curriculum Planning Behavior of Teachers. In R.S. Jd. Baker, A. Merceron & P.I. Pavlik Jr. (Hrsg.), *Proceeding of the 3rd international conference on educational data mining* (S. 121–130). International Working Group on Educational Data Mining.
- Mayr, J., & Neuweg, G. H. (2009). Lehrer/innen als zentrale Ressource im Bildungssystem. In W. Specht (Hrsg.), *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2009 – Bd.2: Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen* (S. 99–119).
- McNeill, K. L. (2009). Teachers' use of curriculum to support students in writing scientific arguments to explain phenomena. *Science Education*, 93(2), 233–268. <https://doi.org/10.1002/sc.20294>
- Meißner, D., & Rhein, R. (2018). Ressourcenentwicklung in digital gestütztem Achtsamkeitstraining für Lehramtsstudierende. Das Webinar als Lernort für Reflexion und Achtsamkeit? Ein Erfahrungsbericht. In S. Robra-Bissantz, O. J. Bott, N. Kleinfeld & K. Neu (Hrsg.), *Teaching Trends 2018. Die Präsenzhochschule und die digitale Transformation* (S. 121–129). Waxmann.
- Möller, K. (2010). Lehrmittel als Tools für die Hand der Lehrkräfte. Ein Mittel zur Unterrichtsentwicklung? *Beiträge zur Lehrerbildung*, 28(1), 87–108.
- Müller, R. (2003). *Quantenphysik in der Schule*. Logos.

- Müller-Böling, D., & Müller, M. (1986). *Akzeptanzfaktoren der Bürokommunikation* (Bd. 17). Oldenbourg.
- Mußmann, F., Hardwig, T., Riethmüller, M., & Klötzer, S. (2021). *Digitalisierung im Schulsystem 2021 Arbeitszeit, Arbeitsbedingungen, Rahmenbedingungen und Perspektiven von Lehrkräften in Deutschland; Ergebnisbericht*. <https://doi.org/10.3249/ugoe-publ-10>
- Neudorfer, R. (2004). *Geschäftsmodelle für den Mobilfunk: Analyse der Leistungserstellung und des Leistungsabsatzes*. Deutscher Universitäts-Verlag.
- Neumann, D. (2015). *Bildungsmedien Online: Kostenloses Lehrmaterial aus dem Internet: Marktsichtung und empirische Nutzungsanalyse*. Klinkhardt.
- Neumann, K. (2017). Die Entwicklung physikalischer Kompetenz – Stand der Forschung und Desiderata. *Plus Lucius*, 2, 4–8.
- Neumann, K., Kauertz, A., Lau, A., Notarp, H., & Fischer, H. E. (2007). Die Modellierung physikalischer Kompetenz und ihrer Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 13, 103–123.
- Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M., & Zobel, A. (2008). *Kompendium multimediales Lernen*. Springer.
- Niehaus, I., Stoletzki, A., Fuchs, E., & Ahlrichs, J. (2011). Wissenschaftliche Recherche und Analyse zur Gestaltung, Verwendung und Wirkung von Lehrmitteln (Metaanalyse und Empfehlungen). <http://repository.gei.de/handle/11428/260>
- Nistor, N. (2020). Akzeptanz von Bildungstechnologien. In H. Niegemann & A. Weinberger (Hrsg.), *Handbuch Bildungstechnologie* (S. 535–545). Springer.
- Norman, D. A. (2010). The research-practice gap: the need for translational developers. *Interactions*, 17(4), 9–12. <https://doi.org/10.1145/1806491.1806494>
- Oerke, B. (2012). Auseinandersetzung der Lehrpersonen mit der Einführung des Zentralabiturs: Stages of Concern. In K. M. Merki (Hrsg.), *Zentralabitur* (S. 206–236). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Olbrecht, T. (2010). *Akzeptanz von E-Learning: Eine Auseinandersetzung mit dem Technologieakzeptanzmodell zur Analyse individueller und sozialer Einflussfaktoren*.
- Oppermann, R. (1991). Experiences with Evaluation Methods for Human-Computer Interaction.
- Orpwood, G. (2015). Curriculum. In R. Gunstone (Hrsg.), *Encyclopedia of Science Education* (S. 254–255). Springer.
- Pant, H. A. (2014). Aufbereitung von Evidenz für bildungspolitische und pädagogische Entscheidungen: Metaanalysen in der Bildungsforschung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, (Sonderheft 27), 79–00.
- Pant, H. A., Vock, M., Pöhlmann, C., & Köller, O. (2008). Offenheit für Innovationen. Befunde aus einer Studie zur Rezeption der Bildungsstandards bei Lehrkräften und Zusammenhänge mit Schülerleistungen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 6(54), 827–845.

- Penuel, W. R., & Watkins, D. A. (2019). Assessment to Promote Equity and Epistemic Justice: A Use-Case of a Research-Practice Partnership in Science Education. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 683(1), 201–216. <https://doi.org/10.1177/0002716219843249>
- Petermann, F. (2014). Implementationsforschung: Grundbegriffe und Konzepte. *Psychologische Rundschau*, 3(65), 122–128. <https://doi.org/10.1026/0033-3042/a000214>
- Petko, D. (2010). Lernplattformen, E-Learning und Blended Learning in Schulen. In D. Petko (Hrsg.), *Lernplattformen in Schule* (S. 9–28). Springer VS.
- Petko, D. (2020). *Einführung in die Mediendidaktik: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. Beltz.
- Petschenka, A., & Engert, S. (2011). Einsatz von Lernplattformen in wissenschaftlichen Bibliotheken und Universitäten. *VDB-Mitteilungen*, 2011(1), 19–24.
- Peugh, J. L., & Enders, C. K. (2004). Missing data in educational research: A review of reporting practices and suggestions for improvement. *Review of Educational Research*, 74(4), 525–556. <https://doi.org/10.3102/00346543074004525>
- Pfeifer, W. (1989). *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*. dtv.
- Porter, A. C. (1994). National standards and school improvement in the 1990s: Issues and promise. *American Journal of Education*, 102, 421–449.
- Porter, A. C., Garet, M. S., Desimone, L., Yoon, K. S., & Birman, B. F. (2000). Does Professional Development Change Teaching Practice? Results from a Three-Year Study. Verfügbar 13. August 2022 unter <https://eric.ed.gov/?id=ED455227>
- Praetorius, A.-K., & Charalambous, C. (2018). Classroom Observation Frameworks for Studying Instructional Quality: Looking back and Looking forward. *Zentralblatt*, 50(3), 535–553.
- Prasse, D. (2012). *Bedingungen innovativen Handelns in Schulen: Funktion und Interaktion von Innovationsbereitschaft, Innovationsklima und Akteursnetzwerken am Beispiel der IKT-Integration an Schulen*. Waxmann.
- Pringle, R., Mesa, J., & Haynes, L. (2017). Professional Development for Middle School Science Teachers: Does an Educative Curriculum Make a Difference? *Journal of Science Teacher Education*, 28(1), 57–72.
- Puentedura, R. (2006). Transformation, Technology, and Education. <https://www.digi-teach.de/theoretische-hintergr%C3%BCnde-1/samr-modell/>
- Punie, Y., & Redecker, C. (2017). European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. <https://doi.org/10.2760/178382>
- Quiring, O. (2006). Methodische Aspekte der Akzeptanzforschung bei interaktiven Medientechnologien. *Münchener Beiträge zur Kommunikationswissenschaft*, 6, 1–29.
- Reichwald, R. (1978). *Zur Notwendigkeit der Akzeptanzforschung bei der Entwicklung neuer Systeme der Bürotechnik*. Hochschule der Bundeswehr.

- Reinhold, P. (1997). *Integrierte naturwissenschaftliche Grundbildung: Lehrerfallstudien zur Unterrichtspraxis*. IPN.
- Reinmann, G. (2015). Studententext Didaktisches Design. [.%20Studententext%20Didaktisches%20Design.%20Hamburg.%20https://gabireinmann.de/wp-content/uploads/2013/05/Studententext\\_DD\\_Sept2015.pdf](https://gabireinmann.de/wp-content/uploads/2013/05/Studententext_DD_Sept2015.pdf)
- Reiss, K., & Ufer, S. (2009). Fachdidaktische Forschung im Rahmen der Bildungsforschung. Eine Diskussion wesentlicher Aspekte am Beispiel der Mathematikdidaktik. In R. Tippelt & B. Schmidt-Hertha (Hrsg.), *Handbuch Bildungsforschung* (S. 199–216). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Remillard, J. T. (2005). Examining Key Concepts in Research on Teachers' Use of Mathematics Curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211–246. <https://doi.org/10.3102/003465430750-02211>
- Remillard, J. T., Harris, B., & Agodini, R. (2014). The influence of curriculum material design on opportunities for student learning. *ZDM*, 46(5), 735–749. <https://doi.org/10.1007/s11858-014-0585-z>
- Remillard, J. T., & Kim, O.-K. (Hrsg.). (2020). *Elementary Mathematics Curriculum Materials. Designs for Student Learning and Teacher Enactment*. Springer.
- Rengelshausen, O. (2000). *Online-Marketing in deutschen Unternehmen: Einsatz- Akzeptanz- Wirkungen*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Retelsdorf, J., Butler, R., Streblow, L., & Schiefele, U. (2010). Teachers' goal orientations for teaching: Associations with instructional practices, interest in teaching, and burnout. *LEARNING AND INSTRUCTION*, 20(1), 30–46. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.01.001>
- Reusser, K. (2009). Von der Bildungs- und Unterrichtsforschung zur Unterrichtsentwicklung.– Probleme, Strategien, Werkzeuge und Bedingungen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27(3), 295–312. <https://doi.org/10.25656/01:13702>
- Reusser, K., & Tresp, P. (2008). Diskussionsfeld «Berufliche Weiterbildung von Lehrpersonen». *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 26(1), 5–10.
- Richter, E., Richter, D., & Marx, A. (2018). Was hindert Lehrkräfte an Fortbildungen teilzunehmen? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 21(5), 1021–1043. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-0820-4>
- Riedl, A. (2011). *Didaktik der beruflichen Bildung*. Franz Steiner Verlag.
- Robbins, P., & Alvy, H. B. (2003). *The Principal's Companion (2nd ed.)*. Corwin.
- Roblin, N. P., Schunn, C., & McKenny, S. (2017). What are critical features of science curriculum materials that impact student and teacher outcomes? *Science Education*, 102(2), 260–282.
- Rochnia, M., & Trempler, K. (2019). Welche externen Wissensquellen bevorzugen Lehrkräfte für ihr professionelles Handeln? *I2*, 125–142.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). Free Press.

- Rolff, G. (1995). *Wandel durch Selbstorganisation: Theoretische Grundlagen und praktische Hinweise für eine bessere Schule*.
- Ross, J. A. (1992). Teacher efficacy and the effects of coaching on student achievement. *Canadian Journal of Education*, 17(1), 51–65. <https://doi.org/10.2307/1495395>
- Rürup, M. (2012). At-the-Bottom-Innovationsdiffusionen zwischen Schulen und Lehrkräften in Nordrhein-Westfalen, Hamburg, Niedersachsen und Berlin. <http://elpub.bib.uni-wuppertal.de/edocs/dokumente/se/veroeffentlichungen/ruerup/vse1201.pdf>
- Rzejak, D., Künsting, J., Lipowsky, F., Fischer, E., Dezhgahi, U., & Reichardt, A. (2014). Facetten der Lehrerfortbildungsmotivation - eine faktorenanalytische Betrachtung. *Journal for educational research online*, 6(1), 139–159. <https://doi.org/10.25656/01:8845>
- Sachse, K., Kocaj, A., & Kretschmann, J. (2012). *Sprachliche Kompetenzen im Ländervergleich: Skalenhandbuch Lehrerfragebogen*.
- Schade, J. (1999). Individuelle Akzeptanz von Straßenbenutzungsentgelten. In B. Schlag (Hrsg.), *Empirische Verkehrspsychologie* (S. 227–244). Pabst Science Publishers.
- Schade, J. (2005). Akzeptanz von Straßenbenutzungsgebühren: Entwicklung und Überprüfung eines Modells.
- Schafer, J. L. (1997). *Analysis of Incomplete Multivariate Data*. Chapman and Hall/CRC.
- Schein, E. H. (1995). *Kurt Lewin's change theory in the field and the classroom: Notes toward a model of managed learning*.
- Schepers, J., & Wetzels, M. (2007). A meta-analysis of the technology acceptance model: Investigating subjective norm and moderation effects. *Information & Management*, 44(1), 90–103. <https://doi.org/10.1016/j.im.2006.10.007>
- Schlag, B., & Teubel, U. (1997). Public acceptability of transport pricing. *IATSS Research*, 21, 134–142.
- Schmidt, W. H., Wang, H. C., & McKnight, C. (2005). Curriculum coherence. An examination of US mathematics and science content standards from an international perspective. *Journal of curriculum studies*, 37(5), 525–559. <https://doi.org/10.1080/0022027042000294682>.
- Schneider, R. M., & Krajcik, J. (2002). Supporting Science Teacher Learning: The Role of Educative Curriculum Materials. *Journal of Science Teacher Education*, 13(3), 221–245.
- Schneider, R. M., Krajcik, J., & Blumenfeld, P. (2005). Enacting Reform-based Science Materials: The Range of Teacher Enactments in Reform Classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 283–312.
- Schnell, M. (2009). Einführung in die Akzeptanzforschung am Beispiel von Web-TV. *WissenHeute*, 62(1), 4–12.
- Scholl, W. (2004). *Innovation und Information. Wie in Unternehmen neues Wissen produziert wird*. Hofgrefe.

- Schrader, J., Hasselhorn, M., Hetfleisch, P., & Goeze, A. (2020). Stichwortbeitrag Implementationsforschung: Wie Wissenschaft zu Verbesserungen im Bildungssystem beitragen kann. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 23(1), 9–59. <https://doi.org/10.1007/s11618-020-00927-z>
- Schulmeister, R. (2005). *Lernplattformen für das virtuelle Lernen: Evaluation und Didaktik*. Oldenbourg.
- Seel, A. (1997). Von der Unterrichtsplanung zum konkreten Lehrerhandeln Eine Untersuchung zum Zusammenhang von Planung und Durchführung von Unterricht bei Hauptschullehrerstudentinnen. *Unterrichtswissenschaft*, 25(3), 257–273.
- Seidel, T. (2014). Lehrerhandeln im Unterricht. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 605–629). Waxmann.
- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmel, R., Dalehefte, I. M., Herweg, C., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2006). Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 798–821.
- Seimert, W. (2021). *Moodle für Dozenten, Lehrer und Ausbilder*. MITP. <https://docs.moodle.org/401/de/Aktivit%C3%A4ten>
- Seitz, H., & Capaul, R. (2004). *Führungssituation – Innovationsprozesse gestalten*. Institut für Wirtschaftspädagogik.
- Seitz, H. (2005). Reform der kaufmännischen Grundausbildung in der Schweiz. Erste provisorische Erkenntnisse aus einem Forschungsprojekt. In H. Ertl & F.-H. Kremer (Hrsg.), *Innovationen in schulischen Kontexten. Ansatzpunkte für berufsbegleitende Lernprozesse bei Lehrkräften* (S. 67–81). Eusl-Verlagsgesellschaft mbH.
- Sieve, B. F. (2015). *Interaktive Tafeln im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-09946-6>
- Sieve, B. F., Friege, G., & Klappauf, I. (2016). Interaktive Whiteboards im Physikunterricht – Potenziale und Hürden. *Unterricht Physik*, 27(151), 22–25.
- Silberer, G., & Wohlfahrt, J. (2001). Akzeptanz und Wirkungen des Mobile Banking. In A. T. Nicolai (Hrsg.), *Strategien im M-Commerce : Grundlagen, Management, Geschäftsmodelle* (S. 161–176). Schäffer-Poeschel.
- Solomon, M. R. (2013). *Konsumentenverhalten*. Pearson.
- Spatz, V., Wilhelm, T., Hopf, M., Waltner, C., & Wiesner, H. (2019). Teachers Using a Novel Curriculum on an Introduction to Newtonian Mechanics: The Effects of a Short-Term Professional Development Program. *Journal of Science Teacher Education*, 30(2), 159–178.
- Spieß, M. (2010). Der Umgang mit fehlenden Werten. In C. Wolf & H. Best (Hrsg.), *Handbuch der sozialwissenschaftlichen Datenanalyse* (S. 117–142). VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Staub, F. C. (2001). Fachspezifisch-pädagogisches Coaching: Theoriebezogene Unterrichtsentwicklung zur Förderung von Unterrichtsexpertise. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 19, 175–198. <https://doi.org/10.25656/01:13454>

- Steensky, M., & Neuhaus, B. (2018). Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Unterricht. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 299–313). Springer Berlin Heidelberg.
- Stender, A. (2014). *Unterrichtsplanung: Vom Wissen zum Handeln: Theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung des Transformationsmodells der Unterrichtsplanung*. Logos.
- Storm, P. M., & Jansen, R. E. (2004). High performance projects. A speculative model for measuring and predicting project success.
- Strauß, S., König, J., & Nold, G. (2019). Fachdidaktisches Wissen, Überzeugungen, Enthusiasmus und Selbstwirksamkeit: Prüfung der Struktur von Merkmalen professioneller Kompetenz von angehenden Englischlehrkräften. *Unterrichtswissenschaften*, 47(2), 243–266. <https://doi.org/10.1007/s42010-019-00039-6>
- Taiwo, A. A., & Downe A.G. (2013). The theory of user acceptance and use of technology (UTAUT): a meta-analytic review of empirical findings. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 49(1), 48–58.
- Tänzer, S. (2011). Sachunterrichtsplanung aus der Sicht von Lehramtsanwärterinnen. *widerstreit sachunterricht*, 17. <https://public.bibliothek.uni-halle.de/sachunterricht/article/view/2673>
- Tarr, J. E., Chávez, Ó., Reys, R. E., & Reys, B. J. (2006). From the Written to the Enacted Curricula: The Intermediary Role of Middle School Mathematics Teachers in Shaping Students' Opportunity to Learn. *School Science and Mathematics*, 106(4), 191–201.
- Teasley, U. H. (1996). Factors affecting teachers' decisions about use and non-use of computers: Administrative actions: Paper presented at the AECT 1996.
- Tebrügge, A. (2001). *Unterrichtsplanung zwischen didaktischen Ansprüchen und alltäglicher Berufsanforderung: Eine empirische Studie zum Planungshandeln von Lehrerinnen und Lehrern in den Fächern Deutsch, Mathematik und Chemie*. Lang.
- Teerling, A., Bernholt, A., Asseburg, R., Hasl, A., Iglar, J., Schlitter, T., Ohle-Peters, A., McElvany, N., & Köller, O. (2019). Empirische Arbeit: Affektiv-kognitive Auseinandersetzung mit einer Innovation im Implementationsprozess. Eine modellbasierte Erfassung. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 66(0), 33–50. <https://doi.org/10.2378/PEU2018.art21d>
- Timperley, H., Wilson, A., Barrar, H., & Fung, I. (2007). *Teacher professional learning and development. Best evidence synthesis iteration: Best Evidence Synthesis Iteration*. Ministry of Education.
- Tobias, V. (2010). *Newton'sche Mechanik im Anfangsunterricht: Die Wirksamkeit einer Einführung über die zweidimensionale Dynamik auf das Lehren und Lernen*. Logos.
- Tomczak, M., & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences*, 1(21), 19–25.

- Ulrich, N. (2019). *Interaktive Lernaufgaben in dem digitalen Schulbuch eChemBook. Einfluss des Interaktivitätsgrads der Lernaufgaben und des Vorwissens der Lernenden auf den Lernerfolg*. Logos.
- van Driel, J., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional Development and Reform in Science Education: The Role of Teachers' Practical Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2), 137–158.
- Velling, H., Schubert, J. C., & Naujoks-Schober, N. (2022). Beliefs angehender Lehrpersonen zum Experimentieren im Geographieunterricht: Entwicklung und Pilotierung eines Fragebogens. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 28(1). <https://doi.org/10.1007/s40573-022-00148-3>
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2013). Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions. *Decision Sciences*, 39(2). <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>
- Vinkenburg, H. (2003). *Vijf aspecten van onderwijsvernieuwing [Five aspects of educational renewal]*.
- Vogelsang, C., Finger, A., Laumann, D., & Thyssen, C. (2019). Vorerfahrungen, Einstellungen und motivationale Orientierungen als mögliche Einflussfaktoren auf den Einsatz digitaler Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25(1), 115–129. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00095-6>
- Vollstädt, W., Tillmann, K.-J., Rauin, U., Höhmann, K., & Tebrügge, A. (1999). *Lehrpläne im Schulalltag: Eine empirische Studie zur Akzeptanz und Wirkung von Lehrplänen in der Sekundarstufe I*. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Vos, M. A. J., Taconis, R., Jochems, W. M., & Pilot, A. (2011). Classroom Implementation of Context-based Chemistry Education by Teachers: The Relation between Experiences of Teachers and the Design of Materials. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1407–1432.
- Wagner, M. (2016). *Entwicklung und Überprüfung eines konsolidierten Akzeptanzmodells für Lernmanagementsysteme*.
- Watzke, J. L. (2007). Longitudinal research on beginning teacher development: Complexity as a challenge to concerns-based stage theory. *Teaching and Teacher Education*, 23, 106–122.
- Weinbaum, E. H., & Supovitz, J. A. (2010). Planning Ahead: Make Program Implementation More Predictable. *SAGE Journals*, 91(7), 68–71.
- Weinert, F. E. (2001). Concept of Competence: A Conceptual Clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Hrsg.), *Defining and Selecting Key Competencies* (S. 45–65). Hogrefe & Huber.

- Wendt, H., Bos, W., Selter, C., Köller, O., Schwippert, K., & Kasper, D. (Hrsg.). (2016). *TIMSS 2015: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Waxmann Verlag.
- Weßnigk, S., Neumann, K., & Kerres, M. (2020a). Energie unterrichten über eine digitale Plattform. Konzeption von Unterrichtseinheiten mit digitalen Medien und Werkzeugen. *Unterricht Physik*, (179), 31–36.
- Weßnigk, S., Neumann, K., & Kerres, M. (2020b). Energie unterrichten über eine digitale Plattform. Konzeption von Unterrichtseinheiten mit digitalen Medien und Werkzeugen. *Unterricht Physik*, (179), 31–36.
- Weßnigk, S., & Nordine, J. (2017). Die Bedeutung von Unterrichtslehrgängen für die Entwicklung von Kompetenz: Empirischer Beleg für die Wichtigkeit von Lehrgangsentwicklung sowie ein Beispiel für einen Lehrgang zur Energieentwertung. *PLUS LUCIS*, 40–45.
- Westphal, N., Schön, I.-H., & Grebe-Ellis, J. (2011). Die Merkmale phänomenbasierten Physikunterrichts. In V. Nordmeier & H. Grötzebauch (Hrsg.), *PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.
- Wiater, W. (2005). Lehrplan und Schulbuch. Reexionen über zwei Instrumente des Staates zur Steuerung des Bildungswesens. In E. Matthes & C. Heinze (Hrsg.), *Das Schulbuch zwischen Lehrplan und Unterrichtspraxis* (S. 41–64). Klinkhardt.
- Wiedenbeck, M., & Züll, C. (2001). Klassifikation mit Clusteranalyse: Grundlegende Techniken hierarchischer und K-means-Verfahren. Verfügbar 13. August 2022 unter [https://www.gesis.org/fileadmin/upload/forschung/publikationen/gesis\\_reihen/howto/how-to10mwcz.pdf](https://www.gesis.org/fileadmin/upload/forschung/publikationen/gesis_reihen/howto/how-to10mwcz.pdf)
- Wilhelm, T., Schecker, H., & Hopf, M. (2021). *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-63053-2>
- Wissenschaftsrat. (2016). Wissens- und Technologietransfer als Gegenstand institutioneller Strategien: Positionspapier (Drs. 5665-16), Oktober 2016. <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/5665-16.html>
- Wyner, Y. (2013). A conceptual model for teaching the relationship of daily life and human environmental impact to ecological function. *International Journal of Environmental and Science Education*, (8), 561–586. <https://doi.org/10.12973/ijese.2013.219a>

# 13 Abbildungsverzeichnis

1.1	Theoretische Eckpunkte der vorliegenden Arbeit . . . . .	3
2.1	SAMR-Modell zur Analyse der technischen Integration im Unterricht . . . . .	15
3.1	Akzeptanzwechselwirkung . . . . .	32
3.2	Das Technologieakzeptanzmodell . . . . .	38
3.3	Das dynamische Akzeptanzmodell (adaptiert nach Kollmann (1998, S. 108)) .	40
3.4	Concerns-Based Adoptions Model (George et al., 2008; übersetzt und adaptiert nach Sieve (2015) . . . . .	43
3.5	Dimensionen der affektiv-kognitiven Auseinandersetzung . . . . .	44
3.6	Idealer Verlauf der Stages of Concern (übersetzt nach George et al., 2008). Die relative Intensität beschreibt den Grad der Auseinandersetzung. . . . .	45
3.7	Stage of Concern – Beispielprofile adaptiert nach Bitan-Friedlandera et al., 2004; Pant et al., 2008; Sieve, 2015; Teerling et al., 2019 . . . . .	47
4.1	Der ideale Implementationsprozess (Kirschner et al., 2004) . . . . .	54
4.2	Überblick Kriterien Fortbildung (nicht vollständig) . . . . .	63
5.1	Das Forschungsvorhaben im Überblick . . . . .	74
6.1	Screenshot aus einer Unterrichtseinheit; Aufgaben und Informationen für die Lehrkraft stehen in einer Lernumgebung bereit . . . . .	77
7.1	Selbsteinschätzung Nutzung Lehr-Lernplattform (N = 44) . . . . .	91
7.2	Nutzungsarten von Lehr-Lernplattform kategorisiert nach Kommunikation, Kooperation und Unterricht N = 44 . . . . .	92
7.3	Nutzungsarten differenziert nach unAnf und foPrag N = 44 . . . . .	93
7.4	Fortbildungswünsche N = 83 . . . . .	94
7.5	Wahr. Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts N = 83 . . . . .	95
7.6	Ergebnis: First and second highest stage scores Verfahren . . . . .	96

7.7	Ergebnis: SoC-Clusteranalyse . . . . .	97
7.8	Überblick über die Zusammenhänge zwischen SoC-Profil, Nutzungshäufigkeit und Nutzungstyp; H1: nie bis kaum. H2: mehrmals im Monat, H3: mehrmals wöchentlich bis täglich . . . . .	101
7.9	SoC-Profile von Nutzenden und Nichtnutzenden von Lehr-Lernplattformen N = 83 . . . . .	102
7.10	SoC-Profile nach Nutzungshäufigkeit mit Trendlinien . . . . .	103
8.1	Didaktisches Design (Reinmann, 2015, S. 9 . . . . .	115
8.2	Makroperspektive der Fortbildung . . . . .	116
8.3	Mikroperspektive der Fortbildung . . . . .	118
8.4	Einstieg in die Handreichung . . . . .	123
9.1	Überblick über das Design der Implementationsstudie . . . . .	129
9.2	Vergleich der <i>Concerns</i> in der Gruppe Fortbildung zwischen den Zeitpunkten pre, while und post . . . . .	139
9.3	SoC-Profile in der Gruppe Fortbildung zum Zeitpunkt pre, while und post . . . . .	140
9.4	Dimensionsvergleich Stages of Concern in der Gruppe Fortbildung zwischen den Zeitpunkten pre, while und post; *p < .05 . . . . .	141
9.5	Dimensionsvergleich Stages of Concern in der Gruppe Fortbildung zwischen den Zeitpunkten pre, while und post . . . . .	143
9.6	SoC-Profile in der Gruppe Handreichung zwischen den Zeitpunkten pre, while und post . . . . .	143
9.7	Dimensionsvergleich Stages of Concern in der Gruppe Handreichung zwischen den Zeitpunkten pre, while und post; *p < .05 . . . . .	144
9.8	Dimensionsvergleich Stages of Concern zwischen den Gruppen Fortbildung und Handreichung, Zeitpunkt pre . . . . .	147
9.9	Dimensionsvergleich Stages of Concern zwischen den Gruppen Fortbildung und Handreichung, <i>while</i> , *p < .05 . . . . .	148
9.10	Dimensionsvergleich Stages of Concern zwischen den Gruppen Fortbildung und Handreichung Zeitpunkt <i>post</i> , *p < .05 . . . . .	149
9.11	Interaktion Plots für Intention, Nutzen, Bedienbarkeit und Einstellung für unterschiedliche Zeitpunkte unterschieden im Implementationsmodus . . . . .	151
9.12	Interaktion Plots für Intention, Nutzen, Bedienbarkeit und Einstellung für unterschiedliche Zeitpunkte unterschieden in der Nutzung . . . . .	152

A.1	Berechnung der Stichprobe für unverbundene Stichproben . . . . .	219
A.2	Berechnung der Stichprobe für verbundene Stichproben . . . . .	219
A.3	Scree-Test: Nutzungsarten einer Lehr-Lernplattform . . . . .	220
A.4	Scree-Test: SoC-Profile . . . . .	221
A.5	Dendogramm (Nutzungsarten) mit zwei eingerahmten Clustern . . . . .	221
A.6	Dendogramm (SoC-Profile) mit drei eingerahmten Clustern . . . . .	222
C.1	Leitfaden für Adobe Connect . . . . .	240
C.2	Ergebnis der Studie zur Interessantheit von Kontexten durchgeführt im Rahmen des <i>energie.TRANSFER</i> Projekts . . . . .	247
C.3	Additives vs. kumulatives Lernen . . . . .	248
C.4	Verbindung zwischen Sachgebieten Fischer (2022) . . . . .	248
C.5	Einstieg in die Handreichung . . . . .	249
C.6	Kennenlernen von Moodle - praktisch und theoretisch . . . . .	249
C.7	Erklärung der Navigation in Moodle . . . . .	250
C.8	Konzeption der Unterrichtseinheiten . . . . .	250
C.9	Einblick in die Handreichung zur Konzeption der Unterrichtseinheiten . . . . .	251
C.10	Praktische Tipps für den Unterricht . . . . .	251
C.11	Video zur Umsetzung der Unterrichtseinheiten . . . . .	252

# 14 Tabellenverzeichnis

2.1	Beispielhafter Überblick über Innovationsarten im Bildungssektor (Greinert & Weßnigk, 2019; KMK, 2005; Müller, 2003; Ulrich, 2019) . . . . .	8
2.2	Lehr-Lernplattform-gestützter Unterricht ermöglicht die Adressierung digitaler Kompetenzen . . . . .	25
3.1	Übersicht über Einflussfaktoren auf die Intention zur Nutzung . . . . .	34
3.2	Dimensionsbezogene Interventionsmöglichkeiten in Anlehnung an Robbins & Alvy, 2003; Seitz, 2005; Sieve, 2015 . . . . .	48
7.1	Demographische Daten der Lehrkräfte . . . . .	83
7.2	Überblick Testinstrumente, Fragestellung 1 (Friedrich et al., 2011; Kerres, 2018; Sachse et al., 2012; Sieve, 2015; Wagner, 2016) . . . . .	84
7.3	Inter-Item-Reliabilität der einzelnen LoU-Dimensionen und Beispielitem . . . . .	85
7.4	Mediane, Interquartilsabstände, Inter-Item-Reliabilität der einzelnen SoC-Dimensionen . . . . .	86
7.5	Interkorrelation zwischen den SoC-Dimensionen; * $p < .05$ . . . . .	87
7.6	Nutzungshäufigkeit Lehr-Lernplattform im und außerhalb des Unterrichts N = 44 . . . . .	93
7.7	Kreuztabelle Nutzungstyp und Nutzungshäufigkeit N = 44 . . . . .	94
7.8	Kreuztabelle zwischen Nutzungstypen und SoC-Profilen . . . . .	99
7.9	Kreuztabelle zwischen Nutzungshäufigkeit und SoC-Profilen . . . . .	99
8.1	Kategorienzuordnung der Aussagen aus der Fortbildung . . . . .	122
9.1	Konstrukt, Anzahl der Items und Beispielitems zur Evaluation der Fortbildung und Handreichung . . . . .	131
9.2	Gruppenvergleich Kontrollvariablen, Zeitpunkt <i>pre</i> , Angabe des Mittelwertes und der Standardabweichung pro Gruppe, W- und p-Wertes, * $p < .05$ , N = 74	138

9.3	Angabe der Mediane (IQA) über alle Zeitpunkte pro SoC-Dimension Gruppe Fortbildung . . . . .	140
9.4	Gruppe Fortbildung: Angabe des p- und W-Wertes (Effektstärke) sowie bei signifikantem Ergebnis des Friedmann-Tests: Ergebnis der Durchführung des Post-hoc-Tests zwischen den Zeitpunkten <i>pre</i> , <i>while</i> und <i>post</i> mit Angabe des p- und W-Wertes, $p < .05$ , $N = 46$ . . . . .	142
9.5	Angabe der Mediane (IQA) über alle Zeitpunkte pro SoC-Dimension Gruppe Handreichung . . . . .	144
9.6	Gruppe Handreichung: Angabe des p- und W-Wertes (Effektstärke) sowie bei signifikantem Ergebnis des Friedmann-Tests: Ergebnis der Durchführung des Post-hoc-Tests zwischen den Zeitpunkten <i>pre</i> , <i>while</i> und <i>post</i> Angabe des p- und W-Wertes, $p < .05$ , $N = 27$ . . . . .	145
9.7	Bei signifikantem Unterschied zwischen der Gruppe Fortbildung und Handreichung in den einzelnen SoC-Dimensionen Angabe des W- und p-Wertes und der Effektstärke, Zeitpunkt <i>while</i> . . . . .	148
9.8	Bei signifikantem Unterschied zwischen der Gruppe Fortbildung und Handreichung in den einzelnen SoC-Dimensionen Angabe des W- und p-Wertes und der Effektstärke, Zeitpunkt <i>post</i> . . . . .	149
9.9	Deskriptive Statistik aufgeschlüsselt nach Implementationsmodus und Nutzung einer Lehr-Lernplattform für die Zeitpunkte <i>pre</i> , <i>while</i> und <i>post</i> . . . . .	150
9.10	Zusammenfassung linear mixed-effects models für Implementationsmodus und Nutzung einer Lehr-Lernplattform, $*p < .05$ , $N = 74$ , $b$ = Regressionskoeffizient, $SE$ = Standardfehler . . . . .	153
9.11	Zeitpunkt <i>pre</i> : Angabe des F-, p-Wertes und kor. $R^2$ für das Gesamtmodell und Angabe des Regressionskoeffizienten $b$ und des Standardfehlers $SE$ der jeweiligen Einflussgröße Lehr-Lernplattform-Nutzung und Implementationsmodus, $*p < .05$ , $N = 74$ . . . . .	154
9.12	Zeitpunkt <i>while</i> : Angabe des F-, p-Wertes und kor. $R^2$ für das Gesamtmodell und Angabe des Regressionskoeffizienten $b$ und des Standardfehlers $SE$ der jeweiligen Einflussgröße Lehr-Lernplattform-Nutzung und Implementationsmodus, $*p < .05$ , $N = 74$ . . . . .	154
9.13	Zeitpunkt <i>post</i> : Angabe des F-, p-Wertes und kor. $R^2$ für das Gesamtmodell und Angabe des Regressionskoeffizienten $b$ und des Standardfehlers $SE$ der jeweiligen Einflussgröße Lehr-Lernplattform-Nutzung und Implementationsmodus, $*p < .05$ , $N = 74$ . . . . .	155

9.14	Concerns als Prädiktor für die Variablen der Technologieakzeptanz, * $p < .05$ .	156
9.15	Ergebnis Evaluation Fortbildung und Handreichung Skala 1 (trifft nicht zu) bis 5 (trifft zu) . . . . .	158
9.16	Ranking über die Webinareinheiten . . . . .	159
9.17	Auswertung der Kategorie <i>Relevanz der Inhalte</i> . . . . .	159
9.18	Auswertung der Kategorie <i>Akzeptanzfördernde Maßnahmen</i> . . . . .	160
9.19	Auswertung der Kategorie <i>Wirkebenen</i> . . . . .	162
A.1	Kategorienzuordnung der Aussagen aus der Fortbildung . . . . .	222
A.2	Kategoriensystem zur Evaluation der Implementationsprozesse »Fortbildung« und »Handreichung« . . . . .	223
B.2	SoC-Fragebogen (George et al., 2008) . . . . .	226
B.3	Fragebogen Variablen aus dem Technologieakzeptanzmodell (F. D. Davis, 1989b)	229
B.4	Items der erfassten Kontrollvariablen . . . . .	230
B.5	Vorerfahrungen und Wünsche . . . . .	232
B.6	Evaluation der Implementationsmodi . . . . .	235
B.7	Originale und imputierte Daten . . . . .	239
C.1	Übersicht über die Unterrichtseinheiten: Leitfrage, Energieformen und Klassenstufe . . . . .	243
C.2	Grundlegende Konzeption jeder Unterrichtseinheit . . . . .	245

# Teil VI

## Anhang



# A Anhang zum empirischen Teil

## A.1 Bestimmung der Stichprobe

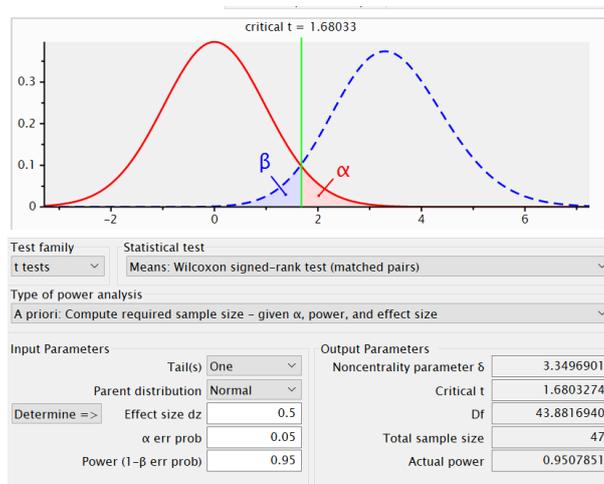


Abb. A.1: Berechnung der Stichprobe für unverbundene Stichproben

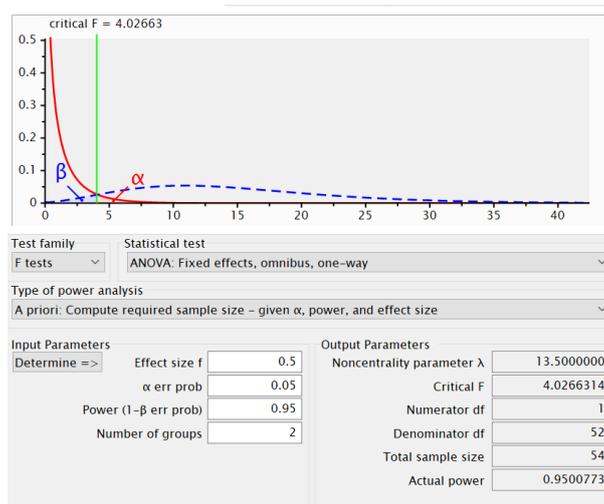


Abb. A.2: Berechnung der Stichprobe für verbundene Stichproben

## A.2 Variablen: Test auf Normalverteilung

Variable	W	p	normalverteilt
Awareness SoC0	0.94432	> 0.05	nein
Information SoC1	0.94075	> 0.05	nein
Personal SoC2	0.94578	> 0.05	nein
Management SoC3	0.93104	> 0.05	nein
Consequence SoC4	0.88561	> 0.05	nein
Collaboration SoC5	0.9241	> 0.05	nein
Refocusing SoC6	0.93037	> 0.05	nein
Intention I	0.94671	> 0.05	nein
Wahrgenommener Nutzen WN	0.98275	> 0.05	nein
Wahrgenommene Bedienbarkeit WB	0.98148	> 0.05	nein
Einstellung E	0.96441	> 0.05	nein
Einstellung zum digitalen Lernen EzdL	0.92001	> 0.05	nein
Selbstkonzept SK	0.80477	> 0.05	nein
Interesse In	0.9191	> 0.05	nein

## A.3 Clusteranalyse

### A.3.1 Scree-Test für die Clusteranalyse

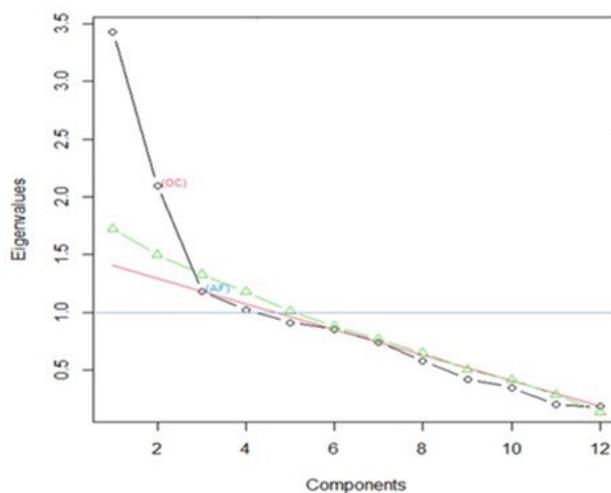


Abb. A.3: Scree-Test: Nutzungsarten einer Lehr-Lernplattform

Die Wahl der Clusteranzahl kann unterschiedlich begründet werden:

- Es werden alle Komponenten in Betracht gezogen, deren Eigenwerte größer als 1 sind (blaue Linie in Abb. A.3, Jovanovic & Steinbach King, 1998).
- Über die »Knickmethode« wird die Anzahl der Cluster so festgelegt, dass die Komponentenanzahlen berücksichtigt werden, die oberhalb eines »Knicks« liegen (rote Linie in Abb. A.3, Cattell, 1966).
- Durch eine Parallelanalyse werden die Anzahlen berücksichtigt, die oberhalb des Schnittpunktes zwischen den Linien »Eigenwerte nach Zufallskorrelation« (grüne Linie in Abb. A.3) und »Eigenwerte der empirischen Daten« (schwarze Linie in Abb. A.3) liegen, (Horn, 1965).

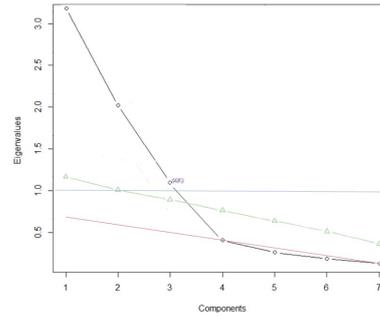


Abb. A.4: Scree-Test: SoC-Profil

### A.3.2 Dendrogramm

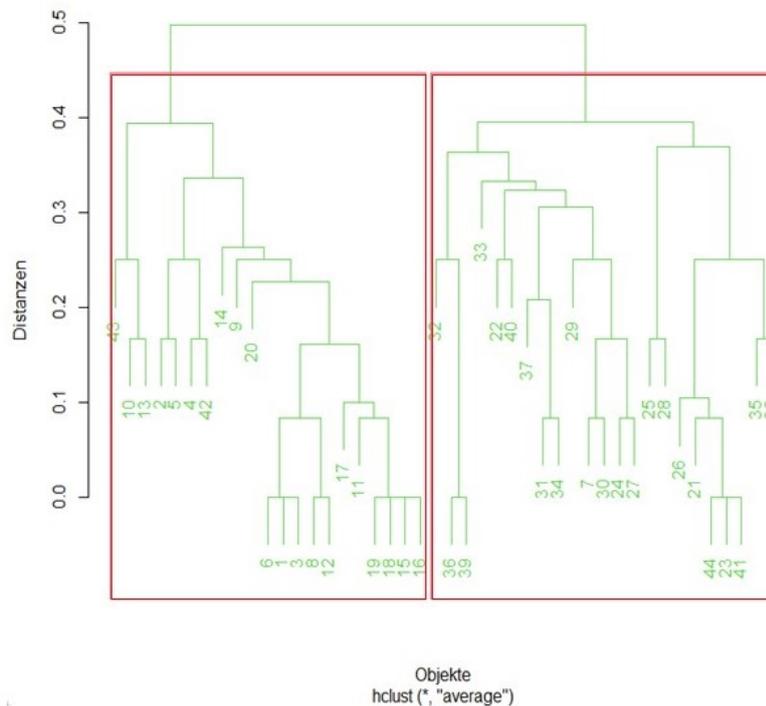
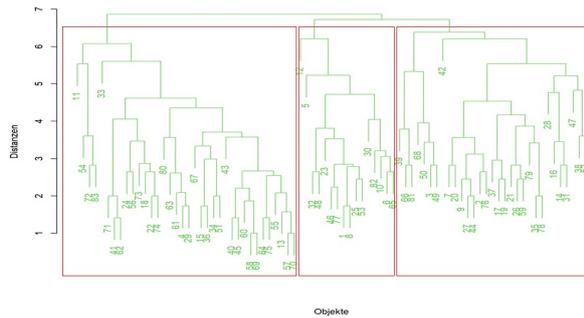


Abb. A.5: Dendrogramm (Nutzungsarten) mit zwei eingerahmten Clustern

Nachdem die Clusteranzahl festgelegt worden ist, wird die hierarchische Clusteranalyse durchgeführt. Das Ergebnis wird graphisch durch ein Dendrogramm (Abb. A.5 und A.6) dargestellt. Diese veranschaulicht die Anordnung und Zuordnung (hier) der Lehrkräfte zu den jeweiligen identifizierten Clustern.



**Abb. A.6:** Dendrogramm (SoC-Profil) mit drei eingerahmten Clustern

## A.4 Kategoriensystem

### A.4.1 Kategoriensystem zur Entwicklung der Handreichung

Zur Auswertung der Fragen und Probleme der Lehrkräfte in der Fortbildung wurde ein Kategoriensystem entwickelt. Grundlage des Kategoriensystems ist die Innovation »digitale Unterrichtseinheit zum Basiskonzept Energie auf einer Lehr-Lernplattform«.

**Tab. A.1:** Kategorienzuordnung der Aussagen aus der Fortbildung

Kategorie	Beschreibung
Organisation	In diese Kategorie werden die Fragen gesammelt, die sich mit dem organisatorischen Aspekt der Unterrichtseinheit beschäftigen. Dies bezieht hierbei auf die Planung und Umsetzung von Unterricht. Beispielfrage: »Wie lang sind die Einheiten?«
Funktionen in Moodle	In dieser Kategorie werden alle Fragen und Impulse verortete, die etwas mit den Funktionen innerhalb von Moodle zu tun haben. Dies bezieht auch die Funktionsvielfalt mit ein, welche Funktionen vorhanden sind und wie diese verwendet werden können. Beispielfrage: »Ist es möglich verschiedene Themen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad für verschiedene Schüler freizuschalten?«
Nutzen	Alle Fragen, die sich auf die digitale und didaktische Umsetzung hinsichtlich des Nutzens beziehen, werden hier gesammelt. Dazu gehören auch Aussagen, die eine Begründung erfordern. Beispielfrage: »Warum wurden die Einheiten in Moodle eingesetzt?« oder »Wieso denn basis-konzeptorientiert und was bedeutet das eigentlich?«

Adaptierbarkeit	In dieser Kategorie werden Fragen zur Anpassungsfähigkeit der Unterrichtseinheiten gesammelt. Beispielfrage: »Ist es möglich die CRU mit eigenen Aufgaben zu ergänzen?«
Didaktik/Methodik/Inhalt	In dieser Kategorie werden Fragen gesammelt, die sich mit dem Ziel einzelner Aktivitäten oder der gesamten Einheit beschäftigen. Beispielfrage: »Was hat das Video mit der Achterbahn mit der übergeordneten Fragestellung zu tun?«

#### A.4.2 Kategoriensystem zur Auswertung der offene Items

Das Kategoriensystem dient der Auswertung der offenen Items zur Evaluation der Fortbildung und Handreichung. Das Kategoriensystem bildet sich aus der Literatur zur Fortbildungs- und Implementationsforschung. Nicht genutzte Kategorien werden nicht aufgeführt.

**Tab. A.2:** *Kategoriensystem zur Evaluation der Implementationsprozesse »Fortbildung« und »Handreichung«*

Kategorie	Erläuterung
Relevanz der Inhalte	Die Relevanz bezieht sich auf die Inhalte der Fortbildung bzw. Handreichung. Insbesondere geht es dabei um die Relevanz der Theorie und der digitalen Umsetzung der Unterrichtseinheiten. Die Kategorie Relevanz wurde in die einzelnen Module digitale Umsetzung/Moodle, Konzeption der Unterrichtseinheiten und Basiskonzept Energie unterteilt.

<p>Akzeptanz-fördernde Maßnahmen</p>	<p>Diese Maßnahmen beziehen sich auf die Gestaltung der Fortbildung und der Handreichung und beziehen Ressourcen und Organisation mit ein. Bei der Organisation und der Beachtung von Ressourcen bei der Entwicklung einer Implementationsmaßnahme sind die Lehrkräfte als Prozessgestaltende zu beachten. Diese Kategorie bezieht sich auch auf die Bewertung der Durchführenden der Fortbildung bzw. Unterstützenden für die Lehrkräfte in der Gruppe »Handreichung«. Es ist anzunehmen, dass den Lehrkräften in der Gruppe »Handreichung« ein Austausch mit anderen Lehrkräften fehlte bzw. in der Gruppe »Fortbildung« nicht ausreichend gewesen ist. Aussagen, die sich auf den Austausch/Kooperation beziehen, werden dieser Kategorie zugeordnet. Zugleich werden Aussagen, die sich auf eine Aufwand/Nutzenabwägung beziehen, hier gesammelt. Die Teilnahme an einer Fortbildung oder die Auseinandersetzung mit einer Handreichung stellt für die Lehrkräfte einen zeitlichen Aufwand dar. Im Vergleich dazu erhalten die Lehrkräfte aber bspw. ausgearbeitet Unterrichtseinheiten, also ein Teil der Planung wurde seitens des Entwicklers übernommen. Dies stellt wahrscheinlich ein Nutzen dar. Aussagen, die auf eine Abwägung abzielen, werden dieser Kategorie zugeordnet.</p>
<p>Wirkebenen</p>	<p>Die Wirkebenen von Implementationsmaßnahmen sind in Kap. 4.3.2 beschrieben worden. Es wird sich auf die Ebenen 1 und 2 fokussiert, da Wirkebene 3 nicht Gegenstand der Studie ist. Aussagen, die sich auf die Weiterentwicklung von affektiven (bspw. Motivation) und kognitiver (bspw. Erfahrung) beziehen, werden der Wirkebene 1 zugeordnet. Aussagen, die sich auf eine konkrete Handlung beziehen, werden der Wirkebene 2 zugeordnet. Dies kann die Absichtsformulierung zum Einsatz, aber bspw. auch spezifische Inhalte der Fortbildung (bspw. zum basiskonzeptorientierten Unterricht) sein.</p>

## A.5 Anhang zu Testverfahren

### A.5.1 Beurteilung von Zusammenhängen (Bühner, 2006)

Wertebereich	Beurteilung
$\rho = 0$	keine Korrelation
$0 < \rho \leq 0,2$	sehr schwache Korrelation
$0,2 < \rho \leq 0,4$	schwache Korrelation
$0,4 < \rho \leq 0,6$	mittlere Korrelation
$0,6 < \rho \leq 0,8$	starke Korrelation
$0,8 < \rho \leq 1$	sehr starke Korrelation
$\rho = 1$	perfekte Korrelation

### A.5.2 Beurteilung der Effektstärken (Bortz, 1999; Cohen, 1988; Tomczak & Tomczak, 2014)

Test Effektstärke	Wertebereich	Beurteilung
Kendall's $W$ Cramér's $V$	$0.1 \leq 0.3$	kleiner Effekt
	$0.3 \leq 0.5$	mäßiger Effekt
	$\geq 0.5$	großer Effekt
$R^2$	0.02	kleiner Effekt
	0.15	mäßiger Effekt
	0.26	großer Effekt
$f^2$	0.02	kleiner Effekt
	0.15	mäßiger Effekt
	0.26	großer Effekt

# B Testinstrumente

## B.1 Itemübersicht

Die Itemübersicht bezieht sich auf die durchgeführten Studien »Ausgangslage erfassen« und »Evaluation und Begleitung der Implementation«. Der jeweilige Methodikteil weist die genutzten Items bzw. Skalen aus.

### B.1.1 Personenbezogene Daten

Itemnr.	Item
P1	Alter in Jahren
P2	Geschlecht (weiblich/männlich)
P3	Unterrichtsfächer (offen)
P4	Unterrichtserfahrung in Jahren

### B.1.2 Stages of Concern

Der SoC-Dimensionen wurden aus den Originalfragebogen übersetzt und adaptiert und werden jeweils auf einer Likert-Skala von 0 (nicht relevant), 1 (trifft nicht zu) bis 7 (trifft völlig zu) erfasst.

**Tab. B.2:** SoC-Fragebogen (George et al., 2008)

Itemnr.	Item
<b>SoC0 Awareness</b>	
SoC0a	Ich mache mir mehr Gedanken über andere innovative Ansätze für den Unterricht als über den Einsatz digitaler Unterrichtseinheiten.
SoC0b	Ich mache mir mehr Gedanken über andere innovative Ansätze für den Unterricht als über den Einsatz digitaler Unterrichtseinheiten

SoC0c	Ich bin mit anderen Dingen als mit dem Einsatz digitaler Unterrichtseinheiten beschäftigt.
SoC0d	Ich beschäftige mich kaum mit dem Einsatz von digitalen Unterrichtseinheiten.
SoC0e	Gegenwärtig hindern mich andere Prioritäten daran, mich mit digitalen Unterrichtseinheiten zu befassen.

**SoC1 Information**

SoC1a	Ich habe wenig Ahnung vom Einsatz digitaler Unterrichtseinheiten im Unterricht.
SoC1b	Ich würde gerne mehr über die Einsatzmöglichkeiten der digitalen Unterrichtseinheiten erfahren.
SoC1c	Ich würde gerne über die nötigen Voraussetzungen und Bedingungen zum Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten informiert werden.
SoC1d	Ich würde gerne wissen, welche Voraussetzungen für einen baldigen Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten im Unterricht benötigt werden.
SoC1e	Ich würde gerne etwas über die Vorteile der digitalen Unterrichtseinheiten im Vergleich zum herkömmlichen Unterricht wissen.

**SoC2 Personal**

SoC2a	Ich würde gerne wissen, welche Auswirkung der Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten auf die Planung und Durchführung meines Unterrichts hat.
SoC2b	Ich würde gerne wissen, wer über einen weiteren Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten in unserer Schule entscheidet.
SoC2c	Ich würde gerne wissen, wie sich mein Unterricht verändert, wenn ich die digitalen Unterrichtseinheiten benutze.
SoC2d	Ich würde gerne wissen wie zeit- und arbeitsintensiv der Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten sein wird.
SoC2e	Ich würde gerne wissen, wie sich meine Rolle als Lehrkraft ändern wird, wenn ich die digitalen Unterrichtseinheiten nutze.

**SoC3 Management**

SoC3a	Ich denke, dass ich viel Zeit mit der Vorbereitung des Unterrichts mit den digitalen Unterrichtseinheiten verbringen werde.
SoC3b	Ich habe Bedenken, dass es Konflikte zwischen meinen persönlichen Interessen und dem Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten geben wird.

SoC3c	Ich habe Bedenken, den mit der Nutzung der digitalen Unterrichtseinheiten verbundenen Anforderungen nicht gerecht werden zu können.
SoC3d	Ich habe Bedenken, dass ich Zeit mit dem Lösen von Problemen verbringen werde, die nicht direkt etwas mit dem Unterricht zu tun haben.
SoC3e	Ich mache mir Gedanken, dass die Unterrichtsvorbereitung mehr Zeit als üblich in Anspruch nimmt.

**SoC4 Consequence**

SoC4a	Ich interessiere mich für die Einstellung der Schülerinnen und Schüler, die sie bezüglich des Einsatzes digitaler Unterrichtseinheiten haben.
SoC4b	Ich interessiere mich dafür, welchen Einfluss der Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten auf meine Schülerinnen und Schüler haben wird.
SoC4c	Ich interessiere mich dafür, wie ich die Auswirkungen der digitalen Unterrichtseinheiten auf die Schülerinnen und Schüler beurteilen kann.
SoC4d	Ich würde gerne meine Schülerinnen und Schüler für den Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten begeistern.
SoC4e	Ich würde gerne das Feedback von meinen Schülerinnen und Schüler nutzen, um die digitalen Unterrichtseinheiten zu verbessern.

**SoC5 Collaboration**

SoC5a	Ich würde gerne andere Lehrkräfte beim Einsatz digitaler Unterrichtseinheiten unterstützen.
SoC5b	Ich würde gerne mit anderen Lehrkräften, die auch digitale Unterrichtseinheiten nutzen, zusammenarbeiten.
SoC5c	Ich würde gerne andere Schulen oder Lehrkräfte mit den Möglichkeiten, die die digitalen Unterrichtseinheiten mit sich bringen, vertraut machen.
SoC5d	Ich würde mich gerne mit anderen zusammentun, um die Auswirkungen der digitalen Unterrichtseinheiten zu maximieren.
SoC5e	Ich würde gerne wissen, ob und wie andere Lehrkräfte die digitalen Unterrichtseinheiten einsetzen.

**SoC6 Refocusing**

SoC6a	Ich kenne bessere Möglichkeiten den Unterricht zu gestalten.
SoC6b	Ich habe Ideen wie die digitalen Unterrichtseinheiten verbessert werden können oder durch welche digitalen Möglichkeiten diese ersetzt werden können.
SoC6c	Ich würde gerne den Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten überarbeiten oder verändern.

SoC6d	Ich möchte die Verwendung der digitalen Unterrichtseinheiten basierend auf den Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler verändern.
SoC6e	Ich mache mir Gedanken die Einsatzweise der digitalen Unterrichtseinheiten in meinem Unterricht zu verändern beziehungsweise an meinen Unterricht anzupassen.

### B.1.3 Variablen aus dem Technologieakzeptanzmodell

**Tab. B.3:** Fragebogen Variablen aus dem Technologieakzeptanzmodell (F. D. Davis, 1989b)

Itemnr.	Item
<b>Intention</b>	
I1	Angenommen ich habe Zugang zu den Unterrichtseinheiten, dann beabsichtige ich diese in meinem Unterricht einzusetzen.
I2	Wenn ich Zugang zu den CRUs habe, sage ich voraus, dass ich diese einsetzen werden.
<b>Wahrgenommener Nutzen</b>	
WN1	Der Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten verbessert meinen Unterricht.
WN2	Der Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten erhöht die Produktivität meines Unterrichts.
WN3	Der Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten steigert die Effektivität meines Unterrichts.
WN4	Ich finde die digitalen Unterrichtseinheiten nützlich für meinen Unterricht.
<b>Wahrgenommene Bedienbarkeit</b>	
WB1	Der Umgang mit den digitalen Unterrichtseinheiten ist für mich klar und verständlich.
WB2	Der Umgang mit den digitalen Unterrichtseinheiten erfordert von mir keine große geistige Anstrengung.
WB3	Ich finde die digitalen Unterrichtseinheiten leicht zu bedienen.
WB4	Ich finde, die digitalen Unterrichtseinheiten machen genau das, was ich möchte.

**Einstellung**

E1	Der Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten hat einen positiven Einfluss auf meinen Unterricht.
E2	Ich halte den Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten für vorteilhaft.
E3	Der Einsatz digitaler Unterrichtseinheiten ist gut.
E4	Ich halte den Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten für nützlich.

**B.1.4 Kontrollvariablen**

*Tab. B.4: Items der erfassten Kontrollvariablen*

Itemnr.	Item
<b>Interesse</b>	
(Christensen & Knezek, 1996)	
I1a	Ich denke, dass die Arbeit mit digitalen Medien anregend und spannend sein kann.
I1b	Ich möchte viel über digitale Medien lernen.
I1c	Die Herausforderung, etwas über digitale Medien zu lernen, ist spannend.
I1d	Etwas über digitale Medien zu lernen ist für mich langweilig.
I1e	Ich lerne gerne mit digitalen Medien.
I1f	Ich genieße den Unterricht mit digitalen Medien.
I1g	Ich kann viele Dinge lernen, wenn ich digitale Medien nutze.
I1h	Ich glaube, dass es für mich sehr wichtig ist, zu lernen, wie man digitale Medien benutzt.
I1i	Eine Arbeit mit digitalen Medien wäre sehr interessant.
I1j	Die Leute, die mir die besten Ideen zur Verbesserung des Unterrichts geben, wissen auch viel über digitale Medien.
I1k	Ich konzentriere mich auf digitale Medien, wenn ich sie benutze.
I1l	Ich glaube, dass ich eine bessere Lehrkraft bin, wenn ich digitalen Medien nutze.
I2a	Ich spreche gerne mit anderen über digitale Medien.
I2b	Es macht Spaß, herauszufinden, wie digitale Medien funktionieren.
I2c	Wenn im Unterricht ein Problem mit digitalen Medien ungelöst bleibt, denke ich danach weiter darüber nach.
I2d	Ich lese gerne etwas über digitale Medien.

---

I2e	Problemen, die im Umgang mit digitalen Medien auftreten, gehe ich gerne nach.
I2f	Wenn es ein Problem mit digitalen Medien gibt, dass ich nicht sofort lösen kann, bleibe ich dabei, bis ich es lösen kann.
I2g	Digitale Medien können spannend sein.
I2h	Ich glaube nicht, dass ich fortgeschritten mit digitalen Medien arbeiten würde.
I2i	Ich werde digitale Medien in meinem Leben auf viele Arten nutzen.
I2j	Ich stöbere gerne in Zeitschriften über digitale Medien.

**Einstellung zum digitalen Lernen**

(Vogelsang et al., 2019)

EzdL1	Digitale Medien sollten generell in den Lehrplänen der Schulen ein stärkeres Gewicht erhalten.
EzdL2	Der Einsatz digitaler Medien in den Schulen führt zu einer Verflachung des Unterrichtsniveaus.
EzdL3	Negative Folgen digitaler Medien für das Lernen werden unterschätzt.
EzdL4	Der Einsatz digitaler Medien ermöglicht in hohem Maße selbstbestimmtes Lernen.
EzdL5	Durch den Einsatz digitaler Medien können SchülerInnen besser zum Lernen motiviert werden.
EzdL6	Computer und digitale Medien eröffnen Spielräume für Kreativität beim Lernen.
EzdL7	Der Einsatz von digitalen Medien in der Schule sorgt dafür, dass Kinder gut auf das Berufsleben vorbereitet werden.
EzdL8	Das Lernen mit digitalen Medien ist eine effiziente Form des Lernens.
EzdL9	Mit digitalen Medien kann ich Unterricht adressatengerechter planen und anpassen.
EzdL10	Digitale Medien erlauben eine höhere Schüleraktivierung.

**Selbstkonzept Digitale Kompetenz**

(Mang et al., 2019)

SK1	Ich fühle mich auch bei der Nutzung digitaler Geräte gut, mit denen ich weniger vertraut bin.
SK2	Wenn Personen in meinem Umkreis neue digitale Geräte oder Anwendungen kaufen wollen, kann ich ihnen Ratschläge geben.
Sk3	Ich fühle mich gut, wenn ich zu Hause meine digitalen Geräte nutze.

SK4	Wenn sich ein Problem mit einem digitalen Gerät ergibt, denke ich, dass ich es lösen kann.
Sk5	Wenn Personen in meinem Umkreis ein Problem mit einem digitalen Gerät haben, kann ich ihnen helfen.

### B.1.5 Vorerfahrungen und Wünsche

#### Umsetzung Basiskonzepte

Die Skala zur Erfassung der Umsetzung von basiskonzeptorientierten Unterricht wurde aus dem CodebookDE LFB Sprachliche Kompetenzen im Ländervergleich zur Umsetzung der Bildungsstandards (2012) adaptiert. Der Fragebogen wurde aus dem Level of Use Interview des CBAM adaptiert und dreistufig umgesetzt: 0 keine Umsetzung, I schematische Umsetzung, II Kooperation

*Tab. B.5: Vorerfahrungen und Wünsche*

Itemnr.	Item
<b>Level of Use - Dimension 0</b>	
BK0a	Ich habe kein Interesse, mich auf "Unterricht nach Basiskonzepte" einzustellen.
BK0b	Ich beschäftige mich nicht mit der Umsetzung von Basiskonzepten.
BK0c	Mein Unterricht orientiert sich nicht an den Basiskonzepten.
BK0d	Mir ist völlig unklar wie ein "Unterricht nach Basiskonzepten" überhaupt aussehen soll.
<b>Level of Use - Dimension 1</b>	
BK1a	Ich konzentriere mich darauf, „Unterrichten nach Basiskonzepten“ wenigstens ansatzweise umzusetzen.
BK1b	Ich unterrichte bereits nach den Basiskonzepten, kann aber nur sehr kurzfristig vorbereiten.
BK1c	Ich arbeite bereits nach den Prinzipien der Basiskonzepte, bin aber noch nicht zu einer langfristigen Neugestaltung gekommen.
BK1d	Ich unterrichte bereits nach Basiskonzepte, indem ich mich rezeptartig an Beispiele halte.

**Level of Use - Dimension 2**

BK2a	Ich bemühe mich, meine Aktivitäten mit denen anderer Lehrkräfte zu koordinieren.
BK2b	Ich spreche mich mit anderen Lehrkräften über unsere jeweilige Praxis ab.
BK2c	Wir tauschen besonders gelungene Unterrichtsideen zum „Unterrichten nach Basiskonzepten“ im Kollegium aus.
BK2d	Ich sitze oft mit anderen Lehrkräften zusammen, um Ideen zu entwickeln.

**Nutzung Lehr-Lernplattformen**

(Kerres, 2018; Friedrich et al., 2011; Wagner, 2016)

N1	Nutzung Lehr-Lernplattform an der eigenen Schule (dichotome Antwortmöglichkeit)
N2	<p>Nutzungsart Lehr-Lernplattform:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikation: Kommunikation mit Lernenden (Erinnerungen, Absprachen, Umfragen,...), Kommunikation mit anderen Lehrkräften (Absprachen, Rundmails, Umfragen, ...)</li> <li>• Kooperation: Austausch mit Lehrkräften (Unterrichtsmaterialien,...); Zusammenarbeit mit anderen Lehrkräften (Erstellung von Lernpfaden,...); Zum Bereitstellen von Unterrichtsmaterialien (Vertretungsunterricht,...)</li> <li>• Unterricht: Zum Bereitstellen von Unterrichtsmaterialien (Videos, Checklisten, ...); Dokumentation von Unterricht (Sicherung von Unterrichtsergebnissen); Abgabe von Hausaufgaben etc.; Unterrichtsvor- und -nachbereitung; Unterrichtsumsetzung (Interaktive Elemente, Lernpfade,...)</li> </ul>
N3	Nutzungshäufigkeit Lehr-Lernplattform im und außerhalb des Unterrichts (täglich, mehrmals wöchentlich, mehrmals im Monat, kaum, nie)

N4	<p>Selbsteinschätzung Nutzung Lehr-Lernplattform:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unerfahrene(r) (Ich habe keine Erfahrungen mit Lehr-Lernplattformen).</li> <li>• Novize (Ich habe erste Erfahrungen gemacht, bin aber noch nicht sehr vertraut).</li> <li>• Fortgeschrittene(r) (Ich setze eine Lehr-Lernplattform gelegentlich im Unterricht ein und bin sicher in der grundlegenden Bedienung)</li> <li>• Pragmatiker(in) (Ich setze eine Lehr-Lernplattform gerne und häufig im Unterricht dann ein, wenn es einen methodischen Gewinn bedeutet. Ich bin mir über die Stärken und Schwächen des Einsatzes bewusst).</li> <li>• Enthusiast(in) (Ich setze eine Lehr-Lernplattform so häufig wie möglich ein, denn ich sehe überwiegend das Potenzial dieser Technologie für den Unterricht).</li> </ul>
----	--

**Fortbildungswünsche**

Sieve, 2015, selbst entwickelt)

F1	<p>Haben Sie schon an einer Fortbildung zu Lehr-Lernplattform teilgenommen? Wünschen Sie sich eine Fortbildung zu Lehr-Lernplattform? (jeweils dichotome Antwortmöglichkeiten).</p>
F2	<p>Schwerpunktabfrage einer möglichen Fortbildung zu Lehr-Lernplattformen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration von Simulationen, Videos etc.</li> <li>• Integration von Zusatzgeräten wie Kameras oder digitale Messgeräte</li> <li>• Unterstützung bei technischen Fragen; Mediendidaktische Weiterbildung</li> <li>• Aktuelle Entwicklungen</li> <li>• Klärung datenschutzrechtlicher und anderer Voraussetzungen</li> <li>• Gestaltung digitaler Unterrichtseinheiten</li> <li>• Fachspezifische Nutzungsmöglichkeiten</li> <li>• Didaktischer Nutzen (bspw. im Hinblick auf die Wirkung auf SuS)</li> <li>• Konkreter Bezug zum Kerncurriculum</li> </ul>

### B.1.6 Evaluation Fortbildung und Handreichung

Nachfolgend werden die Konstrukte zur Evaluation der Fortbildung und Handreichung aufgelistet. Manche Konstrukte wurden zur Evaluation beider Implementationsmodi genutzt, dies

wird in jeder Überschrift kenntlich gemacht. Nach jedem Webinar wurden die Lehrkräfte gebeten, drei offene Items zu beantworten, Zum Zeitpunkt *post* wurden die Lehrkräfte abschließend gebeten, die Implementation mit offenen Items zu bewerten.

**Tab. B.6:** *Evaluation der Implementationsmodi*

Itemnr.	Item
<b>Relevanz Evaluation Fortbildung</b>	
Subskala Relevanz (Kauhardt et al., 2019); adaptiert	
R1	In der Fortbildung werden Materialien genutzt, die auch im Physikunterricht eingesetzt werden können.
R2	Das Wissen, das ich in der Fortbildung erworben habe, hilft mir im Physikunterricht.
R3	Meine Erfahrungen aus dem Physikunterricht werden in der Fortbildung aufgegriffen.
R4	Ich merke, wie wichtig das Fortbildungsthema für mein Handeln im Physikunterricht ist.
R5	Die Inhalte der Fortbildung haben wenig mit den Aufgaben einer Lehrperson an einer Schule zu tun.
R6	In der Fortbildung wird die Relevanz durch berufliche Bezüge oder Beispiele veranschaulicht.
R7	Die Inhalte der Fortbildung empfinde ich als hilfreich für meinen schulischen Alltag.
R8	In der Fortbildung wird über die Relevanz des Fortbildungsthemas für die Teilnehmenden gesprochen.
<b>Nützlichkeit Evaluation Fortbildung und Handreichung</b>	
Subskala Nutzen (Kauhardt et al., 2019)	
N1	Für eine Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts, ist es nützlich, dass Lernende verschiedene Sachgebiete vernetzen können.
N2	Wenn Schüler*innen verschiedene Sachgebiete vernetzen können, kann die Vermittlung fachlicher Inhalte intensiviert werden.
N3	Wenn Schüler*innen verschiedene Sachgebiete vernetzen können, kann sich das positiv auf den Bildungserfolg auswirken.
N4	Wenn Schüler*innen verschiedene Sachgebiete miteinander vernetzen können, wirkt sich das positiv auf meinen Physikunterricht aus.

**Wichtigkeit Evaluation Fortbildung und Handreichung**

Subskala Wichtigkeit (Kauhardt et al., 2019)

W1	Ich finde es wichtig, dass Schüler*innen verschiedene Sachgebiete miteinander vernetzen können.
W2	Es ist mir persönlich wichtig, dass ich mit der Vernetzung verschiedener Sachgebiete im Physikunterricht vertraut bin.

**Inhalt, Struktur, Unterstützung der Fortbildung und Handreichung**

(Sieve, 2015)

ISU1	Ich habe eine gute Einführung in die grundlegende Bedienung der digitalen Unterrichtseinheiten erhalten.
ISU2	Ich habe einen Überblick über weitere Anwendungsmöglichkeiten der digitalen Lehr-Lernplattform Moodle erhalten.
ISU3	Die physikalischen Inhalte wurden in der Fortbildung hinreichend berücksichtigt.
ISU4	Die physikalischen Inhalte waren passend für mich.
ISU5	Ich habe nun Ideen wie ich die digitalen Unterrichtseinheiten in meinem Physikunterricht einsetzen werde.
ISU6	Ich konnte mich hinreichend aktiv beteiligen.
ISU7	Das Anforderungsniveau war angemessen.
ISU8	Ich hatte stets die Möglichkeit Fragen zu stellen.
ISU9	Die Inhalte weisen einen Bezug zum Lehrplan und den Bildungsstandards auf.
ISU10	Mir fehlte der Praxisbezug.
ISU12	Die Inhalte waren relevant für mich.
ISU13	Die Referenten gingen auf Schwierigkeiten und Fragen von mir oder anderen Teilnehmenden ein.
ISU14	Die Referenten schafften eine lockere, partnerschaftliche, freundliche Atmosphäre.
ISU15	Der Informationswert der Fortbildung war für mich nützlich.

**Anschlussfähigkeit der Fortbildung und Handreichung**

(Ehlert, 2021; Sieve, 2015)

A1	Die Inhalte der Fortbildung lassen sich in den Physikunterricht integrieren.
----	--

A2	Ich habe Anregungen bekommen, wie ich eine Lehr-Lernplattform zur Planung von Unterricht einsetzen kann.
A3	Ich habe Anregungen bekommen, wie ich eine Lehr-Lernplattform zur Umsetzung von Unterricht einsetzen kann.
A4	Ich werde die Verknüpfung zweier Sachgebiete über die Energieumwandlung in meinem Unterricht umsetzen.
A5	Ich fühle mich auf den Einsatz der digitalen Unterrichtseinheiten in meinem Physikunterricht vorbereitet.
A6	Die entwickelten Unterrichtseinheiten eignen sich für einen unmittelbaren Unterrichtseinsatz.
A7	Ich konnte mein fachdidaktisches Wissen in Bezug auf Vernetzungsmöglichkeiten einzelner Sachgebiete im Physikunterricht erweitern.
A8	Ich habe nun Ideen, wie ich eine digitale Lehr-Lernplattform nutzen kann.
<b>Modulare Webinare als Einführung von (innovativem) Unterrichtsmaterial selbst</b> (selbst entwickelt, nicht validiert)	
W1	Ich hätte mir mehr Zeit zur Auseinandersetzung mit den digitalen Unterrichtseinheiten gewünscht.
W2	Der modulare Aufbau der Fortbildung ermöglichte mir eine zeitintensivere Auseinandersetzung mit den digitalen Unterrichtseinheiten.
W3	Zur Einführung von Unterrichtsmaterial wie zum Beispiel die CRUs eignet sich das Webinarformat.
W4	Eine Präsenzveranstaltung hätte ich besser gefunden.
W5	Ich habe die Gesamtdauer der Veranstaltung als sinnvoll empfunden.
W6	Ich empfehle Webinare zur Einführung von Unterrichtsmaterial wie zum Beispiel die CRUs.
W7	Es war mir möglich ohne arbeitsbedingte Konflikte an den Webinaren teilzunehmen.
W8	Mit der Organisation der Veranstaltung war ich zufrieden.
W9	Die Fortbildung hat mich motiviert, die angebotenen Unterrichtseinheiten im Physikunterricht einzusetzen.
W10	Die für die Fortbildung aufzuwendende Zeit ist angemessen.
W11	Mir fehlte eine persönliche Ebene.
W12	Das Verhältnis zwischen Ertrag und Zeitaufwand ist angemessen.
W13	Der Austausch mit den anderen Lehrkräften reichte aus.

---

**Offene Items**

(Meißner & Rhein, 2018, selbst entwickelt, nicht validiert)

O1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Das nehme ich aus dem heutigen Webinar mit ...</li><li>• Das möchte ich anwenden ...</li><li>• Das blieb für mich unbeantwortet ...</li></ul>
O2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bitte tragen Sie ein, wo Sie Stärken in der Fortbildung/Handreichung gesehen haben und wo es aus Ihrer Sicht Optimierungsbedarf gibt.</li><li>• An der Fortbildung/Handreichung hat mir besonders gut gefallen:</li><li>• An dieser Fortbildung/Handreichung hat mir nicht gefallen:</li><li>• In welchen Bereichen ist für Sie noch Unterstützung nötig?</li><li>• Rückblickend, welches Webinar war für Sie am hilfreichsten? Erstellen Sie hierzu bitte ein Ranking. (Moodleschulung, Konzeption, Basiskonzept Energie, Coaching)</li></ul>

## B.2 Anhang zur multiplen Imputation

Im Folgenden wird der Vergleich der Kennwerte für die Originaldaten und die imputierten Daten dargestellt (Tab. B.7). Es sind die jeweiligen zentralen Tendenzen (Mittelwert und Median) und die Streumaße (Standardabweichung und Interquartilsabstand) angegeben. Die Streumaße in den Variablen sind fast überall für das imputierte Datenset größer als für die Originaldaten.

**Tab. B.7:** Originale und imputierte Daten

Skala	Imputiert N=74		Original N=39	
	$\tilde{x}$ (IQA)	$\bar{x}$ (SD)	$\tilde{x}$ (IQA)	$\bar{x}$ (SD)
SoC 0	2 (3)	2.8 (1.99)	2 (1)	2.61 (1.32)
SoC 1	2 (2)	2.2 (1.27)	3 (1)	2.61 (0.99)
SoC 2	2 (2)	2.37 (1.51)	2 (1)	2.67 (1.07)
SoC 3	4 (3)	3.54 (2.04)	4 (2)	3.8 (1.24)
SoC 4	6 (2)	5.61 (1.47)	6 (0)	5.83 (0.96)
SoC 5	6 (3)	5 (2.05)	5 (2)	5.21 (1.37)
SoC 6	5 (2)	4.93 (1.66)	5 (2)	5.17 (.96)
I	6 (2)	5.67 (1.43)	5 (1.75)	5.21 (1.19)
WN	5 (2)	5.01 (1.34)	4.5 (1.5)	4.78 (1.06)
WB	5 (2)	5.2 (1.78)	4 (1.5)	4.32 (1.23)
E	6 (2)	5.65 (1.21)	5 (1.75)	5.39 (1.06)

# C Implementationsmodi

## C.1 Ausführliche Darstellung Fortbildung

### C.1.1 Adobe Connect



Sehr geehrte Lehrkräfte,

wir freuen uns, dass Sie sich entschieden haben, uns bei dem energie.TRANSFER Projekt zu unterstützen.

#### Kurzanleitung für Adobe Connect

##### Technische Voraussetzung

- (USB-)Headset, zum Teil reicht auch das integrierte Mikrofon im Laptop
- Webcam: nicht notwendig
- Stabile Internetverbindung
- Moderner Internetbrowser (bitte nicht Google Chrome benutzen)
- Aktuellste Version vom Adobe Flash Player
- AdobeConnect-Add-in: Das Add-in ermöglicht Ihnen das Freigeben des eigenen Bildschirms und das Hochladen von Dateien:  
<https://webconf.vc.dfn.de/common/help/de/support/downloads.htm>  
<https://helpx.adobe.com/adobe-connect/connect-downloads-updates.html>

Überprüfen Sie bitte bevor Sie Adobe Connect verwenden, ob ihr Computer über alle notwendigen Voraussetzungen verfügt: [https://webconf.vc.dfn.de/common/help/de/support/meeting\\_test.htm](https://webconf.vc.dfn.de/common/help/de/support/meeting_test.htm)

Bitte melden Sie sich, wenn etwas nicht klappt oder Sie Fragen haben.

##### Grundfunktion in Adobe Connect

Ein kurzes Übersichtsvideo zu den Grundfunktionen in Adobe Connect finden Sie unter:

[http://medien.e-learning.uni-goettingen.de/daten/-122/0/9501/4-mp4/adobe\\_grundfunktionen.mp4](http://medien.e-learning.uni-goettingen.de/daten/-122/0/9501/4-mp4/adobe_grundfunktionen.mp4)

##### Audio- und Videoübertragung

Nutzen Sie ein USB-Headset und schließen Sie dieses vor Betreten des Adobe Connect-Raumes an ihren Computer an.

Stellen Sie sicher, dass Ihr Lautsprecher (erstes Symbol) aktiviert ist, damit Sie das Webinar verfolgen können. Um Wortbeiträge geben zu können, schalten Sie das Mikrofon (zweites Symbol) ein. Hier können Sie bei Anschluss eines Headsets zwischen dem internen Mikrofon Ihres Rechners (nicht empfohlen) sowie dem externen Mikrofon des Headsets wählen.



Abbildung 1: Aktives Lautsprecher, Mikrofon, sowie aktivierte Kamera

*Abb. C.1: Leitfaden für Adobe Connect*

## C.1.2 Moodleschulung

### *Theoretische Einführung*

- Um die *Relevanz* und den *Nutzen* der digitalen Umsetzung herauszustellen und damit schon von Beginn an auf die gewünschte *Transparenz* zu setzen, wird die digitale Umsetzung erläutert. Die Erläuterung bezieht sich dabei auf mögliche Arbeitsformen und Anwendungen für die Planung, Umsetzung und Nachbereitung von Unterricht.
- Vorstellung möglicher Unterrichts- und Aufgabenformen in Moodle: Es werden die verschiedenen Aufgabenformen wie bspw. das Forum oder Test vorgestellt. Unterrichtsformen betreffen die Möglichkeit der Umsetzung von Gruppenarbeiten und Differenzierungsmöglichkeiten.
- Darstellung möglicher Nutzungsarten von Lehr-Lernplattformen mit Fokus auf die Unterrichtsplanung, -umsetzung und -dokumentation: Diese Aspekte sind innerhalb der Fortbildung zentral, wobei der Aspekt der Unterrichtsplanung durch den Entwickler der Unterrichtseinheiten übernommen wurde. Die Unterrichtsplanung in Form einer Adaption der Unterrichtseinheiten auf den eigenen Unterricht wird im Laufe der Fortbildung durch die Lehrkraft für den eigenen Unterricht konkretisiert.
- Darstellung möglicher Anordnungen verschiedener Moodle-Bausteine (Materialien, Aktivitäten, Module, . . . ), welche nach didaktischen Prinzipien angeordnet werden können: Es können ähnlich wie bei den vorliegenden Unterrichtseinheiten kleinere Lehrabschnitte oder Lernpfade, aber auch größerer Lehrgänge entstehen.
- Moodle kann auch als Sammlung von »Aufgaben« dienen, wobei diese Aufgaben und die erwähnten Lernabschnitte ständig neu bspw. an unterschiedliche Lerngruppen angepasst werden können.
- Überblick über den Datenschutz

### *Rollenverteilung und Detailantworten*

- Rollen in Moodle: Lehrkräfte administrieren ihre Kurse und können bspw. im Kurs Notizen erstellen. Lernende können nur die Inhalte sehen, die für sie durch die Lehrkraft freigeschaltet worden sind und können keine Bearbeitungen an Kursinhalten vornehmen.
- Lehrkräfte können die Antworten der Schüler und Schülerinnen einsehen. Diese Funktion ist bspw. für die Unterrichtsnachbereitung relevant. Es können bspw. stichprobenartig bearbeitete Aufgaben der Schüler und Schülerinnen gelesen werden.
- Lehrkräfte bekommen durch die Funktion »Detailantworten« Auskunft über den Stand der Bearbeitung, die Uhrzeit und Dauer der Bearbeitung einer Aktivität der jeweiligen

einzelnen Schüler und Schülerinnen.

- Die Fortbildung konzentriert sich darauf, wie die Lehrkräfte bei Ankreuzaufgaben schnell überblicken können, wie viele Aufgaben richtig oder falsch beantwortet haben. Freie Antworten können zur Diskussion gestellt oder Lernendenvorstellungen analysiert werden.

#### *Umgang mit Aktivitäten*

- Verbergen von Aktivitäten: Die Unterrichtseinheiten beinhalten an verschiedenen Stellen Wahlmöglichkeiten (bspw. Simulation oder Experiment). Lehrkräfte können an einigen Stellen zwischen zwei Aktivitäten (bspw. Experiment oder Animation) wählen. Durch Verbergen bestimmter Aktivitäten wird durch alternative Aktivitäten ein Lernweg vorgegeben. Nicht jede Aktivität ist für den Unterrichtsgang und damit für die Beantwortung der Leitfrage notwendig. Diese Aktivitäten können, müssen aber nicht, von den Lehrkräften genutzt werden. Die verborgenen Aktivitäten sind dann für die Schüler und Schülerinnen nicht sichtbar.
- Bearbeitung und Hinzufügen von Aktivitäten: Schritt für Schritt lernen die Lehrkräfte verschiedene Möglichkeiten der Anpassung kennen. Dabei wird der Schwierigkeitsgrad der Bearbeitungsmöglichkeiten erhöht. Die Anpassung der Unterrichtseinheiten ist einer der Ankerpunkte der Fortbildung, da nur so eine individuelle Adaption an den eigenen Unterricht möglich wird. Am Schluss lernen die Lehrkräfte die Möglichkeit kennen, eine eigene Aktivität hinzuzufügen, indem sie selbst eine Aufgabe erstellen.

### **C.1.3 Konzeption der Unterrichtseinheit**

#### *Übersicht Unterrichtseinheiten*

Zwischen der Moodleschulung und dem Webinar zur Konzeption der Unterrichtseinheiten bekamen die Lehrkräfte eine Übersicht über die Unterrichtseinheiten mit Angabe der Leitfragen, die behandelten Energieformen und einen Vorschlag für eine Klassenstufe (Tab. C.1).

**Tab. C.1:** Übersicht über die Unterrichtseinheiten: Leitfrage, Energieformen und Klassenstufe

Leitfrage	Energieformen	Klasse
Warum gibt es auf der Erde Jahreszeiten?	Strahlungsenergie/ Thermische Energie	6/7
Warum wird ein Laptop manchmal heiß?	Elektrische Energie/ Thermische Energie	6/7
Wie sollten Solarzellen an einem Haus angebracht werden, um möglichst viel Energie umwandeln zu können	Elektrische Energie/ Strahlungsenergie	6/7
Welche Farbe sollte man im Sommer für seine Kleidung wählen, um wenig zu schwitzen?	Strahlungsenergie/ Thermische Energie	6/7
Wie viel Energie steckt in einer „Stick Bomb“?	Spannenergie/ Kinetische Energie	7/8/9
Wie lang müsste man Rad fahren, um ein Smartphone zu laden	Kinetische Energie/ Elektrische Energie	9/10
Wie hoch kann man auf einem Trampolin springen?	Spannenergie/ Lageenergie	8/9
Warum fährt eine Achterbahn auch ohne eigenen Antrieb rasend schnell?	Kinetische Energie/ Lageenergie	8/9
Wie erreicht ein Skateboard in einer Halfpipe ständig die gleiche Höhe?	Kinetische Energie/ Lageenergie	8/9
Warum verbrennt man sich die Haut, wenn man über den Boden der Turnhalle rutscht?	Kinetische Energie/ Thermische Energie	8/9
Wie kann man ein Smartphone ohne Steckdose oder Powerbank laden?	Alle Energieformen	9/10
Wie funktioniert ein Mikrofon?	Kinetische Energie/ Elektrische Energie	9/10

### *Theoretische Einführung*

- Die Unterrichtseinheiten werden als kurze kontextorientierte und Inhalt vernetzende Einheiten, die zwei Energieformen über den Aspekt der Energieumwandlung miteinander verknüpfen, vorgestellt.
- Die Unterrichtseinheiten sind nach dem Konzept des phänomenorientierten Lernens entwickelt worden.
- Begründung der digitalen Umsetzung der Unterrichtseinheiten in Moodle: Moodle ist webbasiert, wodurch der Zugang über jedes Endgerät ermöglicht wird. Eine einfache Variation der Unterrichtseinheiten, die Unterrichtsdokumentation und ein singulärer Einsatz sind möglich. Erstelltes Unterrichtsmaterial bzw. ganze Einheiten bleiben erhalten. Zusätzlich werden die Möglichkeiten der Administration der Unterrichtseinheiten durch die schon gelernten Funktionen in der Moodleschulung wiederholend zusammengestellt. In diesem Fall handelt es sich um die Funktionen [Bearbeiten] und [Verbergen] der Aktivitäten, die eine leichte Adaption und die Individualisierung von Lernwegen ermöglichen.

### *Auseinandersetzung mit den Unterrichtseinheiten*

- Da jede Unterrichtseinheit nach derselben Struktur konzipiert worden ist, macht bereits die intensive Auseinandersetzung mit einer Unterrichtseinheit die Tiefenstruktur aller Einheiten zugänglich. Die Unterrichtseinheiten variieren auf der Ebene der Sichtstruktur (bspw. Inhalt). Die Lehrkräfte erhalten einen Überblick über die Unterrichtseinheiten.
- Zusätzlich wird teils schon die Einbettung der Unterrichtseinheiten in den Regelunterricht mit Vorgriff auf die theoretische Schulung zum Basiskonzept Energie andiskutiert.

### *Grundlegende Konzeption und Phänomenorientiertes Lernen*

- Die Lehrkräfte stellen heraus, dass in jeder Unterrichtseinheit jeweils eine übergeordnete Fragestellung (Leitfrage) beantwortet wird. Zur Strukturierung der Unterrichtseinheit wird die Leitfrage in Unterfragen zerlegt. Die zu den Unterfragen korrespondierenden Lernaktivitäten sind inhaltlich und kohärent aufeinander abgestimmt.
- In jeder Unterrichtseinheit sind *educational features* zu finden: bspw. Verlaufsplan, fachliche Erläuterungen, Alltagsvorstellungen, die die Planung und Umsetzung des Unterrichts unterstützen sollen.
- Die Umsetzung von phänomenorientierten Unterrichts wird nicht vollständig thematisiert. Stattdessen werden die wichtigen Merkmale in Anlehnung an Westphal et al.

(2011) besprochen. Die Lehrkräfte stellen den Nutzen der Fragestellung und der Unterfragen heraus. Es wird deutlich, dass die Strukturierung der Unterrichtseinheit durch die Lehrkraft durch Herstellung von Bezügen zwischen den Fragestellung und den jeweiligen Aktivitäten ergänzt werden muss.

- Die Leitfrage und die Unterfragen werden mit den Aktivitäten und dem jeweiligen Energiekonzept verbunden (C.2).
- Falls die Sichtung der Unterrichtseinheit nicht zum intendierten Ergebnis führt, wird die übergeordnete Konzeption am Beispiel des Laptops erläutert.

**Tab. C.2:** Grundlegende Konzeption jeder Unterrichtseinheit

Unterrichtsphase	Fragestellung	Energiekonzept	Aktivität
Einleitung	Leitfrage	-	Problematisierung
Erarbeitung	1. Unterfrage	Wiederholung	variabel
	2. Unterfrage	Vertiefung	variabel
	3. Unterfrage	Konzeptualisierung	variabel
Reflexion	Frage	-	Zusammenfassung und Transfer

### C.1.4 Basiskonzept Energie

#### *Ausgangslage*

- Herausstellung spezifischer Kompetenzlücken: Schüler und Schülerinnen weisen eher ein isoliertes, formelbasiertes Wissen auf und haben Probleme beim Übertragen auf neue Kontexte (Wendt et al., 2016). Die daraus resultierenden Schwierigkeiten sind beim Vernetzen naturwissenschaftlicher Ideen erkennbar. Die geringe fachinterne Konsistenz in den Lehrplänen und Lehrgängen (Schmidt et al., 2005) und die weiterhin klassische Einteilung der Lehrpläne in die Sachgebiete Mechanik, Elektrizität, Wärmelehre und Optik stellen auch Ursachen für die genannte Problematik bei den Schüler und Schülerinnen dar.
- Lehrkräfte stellen Ihre Erfahrungen mit der dargestellten Ausgangslage dar.
- Es wird an die Bildungsstandards angeknüpft, da diese als Grundlage für den deutschen Unterricht gelten. Das Zitat »Die im Kompetenzbereich Fachwissen vorgenommene vertikale Vernetzung durch die übergeordneten vier Basiskonzepte Materie, Wechselwirkung, System und Energie soll den Schülerinnen und Schülern kumulatives Lernen

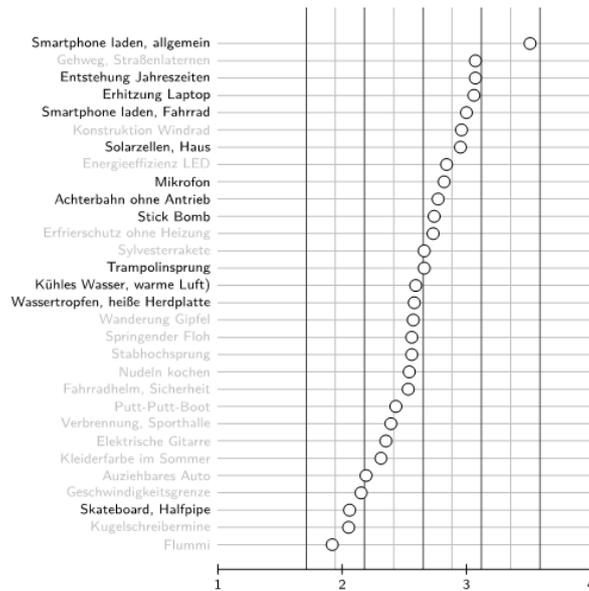
*erleichtern. Zugleich wird auf Basis des Fachwissens der Kompetenzerwerb in den Bereichen Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewerten ermöglicht und das Fachwissen in gesellschaftlichen und alltagsrelevanten Kontexten angewandt.*« wird zur Diskussion gestellt. Zentrale Aspekte werden besprochen: »Wie wird das Zitat aus den Bildungsstandards verstanden?« und »Was verstehen Sie unter einem Basiskonzept?«

Basierend auf dem Zitat aus den Bildungsstandard werden innerhalb der Schule die Begriffe *vertikale Vernetzung, kumulatives Lernen Kontexte* und das *Basiskonzept Energie* thematisiert.  
*Vertikale Vernetzung*

- Die Forderung nach einer expliziten Vernetzung zwischen Sachgebieten durch die Basiskonzepte wird besprochen, wobei auch die vorhandene Struktur der Sachgebiete diskutiert wird.
- Die Struktur der Sachgebiete soll dabei nicht abgeschafft werden, sondern im Gegenteil stärker miteinander verbunden werden. Basiskonzepte können die Dimension Fachwissen strukturieren.
- Die Unterrichtseinheiten werden als Lösungsmöglichkeit, Sachgebiete miteinander zu verknüpfen, vorgestellt.

### *Kontexte*

- Die Einbindung von Alltagsthemen/Kontexten zur Steigerung der Motivation der Schüler und Schülerinnen wird mit den Lehrkräften wiederholt (Duit & Treagust, 2003).
- Es wird deutliche, dass Kontexte relevant und interessant für Schüler und Schülerinnen sein sollen. Zusätzlich fehlt bei der Verwendung von Kontexten häufig das Problem bzw. das Phänomen: Fragestellungen müssen daher mit einem Problem verknüpft werden.
- Das Ergebnis der im Rahmen des energie.TRANSFER Projekts durchgeführten Studie zur Interessantheit von Fragestellung und Kontexten aus Sicht der Schüler und Schülerinnen wird den Lehrkräften vorgestellt (Abb. C.2)



**Abb. C.2:** Ergebnis der Studie zur Interessanztheit von Kontexten durchgeführt im Rahmen des energie.TRANSFER Projekts

### Basiskonzept Energie

- Das Basiskonzept verbindet verschiedene Bereiche wie bspw. die Wärmelehre mit der Elektrizität miteinander (Abb. ??).
- Es werden beispielhaft die Energieformen und deren Indikatoren anhand der Unterrichtseinheit Laptop herausgearbeitet: Durch die Energieumwandlung werden beide Sachgebiete (Wärmelehre und Elektrizität) miteinander verbunden. Das »Eintauchen« in die Sachgebiete und die Verbindung dieser müssen dabei von der Lehrkraft explizit thematisiert werden.

### Kumulatives Lernen

- Beim kumulativen Lernen (im Gegensatz zum additiven Lernen) werden Kompetenzen miteinander verzahnt und damit fortschreitendes Lernen ermöglicht (Abb. C.3). Dabei wird nicht nur das Verständnis der einzelnen Sachgebiete, sondern auch das des Konzepts Energie gefördert.
- Die Learning Progression als Beispiel für das Energiekonzept wird vorgestellt: Gliederung des Konzepts in Formen, Umwandlung, Entwertung und Erhaltung. Über diese Aspekte lassen sich die traditionellen Sachgebiete miteinander in Verbindung bringen. In Abb. C.4 ist bspw. die Verbindung zwischen der Mechanik (Bewegungsenergie) und der Elektrizität (elektrische Energie) in den Jahrgangsstufen 5/6 über die Energieumwandlung dargestellt.

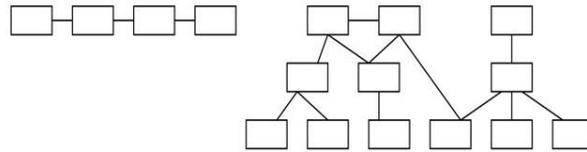


Abb. C.3: Additives vs. kumulatives Lernen

Jg.	E-Lehre	Mechanik	Wärmelehre	Optik
9/10	$E = P \cdot t$	Verknüpfung Erwartung $E = W \cdot t$	$E \sim T$	$E \sim f$
7/8	Elektrische Energie	Gravitations- Umwandlung Energie	Thermische Energie	Strahlungsenergie
5/6	Elektrische Energie	Bewegungs- energie	Temperatur	Licht

Abb. C.4: Verbindung zwischen Sachgebieten Fischer (2022)

#### Einbezug der Praxis und Zusammenfassung

- Es findet ein Austausch zur Verknüpfung der dargestellten Inhalte (Bildungsstandards, Basiskonzept Energie, vertikale Vernetzung und Kontexte) mit der Unterrichtspraxis statt.
- Die Lehrkräfte identifizieren in einer Anwendungsübung die Sachgebiete beispielhaft an der Unterrichtseinheit Fahrrad und explizieren die Rolle der Lehrkraft bei der Verknüpfung der Sachgebiete.
- Die Lehrkräfte vergleichen zwei schulinterne Curricula hinsichtlich der Umsetzung eines basiskonzeptorientierten Unterrichts miteinander und identifizieren Verbesserungspotential
- Basiskonzepte sollen einen kumulativen Kompetenzaufbau durch eine Verknüpfung von Sachgebieten der Physik unterstützen. Die vertikale Vernetzung durch Energie geschieht bei gleichzeitiger Kompetenzentwicklung. Diese Verknüpfung ist für Schüler und Schülerinnen nicht trivial und muss von Lehrkräften unterstützt werden. Den Abschluss dieser Schulungsphase bildet eine Diskussion über die Einsatzmöglichkeiten der Unterrichtseinheiten im Sinne eines basiskonzeptorientierten Unterrichts. Diskussionsthemen behandeln die Unterrichtseinheiten als
  - als Verknüpfung zweier Sachgebiete
  - zur Vertiefung des Energieunterrichts

- als Einstieg in den Energieunterricht
- zur Erarbeitung einer unbekanntem Energieform
- zur Erarbeitung der Energieumwandlung

## C.2 Auszug aus der digitalen Handreichung

Die Inhalte der Handreichung sind identisch zu den Inhalten der durchgeführten Fortbildung. Zu Beginn erhalten die Lehrkräfte einen Überblick über die Module in der Handreichung (Abb. C.5). Jedes Modul startet mit einem Überblick über die Ziele (bspw. Abb. C.6).

### "Handreichung" zur Vorbereitung des Einsatzes der Unterrichtseinheiten

[Dashboard](#) / [Kurse](#) / [Fortbildungen in energie.TRANSFER](#) / [Handreichung](#)

Herzlich Willkommen im "Online-Kurs" zu den digitalen Unterrichtseinheiten

- Die Kursinhalte im Überblick:
- Moodle entdecken
  - Konzeption und Administration der CRUs
  - Basiskonzept Energie

**Abb. C.5: Einstieg in die Handreichung**

In dem Modul »Moodle entdecken« wird zunächst ein Überblick über die Funktionen in Moodle ergeben und anschließend mithilfe von Videos und Screenshots die Handhabung in Moodle erläutert (Abb. C.7).

### Moodle entdecken

Im Bereich *Moodle entdecken* lernen Sie die notwendigen Funktionen kennen, um die Unterrichtseinheiten in Ihrem Unterricht einsetzen zu können. Dies schließt sowohl die Planung als auch die Umsetzung des Unterrichts ein.

Neben einer kleinen theoretischen Einführung zu Moodle, werden folgende Ziele verfolgt:

Sie können...

- zwischen Aktivitäten wählen
- Aktivitäten anpassen/löschen
- Aktivitäten durch die Aktivität Test hinzufügen
- Detailantworten der SuS anzeigen lassen

 Einführung in Moodle (theoretisch)

 Einführung in Moodle (praktisch)

**Abb. C.6: Kennenlernen von Moodle - praktisch und theoretisch**

### Navigation in Moodle

Sie haben mehrere Möglichkeiten, sich in Moodle zurechtzufinden. An dieser Stelle werden Ihnen zwei Möglichkeiten vorgeschlagen:

#### Navigation im Kurs

Wenn Sie in einer Aktivität oder in einem Kurs sind, können Sie immer über die Navigationsleiste (blau hinterlegt) oben navigieren.

Warum fährt eine Achterbahn auch ohne eigenen Antrieb rasend schnell? (Masterkurs)

[Dashboard](#) / [Kurse](#) / [Kurse von energieTRANSFER](#) / [CRU07\\_Achterbahn](#) / [Wie schnell ist rasend schnell?](#)

[Simulation zur Konstruktion von Loopingachterbahnen](#) / [Vorschau](#)

#### Navigation innerhalb einer Aufgabe

Manche Aufgaben sind unterteilt in mehrere Teilaufgaben. Sie können dies auch daran erkennen, dass Sie rechts neben einer Aktivität mehrere "Kärtchen" sehen (vgl. Bild). Durch diese können Sie sich innerhalb der Aufgabe zu den jeweiligen Teilaufgaben navigieren.

**Abb. C.7:** Erklärung der Navigation in Moodle

Im Modul »Konzeption der Unterrichtseinheiten« wird zunächst (wie in der Fortbildung) die Administration der Unterrichtseinheiten wiederholt. Anschließend wird erklärt, was eine »CRU« ist und die Konzeption beleuchtet. An dieser Stelle wird die Rolle der Lehrkraft beschrieben, die gleichzeitig auch einen Übergang zum Modul »Basiskonzept Energie« ist.

#### Konzeption und Administration der CRUs

Dieser Bereich handelt von der Konzeption der CRU und geht zusätzlich auf die Administration ein. Die Administration geschieht durch die in *Moodle entdecken* dargestellten Funktionen.

Zusammengefasst werden folgende Inhalte thematisiert:

- die grundlegende Konzeption einer CRU
- die Strukturierung einer CRU durch den Einsatz einer Fragestellung und deren Unterfragen
- Ihre Rolle als Lehrkraft im phänomenorientierten Unterricht

 Administration der CRU

 Was ist eigentlich eine CRU?

 Konzeption der CRU (Theorie)

 Überblick über die CRUs

 Information zur CRU

**Abb. C.8:** Konzeption der Unterrichtseinheiten

### Konzeption der CRU (Theorie)



#### 3. Ihre Rolle als Lehrkraft

- Die Strukturierung der Einheit wird durch Sie durch Herstellung von Bezügen zwischen Fragestellungen und Aktivitäten unterstützt.
- Die CRU können (und müssen) an Ihren Unterricht angepasst werden, um möglichst kohärent in Ihren Unterrichtsgang zu passen.
- Die Verknüpfung von Inhaltsgebieten, die mit der jeweiligen CRU tangiert werden, ist nicht trivial und muss durch Sie unterstützt werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter [Basiskonzept Energie](#)

**Abb. C.9:** Einblick in die Handreichung zur Konzeption der Unterrichtseinheiten

Nach Durcharbeiten der Module wird den Lehrkräften Tipps zur Umsetzung präsentiert (Abb. C.10, C.11). Zur Verdeutlichung der Umsetzung, insbesondere um darauf aufmerksam zu machen, dass es sich bei den Unterrichtseinheiten nicht um bspw. »Selbsterlernheiten« handelt, wurde ein Video erstellt. Dieses Video zeigt eine Lehrkraft mit den Schülern und Schülerinnen zum Zeitpunkt des Unterrichtseinstieges. Es wird deutlich, dass Moodle als digitale Mappe fungiert.

#### Vorschläge und Tipps zur Umsetzung im Unterricht

- Um ein schnelles Durcharbeiten der Schülerinnen und Schüler durch die Einheit zu vermeiden, können und sollten Sie die Aufgaben schrittweise freischalten.
- Zwischendurch ist es notwendig, dass Sie eine Verbindung zwischen den Aufgaben und den Fragestellungen herstellen.

**Abb. C.10:** Praktische Tipps für den Unterricht

Da die Unterrichtseinheiten in Moodle eingebettet worden sind, kann der Gedanke aufkommen, dass es sich dabei um eine Einheit handelt, die die Schülerinnen und Schüler selbstständig, im Sinne des selbstgesteuerten Lernens, durcharbeiten. Die Unterrichtseinheiten wurden aber nicht mit Fokus auf selbstgesteuertes Lernen entwickelt. Sie als Lehrkraft sind wichtig.

Das Video soll die Umsetzung von Moodle und den Unterrichtseinheiten im Regelunterricht verdeutlichen. In diesem sehen sie einen "klassischen" Unterrichtseinstieg, der durch ein Demonstrationsexperiment eingeleitet wird.



**Abb. C.11:** Video zur Umsetzung der Unterrichtseinheiten

### C.3 Verteilung der Einsätze der Unterrichtseinheiten

Unterrichtseinheit	Anzahl Einsätze						
Smartphone	1						
Mikrophon	2						
Fahrrad	2						
Skateboard	4						
Hautverbrennung	4	Jahrgang	7	8	9	10	11
Jahreszeiten	5	Anzahl Einsätze	25	6	22	5	1
Achterbahn	5						
Laptop	7						
Solarzelle	9						
Trampolin	10						
Stick Bomb	10						

# Lebenslauf und Veröffentlichungen

Tatjana Katharina Stürmer-Steinmann

geboren am 17.08.1990 in Ulm, Deutschland

## Beruflicher Werdegang

- 2022 - 2023 Studienreferendarin
- 2022 - 2022 Vertretungslehrkraft Hannah-Arendt-Gymnasium Barsinghausen
- 2018 - 2022 wissenschaftliche Mitarbeiterin Institut für Didaktik der Mathematik und Physik - AG Physikdidaktik (Gruppe Weßnigk)
- 2014 - 2018 Studentische Hilfskraft  
unterschiedliche Institute zu verschiedenen Zeitpunkten: uniKIK & Zentrale Studienberatung, Medizinische Hochschule Hannover, Institut für Quantenoptik, Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik, Institut für angewandte Mathematik, Exzellenzcluster PhoenixD
- 2011 - 2015 Lehrkraft Schülerhilfe Neustadt am Rbge.

## Schulischer und akademischer Werdegang

- 2018 - 2023 Leibniz Universität Hannover  
*Promotionsstudium Fakultät für Mathematik und Physik*
- 2016 - 2018 Leibniz Universität Hannover  
*Master Lehramt an Gymnasien Physik/Mathematik*
- 2011 - 2016 Leibniz Universität Hannover  
*Fächerübergreifender Bachelor Physik/Mathematik*
- 2007 - 2010 Fachgymnasium Wirtschaft, Berufsbildende Schulen Neustadt am Rbge.

## Veröffentlichungen

Stürmer-Steinmann, T. K., Fischer, J. A., Scholz, R., Kerres, M., Neumann, K., & Weßnigk, S. (2022). Stages of Concern: Vorerfahrungen, Interessen und Einstellungen von Lehrkräften in Bezug auf Lehr-Lernplattform-gestütztem Unterricht in den Naturwissenschaften. *ZfDN*, 28.

Fischer, J. A., Steinmann, T., Kubsch, M., Laumann, D., Weßnigk, S., Neumann, K., & Kerres, M. (2021). Die Rettung der Phänomene! Durch Leitfragen sinnstiftendes Lernen initiieren und strukturieren. *MNU Journal*, 2, 140–146.

# Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich

1. die Regeln der geltenden Promotionsordnung kenne und eingehalten habe und mit einer Prüfung nach den Bestimmungen der Promotionsordnung einverstanden bin.
2. die Dissertation selbst verfasst habe, keine Textabschnitte von Dritten oder eigener Prüfungsarbeiten ohne Kennzeichnung übernommen und alle benutzten Hilfsmittel und Quellen in der Arbeit angegeben habe.
3. Dritten weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Vermittlungstätigkeiten oder für die inhaltliche Ausarbeitung der Dissertation erbracht habe.
4. die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine andere Prüfung eingereicht habe.
5. keine andere Abhandlung als Dissertation anderswo eingereicht habe.
6. damit einverstanden bin, dass die Dissertation einer Überprüfung der Einhaltung allgemein geltender wissenschaftlicher Standards unterzogen wird.

Unterschrift \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_