Lehr-Lern-Labore als Instrument der Professionalisierung im Lehramtsstudium Physik

Zyklische Gestaltungs- und Reflexionsprozesse von Lehramtsstudierenden der Physik im Theorie-Praxis-Raum Lehr-Lern-Labor

Von der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg zur Erlangung des Grades und Titels eines Doktors der Philosophie (Dr. phil.) angenommene Dissertation von

Steffen Smoor
geboren am 23.04.1989 in Weener (Ems)

Oldenburg, 2018

Gutachter:	Prof. Dr. Michael Komorek
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Volkhard Nordmeier
Tag der Disputation:	07.12.2018

Für Lea

Danksagung

Als erstes möchte ich Michael Komorek für die Möglichkeit danken, dieses Projekt durchführen zu dürfen. Unsere motivierenden Gespräche, seine kreativen Anregungen, die stets konstruktiven Ratschläge und nicht zuletzt die Freiheiten während der Anfertigung haben diese Arbeit erst möglich gemacht.

Herrn Volkhard Nordmeier danke ich für seine Hilfsbereitschaft und die Diskussionen während gemeinsamer Tagungen, Konferenzen und persönlicher Gespräche. Durch die Arbeit im Projekt *MINT-Lehrerbildung neu denken*! sind viele Ideen entstanden, die in dieser Dissertation Früchte tragen konnten.

Mein besonderer Dank gilt auch der *Deutschen Telekom Stiftung*, die das Projekt durch ihren Hochschulwettbewerb ins Leben gerufen und dadurch das Feld für Innovationen in der Lehrerbildung bereitet hat.

Ich möchte mich auch bei allen Mitdoktorierenden aus dem Telekomprojekt bedanken. Unsere Arbeit in den Teilgruppensitzungen hat stets dazu geführt, dass ich mit neugefundener Motivation nach Hause gefahren bin. Auch den beteiligten Professorinnen und Professoren der sechs teilnehmenden Universitäten gilt mein Dank, für die anregende Kritik und Diskussion bei den Jahrestreffen. Dieser Dank gilt auch den Mitwirkenden des Oldenburger Standorts in beiden Telekomprojekten. In diesem Zusammenhang danke ich unserer Koordinatorin Dr. Verena Niesel, die stets den Überblick behalten hat und bei Problemen aller Art helfen konnte. Außerdem danke ich den Oldenburger Promovierenden Julia Warnstedt, Lea Brauer, Marko Mansholt, Menke Saathoff und Sebastian Voss für alle informellen Treffen und die offenen Ohren, wenn es einmal nicht so leicht war. Mein Dank gilt auch den Betreuerinnen und Betreuern Prof. Dr. Ira Diethelm, Prof. Dr. Astrid Fischer, Prof. Dr. Corinna Hößle, Prof. Dr. Ulrike-Marie Krause, Dr. Julia Michaelis, Prof. Dr. Peter Röben und Dr. Birgit Weusmann für die Treffen in großer Runde und die Anmerkungen zu dieser Promotion bei den jährlichen „Telekom-Workshops“.

Meinen Kolleginnen und Kollegen der Arbeitsgruppe Physikdidaktik möchte ich von Herzen danken, dass irgendwo immer etwas Nervennahrung vorhanden war und bei Fragen und Problemen stets an einem Strang gezogen wurde. Vielen Dank euch allen: Tanja Ruberg, Janine Freckmann, Dr. Chris Richter, Christin Sajons, Kai Bliesmer, Annika Roskam, Josephine Hofmann, Anastasia Striligka, Claudia Gorr, Dr. Rajinder Singh, Sebastian Peters und Marko Mansholt.

Mein Dank gilt außerdem allen Korrekturleser*innen, die sich mit größter Sorgfalt jedem Tippfehler und Bandwurmsatz angenommen haben.

Zum Schluss möchte ich mich bei meiner lieben Familie für die grenzenlose Unterstützung bedanken. Liebe Lea, lieber Jano, wenn ihr mich nicht jeden Tag auf ein Neues angefeuert und eure Bedürfnisse oft genug zurückgestellt hättet, wäre es nie zur Fertigstellung dieser Arbeit gekommen. Auch bei meinen Eltern, Geschwistern und Schwiegereltern möchte ich mich für alles bedanken, was ihr für mich in Bewegung gesetzt habt. Danke.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ... 1

1 Einleitung ... 3

2 Professionalisierung Studierender im Lehr-Lern-Labor ... 8

2.1 Professionelle Handlungskompetenz für adaptive Praxissituationen ... 9

2.2 Realisierung Forschenden Lernens in der Lehramtsausbildung ... 20

2.3 Fünf Stationen Zyklischen Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor ... 27

2.4 Zusammenfassung ... 35

3 Design-based research zur Weiterentwicklung von Studienmodulen ... 37

3.1 Modulstrukturen im Fokus der Forschung ... 38

3.2 Das AdLehr-Projekt: adaptive Lehr-Lern-Situationen in Abschlussarbeiten und Beginn der Modulentwicklung ... 42

4 Forschungsfragen zu den studentischen Prozessen im Lehr-Lern-Labor 43

4.1 Prozesse der didaktischen Strukturierung bei Studierenden im Lehr-Lern-Labor ... 45

4.2 Professionsorientierte Überzeugungen von Studierenden ... 46

4.3 Studierende im Forschungsmodus ... 48

5 Instrumente und Wege der Datenerhebung ... 50

5.1 Studienmodul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ als Rahmen für empirische Erhebungen ... 50

5.2 Forschungsinstrumente und Design zur Prozessanalyse des Forschenden Lernens ... 53

5.3 Datenbestand und Struktur der Daten ... 72

5.4 Auswerteverfahren und Gütekriterien ... 72

6 Erster Moduldurchgang ... 77

6.1 Ziele des Moduls „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ ... 78

6.2 Modulstruktur als Forschungsgegenstand ... 79

6.3 Umsetzung empirischer Ergebnisse bei der Moduladaption ... 82

7 Ergebnisse des ersten Moduldurchgangs und Konsequenzen für weitere Einsätze des Moduls ... 84

7.1 Erkenntnisse für die Weiterentwicklung der Modulstruktur 84
7.2 Modellierung ablaufender Prozesse im Sinne Zyklischen Forschenden Lernens 89
7.3 Konsequenzen für die Variation des Moduls 97

8 Zweiter Moduldurchlauf 100

8.1 Veränderte Modulziele 101
8.2 Weiterentwickelte Modulstruktur 103
8.3 Umsetzung empirischer Begleitforschung 114

9 Ergebnisse der Untersuchungen und Konsequenzen für spätere Einsätze des Moduls 117

9.1 Prozesse Zyklischen Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor 118
9.2 Überzeugungen der Studierenden vom Lernen und Lehren und deren Einfluss auf die Strukturierung der Laborangebote 215
9.3 Eine Herausforderung für Studierende: die Modellierung ihrer eigenen Prozesse als Forschung 239
9.4 Vorschläge für weitere Variationen des Moduls 255

10 Interpretation und Generalisierung der Ergebnisse: Vorschläge zur Nutzung von Lehr-Lern-Laboren für Prozesse der Professionalisierung von Studierenden 263

10.1 Prozesse Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor 263
10.2 Einfluss von Überzeugungen Studierender auf ihre Strukturierungsprozesse 269
10.3 Studierende entwickeln den Forschungsmodus 275
10.4 Das Modul im Design-based research-Prozess 276
10.5 Curricular denken, modular handeln 278
10.6 Fazit 280

Tabellenverzeichnis 282

Abbildungsverzeichnis 283

11 Literaturverzeichnis 285

Erklärung 302

Anhang 303

1 Einleitung

Auch das Studium ist herausgefordert, von seiner methodischen Monokultur der theoretisch-systematischen Vorlesungen und Übungen abzurücken und stärkere Phasen des projektartigen Arbeitens von Anfang an zu integrieren, und zwar sowohl auf das Fach als auch auf den Lehrerberuf bezogen (M. Euler, 2005, S. 10).

Innovationen in der Lehrerbildung sind seit Jahrzehnten ständiges Thema im bildungspolitischen Diskurs (Blömeke, 2004; Bundesassistentenkonferenz, 2009). Doch erst in den letzten Jahren wird M. Eulers (2005) Forderung nach und nach entsprochen. Die zentrale Frage dieser Arbeit ist, ob Lehr-Lern-Labore ein Mittel sein können, um die Probleme zu lösen, die durch ein vermeintliche Monokultur in der Hochschullehre bei den Studierenden entstehen können. Damit das Lehr-Lern-Labor in die Ausbildung der angehenden Lehrkräfte integriert wird, braucht es ein neu zu schaffendes Modulkonzept, das es zu erproben und in das vorhandene Curriculum zu implementieren gilt (Komorek, 2015). Im Folgenden wird untersucht, ob die Teilnehmenden des Moduls die vorangelegten Prozesse des Forschenden Lernens tatsächlich durchlaufen, sodass letztlich auch die Weiterentwicklung der modularen Strukturen auf den vorliegenden Forschungsergebnissen basieren kann.

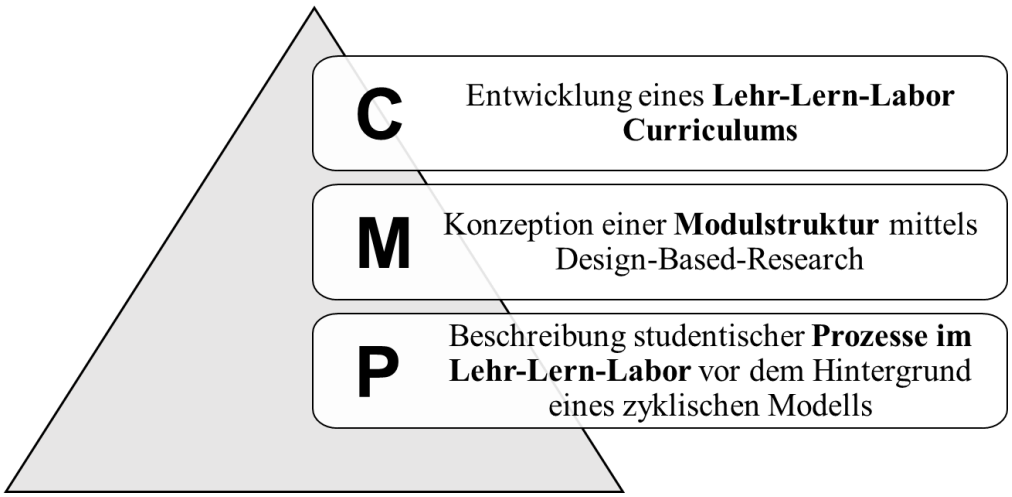

Abbildung 1.1 Ebenen der Forschungs- und Entwicklungsarbeit in dieser Arbeit

Diese Arbeit leistet auf drei Ebenen einen Beitrag zur Forschung und Entwicklung: Dabei handelt es sich um die Ebene der studentischen Prozesse im Lehr-Lern-Labor, die empirisch untersucht werden. Zweitens geht es um die Ebene der Modulentwicklung, wofür der Ansatz des Design-based research herangezogen wird. Und drittens werden aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse Vorschläge für die Curriculumentwicklung formuliert (siehe Abbildung 1.1).

Im wissenschaftlichen Diskurs wird meist davon ausgegangen, dass die Einbindung des Forschenden Lernens Studierende in der ersten Phase der Lehrerbildung dazu befähigt, den sogenannten *switch from teaching to learning* zu vollziehen (Duit & Widodo, 2005; Guskin, 1994; Huber, 2009). Dies steht im Einklang mit den durch die Kultusministerkonferenz formulierten Bildungsstandards für die Lehrerbildung (KMK, 2004, 2017; Terhart, 2002). Der geforderte Paradigmenwechsel bei angehenden Lehrkräften scheint allerdings durch die bisherigen Strukturen nicht gut unterstützt zu werden (M. Euler, 2005). Deshalb wird gefordert, neue Modulstrukturen zu entwickeln, die innovative Praxiselemente mit einbeziehen. So genannte Theorie-Praxis-Räume sollen für Studierende geöffnet werden. Lehr-Lern-Labore versprechen ein solches Strukturmittel zu sein, weil es die angehenden Physiklehrkräfte mit Schülerinnen und Schülern in Praxissituationen zusammenbringt. Dabei soll durch die Organisation im außerschulischen Lernort Universität die Motivation der Schülerinnen und Schüler erhöht und den Studierenden durch die Arbeit in und mit Kleingruppen ermöglicht werden, den Fokus auf fachdidaktische Fragestellungen zu richten (Nordmeier, 2014).

Begriffsklärung Lehr-Lern-Labor

In der deutschen Hochschullandschaft etablieren sich in den letzten Jahren Angebote, die als Lehr-Lern-Labore bezeichnet werden. Mit dieser Bezeichnung sind Theorie-Praxis-Räume außerhalb der Schule gemeint, in denen Studierende mit Schülerinnen und Schülern zusammenarbeiten. Für diese Art außerschulischen Lernens und Lehrens gibt es eine Vielzahl von Auslegungen. Beispielsweise werden bei Messmer, Niederhäusern, Rempfler & Wilhelm (2011) außerschulische Lernorte als Stätten definiert, an denen außerhalb des Schulhauses Menschen in allen Altersgruppen in unterschiedlichster Weise lernen können. Der direkte Kontakt mit dem Lerngegenstand ist dabei von spezieller Bedeutung, da er mit dem Erwerb von Kompetenzen an den Orten einhergeht. Neben dem Begriff des Lehr-Lern-Labors, der sich auf die Ausbildung von professionellen Kompetenzen von Lehramtsstudierender bezieht, wird aus Sicht der Schüler oftmals vom *Schülerlabor* gesprochen (Messmer et al., 2011). Ein Schülerlabor meint in diesem Zusammenhang eine Lernumgebung, in der Schülerinnen und Schüler „eigenständig experimentieren und diese Arbeitsweise ein Schwerpunkt des außerschulischen MINT-Lernorts ist […].“ (Haupt et al., 2013, S. 325).

In Deutschland organisieren sich die Schülerlabore im Dachverband *LernortLabor* (kurz *LeLa*): Das ausschlaggebende Kriterium ist ein durchgängiger Betrieb, der sich durch die Betreuung von mindestens 20 Schülergruppen im Jahr darstellt (LernortLabor, 2018b). Die Anzahl solcher Schülerlabore ist in den letzten Jahren stark angestiegen (LernortLabor, 2018a). Die Unterschiede zwischen den Angeboten macht es erforderlich, diese durch die Einteilung in Kategorien voneinander abzugrenzen. Der Bundesverband hat eine Kategorisierung der Angebote initiiert, um die Vielgestalt der Schülerlabore durchschaubar zu machen. Haupt et al. (2013) ordnen die Schülerlabore sechs Kategorien zu. Einzelnen Labore können dabei mehreren Kategorien zugeordnet werden, Diese sind das *Klassische Schülerlabor*, das *Schülerforschungszentrum*, das *Schülerlabor zur Berufsorientierung*, die *Schülerlabore zur Wissenschaftskommunikation*, die *Schülerlabore mit Bezug zu Unternehmertum* sowie die *Lehr-Lern-Labore*.

Im Hinblick auf die vorliegende Arbeit rückt die Kategorie *Lehr-Lern-Labore* in den Fokus, für die derzeit versucht wird, weitere Unterkategorien zu formulieren (Brüning, 2017). Da dieser

Versuch von verschiedenen Sichtweisen und unter Berücksichtigung mannigfacher Dimensionen durchgeführt wird, soll an dieser Stelle die Arbeitsdefinition vorgestellt werden, die hier genutzt wird und den changierenden Begriff des Lehr-Lern-Labors im Kontext dieser Studie hinreichend und treffend beschreibt.

> *Lehr-Lern-Labore sind dauerhaft oder temporär herbeigeführte Situationen mit dem Zweck, Lernen zu ermöglichen und zu untersuchen. Sie unterstützen angehende und erfahrene Lehrkräfte, Lernprozesse zu erkennen, zu beschreiben und reflektiert zu fördern. Lehr-Lern-Labore können eigens eingerichtete Orte sein, zwingend ist dies nicht (Komorek, 2011, S. 17).*

Diese Definition von Komorek (2011) ist im Projekt *OLAW* entstanden, das zu einer systematischen Organisation der Oldenburger Lernlabore (*OLELA*) geführt hat. Diese wiederum bildet die Grundlage für die vorliegende Arbeit, da durch *OLAW* und *OLELA* der Blick auf das Wirken in den Oldenburger Lehr-Lern-Laboren geschärft wurde, sodass hier ein neues Forschungsfeld entstanden ist. Die obige Definition beschreibt die Begegnung der Studierenden mit den Schülerinnen und Schülern in den universitären Lehr-Lern-Laboren, für die die Modulstrukturen geeignet angepasst werden mussten und weiterhin müssen. Die Angebote in den Oldenburger Lehr-Lern-Laboren orientieren sich dabei durchgängig an den KMK-Standards für die Lehrerbildung. Die Studierenden haben die Möglichkeit, lehrplannahe Inhalte für die Schülerinnen und Schüler aufzuarbeiten und selbst Erfahrungen im Umgang mit ihrer späteren Zielgruppe zu sammeln. Offenkundig ist dabei der Erwerb von Lehrfähigkeiten, der in der fachdidaktische Vor- und Nachbereitung in der Lehrveranstaltung reflektiert werden kann (Komorek, 2011). Zusätzlich haben die Studierenden die Chance, auch selbst fachliche Inhalte aufzuschließen und zu vertiefen, indem sie sie für den konkreten Einsatz mit Schülerinnen und Schüler aufbereiten (Skiebe-Corrette et al., 2014). Völker & Trefzger (2011) zeigen zudem, dass die Methodenkompetenz der Studierenden durch die schüleraktivierenden Lernumgebungen ansteigen kann. Außerdem bietet die Lernumgebung den lehrenden Studierenden die „Möglichkeiten zur Entwicklung, Erprobung und Evaluierung naturwissenschaftlich didaktische[r] Konzepte“ (Guderian & Priemer, 2008, S. 28).

Das Projekt: *MINT-Lehrerbildung neu denken!*

Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen des Verbund-Projektes *MINT-Lehrerbildung neu denken!* entstanden, das durch die *Deutsche Telekom Stiftung* unterstützt wird (Käpnick et al., 2016). Die sechs Partneruniversitäten des Verbundes Lehr-Lern-Labor (FU und HU Berlin, IPN Kiel, Universität Koblenz-Landau, Universität Münster sowie Universität Oldenburg) entwickeln gemeinsam Wege, wie die Professionalisierungsprozesse Studierender durch Lehr-Lern-Labore gefördert, welche fachdidaktischen Konstrukte besonders in diesem Theorie-Praxis-Raum begünstigt und auf welche Weise die Lehr-Lern-Labore in der hochschuldidaktischen Community kategorisiert und auf der anderen Seite implementiert werden können (Nordmeier, 2014).

Die Arbeit des Entwicklungsverbundes lässt sich in mehrere Bereiche aufteilen. In einer Kooperation der HU Berlin, des IPN in Kiel sowie der Universitäten Koblenz-Landau und Münster wird der Einsatz von Videovignetten als Ersatz bzw. Vorbereitung der Lernsituationen im Lehr-Lern-Labor eruiert (Käpnick et al., 2016). Weiterhin werden die vorhandenen Lehr-Lern-Labore

durch eine Arbeitsgruppe bestehend aus der Uni Oldenburg, dem IPN in Kiel und der HU in Berlin kategorisiert und auf ihren Nutzen für die Entwicklung der Selbstwirksamkeitserwartung geprüft (Käpnick et al., 2016). Eine weitere Gruppe beschäftigt sich mit der Professionalisierung im Lehr-Lern-Labor. Dabei werden sowohl die Adaption und Reflexion sowie die Planungen der Studierenden betrachtet. (Dohrmann & Nordmeier, 2015; Smoor & Komorek, 2016; Sorge, Petersen & Neumann, 2016) Dieser Kategorie der durchgeführten Forschung ist auch diese Arbeit zuzuordnen.

Die Bestrebungen der Oldenburger Gruppe zielen an, die Studierenden zur Kultivierung eines forschenden Blicks auf Schülerlernprozesse zu befähigen. Durch die engere Zusammenarbeit der Studierenden mit den Schülerinnen und Schülern besteht für die Studierenden die Möglichkeit, sich *ihren* Lernenden anzupassen und deren Lernprozesse durch gezielte Adaptionen der Planung mittels eines forschenden Habitus zu optimieren (Beck, Guldimann, Bischoff, Brühwiler & Müller, 2008). Diese Adaption soll durch den Einsatz von Diagnosemitteln seitens der Studierenden erreicht werden. Diese Überlegungen zum Lernzyklus eines professionellen Handelnden werden durch die Elemente *planen, durchführen, beobachten und reflektieren* strukturiert (Fichten, 2013).

Daraus resultiert die Idee, eine Lernumgebung ins Studium zu implementieren, die es den Studierenden erlaubt, eine adaptive Lehr-Lern-Situation unter Laborbedingungen mit einer geringeren Komplexität bzgl. der Klassenführung zu gestalten. In diesem Einsatz im Lehr-Lern-Labor werden somit zwei aktuelle Forschungsstränge miteinander verknüpft. Zum einen wird ein Lernraum entwickelt, in dem theoretische Grundlagen direkt in der Praxis erprobt werden (Nordmeier, 2014; Völker & Trefzger, 2011) und zum anderen können sich durch den Einsatz von Diagnoseinstrumenten die Diagnosekompetenzen der Studierenden entwickeln, welche gerade in Zeiten der Inklusion von besonderer Bedeutung für die zukünftigen Lehrkräfte sind (Fischer et al., 2014; Hesse & Latzko, 2017; Kaiser & Möller, 2017; Selter et al., 2017). Weiterhin gilt, dass über die Potentiale von Lehr-Lern-Laboren als Theorie-Praxis-Verknüpfung bisher wenig bekannt ist (Krofta, Fandrich & Nordmeier, 2013).

Zyklische Gestaltungs- und Reflexionsprozesse von Lehramtsstudierenden der Physik im Lehr-Lern-Labor

In dieser Arbeit wird das Potential der Lehr-Lern-Labore für die Innovation der Lehrerbildung ergründet, indem studentische Prozesse modelliert, Modulstrukturen weiterentwickelt und auch Vorschläge für die Curriculumentwicklung mittels Lehr-Lern-Labore entworfen und begründet werden. Für die Forschungsarbeit ist folgende Struktur gewählt worden:

Im zweiten Kapitel werden die theoretischen Grundlagen vorgestellt, die die Voraussetzungen der Studierenden beschrieben, die das Lehr-Lern-Labor nutzen. Und es werden mögliche Professionalisierungsziele im Lehramtsstudium diskutiert. Im dritten Kapitel wird das Konzept der Weiterentwicklung von hochschuldidaktischen Modulen erläutert, wie es in dieser Arbeit zum Einsatz kommt. Grundidee ist dabei, dass datenbasiert Module immer als ein Gesamtgebilde verstanden werden, dass sich nicht durch die Variation bestimmter isolierter Parameter verändern lässt, sondern nur durch die Variation des Gesamtgefüges zentraler Eigenschaften. Dieser als Design-based research (Design-based research collective, 2003) bekannte Ansatz kommt zum Tragen: Verschiedene Varianten des Moduls kommen jeweils zum Einsatz, die Veränderungen

zwischen zwei Moduldurchläufen basieren auf verschiedenen empirischen Daten, die während eines Durchlaufs erhoben werden.

Der empirische Teil dieser Arbeit unterliegt insgesamt drei Forschungsfragen, die in Kapitel 4 vorgestellt werden: Welche Prozesse Forschenden Lernens durchlaufen die Studierenden im Lehr-Lern-Labor? Wie lassen sich diese modellieren und nachvollziehen? Zweitens: Welche subjektiven Überzeugungen beeinflussen dabei ihre Art und Weise, Schülerlaborsituation didaktisch zu strukturieren? Und drittens: Wie kommunizieren die Studierenden ihre Forschung? Inwieweit gelangen sie dabei in den Modus des Forschenden, der Distanz zu den eigenen Strukturierungsergebnissen herstellen kann? Die Instrumente zur Beantwortung dieser Fragen werden in Kapitel 5 vorgestellt.

Die Konzeption des Moduls befindet sich diesem Forschungsverständnis nach stets in einem empirisch begleiteten Wandel, der in den Kapiteln 6 und 8 bei der Präsentation der Modulumgebung vorgestellt wird. Die für die Weiterentwicklung relevanten Ergebnisse werden in Kapitel 7 dargestellt, bevor im Kapitel 9 die drei Forschungsfragen endgültig beantwortet werden können. Kapitel 10 hat die Aufgabe, alle empirischen Ergebnisse vergleichend zu interpretieren und in die aktuelle Forschungslage einzusortieren. Dazu gehört auch, Vorschläge für die curriculare Weiterentwicklung der Lehramtsausbildung mittels Lehr-Lern-Labore zu machen. Ziel ist es, Studierenden an verschiedenen Stellen ihres Studiums einen Praxiskontakt zu bieten, der über die Schulpraktika hinausgeht, mit diesen aber in einem engen Verhältnis steht.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass der Einsatz von Lehr-Lern-Laboren nicht automatisch zu einer Professionalisierung beiträgt, dass es viele Schwierigkeiten zu überwinden gibt, die teils in den mitgebrachten Überzeugungen der Studierenden, teils in Studien- und Modulstrukturen begründet sind, dass aber mit Hilfe einer systematischen begleitenden Reflexion für die Studierenden ein großer Nutzen mit dem Instrument Lehr-Lern-Labor verbunden ist.

2 Professionalisierung Studierender im Lehr-Lern-Labor

Die Professionalisierung von Studierenden für ihren späteren Beruf ist das zentrale Ziel der universitären Phase der Lehrerbildung, wobei die theoretische Reflexion mit Bedingungen und Prozessen des Unterrichts mehr als in der zweiten Phase der Lehrerbildung im Vordergrund steht, wenn es darum geht, praxisnahe Routinen in der komplexen Schulsituation auszubilden. Über die Beantwortung der Frage, wie die Professionalisierung zu erreichen ist, wird allerdings seit Langem und unaufhörlich diskutiert. Dadurch ändern sich die gesellschaftlichen Bedingungen von Schule und folglich auch von Lehrerbildung ständig (Hascher, 2014; Hochschulrektorenkonferenz (HRK), 2013; Wissenschaftsrat, 2001).

Im aktuellen Diskurs geeigneter Mittel der Professionalisierung an den Universitäten stehen die Lehr-Lern-Labore im Fokus, da die Hochschuldidaktikerinnen und -didaktiker davon ausgehen, dass Studierende durch die überschaubare Praxissituation der Lehr-Lern-Labore essentielle Fähigkeiten erwerben können, die sie für ihre spätere Tätigkeit als Lehrkraft benötigen. Die Professionalisierung in der ersten Phase der Lehrerbildung ist besonders deshalb so relevant, weil dadurch dem vielfach beschworenen Praxisschock vorgebeugt werden könnte (Terhart, 1994). Um die Rolle der Lehr-Lern-Labore bei der beschriebenen Entwicklung professionellem Handeln einordnen zu können, ist eine detaillierte Betrachtung der theoretischen Konstrukte vorzunehmen, die spezifisch für die einzusetzenden Kompetenzen der Studierenden im Lehr-Lern-Labor ausgewählt worden sind. Neben den professionellen Handlungskompetenzen bieten die Lehr-Lern-Labore den Studierenden unter gewissen Bedingungen die Möglichkeit, frei und selbstbestimmt tätig zu werden. Somit ist das Forschende Lernen Studierender ein weiterer, wesentlicher Grundpfeiler für die Prozessmodellierung im vorzustellenden Lehr-Lern-Arrangement. Bei den Abläufen im Lehr-Lern-Labor wird für jeden Teil des Verlaufs von der Konzeption über die Realisierung bis zur Reflexion eine Einordnung in die vorliegende Literatur geliefert. So wird klar, welche Modelle den jeweiligen Konstrukten zugrunde liegen. Auf welche Weise professionelle Handlungskompetenzen aufgebaut werden, ist somit immer noch nicht abschließend geklärt. Dass die Praxis dabei einen wichtigen Faktor darstellt, ist allerdings nicht zu verneinen (Rosenberger, 2013).

Obgleich die Erforschung der Handlungskompetenzen von Lehrenden schon seit längerer Zeit gefordert wird, liegen dazu nur vereinzelt Daten vor (Larcher & Oelkers, 2004). Dabei kommt der fachdidaktischen Forschung im Bereich der Mathematik eine Vorreiterrolle zu, da in den Untersuchungen von *COACTIV* Daten gesammelt werden konnten, die in einem umfassenden Kompetenzmodell zusammengetragen sind (Krauss et al., 2008). Eine solche Modellierung hat bzgl. der Physikdidaktik noch nicht stattgefunden. Dadurch ist nicht eindeutig klar, wie die Kompetenzen von Physiklehrpersonen zusammenhängen und sie sich gegenseitig bedingen. Eine Ausschärfung in Facetten ist somit zu diesem Zeitpunkt auch noch nicht möglich (Riese &

Reinhold, 2010). Aus diesem Grund wird in Abschnitt 2.1 die Ausführungen auf dem Modell von Baumert & Kunter (2006) eingegangen. Ergebnisse dieser Kompetenzmodellierung werden im Projekt *ProwiN: Professionswissen in den Naturwissenschaften* Grundlage für die Untersuchung des benötigten Wissens für die Durchführung guten Unterrichts genutzt, um einzelne Kompetenzen zu erfassen (Borowski et al., 2010; Kirschner et al., 2017).

2.1 Professionelle Handlungskompetenz für adaptive Praxissituationen

> *The theoretical construct of action competence comprehensively combines those intellectual abilities, content-specific knowledge, cognitive skills, domain-specific strategies, routines and subroutines, motivational tendencies, volitional control systems, personal value orientations, and social behaviors into a complex system. Together, this system specifies the prerequisites required to fulfill the demands of a particular professional position […] (Weinert, 2001, S. 51).*

Der Diskurs um die professionellen Handlungskompetenzen basiert im deutschsprachigen Raum auf der obigen Definition nach Weinert (2001). Studierende des Lehramts benötigen für den erfolgreichen Kontakt mit Schülerinnen und Schülern Kompetenzen, die sich auf ihre Handlungen bei der Ausübung ihrer Profession beziehen. Diese sind nicht nur in der späteren Schulpraxis von Bedeutung, sondern werden bei jedem Aufeinandertreffen mit den Lernenden eingesetzt. Die Lehrpersonen müssen in diesen Situationen auf ein Wissen über ihr Berufsbild sowie auf mögliche Handlungsalternativen zurückgreifen können (Weinert, 2001). Im beruflichen Alltag passiert dies oftmals intuitiv und spontan. Im Studium sollten die Studierenden die Treffen mit den Schülerinnen und Schülern im Lehr-Lern-Labor nutzen, um konkret über Handlungsalternativen und ihre Überzeugungen nachzudenken und somit zu antizipieren.

Baumert & Kunter (2006) tragen für ihr Modell der professionellen Handlungskompetenz von Lehrpersonen verschiedene bestehende Konstrukte zusammen, wobei ihr Modell hauptsächlich auf zwei Forschungssträngen fußt. Zum einen ist hier die strukturtheoretischen Abhandlungen von Oevermann (1996) zu nennen, der den Fokus der professionellen Tätigkeit „auf der Erziehung der ganzen Person in einer diffusen Sozialbeziehung“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 472) sieht. Es bestehe also das Hauptmerk von Lehrerinnen und Lehrern darin, Schülerinnen und Schülern auf Basis psychoanalytischer Strategien zu erziehen. Diese Analyse der Schülerinnen und Schüler birgt dabei durch die dadurch möglichen Diagnosefehler eine prinzipielle Erfolgsunsicherheit. Als zweiter Strang des Forschungsdiskurses fließt die internationale Diskussion über die Erstellung eines Kompetenzkataloges zum professionellen Handeln in das Modells von Baumert und Kunter ein. Auf der deutschsprachigen Seite ist beispielsweise auf das Kompetenzmodell von Oser (2001) Bezug zu nehmen, das durch die Angliederung an empirisch belegbare Theorien hervorsticht. Er entwickelte durch Expertenbefragung Kompetenzprofile, die verschiedenen Standardgruppen zuzuordnen sind. Dabei handelt es sich um ein „generisch pädagogisch-psychologisches Kompetenzmodell“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 478) Dieser Allgemeingültigkeitsanspruch des

Modells hat den Nachteil, dass dadurch die Profile jeweils an die fachspezifischen Ansprüche der Unterrichtsfächer angepasst werden müssen. Weiterhin spielt das Modell von Terhart (2002) eine zentrale Rolle, da es Entwicklungsziele in Form von Kompetenzentwicklungen aufzeigt. Dabei stellt die Stärke dieses Modells die Orientierung an curricularen Übereinkünften für die Lehrerbildung dar. Dieses Modell ist außerdem die Grundlage für die Arbeiten der Kultusministerkonferenz für die Erstellung der Standards der Lehrerbildung.

Durch die Einbindung anderer Kompetenzmodelle entwerfen Baumert & Kunter (2006) ein metatheoretisches Kompetenzverständnis. Das Modell beinhaltet die Bereiche des „*spezifischen, erfahrungsgesättigten deklarativen und prozeduralen Wissens*“, des „*professionellen Werten*“ und der „*subjektiven Theorien*“, der „*motivationalen Orientierungen*“ sowie der „*metakognitiven Fähigkeiten und Fähigkeiten professioneller Selbstregulation*“ (Baumert & Kunter, 2006, S. 481).

Die vier Bereiche des Modells zur professionellen Handlungskompetenz sind also nicht hierarchisch zu deuten, sondern als sich ergänzende Perspektiven, die es erlauben, empirische Ergebnisse zur professionellen Handlungskompetenz systematisch einzuordnen und miteinander in Beziehung zu setzen. Besonders die Bereiche des Professionswissens und der Überzeugungen und Werthaltungen sind für die weiteren Überlegungen der vorliegenden Arbeit von Bedeutung (siehe Abbildung 2.1).

Abbildung 2.1 Vier Dimensionen professioneller Handlungskompetenzen nach Baumert und Kunter (2006)

Bedeutung der professionellen Handlungskompetenz für die Prozesse im Lehr-Lern-Labor und wie Potentiale des Lehr-Lern-Labors diese fördern

Es wird hier davon ausgegangen, dass die Lehr-Lern-Labore bei der Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz einen Einfluss haben können. Wie dieser Einfluss zu bewerten ist, kann allerdings kontrovers diskutiert werden. Beispielsweise Helsper (2000) sieht für das Erlangen von professionellen Handlungskompetenzen die einzige Möglichkeit in der Reflexion von auftretenden Spannungsgefügen zwischen Theorie und Praxis. Helspers (2000) Modell bezieht sich auf die Ausführungen von Oevermann (1996) und unterscheidet für das Konstrukt der

Reflexion zwischen vier Ebenen: Zwei Ebenen beschreiben dabei das Verständnis von Handlungsdilemmata, die Lehrerinnen und Lehrer erfahren, wobei sich die eine auf die Institution Schule und die andere auf konkrete Beispiele aus der Lehrpraxis bezieht. Weiterhin beschreibt eine der Ebenen die „Einsozialisation“ (Helsper, 2000, S. 159) während des Referendariats und zuletzt gilt es durch eine biografische Reflexion das professionelle Handeln im Berufsalltag anzugleichen. Somit wird für die erste Phase der Lehrerbildung kein konkreter Vorschlag geliefert, wie die professionellen Handlungskompetenzen aufgebaut werden können. Selbstverständlich kann eine Auseinandersetzung mit dem Lehrerberuf nicht durch prägnante Erfahrungen im Studium mehrere Jahre beruflicher Routine vorausnehmen. Dagegen ist die Anbahnung der Professionalisierung im Studium nicht zu missachten (Neumann, 2010). Die Lehr-Lern-Labore können auf der anderen Seite genau ein solches Theorie-Praxis-Spannungsgefüge darstellen, das die Studierenden dazu befähigt, professionelle Handlungskompetenzen aufzubauen. Die Ausführungen im empirischen Teil dieser Arbeit müssen also zeigen, welches Potential zum Erwerb von professionellen Handlungskompetenzen für die Studierenden im Lehr-Lern-Labor besteht. Dazu müssen zunächst die Grundlagen gelegt werden, welche Prozesse professionellen Handelns im vorzustellenden Lehr-Lern-Labor ablaufen.

2.1.1 Überzeugungen und Werthaltungen im Lehr-Lern-Labor

Der vorzustellenden Untersuchung liegt ein konstruktivistisches Verständnis des Lernens zugrunde, das ein bestimmtes epistemisches Menschenbild mit sich bringt. Jeder Mensch konstruiert demnach subjektive Überzeugungen von den Ursachen und Wirkungen, die er in seiner Umgebung wahrnimmt. Diese Überzeugungen sind das Ergebnis einer eigenständigen und aktiven Reflexion der erlebten Eindrücke (Birkhan, 1999). Der Mensch ist als Subjekt zur Kommunikation befähigt und steuert seine Handlungen durch innere, kognitive Prozesse. Diesen Abläufen ist somit eine begründete Sinnhaftigkeit zuzuschreiben (Schlee, 1988). Im schulischen Kontext kommt den Lehrenden dadurch eine anspruchsvolle Aufgabe zu, da die Schülerinnen und Schüler so viel Unterstützung bekommen sollen, wie sie benötigen, aber dabei so selbstständig arbeiten sollen, wie es ihnen möglich ist (Möller, Hardy, Jonen, Kleickmann & Blumberg, 2006).

Die Überzeugungen und Werthaltungen von Lehrkräften sind eng mit der Planung von Lernprozessen verbunden (Jones & Carter, 2007) und somit zentral für die Ausbildung professioneller Handlungskompetenz (Staub & Stern, 2002), die besonders auf das Antizipieren und Begleiten von Lernprozessen im schulischen Kontext abzielt. In der Literatur werden in diesem Zusammenhang eine Auswahl von Begriffen genutzt, die sich alle mit diesen Werthaltungen der Lehrkräfte beschäftigen (Fives & Buehl, 2012). Am weitesten verbreitet sind in der Scientific Community die Konstrukte der subjektiven Theorien, Überzeugungen, Einstellungen oder beliefs. Dabei ist allerdings überhaupt nicht trennscharf zu erklären, welche Unterschiede zwischen den Begriffen vorliegen (Moser, Kuhl, Redlich & Schäfer, 2014; Oser & Blömeke, 2012; Yilmaz & Sahin, 2011). In dieser Arbeit wird sich auf die Begriffe aus dem Kompetenzmodell in Abbildung 2.2 bezogen. Also wird von Überzeugungen und subjektiven Theorien der Teilnehmenden gesprochen. Auch wenn die Begriffe unterschiedliche Assoziationen bzgl. der Widerlegbarkeit oder Tragweite wecken, sollen sie in dieser Arbeit synonym verstanden

werden. Gerade Studierende in Praxissituationen greifen in Planungsprozessen auf ihre Überzeugungen zurück, da sie diese durch ihre eigene Schulzeit bereits über einen langen Zeitraum kultiviert haben und erst nach und nach durch Erfahrungen im Studium ersetzen können. Dies geschieht dabei ungeachtet dessen, ob sie realitätsgerecht bzw. passend sind (Fichten, 2013). Problematisch an dieser Praxis der Studierenden sind ihre Überzeugungen, die „relativ stabile kognitiven Strukturen“ (Dann, 1994, S. 166), die sich erst durch biografische Erlebnisse oder, wenn überhaupt, in der beruflichen Entwicklung verändern, darstellen (Ilien, 2009). Es ist weiterhin zu erwarten, dass sich die Überzeugungen mit mehr Berufspraxis ausdifferenzieren und potenzieren. Der Stellenwert von subjektiven Theorien wird deutlich, wenn die Ausführungen von Birkhan (1999) für die Analyse herangezogen werden: „Subjektive Theorien sind das Ergebnis einer reflektierenden kognitiven Verarbeitung des Menschen über sich und seine Umwelt. Sie leiten über Instinkt Routine und Intuition hinaus sein Handeln, mit ihnen legitimiert er es vor sich und anderen.“ (Birkhan, 1999, S. 384–385) Begründet wird dies durch den Stellenwert der Beschreibungsfunktion der eigenen Umwelt und der Problemstellungen, die in dieser auftreten können.

Weil sich die Lehrerbildung der Herausforderung stellt, die Studierenden in ihrem Prozess zu unterstützen, die Profession des Lehrenden bestmöglich zu erkunden, muss untersucht werden, wie die Überzeugungen der Studierenden ihre Planung im Lehr-Lern-Labor beeinflussen und ob es durch die Überzeugungen zu nicht genutztem Potential im vorzustellenden Lehr-Lern-Arrangement kommt. Überdies wird erwartet, dass die eigenen Überzeugungen bzgl. des Wissensaufbaus auch dazu beitragen, die Aufnahme und Assimilation neues Wissens zu beinträchtigen (Putnam & Borko, 1997).

Ähnlich anderen wissenschaftlichen Theoremen können auch die subjektiven Überzeugungen unterschiedlich weitreichend sein. Je größer die Reichweite einer subjektiven Theorie, desto größer ist auch der Grad der Vernetzung in das „semantische Netzwerk“ (Wahl, 2002, S. 231) des Menschen. Ein solches Netzwerk wird immer dann notwendig, wenn handelnde Personen Ziele erreichen wollen. Handlungsleitend sind in vielen Situationen die subjektiven Theorien kurzer Reichweite, da auf sie schnell zugegriffen werden kann. (Dann, 1994; Helmke, 2005; Jones & Carter, 2007) Durch Lernprozesse wird das vorhandene semantische Netzwerk ständig angepasst und verändert.

Studierende verfügen nach Dann (1994) über eine „Wissensbasis für Lehrerhandeln“ (Dann, 1994, S. 163). Diese beinhaltet ähnlich der professionellen Handlungskompetenz von Baumert & Kunter (2006) ihr subjektives Wissen über Schülerinnen und Schüler als Kinder und Jugendliche. Den Inhalt der Überzeugungen beschreibt Dann (1994) in diesem Fall als Theorien über die Entwicklung der Schülerinnen und Schüler, Auslöser für Handlungen, Lernprozesse sowie die Erfahrungen über methodische Zugänge für einen positiven Lernerfolg. Diese Überzeugungen bilden die Basis, auf der das fachlich pädagogisches Wissen aufbaut. Obgleich subjektive Theorien in vielen Situationen handlungsleitend sind, gibt es keine Möglichkeit, diese direkt zu beobachten. Der einzige Weg, auf diese kognitiven Konstrukte zurückzugreifen, ist es, durch einen Dialog mit einer Person der Forschungsgruppe Zugriff auf die Überzeugungen zu erlangen (Schlee, 1988). Im wissenschaftlichen Diskurs wird in diesem Zusammenhang vorgestellt, wie wichtig es ist, sich der eigenen Vorstellungen und Verständnissen bewusst zu sein. Diese aktive Bearbeitung dient dabei der Strukturierung des eigenen Erkenntnisprozesses (M. Euler, 2005).

Für die Struktur von subjektiven Theorien sind über die Jahre einige Modelle entstanden, die unterschiedliche Fokussetzungen aufweisen. So sind für Groeben (1988) folgende Merkmale essenziell für die Beschreibung von subjektiven Theorien:

- „Kognitionen der Selbst- und Weltsicht,
- als komplexes Aggregat mit (zumindest impliziter) Argumentationsstruktur,
- das auch die zu objektiven (wissenschaftlichen) Theorien parallelen Funktionen
- der Erklärung, Prognose und Technologie erfüllt [Hervorhebung v. Verf.].“ (Groeben, 1988, S. 19)

In Abbildung 2.2 ist die Struktur der Überzeugungen von Lehrpersonen nach Baumert & Kunter (2006) nachempfunden. Hier werden die Überzeugungen als eigenständige Kompetenzdimension des professionellen Handelns gesehen und nicht als Grundlage des Professionswissens, wie oben beschrieben. Die Kompetenz gliedert sich in die Bereiche *Struktur, Genese und Validierung von Wissensbeständen*, *subjektive Lerntheorien*, *subjektive Theorien über das Lehren des Gegenstands* und *selbstbezogene Fähigkeitskognitionen*. Für diese Forschung sind besonders die ersten drei Bereiche der Überzeugungen interessant, da sie durch die Relevanz im Lehr-Lern-Labor und dem begleitenden Modul besonderes Gewicht in der Erhebung der Überzeugungen einnehmen. Außerdem handeln die Studierenden stets im Tandem oder als Gruppe, weshalb die selbstbezogenen Fähigkeitskognitionen nicht ohne den Einfluss der anderen Teilnehmenden beschrieben werden können. Auch andere Forschungsgruppen kommen zu einer ähnlichen Einteilung der Überzeugungen und unterscheiden zwischen epistemologischen Überzeugungen auf der einen Seite und den subjektiven Theorien über das Lehren und Lernen im Unterricht auf der anderen Seite (Blömeke, Kaiser & Lehmann, 2008). Es liegt in der Natur der Sache, dass die subjektiven Theorien zum Lehren und Lernen einen stärkeren Bezug zur Handlung haben, da sie sich nicht nur auf die Natur und Entstehung von Wissen beziehen, sondern die Umsetzungsebene

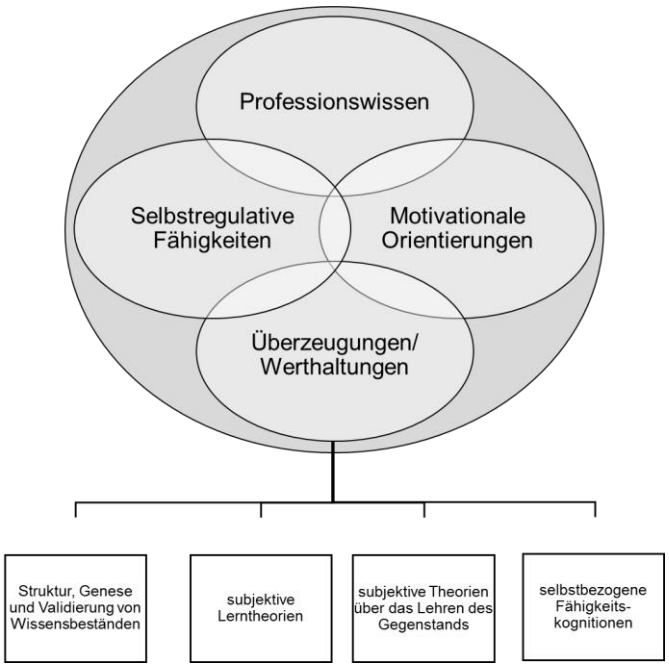

Abbildung 2.2 Überzeugungen und Werthaltungen von Lehrpersonen nach Baumert und Kunter (2006)

durch Zielvorstellungen oder Unterrichtsmethoden ausdifferenzieren. In den folgenden Abschnitten sollen deshalb die Bedarfe und Berührungspunkte der verschiedenen Konstrukte in einem Lehr-Lern-Labor untersucht werden.

Sicht- und Tiefenebene von Lernprozessen

Besonders für die Arbeit auf Basis einer konstruktivistischen Grundannahme ist die Erkundung der Schülervorstellungen von Relevanz (Duit & Widodo, 2005). M. Euler (2005) beschreibt die Struktur von Wissen in Netzwerken, wobei bei der Aktivierung solcher mentaler Modelle gleichzeitig verschiedene Handlungsschemata aktiv werden. Die Kognition ist demnach nur schwer von den handlungsleitenden Prinzipien zu trennen. Für die Studierenden im Lehr-Lern-Labor ist es deshalb wichtig, sich Gedanken dazu zu machen, welche mentalen Modelle sie bei ihren Schülerinnen und Schüler erwarten können und wie die Lernenden die präsentierten Inhalte der Experimentiersituation verarbeiten. Im Lehr-Lern-Labor besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die kognitiven Prozesse, die mit dem Experimentieren einhergehen. Durch diese Spezialisierung ergibt sich hingegen eine empirische Datenlage, die keine Aufschlüsse liefert, wie die erwarteten, kognitiven Abläufe im experimentellen Kontext aussehen. Dabei ist der Fokus auf dem Experimentieren eines der wichtigsten Alleinstellungsmerkmale der Naturwissenschaften, sodass es ein Anliegen sein muss, ausgeprägte, epistemische Überzeugungen zu generieren, damit die Nature of Science bei der Konstruktion von Wissen im Mittelpunkt steht (Oschatz, 2011). Darüber hinaus ist Oschatz (2011) der Ansicht, epistemische Überzeugungen zur Struktur von Wissensbeständen durch häufiges Aktivieren neuer Muster verändern zu können, indem die Lernenden dieses reifere Muster verinnerlichen und mit der Zeit zum handlungsleitenden Prinzip erklären (Oschatz, 2011).

Bei dem Einsatz von Wissen in der Praxis und auch speziell im Lehr-Lern-Labor zeigen mehreren Studien, dass angehende Lehrkräfte nicht auf ihr fachdidaktisches Wissen aus den Hochschulseminaren zurückgreifen, sondern sich von ihrer Intuition und somit Überzeugungen leiten lassen (Mansholt & Komorek, 2016). Larcher & Oelkers (2004) sehen für diesen Umstand den Grund im Ausbildungswissen selbst. Dieses ist ihrer Meinung nach inkohärent und widerspricht sich durch die verschiedenen Lehransätze in nicht unbeträchtlichen Teilen. In den Praxiseinsätzen wird deshalb das erworbene, deklarative Wissen nicht in die Tat umgesetzt, sondern vielmehr durch den aktiven Umgang damit entwertet wird. Dies betrifft allerdings nicht unbedingt die fachlichen Wissensbereiche, sondern vielmehr die berufspraktischen Fächer (Larcher & Oelkers, 2004). Hartmann et al. (2015) beschreiben in ihrer Studie den Zusammenhang zwischen den Studienfächern und Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung, die zwar streng genommen zum fachlichen Wissen gehören und somit Teil des Professionswissens sind. Studierende mit zwei naturwissenschaftlichen Fächern können demnach deutlich besser Prozesse der Erkenntnisgewinnung nachzeichnen (Hartmann et al., 2015).

Subjektive Lerntheorien

Die historische Entwicklung der Lernpsychologie hat im Laufe des 20. Jahrhunderts verschiedene Theorien hervorgebracht, die verschieden Aspekte in den Fokus stellen. An dieser Stelle soll nicht die Entwicklung nachgezeichnet werden, sondern vielmehr die für die Arbeit im Lehr-Lern-Labor relevanten Aspekte dargestellt werden. Im jetzigen Diskurs können Vertreter für

zwei sich gegenüberstehende Lager ermittelt werden, die Lernen auf verschiedene Weise verstehen. Zum einen vertreten Personen den Standpunkt, dass Inhalte und Wissen direkt von der Lehrperson an die Lernenden übergeben werden können. Eine vielfach verwendete Metapher ist in diesem Fall der Nürnberger-Trichter, durch den Gelehrsamkeit direkt an die nach Weisheit suchende Person übergeben werden kann. Dieser lerntheoretische Ansatz bezieht sich auf ein *transmissives* Verständnis von Lernen. In der Forschung und der Hochschuldidaktik dominiert ein ganz anderes Verständnis von Lernen: Es wird davon ausgegangen, dass Schülerinnen und Schüler alles, was sie lernen, aktiv verarbeiten und dadurch semantische Netzwerke konstruieren. Der Konstruktivismus, wie dieser Ansatz heißt, wird deshalb in den fachdidaktischen und pädagogischen Modulen der Lehrerbildung stark in den Mittelpunkt gestellt, um die Studierenden die Vorteile dieser Lerntheorie im Gegensatz zur transmissiven Einstellung aufzuzeigen. Es gibt jedoch genügend Beweise, welche die bloße Präsentation von Wissen für das Erzielen nachhaltiger Lerneffekte ablehnen (Brauer, Balster & Wilde, 2014).

Obwohl in großen Teilen der Scientific Community ein Konsens vorherrscht, wird der favorisierte konstruktivistische Ansatz nicht ohne weiteres von den angehenden Lehrkräften mitgetragen. So hat beispielsweise Lamprecht (2011) beide Typen von subjektiven Lerntheorien unter angehenden Lehrkräften ausgemacht. Die Auswirkungen auf die Planung und Durchführung zeigen sich in den gewählten Methoden, da Studierenden mit einer transmissiven Überzeugung besonders auf lehrerzentrierten Unterricht setzen und konstruktivistisch überzeugte Studierende große Teile der Zeit in der Klasse auf schüleraktivierende Lernsequenzen setzen (Lamprecht, 2011). Ziegler (2006) kann zeigen, dass die Lehrkräfte mit den unterschiedlichen Standpunkten auch unterschiedliche Ziele verbinden, und darüber hinaus, wie auch bei Lamprecht (2011) der Fall, auf den Einsatz von verschiedenen Methoden und Sozialformen setzen. Solche Unterschiede sind für die Erkundung von Einstellungen im Lehr-Lern-Labor von großem Interesse, da sich darin die Zugänge oder Gestaltungsmuster der Vertreter der verschiedenen Standpunkte bei der Planung und Umsetzung zeigen. Auch Voss, Kleickmann, Kunter & Hachfeld (2013) beschreiben im Rahmen von *COACTIV* einen positiven Effekt für die Lernenden, wenn die Lehrenden über konstruktivistische Sichtweisen mit Anteilen von transmissiven Unterrichtsmethoden verfügen.

Duit & Widodo (2005) untersuchen auf Basis der Daten aus der *IPN-Videostudie*, wie Lehrkräfte konstruktivistische Lehr-Lern-Sequenzen durchführen und kommen zu dem Schluss, dass gerade einmal die Hälfte der Unterrichtszeit für den Durchlauf des von ihnen konzipierten Sequenzen verwendet werden. Sie gehen deshalb davon aus, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen auf Verständnis ausgerichteten Ausprägungen der Lehr-Lernvorstellungen (*conceptual change*) und dem Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler gibt. Ein solcher Effekt ist durch weitere Studien unterstrichen worden (Möller et al., 2006). Es finden sich somit genügend Lehrkräfte in der Praxis, die entgegen der Vorschläge aus der Theorie und dem Ziel der fachdidaktischen Ausbildung nur zum Teil auf konstruktivistische Grundlagen zurückgreifen. Dies verwirrt im Hinblick auf die Konsensfähigkeit der wissenschaftlichen Konstrukte. Yilmaz & Sahin (2011) beschreiben in diesem Sinne den Unterschied zwischen traditionellen Lehrenden und konstruktivistischen Lehrkräften und finden folgendes Ergebnis:

> *Traditional teachers look for the correct answer to know whether students learn what is taught. However, constructivist teachers are responsible for setting up the learning*

> *environment for students and facilitating interactions among students and themselves (Yilmaz & Sahin, 2011, S. 75).*

Im Lehr-Lern-Labor, das durch Eigenaktivität definiert ist, muss von einer verschobenen unterrichtlichen Ausgangslage ausgegangen werden. Dennoch kann erwartet werden, so wie es im obigen Zitat angedeutet wird, dass die Studierenden stark angeleitete Experimente oder Konstruktionsaufgaben vorbereiten, durch die ihre transmissive Sicht auf das Lernen deutlich wird.

Subjektive Theorien über das Lehren des Gegenstands

Während sowohl die epistemische und lernspezifische Komponente der professionsorientierten Überzeugungen durch mehrere Studien beschrieben werden, gibt es bisher wenig Vorarbeit zu der Sicht von Lehrkräften auf ideale Lehrimpulse (Voss et al., 2013). Die subjektiven Theorien zum Lehren des Gegenstandes sind somit so vielfältig, wie die Lehrtheorien selbst. Im Zusammenhang des Lehr-Lern-Labors soll es vor allem um solche gehen, die sich mit der Berücksichtigung der Schülerdenkprozesse beschäftigen und diese in der Unterrichtsplanung erfahrbar machen. Die Beachtung der Lernprozesse für die Lehrhandlungen ist ein wichtiges Indiz dafür, wie die Lehrkräfte das Lehren einschätzen (Vehmeyer, Kleickmann & Möller, 2007). Für diese Arbeit wird an dieser Stelle eine Fokussierung auf die Basismodelle des Lernens vorgenommen, da diese systematisch die Sicht- und Tiefenebene, die bereits im vorigen Abschnitt einbezogen wurden, von Unterricht miteinander verknüpfen und zusätzlich bereits seit einiger Zeit im kritischen Diskurs stehen, was die Bedeutung für die fachdidaktische Klärung darstellt. Hinzu kommt, dass bisher nur wenige Studien existieren, die sich mit der Sinnhaftigkeit der Planung nach den Basismodellen des Lernens oder den Überzeugungen zur Relevanz der Tiefenstruktur des Lernens bei Lehrkräften beschäftigen.

Die Basismodelle des Lernens können eingesetzt werden, um Lernprozesse vor zu strukturieren und dadurch auf Lernschritte einzugehen, die nötig sind, um erfolgreich zu lernen. Die Idee fußt auf den Ausführungen nach Oser & Sarasin (1995), die davon ausgehen, dass erfolgreiche Lernprozesse innerhalb eines Modells wie der Begriffsbildung, dem Problemlösen oder dem Lernen durch Eigenerfahrung, immer der gleichen Schrittfolge folgen muss. Da es sich bei dieser Aussage nicht um eine relative, sondern absolute Formulierung handelt, wird im wissenschaftlichen Diskurs Kritik an dem Modell geübt, das von Krabbe, Zander & Fischer (2015) auf den Physikunterricht adaptiert wird. Die dahintersteckende Grundannahme geht von den individuellen Prozessen der Schülerinnen und Schüler aus. Dabei fänden jedoch bei jeder Schülerin und jedem Schüler verallgemeinerbare Abläufe statt, die in Lernschrittfolgen gesammelt werden. Den Umstand, dass die Basismodelle durch die Struktur von Unterricht auch ineinandergreifen und somit nicht nacheinander abgeschlossen werden, lassen die Autoren nicht zu, weshalb die Planung anhand der Basismodelle seit geraumer Zeit umstritten ist (Walter-Laager & Pfiffner, 2007). Allerdings sind die Möglichkeiten, die von Oser entwickelten Basismodelle geboten werden, Planungen mit Lernschrittfolgen abzugleichen, um relevante Segmente bei der Planung nicht zu missachten, definitiv konsensfähig. Im Lehr-Lern-Labor sind die von Krabbe et al. (2015) beschriebenen Basismodelle des Problemlösens und dem Lernen aus Eigenerfahrung am ehesten zu erwarten, da die Studierenden dazu angehalten werden, die Schülerinnen und Schüler zu selbstständigem Experimentieren zu animieren.

In anderen Studien wird das Verständnis von subjektiven Lehrtheorien vor allem auf die Zentrierung des Unterrichts auf die Schülerinnen und Schüler oder auf die Lehrkraft bezogen, wenngleich dabei unter den Befragten keine präferierte Sichtweise ausgemacht werden kann (Klinghammer, Rabe & Krey, 2016). Studien zur Wirkung von professionsorientierten Überzeugungen zeigen, dass subjektive Lerntheorien keinen Einfluss auf Differenzierungsprozesse der Lehrkräfte und somit auf ihre Überzeugungen bzgl. auf das Lehren des Gegenstands haben. Es macht also keinen Unterschied, ob die Lehrpersonen von individuell ablaufenden Lernprozesse oder von möglichen Verallgemeinerungen ausgehen, wenn sie auf die Lernenden in Form der Binnendifferenzierung eingehen (Bruggmann Minnig, 2011). Neben den hier beschriebenen Facetten der Überzeugungen der Studierenden ist auch das Professionswissen ein wichtiger Faktor für das Gelingen von Lernumgebungen im Lehr-Lern-Laboren, weshalb diese in den folgenden Abschnitten tiefergehend betrachtet werden muss.

Bedeutung der subjektiven Überzeugungen für die Prozesse im Lehr-Lern-Labor und das Potential des Lehr-Lern-Labors für die Professionalisierung

Es ist nicht konsensfähig, dass das Studium und somit auch der Einsatz im Lehr-Lern-Labor als vergleichsweise kompakte Laborphase einen Einfluss auf die Überzeugungen der Studierenden nehmen können. Ebenso wenig besteht Einigkeit darüber, ob studentische Überzeugungen starre Konstrukte sind, die nicht ohne weiteres verändert werden können (Fives & Buehl, 2012). Es können allerdings auch Stimmen gefunden werden, die Überzeugungen eine Flexibilität zusprechen - ganz im konstruktivistischen Verständnis (Wahl, 2002). Widulle (2009) postuliert beispielsweise, dass eine kritische Selbstreflexion die Überzeugungen bearbeitbar macht. Es wird außerdem ein positiver Effekt bei Gruppenarbeit erwartet, da externes Feedback die Konfrontation mit Überzeugungen intensiver ausgestalte. Dies ist der Fall, da ein Perspektivwechsel hilft, um Einstellungen und Haltungen zu verändern (Widulle, 2009). Die Stabilität der Überzeugungen ist somit streitbar (Fives & Buehl, 2012; Kufner, 2013). Dass jene Einstellungen allerdings handlungsleitend sein können, wurde oben bereits dargestellt. Im Lehr-Lern-Labor arbeiten die Studierenden nicht ohne Grund in Gruppen, um neben den eben beschriebenen Feedbackmöglichkeiten im Anschluss an die Einsätze im Lehr-Lern-Labor durch die Umsetzung des Gruppenunterrichts auch ausdifferenziertere und inhaltlich hochwertigere subjektive Theorien aufzubauen (Haag & Dann, 2001).

2.1.2 Professionswissen in der ersten Phase der Lehrerbildung

Obgleich die vier Dimensionen der professionellen Handlungskompetenz nicht hierarchisch zu verstehen sind, sondern auf gleicher Ebene existieren, ist das Professionswissen im Bereich der Lehrerbildung besonders stark im Fokus empirischer Studien. Es bündelt das deklarative, prozedurale und strategische Wissen der Lehrenden - also ihr Wissen und Können (Clandinin & Conelly, 1995). In Abbildung 2.3 sind die professionellen Handlungskompetenzen und die Wissensbereiche des Professionswissens, basierend auf dem Kompetenzmodell, das bereits in Abschnitt 2.1 eingeführt wurde, dargestellt. Diese sind zurückzuführen auf die Ausführungen von Shulman (1986), der die drei Bereiche pädagogisches Wissen, Fachwissen und fachdidaktisches Wissen als erster unter den Begriff des Professionswissens gebündelt hat. Baumert & Kunter (2006) fügen für ihr Modell die Bereiche des Organisationswissens und Beratungswissens hinzu. Die Hinzunahme dieser Wissensbereiche geht auf die Entwicklung der Lehrertätigkeit und die hinzukommenden Aufgabengebiete zurück. Vorweg sei gesagt, dass es trotz großer Bemühungen immer noch nicht geklärt ist, welche Teile des Professionswissens im Unterricht bei der Handlungsregulation relevant werden (Fischler, Schröder, Tonhäuser & Zedler, 2002). Somit ist nicht erwiesen, welche der im Abschnitt 2.1.1 vorgestellten Überzeugungen mit dem Professionswissen interagieren (Wahl, 1991).

Baumert & Kunter (2006) unterschieden in den Wissensbereichen auf einer weiteren Ebene zwischen Wissensfacetten. Für das pädagogische Wissen sind dies das bildungswissenschaftliche Grundwissen, das allgemeindidaktische Planungswissen sowie das Wissen zur Unterrichtsführung. Durch eine flächendeckende Forschungsarbeit können diese Facetten herausgearbeitet werden. Leider fehlt bis heute eine solche Grundlage für die Bereiche des fachdidaktischen sowie des

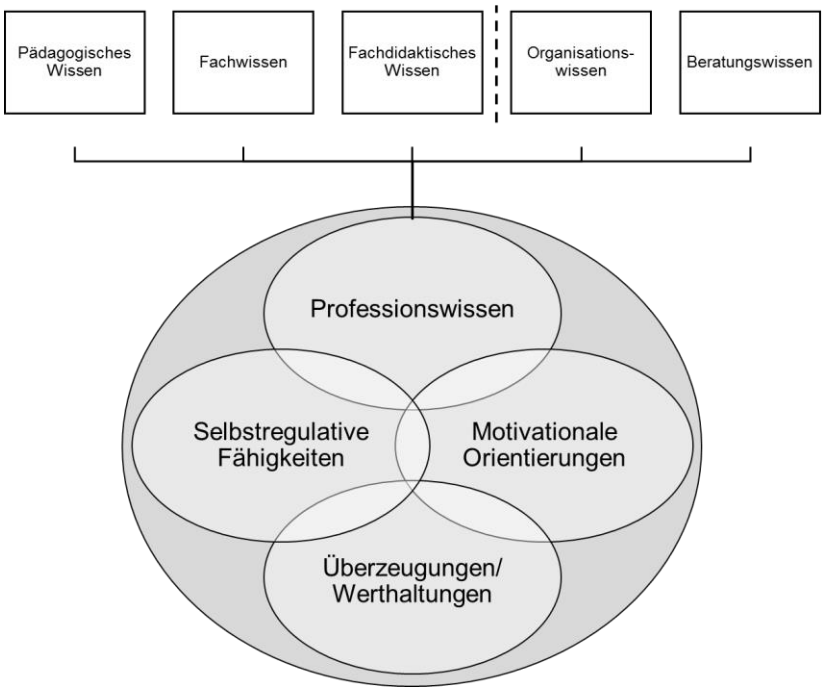

Abbildung 2.3 Kompetenzmodell des Professionswissens nach Baumert und Kunter (2006)

fachlichen Wissens, da sie sich in ihrer Ausrichtung auf jedes einzelne Fach- und Themengebiet beziehen (Krauss et al., 2004; Lenske, Thillmann, Wirth, Dicke & Leutner, 2015).

Der Wissensbereich des fachlichen Wissens speist sich aus den thematischen Inhalten der Sache. Die *DPG* stellt die Forderung an das Lehramtsstudium, das Fachwissen von Lehrkräften gut zu vernetzen, damit dieses eine zentrale Rolle bei der Vermittlung von Physik für die Schülerinnen und Schüler einnimmt. In der Studie wird gefordert, den Studierenden einen umfassenden Einblick in fachliche Strukturen zu bieten (Deutsche Physikalische Gesellschaft, 2014; Möller et al., 2006). Es gibt außerdem Untersuchungen, wonach ein elaboriertes Fachwissen als Voraussetzung für den Aufbau und die Entwicklung des fachdidaktischen Wissens und somit für einen erfolgreichen Fachunterricht verstehen (Ball, Lubienski & Mewborn, 2001). Da der Fokus in der Lehr-Lern-Situation besonders auf die Stärkung der dritte Dimension des Professionswissen abzielt, wird das fachdidaktische Wissen im folgenden Abschnitt gesondert betrachtet.

Facetten fachdidaktisches Wissen im Lehr-Lern-Labor

Shulman (1986) beschreibt das fachdidaktische Wissen als „special amalgam of content and pedagogy“ (Shulman, 1986, S. 8). Es hat also eine Mittlerfunktion zwischen den Inhalten und der allgemeinen Pädagogik. Dies zeigt sich auch in den Facetten fachdidaktischen Wissens, das aus der Potentialanalyse des Inhalts, der Beachtung von Schülervorstellungen, den Bildungszielen, dem Verständnis für curriculare Vorgaben sowie fachspezifische Vermittlungsstrategien und der Diagnose von Denk- und Lernprozessen besteht (Geers, Alfs & Hößle, 2009; Park & Oliver, 2008).

Das fachdidaktische Wissen unterscheidet die ausgebildeten Lehrkräfte von Fachwissenschaftlern und führt durch die Beschreibung der Profession zu einer klaren Abgrenzung und somit auch zu einer Legitimation des Lehrerberufs (Huber, 2004). Durch die oben genannten Aspekte gelingt es den Lehrkräften, fachliche Gegenstände zu strukturieren und darzustellen sowie eine bedarfsorientierte Erklärung und Vernetzung der Inhalte zu geben.

Die Orientierung an den Lernenden ist dabei ein zentraler Faktor. Unterricht, in diesem Fall die Konzeption von Lernumgebungen, unter Berücksichtigung von Schülervorstellungen und Kenntnissen zu spezifischen Lehrstrategien und Darstellungsformen zu planen, ist eines der zentralen Ziele, das die Studierenden in ihrer Lehramtsausbildung an der Universität theoriebasiert erlernen sollen. Die Ergebnisse der *COACTIV*-Studie belegen, dass das fachdidaktische Wissen ein wichtiger Prädiktor für die Unterrichtsführung von Lehrkräften ist, da die Schülerinnen und Schüler nur dann kognitiv herausgefordert und mittels konstruktivistischer Unterstützungsmethoden gefördert werden, wenn das entsprechende fachdidaktische Wissen vorliegt (Krauss et al., 2008). Bei der Messung von fachdidaktischen Kompetenzen gibt es allerdings Schwierigkeiten, die sich von denen der fachlichen Kompetenzmessung unterscheiden. Da fachliches Wissen größtenteils deklarativ vorliegt, kann durch einfache Leistungstest bestimmt werden, wie das fachliche Wissen ausgeprägt ist. Dies reicht für eine positive Einschätzung von fachdidaktischer Handlungskompetenz nicht aus, weil die Wissenselemente zum Teil nur prozedural abrufbar sind, bzw. deklaratives Wissen nicht unbedingt in der Praxis zum Tragen kommt. Da es allerdings nicht immer möglich ist, diese Prozesse empirisch zu erheben, wird oftmals entschieden, andere Zugänge zum fachdidaktischen Wissen zu erlangen und dies somit erfahrbar zu machen (Riese & Reinhold, 2012). Für einen genaueren Überblick zum

fachdidaktischen Wissen sei an dieser Stelle auf die Ausführungen von Park & Oliver (2008) verwiesen.

Bedeutung des fachdidaktischen Wissens und Professionswissens für die Prozesse im Lehr-Lern-Labor und das Potential des Lehr-Lern-Labors für die Professionalisierung

In Lehr-Lern-Laboren erhalten die Studierenden die Möglichkeit, ihr Professionswissen in einem klar abgesteckten Rahmen zu reflektieren und so eigenes Handeln und die Weiterentwicklung eigenen Unterrichts wahrzunehmen. In diesem Sinne wird theoretisches Wissen mit praktischem Handeln verknüpft und in Beziehung gesetzt. Das Professionswissen liefert dadurch den Grundstein für die Planungsaktivitäten der Studierenden.

Die Studierenden müssen sich im Lehr-Lern-Labor besonders mit den Facetten fachdidaktischen Wissens auseinandersetzen. Dabei spielen vor allem die Diagnose, das Potential der Inhalte, die Kenntnisse der Methoden und die Schülerkonzepte der vorliegenden Themen eine Rolle. Weniger von Bedeutung für die Lernumgebung sind die Facetten Curricula und allgemeinen Bildungsziele, da es sich bei der Umsetzung der Laborphase um außerschulisches Lernen in einem eng abgesteckten Rahmen handelt. Selbstverständlich spielen diese Facetten dennoch randständig eine Rolle, weil sich die Studierenden sehr bewusst entscheiden können, ob sie Themengebiete behandeln, die entweder sehr gut oder gar nicht im Kerncurriculum verankert sind. Durch die Aufbereitung der Inhalte unter Berücksichtigung von bekannten Schülervorstellungen gelingt es den Studierenden, eine möglichst auf den Lern- und Kompetenzstand der Schülerinnen und Schüler zugeschnittenes Lehr-Lern-Angebot zu planen. In der Durchführung greift dann vor allem die Nutzung der Lehrmethoden und Darstellungsformen, um die Schülerinnen und Schüler kognitiv zu aktivieren. Bei dem Konzept des Lehr-Lern-Labors wird speziell auf die Nachbereitung und Weiterentwicklung der Lernumgebung gesetzt. Deshalb sind bereits während der Durchführung Diagnosesituationen zu implementieren, die im Anschluss ausgewertet, reflektiert und zur Anpassung der Lernumgebung herangezogen werden können. Diese Darstellung zeigt, dass es im Lehr-Lern-Labor theoretisch möglich ist, die Kompetenzfacetten des fachdidaktischen Wissens und im generellen das Professionswissen zu fördern, da der Theorie-Praxis-Raum für die Studierenden eine enge Kooperation mit dem Modul aufweist. Dadurch können die theoretischen Inhalte direkt in die Praxis übertragen und im Nachhinein reflektiert werden.

2.2 Realisierung Forschenden Lernens in der Lehramtsausbildung

Forschendes Lernen zeichnet sich vor anderen Lernformen dadurch aus, dass die Lernenden den Prozess eines Forschungsvorhabens, das auf die Gewinnung von auch für Dritte interessanten Erkenntnissen gerichtet ist, in seinen wesentlichen Phasen – von der Entwicklung der Fragen und Hypothesen über die Wahl und Ausführung der Methoden bis zur Prüfung und Darstellung der Ergebnisse in selbstständiger Arbeit oder in aktiver Mitarbeit in einem übergreifenden Projekt – (mit) gestalten, erfahren und reflektieren (Huber, 2009, S. 11).

In den vergangenen Jahren hat es im wissenschaftlichen Diskurs viele unterschiedliche Definitionsversuche des Forschenden Lernens gegeben. Durch die Pluralität der Erklärungsansätze wird eine konsensfähige Definition von Forschung als Lernmodus erschwert. Weitere Begriffe und Methoden, die in der Literatur zu finden sind, beinhalten den forschend-entdeckenden Unterricht, den entdeckenden Unterricht, den offenen Unterricht, den problemorientierten Unterricht und den Projektunterricht (Abd-El-Khalick et al., 2004; Labudde & Börlin, 2013). Alle diese Formen von Unterricht können die Schülerinnen und Schüler zum Forschen motivieren. Forschendes Lernen findet allerdings im Verständnis dieser Arbeit nur dann statt, wenn eine klare Akzentuierung auf den Forschungsprozessen liegt (Huber, 2004). Allein die obige Auflistung der möglichen Einsatzmöglichkeiten in der Schule macht deutlich, wie schwierig es sich gestaltet, eine zusammenfassende Definition zu finden. Im Hinblick auf die Entwicklung von professionellen Handlungskompetenzen für angehende Lehrkräfte sieht Huber (2004) komplexe Laborsituationen als einzige Möglichkeit, Schlüsselqualifikationen zu erwerben.

Aus diesen Gründen beziehen sich die folgenden Ausführungen vor allem auf der obigen Definition des Forschenden Lernens nach Huber (2009). Die Definition dieses Autors eignet sich besonders, da ihr Schwerpunkt auf dem universitären Lernen und der Ausbildung Studierender liegt und nicht Forschendes Lernen als Methode für den Einsatz im Unterricht mit Schülerinnen und Schüler erklärt.

M. Euler (2005) hingegen zeigt zum einen die Motivation dazu, Forschendes Lernen in der Schule einzusetzen und zum anderen auch die besondere Eignung zur Umsetzung in außerschulischen Schülerlaboren und somit auch in Lehr-Lern-Laboren. Interessant ist, wie M. Euler (2005) die Bildungspolitik mit in die Verantwortung nimmt, um Räume zu öffnen, in denen sich die angehenden Lehrkräfte in der Umsetzung ausprobieren können. Auch wenn M. Euler (2005) in der Methode des Forschenden Lernens einen authentischen Zugang zu naturwissenschaftlichem Lernen sieht, gibt es Untersuchungen, die zunächst das Potential hinterfragen. In ihrer Metaanalyse können Hattie, Beywl & Zierer (2013) für das Forschende Lernen von Schülerinnen und Schülern herausfinden, dass die Effektstärke mit d=0,31 nicht im Bereich der erwünschten Effekte, mit einer Effektstärke von d>0,4, liegt. Die Autoren sehen in den Lernzuwächsen, die durch das Forschende Lernen bei den Lernenden erzielt werden, ähnliche Effekte, wie jene, die beim regulären Schulbesuch auftreten. Als Beispiel sei in diesem Zusammenhang das Anfertigen von Hausaufgaben, genannt das einen vergleichbaren Effekt von d=0,29 erreicht.

Forschendes Lernen fußt auf dem Verständnis, Lernende einem Gegenstand eigenständig nähern zu lassen, damit sich ihren Wissensaufbau autonom gestaltet und dadurch kein Einfluss durch die Lehrperson besteht. Dadurch zeigt sich die konstruktivistische Grundannahme, die den Fokus auf das Individuum und seinen emotional-kognitiven Lernprozess legt (Siebert, 2005).

Bereits seit mehreren Jahrzehnten wird bei der Planung des Hochschulstudiums von Experten gefordert, dass ein Anstieg der Forschung in der Lehre eingesetzt werden soll, um den Ausbau bzw. Aufbau von Forschungskompetenzen bei Hochschulabsolventinnen und -absolventen zu steigern (Bundesassistentenkonferenz, 2009; KMK, 2004, 2017; Terhart, 2002; Wissenschaftsrat, 2001). Eine ausgeprägte Forschungskompetenz führt bei Studierenden dazu, sich bereits im Studium im Detail mit ihrer Profession auseinanderzusetzen und dadurch die Motive und Anforderungen ihres späteren Berufsfeldes bereits zuvor tiefgehend kennenzulernen. Durch

empirische Untersuchungen werden Berührungsängste abgebaut und ein oftmals beschriebener Praxisschock vermieden. Hofer (2013) beschreibt in diesem Zusammenhang das Potential Forschenden Lernens als „Fähigkeit zur eigenständigen, durch spezifische Forschungstätigkeiten strukturierten Wissensgenerierung“ (Hofer, 2013, S. 316).

Im Bereich des Forschenden Lernens Studierender sind bereits einige Studien durchgeführt worden, die sich mit den Effekten für die Studierenden auseinandergesetzt haben. Bei der Prüfung der Ergebnisse Forschenden Lernens für die Wissenschaft wird teilweise ein negatives Fazit gezogen. Beispielsweise beschreibt Hofer Probleme der Praxisforschung im Lehr-Lern-Labor, da die professionellen Entwicklungen im Vordergrund stehen und somit kein echter Beitrag für die Scientific Community entsteht. Fichten (2013) beschreibt, dass der erwartete positive Effekt durch den Praxisbezug ausbleibt, da dieser nicht unbedingt durch den Einsatz vom Forschenden Lernen erhöht wird.

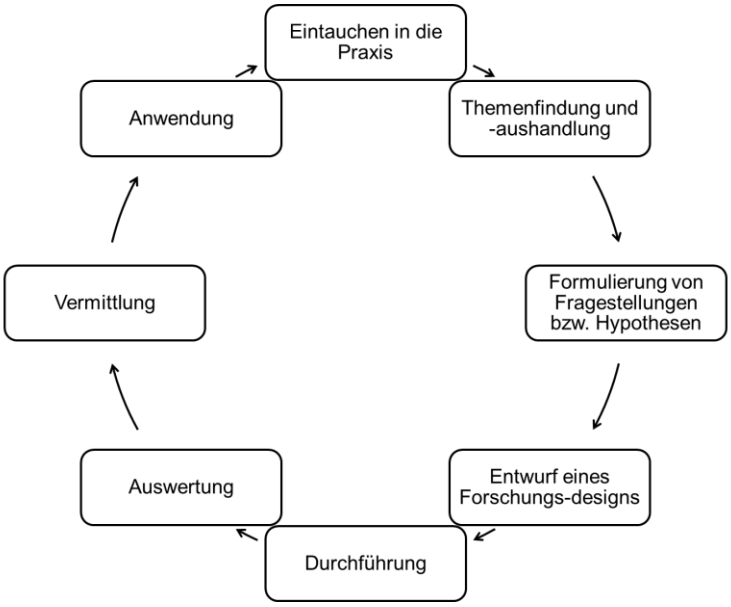

Abbildung 2.4 Forschungsprozess nach Wildt (2009)

Die Effekte des Forschenden Lernens für die Studierenden scheinen sich in Teilen von dem erhofften Potential des Forschenden Lernens zu unterscheiden. Um zu verstehen, was genau unter den Abläufen Forschenden Lernens zu verstehen ist, seien zunächst Wildt & Schneider (2007) genannt, die festhalten, dass für Forschung in der Lehre drei Kernbereiche abgedeckt sein müssen: Praxis, ein theoretischer Bezugsrahmen und eine empirische Forschung (Schneider & Wildt, 2009; Wildt & Schneider, 2007). Abbildung 2.4 visualisiert einen exemplarischen Forschungsprozess nach Wildt (2009). Dabei wird allerdings nicht auf die alleinige Umsetzung der Forschung gesetzt, um „wissenschaftlich anspruchsvolle Lernprozesse“ (Schneider, 2009, S. 33) zu antizipieren. Dies ist demnach im Einklang mit den oben beschriebenen Einschränkungen von Hofer (2013).

Huber (2009) gibt nicht nur eine Definition von Forschendem Lernen, sondern beschreibt darüber hinaus, welche Probleme die Umsetzung für Lehrende und Studierende bedeutet. Die

Herausforderungen des Forschenden Lernens, insbesondere für Dozierende, bestehen in der Innovation der Lehrerbildung und aller Hürden, die dies mit sich bringt. Dazu gehört beispielsweise die Vernachlässigung der intendierten Konstrukte durch ein forschendes Konzept. Auch der höhere Aufwand bzgl. der Zeit, Arbeit im Allgemeinen sowie die Koordination der Lehrenden, Studierenden und Schülerinnen und Schüler, sind in diesem Zusammenhang zu nennen. Dass der Aufwand sich besonders für die Studierenden lohnt, ist motivationale Aufgabe der Dozierenden und basiert außerdem auf den Kompetenzen der Studierenden, die sich mit Zeitmanagement, Verbindlichkeiten und eigenständigem Arbeiten beschäftigen müssen (Fichten, 2010; Huber, 2009, 2018).

Diese Aufzählung der Probleme zeigt, dass die Prozesse Forschenden Lernens der Studierenden stark mit der Umsetzung durch die Hochschullehrenden zusammenhängen. Den oben skizzierten Problemen auf Seite der Hochschullehrenden tritt Hellmer (2009) mit verschiedenen Ideen entgegen. Für die Autorin ist besonders die Entwicklung eigenen Interesses der Studierenden relevant, wenngleich dies in einem klar abgesteckten Orientierungsrahmen und mit einer transparenten Aufbereitung der Forschungsphasen einhergehen muss. Auch wenn die Studierenden beim Forschenden Lernen möglichst selbstständig vorgehen sollen, ist es wichtig bei der Begleitung und Beratung auf individuelle Bedürfnisse der Studierenden einzugehen. Das bedeutet, dass die Studierenden an ihre individuelle Kompetenzausprägung anknüpfen und dadurch ihren Forschungsprozess zu reflektieren lernen, durch den Austausch mit weiteren Studierendengruppen ihre sozialen Kompetenzen schulen und die Verantwortung für die gemeinsamen Lernprozesse übernehmen (Hellmer, 2009). Die Durchführung der Forschungsarbeit in realen Praxisfeldern ist eine sinnstiftende Ausrichtung, damit die erarbeiteten Weiterentwicklungen nicht bloß für die Studierenden persönlich nutzbar werden. Durch die Veröffentlichung von Berichten, Dokumentationen oder Präsentationen in der Hochschule, auf Tagungen oder Zeitschriften wird die Relevanz der eigenen Ergebnisse erhöht und dadurch die Motivation der Studierenden gesteigert (Hellmer, 2009).

Studien zeigen außerdem, welche Probleme auf Studierendenebene bei dem Einsatz von Forschendem Lernen in der Schule erwartet werden. Krämer, Nessler & Schlüter (2012) beschreiben, wie die Studierenden im Praxisseminar den Ansatz ausprobieren und evaluieren. Resümiert wird, dass die Studierenden in verschiedenen Dimensionen Hindernisse für die reibungslose Durchführung sehen. Da allerdings die Methode nicht direkt in der Intervention beschrieben wird, bleibt fraglich, ob die Studierenden an ihren Einstellungen festhalten. Oliveira (2010) beschreibt die Verunsicherungen der angehenden Lehrkräfte bzgl. der offenen Lernumgebung und führt das auf den Kontrollverlust der Studierenden durch Probleme bei der Klassenführung zurück. (Oliveira, 2010). Die Umgebung der Lehr-Lern-Labore kann somit einen Beitrag dazu leisten, dass die Studierenden auf die freie Lernumgebung für die Schülerinnen und Schüler eingehen und ihre eigenen Forschungsprozesse nicht durch ungeplante Eingriffe in die Lernumgebung gestört werden.

Die Ausbildung eines Forschungsmodus zur Unterstützung der Reflexionskompetenzen angehender Lehrkräfte

Die Organisation der Forschungsprozesse durch die Hochschullehrenden und Studierenden ist wichtig, da die Qualität der Forschung direkt mit der Qualität des Forschenden Lernens

zusammenhängt (Fichten, 2013). Diese Aussage ist für die Professionalisierung der Studierenden besonders interessant, da somit nicht nur die Methode des Forschenden Lernens, sondern auch die Ausgestaltung der jeweiligen Forschung auf die Produkte und Prozesse der Studierenden haben. Um eine hohe Forschungskompetenz zu entwickeln, reicht es allerdings nicht aus, sich ausschließlich mit Forschungsmethoden zu beschäftigen, da auch anfallende, forschungsbezogene Entscheidungen im Prozess und den einzelnen Forschungsschritten eine erhebliche Rolle spielen (Flick, 1995). Es gibt weiterhin einige Belege dafür, durch das Forschende Lernen professionalisierende Effekte auslösen zu können, die bei der Untersuchung eigener Praxis um einiges größer sind, als die Erforschung der Praxis von Außenstehenden (Fichten, 2010). Denn die Erforschung der eigenen Erfahrungen erlaubt den Studierenden, neue Deutungsmöglichkeiten ihrer Wirkung in der Praxis zu erkennen und die Reflexion ihres Vorgehens dazu zu nutzen, diese zu modifizieren (Fichten, 2013; Schneider, 2009). Dieser Umstand lässt sich im Lehr-Lern-Labor erfolgreich umsetzen, da die Studierenden die Praxissituation kriteriengeleitet in den zugehörigen Lehrveranstaltungen reflektieren und somit die eigenen Einstellungen auf den Prüfstand stellen können. Hiermit wird eine Steigerung der reflexiven Elemente im Studium erreicht, sodass die Studierenden zu einem eigenständigen Wissensdrang befähigt werden (Hofer, 2013; Tremp, 2005; Wildt, 2006). Dazu sind mehrere Faktoren als Voraussetzungen für die angesprochene Selbstoptimierung zu verstehen: Zum einen müssen die Studierenden über die nötigen Kompetenzen im Bereich der Selbstreflexion und der Umsetzung von Forschung mitbringen.

Der Wissenschaftsrat (2001) empfiehlt deshalb, die Forschungskompetenz bei Studierenden zu erhöhen, in dem der Anteil von Forschung in der Lehre ausgeweitet wird, wie es auch in den Lehr-Lern-Laboren angestrebt wird. Durch den höheren Anteil forschungsbasierter Lehre, so die Einschätzung des Expertengremiums, können die Studierenden die Bedeutung eines forschenden Modus für eine - und insbesondere für ihre eigene - Professionalisierung wahrnehmen und sich im Hinblick der berufsbiographischen Entwicklung für diesen sozialisieren lassen. Wie wichtig es ist, die Ausbildung eines Forschungsmodus bei den angehenden Lehrkräften zu motivieren, zeigt das folgende Zitat nach Arens-Voshege, Kovermann, Schneider & Sommerfeld (2006):

> *Diese Orientierung an Flexibilität scheint aber den primären Bedürfnisse[n] angehender Lehrer/inn/en, die eher wissen wollen, wie es ihnen gelingt, guten Unterricht zu gestalten, wie sie die Aufmerksamkeit der Schüler/ inne/n erreichen können und wie Ruhe und Konzentration herzustellen sind, entgegen zu stehen. Da aber das pädagogische Feld ständigen Veränderungsprozessen unterliegt und insofern einen flexiblen, reflexionsoffenen Zugang erfordert, sind Prozesse Forschende Lernens eine Möglichkeit sich wissenschaftsorientiert der Praxis zu nähern, um mit dieser Perspektiverweiterung eine höhere Professionalitätsstufe zu erreichen (Arens-Voshege et al., 2006, S. 12).*

Die Autorengruppe beschreibt, wie das Erlernen des Handwerks einer Lehrkraft im Fokus stehen muss, diese allerdings, so der Anschein, über ein veraltetes Berufsbild verfügen, das fehlende Flexibilität und den Willen nach Reflexion der eigenen Tätigkeit beinhaltet. Dieses Problem zeigt sich auch in der Praxis. Die Studierenden fordern, so kann es in vielfachen Untersuchungen resümiert werden, stets einen stärkeren Einbezug der Praxis (Makrinus, 2012). Die Analyse von Praxiseinsätzen Studierender zeigt außerdem die fehlende Fähigkeit mancher Studierenden auf, die eigenen Lehrhandlungen zu reflektieren. Es ist keinesfalls davon

auszugehen, verwertbare Ergebnisse zu generieren, ohne die Studierenden zuvor in der Methodik Forschenden Lernens zu schulen. Deshalb ist es wichtig, die Studierenden nicht bloß mit der Präsentation von wissenschaftlichen Resultaten zu konfrontieren, sondern vielmehr bereits die Problemstellungen in die Gestaltung von Lernarrangements in der Hochschule miteinzubeziehen (Reiber, 2007). Horstkemper (2006) plädiert an dieser Stelle allerdings dafür, dass die wissenschaftlichen Problemstellungen hochspezialisierter Hochschullehrender nur selten dazu beitragen, die Studierenden dabei unterstützen, einen forschenden Habitus zu entwickeln bzw. in der Praxis zwischen einem Lehr- und Forschungsmodus zu wechseln. In diesem Fall gibt es in der Literatur außerdem kritische Stimmen, die nicht davon ausgehen, anregende Lehre als auch ertragreiche Forschung durchzuführen (Brown & McCartney, 1998). Auch Schlömerkemper (2006) ist der Meinung, dass die theoretischen Konstrukte durch praktische Erfahrungen erst an Bedeutung für die spätere berufliche Realität gewinnen können. Die Trennung zwischen einem Wissenserwerb und dessen Anwendung in der zweiten Phase der Lehrerbildung ist nicht förderlich. Studierende müssen die Zeit im Studium dazu nutzen, nachdem sie in der Schule nur aus der Sicht der Lernenden die Profession der Lehrenden eingeschätzt haben, einen solchen forschenden Habitus auszubilden, um eine wissenschaftliche Dimension in der eigenen Lehrtätigkeit zu implementieren (Keuffer, 2010; Schlömerkemper, 2006).

Als eine der wenigen Vorarbeiten zeigen Krofta et al. (2013) erste Hinweise darauf, dass praxisnahe Module im Lehr-Lern-Labor dazu führen, Reflexionsprozesse bei den Studierenden anzuregen und somit einen Forschungsmodus bzgl. der Denk- und Lernprozesse ihrer Schülerinnen und Schüler auszubilden. Die obigen Standpunkte führen somit zu der Einrichtung der Lehr-Lern-Labore, die explizit eine solche Brücke zwischen Theorie und Praxis herstellen und die Profession der Lehrenden als Forschungsanlass betrachten. Durch die Einbettung in ein universitäres Modul werden die Studierenden engmaschig begleitet und arbeiten an wissenschaftlichen Problemen, die an ihren individuellen Standpunkten anknüpfen und in der Reflexion evaluiert werden können. Die Studierenden haben während ihrer Zeit im Lehr-Lern-Labor die Möglichkeit, den für sie zuvor unbekannten Modus von Forschung in der unterrichtlichen Praxis kennen zu lernen und für ihre spätere Tätigkeit einzubinden. Wie die Forschungsprozesse Studierender im Schulpraktikum bzw. in anderen Settings außerhalb des Lehr-Lern-Labors modelliert werden können, ist in mehreren Studien untersucht worden, die im folgenden Abschnitt vorgestellt werden. Ob sich diese etablierten Modelle für die Prozesse des Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor anbieten, um die Vorbereitungen und Durchführungen der Studierenden nachzuzeichnen, muss dabei speziell geprüft werden.

Modelle zum Forschenden Lernen Studierender

In den letzten Jahren sind einige Kompetenzmodelle entstanden, die das Arbeiten der Studierenden in der Methode des Forschenden Lernens beschreiben. Besonders die Untersuchungen von Schneider & Wildt (2009), die ein Kompetenzstufenmodell für die Erfahrungen der Studierenden im Praxissemester der Uni Dortmund entwickelt haben, und auf der anderen Seite die Überlegungen aus der Oldenburger Teamforschung um Meyer (2006), sollen geprüft werden, ob sie sich als Forschungsmodell im Lehr-Lern-Labor eignen.

Das Modell nach Schneider & Wildt (2009) beschreibt die Abfolge von Phasen ohne die Möglichkeit zu skizzieren, dass Schritte übersprungen oder nachgeholt werden können. Ihre

Aufteilung in acht Phasen erfolgt somit nach einem stringenten Plan, ohne aufkommende Ideen zu berücksichtigen, die erfahrenen Situationen mit einpflegen zu können oder den Schwerpunkt der Forschungsfragen zu verändern, um den erhobenen Daten gerechter zu werden. Dies ist ein Grund, weshalb das Modell nicht als Referenzmodell der studentischen Prozesse im vorzustellenden Modul eingesetzt werden kann, da die Studierenden mehrere, iterative Durchläufe des Forschungsprozesses erfahren und somit explizit und bewusst die Möglichkeit haben sollen Forschungsmethodik und -gegenstand durch konkrete Praxiserfahrungen anzupassen (siehe Abschnitt 2.3). Die vier Stufen des Kompetenzstufenmodells machen durch ihre allgemeine Formulierung den Anschein, als könne diese für die Untersuchung der studentischen Prozesse eingesetzt werden. Dazu wird ein Spektrum aufgespannt, das zwischen einer naiven Einstellung und der Praxisforschung auf Grundlage von theoretischen und reflexiven Begründungen unterscheidet. Als Zwischenstufen sind der Fokus auf eigenem Handeln und die Verbesserung konkreter Praxis durch die Autoren vorgesehen (Schneider & Wildt, 2009). Die Stufen werden also danach eingeteilt, wie stark die Studierenden bei ihrer Forschung nach generalisierbaren Forschungsergebnissen streben. Dies ist für die Arbeit im Lehr-Lern-Labor von Relevanz, da die Studierenden ihre Erfahrungen nutzen sollen, die ihnen Aufschlüsse über ihren angestrebten Beruf liefern. Die Praxissituation erreicht damit die größtmögliche Reichweite für die Professionalisierung der Studierenden.

Einen anderen Zugang bietet das Stufenmodell nach Meyer (2006), da die Stufen gemäß der Eigenständigkeit der Studierenden eingeteilt werden. Das Modell macht keine Vorgaben über die Reihenfolge der einzelnen Dimensionen Forschenden Lernens. Dadurch scheint es, als wenn einzelne Bereiche ausgelassen werden können oder später hinzugefügt werden. Diese Flexibilität ist nur implizit zu erahnen, sodass auch dieses Modell sich nicht für die Prozesse, welche die Studierenden im Modul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ durchlaufen sollen, eignen.

Die beiden Studien lassen sich darüber hinaus miteinander bzgl. der Lösung des Theorie-Praxis-Problems vergleichen (Hofer, 2013). Während in der Oldenburger Teamforschung dieses Problem durch Gleichsetzen der Begriffe wissenschaftliches Forschen und berufspraktisches Handeln per Definition gelöst wird, kommt es bei Schneider & Wildt (2009) zu einer Verlagerung des Problems in die Lehrperson und bleibt dennoch nicht gelöst. Hofer (2013) sieht darüber hinaus eine große Herausforderung für die Studierenden in ihrer Doppelrolle, da sie sowohl Lehre betreiben sollen und gleichzeitig die Reflexion ihrer Handlung zur wissenschaftlichen Theoriebildung nutzen sollen. Während einige Studien nahelegen, dass solche Situationen die Studierenden überfordern, sehen andere Untersuchungen ein großes Potential für die Professionalisierung der Lehrkräfte (Fichten, 2010; Krämer et al., 2012). Besonders deshalb wird in der vorliegenden Arbeit untersucht, ob die Studierenden diese Doppelrolle ausfüllen können und in der Praxissituation sowohl einen Lehrmodus als auch einen Forschungsmodus einsetzen.

Zuletzt sei die Studie von Schlicht (2013) genannt, die aufzeigt, welche Schritte nötig sind, um in Kooperation mit Betrieben und Verwaltung die Studierenden der Wirtschaftspädagogik durchlaufen müssen. Das entwickelte Modell beschreibt, dass es sich auf eine zyklische Funktion ausbauen ließe, allerdings müssen die Studierenden nur Teile des Forschungsprozesses durchlaufen. Somit fehlen in diesem Modell sowohl die zyklische Idee der Forschungsabläufe als auch der ganzheitliche Ansatz, der in dieser Arbeit verfolgt wird.

Die vorgestellten Modelle zur Beschreibung des Forschenden Lernens sind nicht geeignet, um die Situation des Lehr-Lern-Labors für die Studierenden zu beschreiben, weil sie entweder die Zyklische Idee nicht beachten, oder nicht auf die Explikation der Prozesse abzielen sondern auf eine Zuordnung der Studierenden vornehmen. Deshalb wird im folgenden Abschnitt das speziell für das Lehr-Lern-Labor mit adaptiver Ausrichtung entwickelte Prozessmodell des Zyklischen Forschenden Lernens vorgestellt, welches ähnlich wie die vorgestellten Modelle, die essentiellen Abläufe der Lehr-Lern-Situation versucht zu beschreiben.

2.3 Fünf Stationen Zyklischen Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor

In diesem Abschnitt wird das Modell des Zyklischen Forschenden Lernens Studierender im Lehr-Lern-Labor vorgestellt, auf dem die empirischen Untersuchungen dieser Arbeit basieren. Im Lehr-Lern-Labor findet auf unterschiedliche Weise Forschendes Lernen statt. Zum einen wird den Schülerinnen und Schülern möglicherweise ein physikalischer Zusammenhang so präsentiert, dass sie selbst erforschen können, welche Eigenschaften und Experimente besonders interessant sind. Weiterhin betreiben aber vor allem die Studierenden Forschung, wenn es um die Fragestellung geht, wie ihre geplante Experimentiersituation Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler anregt und wie diese noch weiter gefördert werden können. Dazu müssen sie auf einer weiteren Ebene beachten, dass sie die zu entwickelnde Lernumgebung eigenständig und subjektorientiert auf Basis eines wissenschaftlichen Themas erarbeiten. Die Studierenden werden also im besten Fall die Schülerinnen und Schüler so begleiten, diese zu einer selbstständigen Arbeitsweise zu motivieren. Dies gelingt durch eine gelungene Passung zwischen dem Vorwissen der Lernenden und dem Angebot der Lehrenden, das die Neugier der Schülerinnen und Schüler anregt. Die Studierenden müssen also, um besonders erfolgreiches Lernen zu ermöglichen, die Schülerinnen und Schüler auf ihrem individuellen Niveau bestmöglich fördern und fordern (Bruhn, 2014).

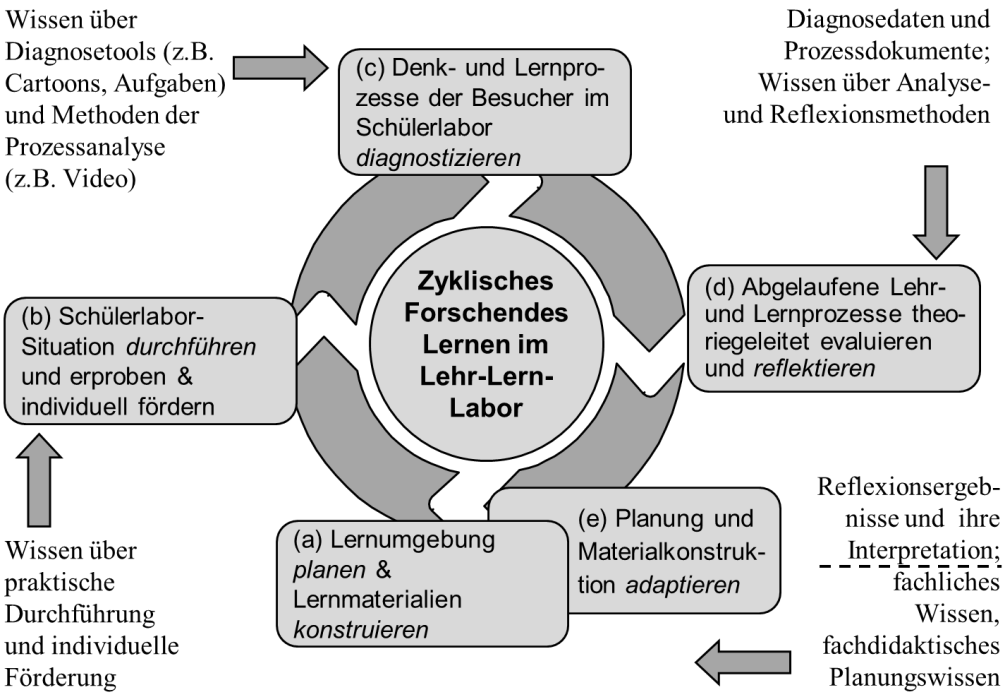

Abbildung 2.5 Zyklisches Forschendes Lernen Studierender im Lehr-Lern-Labor

In Abbildung 2.5 ist das Prozessmodell des Forschenden Lernens Studierender im Lehr-Lern-Labor dargestellt. Die fünf Teilprozesse Planung, Durchführung, Diagnose, Reflexion und Adaption werden in den nachfolgenden Abschnitten durch bereits vorhandene und erprobte Modelle und Ausführungen ausgearbeitet und vorgestellt. Das Modell ist dabei normativ, wird jedoch durch den Bezug auf weitere Modelle für diese Situationen stichhaltig begründet. Die Unterkapitel der Teilprozesse beinhalten weiterhin Anforderungen, welche die Situation an die Studierenden stellen kann. Dadurch wird klar, welches Wissen und welche Fertigkeiten Studierende benötigen, um die Lehrumgebungen erfolgreich zu meistern. Dieses Wissen ist in der Abbildung seitlich in einer allgemeinen Fassung eingeschoben. Entstanden ist das Modell nebst Visualisierung für das von der Deutschen Telekom Stiftung geförderte Projekt „*MINT-Lehrerbildung neu denken!*“, um den Austausch über die Lehr-Lern-Labore zwischen den beteiligten Universitäten zu ermöglichen und gemeinsam die Prozesse der Studiereden zu strukturieren und auszudifferenzieren (Nordmeier, 2014). In dieser Arbeit dient es zunächst als Strukturierungshilfe, durch den Einsatz in den empirischen Teilen dieser Arbeit ist es außerdem möglich, das Modell zu evaluieren.

2.3.1 Planungsprozesse im Lehr-Lern-Labor

> *Die Unterrichtsvorbereitung ist eine jener Aufgaben des praktischen Schulmanns, in denen Grundprobleme der Schulpädagogik wie ein Brennpunkt zusammentreffen (Klafki, 1958, S. 450).*

Das obige Zitat von Klafki (1958) zeigt die lange Tradition des Diskurses zu einer gelungenen Unterrichtsplanung. Aus diesem Grund ist es von großer Bedeutung, dass Studierende in fachdidaktischen Lehrveranstaltungen die Möglichkeit haben, sich mit jedem Detail ihrer Planung auseinanderzusetzen, um sich umfassend auf die noch nicht routinierte Begegnung mit den Schülerinnen und Schüler vorzubereiten. Dazu benötigen die ungeübten Lehrkräfte deutlich mehr Zeit als erfahrene Lehrkräfte (Gassmann, 2013). Während der Planung ihrer Lernumgebungen im Modus des Forschenden Lernens sind die Studierenden, abgesehen von der Zeit in den Lehrveranstaltungen, auf sich allein gestellt. Der Anspruch der Lehrveranstaltungen ist es, die Studierenden in ihren Vorbereitungen konstruktivistischen Lernumgebungen zu unterstützen (Meyer, 2017; Oser & Oelkers, 2001; Weinert, 2001).

So ist es grundliegend von Nöten, den fachlichen Inhalt in seine Elemente zu zergliedern und darüber hinaus zu rekonstruieren, um die Lernumgebung darauf aufzubauen (Prediger et al., 2013). Studierende erwarten in einer solchen Lehr-Lern-Situation, dass die Schülerinnen und Schüler fachliche Inhalte durchdringen, wenn sie diese während der Laborsituation ansprechen. Wenn die Elementarisierung des Inhalts dann auch in einer didaktischen Rekonstruktion mündet, besteht die Chance, dass die Studierenden die fachlich elementarisierten Inhalte in Sinneinheiten, also Segmente, einteilen, die im Zusammenhang mit den kognitiven Prozessen und den Lernhandlungen der Schülerinnen und Schüler stehen (Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek & Parchmann, 2012). Durch die Abfolge dieser Segmente im Sinne einer Sequenzierung wird ein Lernprozess angezielt, der sich an der fachlichen Struktur des Lerngegenstands orientiert (Kiper & Mischke, 2006). Besonders vielversprechend scheinen die Planungen zu sein, wenn die Studierenden die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler ihrer Arbeit zugrunde legen, also ein Umdenken vom Lehren zum Lernen stattfindet (Guskin, 1994). Der Lehrprozess soll also nicht im Fokus sein, sondern muss vielmehr als Mittel verstanden werden, die Lernprozesse zu unterstützen. Eine mögliche Orientierungshilfe sind hier die Basismodelle des Lernens, die bereits die Segmente und Sequenzen lernförderlich vorstrukturieren (Krabbe et al., 2015; Oser & Sarasin, 1995).

Die Studierenden benötigen für die Planung der Lehr-Lern-Laborsituation somit grundliegendes, fachliches Wissen sowie Wissen über die Strukturierung von Lehr-Lernsequenzen und über die Segmentierung und Sequenzierung ihrer Unterrichtssituationen. Für eine besonders an den Lernprozessen orientierten Experimentierstation werden außerdem das implizite Verständnis der Basismodelle des Lernens vorausgesetzt, sodass ein Umdenken vom Lehren zum Lernen möglich wird. In der Arbeitsgruppe Physikdidaktik an der Universität Oldenburg ist ein Planungstool entwickelt worden, das die Planung von Unterricht anhand der Lernprozesse der Schüler in den Mittelpunkt stellt (Richter & Komorek, 2017). Dieses soll im folgenden Absatz vorgestellt werden.

„backbone"-Planungstool

Um die eigene Planung zu strukturieren, ist es hilfreich Planungsraster einzusetzen, um den Überblick während der Unterrichtssituation nicht zu verlieren. Dabei gibt es neben den klassischen Übersichtstabellen, zum Beispiel von Meyer (2018), die Bestrebung, nicht mehr die Lehrhandlungen in den Mittelpunkt zu stellen, sondern das Planen aus der Sicht der Lernenden zu antizipieren (Möller et al., 2006).

In der Abbildung 2.6 ist die Planungsvorlage für ein Segment einer Unterrichtsstunde zu sehen. Es wird genutzt, um die Lernschrittfolge der Basismodelle des Lernens strukturiert umzusetzen. Dabei steht der Lernprozess der Schülerinnen und Schüler im Mittelpunkt der Planung und der darüber hinaus auch der entwickelten Planungsübersicht. Der Lernprozess wird durch die Ziele des Unterrichtssegments, dem fachlichen Inhalt, der Lernumgebung sowie den einzusetzenden Medien umgeben. Als Sicherung ist für jedes Unterrichtssegment ein Feld zur Diagnose des Lernprozesses eingesetzt (Richter & Komorek, 2017). Das „*backbone*"-Planungstool unterstützt somit den *conceptual change* (Duit & Widodo, 2005), da sich die Studierenden die Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler klarmachen und ihre Erwartungen formulieren. Dabei ist den Autoren wichtig, dass die Studierenden die verschiedenen Einflüsse auf die antizipierten Lernprozesse berücksichtigen (Richter & Komorek, 2017). Diese beinhalten die übergeordneten Ziele des Unterrichts und speziell des Segments sowie die Fachlichen Inhalte auf der anderen Seite. Die einzusetzende Sozialform und zur Verfügung stehende Medien gehören neben den antizipierten Unterrichtshandlungen auch zu den Einflüssen auf die Lernprozesse. Die Planung wird abgeschlossen mit der Diagnose, ob die Lernziele und der Lernprozesse erreicht bzw. problemlos ablaufen kann. Im Anschluss wird außerdem festgehalten, welches Unterrichtssegment daran angrenzt (Richter & Komorek, 2017).

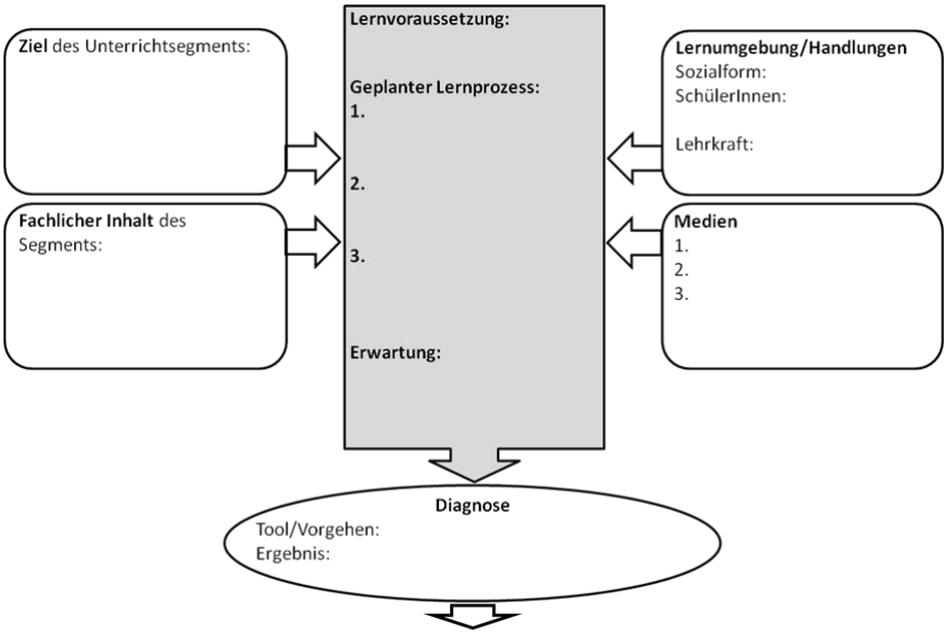

Abbildung 2.6 Planungsraster „backbone"

2.3.2 Aspekte der Durchführung in Micro-Teaching-Umgebungen

Im Lehr-Lern-Labor sind die Studierenden anders als in schulpraktischen Modulen meist mit einer Kleingruppe von Schülerinnen und Schülern konfrontiert. Dadurch ergibt sich für die Praxis die Möglichkeit, den Fokus weg von Klassenführungstätigkeiten und hin zu schülerspezifischen Motivation und Förderung zu richten (Smoor & Komorek, 2016). Gewissermaßen gelingt dies bereits, wenn die Studierenden die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler auf den fachlichen Inhalt lenken und diesen motivieren, wenngleich sie die Lernenden in zuvor festgelegten, engen Grenzen durch die Lernsituation führen. Obgleich dies eine mögliche Durchführung skizziert, werden die Potentiale des Lehr-Lern-Labors nicht genutzt und die Prinzipien lernförderlichen Unterrichts beispielsweise nach Meyer (2017) missachtet.

Eine Fertigkeit von Lehrenden, die besonders in den letzten Jahren durch die Inklusionsbemühungen an Bedeutung gewonnen hat, ist es die Förderung der Lernenden spezifisch ihrer Fähigkeiten zu gewährleisten. Die Studierenden antizipieren für ihre Schülerinnen und Schüler individuelle Lernprozesse und leisten während der Laborsituation persönliche Unterstützungen. In geringer Ausprägung dieser Fertigkeit werden diese Hilfsmechanismen nur punktuell eingesetzt, sodass die Schülerinnen und Schüler nur kurzfristig die geplanten Lernpfade verlassen und ihr Handeln den Mittelpunkt des Lehr-Lern-Labors bildet. In der Lehrmethode der *cognitive apprenticeship* wird ein solches Verhalten ähnlich propagiert (Duit, 2015). Dazu ist es die Diagnostik der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler nötig, um auf sie zugeschnittene Hilfestellungen anbieten zu können. Gewissermaßen baut die Lehrperson ein Hilfsgerüst, wodurch die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit haben, kognitive Eigentätigkeit zu entwickeln. Dadurch kann sich die Lehrperson unter gewissen Umständen zurückziehen und die Schülerinnen und Schüler eigenständig lernen. Die Studierenden können dadurch die Schülerinnen und Schüler einschätzen, ob sie die benötigten Kompetenzen aufweisen, um spezielle Methoden wie das Forschende Lernen umsetzen können oder ob sie eine kleinschrittige Anleitung benötigen.

Den Studierenden ist dabei ein Vorteil inne, da sie die Schülerinnen und Schüler im Lehr-Lern-Labor betreuen und dadurch eine generell höhere Motivation vorhanden ist (Pawek, 2009). Dennoch ist es essentiell die Lernenden über den gesamten Zeitraum für den Gegenstand des Lehr-Lern-Labors zu begeistern. In keinem anderen Teilprozess des Zyklischen Forschenden Lernens sind die Studierenden so auf ihre praktischen Fertigkeiten angewiesen und müssen eventuell spontan auf Fehler in den Materialien, dem Zeitmanagement oder passenden Methoden reagieren. An dieser Stelle ist es oftmals direkt nötig, Handlungsalternativen zu generieren, um den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler weiterzuführen (Beck et al., 2008). Dabei ist es kritisch zu beurteilen, ob spontane Adaptionen, die auf ebensolche Fehler zurückzuführen sind, eine hohe Kompetenz in der Durchführung postulieren oder ob sich dadurch die lückenhafte Planung offenbart (Kufner, 2013). Die Durchführung der konzipierten Lehr-Lern-Situation bietet ähnliche Vorteile, wie das in Lehr-Lern-Laboren sonst verbreitete Micro-Teaching. Wahl (2013) beschreibt diese Potentiale vor allem in der angepassten Zeit, Themenkomplexität und Teilnehmerzahl der Lernenden. Bis auf die kürzere Zeit sind im vorzustellenden Lehr-Lern-Labor alle weiteren Dimensionen erfüllt, sodass davon ausgegangen werden kann, ein lernförderliches Angebot für die Studierenden entwickelt zu haben.

2.3.3 Fachdidaktische Diagnose von Lernprozessen

Während die Planung und Durchführung für jedes Lehr-Lern-Labor essentiell sind, ist der Einsatz von Diagnosemitteln sowie die Reflexion der Durchführung mit einer anschließenden Anpassung der Lernumgebung basierend auf den beiden vorangegangen Vorgängen ein Alleinstellungsmerkmal des Zyklischen Forschenden Lernens.

Die Diagnose von Schülereigenschaften, im Speziellen ihrer Denk- und Lernprozesse, sind derzeit im aktuelle Interessen der fachdidaktischen Forschung (Komorek & Prediger, 2013; Selter et al., 2017). Für das adaptive Lehr-Lern-Labor ist die Erfassung des Verhaltens und des Lernstandes der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler von besonderem Interesse, da diese eine große Bedeutung für die Reflexion und Adaption haben (weiteres in den folgenden Abschnitten). Ein rudimentäres Verständnis von Diagnose liegt gewissermaßen bereits dann vor, wenn Studierende ihre Schülerinnen und Schüler als *Überflieger, Klassenclowns* oder *Störenfriede* einschätzen und sich somit dazu verleiten lassen, basierend auf Stereotypen das Leistungspotential zu beurteilen. Diagnosekompetenz sollte hingegen viel mehr so ausgestaltet sein, dass die Studierenden auf Basis ihrer Befunde die Lernumgebung anpassen, wenngleich sie mehrere Dimensionen in der Diagnosesituation beachten und auch die restliche Lerngruppe mit einbeziehen (Hößle, Hußmann, Michaelis, Niesel & Nührenbörger, 2017). Dazu benötigt es ein Verständnis für den Einsatz von Diagnosemitteln, das nicht selbstverständlich ist. Die Diagnosemittel müssen offen genug sein, um die Probleme der Lernenden erfahrbar zu machen, aber nicht zu offen sein dürfen, damit der Gegenstand der Diagnose noch greifbar ist (Hößle et al., 2017).

Diagnosemittel dienen im Unterricht, im Lehr-Lern-Labor ist es ähnlich, der Erhebung verlässlicher Daten zur Anpassung der Planung an die Fertig- und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler. Wie diese allerdings von den Studierenden eingesetzt werden, ist stark von ihrer diagnostischen Kompetenz abhängig. Bei niedrig ausgeprägter Diagnosekompetenz wird erwartet, dass die Studierenden zwar die Aufgaben durchführen können, allerdings nicht die Auswertung oder Potentiale für die Lernenden erkennen (Fischer, Hößle, Krause, Michaelis & Niesel, 2017). In diesen Fall wird maximal der Fortgang der Lernumgebung durch die Diagnose validiert. Studierende mit hoher diagnostischer Kompetenz verfolgen hingegen das Ziel, die individuellen, kognitiven Prozesse zu erfassen, um einer Absicht des individuellen Förderns nachzukommen (Hascher, 2008; Komorek, 2014). Die Diagnosemittel beschäftigen sich an dieser Stelle mit unterschiedlichen Dimensionen der Diagnostik. Zum einen ist es wichtig, Lernstände festzuhalten und zu strukturieren, es ist auf der anderen Seite genauso relevant, die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler zu begleiten. Dies ist nur durch eine Prozessdiagnose möglich (Dübbelde, 2013).

Darüber hinaus wird erwartet, dass die Überzeugungen der Studierenden im adaptiven Lehr-Lern-Labor im Teilprozess der Diagnose eine Rolle spielen, da diese bei der Rechtfertigung des Einsatzes der Diagnosemittel zu tragen kommen. Außerdem wird erwartet, die ersten Entscheidungen nur auf Basis dieser Überzeugungen und nicht durch eine professionelle Überzeugung zu treffen (Hesse & Latzko, 2017). Ob der Stellenwert der Diagnose und weiteren zentralen Themen der Lernpsychologie, wie der konstruktivistischen Lerntheorie, eine wichtige Voraussetzung für erfolgreiche Diagnosesituationen sind, muss sich in der Auswertung der Daten zeigen. Weiterhin sind die Einsatzmöglichkeiten der Diagnosetools sowie ihre Grenzen und

Stärken und die zu ziehenden Schlussfolgerungen auf genereller sowie individueller Ebene wichtige Indikatoren dieses Teils der adaptiven Lehr-Lern-Labore.

2.3.4 Reflexionsprozesse im Lehr-Lern-Labor

Die Studierenden haben nach der Auswertung von erhobenen Diagnosedaten die Aufgabe ihre Lehr-Lern-Situation zu reflektieren. Dadurch kommen die Studierenden den Forderungen nach Schön (1987) nach, der eine *reflection-on-action* als zentrales Mittel der professionellen Reflexion beschreibt. Die Reflexion von Lernumgebungen weist dabei verschiedene Qualitäten und Ausprägungen auf, die die Studierenden im Lehramtsstudium erlangen sollen. Die Studierenden denken in der Reflexion darüber nach, in welchen Situationen bei den Schülerinnen und Schülern Schwierigkeiten aufgetreten sind und inwiefern diese mit Defiziten ihrer Planung oder den Lernenden in Verbindung zu bringen sind (Meyer, 2006). Reflexion bedeutet somit, dass die Studierenden die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler einschätzen und auf die Passung des dargebotenen Lehr-Lern-Arrangements eingehen. Dadurch wird es ihnen möglich, ihr eigenes Vorgehen zu hinterfragen und sich somit zu professionalisieren (Wildt, 2006).

Die Tiefe der Reflexion ist von diesen Vorgängen allerdings nicht abhängig, sondern zeigt sich erst in der Analyse der Reflexionsergebnisse(Abels, 2011). Studentische Reflexion kann in diesem Fall so weit gehen, dass sich diese durch selbstgewählte Reflexionskriterien strukturiert. Dadurch wird ein Bewusstsein für die relevanten Praxiselemente geschaffen. In dieser Umgebung werden neben den eigenen Beobachtungen die erhobenen Diagnosedaten herangezogen. Dies hat zur Folge, dass die Studierenden die geplanten kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler mit den tatsächlichen Lernhandlungen in Beziehung setzen können und ihre Lehrhandlungen derselben Betrachtung unterziehen. Das Ziel der Reflexion ist dabei die bessere Passung zwischen dem Angebot von Lehrimpulsen und der Umsetzung in Form von Lernprozessen.

Reflektierend handelnde Lehrkräfte beschreibt Abels (2011) als Personen, die in ihren Reflexionen sowohl die eigene Sicht auf die Abläufe einbeziehen und auf der anderen Seite auch in der Lage sind, verschiedene Perspektiven in Form eines kritischen Diskurses bei der Reflexion von bestimmten Situationen einzunehmen. Ob sich allerdings die Praxissituation im Lehr-Lern-Labor eignet, um sich positiv auf die Reflexionskompetenz auszuwirken, ist im wissenschaftlichen Diskurs umstritten (Fichten, 2013).

2.3.5 Adaption der Lernumgebungen

Die Studierenden sollen durch die Zyklischen Forschenden Lernprozesse in Situationen gelangen, in denen ihr Angebot auf dem Prüfstand steht. Die Erfahrungen, die sie mit den Schülerinnen und Schülern gemacht haben, dienen dabei als Anhaltspunkt, um ihr weiteres Vorgehen zu strukturieren. Eine solche Anpassung oder Adaption der eigenen Planung setzt spezifische Kompetenzen voraus, die Beck et al. (2008) als adaptive Lehrkompetenz bündeln. Für die Autoren handelt es sich dabei um eine zentrale Kompetenz, wenn es um die Konzeption von Unterrichtssituationen basierend auf pädagogischen, psychologischen und didaktischen Prinzipien

geht (Beck et al., 2008). Besonders die Relevanz der adaptiven Lehrkompetenz für die Prozesse im Vorhinein, während der Durchführung und als Ergebnis der Reflexion beweist, wie zentral diese Kompetenz für professionelles Handeln im Lehramt ist. Adaptiv als Begriff bezieht sich dabei auf die allgegenwärtige Bedeutung der Lehrkompetenz für passgenaue Lehrimpulse, sodass die individuellen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler beachtet werden. Dazu müssen Lehrpersonen über eine differenzierte Auswahl an Handlungsalternativen verfügen bzw. die Fähigkeit besitzen diese spontan im Unterrichtsgeschehen oder durch Rückgriff auf Literatur nach dem Unterricht zu generieren. Auch bei Adamina (2010) und Kufner (2013) wird adaptive Lehrkompetenz so verstanden, dass sie ad hoc während der Lehr-Lern-Situation zum Tragen kommt. Im Verständnis dieser Arbeit ist allerdings auch von adaptiver Lehrkompetenz zu sprechen, wenn die angehenden Lehrkräfte ihre Planungen zwischen den Terminen anpassen. Dies hat den Vorteil, dass erneut Faktoren aus der Lernumgebung herausgenommen werden und laborartig in einem Reflexionsgespräch außerhalb der Lehr-Lern-Situation durchgesprochen werden können. Die Studierenden haben dadurch die Möglichkeit, sich nicht darauf verlassen zu müssen, die Lernprozesse spontan in die vorgesehene Richtung zu lenken, sondern können in Ruhe eine Lösung für die entstandenen Lernhemmnisse erarbeiten.

Zur adaptiven Lehrkompetenz gehören für Beck et al. (2008) vier Dimensionen, die Sachkompetenz, die diagnostische Kompetenz, didaktische Kompetenz und Klassenführungskompetenz. Die Lehrpersonen, in diesem Fall sind es die Studierenden, die am Lehr-Lern-Labor teilnehmen, müssen genug Fachwissen über den Unterrichtsgegenstand besitzen, die Schwierigkeiten ihrer Schülerinnen und Schüler diagnostisch herausarbeiten, diese durch geeignete didaktische Entscheidungen aufgreifen und mithilfe ihrer Klassenführungskompetenz im Unterricht durchführen (Aebli, 1997; Beck et al., 2008; Weinert & Helmke, 1996). Lernumgebungen, die von Personen mit einem hohen Grad an adaptiver Lehrkompetenz konzipiert werden, befähigen die Schülerinnen und Schüler dazu, eigene Kenntnisse mit dem jeweiligen Lerngegenstand abzugleichen. Es geht also über einen reinen Wissenserwerb hinaus, da sie selbstständig ihre gewählten Rahmenbedingungen erweitern, indem sie ihre Fähigkeiten mit dem neu Erlernten verknüpfen (Oliveira, 2010). Dadurch werden Inhalte besser vernetzt und bleiben langfristig abrufbar. Genau solche metakognitiven Kompetenzen sind Indikatoren für einen gelungenen, subjektorientierten Unterricht. Da die adaptive Lehrkompetenz einen Kompetenzaufbau der Schülerinnen und Schüler befähigt, qualifiziert sie sich als wichtiger Bestandteil des Kompetenzkanons von Lehrkräften.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, sind Lehr-Lern-Labore nur schwierig miteinander zu vergleichen (Brüning, 2017). Auch bei dem grundliegenden Modell des Zyklischen Forschenden Lernens bieten sich mehrere Möglichkeiten, das Angebot anzupassen. Dabei sind zwei Modi der Adaption denkbar, die durch mehrfache Schülerbesuche möglich werden: Die rückwärtsgerichtete Adaption befähigt die Studierenden dazu, den Gegenstand optimaler zu elementarisieren, da sie die gleiche Lernumgebung mit verschiedenen Schülerinnen und Schülern durchführen. In diesem Fall münden die Diagnose- und Reflexionsergebnisse in der Anpassung der Lernumgebung und somit in einer Optimierung für eine erneute Durchführung mit anderen Schülerinnen und Schülern. Eine vorwärts gerichtete Adaption bietet die Möglichkeit, eine Annäherung an die spezifischen Denk- und Lernprozesse der besuchenden Schülerinnen und Schülern anzustreben. Dazu treffen sich die Studierenden mehrfach mit der gleichen Lerngruppe, sodass sich die Adaption der

Lernumgebung damit beschäftigt, den Lerngegenstand auf die spezifischen Vorerfahrungen und Bedürfnisse der konkreten Schülerinnen und Schüler anzupassen.

Eine rückwärts gerichtete Adaption der Lernumgebung hat für die angehenden Lehrkräfte den Effekt, dass sie die Konstruktion des zu unterrichtenden Lerngegenstandes perfektionieren können. Sie passen sich dem vorliegenden Inhalt an, um bei den Schülerinnen und Schülern präziser die gewünschten Lernprozesse auszulösen (Dohrmann & Nordmeier, 2015). Dies gleicht dem Ziel der vorwärts gerichteten Adaption, nur ist das gewählte Mittel ein anderes. Indem die selben Schülerinnen und Schüler mit den gleichbleibenden Studierenden zusammenarbeiten, habe letztere die Möglichkeit, ähnlich der echten Schulpraxis, sich immer besser auf ihre Schülerinnen und Schüler einzulassen. Im Forschungsteil dieser Arbeit wird eine Modulstruktur beschrieben, die eine vorwärts gerichtete Adaption der Lernumgebungen in den Mittelpunkt der Lehrveranstaltung stellt (Smoor & Komorek, 2016). Deshalb liegt der Schwerpunkt in diesen Ausführungen auf dieser Form der Anpassung des Lerngegenstands.

Die Adaption von Lernumgebungen bzw. der Lehr-Lern-Laborsituationen kann dabei bzgl. aller Aspekte von Unterricht geschehen. Es besteht zum einen die Möglichkeit, die fachliche Strukturierung der Umgebung den Voraussetzungen der Schülerinnen und Schülern anzupassen. Weiterhin kann die Anpassung der Motivation und die Suche nach einem sinnstiftenden Kontext das Interesse bei den Schülerinnen und Schülern anheben und dadurch den erwünschten Lernerfolg begünstigen. Die Lehrkräfte können außerdem ihre fachdidaktischen Kenntnisse dazu einsetzen, die fachlichen Inhalte mittels der didaktischen Rekonstruktion neu zu strukturieren und den Schülerinnen und Schülern anzubieten (Duit et al., 2012).

2.4 Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden verschiedene Dimensionen der professionellen Handlungskompetenz in den Blick genommen und untersucht, um die Ziele beim Aufbau von Lehr-Lern-Labor-Situationen zu erreichen und die ablaufenden Prozesse angemessen modellieren zu können. Die oben beschriebenen theoretischen Grundlagen beruhen durchgängig auf einem konstruktivistischen Verständnis von Lernprozessen und Lehrimpulsen. Sie sind dabei systematisch auf die Situationen im Lehr-Lern-Labor bezogen worden, um einen Rahmen aufzuspannen für die Fragestellungen dieser Arbeit und die empirischen Untersuchungen. Insbesondere das Professionswissen und die subjektiven Überzeugungen als Teil professioneller Handlungskompetenz sind hier als zentral für die Untersuchungen im Lehr-Lern-Labor herausgestellt worden.

Die Methode des Forschenden Lernens ist diskutiert worden, da die Studierenden in ihrem Vorgehen während der Lehrveranstaltung eigenständig ihre Prozesse modulieren und Forschungsfragen zu den Denk- und Lernprozessen ihrer Schülerinnen und Schüler beantworten sollen. Dadurch ergibt sich für die Studierenden eine enge Verknüpfung der Theorie mit praktischen Erfahrungen.

Im vorangegangenen Abschnitt ist das Modell des Zyklischen Forschenden Lernens vorgestellt worden, ein Modell, das speziell für die Prozesse im Lehr-Lern-Labor konzipiert worden ist. Es

soll hier daraufhin überprüft werden soll, ob es in der Realität bestimmte beobachtbare Prozesse im Lehr-Lern-Labor zu beschreiben und aufzuklären hilft. Die fünf Teilprozesse der Planung, Durchführung, Diagnose, Reflexion und Adaption sollen im empirischen Teil der Arbeit wiedergefunden werden. Dabei wird das theoretische Rüstzeug zu den subjektiven Überzeugungen der Studierenden, zu ihrer möglichen Unterscheidung von Tiefen- und Sichtstruktur, zu Ihrer Sicht auf Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler und zu ihrem Verständnis vom Forschen benötigt, um zu einem klaren Bild vom Nutzen eines Lehr-Lern-Labors zu gelangen.

3 Design-based research zur Weiterentwicklung von Studienmodulen

Angestoßen durch die Diskussion um die Gestaltung sinnstiftender Theorie-Praxis-Bezüge in der Lehrerbildung (Bundesassistentenkonferenz, 2009; KMK, 2017; Terhart, 2002; Wissenschaftsrat, 2001), wird vorgeschlagen, dass Studierende möglichst in der ersten Phase der Lehrerbildung authentische Situationen erleben sollen, die den Kontakt zu Schülerinnen und Schüler ermöglichen und diese Praxiserfahrung zu reflektieren erlaubt (Nordmeier, 2014). Wie oben angesprochen, könnten Lehr-Lern-Labore diese Situationen darstellen. Das vorrangige Ziel ist dabei, die Professionalisierung der Studierenden positiv zu beeinflussen (Arens-Voshege et al., 2006; Hascher, 2014; Makrinus, 2012). Daraus folgt, dass diese Situationen in die regulären Modulstrukturen eingebettet sein müssen, damit sie von allen studierenden genutzt werden können und nicht ein freiwilliges Angebot bleiben. Dazu müssen aber vorhandene Module um Elemente ergänzt und erweitert werden, die Lehr-Lern-Labor-Situationen zu integrieren erlauben. Im Fall der vorliegenden Studie konnte auf das Mastermodul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ zurückgegriffen werden. Die zu vermittelnden Kompetenzen gemäß Modulhandbuch passen weitgehend zu denen, die oben den KMK-Standards für die Lehrerbildung skizziert worden sind. Das Modul umfasst bereits in geringem Maße Lehr-Lern-Labor-Elemente, als es an der Studie teilnahm.

Da das Modul hin zu einem Lehr-Lern-Labor-Modul entwickelt werden sollte, wurde ein Entwicklungsansatz benötigt, der sowohl den Optimierungsprozess des Moduls beschreibt als auch generalisierbare Ergebnisse zu formulieren hilft. Hierzu wurde der Design-based research-Ansatzes herangezogen (Design-based Research Collective 2003) vorgestellt. Dieser Ansatz erfüllt beide Forderungen; er unterstützt die Weiterentwicklung des vorhandenen Moduls und lässt generelle Erkenntnisse über das Lernen im Lehr-Lern-Labor zu. Beim Design-based research werden im Entwicklungsprozess miteinander in Verbindung stehende Faktoren identifiziert, deren Variation zu einer Optimierung des Moduls führt. Nur innerhalb der Modulstruktur können die zu untersuchenden Prozesse der Studierenden ablaufen, sodass sie für die Erhebung im Fokus stehen. Diese ganzheitliche, qualitative Betrachtung ist derzeit in keinem anderen Ansatz zu finden, da oftmals quantitativ messbare Konstrukte im Fokus stehen (Fried, Elsholz & Trefzger, 2015; Völker & Trefzger, 2010). Dabei liefert gerade der qualitative Ansatz die Möglichkeit, in einem wenig beforschten Feld spezifische Ansätze zu finden, um den größtmöglichen Lerneffekt zu erzielen (Flick, 2000).

3.1 Modulstrukturen im Fokus der Forschung

Der Forschungsprozess dieser Studie lässt sich als Design-based research-Prozess charakterisieren und wird in Abbildung 3.1 bzgl. der zentralen Abschnitte visualisiert. Das Forschungsdesiderat fußt sowohl auf bereits durchgeführten Projekten am Oldenburger Standort, als auch auf den Konstrukten, die im wissenschaftlichen Diskurs besprochen werden. Darauf basierend ist ein Modul entwickelt worden, dessen Eckdaten in 3.1 vorgestellt werden. Um direkt nachvollziehen zu können, welche Ergebnisse auf der Forschungsebene zu Änderungen im Modulkonzept geführt haben, werden diese Adaptionen an der Struktur in den Kapiteln 6 und 8 jeweils unter verschiedenen Gesichtspunkten aufgearbeitet. Diese Kapitel stellen mit der zugehörigen Vorstellung des Designs jeweils einen Forschungszyklus dar und beschreiben sowohl Design und Durchführung. Darüber hinaus werfen sie Fragen zur Analyse der Forschungsumgebung auf. Die Auswertung der Ergebnisse findet vor allem in Kapitel 9 statt, da nach den zwei Durchgängen alle Daten vorliegen.

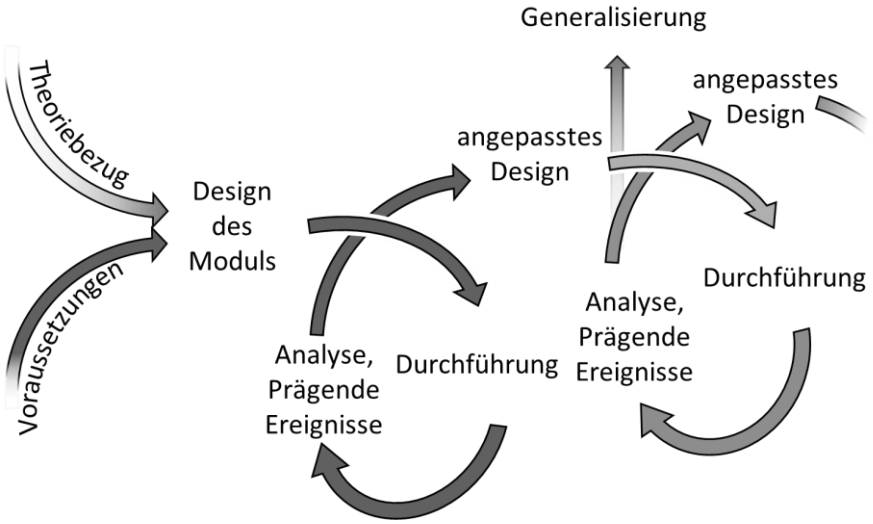

Abbildung 3.1 Ablauf des Forschungsprozesses. In Anlehnung an Fraefel (2014)

Bisher wird dieser Ansatz vor allem für kleinere Forschungsvorhaben, wie die Untersuchung der Wirkung einer Unterrichtsstunde, eingesetzt. Somit ist die Übertragung des Konzeptes auf die universitäre Modulentwicklung noch in keinen Studien beschrieben worden. Die Besonderheit des Design-based research ist, die ständige Auswertung der erhobenen Daten, zur Verbesserung der eingesetzten Intervention (Reinmann, 2005). Aus diesem Grund wird in der AG Physikdidaktik der Universität Oldenburg diesem Ansatz großes Potential für die Implementation innovativer Lehre zugeschrieben. Im Falle dieser Arbeit werden die prägenden Ergebnisse im Kapitel 7 zwischen der Durchführung des ersten Designs und des zweiten Moduldurchgangs vorgestellt.

Die vorliegende Struktur der Auswertungs- und Designkapitel, die sich chronologisch aufschlüsseln, orientiert sich an der zugrundeliegenden Forschungsmethode und gibt dadurch die Möglichkeit, die einzelnen Anpassungen im Design und der Forschungsergebnisse

nachzuvollziehen, was auf Grund der komplexen Struktur des Forschungsvorhabens von Vorteil für den Lesefluss dieser Arbeit ist. Die eingesetzte Methode eignet sich im Besonderen dazu, Grundlagenforschung mit Einbezug der Praxis zu betreiben, was zu einer direkten Legitimation des entwickelten Gegenstandes führt (Wilhelm & Hopf, 2014). Fischer, Waibel & Wecker (2005) beschreiben die Methode dabei als Möglichkeit, um spezielle Probleme der Praxis zu erforschen und zu ergründen. Im Gegensatz zu Laborstudien, in denen oftmals davon ausgegangen wird, dass einzelne Faktoren die Entwicklung von Lernzuwachs bedingen, stehen beim Design-based research die Lernumgebung als Ganzes sowie als komplexes Zusammenspiel von unterschiedlichen Einflussfaktoren im Mittelpunkt einer Feldstudie (Wilhelm & Hopf, 2014). Dieser Ansatz kann dadurch allerdings keine ähnlich validen Ergebnisse liefern, wie die angesprochenen quantitativen Laborstudien. Dies führt dazu, dass die Forschungsprojekte, die mittels Design-based research ausgerichtet sind, eine großen Teil an Überzeugungsarbeit leisten müssen, um dieser Kritik entgegenzutreten (Barab, 2009).

Gemeinsamkeiten finden sich ebenfalls zum Modell der Didaktischen Rekonstruktion, die, genau wie das Design-based research, die Vielschichtigkeit von Lernprozessen modelliert (Duit et al., 2012). Dabei wird zunächst die fachliche Klärung des Unterrichtsgegenstands angestrebt und hierzu gezielt die Perspektive der Lernenden empirisch erhoben, um darauf basierend die Lernumgebung zu planen. Ähnlich der Aktionsforschung ist diese Studie nach der Abfolge *plan – act – observe – reflect* aufgebaut (James, Milenkiewicz & Buckman, 2008). Um Entwicklungsziele zu erreichen, münden diese Schritte in einer Optimierung und sollten keines Falls nur linear gedacht sein (Fichten, 2013).

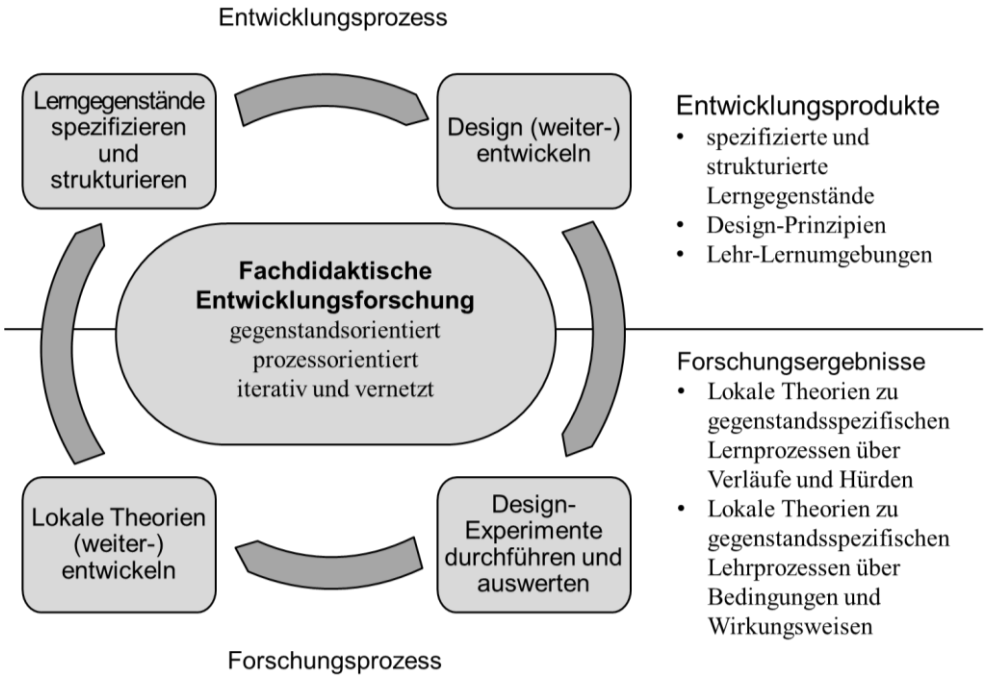

Abbildung 3.2 Das Dortmunder Modell der fachdidaktischen Entwicklungsforschung basierend auf Hußmann, Thiele, Hinz, Prediger & Ralle (2013)

Im deutschsprachigen Raum wird Design-based research oftmals als fachdidaktische Entwicklungsforschung bezeichnet, wenngleich sich die englische Bezeichnung international weitestgehend durchgesetzt hat. Exemplarisch sei hier das Dortmunder Modell nach Hußmann, Thiele, Hinz, Prediger & Ralle (2013) (siehe Abbildung 2.3) vorgestellt. Hier wird deutlich zwischen zwei Ebenen der Abläufe getrennt. Diese beziehen sich auf die Entwicklung von Produkten sowie den Ergebnissen der Forschungsumgebung. Hußmann et al. (2013) zeigen in ihrem modellierten Kreisprozess auf, dass der Entwicklung des Designs eine Spezifikation bzw. Strukturierung des Lerngegenstandes vorangeht. Auf der Forschungsebene werden als zentrale Mittel die Analyse des Designs inklusive der Durchführung beschrieben sowie die Weiterentwicklung der lokalen Theorien angestrebt.

Die vier Arbeitsbereiche aus obiger Abbildung beziehen sich dabei im Gegensatz zum Verständnis des Design-based research in dieser Arbeit auf die Spezifizierung eines Lerngegenstandes und nicht auf die Entwicklung einer gesamten Modulumgebung. Der Lerngegenstand muss im ersten Schritt spezifiziert und strukturiert werden. Dazu muss unteranderem die Lernendenperspektiven beachtet werden. Dies geschieht unter anderem durch Einbezug der didaktischen Rekonstruktion (Duit et al., 2012). Im zweiten Schritt wird das Design entwickelt, sodass auf die prozessbezogenen und methodischen Entscheidungen eingegangen wird (Prediger et al., 2012). Im Anschluss werden die Konzepte in Design-Experimenten durchgeführt. Im Gegensatz zum vorliegenden Modulkonzept wird eine Lernumgebung mit mehreren Lernendengruppen erprobt, um die Wirkung des Lehr-Lernarrangements zu prüfen und die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler zu erheben (Prediger et al., 2012). Die hohe Frequenz kann beim Design-based research eines Moduls nicht erreicht werden, da der Umfang und der Turnus von einem Jahr keine Flexibilität erlauben. Die erhobenen Daten müssen im weiteren Vorgehen durch meist qualitative Auswertungsmethoden analysiert werden, um sie dann für die eigenen lokalen Theorien aufzubereiten und jene dadurch aufzubauen bzw. weiterzuentwickeln. Dieser Arbeitsbereich ist gleichzeitig auch als Vorstufe eines weiteren Zyklus zu verstehen. Ähnlich der Reflexion im Prozessmodell des Zyklischen Forschenden Lernens, werden im Anschluss an die Ergebnisdokumentation ein weiterer Zyklus der fachdidaktischen Entwicklungsforschung angestrebt. Dies kann darin münden, dass die Lernziele neu formuliert oder angepasst werden müssen. Diese Form der Forschung wird bisweilen noch nicht durch viele Studien verfolgt. Im anglosächsischem Raum zeichnet sich in dieser Hinsicht ein anderes Bild ab. Hier ist die als Design-based research bezeichnete Forschungsmethode weit verbreitet und wird von vielen Forschungsgruppen angewandt (Design-based research collective, 2003; Fraefel, 2014).

Wichtig für diesen Ansatz ist sowohl die Auswahl der Designelemente als auch die der Forschungsinstrumente, da diese einem gewissen Spannungsverhältnis unterliegt. Die forschenden Personen sollen so viele ausschlaggebende Merkmale der Lernenden wie möglich untersuchen, wenngleich dies zu einer übermäßigen Belastung der Probandinnen und Probanden führt, sodass die Ergebnisse der Forschung unter fehlender Motivation leiden (Wilhelm & Hopf, 2014). Aus diesem Grund müssen Instrumente entwickelt werden, welche die Studierenden nicht überfordern, sondern ihnen vielmehr das Gefühl geben, für sich einen Mehrwert durch die Beantwortung herausziehen zu können.

Design-based research im Modul: „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“

In der vorliegenden Studie wird der Ansatz eingesetzt, um zum einen das Modul kriterien- und forschungsgeleitet (weiter) zu entwickeln und zum anderen, weil der Ansatz außerdem die Formulierung von Forschungsergebnissen zulässt. Bezieht man sich auf die vier Schritte des im vorigen Abschnitt vorgestellten Dortmunder Modells, so kommt dem Lerngegenstand die adaptiven Lehrkompetenzen als Teil der professionellen Handlungskompetenzen gleich. Zum Erreichen dieser Ziele wird ein Modul mit Einsatz im Lehr-Lern-Labor entwickelt, das spezifisch auf die notwendigen Konstrukte ausgerichtet ist. Dadurch werden als Entwicklungsprodukte zum einen die Professionalisierungsmöglichkeiten im Lehr-Lern-Labor und das Moduldesign selbst für die weitere Nutzung aufbereitet. Diese finden sich in den weiteren Kapiteln. Besonders interessant ist dieser Ansatz durch das ganzheitliche Verständnis des Lernens, da nicht einzelne Variablen sondern stets das Design als Ganzes verstanden wird, um die Lernprozesse bestmöglich zu fördern.

Auf der Forschungsebene wird zum einen die Durchführung samt Auswertung der Daten vorgenommen sowie darauf basierend eine Weiterentwicklung der theoretischen Grundlagen bzgl. des Lehrens und Lernens in der spezifischen Situation angestrebt. In dieser Studie bedeutet dies, dass das Modul durchlaufen wird und die Studierenden währenddessen beforscht werden, sodass die Modellierung der studentischen Prozesse als Auswertung der vorliegenden Daten zu einem besseren Verständnis des Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor und universitären Modulen führt. Zur besseren Übersicht wird in Abbildung 3.3 der zeitliche Verlauf des Forschungsprojektes dargestellt-

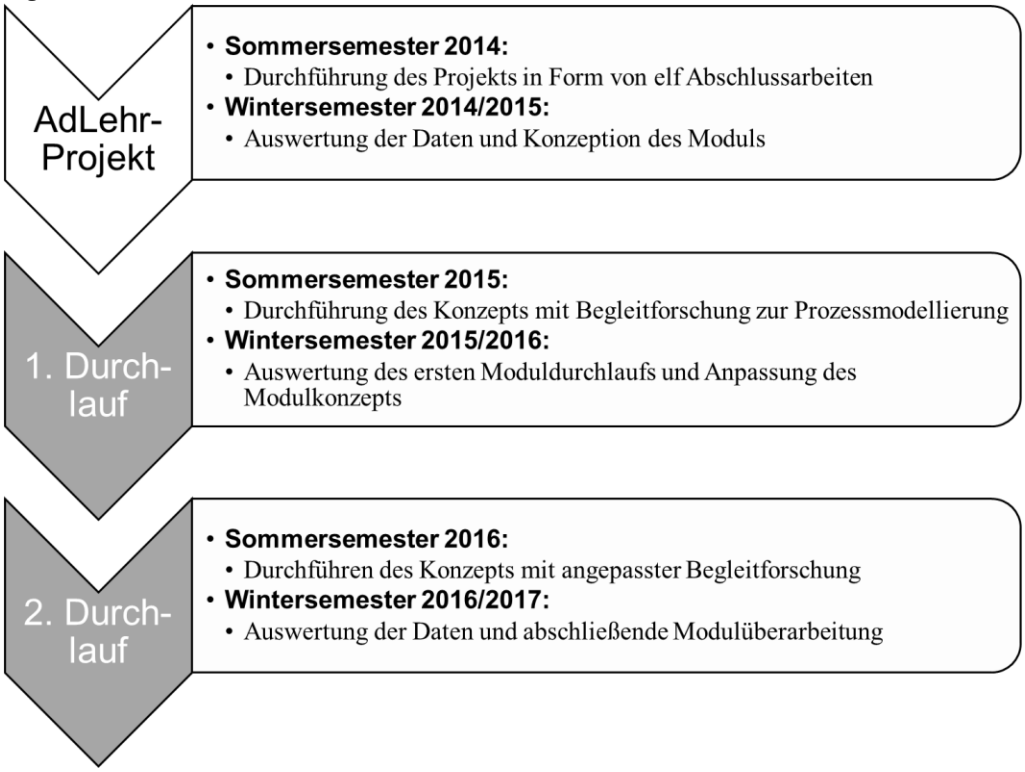

Abbildung 3.3 Ablauf der drei Phasen der Modulentwicklung

Wie in Abbildung 3.3 dargestellt, werden zwei Moduldurchläufe im Anschluss an die Entwicklung des Moduldesigns durchgeführt. Die anfängliche Modulentwicklung beruht zum einen auf theoretischen Vorüberlegungen zu den Professionalisierungsmöglichkeiten im Lehr-Lern-Labor sowie aus konkreten Vorerfahrungen mit adaptiven Lehr-Lernumgebungen aus einem vorangegangenen Bachelorabschlussmodul: dem AdLehr-Projekt. Die drei Projektphasen, also die zwei Moduldurchläufe und das AdLehr-Projekt werden in den folgenden Kapiteln bzw. Abschnitten vorgestellt.

3.2 Das AdLehr-Projekt: adaptive Lehr-Lern-Situationen in Abschlussarbeiten und Beginn der Modulentwicklung

Die Suche nach neuen Ausbildungswegen führt an vielen Universitäten dazu, dass neue Projekte gestartet und innovative Konzepte entwickelt werden. In der Arbeitsgruppe für Physikdidaktik an der Universität Oldenburg wurde aufgrund dieses Desiderats ein Projekt initiiert, das elf Studierenden die Möglichkeit gegeben hat, im Rahmen ihrer Abschlussarbeiten eine dreigeteilte Experimentiersituation mit Diagnosemöglichkeiten durchzuführen und zu analysieren. Das sogenannte AdLehr-Projekt (Adaptives Lehren im Lehr-Lern-Labor) hat daraufhin im Sommersemester 2014 und im anschließenden Wintersemester 2014/2015 stattgefunden. Eine Begleitung durch eine Lehrveranstaltung ist in diesem Fall nicht vorgesehen, um zu überprüfen, ob Studierende in ihrer Planung auf Hilfsmittel aus der Literatur wie Planungsraster oder Diagnoseabläufe zurückgreifen würden und selbstständig in einen Forschungsmodus übergehen (Hesse & Latzko, 2017). Dies kann neben der Förderung der Eigenständigkeit der Studierenden außerdem als Antwort auf die Kritik im Folge der Bologna-Reform der Studienstruktur verstanden werden, die sich damit beschäftigt, dass die Studienstruktur immer weiter verschult wird (Schubarth et al., 2012). In der Begleitforschung von Mansholt & Komorek (2015, 2016) steht folglich im Mittelpunkt, wie Studierende ihre Prozesse strukturieren, welche Wissensbereiche und Prinzipien handlungsleitend sind und wie sie ihren eigenen Erkenntnisprozess modellieren. Dabei wird mithilfe von Interviews, Strukturlegetechniken und Dokumentenanalysen formuliert, dass bei der Konzeption und Erprobung der fachliche Inhalt im Zentrum der Überlegungen der Studierenden steht (Mansholt & Komorek, 2016). Weiterhin werden die fachdidaktischen Inhalte nur selten eingesetzt. So wird beispielsweise Schülerorientierung als Handlungscredo ausgegeben, allerdings nicht durchgängig eingehalten. Die in den Fokus gestellte Anpassung der Inhalte an die Teilnehmenden wird nur selten wahrgenommen und die originale Planung ohne Änderungen durchgeführt (Mansholt & Komorek, 2015).

Gerade die Durchführung und das Kennenlernen von Schülerinnen und Schülern sowie die Möglichkeit, durch Diagnosetechniken das eigene Angebot auf die Teilnehmenden zuzuschneiden, sind Evaluationsgegenstand für den Professionalisierungsprozess. Durch das große Engagement der Studierenden und das positive Feedback für das Projekt ist die Entscheidung gefallen, ein reguläres Modul mit begrenztem Workload von 6 KP zu konzipieren, um adaptive Lehr-Lernumgebungen in die Hochschullehre einzugliedern. Diese wird für die stetige Optimierung durch eine „klientenorientierte Evaluationsstudie“ (Döring, 2014, S. 178) begleitet.

4 Forschungsfragen zu den studentischen Prozessen im Lehr-Lern-Labor

Um den Ursprung der Forschungsfragen nachzuvollziehen, wird zunächst ein kurzer Überblick gegeben, welche Entwicklungen zur Formulierung dieser Fragen geführt haben. Neben der Modellierung der studentischen Forschungsprozesse ist die Implementierung neuer, modularer Strukturen in die universitäre Lehrerbildung ein Ziel des vorgestellten Projekts der Deutschen Telekom Stiftung. Durch diesen Rahmen wurde das Modul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ an der Universität Oldenburg neu ausgerichtet. Verortet ist dieses Modul im zweiten Semester des Masters of Education für alle Lehramtsstudierenden der Physik am Standort Oldenburg. Es wird genutzt, um die Studierenden an fachdidaktische Forschung heranzuführen, die sie in ihrer praktischen Arbeit einsetzen sollen. In der Modulbeschreibung heißt es:

> *Empirische physikdidaktische Forschung hat in den letzten 20 Jahren das Bild von den Lern- und Lehrprozessen im Physikunterricht weitreichend verändert; in der Veranstaltung werden die empirischen Forschungsmethoden der Physikdidaktik vorgestellt und angewendet: Forschungsergebnisse werden auf der Basis physikdidaktischer Modelle analysiert und auf Unterrichtsprozesse bezogen, physikhistorische Methoden und Erkenntnisse werden vorgestellt und diskutiert. Themenfelder wie Diagnostik im Physikunterricht oder der Beitrag physikalischer Bildung zu einer Bildung für nachhaltige Entwicklung wird thematisiert (Universität Oldenburg, 2018, S. 29).*

Das Modell des Zyklischen Forschenden Lernens (Abbildung 2.5) bietet den Bezugsrahmen, um ablaufende Forschungsprozesse zu strukturieren und einzuordnen. Es kann dazu herangezogen werden, die Handlungen der Studierenden zu veranschaulichen. In einigen Dimensionen, so zumindest die Erwartung bei dem neu-konzipierten Prozessmodell, stößt das Modell allerdings auch an seine Grenzen. In den theoretischen Überlegungen im Abschnitt 2.1.1 wurde bereits aufgezeigt, dass handlungsleitende Prinzipien das Forschende Lernen Studierender beträchtlich beeinflussen (Fives & Buehl, 2012). In der Auswertung in Kapitel 7 werden deshalb diese nebenbei erhobenen Einstellungen betrachtet, sodass diese im weiteren Vorgehen an Relevanz gewinnen.

Die Studie strebt eine ganzheitliche Betrachtung der ablaufenden Prozesse an, da die Erhebung die gesamte Situation im Lehr-Lern-Labor berücksichtigt. Das heißt, dass die Studierenden so engmaschig wie möglich zu ihren Prozessen befragt werden. Dies ist wichtig, da nicht nur das Professionswissen einen Effekt auf die Lehrprozesse hat, sondern auch die Überzeugungen handlungsleitend sein können (Blömeke, Suhl & Döhrmann, 2012). Dazu werden die Studierenden nicht allein im Lehr-Lern-Labor empirisch begleitet, sondern auch bereits zuvor durch Fragebögen und im Anschluss daran im Rahmen ihrer abschließenden Forschungsberichte befragt. Es ist beispielsweise im Modell des professionellen Handelns nach Baumert & Kunter (2006) verankert,

dass Überzeugungen und motivationale Faktoren die Planung und Durchführung von schulischem Unterricht beeinflussen. Diese Überzeugungen stimmen in fachdidaktischen Fragen nicht unbedingt mit den theoretischen Erwartungen überein. Dadurch muss sich die universitäre Lehre dem Problem stellen muss, um kreativ denkende und innovative Lehrkräfte auszubilden (Fichten, 2013). Aus diesem Grund werden zu den relevanten Gegenständen der Lehr-Lern-Forschung Standpunkte der Studierenden erhoben, die erklären können, weshalb sie welche Strukturierung ihrer Experimentiersituationen vornehmen. Weiterhin wird die Annahme getätigt, die Studierende seien problemlos in der Lage, eigene Forschungen im Studium umsetzen zu können. Dass das nicht uneingeschränkt der Fall ist, zeigen beispielsweise die Ergebnisse von Krämer et al. (2012). Diesem Umstand ist für eine umfassende Evaluation auf Basis der Kompetenzen der Studierenden nachzugehen.

Bei einer bloßen Betrachtung der Prozesse bliebe offen, weshalb die Studierenden diese Ebene des Umgangs mit den Schülerinnen und Schülern nicht beachten. An dieser Stelle bieten sich zwei Hypothesen an. Zum einen könnte es daran liegen, dass die Studierenden im Laufe ihres Studiums noch nicht die nötigen Kompetenzen aufgebaut haben, um ihre eigenen Entscheidungen zu reflektieren und somit einen Forschungsprozess zu durchlaufen. Andererseits könnte es durch eine bewusste Entscheidung entstehen, weil die Studierenden es nicht für sinnstiftend halten, sich auf die Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler anzupassen, da diese für die Übergabe des Wissens nicht relevant sind.

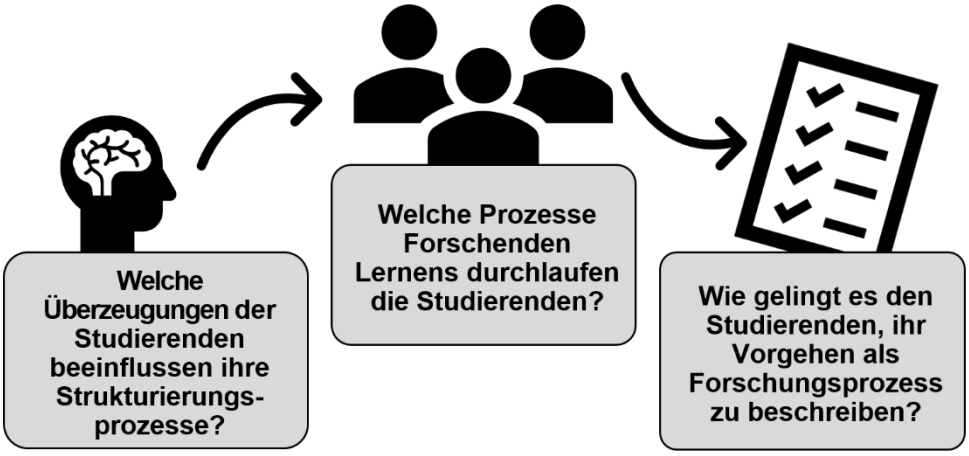

Abbildung 4.1 Forschungsfragen

In Folge dieser Erwartungen und eigener Erfahrungen im ersten *Moduldurchgang* (siehe Abschnitt 7.3) werden die Prozesse im Lehr-Lern-Labor in dieser Studie aus unterschiedlichen Blickpunkten betrachtet und der zu untersuchende Gegenstand der Prozessmodellierung durch weitere Komponenten und Forschungsfragen ergänzt. Diese sind in Abbildung 4.1 dargestellt. Durch die Formulierung der zwei weiteren Forschungsfragen wird es möglich, den Abläufen der Studierenden vom Anfang des Moduls bis hinein in die vorlesungsfreie Zeit nach dem Modul folgen und sie zu modellieren. Wie oben beschrieben, wird durch die Studie angestrebt, die Abläufe

der Studierenden so genau es geht zu ergründen. Deshalb wird neben den Prozessen im Lehr-Lern-Labor außerdem die subjektiven Überzeugungen, die die Planung und Umsetzung beeinflussen und die Fähigkeiten der Forschungskommunikation in den Abschlussberichten in die Betrachtung mit einbezogen. Um die komplexen Handlungsentscheidungen nachvollziehen zu können, werden für die Beantwortung der Forschungsfragen qualitative Forschungsmethoden gewählt.

Die drei durch diese Arbeit zu beantwortenden Fragen sind somit wie folgt formuliert.

1. **Prozesse:** Welche Prozesse Forschenden Lernens durchlaufen die Studierenden? Wie lassen sie sich modellieren?
2. **Überzeugungen:** Wie beeinflussen subjektive Überzeugungen vom Lernen und Lehren die Strukturierungen im Lehr-Lern-Labor?
3. **Forschungsmodus:** Inwiefern gelingt es Studierenden, ihr Vorgehen als Forschungsprozess zu verstehen und zu beschreiben? Inwieweit können sie sich von ihren eigenen Strukturierungen und deren Wirkungen kritisch distanzieren?

4.1 Prozesse der didaktischen Strukturierung bei Studierenden im Lehr-Lern-Labor

Kern der vorliegenden Studie ist die Modellierung studentischer Prozesse der Planung, Durchführung, Diagnose und Reflexion von Schülerlaborangeboten, Diese Prozesse zusammengenommen werden als Forschendes Lernen interpretiert. Eine Studie zu Problemen beim Forschenden Lernens Studierender stellt die Arbeit von Krämer et al. (2012) dar, die als Ergebnis beschreibt, dass die Studierenden vor allem scheitern, weil sie entweder den Anforderungen an sich nicht gewachsen sind, den Schülerinnen und Schülern selbstständige Lernprozesse nicht zutrauen oder durch die Institution nicht die nötigen Ressourcen zur Verfügung haben. Außerdem werden die Bewertung und der Zeitaufwand als Faktoren genannt, die die Studierenden als Probleme empfinden (Krämer et al., 2012). Es ist also sinnvoll und wichtig zu klären, welche Probleme im Lehr-Lern-Labor auftreten, die auf die Methode des Forschenden Lernens zurückzuführen sind.

Die Modellierung von Forschungsprozessen kann weiterhin unterschiedliche Absichten verfolgen. Für ihr Modell zum Forschenden Lernen Studierender im Schulpraktikum formulieren Schneider & Wildt (2009) Abstufungen, sodass die erbrachten Leistungen kategorisiert werden. Eine solche Modellierung verfolgt die Quantifizierung der Daten. Dadurch können die Ergebnisse leicht strukturiert und verglichen werden. Meyer (2006) entwickelt ein Modell für die Prozesse des Forschenden Lernens, das die Abläufe untersucht und in verschiedene Kategorien und Stufen einteilt. In Abgrenzung zu diesen beiden Ansätzen, die bereits in Abschnitt 2.2 diskutiert wurden, ist dieses Forschungsvorhaben darauf ausgelegt, die Prozesse der Studierenden nachzuvollziehen, ohne eine Quantifizierung in Form von Kompetenzabstufungen vorzunehmen. Im Zentrum steht vielmehr die Vernetzung der Wissensbereiche des Professionswissens durch den entwickelten Theorie-Praxis-Raum im Vordergrund, die helfen, Hochschullehrende zu sensibilisieren, welche Voraussetzungen die Studierenden in ihren Veranstaltungen mitbringen.

Aufgrund der innovativen Umgebung im Lehr-Lern-Labor sind viele Studien initiiert worden, die sich im Moment damit beschäftigen. Allerdings befinden sich darunter keine Studien, die zeigen können, dass die Studierenden durch ihre Teilnahme am Lehr-Lern-Labor darin unterstützt werden, die antizipierten professionellen Handlungskompetenzen aufzubauen (Krofta et al., 2013).

Da besonders die fünf Teilschritte des Zyklischen Forschenden Lernens (siehe Abschnitt 2.3) im vorgestellten Modul eine große Rolle spielen, ist die Betrachtung von Studien, die diese Prozesse modellieren für diese Forschung von Bedeutung. Die Ergebnisse müssen deshalb einzeln bzgl. der Teilprozesse mit den Studien verglichen und sind Inhalt des Interpretationsabschnitts 10.1. Exemplarisch soll an dieser Stelle auf die Befunde von Kufner (2013) eingegangen werden, die sich mit den adaptiven Lehrkompetenzen von Studierenden beschäftigen. Das Ergebnis dieser Studie zeigt, dass die Studierenden auf drei verschiedene Stufen eingeteilt werden können, da sie unterschiedliche Dimensionen eines Adaptionsverständnisses erfüllen. Diese Betrachtungsweise beschäftigt sich mit der situationsbezogenen Anpassung von Unterricht, wenngleich die Vor- und Nachbereitung des Praxiseinsatzes nicht beachtet wird. Dadurch kann die durchgeführte Studie nur für einen minimalen Anteil unterrichtlichen Geschehens Erklärungsansätze liefern. In der hier vorzustellenden Forschungsarbeit soll ein ganzheitlicherer Ansatz zur Erkundung des Zyklischen Forschenden Lernens verfolgt werden.

Das Ziel der Ergründung der Prozesse der Studierenden im Lehr-Lern-Labor ist es, das Zyklische Forschende Lernen effektiver zu gestalten und zu antizipieren sowie die Gestaltung von Praxissituationen im Lehr-Lern-Labor in diesem Zusammenhang zu stärken. Für die Beantwortung dieser Zusammenhänge stellt sich deshalb die Frage:

Welche Prozesse Forschenden Lernens durchlaufen Studierende im Lehr-Lern-Labor? Wie lassen sich diese Prozesse modellieren?

Um die Lernhandlungen und kognitiven Prozesse der Studierenden zu erfassen, werden Instrumente eingesetzt, die besonders qualitative Aussagen generieren. Dazu werden vor allem Interviews und die Abschlussberichte genutzt, in denen die Studierenden ihre Forschungsprozesse im Lehr-Lern-Labor erklären. Dies ermöglicht es in der Auswertung der Daten, in die Tiefe zu gehen und neue Perspektiven auf das Forschende Lernen der Studierenden einzunehmen. Die Leitfäden befinden sich im Anhang A und die Erläuterungen dazu im folgenden Abschnitt unter der Nummer 5.2.3.

4.2 Professionsorientierte Überzeugungen von Studierenden

Bei der Untersuchung der Überzeugungen Studierender handelt es sich um das Erkunden, welche Voraussetzungen und Einstellungen der Studierenden bzgl. der Struktur, Validierung und Genese von Wissensbeständen, subjektiven Lerntheorien und subjektiven Theorien bzgl. des Lehrgegenstandes vorliegen, und wie diese zu den gezeigten Handlungen führen. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass Lehrveranstaltungen oftmals aufwendig konzipiert und evaluiert

werden, dabei aber nicht den gewünschten Effekt für die Studierenden haben. Die Intervention ist in diesen Fällen an den Bedürfnissen der Studierenden vorbeigeplant, weil ihre Werthaltungen nicht bei der Konzeption berücksichtigt worden sind. Die angesprochenen Zusammenhänge sind bereits in mehreren Untersuchungen im Fachbereich der Mathematik nachgewiesen worden, sodass eine Überprüfung der Einflüsse auf die Planung, Durchführung, Reflexion und Adaption im Lehr-Lern-Labor mit physikalischem Hintergrund zu überprüfen ist. Die Forschung von Krauss et al. (2008) kann beispielsweise einen Zusammenhang zwischen dem Fachwissen und den Einstellungen zur Nature of Science nachzeichnen. Weitere Erfolge in Bezug auf die Verknüpfung der Überzeugungen und dem Professionswissen gelang Blömeke et al. (2008) die eine Korrelation zwischen den Überzeugungen von Lehrpersonen und ihrem allgemeinpädagogischen Professionswissen ausfindig gemacht haben (Riese & Reinhold, 2010).

Dies sind Gründe genug, um die Forschung auf solche Einflussfaktoren auszurichten, damit sich die Intervention in Form der Lehrveranstaltung auch tatsächlich an den Studierenden orientiert. In Abschnitt 2.3.1 sind bereits die relevanten Überzeugungen zum Lernen, Lehren und der Struktur von Wissen vorgestellt worden. Bereits die *COACTIV*-Studie weist auf die noch nicht ausgeschärfte Verbindung zwischen dem Professionswissen und den Überzeugungen als zwei Teile des Modells professioneller Handlungskompetenz hin (Kunter et al., 2013). Im wissenschaftlichen Diskurs zeigt sich außerdem, dass die Konstrukte nicht umfassend erhoben sind, und weiterhin mehrere verschiedene Verständnisse der Ausgangslage vorliegen (Fives & Buehl, 2012; Reusser & Pauli, 2014) Deshalb ist es Ziel dieser Forschungsfrage Anhaltspunkte für die Verknüpfung zwischen Überzeugungen und dem professionellen Handeln im Lehr-Lern-Labor herauszuarbeiten. Weil die professionellen Überzeugungen nicht leicht zugänglich sind, zeigt sich ein weiteres Problem der Studie. Die Verbesserung der Modulstruktur fußt auf dem Grundgedanken, dass die Studierenden alles Lernen können, was während der Termine im Modul angeboten wird. Doch auch schon Weinert (2001) formuliert: „This means much must be learned, but cannot be directly taught“ (Weinert, 2001, S. 63). Auf der anderen Seite ist es nicht vorgesehen, die Struktur der Überzeugungen selbst aufzuarbeiten, die selbst im wissenschaftlichen Diskurs nicht auf einem Konsens beruht (Oschatz, 2011). Deshalb beschränkt sich diese Studie darauf, einzelne Einflüsse der professionsorientierten Überzeugungen der Studierenden aufzuzeigen.

Die vorzustellende Studie unterliegt dem Design-based research. Dadurch ist es möglich, die Ausrichtung der Forschungsvorhaben zwischen den verschiedenen Forschungszyklen zu verändern. Folglich wird durch die tiefergehende Behandlung der studentischen Forschungsprozesse die Entscheidung getroffen, die Variablen der Erhebung zu erweitern, in dem die Überzeugungen der Studierenden mit einbezogen werden, weshalb der Großteil der Daten aus dem zweiten Moduldurchgang stammen. Welche Ergebnisse zu der Erweiterung der Forschungsfragen geführt haben wird im Ergebnisabschnitt 7.2.2 dargelegt. Es stellt sich somit die Forschungsfrage:

Wie beeinflussen subjektive Überzeugungen vom Lernen und Lehren die Strukturierungen im Lehr-Lern-Labor?

Die eingesetzten Instrumente zur Erhebung der Überzeugungen von Studierenden zielen darauf ab, die Sichtweisen der Studierenden zu erheben, um Faktoren ausfindig zu machen, die sich zu

einem Muster verdichten lassen. Gleichzeitig kann dadurch eine Verteilung der studentischen Standpunkte als eine Möglichkeit der Quantifizierung der ausgewerteten Daten erfolgen. Das kann dabei behilflich sein, das Modul für weitere Durchgänge auf die Voraussetzungen der Studierenden anzupassen, indem eine Darstellung der unterschiedlichen Positionen, den Studierenden ihre eigene Einstellung erfahrbar macht.

Da der Praxissituation ein großer Stellenwert in dem angedachten Forschungsprojekt zukommt, ist sie auch für die Beantwortung dieser Forschungsfrage relevant. Die Studierenden sollten deshalb ihre Überzeugungen anhand der Praxissituation prüfen und sich darüber Gedanken machen, wie diese auf die Umsetzung ausgewirkt haben. Für die ausführliche Beschreibung der Instrumente sei an dieser Stelle auf Abschnitt 5.2 verwiesen. Die durch den Einsatz von verschiedenen Untersuchungsinstrumenten erreichte Mehrdimensionalität der Daten hilft dabei, neben impliziten auch explizite Äußerungen bei der Auswertung mit einzubeziehen (Klinghammer et al., 2016).

4.3 Studierende im Forschungsmodus

Die Studierenden befinden sich im Lehr-Lern-Labor in einer besonders komplexen Lernsituation, da sie sowohl ihre eigene Experimentiersituation planen und durchführen aber auch die Möglichkeit nutzen sollen, um fachdidaktische Forschung zu betreiben. Dazu müssen sie aus einem *lehrenden* in einen *forschenden Modus* übergehen, um die gesammelten Daten auswerten zu können. Dies setzt voraus, dass die Studierenden in der Umsetzung von unterrichtsähnlichen Lernumgebungen sicher genug sind, da sonst der Fokus auf dem Lehrmodus liegt. Oftmals wird dem Lehr-Lern-Labor zugeschrieben, eine Komplexitätsreduktion zu beinhalten (Völker & Trefzger, 2010). Das ist in diesem Modul zwar bzgl. der Klassenführung gegeben, da der Betreuungsschlüssel bei ungefähr eins zu eins liegt, allerdings wird durch die zusätzlichen Arbeitsaufträge der Fokus auf eine forschende Tätigkeit gelenkt. Als Methode wird das Forschende Lernen eingesetzt, um die Modulteilnehmenden in ihrer Eigenständigkeit und -tätigkeit zu unterstützen. Wie bereits im Abschnitt 2.2 erläutert, bildet das Forschende Lernen zwar die Basis dieser Untersuchung, es ist aber nicht unbedingt davon auszugehen, dass Studierende per se durch Forschendes Lernen besser bzw. mehr Wissen erlangen. Es gilt vielmehr, die Einflüsse der Güte bzw. des Niveaus der eigenen Forschung auf die Erträge der Lernprozesse zu untersuchen (Fichten, 2013).

Aus diesem Grund wird nicht nur überprüft, welche Prozesse die Studierenden durchlaufen, sondern auch wie sie diese kommunizieren. Dadurch wird deutlich, mit welcher Intensität sie ihre Experimentiersituationen vor- und nachbereiten. Es wird davon ausgegangen, dass wie bei Abels (2011) die Studierenden mit hoher Reflexionstiefe die Lernanlässe besser für sich nutzen können, als andere Studierenden. Die Einteilung der Lehrperson in die zwei Modi Lehren und Forschen macht deutlich, ob die Studierenden über ein modernes, professionelles Bild ihres Berufswunsches verfügen oder ob sie eine unreflektierte Sichtweise aufweisen, die nur auf die Lehrhandlungen der Lehrkräfte beschränkt ist, sodass die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler vernachlässigt werden.

Es soll deshalb untersucht werden, wie die Studierenden über ihre eigenen Forschungsprozesse sprechen und diese in Form von Abschlussberichten aufbereiten. Dadurch wird deutlich, wie sehr das Konzept zur Vermittlung Forschenden Lernens durch das Modul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ positiv zu bewerten ist. Es wird von wenigen Erfahrungen im Umgang mit selbstständiger Forschung der Studierenden ausgegangen. Horstkemper (2006) resümiert, dass es besonders für Studierende des Lehramts von Bedeutung ist, neben der Beschränkung auf die unterrichtlichen Handlungen auch auf die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler einzugehen. Dazu gehört auch, einen forschenden Habitus auszubilden, der sie zu solchen Einsichten in die Denk- und Lernprozesse ihrer Schülerinnen und Schüler befähigt (Schlömerkemper, 2006). Dies ist bei den Studierenden erst dann gelungen, wenn sie nicht nur forschend ihre Durchführungen begleiten, sondern darüber hinaus auch Ergebnisse und Überlegungen strukturiert in Form des Abschlussberichtes anfertigen können.

Ähnlich wie die zweite Forschungsfrage ist auch diese ein Produkt der fachdidaktischen Entwicklungsforschung. Bereits im ersten Zyklus sind die Probleme der Studierenden mit der Kommunikation ihrer Forschungen aufgefallen. Dadurch wird für das weitere Vorgehen kontrolliert, woher die Probleme der Teilnehmenden mit dieser Aufgabe stammen. Deshalb stellt sich die Frage:

Inwiefern gelingt es Studierenden, ihr Vorgehen als Forschungsprozess zu verstehen und zu beschreiben? Inwieweit können sie sich von ihren eigenen Strukturierungen und deren Wirkungen kritisch distanzieren?

Um Kommunikation über Forschung deutlich zu machen, liefert besonders der Abschlussbericht wichtige Informationen über die Möglichkeiten der Studierenden, ihre Prozesse in Worte zu fassen. Da diese Abschlussberichte in ihrer Form stark variieren, werden außerdem Fragebögen eingesetzt, welche die Forschungsprojekte nachzeichnen und deren Beantwortung weiteren Aufschluss über die Forschungsqualitäten der Studierenden liefert. Auf die Kritik, Prüfungsleistungen würden sich nicht als mögliche Datenquellen eignen, ist die extrinsische Motivation, welche die Benotung mit sich bringt, anzubringen. Die Studierenden geben sich durch diese Doppelrolle der Berichte besondere Mühe bei der Ausarbeitung und versuchen dadurch ihr maximales Leistungspotential. In Abschnitt 5.2.2 werden die zentralen Aspekte der Abschlussberichte vorgestellt und im Abschnitt 9.3 ausgewertet.

5 Instrumente und Wege der Datenerhebung

Qualitätskriterium für die Erhebungsinstrumente ist es, die Forschungsfragen so genau wie möglich zu beantworten und gleichzeitig zu einem Gesamtbild der Lehr-Lern-Labor-Situation beizutragen. So ist es für die Frage nach den Prozessen des Forschenden Lernens der Studierenden im Lehr-Lern-Labor wichtiger, eine enge Begleitung einer ausgewählten Stichprobe Studierender zu gewährleisten, als eher oberflächliche Daten von allen beteiligten Studierenden zu generieren (Przyborski & Wohlrab-Sahr, 2014). Kontrastierend dazu gilt es für die Erhebung der Charakteristika der Studierenden ein breites Spektrum darzustellen, indem alle Studierenden des Moduls befragt werden. Hierzu werden Instrumente benötigt, die für die gesamte Lehrveranstaltung geeignet sind und bei der sich die Qualität der Daten bei der Teilnahme mehrerer Studierenden nicht verändert. In diesen Fällen können die Ergebnisse der Instrumente mit Daten aus den Interview-Situationen untermauert werden. Ähnliches gilt für die Ergebnisse zum Forschungsmodus, da alle Studierenden Abschlussberichte verfassen, in denen sie ihre Lehr-Lern-Situationen begründet darlegen.

5.1 Studienmodul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ als Rahmen für empirische Erhebungen

Wie bereits in Kapitel 3 beschrieben, ist es ein Anliegen aktueller Hochschullehre, theoretische Grundlagen mit praktischen Erfahrungen zu verknüpfen. Die Studierenden haben mittlerweile im Studium immer wieder die Möglichkeit, Schülerinnen und Schüler zu treffen, aber bevor sie diese kennenlernen können, ist die gemeinsame Zeit im Lehr-Lern-Labor oftmals schon wieder vorbei. Dieser Aspekt wird in dem Modulkonzept in den Mittelpunkt gestellt, indem die Praxis an das beschriebene Problem angepasst wird. Die Studierenden planen drei Experimentiernachmittage zu jeweils ca. 90 Minuten, die sie mit drei bis fünf Schülerinnen und Schülern gemeinsam durchführen. Die Studierenden sollen ihre Experimentiernachmittage dazu nutzen sich zu professionalisieren, indem sie nicht nur Unterricht planen und durchführen, sondern außerdem die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler untersuchen. Dabei spielt ihr persönliches Verständnis vom Lehren und Lernen eine zentrale Rolle.

Der Modulstruktur kommt eine Doppelrolle zu, da sie sowohl Evaluationsgegenstand als auch Forschungsrahmen ist. Dieser Umstand ist allerdings keine Einschränkung, solange es beim Studiendesign berücksichtigt wird. In der vorzustellenden Forschungsarbeit wird sich deshalb an Grundsätzen der Aktionsforschung orientiert, die denen des Design-based research sehr ähnlich sind. Beispielsweise wird genau darauf geachtet, Lehr- und Forschungsabläufe strikt voneinander zu trennen. Das bedeutet, dass es sowohl praktizierende Dozentinnen und Dozenten gibt aber

daneben eben auch Forschungspersonen die keinen Einfluss auf die Leistungsbeurteilung vornehmen und ausschließlich beratend bei der Evaluation der Strukturen helfen (Ralle & Di Fuccia, 2014). Dadurch sind zum einen die Teilnehmenden und zum anderen die Forschenden in ihren Prozessen unvoreingenommen.

Im Gegensatz zu den Ansätzen von Laborstudien handelt es sich beim Design-based research um eine Feldstudie. Auch wenn die Schülerinnen und Schüler zu den Studierenden ins Lehr-Lern-Labor kommen, handelt es sich dennoch auf der übergeordneten Ebene um ein reguläres Modul für die Studierenden (Aufschnaiter, 2014). Der Forschungsgegenstand verlangt durch seine Komplexität und Vielschichtigkeit unterschiedliche Qualitäten der eingesetzten Instrumente, die sich für ein umfassendes Ergebnis zusammensetzen lassen müssen. Diese sind zum einen theoriebasiert durch bereits bestehende Instrumente und zum anderen mittels eigener Erfahrungen aus der ersten Erhebungsphase entstanden. Dieser Ansatz wird gewählt, um die bestmögliche Passung der Instrumente, Daten und Ergebnisse zu gewährleisten. Eine weitere Forderung an die Instrumente wird durch den explorativen Charakter der Studie gerechtfertigt. Der Gegenstand ist so umfassend, dass die Antworten der Teilnehmenden eine solche Spannbreite einnehmen, die mit quantitativen Erhebungsmethoden nicht generiert werden kann.

Die drei Ausrichtungen der Forschungsarbeit - die Überzeugungen der Studierenden, die Prozesse Forschenden Lernens und die Darstellung ihrer Forschungsvorhaben - werden in der Modulstruktur deutlich, sodass die Lernumgebung als Instrument bezeichnet werden kann. Da die Modulstruktur explizit auf diese Forschungsfragen ausgerichtet ist, eignet sie sich umso mehr für deren Ergründung. Somit ist eine Problemzentrierung, wie für Design-based research üblich, im vorliegenden Fall auf das professionelle Handeln der Studierenden gegeben (Fraefel & Haunerger, 2012). Das Setting ist so gewählt, dass die Studierenden durch das gute Betreuungsverhältnis die Möglichkeit haben, sich von der Umsetzung des eigenen Lehrhandelns abzusetzen und dieses durch den entstehenden Abstand tiefgehend zu reflektieren.

Um diese Anforderungen an das Modul zu realisieren, bilden die Studierenden Dreiergruppen, um bei geringerem Workload die Chance der Reflexion wahrnehmen zu können. Die Aufgabe zur Planung einer dreigeteilten Experimentiersituation ist dabei offen gewählt, um die Studierenden, wie es in der zweiten Ausbildungsphase erforderlich ist, zur eigenständigen Arbeit zu motivieren. Die Studierenden müssen also alles selbstständig planen, wenngleich die Dozentinnen und Dozenten bei Bedarf mit Expertenwissen unterstützend zur Verfügung stehen. Es ist dabei ein ausgewiesenes Ziel des Projektes, die Studierenden zum selbstständigen Forschen und Lernen anzuregen.

Das Modul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ gliedert sich in vier Phasen und wird mit 6 KP veranschlagt. In Abbildung 5.1 ist die generelle Struktur abgebildet, die im Folgenden holzschnittartig vorgestellt wird. Um den Prozess des Design-based research sowie die unterschiedlichen Funktionen des Moduls im Detail nachvollziehen zu können, wird die Struktur im Laufe dieser Arbeit immer wieder thematisiert. So wird das Modul in Abschnitt 6.2 als Evaluationsgegenstand dargestellt und in Abschnitt 8.2 als Ergebnis der vorangegangenen Forschung beschrieben.

Erarbeitungsphase	Planungsphase	Laborphase	Reflexionsphase/ Prüfungsleistung
• Vorstellung zentraler Konzepte für die Arbeit im Lehr-Lern-Labor	• Strukturierung gestufter Experimentier-angebote	• Mehrfache Laborbesuche der gleichen Lerngruppen • Mögliche Adaption der didaktischen Strukturierung	• Reflexion der Praxis und Evaluation der Modulumgebung

Abbildung 5.1 Struktur des Modulkonzepts

In der Einführungsphase werden die zentralen Begriffe des Zyklischen Forschenden Lernens sowie die Rolle des Experimentes im Schüler- bzw. Lehr-Lern-Labor in den Mittelpunkt der Treffen gestellt. Diese Phase nimmt die ersten Wochen des Semesters ein. Zentrale Aspekte sind dabei die Klärung organisatorischer Fragestellungen, die Experimentierprozesse der Schülerinnen und Schüler, die Prozesse Zyklischen Forschenden Lernens (vgl. Abschnitt 2.3), Diagnosemöglichkeiten und Techniken (siehe hierfür Abschnitt 2.3.3) sowie die Verwendung von Planungsrastern insbesondere des „*backbone*“-Tools (siehe Abschnitt 2.3.1) unter Berücksichtigung der Basismodelle des Lernens. Diese Auswahl von Themen gründet auf den erwarteten Teilprozessen im Lehr-Lern-Labor sowie der experimentellen Ausrichtung. Obgleich die Studierenden in den erziehungswissenschaftlichen Großvorlesungen Wissen über die Inhalte von Diagnoseprozessen angeboten bekommen, stellen diese weiterhin im fachdidaktischen Kontext eine Herausforderung dar. Da die Studierenden noch am Anfang ihrer Ausbildung zum Lehramt stehen, ist anzunehmen, dass sie Schwierigkeiten haben, ihren Fokus von ihren Lehrhandlungen auf die Erhebung von Schülervorstellungen und -prozessen zu verschieben (siehe dritte Forschungsfrage bzw. Abschnitt 4.3). Die Studierenden sollen bei ihren Planungen auf diese Sicht der Lernenden besonders eingehen. Dazu wird ein Planungstool vorgestellt, welches diese in den Mittelpunkt stellt (siehe Abbildung 2.6).

In der Planungsphase werden die Studierenden in Dreiergruppen eingeteilt, welche die Experimentiersituationen in freier Arbeit konzipieren. Produkte dieser Phase sind die verwendeten Diagnoseinstrumente und die Planungsraster der einzelnen Termine. Dieser Block zeichnet sich durch das hohe Maß an Selbstständigkeit der Studierenden aus. Neben der Planung in den Kleingruppen wird auf Synergieeffekte durch den Austausch unter den Gruppen gesetzt, der dazu eine Erprobung der Experimentierstationen beinhaltet. Dadurch können die Studierenden in allen Phasen der Planung von der ersten Idee bis zum konkreten Konzept auf Feedback von ihren Kommilitonen und den Dozierenden zurückgreifen. Bei voranschreitender Planung wird diese Stück für Stück erweitert. Zunächst sollen einzelne Experimentiersituationen erprobt werden und

zuletzt längere Sequenzen in Form einer Generalprobe vorgestellt werden, die dem Plenum als Reflexionsgrundlage dienen.

Daran anschließend folgt die Laborphase, in der Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I eingeladen werden, mit denen gemeinsam die Experimente an verschiedenen Nachmittagen durchgeführt werden. In der Konzeption des Moduls hat besonders der mehrmalige Kontakt mit den selben Schülerinnen und Schülern einen großen Stellenwert. Die große Stärke dieses Vorgehens ist, dass sich die Studierenden auf ihre Schülerinnen und Schüler auf besondere Weise einlassen können, was eine Diagnose von Lernprozessen erleichtert bzw. erst möglich macht (Hascher, 2008).

Als Abschluss des Moduls ist vorgesehen, die erlebten Schritte einer Reflexion zu unterziehen. Da die Studierenden basierend auf den Planungssitzungen bereits Einblicke in die Prozesse ihrer Kommilitonen haben, können sie sich dadurch in die Probleme hineinversetzen und zu einer konstruktiven Reflexion beisteuern. Weiterhin besteht nun die Möglichkeit, die Inhalte auf ihre Praxistauglichkeit zu untersuchen und den Dozentinnen und Dozenten Rückmeldung geben, welche Anpassungen und Maßnahmen zu einer Optimierung der Struktur und -inhalte beisteuern.

5.2 Forschungsinstrumente und Design zur Prozessanalyse des Forschenden Lernens

Um die Strukturierungsprozesse Studierender in Lehr-Lern-Laboren zu erheben, werden spezifische Instrumente gewählt, die sich im Sinne eines Multi-Methods-Ansatz sowohl aus Fragebögen und Abschlussberichten, also schriftlichen Erhebungsinstrumenten, als auch aus Interviews, die in Gruppendiskussionen stattfinden, zusammensetzen. Dies ist wichtig, da das Interview Sichtweisen und Erfahrungen liefern kann, die im Fragebogen nicht erhoben werden können (Mayring, 2002). Jeder Forschungsfrage sind die passenden Instrumente zugeordnet und den Fragestellungen angepasst. So werden in dieser Arbeit eine umfassende Begleitung und Modellierung der Prozesse von zwei Studierendengruppen dargelegt und diese in die Daten, die von der gesamten Gruppe erhoben werden, eingeordnet. Dadurch wird ein Gesamtbild angestrebt, das sowohl allgemeine Aussagen treffen kann, als auch zwei konkrete Fälle Forschenden Lernens beinhaltet.

In Abbildung 5.2 sind die eingesetzten Forschungsinstrumente den Fragestellungen zugeordnet dargestellt. Die Prozesse werden durch vier leitfadengestützte Interviews (Abschnitt 5.2.3) von Fall-Gruppen modelliert. Weitere Informationen können außerdem spezifischen Fragebögen und den Abschlussberichten (Abschnitt 5.2.2) entnommen werden, die von allen Gruppen zur Auswertung vorliegen. Die Überzeugungen zu den vorgestellten Teilgebieten werden anhand von Fragebögen erhoben, die im Abschnitt 5.2.1 vorgestellt werden und durch die Interviews und den Abschlussberichten unterstützt. Zuletzt seien noch die Gruppenbefragung (Abschnitt 5.2.1) und die Abschlussberichte (Abschnitt 5.2.2) zu nennen, die sich der Frage widmen, welche Einordnung die Studierenden bzgl. ihres Forschungsprozesses vornehmen.

Während der Experimentiersituation selbst kommt es durch begrenzte Ressourcen nicht zu einer strukturierten Beobachtung, sodass die Eindrücke der Forschungsleitung lediglich bei Bedarf eines

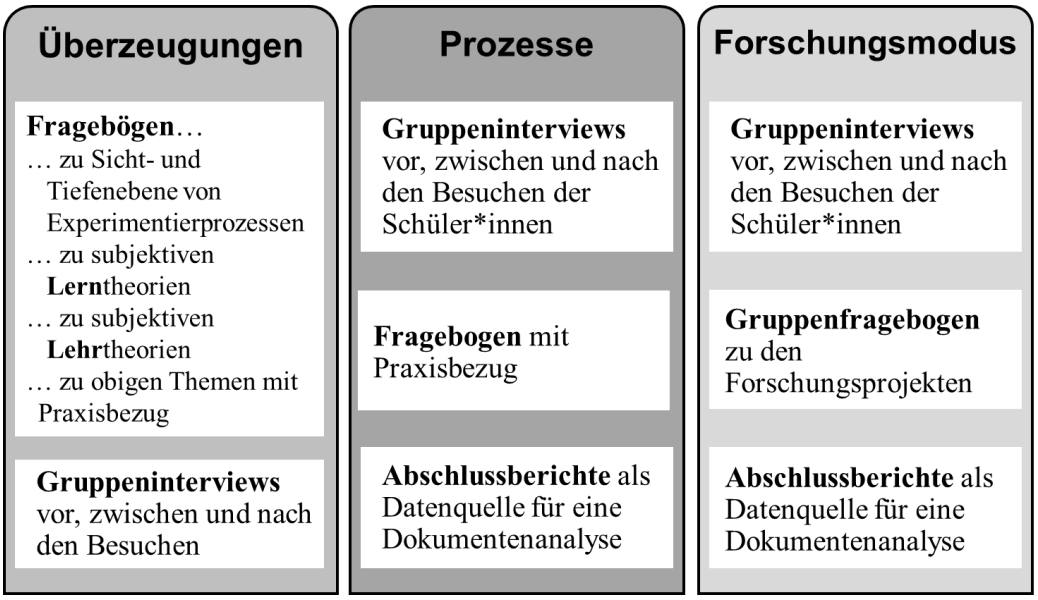

Abbildung 5.2 Forschungsinstrumente im zweiten Moduldurchgang. Instrumente aus dem ersten Durchgang beschränken sich auf die Gruppeninterviews

Impulses in die Interviewsituationen eingebracht werden können. Es kann zusammengefasst werden, dass jedes Instrument einen spezifischen Teil der Forschungsfragen abdeckt. Einige Instrumente liefern dabei Daten zu allen Forschungsfragen und andere lediglich zu ausgewählten (Flick, 2000).

Es ist darüber hinaus nicht vollständig nachvollziehbar, welche professionellen Kompetenzen überhaupt für eine optimale Umsetzung von Lehr-Lern-Arrangements benötigt werden (Neuweg, 2002). Dadurch scheint ein explorativer Ansatz am geschicktesten, um diese Frage zu beleuchten.

Riese & Reinhold (2010) beschreiben an den für diese Studie gewählten Instrumenten auf Grundlage von Selbstauskünften Kritik, da sie wie viele andere Untersuchungen in ihren Augen methodische Defizite aufweist. Die Fehler sehen sie darin begründet, dass die Studien vor allem „nur auf retrospektiven, subjektiven Befragungen und Dokumentenanalysen beruhen oder nur innerhalb der eigenen Ausbildungsinstitution durchgeführt wurden“ (Riese & Reinhold, 2010). Ihrer Meinung können Studieninstrumente zu Professionswissen allerdings nur valide Aussagen treffen, wenn diese explizite und objektive Konstrukte messen. Auch wenn die Kritik der Autoren nicht direkt zu verneinen ist, bezieht sie sich vor allem auf Studien, die bereits zuvor klar definierte Ausprägungen messen wollen. Der explorative Forschungsansatz, der dieser Arbeit zu Grunde liegt, lässt es zu, dass die Kritik nicht auf die vorliegende Arbeit anzuwenden ist. Außerdem ist der Einsatz von Selbsteinschätzungen, welche die Autoren kritisieren, nicht zufällig ein Diagnoseinstrument, das im schulischen Kontext verwendet wird. Somit beinhaltet die Übung für die Studierenden darüber hinaus einen Lerneffekt, der bei der Professionalisierung behilflich ist.

5.2.1 Fragebögen

Basierend auf den zentralen Themen der entwickelten Lehrveranstaltung (Experimentierprozesse, Denkprozesse sowie Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern) sind drei Erhebungsinstrumente entstanden, welche die Einstellung der Studierenden dazu erheben. In den folgenden Abschnitten werden die jeweiligen *Fragestellungen* und *Operationalisierungen* für die einzelnen Fragebögen vorgestellt, welche zu Beginn der jeweiligen Sitzung der Erarbeitungsphase des zweiten Moduldurchgangs ihren Einsatz finden. Um die Ressourcen der Studierenden zu schonen, bestehen die Fragebögen jeweils nur aus einem offenen Item. Dieses Vorgehen wird aufgrund der Erwartung gewählt, dass die Studierenden ihre eigenen Erfahrungen und Einstellungen vielmehr in selbstformulierten Texten einbringen als durch standardisierte Testverfahren. Außerdem werden sie durch das offene Format nicht in eine gewisse Richtung beeinflusst (Züll & Menold, 2014). Für den Einsatz bzgl. dieser spezifischen Überzeugungen ist weiterhin kein validiertes Testinstrument verfügbar und die Konzeption eines eigenen nicht vorgesehen. Die entwickelten Fragebögen befinden sich im Anhang dieser Arbeit (Teil A). Die Forschungsleitung ist während der Fragebogenerhebungen vor Ort, um die Erhebungssituation zu überwachen und um einschreiten zu können, falls die Beantwortung wider Erwarten Schwierigkeiten bereitet. Da die Fragebögen in der Lehrveranstaltung auszufüllen sind, ist die Bearbeitungszeit auf maximal zehn Minuten beschränkt, um nicht zu viel Raum von den eigentlichen Inhalten des Treffens einzunehmen. Den Studierenden soll deutlich werden, dass die Beantwortung der Fragebögen nicht leistungsrelevant ist und die geäußerten Meinungen nicht zur Benotung herangezogen werden. Dies ist auch von Bedeutung, da durch die kleine Kohorte und inhaltsbezogenen Fragen nur schwer die Anonymität der Teilnehmenden vor den Dozierenden gewahrt werden kann, sodass es wichtig ist, Forschung und Modulleistungen zu trennen (Ralle & Di Fuccia, 2014). Es werden sozialerwünschte Antwortmuster umgangen, da die Studierenden ausschließlich auf altruistische Gründe bei der Beantwortung zurückgreifen (Hlawatsch & Krickl, 2014).

Struktur von Wissensbeständen

In mehreren Studien der Arbeitsgruppe „Geschichte und Didaktik der Physik“ zeigen Studierende Schwierigkeiten im Umgang mit dem Konzept der Diagnose (Komorek, 2014; Mansholt & Komorek, 2016). Dabei fällt es vielen schwer, den Mehrwert eines diagnostischen Testverfahrens nachzuvollziehen. Dies legt den Verdacht nahe, dass die Studierenden eine spezielle Sichtweise bzgl. der kognitiven Prozesse ihrer Schülerinnen und Schüler haben. Es bleibt zu klären, ob sie andere Individuen als passiv ansehen, die eher reagieren als zu agieren bzw. die Aufgabenstellungen reflexartig ausführen. Es scheint, als würde bei den betroffenen Studierenden eine Repräsentation des Gegenübers als rein handelnde Person vorliegen. Ob es sich bei diesen Studierenden um Anhänger des Behaviorismus handelt, die davon ausgehen, alle Charakteristika einer Person durch die direkte Beobachtung bestimmen zu können, muss sich durch die Erhebungsinstrumente herausstellen (Hasselhorn & Gold, 2009). Diagnosetools wären somit für solche Studierenden ohne Bedeutung.

Auf der anderen Seite können die Studierenden der Überzeugung sein, dass die Menschen allgemein und die Schülerinnen und Schüler im Speziellen ihre Umwelt und somit auch

Aufgabenstellungen kognitiv verarbeiten. Sie machen sich also Gedanken, entwickeln Strukturen für ihre Wissensbestände und durchlaufen Prozesse, um die Handlung zu begründen und vorzubereiten. Da diese Prozesse und Modelle nicht durch eine bloße Beobachtung der Handlungen zu erkennen sind, benötigt es Hilfsmittel wie Diagnosetools, um die kognitiven Abläufe für die Einschätzung der Kenntnisse und Fähigkeiten öffentlich bzw. transparent zu machen. Nur wenn Diagnosesituationen eine gewinnbringende Eigenschaft zugeschrieben wird, ist damit zu rechnen, dass die Studierenden von einer kognitiven Welt der Schülerinnen und Schülern ausgehen, die sie durch die gewählten Instrumente untersuchen.

Fragestellung

- Inwiefern gehen die Studierenden von einer kognitiven, mental repräsentierenden Modellwelt aus, die auf Aufgabenstellungen mit Verarbeitungsprozessen reagiert, bevor äußere Handlungen stattfinden?

Operationalisierung:

Diese Fragestellung wird mittels eines Fragebogens mit einem offenen Item beantwortet. Dazu werden die Studierenden mit der Aufgabe konfrontiert, die Prozesse einer fiktiven Schülerin Anna darzustellen, die damit beauftragt wird, eine Experimentiersituation zum Ohm‘schen Gesetz durchzuführen.

> ***(Dauer: ca. 15 Minuten)*** Stelle dir vor, du gibst deiner Schülerin Anna die Aufgabe, mit einer Spannungsquelle, Zuleitungen, einem Strommessgerät und Metalldrähten zu untersuchen, ob bei den Metalldrähten das Ohm‘sche Gesetz erfüllt ist. Beschreibe so detailliert wie möglich, welche Prozesse Anna dann durchläuft bzw. bei ihr ablaufen.

Abbildung 5.3 Arbeitsauftrag des Erhebungsinstruments

In Abbildung 5.3 ist der Arbeitsauftrag für die Studierenden dargestellt. Die Aufgabenstellung ist dabei offen gestaltet, um die Studierenden nicht in eine gewisse Bahn zu lenken und sie dazu angeregt werden, ihre eigenen Einstellungen zum Experimentieren zu verschriftlichen. Wie im Abschnitt 2.3.1 bereits dargelegt, ist die Aktivierung von Überzeugungen durch Aufgaben nicht einfach zu erreichen. Zum einen birgt die Formulierung von Selbstauskünften die Gefahr, sozial erwünschte Antworten von den Studierenden zu bekommen, und zum anderen können durch Interpretationsfehler während der Auswertung ein verzerrtes Bild vermittelt werden. Des Weiteren ist eine Experimentiersituation zu wählen, welche die Studierenden nicht übermäßig herausfordert und als ein bekannter Schulversuch zu verstehen ist. Für den Fragebogen wird die Überprüfung des Ohm‘schen Gesetzes bei Metalldrähten ausgewählt, da dieses sowohl in der Schule eingesetzt sowie als Grundlagenwissen bei den Studierenden vorausgesetzt wird. Wie die Fragestellung darstellt, geht es bei der Erkundung studentischer Einstellungen bzgl. der Struktur der

Wissensbestände vor allem darum zu erkennen, welche Prozesse die Studierenden auf der Sicht- und welche sie auf einer Tiefenebene der Schülerin erwarten.

Subjektive Lerntheorien

Für Lehrkräfte sind Lernen und die Vorstellung davon, wie dieses bei ihren Schülerinnen und Schüler abläuft, ein zentraler Bestandteil ihrer Expertise, da der eigene Unterricht darauf abgestimmt ist (Staub & Stern, 2002). Die Sichtweise auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler beeinflusst dadurch die Planung von Lehrkräften. Ausgehend vom Verständnis des Lernens als Übernahme von vorhandenem Wissen werden Unterrichtssequenzen so strukturiert, dass der Transfer dieses Wissens durch verständliche Erklärungen und Situationen geprägt ist, welche diesen Prozess der Übergabe unterstützen. In diesem Sinne liegt ein Transferkonzept von Lernen vor (Klinghammer et al., 2016). Auf der anderen Seite können die Überzeugungen der Studierenden so ausgeprägt sein, dass sie Lernen als einen eigenaktiven Prozess verstehen, der einen individuellen Wissensaufbau im Umfeld sozialer Interaktion mit einbezieht. In diesem Fall setzt die Lehrkraft auf einen Unterricht, der die Bedeutungskonstruktion ermöglicht und aktiv anregt. Diese Sichtweise wird als konstruktivistische Sichtweise beschrieben (Siebert, 2005). Die eigene Einstellung hängt von Grundannahmen ab, die über die Planung des Unterrichts hinausgehen und vielmehr durch die individuellen Erkenntnisvorstellungen geprägt sind (Biedermann, Brühwiler & Krattenmacher, 2012).

Fragestellung:

- Inwieweit lassen sich Studierende den beiden Erkenntniskategorien der Transfervorstellung vom Lernen und der Konstruktionsvorstellung vom Lernen zuordnen?

Operationalisierung:

Der Fragebogen besteht aus einem Item, das die Teilnehmenden dazu aufruft, eine eigene Stellung zu beziehen. Um den Studierenden deutlich zu machen, welche theoretischen Konstrukte gegeneinander abzuwägen sind, werden vier fiktive Stellungnahmen von Lehrkräften vorgestellt. Jede Meinung wird durch zwei Lehrkräfte repräsentiert, sodass ein Gleichgewicht der kontrahierenden Lager vorhanden ist. Dies ist wichtig, damit sozial erwünschte Antworten, wie sie bei einer direkten Befragung zu erwarten sind (Fives & Buehl, 2012). verhindert werden und die Studierenden sich frei einer oder mehrerer Stellungnahmen zuordnen können.

Herr Müller stellt sich vor,

dass Schülerinnen und Schüler dann physikalische Zusammenhänge besonders gut lernen, wenn man das dazugehörende Wissen in Einzelteile zerlegt, die gut übernommen werden können. Er sagt: Lernen ist eigentlich das erfolgreiche Abspeichern von Wissen. Damit das gelingt, muss ich physikalisches Wissen in gut verdaubare, handliche und logische Stücke zerlegen und diese einfach und verständlich erklären. Dann wird das Wissen, das ich anbiete, von den Schülerinnen und Schülern erfolgreich aufgenommen und fest eingelagert. Beinahe wie bei einer Festplatte. Und wenn dann eine Klausur oder eine Anwendungssituation kommt, kann es von der Festplatte gut wieder abgerufen werden.

Abbildung 5.4 Exemplarische Stellungnahme

Die Abbildung 5.4 stellt eine der vier Stellungnahmen exemplarisch vor. Das vollständige Erhebungsinstrument befindet sich im Anhang A.2. Die Aussage von Herrn Müller zeigt seine subjektive, Lerntheorien in Form eins Transmissionskonzepts. Er ist davon überzeugt, dass Schülerinnen und Schüler gut verdaubare Wissensstücke einlagern und abspeichern. Die Formulierung ist bewusst gewählt, um die Studierenden herauszufordern, ihren Standpunkt einzunehmen. Diese Herangehensweise basiert auf den Ausführungen von Nawrath (2010), der sich in seiner Dissertation mit den Haltungen bzgl. kontextorientiertem Unterricht auseinander setzt.

Subjektive Theorien über das Lehren des Gegenstands

Es ist davon auszugehen, dass Individuen Lernprozesse unterschiedlich durchlaufen, dabei aber generelle Muster vorhanden sind, welche die Lernprozesse der meisten Schülerinnen und Schüler verbinden. Von dieser Grundannahme gehen die Basismodelle des Lernens aus, welche die Muster der individuellen Lernprozesse sammeln und bündeln (Oser & Sarasin, 1995). Es wird erwartet, dass Lernprozesse besonders erfolgreich ablaufen, wenn Unterricht durch eine bestimmte Abfolge von Sequenzen strukturiert ist. Dies wird als Basismodell beschrieben, das durch aufeinanderfolgende Lernschritte definiert ist. Die Vorstellung der Studierenden, ob ihre Schülerinnen und Schüler jeweils vollständig unterschiedliche Lernprozesse durchlaufen oder trotz ihrer Individualität bestimmte Muster ablaufen, ist deshalb Gegenstand dieser Erhebung. Durch diese Sichtweisen kann die Planung und Strukturierung ihres Unterrichts beeinflusst werden.

Fragestellung:

- Welche Haltung nehmen Studierende im Spektrum zwischen starker Individualität von Lernprozessen und weitgehender Gleichheit von Lernprozessen bei allen Schülerinnen und Schüler ein?

Operationalisierung:

Auch für diese Erhebung wird eine Stellungnahme wie zu den subjektiven Lerntheorien (siehe oben) eingeholt, um die Studierenden zu befragen, wie sie zum Einsatz der Basismodelle des Lernens in ihrer Unterrichtsplanung stehen. Dies wird erneut als Fragebogen mit einem offenen

Herr Wehmann entgegnet:

Ich nehme das ganz anders wahr. Zwar wirken die Schülerinnen und Schüler ganz unterschiedlich, aber unter der Oberfläche läuft das Lernen doch sehr ähnlich ab. Da helfen bestimmte Maßnahmen allen gleich. Wenn ich z.B. einen neuen Begriff einführen will, dann brauche ich zu Anfang erst mal ein gutes Beispiel, an dem man sich abarbeiten kann. Ich habe mir für jeden Zweck ein bestimmtes Muster zurechtgelegt, das allen gleichermaßen hilft.

Abbildung 5.5 Exemplarische Stellungnahme

Item generiert und es werden wieder jeweils zwei Standpunkte vorgestellt, die sich mit dem zu erhebenden Gegenstand beschäftigen. Dabei ist nicht zu erwarten, dass bereits alle Studierenden mit diesem Konstrukt gearbeitet haben. Deshalb wird darauf verzichtet, sie bereits in den Stellungnahmen zu nennen. Dies führt weiterhin dazu, dass die Studierenden, die mit dem Konstrukt bereits in Kontakt gekommen sind, nicht dahingehend beeinflusst werden, diesem Lager ohne eigene Anteilnahme zuzustimmen. Abbildung 5.5 zeigt die Stellungnahme von Herrn Wehmann, der die Basismodelle des Lernens als sinnvolle Möglichkeit ansieht, den Unterricht so zu strukturieren, um dem Großteil der Schülerinnen und Schülern zu helfen. Das gesamte Erhebungsinstrument ist im Anhang A.3 zu finden.

Abschlussbefragung

Die Befragungen zu den Themen Struktur von Wissensbeständen, subjektiver Lerntheorien und den Überzeugungen über das Lehren beschäftigten sich mit hypothetischen Situationen, sodass sich die Studierenden für die Beantwortung der vorangegangenen Fragebögen ihre Einstellungen synthetisch erzeugen mussten. Durch die aktive Umsetzung und Planung ihrer Experimentiersituationen haben die Studierenden diese Grundhaltungen durch ihre Performanz gezeigt. Sie können also durch die Praxissituation die Fragen aus den vorangegangenen Erhebungen mit direktem Bezug auf ihre Lehrprozesse beantworten. Die Aktivierung bzw. die Sensibilisierung der eigenen Grundhaltung in der Planung kann eine Auswirkung auf die universitäre Phase der Lehrerbildung haben, indem Module und Praktika passgenau auf die Teilnehmenden und ihre Überzeugungen eingehen können.

Fragestellung:

- Wie passen die konkreten Erfahrungen aus der Praxis zu den zuvor erhobenen Stellungnahmen der Studierenden bzgl. der Einbindung in die Struktur von Wissensbeständen, subjektiver Lerntheorien und den Subjektiven Theorien über das Lehren?

Operationalisierung:

Dieses Erhebungsinstrument besteht aus vier Teilen: einer Verbindung der Praxis mit den drei Erhebungen aus der Erarbeitungsphase sowie der Evaluation des Moduls.

- In der 1. Befragung hast du dir Gedanken über den Experimentierprozess einer Schülerin gemacht. Welche Erfahrungen hast du in der Praxis mit dem Experimentieren gemacht?
- Zur 2. Befragung: Es gibt unterschiedliche Sichtweisen auf das Lernen von Schülerinnen und Schüler. Weit verbreitet sind hierbei das Verständnis von Lernen als „eigentätiger Aufbau von Wissen“ oder als „Übergabe und Übernahme von fertigem Wissen“ Wie kann die durchgeführte Experimentiersituation einer Sichtweise zugeordnet werden?
- Zur 3. Befragung: In dieser Befragung wurden Modelle des Lernens (Problemlösen, Begriffsbilden, Lernen aus Eigenerfahrung, …) angesprochen, die helfen, Lernprozesse durch Schrittfolgen zu lenken Wie bist du in der Lernumgebung auf diese Basismodelle des Lernens eingegangen?
- Evaluation des Moduls

Abbildung 5.6 Oberkategorien der Abschlussbefragung

In Abbildung 5.6 sind die Einführungspassagen der vier Fragekategorien dargestellt. Das Erhebungsinstrument findet sich im Anhang dieser Arbeit. Dabei werden Unterfragen eingesetzt, um die Ausführungen auf die Inhalte der Ausgangserhebungen zu beziehen. Für die Bildung der Strukturen des Wissensbestands wird erfasst, welche Handlungsformen und kognitiven Prozesse abgelaufen sind. Außerdem beschäftigt sich eine Frage damit, welche Schüleräußerungen die Studierenden reproduzieren können und welche Strukturen des Wissensbestandes sie dahinter vermuten. Zur zweiten Befragung werden die Sichtweisen auf das Lernen als Modelle bezeichnet, um den Studierenden ihre Sichtweise nicht vorzuschreiben, sodass sie auch auf diese Frage unvoreingenommen antworten können. Außerdem wird erneut die Frage nach der Sichtweise auf das Lernen gestellt, damit diese mit der ersten Erhebung verknüpft werden kann. Die dritte Befragung beschäftigt sich mit den Basismodellen des Lernens, die außerdem auf die Diagnose der Lernprozesse abzielt.

Zuletzt sollen die Studierenden ihre Erlebnisse im Modul mit der Praxissituation verknüpfen, um die Relevanz der Inhalte in der Erarbeitungsphase zu hinterfragen. Außerdem werden direkt Verbesserungsvorschläge für einen weiteren Durchlauf des Moduls erbeten, um diese Einwände im nächsten Design berücksichtigen zu können.

Gruppenbefragung

Im Hinblick auf Studierende mit Lehrerfahrung und Vorkenntnissen im Lehr-Lern-Labor sind gelungene Zyklen der Planung, Durchführung, Diagnose, Reflexion und Adaption in Modulen des Master of Education zu erwarten, sodass der Fokus bei der Durchführung von den eigenen Bemühungen abgewandt und auf die Klärung einer selbstgewählten Fragestellung gerichtet werden kann. Die eigenen Lehrprozesse als Forschung zu betrachten, ist nützlich, um die Aufmerksamkeit

der Studierenden auf Diagnose- und Reflexionsprozesse von ihren eigenen Lehrhandlungen zu verlagern. Es kommt zu einer Professionalisierung der Lehrkräfte und die Studierenden schärfen ihren Blick für Forschungsprozesse, ähnlich der Prozesse des Forschenden Lernens (siehe Abschnitt 2.2).

Fragestellung:

- Wie beschreiben Studierende ihren eigenen Forschungsprozess?
- Wird ein Forschungsvorhaben deutlich, obgleich es sich um ein reguläres Modul handelt?

Operationalisierung: Um Antworten zu dem Ablauf des Forschungsprozesses zu generieren, wird ein Fragebogen eingesetzt, der aus sieben offenen Items besteht, siehe Abbildung 5.7.

- Formuliert eure Forschungsfrage(n).
- Beschreibt die Annahmen, die ihr über die ablaufenden Prozesse bei den Schülerinnen und Schüler oder bei euch selbst getroffen hattet.
- Welche Daten habt ihr gesammelt, die euch bei der Beantwortung der Forschungsfrage helfen? Wie habt ihr sie gesammelt?
- Wie habt ihr die Daten ausgewertet?
- Welche Ergebnisse haben diese tatsächlich geliefert? Beschreibt, wie ihr mit Hilfe der Daten die abgelaufenen Prozesse reflektiert habt.
- Beschreibt, wie ihr die Experimentiersituation aufgrund eurer Reflexionsergebnisse angepasst habt.
- Beschreibt das zentrale Ergebnis eures Forschungsprojektes.

Abbildung 5.7 Items der Gruppenbefragung

Die Fragen aus der Abbildung 5.7 beschäftigen sich weniger mit dem konkreten zeitlichen Ablauf, sondern fassen vielmehr die wesentlichen Ergebnisse zu den Phasen zusammen. Obwohl oft von einem starren, linearen Forschungsablauf die Rede ist, werden bei der tatsächlichen Durchführung Schritte übersprungen oder mehrfach durchschritten. Auch wenn der tatsächliche Verlauf nicht zu den generierten Daten passt, werden zunächst die gewählten Forschungsfragen und daraufhin getätigten Annahmen erfasst. Überdies werden die gesammelten Daten und ihre Auswertung angesprochen sowie eine Reflexion der Erhebungsinstrumente eingefordert. Im nächsten Schritt wird der Forschungsprozess auf die Durchführung des Lehr-Lern-Labors beschrieben, um die Verbindung zum Zyklischen Forschenden Lernen zu verdeutlichen.

5.2.2 Abschlussberichte

Als Prüfungsleistung ist ein Forschungsbericht der jeweiligen Gruppen vorgesehen. Dieser kann auch in der Auswertung herangezogen werden, da hier die verschiedenen Voraussetzungen der

Studierenden deutlich werden und sie ihre Prozesse beschreiben. Als Leitlinie für den Abschlussbericht wird den Studierenden nur zusammenfassende Themenbeschreibungen gegeben, sodass sie eigene Gewichtungen und Ausprägungen der Themen, passend zu ihren Überzeugungen, wählen können. Folgende Inhalte sind zwingender Bestandteil des Berichts: Angebot, Durchführung, Reflexion, Anpassung und Fazit.

Die Studierenden sollen ihr Angebot beschreiben. Das bedeutet, dass sie die Entwicklung der Intervention skizzieren und gegebenenfalls ihre zu prüfenden Hypothesen erläutern. Sollten keine Hypothesen zuvor formuliert worden sein, wird zumindest eine Beschreibung der Annahmen an das Lehr-Lern-Labor erwartet. In einem weiteren Teil beschreiben die Studierenden ihre Durchführung. Die Ausführungen zur Durchführung sollen dabei jedoch nicht einer Nacherzählung der Geschehnisse ähneln, sondern vielmehr die Intervention, also die geplanten Lehr- und Lernprozesse sowie die Beschreibung der zu erhebenden Daten umfassen. Diese sollen zur Auswertung und Diagnose der Lernprozesse und -voraussetzungen in einem diagnostischen Abschnitt der Abschlussberichte vorgestellt und analysiert werden. Basierend auf den Ergebnissen der Diagnose werden die Studierenden in der Reflexion der Arbeit Schlüsse ziehen und interpretieren, um die relevanten Entscheidungen ableiten zu können, welche Strukturen den Lernprozessen förderlich und welche hinderlich sind. Im letzten Schritt sollen sie dann Wege beschreiben, wie sie die Reflexionsergebnisse im Hinblick auf Anpassungen umgesetzt und die Experimentiersituation für den nächsten Besuch der Schülerinnen und Schüler verändert haben oder welche Ergebnisse sie bei einer erneuten Durchführung beachten wollen. Ein Fazit könnte die abschließende Beantwortung der Forschungsfragen beinhalten und die Möglichkeit bieten, aufkommende Fragen und weiterführende Annahmen zu formulieren.

5.2.3 Interviewleitfäden

Die Legitimität der im Abschnitt 2 vorgestellten, auf konstruktivistischen Annahmen fußenden Modelle ist durch die Lehre an der Universität gegeben, sodass Hochschullehrende davon von dem sinnstiftenden Aufbau dieser Ansichten bei den Studierenden ausgehen. Von Interesse ist für die Befragungen, ob diese Antworten, die durch den Stellenwert im universitärem Curriculum als sozial erwünscht kategorisiert werden können, sich bloß oberflächlich auf die Einstellungen der Studierenden auswirken, indem sie ihr Wissen darüber reproduzieren oder ob sich zeigt, dass die Studierenden die Einstellungen aus der Theorie teilen. In der Performanz zeigt sich, ob die pädagogischen Modelle und fachdidaktischen Konstrukte für die Planung herangezogen werden oder ob sich die Studierenden dabei nur auf ihre eigenen Erfahrungen beziehen.

Neben den Einstellungen zum Lehren und Lernen bieten die Interviews eine herausragende Möglichkeit, die Studierenden zu den Entwicklungen ihres Forschungsprozesses im Lehr-Lern-Labor zu befragen, die sich angelehnt an das Prozessmodell des Zyklischen Forschenden Lernens in die Bereiche der Planung, Durchführung, Diagnose, Reflexion und Adaption aufteilen. Außerdem zeigt sich auch in den Gesprächen, wie die Studierenden über ihre Forschung sprechen und welche Hilfen und Unterstützungsmöglichkeiten sie durch das Modul erfahren.

Fragestellungen:

- Welche Forschungsprozesse laufen konkret ab?
- Wie werden diese durch die Studierenden expliziert?
- Wie werden epistemische Grundhaltungen während der Planung deutlich?
- Wie wird das Modul evaluiert?

Operationalisierung: Die Gespräche werden anhand eines Leitfadens geführt. Die Analyse von Problemen liefert Fragen, die der Befragung Struktur verleihen. Es handelt sich also um eine offene Interviewumgebung mit strukturgebendem Leitfaden. Mayring (2002) ordnet es deshalb den halbstandardisierten Interviewtechniken zu. Mögliche Ausrichtungen bestehen bei solchen Interviews in einer „Prozessorientierung“, einer „Gegenstandsorientierung“ oder einer „Problemzentrierung“ (Witzel, 1989, 230ff.). In diesem Fall fokussieren sich die Interviews auf die Prozesse, da diese für das zu prüfende Potential der Lehr-Lern-Labore von großer Relevanz sind. Aufgrund der unterschiedlichen Ausrichtungen und Erhebungszeitpunkte legen die vier Interviews jedes Durchgangs jeweils einen anderen Schwerpunkt. Dieser wechselt von einer genauen Betrachtung der Planung, über die Fokussierung auf die Durchführung nebst den diagnostizierten Lernprozessen zu der Reflexion der Praxissituation mit evaluativen Anteilen. Da die Auswertung auf die Prozesse abzielt, ist bei der Durchführung der Interviews darauf zu achten, dass die Studierenden das Gespräch vorantreiben und die Forschungsperson nur Impulse in Form von Fragen stellt, wenn die Interviewten keine weiteren Ideen oder Themen eigenständig ansprechen. Der Gegenstand der Auswertung ist somit die Rekonstruktion der Prozesse der Studierenden, die methodisch kontrolliert abläuft (Niebert & Gropengießer, 2014).

Damit die Interviews der unterschiedlichen Gruppen so vergleichbar wie möglich sind, sollten die gleichen Impulse auf ähnliche Weise gegeben werden, wie sie im Interviewleitfaden festgehalten sind. Ein narratives Interview wird somit nicht geführt (Küsters, 2014). Die Erarbeitung der Interviewleitfäden läuft in mehreren Optimierungsschleifen ab, sodass der zu erhebende Gegenstand so klar wie möglich herausgearbeitet wird. Bei diesem Erhebungsinstrument handelt es sich um das einzige Instrument, das in beiden Moduldurchgängen eingesetzt wird. Deshalb können die Leitfäden des ersten Durchgangs die Grundlage für die Entwicklung im zweiten Moduldurchgang bieten. Die wiederkehrende Auseinandersetzung mit dem Interviewgegenstand führt zu einem routinierterem, präziserem Vortrag der Leitfragen. Durch das offene Setting können die Studierenden Inhalte ansprechen, die über die Fragen hinausgehen und mittels eigener Impulse das Interview mitgestalten (Niebert & Gropengießer, 2014). Das Vorgehen kann dazu führen, dass die Interviewstruktur auf die reale Situation angepasst wird, indem die eine Änderung der Fragenreihenfolge oder Akzentsetzungen durch die Studierenden zugelassen werden. Dies ist außerdem durch den komplexen Forschungsgegenstand abgedeckt, der die Abweichungen von der generellen Struktur rechtfertigt. Dabei muss darauf geachtet werden, dass die Gespräche immer wieder auf die zentralen Aspekte des Interviews zurückgeführt werden (Mayring, 2002). In den Interviews werden alle forschungsrelevanten Konstrukte des Zyklischen Forschenden Lernens aufgenommen, die Charakteristika der Studierenden untersucht und die Kompetenzen herausgefiltert, die Studierenden bzgl. eines Forschungsmodus aufweisen.

Obwohl die Daten zu denselben Forschungsfragen generiert werden, gibt es Unterschiede zwischen den schriftlichen Befragungen aus den Fragebögen und den Interviewsituationen. Zum einen antworten die Studierenden im Interview in der Gruppe. Dadurch kann es zu der Situation kommen, dass besonders dominante Gruppenmitglieder die Antworten der anderen Studierenden beeinflussen. Andererseits kann die Auseinandersetzung der Studierenden in der Gruppe dazu zu einer Diskussion der Inhalte und einer genaueren Explikation ihre eigenen Standpunkte führen. Dies wird als eine Bereicherung der Rohdaten verstanden. Deshalb muss durch gezieltes Nachfragen und einer konstruktiven Umgebung allen Interviewteilnehmenden die Möglichkeit der Meinungsäußerung ermöglicht werden. Weitere Unterschiede gibt es in der Befragungsweise: während die Studierenden in den Fragebögen nach einer Stellungnahme zu gegensätzlichen Aussagen gebeten werden, müssen sie in der Interviewsituation direkt ihre Meinungen formulieren, ohne sich dabei auf andere Stellungen beziehen zu können. Für die offene und ehrliche Beantwortung dieser Standpunkte ist es erneut wichtig, dass keine Antwortmöglichkeit als sozial erwünscht zu erkennen ist. Dies wird durch eine ungezwungene Umgebung und die Formulierung gleichwertiger Antwortmöglichkeiten erwirkt.

Die Interviews werden als einziges aller Instrumente in beiden Erhebungen eingesetzt wird was zu einigen Anpassungen der Leitfäden und Unterschieden im Setting führt. Während im ersten Moduldurchgang Abschlusskandidaten die Interviews bestreiten, werden die Befragungen im zweiten Durchgang von einem Mitglied der Forschungsgruppe durchgeführt. Dass es dadurch zu verschiedenen Effekten kommen kann, besprechen die Autoren Glantz & Michael (2014). Besonders bei schwierigen Fragen kann es dabei Einflüsse geben, die von der Atmosphäre der Interviews abhängig sind. Besonders bei der Beantwortung zu den professionsorientierten Überzeugungen stellt die Interviewumgebung einen wichtigen Faktor dar, da die Überzeugungen der Studierenden nur selten explizit zugänglich sind, sodass eine genaue Anleitung bei der Befragung von großer Relevanz ist. Auch wenn oftmals eine maximale Offenheit der Befragungssituationen gefordert wird, ist es wichtig, die Gespräche für den Forschungsgegenstand zu strukturieren (Helfferich, 2014; Niebert & Gropengießer, 2014).

5.2.3.1 Interviewleitfäden des ersten Moduldurchgangs

Im Sommersemester 2015 wird die modulare Struktur zum ersten Mal durchgeführt. Aus diesem Grund behandeln die eingesetzten Instrumente vor allem generelle Aspekte des zu evaluierenden Prozessmodells des Zyklischen Forschenden Lernens. Im Rahmen ihrer Bachelorabschlussarbeiten, führen die Studierenden Nina Büchter und Alexander Fricke eine Erhebung der Prozesse der Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Moduls „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ durch. Dabei setzen sie die gemeinsam entwickelten Interviewleitfäden, die in den folgenden Abschnitten beschrieben werden, in Interviews mit insgesamt fünf Studierendengruppen ein.

Interviewleitfaden für das Gespräch vor dem Lehr-Lern-Labor

Die vier Interviewleitfäden folgen generell der Struktur, dass zunächst aktuell relevante Fragestellungen angesprochen werden, worauf zum Ende hin eine Betrachtung der Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor vorgenommen wird (siehe Abbildung 5.8)

1. *Genese*: Wie seid Ihr auf Euer Thema gekommen?
2. *Allgemeines*:Denkt bitte an Eure Planung insgesamt: Worin besteht der rote Faden?
3. *Planung von Schülerprozessen*: Welche Denkprozesse und welches Lernen wollt Ihr bei den Schülerinnen und Schülern erreichen? Wie geht Ihr dabei vor?
4. *Spektrum der Offenheit*: Inwieweit setzt Ihr das Konzept des Forschenden Lernens um?
5. *Diagnose und Reflexion*: Welche Diagnoseinstrumente setzt Ihr ein?
6. *Adaption*: Mit welchem Bedarf, die Planungen anzupassen, rechnet Ihr nach dem ersten Besuch der Schülerinnen und Schüler?

Abbildung 5.8 Leitfragen des ersten Interviews

Im ersten Interview werden zunächst die geplanten Lehr-Lern-Laborsituationen besprochen. Die Studierenden finden sich durch die Wahl dieses Einstiegs in die Situation ein und können direkt ihren Planungs- und in gewissem Maße ihren Forschungsprozess vorstellen. Da die Intervention im Modul zu der Zeit noch in der nahen Vergangenheit liegt, bietet es sich an dieser Stelle an, die Studierenden nach der Relevanz der Lehrveranstaltung bei ihren Planungsvorhaben zu befragen, um eine Evaluation der Inhalte durchzuführen. Die nächsten Interviewabschnitte beschäftigen sich mit den Prozessen des Zyklischen Forschenden Lernens. So werden die Studierenden im Detail zu ihrer Planung befragt. Zunächst wird ihre Absicht ergründet, wie sie Denk- und Lernprozesse in ihren Vorbereitungen berücksichtigen und wie sie diese im Lehr-Lern-Labor initiieren wollen. Um die Lernangebote in weiteren Aspekten zu unterscheiden, wird in diesem Zusammenhang eine Spektrum zwischen Forschendem Lernen der Schülerinnen und Schüler sowie einem instruktionsbasierten Lernen angesprochen, in das die Studierenden ihre Experimentierangebote einordnen sollen. Dass es zu diesem Zeitpunkt noch keine Durchführung gibt, wirkt sich auch auf die Teilprozesse der Diagnose und Reflexion sowie auf die Anpassung aus. Deshalb werden vor allem die erwarteten Ergebnisse und Abläufe für die Diagnose angesprochen. Beendet wird das Interview durch die Diskussion des erwarteten Anpassungsbedarfs, der die Flexibilität der Planung einschließt.

Interviewleitfaden für die Gespräche zwischen den Lehr-Lern-Labortagen

Als Einstieg in das zweite und dritte Interview wird jeweils eine Rückschau auf die vergangenen Labortage durchgeführt. Weiterhin wird besprochen, ob die Studierenden der Meinung sind, dass ihre gesteckten Ziele von den Schülerinnen und Schülern erreicht worden sind. Die Probleme der

Schülerinnen und Schüler werden im Anschluss thematisiert. Es kann somit gezeigt werden, wie sie die Attribution von Misserfolgen durchführen. Die Leitfragen finden sich in Abbildung 5.9.

1. *Rückblick:* Wie verlief Euer zweiter bzw. dritter Labortermin mit den Schülerinnen und Schülern? Was ist dabei gut gelaufen?
2. *Lernziele:* Inwieweit habt Ihr die von Euch geplanten Ziele erreicht?
3. *Problemerkennung:* Welche Probleme traten im Verlauf Eures Termins auf? Wo hatten die Schülerinnen und Schüler im Denk-, Lern- und Umsetzungsprozess besondere Probleme?
4. *Reflexion der Planung:* Inwieweit haben folgende Aspekte den Denk- und Lernprozess Eurer Schülerinnen und Schüler unterstützt oder ggf. behindert? Lösten diese die erwarteten Reaktionen bei den Schülerinnen und Schülern aus
5. *Reflexion des Vorwissens:* In welchem Verhältnis stand das erwartete Vorwissen zum tatsächlich angetroffenen der Schülerinnen und Schüler?
6. *Reflexion der Diagnosemittel:* Welche Diagnosemittel habt Ihr eingesetzt?
7. *Reflexion und Anpassung:* Inwieweit müsst Ihr Eure Planung auf die zuvor angesprochenen Probleme anpassen?
8. *Planung von Schülerprozessen und Interaktion:* Welche Denkprozesse und welches Lernen wollt Ihr bei den Schülerinnen und Schülern erreichen? Wie geht Ihr dabei vor?
9. *Diagnose und Reflexion:* Welche Diagnoseinstrumente setzt Ihr ein?
10. *Anpassung:* Mit welcher Art der Anpassung rechnet Ihr nach dem nächsten Termin?

Abbildung 5.9 Leitfragen des zweiten und dritten Interviews

Nach diesem allgemeinen Teil werden die Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens reflektiert. Zunächst wird die Planung angesprochen. In Vorbereitung auf die Reflexion der Diagnosesituationen sollen die Studierenden den Stand des Vorwissens ihrer Schülerinnen und Schüler evaluieren und mit ihrer Planung vergleichen. Die Reflexion der Diagnosemittel läuft ähnlich ab wie vor dem Lehr-Lern-Labor, nur dass sie in diesen Interviews mit der Durchführung verknüpft werden können. Daran anschließend werden die Studierenden zu ihrer Anpassung befragt. Danach wird das nächste Treffen mit den Schülerinnen und Schülern vorbereitet. Weiterhin wird bei der Diagnose das Instrument in den Mittelpunkt gerückt und die Schlüsse, die aus der letzten Treffen gezogen werden. Das Interview wird beendet mit den Ausführungen zur Adaption und der hypothetischen Situation, dass die Lernziele nicht erreicht werden.

Interviewleitfaden für das Gespräch nach dem Lehr-Lern-Labor

Nach dem dritten Treffen mit den Schülerinnen und Schülern bietet sich zum einen die Möglichkeit, die letzte Sitzung zu reflektieren (siehe Abbildung 5.10). Darüber hinaus ist nach Abschluss der Lehr-Lern-Laborsituation diese als Ganzes zu überdenken und dabei die Nützlichkeit der Intervention in der Erarbeitungsphase mit einzubeziehen. Zunächst wird auf die Experimentiersituation zurückgeblickt, die erreichten Tagesziele werden evaluiert und die Probleme der Schülerinnen und Schüler erhoben. Abermals wird der Fokus auf die Auswertung

und Reflexion der Diagnosedaten gelegt. Daraufhin wird das Experimentieren im Lehr-Lern-Labor über die drei Termine hinweg reflektiert. Dazu sollen die Studierenden einschätzen, ob über die Termine eine bessere Passung zwischen den geplanten Lehrimpulsen und den Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler entstanden ist. Außerdem werden die verwendeten Diagnosemittel besprochen. Abschließend wird das Modul evaluiert, da es für die Dozentinnen und Dozenten für ihren Forschungsprozess im Sinne des Design-based research (siehe Kapitel 3) besonders wichtig ist, authentische Anmerkungen zu erhalten.

1. *Rückblick:* Wie verlief Euer letzter Labortermin mit den Schülerinnen und Schüler? Was ist dabei gut gelaufen?
2. *Lernziele:* Inwieweit habt Ihr die von Euch geplanten Ziele erreicht?
3. *Problemerkennung:* Welche Probleme traten im Verlauf Eures Termins auf? Wo hatten die Schülerinnen und Schüler im Denk-, Lern- und Umsetzungsprozess besondere Probleme?
4. *Reflexion der Planung:* Inwieweit haben folgende Aspekte den Denk- und Lernprozess Eurer Schülerinnen und Schüler unterstützt oder ggf. behindert? Lösten diese die erwarteten Reaktionen bei den Schülerinnen und Schülern aus?
5. *Reflexion der Diagnosemittel:* Welche Diagnosemittel habt Ihr eingesetzt?
6. *Reflexion der Laborphase:* Wie verliefen Eure Termine insgesamt?
7. *Reflexion Adaption:* Betrachten Sie einmal Ihre Anpassung an die Schülerinnen und Schüler. Inwieweit glaubt Ihr, dass diese gelungen ist/ausreichend durchgeführt wurde?
8. *Reflexion Modul:* Wie hat Euch das Seminar im Verlauf eurer Planung unterstützt?

Abbildung 5.10 Leitfragen des vierten Interviews

5.2.3.2 Interviewleitfäden des zweiten Moduldurchgangs

Für den zweiten Moduldurchlauf sind die Interviews ausgewertet worden, sodass deutlich wird, an welchen Stellen nicht nur das Modul weiterentwickelt werden muss, sondern auch die Leitfäden, welche die Antworten der Studierenden generieren. In Kapitel 7 sind die Grundlagen für die Veränderung der Inhalte dargelegt. Es zeigt sich darüber hinaus auch, dass sich die Fragen zum Teil wiederholten oder überflüssig werden, da sie nicht trennscharf genug voneinander sind. Dadurch weisen die Interviews Passagen auf, die sich unnötig doppeln. Die Prüfung dieser Fragen führt zu einer Weiterentwicklung der Leitfäden, die in den nächsten Abschnitten beschrieben werden. Die vollständigen Dokumente finden sich im Anhang B.2. Die kritische Überprüfung der Leitfäden zeigt weiterhin, dass diese nicht individuell genug auf die verschiedenen Formate der Studierenden eingehen. Es müssen für diesen Aspekt neue Lösungen gefunden werden, damit die Fragen eine bessere Passung zu den Lernumgebungen aufweisen.

Beschreibung des Interviewleitfadens für das Gespräch vor dem Lehr-Lern-Labor

Das erste Interview findet kurz vor dem Aufeinandertreffen mit den Schülerinnen und Schülern statt, sodass die Leitfragen sich mit der Planung der Studierenden beschäftigen (siehe Abbildung 5.11). Eröffnet wird das Interview mit Fragen zur Zielorientierung der Lehr-Lern-Labore bzgl. der konkreten Ziele sowie der Eingangsvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler. Dies bildet den Einstieg, da es direkt an den Planungsentscheidungen der Studierenden ansetzt und ihnen den Zugang zum Gegenstand der Befragung erleichtert. Im Anschluss werden kognitiv anspruchsvolle Fragen gestellt, für die es notwendig ist, dass die Interviewten in das Thema eingedacht sind. Als nächstes wird das Forschungsprojekt der Studierenden ergründet. Fragen zum Forschungsvorhaben sind immer Teil der Interviews und folgen der immer gleichen Struktur. Hierbei wird nach Ergebnissen, Veränderungen und weiteren Schritten gefragt. Deshalb wird im Sinne einer Gedankenstütze ein Poster entwickelt, das im Verlauf der vier Interviews verändert bzw. ergänzt werden kann.

Planung

1. *Lernziele:* Welche Ziele wollt Ihr durch eure Experimentiersituation erreichen
2. *Erwartetes Vorwissen:* Welche Voraussetzungen der Lernenden habt ihr bei der Planung bedacht? Wie habt ihr sie bedacht?
3. *Forschungsvorhaben:* Was ist eure zentrale Forschungsfrage?
4. *Sicht- und Tiefenstruktur der Experimentierumgebung:* Welche Handlungen der Schülerinnen und Schüler wollt Ihr provozieren? Welche Art kognitiver Prozesse können hierbei auftreten?
5. *Reflexion der Diagnosemittel:* Wie verliefen Eure Termine insgesamt? Welche Rolle spielen Diagnoseprozesse in diesem Zusammenhang? Was könnt ihr daraus in eurem Forschungsprozess für einen Nutzen ziehen?
6. *Subjektive Lerntheorie:* Wie haben diese Überlegungen eure Planung beeinflusst? Welche Sicht war bei euch vorherrschend?
7. *Einstellungen zu Grundmustern des Lernens:* • Inwiefern spielen diese Überlegungen in euren Planungen eine Rolle?
8. *Reflexion der Lernumgebung:* Welche Rolle kann das Reflektieren in eurem Forschungsprozess spielen? Was erwartet ihr euch davon? Was geschieht mit den Reflexionsergebnissen?

Abbildung 5.11 Leitfragen des ersten Interviews

Daran anschließend werden die Studierenden bzgl. der Inhalte der Befragungen aus der Erarbeitungsphase befragt. Dies beinhaltet Fragen zu ablaufenden Prozessen in der Experimentiersituation, die sich auf die Sicht- und Tiefenebene bei den Schülerinnen und Schülern beziehen. Anschließend werden erneut ihren Einstellungen zu Grundannahmen des Lernens erhoben. Dazu werden das Transmissionskonzept und die aktive Konstruktion von Wissen als gleichwertig beschrieben, um die Studierenden nicht zu drängen, den konstruktivistischen Ansatz zu präferieren. Zuletzt wird der Einsatz der Basismodelle des Lernens als

Strukturierungsmöglichkeit thematisiert. Das Gespräch wird durch einen Fragenblock zur Reflexion der Experimentiersituationen beendet.

Beschreibung des Interviewleitfadens für die Gespräche zwischen den Lehr-Lern-Labortagen

Die Studierenden können an den Experimentiernachmittagen mit den Schülerinnen und Schülern experimentieren und somit Eindrücke zu ihren Lernvoraussetzungen sammeln. Darauf nehmen die Leitfragen (siehe Abbildung 5.12) direkt Bezug. Zunächst geht es wie in der ersten Interviewsituation darum, Statements bzgl. der Überzeugungen der Studierenden festzuhalten. Erneut wird nach den beobachteten Experimentierhandlungen und den daraus resultierenden

Durchführung

1. *Sicht- und Tiefenstruktur der Experimentierumgebung:* Welche Handlungen der Schülerinnen und Schüler habt Ihr provozieren können? Welche Art kognitiver Prozesse habt ihr beobachtet? Wie beeinflusst das euer weiteres Vorgehen?
2. *Subjektive Lerntheorie:* Welches Modell bzw. Grundannahme war bei eurem letzten Versuchstag vorrangig vertreten? Wie hat euch die Planung anhand der Basismodelle während der Durchführung geleitet?
3. *Forschungsvorhaben:* Was gibt es neues zu eurer zentralen Forschungsfrage? Wie geht ihr nun weiter vor?
4. *Struktur von Wissensbeständen:* Ich habe ich ein Beispiel einer Schülerinnen Äußerung mitgebracht, um exemplarisch auch über die konkrete Durchführung zusprechen zu kommen. Erinnert ihr euch, wie ihr damit umgegangen seid? Was meint ihr, wie kommt diese Aussage zustande?

Diagnoseprozesse

5. *Bedeutung von Diagnose:* In der Befragung haben einige der Seminarteilnehmer geschrieben, dass es wichtig sei, herauszufinden, wie eure Schülerinnen und Schüler am besten lernen. Wie steht ihr zu dieser Position? Wie schlägt sich das in den Diagnosesituationen nieder?

Reflexionsprozesse

6. *Reflexion*: Wie habt ihr die zurückliegende Experimentiersituation reflektiert? Welche Auswirkungen hat eure Reflexion auf die Forschungsfragen, die ihr euch stellt?

Adaptionsprozesse

7. *Bedarf an Adaption:* Mit welchem Bedarf, die inhaltlichen Planungen anzupassen, habt ihr vor dem ersten Besuch der Schülerinnen und Schüler gerechnet? Wie sieht die Realität aus?
8. *Einfluss durch die Forschungsvorhaben:* Welche Rolle spielt eure Forschungsfrage dabei? Welche veränderte Planung resultiert daraus?

Abbildung 5.12 Leitfragen des zweiten und dritten Interviews

kognitiven Prozessen der Schülerinnen und Schülern gefragt. Die Frage nach der Einstellung zum Lernen als Übergabe oder Aufbau von Wissen wird in diesem Fall durch die Evaluation ihre eigenen Lehrhandlungen beantwortet. Der Beschreibung der Überzeugungen folgt die Darstellung der Forschung. Die Studierenden berichten von ihren Forschungshandlungen seit dem letzten Gespräch, das eine Woche zuvor und vor dem Lehr-Lern-Labor stattgefunden hat. Basierend auf den individuellen Verläufen der Forschungsprojekte werden unter anderem die Datengenerierung und der Einsatz eines Protokollanten/einer Protokollantin besprochen. Mit der Präsentation einer Schülervorstellung kann überprüft werden, von welcher Struktur der Wissensbestände die Studierenden bei den Lernenden ausgehen oder ob diese nicht vorhanden ist. Daran anschließend werden die Studierenden zu ihren Diagnosehandlungen befragt. Dazu wird neben einer Stellungnahme zur Bedeutung von Diagnose in Lehr-Lern-Laboren nach den tatsächlich umgesetzten Situationen gefragt, um diese in Verbindung miteinander zu bringen. Die Reflexion als Teilprozess des Zyklischen Forschenden Lernens nimmt in diesem Interview zum einen Bezug auf die Durchführung und zum anderen auf den Forschungsprozess der Studierenden. Zuletzt wird über den Anpassungsbedarf der Studierenden gesprochen. Auch in diesem Block wird untersucht, wie die Forschungsprozesse der Studierenden ihr Zyklisches Forschendes Lernen beeinflussen.

Beschreibung des Interviewleitfadens für das Gespräch nach dem Lehr-Lern-Labor

Das letzte der vier Interviews (siehe Abbildung 5.13) beschäftigt sich neben der Reflexion des zurückliegenden dritten Labortags außerdem mit der Rückschau auf die gesamte Situation im Lehr-Lern-Labor. Begonnen wird mit der Befragung zu den provozierten Experimentierprozessen. Den Einsatz der Basismodelle legen die Studierenden auf gleiche Weise dar wie ihre persönliche Sicht auf das Lernen. Im Anschluss wird ein letztes Mal über das Forschungsprojekt der Studierenden gesprochen. Dabei stehen neben dem Fragenkatalog in diesem Interview auch Fragen im Fokus, die den Prozess der Studierenden auf einer Meta-Ebene betrachten. Dazu sollen sie den von ihnen geplanten Forschungsprozess der Schülerinnen und Schüler mit ihrem eigenen Forschungsprozess vergleichen.

Im weiteren Verlauf des Interviews werden die Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens erneut behandelt. Im Falle der Diagnostik durch die Studierenden werden beispielsweise der Ertrag der Diagnoseinstrumente und die Veränderungen durch die Teilnahme an dem Modul thematisiert. Im Fragenblock zur Reflexion wird erneut mit der individuellen Reflexionsanlässen begonnen und dann die Experimentiersituation im Allgemeinen dargestellt. Auch an dieser Stelle wird untersucht, wie die Studierenden den Nutzen der Erarbeitungsphase für das Gelingen der Experimentiersituation einschätzen. Nach dem letzten Durchführungstag bleibt als Adaptionsmöglichkeit nur noch eine hypothetische Anpassung der Lernumgebung für die Wiederholung der Experimentiersituation mit anderen Schülerinnen und Schülern.

Abschluss des Interviews stellt eine Evaluation des Moduls dar. Dazu sollen die Studierenden Möglichkeiten für die Dozentinnen und Dozenten aufzeigen, wie diese bei einem weiteren Durchgang das Konzept anpassen können. Zuletzt sollen die Studierenden ihren eigenen Lernzuwachs einschätzen, um einordnen zu können, ob die gesteckten Ziele des Moduls überhaupt zu erfüllen sind: Oder anders formuliert, ob es möglich ist, die Einstellungen der Studierenden zu den für die Experimentierprozesse der Schülerinnen und Schüler relevanten lernpsychologischen

Teilbereiche zu beeinflussen bzw. sie gleichzeitig in einem regulären Studienmodul Prozesse Forschenden Lernens umsetzen zu lassen und diese als Forschungsprozesse zu modellieren.

Durchführung

1. *Sicht- und Tiefenstruktur der Experimentierumgebung:* Welche neuen Handlungsformen habt ihr bei den Schülerinnen und Schüler hervorgerufen? Welche kognitiven Prozesse habt ihr insgesamt beobachtet?
2. *Basismodelle*: Wie hat euch die Planung anhand der Basismodelle während der Durchführung geleitet?
3. *Subjektive Lerntheorie:* Was ist eure persönliche Definition von Lernen? Wie spielen die Grundannahmen von Aufbau bzw. der Übergabe von Wissen dabei eine Rolle?
4. *Forschungsvorhaben:* Was gibt es neues zu eurer zentralen Forschungsfrage? Wie geht ihr nun weiter vor? Wo gibt es noch offene Fragen? Welche Schritte fehlen noch zum Abschluss des Forschungsprojektes?
5. *Forschungsmodelle*: Auf welche Weise würdet ihr den Forschungsprozess eurer Schülerinnen und Schüler modellieren? Wie hat sich euer eigener Forschungsprozess gestaltet?

Diagnoseprozesse

6. *Bedeutung von Diagnose:* Was habt ihr auf Grundlage von Diagnose neues über eure Schülerinnen und Schüler erfahren? Wie haben die Erfahrungen im Seminar und Lehr-Lern-Labor eure Sicht auf Diagnose verändert?

Reflexionsprozesse

7. *Reflexion*: Wie habt ihr die zurückliegende Experimentiersituation reflektiert? Was ist das Ergebnis eurer Experimentiersituation? Welche Auswirkungen hatte das Lehr-Lern-Labor auf eure Reflexion von Lehr-Angeboten?

Adaptionsprozesse

8. *Adaption für eine erneute Durchführung:* Wenn ihr noch einmal die geplante und durchgeführte Lern-Situation umsetzen müsstet, was würdet ihr anders machen und woran würdet ihr festhalten?

Evaluation des Moduls

9. *Einbindung der Modulinhalte*: Wie habt ihr die Seminarinhalte (Experimentierprozesse von Schülerinnen und Schülern, Basismodell des Lernens, Diagnose und Diagnosetools) bei der Planung und Durchführung des Experimentierangebots umgesetzt?
10. *Optimierung der Modulstruktur:* Wie könnte man die Seminarstruktur verbessern?
11. *Lerneffekte:* Welche Effekte hatte das Seminar auf euch?

Abbildung 5.13 Leitfragen des vierten Interviews

5.3 Datenbestand und Struktur der Daten

Die Entwicklung der Modulstruktur beeinflusst auch die Forschungsinstrumente, sodass nicht jedes Dokument für jede der Gruppen vorliegt. Deshalb wird in der folgenden Tabelle 5.1 dargestellt, zu welcher Gruppe welche Daten vorliegen. Hier ist zu beachten, dass es sich bei den Interviews um Datensets von je vier Befragungen handelt (siehe für die Leitfäden Abschnitt 5.2.3), welche die Laborphase begleiten und reflektieren. Die Fragebögen werden erst im zweiten Durchlauf eingesetzt. Sie bestehen aus vier Fragebögen, die von jedem Gruppenmitglied ausgefüllt werden. In der Summe sind dies 91 Dokumente. Dazu kommen die Darstellungen der Forschungsvorhaben, die von den gleichen Gruppen vorliegen. Für die Analyse der Abschlussberichte liegen die Daten von sechs Gruppen vor, da einige Studierenden die Möglichkeit einer alternativen Modulprüfung wahrgenommen haben. Überdies hat sich die Forschungsfrage erst durch die Sichtung der Daten ergeben, sodass auch in diesem Fall nur auf die Dokumente des zweiten Durchlaufs zurückgegriffen werden kann.

Tabelle 5.1 Vorhandene Daten der 13 untersuchten Gruppen

	1. Moduldurchlauf					2. Moduldurchlauf								
Gruppe	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**Σ**
Interviews	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓							**7**
Fragebögen						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**8**
Abschluss-berichte						✓	✓	✓	✓			✓	✓	**6**

Die Tabelle 5.1 visualisiert, dass zwar nicht jedes Erhebungsinstrument für jede Gruppe vorliegt, allerdings gewiss jeder Gruppendatensatz zu jeder Forschungsfrage zumindest Hinweise liefern kann. Dies wird durch die Einbindung der Interviews und Abschlussberichte, die für alle Forschungsfragen hinzugezogen werden, möglich.

5.4 Auswerteverfahren und Gütekriterien

Die Auswertung der Rohdaten, die in Form von Audiomitschnitten der Interviews, digitalen Versionen der Abschlussberichte sowie den ausgefüllten Paper-Pencil-Fragebögen vorliegen, bedarf einer Bündelung, einer Digitalisierung und bzgl. der Audiospuren außerdem einer Transkription der Dokumente. Bei der Transkription werden zuvor formulierte Regeln eingehalten, die sich auf Kuckartz (2010) beziehen: Die Interviews werden wörtlich transkribiert und unter Berücksichtigung orthographischer Vorgaben an die deutsche Grammatik angeglichen. Die beteiligten Personen werden in diesem Zusammenhang anonymisiert. Der oder die Interviewende wird mit einem „I“ kenntlich gemacht, während die Studierenden mit den Abkürzungen S1, S2

oder S3 bezeichnet werden. Anmerkungen über die Dozierenden der Veranstaltung werden mit dem Begriff „DOZENT“ gekennzeichnet und die weiteren Mitglieder der Forschungsgruppe werden ebenfalls markiert. Überdies werden die Vornamen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler mit den Initialen abgekürzt (Kuckartz & Rädiker, 2014). Bei Wortabbrüchen wird dies durch ein „-“ gekennzeichnet und Satzabbrüche durch „--“ kenntlich gemacht. Unterbrechungen werden in eckigen Klammern in die Antworten eingefügt. Bei den Zitaten der Interviews wird die betreffende Stelle in den Transkripten angegeben. Im Falle der Fragebögen sind der Forschungsgruppe nur die Pseudonyme der Studierenden bekannt, sodass lediglich über den Gruppenfragebogen eine Zuordnung der Studierenden zu den Gruppen möglich wird. Deshalb wird im Text und bei der Zitation stets das Pseudonym der Studierenden angegeben. Die Zitate werden dabei nicht verändert, sodass neben der in dieser Arbeit gebräuchlichen Beschreibung von Schülerinnen und Schülern, auch weitere Formen, wie SuS oder Schüler/innen, vorkommen.

Eine Bündelung des Datenmaterials geschieht mithilfe der Software *MaxQDA*, die genutzt wird, um relevante Textstellen zu kodieren und somit eine strukturierte Analyse der qualitativen Daten gewährleistet.

Qualitative Inhaltsanalyse in der vorliegenden Studie

Die Daten werden einem zuvor deduktiv festgelegten Kategorienkatalog zugeordnet. Die Kodierung der Textstellen soll allerdings bewirken, dass die zuvor erdachten Kategorien ausgeschärft und Unterkategorien induktiv gebildet werden. Die erste Einteilung stellt die Grundlage der weiterführenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Ramsenthaler (2013) dar. Die Kategoriensysteme finden sich in diesen Kapiteln, da sie bereits als ein wichtiges Ergebnis der Erhebung sind. Die deduktive Einteilung der Kategorien sowie die Entwicklung von Ankerbeispielen und Kategorie-Explikationen, bieten dabei die Möglichkeit, die durchgeführte Zuteilung der Textstellen transparent und nachvollziehbar zu gestalten, was ein wichtiges Merkmal guter, qualitativer Forschung ist (Ramsenthaler, 2013).

Im nächsten Schritt werden die Textstellen paraphrasiert, um die Interviewpassagen auf die relevanten Inhalte zu reduzieren. Weiterhin wird das Material im letzten Schritt generalisiert, um die Paraphrasen zu verallgemeinern. Zuletzt werden die bearbeiteten Textstellen zu Ausprägungen einer Kategorie verdichtet und bilden das Fundament der Auswertung. An dieser Stelle werden die Ausprägungen mit den Erwartungen der Forschenden verglichen und in manchen Fällen durch deduktive Ausprägungen ergänzt, die nicht im Datenmaterial zu finden sind. In diesem Fall handelt es sich um ein Stilmittel, welches das ungenutzte Potential der Laborphase verdeutlicht.

Die Auswertung des überarbeiteten Datenmaterials erfolgt im Anschluss durch die Ordnung und Explikation der Passagen (Krüger & Riemeier, 2014). Im Falle dieser Studie werden dafür die gebildeten Kategorien in ihre Ausprägungen aufgeteilt und mittels der Darstellung von Ankerbeispielen erklärt. Dies geschieht in Form von Tabellen, auf die vor allem im Kapitel 9 zurückgegriffen wird.

Die drei Gütekriterien quantitativer Forschung - Validität, Reliabilität und Objektivität – sind für die Auswertung auf Grundlage einer qualitativen Inhaltsanalyse nur eingeschränkt anwendbar. Deshalb formuliert Mayring (2002) folgende sechs Kriterien für gelungene Auswertungsverfahren, die für das Vorgehen in dieser Arbeit besprochen werden sollen (siehe Tabelle 5.2):

Tabelle 5.2 Gütekriterien qualitativer Forschung und die Erfüllung in der vorliegenden Studie

Kriterium	Ausprägung
Regelgeleitetheit	Das Kodieren in die verschiedenen Kategorien ist auf Grundlage eines Kodiermanuals geschehen, das im Vorhinein formuliert wird. Die Bearbeitung des Rohmaterials, im speziellen die Paraphrasierung, ist nach den eingesetzten Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse durchgeführt worden. Dadurch zeichnen sich also sowohl die Kategorienbildung als auch die Aufbereitung der Daten durch ein hohes Maß an Regelgeleitetheit aus. Da es sich hierbei somit um die beiden zentralen Ergebnisse der Studie handeln soll, ist dieses Kriterium für die vorliegende Studie erfüllt.
Verfahrens-dokumentation	In den Kapiteln 6 und 8 ist das Design der Modulstruktur ausführlich beschrieben, sodass der Rahmen der Erhebung deutlich wird. Außerdem ist im obigen Abschnitt die Herangehensweise an das Rohmaterial vorgestellt worden, sodass eine maximale Transparenz angestrebt wird. Die erstellten Paraphrasen werden während der Analyse in Tabellen festgehalten und die Ankerbeispiele zugeordnet, sodass auch hier von einer umfangreichen Verfahrensdokumentation ausgegangen werden kann.
Gegenstandsnähe	Durch die Relevanz von Experimenten und die Anpassung des Unterrichts an die Lernenden hat die Laborsituation ein hohes Potential für die Studierenden. Dabei ist es für ihre Professionalisierung wichtig, das eigene Handeln kritisch zu reflektieren. Somit besteht zum einen für die Studierenden ein großes Interesse daran, ihre praktischen Erfahrungen zu reflektieren. Dies haben die Studierenden mit den Forschenden gemein, sodass von beiden Seiten die Relevanz der Befragungen und der Auswertung verstanden wird.
Kommunikative Validierung	Eine Ergebnispräsentation hat sich leider für die Studierenden nicht angeboten, da die Auswertung nicht mehr während der Veranstaltung beendet wurde und der Großteil der Studierenden kurz nach der Veranstaltung ihr Studium beenden.
Interpretations-sicherung	Die Interpretationen werden durch die Beschreibung der Kategorien bestmöglich vereinheitlicht. In diesen Situationen wird oftmals auf eine unabhängige Person zurückgegriffen, die das Rohmaterial auf Basis der Explikation der Kategorien kodiert. Leider ist es nicht möglich, weitere Rater damit zu beauftragen, das gesamte Material zu kategorisieren. Für die Zuteilung der Studierenden zu Stellungnahmen ist die Einteilung durch die Inter-Rater-Reliabilität jedoch bestimmt worden und fließt in die Auswertung mit ein.
Triangulation	Die eingesetzten Erhebungsinstrumente erfassen überwiegend die Selbstauskünfte der Studierenden. Dabei ist Wert auf unterschiedliche Perspektiven gelegt worden, sodass in Teilen eine Triangulation erfolgt.

Auswertung der Interviews

Der Fokus bei der Auswertung der Interviews liegt auf der Strukturierung der studentischen Selbstauskünfte (Krüger & Riemeier, 2014). Der Gegenstand der Analyse ist also, die durchlaufenen Prozesse aufzuklären, indem diese exemplarisch für einzelne Gruppen gesammelt und zusammengefasst werden. Die Struktur bzw. Oberkategorien sind durch die Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens definiert. Davon ausgehend werden theorie- und datenbasiert Unterkategorien gebildet und beschrieben, welche im Ergebniskapitel für die jeweilige Forschungsfrage zu finden sind. Die Überprüfung durch einen weiteren Rater ist an dieser Stelle nicht vorgesehen, da das Material an sich bereits die Ergebnisstruktur vorgibt und keine quantifizierenden Schlüsse wie die Einordnung in Kompetenzstufen vorgesehen sind. Die Transkripte der analysierten Interviews finden sich im Anhang Teil A.

Zuordnung der Studierenden zu Standpunkten in der Bearbeitung der Fragebögen

Die Forschungsfrage zu den Überzeugungen der Studierenden verfolgt das Ziel, bzgl. der Facetten ihrer professionsorientierten Überzeugungen Verteilungen und Häufigkeiten verschiedener Sichtweisen und Standpunkte der Studierenden aufzuzeigen. Wie in Abschnitt 5.2.1 dargelegt, werden dafür Fragebögen eingesetzt, welche die Studierenden dazu auffordern, Stellungnahmen zu formulieren. Somit erfolgt eine Strukturierung und im weiteren Sinne außerdem eine Typisierung der Teilnehmenden (Ramsenthaler, 2013). Durch den Vergleich dieser Daten mit den Antworten eines Fragebogens, der nach der Praxis-Situation ausgefüllt wird, ist es außerdem möglich, die Standpunkte der Studierenden aus einer hypothetischen Situation mit ihren tatsächlichen Handlungen zu vergleichen. Für die Auswertung ist ein Kategoriensystem erstellt worden, das die Standpunkte direkt gegenüberstellt. Neben deduktiv vorgegebenen Unterkategorien sind weitere aus dem Datenmaterial selbst entstanden. Durch die Erstellung eines Kodier-Manuals für die einzelnen Fragebögen wird die Einteilung in die Kategorien nachvollziehbar und transparent gemacht (Mayring, 2010). Um die Güte der Ergebnisse zu überprüfen, werden Teile des Datenmaterials von mehreren Personen kodiert. Die Inter-Rater-Reliability ist zu bestimmen (Bortz & Döring, 2006). Dazu werden die beiden Zuordnungen miteinander vergleichen und Cohens-Kappa berechnet. Die Auswertung der Fragebögen findet sich in Abschnitt 9.2 und 9.3. Mittlerweile ist die qualitative Inhaltsanalyse darüber hinaus ein wichtiger Bestandteil von Mixed-Method-Designs, wie diesem hier. So wird besonders bei den Überzeugungen der Studierenden zum einen versucht, verschiedene Standpunkte aufzuteilen und zum anderen, diese zu Explizieren (Mayring & Fenzl, 2014). Durch das Zuordnen der Standpunkte wird außerdem gewährleistet, dass sich die Kategorien so wenig wie möglich überschneiden (Hammann & Jördens, 2014).

Dokumentenanalyse der Abschlussberichte

Die Forschungsberichte der Studierenden zu ihren Lehr-Lern-Laboren bieten die Möglichkeit die zuvor beschriebenen Prozesse aus den Interviews mit den Beschreibungen der restlichen Modulteilnehmenden abzugleichen und somit Ergebnisse zu generalisieren, wenn die Prozesse der Fallgruppen mit den Äußerungen in anderen Abschlussberichten übereinstimmen. Hier wird das gleiche Kategoriensystem angewandt, wie bereits bei der Kodierung der Interviews. Da durch das Forschungsdesign eine strikte Trennung zwischen der Leistungsbewertung und der Befragungen

durchgeführt wird, ist die Analyse der Abschlussberichte tendenziell am wenigsten verzerrt, da diese ohne den äußeren Einfluss des Forschungsteams entstanden sind. Außerdem versuchen die Studierenden durch die bestmögliche Präsentation ihrer Prozesse, besonders reflexive Daten zu liefern (Salheiser, 2014).

Darüber hinaus wird überprüft, ob die Studierenden ihren Abschlussbericht gleichzeitig als Forschungsbericht verstehen. Der Fokus bei der erneuten Kodierung liegt auf Forschungsaspekten wie der Hypothesenbildung oder der Beschreibung der Datenauswertung. Diese werden in Abschnitt 9.3 vorgestellt. Auch an dieser Stelle sollen keine Einteilungen gemäß Kompetenzstufen vollzogen werden, sondern vielmehr die verschiedenen Ausprägungen vorgestellt werden.

.

6 Erster Moduldurchgang

Nachdem in den vorigen Kapiteln der theoretische Bezugsrahmen, der gewählte Forschungsansatz, die fokussierten Fragestellungen und die dafür konstruierten Instrumente vorgestellt wurden, beschäftigen sich die folgenden Kapitel mit den beiden Moduldurchläufen und der Auswertung der erhobenen Daten. Die erste Phase der Modulentwicklung, das AdLehr-Projekt, ist an dieser Stelle abgeschlossen (siehe Abbildung 6.1), bedingt allerdings die Prozesse in diesem ersten Moduldurchgang weiterhin.

Im AdLehr-Projekt nahmen besonders die eigenständige Erarbeitung der zugrundeliegenden Konstrukte Vor- und Nachbereitung einen großen Teil der Ressourcen der Studierenden ein. Deshalb werden Maßnahmen ergriffen, wie diese in strukturierter Weise durchzuführen sind. Ein solches Element ist die Einführung der *Erarbeitungsphase*, welche die Erarbeitung der Themen des Experimentierens, des Diagnostizierens und des Planens beinhaltet. Im Anschluss an die *Erarbeitungsphase* wird erneut der Freiheitsgrad im Gegensatz zum AdLehr-Projekt verändert.

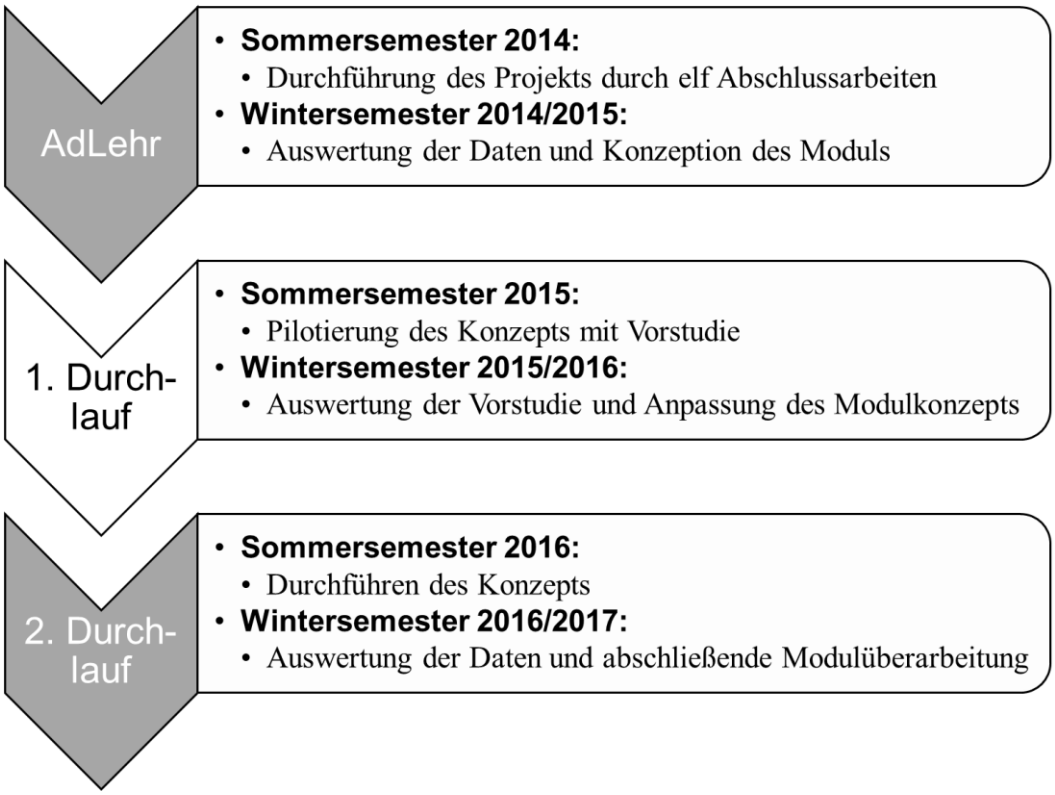

Abbildung 6.1 Zweite Phase der Modulentwicklung

Dadurch, dass die Studierenden ihre *Planungen* in gewissen Abständen vorstellen, haben die Hochschullehrenden die Möglichkeit, ihnen Vorschläge der Optimierung zu machen. Im Anschluss werden die Experimentiersituationen innerhalb von drei Wochen mit Schülerinnen und Schülern in der sogenannten *Laborphase* umgesetzt. Dazu kommen diese zu drei Terminen in die Universität, um den von den Studierenden gewählten Kontext gemeinsam zu untersuchen. Da es sich dabei um die gleichen Schülerinnen und Schüler handelt, besteht die Möglichkeit, ihre Angebote auf die Schülerinnen und Schüler anzupassen. Zuletzt werden die Studierenden dazu angehalten, ihre Erlebnisse in der *Reflexionsphase* zu hinterfragen. Weitere Ausführungen zur Modulstruktur finden sich in Abschnitt 6.2.

In der AdLehr- Projektphase waren die Studierenden durch das Schreiben ihrer Abschlussarbeit in hohem Maße motiviert, um sich mit den Lernprozessen der Schülerinnen und Schülern auseinanderzusetzen. Außerdem erlaubte der Workload von 15 KP sowie die Bearbeitungszeit für die Bachelorarbeit einiges an Zeit für die Vor- und Nachbereitung der Experimentiersituationen. Es muss sich somit zeigen, ob die im Modul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ zu Verfügung stehenden 14 Wochen der Vorlesungszeit sowie die 6 KP ausreichen, um die antizipierten Prozesse bei den Studierenden auszulösen. Trotz dieser Verknappung der Ressourcen strebt die Modulstruktur dennoch an, die Studierenden für ihre spätere Berufspraxis zu Professionalisieren. Deshalb werden im Folgenden die Modulziele beschrieben und im Anschluss die konkrete Lehrumgebung vorgestellt, die in diesem Abschnitt nur angerissen wurde.

6.1 Ziele des Moduls „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“

Folgendes Ziel sollen die Studierenden durch die Teilnahme im Modul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ erreichen:

Das generelle Ziel der Veranstaltung ist, die Studierenden anzuregen eine Experimentiersituation eigenständig zu entwickeln und durchzuführen und dabei Diagnosesituationen zu realisieren.

Die zu planende Experimentiersituation erstreckt sich über drei Nachmittage mit Kleingruppen von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. Für die Umsetzung der Lehr-Lern-Labortage haben die Studierenden freie Hand, wenngleich ihnen in der Erarbeitungsphase des Moduls bestimmte Kriterien vorgestellt werden, die das Potential der entwickelten Experimentieraufgaben beschreiben. Die Kriterien leiten sich aus den Prozessen des Zyklischen Forschenden Lernens ab. Dabei beschränkt sich die Forschungsgruppe auf eine bloße Vorstellung der Teilprozesse, um die Studierenden in ihrer Planungstätigkeit nicht zu stark anzuleiten. Diese Herangehensweise wird verfolgt, da das selbstbestimmte Lernen bereits im AdLehr-Projekt umgesetzt wurde und somit auf die Möglichkeit der Professionalisierung überprüft werden kann. Bei der Präsentation des Prozessmodells geht es vor allem um die Ausgestaltung von Diagnosesituationen, Reflexionskriterien und Adaptionsmöglichkeiten, da die meisten Studierenden diese Vorgänge noch nicht eigenständig umsetzen.

Die Teilnehmenden sollen Experimentieraufgaben entwickeln, welche die Schülerinnen und Schüler kognitiv anregen. Dadurch wird es möglich, Diagnoseinstrumente einzusetzen, die ihnen etwas über das Lernen der Schülerinnen und Schüler deutlich machen. Außerdem ist es für eine besonders gelungene Experimentierumgebung wichtig, dass die Studierenden die Schülerinnen und Schüler in ihrer Eigenaktivität fördern oder besonders leistungsstarke Lernende fordern. Dies wird in dem Moment möglich, in dem die Studierenden ihre Experimente differenziert konzipieren und mehr als nur einen Lösungsweg bieten. Dadurch zeigt sich ein Vorteil des Design-based research, da die Evaluationsergebnisse direkt in einer Verbesserung der Modulstruktur münden, sodass diese für die nächste Umsetzung angepasst wird.

Neben den Anforderungen an die Experimentieraufgaben gibt es weitere, über eine inhaltliche bzw. fachliche Ebene hinausgehende Fertigkeiten, welche die Studierenden bei den Schülerinnen und Schülern fördern können. Es handelt sich hierbei um den Einsatz geeigneter Konstruktions- und Messaufgaben, die Prozesse der Erkenntnisgewinnung unterstützen, die Kommunikation zwischen den Schülerinnen und Schülern fördern, ihre Bewertungskompetenz aufbauen oder Fertigkeiten bzgl. des Experimentierens aufbauen. Obgleich die angesprochenen Wirkungen auf die Kompetenzen im Einzelfall wichtig sind, wird erwartet, dass der Fokus der Diagnose eher auf der Erhebung und Analyse der Lernstände liegt, da die Studierenden noch am Anfang ihrer professionellen Biografie stehen und die Prozessdiagnose eine gewisse Routine benötigt (Hascher, 2008).

6.2 Modulstruktur als Forschungsgegenstand

In diesem Abschnitt soll die Modulstruktur, wie sie im Anschluss an das AdLehr-Projekt konzipiert worden ist, vorgestellt werden. Wie bereits im Abschnitt 3.1 angeschnitten, gibt es einige Gemeinsamkeiten zwischen den Forschungsprozessen im Design-based research und den Abläufen auf der Seite der Studierenden.

Die im Abschnitt 5.1 vorgestellten Kernideen werden in diesem Abschnitt mit der durchgeführten Praxis erweitert und die Besonderheiten dieses Forschungszyklus ausgearbeitet. Da die Struktur der Projektphase zum größten Teil übernommen wird, gilt es vor allem, diese Struktur zu evaluieren. In diesem Zusammenhang stehen einige Rahmenbedingungen im Fokus, die basierend auf den erhobenen Daten angepasst werden, um die gewünschte Entwicklung des professionellen Handelns zu optimieren. Diese beinhalten unter anderem die Struktur der Erarbeitungsphase, die Organisation des Lehr-Lern-Labors und die Überprüfung der Entwicklungsziele.

Erarbeitungsphase (2 Sitzungen)	Planungsphase (3 Sitzungen)	Laborphase (3 Sitzungen)	Reflexionsphase (1 Sitzung)
• Organisatorisches • Experimentier-prozesse • Diagnose • Basismodelle des Lernens	• Strukturierung gestufter Experimentier-angebote für Schülerinnen und Schüler	• Mehrfache Laborbesuche der gleichen Lerngruppen, mögliche Adaption der didaktischen Strukturierung	• Darstellung ihrer Prozesse der Planung, Durchführung mit Diagnose, Reflexion mit Adaption als Forschungs-prozess

Abbildung 6.2 Struktur des Moduls im ersten Forschungszyklus

Im ersten Moduldurchgang wird die Struktur auf neun Sitzungsblöcke aufgeteilt, um die Studierenden zum Selbststudium zu animieren und um zu überprüfen, ob diese Zeit bereits ausreicht, um Forschendes Lernen umsetzen zu können oder ob die Veranstaltung auf weitere Termine ausgeweitet werden muss. Dieses Vorgehen ist leicht mit dem gewählten Forschungsansatz des Design-based research vereinbar, da die Problemzentrierung um die Steigerung der professionellen Handlungskompetenz bestehen bleibt. Abbildung 6.2

Erarbeitungsphase: Theoretische Grundlagen für das Lehr-Lern-Labor

Die Erarbeitungsphase ist in zwei Blöcke eingeteilt, in denen Grundlagen vorgestellt werden, die für das Zyklische Forschende Lernen eine zentrale Bedeutung aufweisen. In der Kürze der Zeit beschränken sich die Dozierenden vor allem darauf, einen Überblick aufzuzeigen, den die Studierenden bei Bedarf auf Basis von bereitgestellter Literatur vertiefen können, wenn Schwerpunkte setzen wollen oder Defizite aufarbeiten müssen.

Die Themen beinhalten vor allem das Experimentieren von Schülerinnen und Schülern sowie den Einsatz von Diagnosemitteln und der Planung unter Berücksichtigung der Basismodelle des Lernens. Die erste Sitzung befasst sich dabei zunächst mit organisatorischen Aspekten und den Experimentierprozessen der Schülerinnen und Schüler und in der anschließenden Sitzung werden die Teilbereiche des Zyklischen Forschenden Lernens in den Fokus genommen und besonders auf die bereits angesprochenen Planungs- und Diagnosetools eingegangen.

Ziele der Erarbeitungssitzungen sind…

- die Klärung organisatorischer Fragen, wie die Gruppenbildung, die Modulziele und der zeitliche Ablauf sowie die Prüfungsleistung und Leistungsbedingungen,
- die Vermittlung von Grundlagen zum Experimentieren,
- die Diskussion der theoretischen Konstrukte der Experimentierkompetenz und des Forschenden Lernens,
- die Erarbeitung einer Definition von Diagnose,

- die Übersicht über mögliche Diagnoseinstrumente und ihre Verwendung,
- die Vorstellung der Basismodelle des Lernens und ihre Lernschrittfolgen,
- die Rückwärtsplanung von Unterricht und Experimentiersequenzen mithilfe des Repräsentationstools „*backbone*“,
- die Präsentation der Modellierung studentischer Prozesse durch das Zyklische Forschende Lernen.

Planungsphase: Vorbereitung des Lehr-Lern-Labors

Die Erarbeitungsphase geht in die Planungsphase über, in der die Studierenden in Dreiergruppen mithilfe des „*backbone*“-Planungsrasters (siehe Abschnitt 2.3.1) eine Experimentiersituation im Lehr-Lern-Labor konzipieren. Obgleich die Organisation der Lehr-Lern-Labore größtenteils selbstbestimmt passiert, bieten die Termine die Möglichkeit, die bis dahin erstellten Konzepte vorzustellen und weiter zu entwickeln.

Die erste Sitzung in dieser Phase ist durch die Themenfindung und Grobplanung der Lehr-Lern-Labore bestimmt. Nachdem die Struktur der Experimentiersituationen geklärt ist, sollen die Studierenden sich in der zweiten Sitzung mit den möglichen Diagnosemitteln auseinandersetzen, die sie in ihren Angeboten integrieren wollen. Dabei können sie auf die Ergebnisse der Erarbeitungsphase zurückgreifen sowie weitere eigene Recherche anstellen. In der dritten Sitzung sollen die Studierenden bereits beispielhafte Experimente vorstellen, um vom Plenum Anreize für Anpassungen zu bekommen sowie die Möglichkeit die eigenen Experimente vor dem Besuch der Schülerinnen und Schüler auszuprobieren. In der letzten Planungssitzung kommt es dann erneut zur Vorstellung des gesamten Konzepts.

Laborphase: Umsetzung des Zyklischen Forschenden Lernens

In diesen Sitzungen setzen die Studierenden ihre Planungen in die Praxis um. Die Vorgaben sind darauf beschränkt, dass die Experimentiersituationen die Einbettung von Diagnoseumgebungen beinhalten muss. Dadurch haben die Studierenden die Möglichkeit, ihre Planung in den größten Teilen uneingeschränkt umzusetzen, was sie dazu anleitet, ihre Prozesse selbstkritisch zu reflektieren.

In allen Studierendengruppen liegt die Betreuungsquote bei ungefähr eins zu eins und die Schülerinnen und Schüler besuchen die Klassenstufen sieben bis zehn. Das zieht mit sich, dass die Studierenden ihre Materialien für jeweils unterschiedliche Klassenstufen vorbereiten. Deshalb wird von der Einladung einer Schulklasse abgesehen. Die Studierenden sollen vielmehr eigene Schülerinnen und Schüler suchen, die im besonderen Maße ihren Planungen entsprechen. Dass die Schülersuche durch die Studierenden geschieht, lässt den organisatorischen Aufwand für die Studierenden steigen, allerdings können sie dadurch ihre Schülerinnen und Schüler schon vorher kennenlernen und müssen nicht erst am Tag des Aufeinandertreffens spontan das benötigte Niveau ermitteln.

Die Eigenständigkeit der Studierenden bezieht sich darüber hinaus auf weitere Bereiche. Um die Treffen des Lehr-Lern-Labors flexibler planen zu können, tragen die Studierenden ihre Zeiten in eine Tabelle ein, damit genügend Räume zur Verfügung gestellt werden, falls mehrere Gruppen gleichzeitig mit den Schülerinnen und Schüler arbeiten wollen. Die Dozentinnen und Dozenten erwarten durch die selbstbestimmte Tätigkeit der Studierenden, dass diese bei der Umsetzung ihrer

Planung besonders motiviert und interessiert sind. In diesem Fall ist gerade diese Zufriedenheit der Studierenden mit ihrer Planung wichtig, um von einer besonders gelungenen Verknüpfung von Theoriewissen und Praxiserfahrungen ausgehen zu können (Fichten, 2013). Um die Prozesse des Zyklischen Forschenden Lernens genau in Betracht zunehmen, werden alle Studierendengruppen in dieser Zeit durch die Forschungsgruppe begleitet. Die Einbindung der Forschung für diesen Durchgang wird in Abschnitt 6.3 vorgestellt und die Erhebungsinstrumente finden sich im Methodenpool (siehe Abschnitt 5.2).

Reflexionsphase: Forschungsprozesse hinterfragen und professionelles Handeln evaluieren

In der Reflexionsphase werden die Studierenden aufgefordert, die Experimentiersituationen und ihr Lehrhandeln kritisch zu hinterfragen. Dabei soll reflektiert werden, wie die Studierenden sich an die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler angepasst haben. Besonders relevant sind die Reflexion der eigenen Lehrhandlungen und die Passung der erhobenen Schülerlernprozesse zu den eingesetzten Lehrimpulsen. Denn dies zeigt, ob die Lehr-Lern-Situation dazu geführt hat, dass die Studierenden ihr eigenes Lehrhandeln hinterfragen. In einem weiteren Teil der Reflexionsphase ist eine ausgiebige Evaluation des Moduls vorgesehen. Weiterhin reflektieren die Studierenden in den Abschlussinterviews ihre Prozesse Forschenden Lernens (siehe Abschnitt 5.2.3). Dies ist fest in die Modulstruktur eingebunden, da die Hochschullehrenden basierend auf den Äußerungen der Studierenden ihre Konzeption weiterentwickeln. Deshalb wird im nächsten Abschnitt auf die Einbindung von Erhebungsinstrumenten in die Modulumgebung eingegangen.

6.3 Umsetzung empirischer Ergebnisse bei der Moduladaption

In Abbildung 6.3 ist die Einbindung in die vier Phasen des Moduls dargestellt. Das erste Interview (I1) findet vor der Laborphase in der Planungsphase statt, sodass die Studierenden ihre

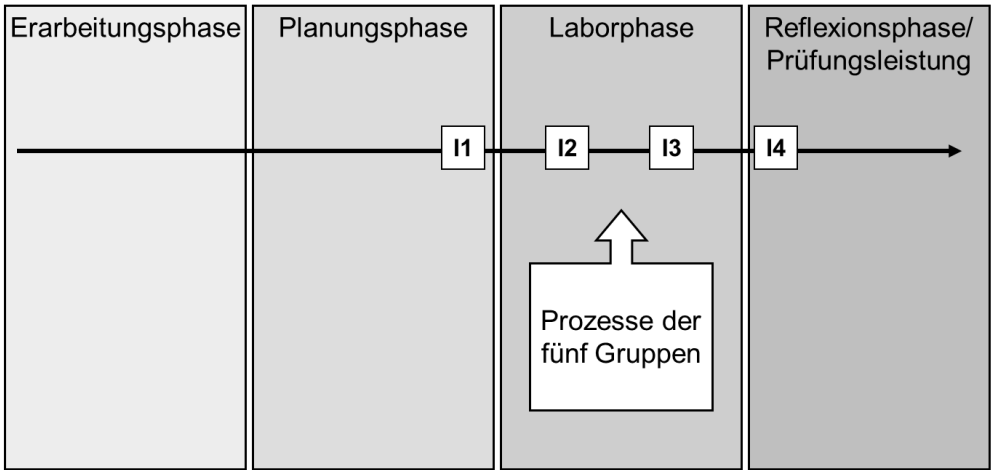

Abbildung 6.3 Zeitlicher Ablauf im ersten Moduldurchgang

Absichten vorstellen können und die Lernumgebung kriteriengeleitet einordnen. Nach und zwischen den Lehr-Lern-Labortagen beziehen die Studierendengruppen Stellung zu ihrer Planung, der Durchführung sowie der durchgeführten Diagnose, der nachfolgenden Reflexion und den angestrebten Adaptionen. Das letzte Interview schließt die Laborphase ab und stellt gleichzeitig den Beginn der Reflexionsphase dar, da die Studierenden durch Anleitung der Forschungsgruppe ihre eigenen Handlungen reflektieren und kritisch die Modulstruktur hinterfragen. Diese Daten sind die Grundlage für die Evaluation, indem die nachgezeichneten Prozesse weitere Anhaltspunkte für die Verbesserung des Konzepts liefern.

Teilnehmende Studierende

Die Studierenden sind in diesem ersten Moduldurchgang in mehreren Aspekten ein eigener Teil des Forschungsgegenstandes, da sie sich aus Teilnehmenden des zuvor durchgeführten AdLehr-Projekts und unerfahrenen Studierenden zusammensetzen und dennoch alle mit derselben Aufgabenstellung konfrontiert werden. Am Modul nehmen sechs Studierende, die am AdLehr-Projekt teilgenommen haben, und neun weitere Studierende teil. Mit 15 Teilnehmenden ist diese Stichprobe, die sich auf fünf Gruppen von Studierenden reduziert, nicht dazu gedacht, allgemeine Aussagen über Studierende im Master of Education zu treffen. Dennoch wird erwartet, relevante Ergebnisse zu generieren, da die Stichprobe prinzipiell nur leicht unter der ansonsten für den Master of Education im Fach Physik an der Universität Oldenburg üblichen Kohortenstärke liegt.

Instrumente und zeitlicher Ablauf

In diesem Durchgang werden ausschließlich Interviews mit den Studierenden durchgeführt, da dieser Erhebungszeitpunkt vor allem die Funktion der Exploration des zu untersuchenden Gegenstandes einnimmt. Dadurch werden die Faktoren für die Optimierung des Moduls identifiziert, die besonders auf die Prozesse in der Laborphase abzielen, wenngleich die Planungen und die Reflexion bei der Erhebung nicht zu vernachlässigen sind. Die Interviews stützen sich auf die Leitfäden, die in Abschnitt 5.2.3.1 vorgestellt werden. Auch diese Leitfäden stellen einen Gegenstand der Evaluation dar. Die umgesetzten Veränderungen sind in Abschnitt 5.2.3.2 bereits vorgestellt worden. Interviewt werden die Studierenden von einer Abschlusskandidatin und einem Abschlusskandidaten, die sich auf die beiden unterschiedlichen Statusgruppen, also die Studierenden mit und ohne Vorerfahrungen, fokussieren.

7 Ergebnisse des ersten Moduldurchgangs und Konsequenzen für weitere Einsätze des Moduls

Der erste Forschungszyklus wird durch die Analyse der Daten vervollständigt. Um die Modulentwicklung und den Forschungsprozess weiterzuführen, werden die Daten einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen und die Ergebnisse in diesem Kapitel vorgestellt. Damit Dopplungen umgangen werden, befindet sich der Großteil der Auswertung im Kapitel 9. Dadurch können die Daten aus allen Gruppen genutzt werden, um in einer vergleichenden Analyse Schlüsse über die Prozesse Forschenden Lernens der Studierenden zu ziehen. Teil dieses Kapitels sind hingegen Erkenntnisse aus der Reflexion der Modulstruktur, eine vorläufige Modellierung der Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens sowie eine Zusammenfassung der Konsequenzen für den zweiten Moduldurchgang.

Die Reflexion der Modulstruktur bezieht sich auf die organisatorischen Strukturen und die Inhalte des Moduls. Im darauffolgenden Abschnitt werden die Prozesse in der Laborphase und dadurch das zugrunde liegende Modell selbst einer Analyse unterzogen.. Das Lehr-Lern-Labor ist besonders für die Ausbildung der Adaptiven Lehrkompetenzen (Kufner, 2013) konstruiert worden. Deshalb ist es an dieser Stelle relevant, die zugehörigen Teilprozesse und ihren Stellenwert für die Studierenden zu ergründen. Durch diese Untersuchung kann die Passung der Erwartungen der Forschungsgruppe mit der Realität der Studierenden verglichen werden

Für die folgenden Abschnitte werden ausschließlich die in Abschnitt 5.2.3.1 beschriebenen Interviews aus dem ersten Moduldurchgang eingesetzt. Dieser Datensatz besteht für jede der fünf Gruppen aus vier Interviews. Wie bereits im vorigen Abschnitt 6.3 erwähnt, setzen sich die Teilnehmenden aus Studierenden mit Vorerfahrungen aus dem AdLehr-Projekt (Gruppen D und E) und Studierenden ohne Teilnahme an diesem Projekt (Gruppen A bis C) zusammen.

7.1 Erkenntnisse für die Weiterentwicklung der Modulstruktur

Die Interviews mit den Studierenden befassen sich neben den Prozessen des Zyklischen Forschenden Lernens auch mit der Reflexion der Lehrstruktur. Wie in Abschnitt 6.2 vorgestellt, sind die Studierenden für die Durchführung und Erarbeitung der fachdidaktischen Konstrukte auf Eigenaktivität angewiesen. Dieser forschende Ansatz wird gewählt, da davon auszugehen ist, dass die Studierenden dadurch auch einen Forschungsmodus (siehe Abschnitt 2.2) entwickeln, wenn sie selbst für das Gelingen der Umsetzung verantwortlich sind. Einige Studierenden haben in der ersten Projektphase teilgenommen. Dadurch können ihre Vorerfahrungen in der adaptiven Lehr-

Lern-Situation im besonderen Maße dazu beitragen, die gelungene Implementierung des Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor in ein reguläres Modul zu überprüfen. Das folgende Zitat liefert gerade hierzu einen Einblick.

> *hätte ich jetzt nicht die Bachelorarbeit schon in dem Kontext geschrieben und so ne, hätte mir das Seminar jetzt keinen Aufschluss gegeben wie jetzt ein Schülerlabor hätte aussehen können […] So im Endeffekt wurde nur aufs ‚Forschende Lernen' eingegangen so. Das hast du aber auch im Unterricht, aber Schülerlabor soll sich ja schon vom Unterricht unterscheiden (S1, Gruppe D, Interview 4, Zeilen 523-529).*

S1 der Gruppe D zeigt die verschiedenen Ebenen der zu überarbeitenden Struktur. Zum einen wird auf die Intervention eingegangen und auf die zu erwarteten Effekte für die berufliche Entwicklung. Der Studierende sieht dem Zitat zufolge keinerlei Mehrwert in der eingesetzten Intervention. Das mag für Hochschullehrende ernüchternd wirken, ist allerdings durch die Antizipation des eigenständigen Vorgehens der Studierenden erklärbar. Dennoch zeigen sich die Probleme auch bei anderen Studierenden in Bezug auf das Format der offenen Lernumgebung. Weiterhin kann der Studierende das zentrale Thema des Moduls benennen und zeigt den Effekt der Impulse aus der Erarbeitungsphase. Zuletzt deutet sich die Auffassung an, dass sich Erlebnisse im Lehr-Lern-Labor von denen im regulären, schulischen Unterricht unterscheiden. Die Studierenden, die bereits am AdLehr-Projekt teilgenommen haben, wollen durch ihre Vorerfahrungen das außerschulische Lernen in den Mittelpunkt stellen und somit die Motivation der Schülerinnen und Schüler im Kontext ihrer Experimentierangebote steigern.

7.1.1 Organisation

Es zeigt sich, dass auch die Organisation der Lehr-Lern-Labore den Studierenden Probleme macht. Dies ist vor allem auf die Eigenaktivität der Studierenden zurückzuführen. Sie regen in der Evaluation mehrfach an, klarere Vorgaben zu implementieren. Dies entwickelt sich aus zwei verschiedenen Ursprüngen. Zum einen fehlen einigen Studierenden die Motivation und das Interesse daran, ihren Lernprozess zu strukturieren. Anderen Studierenden mangelt es hingegen an den Fertigkeiten, Forschendes Lernen umzusetzen. Dies ist auch Grundlage der Ausführungen zum Zyklischen Forschenden Lernen im Abschnitt 7.2.2. Sie attribuieren in diesen Fällen die freie Vorgehensweise auf ein Desinteresse der Dozentinnen und Dozenten. Dass es sich bei der Öffnung der Vorgaben um eine Simulation der späteren Berufsrealität in der Schule handelt, scheinen nur die wenigsten Studierenden zu begreifen. Weitere Äußerungen befassen sich mit der Unterstützung der Studierenden bzgl. der Planung. Die Möglichkeit, die Dozentinnen und Dozenten anzusprechen, um Hilfen zu erhalten, wird dabei als äußerst positiv eingebracht.

In den Reflexionsgesprächen (siehe Abschnitt 5.2.3.1) wird mehrfach deutlich, dass einige Studierende nicht darin geübt sind, eigenständig zu arbeiten, welches sich in der Beschwerde über die fehlenden Vorgaben bei der Planung und dem offenen Format des Abschlussberichts zeigt. In hohem Maße entlarvend ist in diesem Zusammenhang der Wunsch nach Bestätigung durch die Studierenden, den sie bei ihren Schülerinnen und Schüler durch die fehlende Eigenständigkeit kritisieren. Im selben Moment bemängeln ihre Mitstudierenden eben jene Umstände, um selbst der

Ablehnung der Prüfenden zu entgehen. Solche Schwierigkeiten mit wissenschaftlichem Vorgehen wurden nicht vorhergesehen, da die empirische Sozialforschung einen großen Teil der pädagogischen Ausbildung im Master of Education einnimmt.

Durch die früh beginnenden Schulferien kommt es außerdem zu terminlichen Engpässen, sodass angemerkt wird, die gesamte Veranstaltung zeitiger beginnen zu lassen. Dies soll den Studierenden mehr Zeit für die Planung und Schülerakquise geben. Die Organisation der Einbindung von Schülerinnen und Schülern zeigt sich dabei als zeitintensives und für die Vorgaben komplexes Unterfangen im Zusammenhang der Modulentwicklung. An dieser Stelle ist außerdem anzumerken, dass die Termine als zu wenig und zu spät im Semester eingeschätzt werden. Der hohe Aufwand für die Studierenden in der Prüfungszeit ist für diese belastend und hindert den Lernprozess.

Die generelle Struktur des Moduls betreffend äußern sich mehrere Studierende positiv. Auch das Ziel der Veranstaltung: Die Umsetzung einer Experimentierangebots unter Berücksichtigung von Diagnosesituationen, wird von mehreren wahrgenommen und als gewinnbringend eingestuft. In der Planungsphase haben die Studierenden die Möglichkeit ihre Strukturierungen zu vertiefen und vorzustellen. Dieser Umstand wird zum Teil begrüßt und zum Teil kritisiert. So wünschen sich einige Studierende in der Planungszeit die Möglichkeit zu haben, ihre Ideen konkret in die Praxis umzusetzen und selbst zu experimentieren. Dazu wäre für sie ein Ansprechpartner für Materialien im Lehr-Lern-Labor wünschenswert.

Die Akquise der Schülerinnen und Schüler wird in diesem Moduldurchgang von den Studierenden durchgeführt. Die Möglichkeit, bereits ihre Teilnehmenden kennenzulernen, beschreiben viele Studierenden durch die Kürze der Zeit bis zu den Experimentiernachmittagen nicht sonderlich gewinnbringend ein. Sie wünschen sich eher mehr Unterstützung bei der Suche. Wie S3 aus Gruppe A beschreibt: „Also auf jeden Fall mehr Hilfe bei der Suche nach den Schülern. Da hätte ich mir mehr Unterstützung--“ (S3, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 483-484). Denn je länger die Suche nach geeigneten Lernenden dauert, desto stärker leidet die Motivation der Studierenden, das Projekt durchzuführen.

7.1.2 Modulinhalte

Die Funktion des ersten Forschungsdurchlaufs besteht zu großem Teil darin, zu überprüfen, ob die Struktur des AdLehr-Projektes auf die reguläre Hochschullehre übertragbar ist. Aus diesem Grund ist das Modul geprägt durch die Eigenaktivität der Studierenden, die sich die theoretischen Inhalte, genau wie im Projekt zuvor, in Eigenregie und Literaturrecherche erarbeiten und nur wenig Impulse durch die Lehrenden gegeben werden. Dieses Vorgehen hat den Effekt, dass die Erarbeitungsphase inhaltlich leer wirkt. So merkt S2 aus Gruppe E bzgl. der Modultreffen an: „Das ist viel reden da, aber es ist wenig Inhalt.“ (S2, Gruppe E, Interview 4, Zeile 175). Die müssen auf Vorwissen aus anderen Veranstaltungen zurückgreifen, um die gestellten Anforderungen zu meistern. Es wird also davon ausgegangen, dass die Studierenden eben jene theoretischen Inhalte nacharbeiten, die ihnen noch nicht bekannt sind.

Die Erarbeitungsphase besteht im ersten Durchlauf aus zwei Terminen, die zum einen organisatorische Absprachen befassen und den Studierenden Grundlagen zum Lernen im Lehr-

Lern-Labor nahelegen. Darauf reagieren die Studierenden, indem sie davon nur wenig profitiert haben. Neben diesen organisatorischen Inhalten sei der Mehrwert des Moduls ausschließlich durch die Vorstellung der Planungsstände der Gruppen gegeben. Auch in dieser Stellungnahme zeigt sich, dass es den Studierenden schwer zu fallen scheint, ohne Anleitung durch Dozierende ihr Vorgehen zu strukturieren. Die Studierenden haben vielmehr erwartet, die Thematisierung der bereitgestellten Literatur durch Vorträge und Arbeitsaufträge in den Erarbeitungssitzungen durchzuführen. Durch die Einbindung von Literaturvorstellungen in die Struktur werde die Motivation, die Texte zu lesen, erhöht. Wobei abzuwarten bleibt, ob dieser Effekt tatsächlich eintritt, da es auch Äußerungen gibt, in denen angegeben wird, dass prinzipiell keine bereitgestellte Literatur gelesen wird.

Weiterhin wird angemerkt, dass das einzusetzende Planungsraster (siehe Abschnitt 2.3.1) nicht umfassend genug erklärt und der Einsatz dieser Raster in der Praxis nicht überprüft wird. In Bezug auf die Verwendung von Diagnoseinstrumenten erklären die Studierenden, wie eine ausführlichere Besprechung der Anwendungsmöglichkeiten sowie eine Probierphase der Instrumente im Modul nicht nur einen erhöhten Einsatz der Diagnoseinstrumente motivieren wird. Überdies werden die Vor- und Nachteile bei der Planung von Experimentiersituationen bereits vor der Durchführung mit einbezogen. So wird zum Beispiel die Erprobung von Diagnoseinstrumenten an den Studierenden selbst vorgeschlagen, die sich auf die fachlichen Kompetenzen der Studierenden beziehen könnten.

> *Man kann ja auch verschiedene Diagnosemittel einfach mal ausprobieren, wir könnten ja mal eine Klasse nachspielen. Warum sind wir nicht einfach mal eine Klasse und die Diagnosemittel, die wir dann selber, ich kenne das auch aus einem anderen Seminar, das ging aber nicht um Diagnosemittel, worum ging es da? Um Unterrichtsmethoden und dann ging es dann darum, dass wir als Studenten selbst lernen, Unterrichtsmethoden, die wir gut finden, die werden wir auch später als Lehrer häufiger verwenden, und so könnten wir ja auch mal überprüfen Diagnosemittel, die wir gut finden als die aktiven zu diagnostizierenden. Die könnten wir dann als Lehrer auch gut einsetzen. So stelle ich mir das vor. Warum werden wir nicht aktiv mal an irgendwelchen Diagnosemitteln erprobt. Und jetzt nicht unbedingt ein Diagnosemittel wie ein Prä-Posttest, das auf längere Distanz angelegt ist, sondern auch das, was wir alle kennen, meinetwegen. Meine normalen Vorstellungen zur Elektrodynamik, was wir als Fachsemesterstudenten im zweiten Fachmaster alles können müssen-- Aber ihr wisst ja, was ich meine, dass man einfach mal guckt, so anhand irgendeines beispielhaften Rahmens eben, irgendwelche Diagnosetools selbst mal durchzuspielen (S1, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 443-456).*

Weitere Textstellen aus den Abschlussberichten und Interviewtranskripten zeigen, dass die Studierenden, wie im Entwicklungsziel des Moduls festgehalten, die Diagnosemittel einsetzen, diese allerdings nur teilweise oder gar nicht hinsichtlich der abgelaufenen Schülerlernprozesse auswerten und für welche die weitere Planung bzw. Anpassung verwenden. Ob es dabei allen Gruppen zu bewältigen. Ob die Einbindung der Diagnosesituationen somit nicht durchdringend in der Erarbeitungsphase dargelegt wird, muss die Analyse des Modells für Zyklisches Forschendes Lernen zeigen.

Die Studierenden haben während der Modulzeiten die Möglichkeit, ihre Situationen zu planen und im Plenum vorzustellen, um konstruktive Vorschläge bei Schwierigkeiten und Planungsunzulänglichkeiten zu erhalten. Diese Möglichkeit wird unterschiedlich positiv aufgefasst. Die Kritik der Studierenden geht in diesem Fall auf den fehlenden Planungsfortschritt einiger Gruppen bei den Vorstellungen zurück. Dadurch hat diese für die Studierenden keine Vorteile bringen können. Eine größere Gruppe der Studierenden schätzt die Präsentation der Planung als sinnvoll ein und sieht einen Vorteil darin, dass ihre Kommilitonen Anregungen und Verbesserungen ansprechen können. Dieser Austausch ist außerdem zwischen den Lehr-Lern-Labortagen erwünscht. Die Vorstellungsrunden sind eines der wenigen Mittel, wie die Lehrenden den Planungsprozess der Studierenden beeinflussen wollen. Einige Studierende signalisieren einen größeren Unterstützungsbedarf. Es gibt es allerdings außerdem Studierende, welche die Vorstellungsrunden in der Planungsphase für überflüssig halten und vorziehen, ihre Experimentiersituationen in eigenständiger Arbeit zu entwickeln.

Den Abschluss dieses Abschnittes stellt ein Zitat von S1 der Gruppe D dar, der sich mit den Modulzielen und den Prozessen innerhalb des Moduls und auf der Ebene der Schülerinnen und Schüler auseinandersetzt:

> *Ja, ich finde ja auch, das hat ja auch die Funktion oder den Zweck den Schülern mal beizubringen, dass halt der Lernprozess auch ein eigenständiger Prozess ist und der nicht von außen her gelenkt werden kann, sondern der halt bei uns selber selbstständig funktioniert und man hätte, also grundsätzlich muss ich sagen, wenn das, wenn man mehr Vorbereitungszeit hat, wenn man, wenn das alles nicht so auf eine kurze Zeitspanne getrimmt ist, dann hat man natürlich auch viel besser die Möglichkeiten sich Differenzierungen auszudenken, den ganzen Einstieg besser zu planen und das ist natürlich eine Sache, die aber auch viel zeitintensiver ist so. Aber grundsätzlich so in dem Rahmen wie das jetzt stattgefunden hat, finde ich ist es die einzige, man muss halt dann sehen so wo das Ziel gesetzt ist und das hier nun mal um einen außerschulischen Lernlabor, Lernort geht und Lernsituation geht, die auch ein bisschen wissenschaftlichere Arbeitsweise denen vermitteln soll, einfach auch prozessbezogene Kompetenzen, die sie ja in der Schule jetzt nicht kennenlernen, vermitteln sollen, ist es doch eben. Dann kann man ja nicht einfach davon vom ‚Forschenden Lernen' abgehen. Darum geht es ja eigentlich (S1, Gruppe D, Interview 3, Zeilen 287-299).*

Erneut wird der Zusammenhang zwischen dem Forschenden Lernen der Schülerinnen und Schüler am außerschulischen Lernort vorgestellt und darauf eingegangen, wie gewinnbringend die Erarbeitung von prozessbezogenen Kompetenzen für die Schülerinnen und Schüler sein kann. Es wird allerdings auch die Einstellung deutlich, dass die Studierenden eine umfassende Vorbereitung im Semester nicht leisten können.

7.2 Modellierung ablaufender Prozesse im Sinne Zyklischen Forschenden Lernens

Wie bereits in Abschnitt 2.3 beschrieben wurde, unterscheidet das vorzustellende Modell die Teilprozesse der Planung, Durchführung, Diagnose, Reflexion und Adaption. Die Analyse der Daten ergibt, dass alle Gruppen aus diesem Moduldurchgang an mindestens einem der drei Termine im Lehr-Lern-Labor die verschiedenen Teilprozesse durchlaufen. Besonders die letzten drei Teilprozesse des Modells beziehen sich auf ein iteratives Vorgehen, welches das adaptive Lehrangebot strukturiert und ausmacht. Ohne Diagnosedaten und deren reflexive Interpretation besitzen die Studierenden keine fundierten Anhaltspunkte für die Optimierung der Intervention und die damit verbundene Adaption.

7.2.1 Stellenwert von Diagnose bei den Studierenden

Der Einsatz von Diagnoseinstrumenten ist für die Anpassung der Lernumgebungen von großer Bedeutung, um die Weiterentwicklung der Angebote datenbasiert durchführen zu können. Deshalb wird in diesem Abschnitt überprüft, welche Motivation die Studierenden haben, die Instrumente einzusetzen. Es wird erwartet, dass nicht alle Studierenden den Sinn von Diagnosesituationen zur Erforschung der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler erkennen, da sie zuvor zum Teil noch keine Erfahrungen mit dem Einsatz solcher Tools gesammelt haben. Zunächst wird anhand eines Beispiels gezeigt, wie wichtig für alle Studierende das Kennenlernen der Schülerinnen und Schüler ist. Alle fünf Gruppen des ersten Forschungsdurchgangs geben an, die Schülerinnen und Schüler am ersten Experimentiertag als auffallend leistungsstark und kompetent einzuschätzen. Erst mit der Zeit und weiteren Experimentiertagen erkennen die Studierenden Probleme oder individuelle Stärken der Schülerinnen und Schüler. S3 der Gruppe B fasst diesen Prozess einer verbesserten Passung zwischen Angebot und Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler wie folgt zusammen:

> *Ich hätte sie nach dem ersten Termin so eingeschätzt, dass sie ganz schnell auf die Lösung kommen. Beim ersten Mal hatte ich das Gefühl, hatten wir die total unterschätzt, beim zweiten Termin hat sich das dann ein bisschen relativiert, da hatten wir sie ein bisschen überschätzt und beim letzten Termin war das dann eigentlich so, wie wir das auch gedacht hatten. Also zuerst hatte ich gedacht, die werden den dritten Termin so schnell lösen, da müssen wir uns noch was ausdenken. Nach dem zweiten Termin haben wir dann schon gemerkt, ‚Ok, ne, so zielstrebig sind sie dann auch nicht', und dann ist das ganz gut gelaufen, so wie wir das auch gedacht hatten (S3, Gruppe B, Interview 4, Zeilen 85-91).*

Offensichtlich löst der enge Kontakt zu denselben Schülerinnen und Schülern einen Prozess aus, mit dem sich die Studierenden auf die Situation besser einzulassen lernen. Dennoch werden in diesem Zusammenhang drei Probleme beim Umgang mit Diagnoseinstrumenten durch die Analyse der Interviews deutlich.

1. Für die Weiterentwicklung der Lernumgebungen werden keine Diagnosedaten erhoben.
2. Die Lernmaterialien werden nicht bei der Reflexion herangezogen.
3. Diagnosesituationen werden von den Schülerinnen und Schülern nicht wahrgenommen, sodass die Studierenden nicht auf die Daten zurückgreifen können.

Zum einen geben die Studierenden an, Beobachtungen anzustellen, die sie als Diagnoseinstrument benutzen. Da es bei diesen Beobachtungen allerdings nicht zum Festhalten von Daten kommt, ist nicht unbedingt davon auszugehen, dass die Studierenden ihre flüchtigen Eindrücke, die maximal zu einer spontanen Adaption in der Situation führen, für die Reflexion und Weiterentwicklung ihrer Lernumgebungen einsetzen, da die Reflexion und das Nachdenken über die Lehr-Lern-Situation meist erst Tage nach dem Treffen mit den Lernenden abgehalten werden.

> *Ich glaube, dass wir das schwer diagnostizieren können anhand des Diagnosetools. Wir können wohl sagen an einer Stelle, ob sie die Schaltungen lesen können, weil sie ja sagen, ‚wenn wir den Schalter schließen passiert das, wenn wir das machen passiert das.' Das klappt eigentlich ganz gut, doch im Nachhinein konnten wir feststellen, dass dieser Wechsel von der graphischen Darstellung zum tatsächlichen Aufbau dann doch Schwierigkeiten bereitet hat (S3, Gruppe E, Interview 2, Zeilen 133-137).*

Diese Stelle verdeutlicht, dass die Studierenden zwar, wie es vorausgesetzt wurde, Diagnosesituationen einplanen, die Ergebnisse davon werden allerdings nicht für die weitere Einbindung bei der Adaption der Lernumgebungen verwendet. Die Daten werden nicht zur Reflexion und Adaption eingesetzt, wie auch der Einsatz schriftlicher Befragungsinstrumente zeigt. Neben der Gruppe, die wie zuvor beschrieben, ihre Ergebnisse nicht weiterverwendet, geben auch mehrere weitere Studierende an, die Aufgabenblätter oder Fotos nicht bei der Reflexion eingesetzt zu haben oder direkt nach dem Experimentiertag verloren zu haben. Für die ausführliche Analyse der Diagnoseprozesse von Gruppe A, siehe Abschnitt 9.1.2.3

In mehreren Fällen werden die Diagnoseinstrumente im Verlauf angepasst. Obwohl eine Adaption im Sinne der Schülerinnen und Schüler begrüßenswert ist, muss in diesem Fall Anpassung als Vernachlässigung verstanden werden. Die Gruppen C und D planen beispielsweise Konstruktionsaufgaben, welche die Schülerinnen und Schüler durch prozessbegleitende Dokumente wie die Formulierung von Bauanleitungen oder Experimentierprotokollen mit ihren Denkprozessen bereichern sollen. Die Gruppen müssen die umfassende Auslastung der kognitiven Ressourcen der Schülerinnen und Schüler während des freien Experimentierens feststellen, sodass diese die Arbeitsaufträge ignorieren. Dadurch können die gewählten Instrumente nicht zur Prozessdiagnose dienen. Wenn die antizipierten Eigenschaftsanalysen durch die Experimente der Schülerinnen und Schüler ausbleiben, müssen die Gruppen ihre Planung anpassen und führen statt der Bauanleitung eine Fehleranalyse und Prozessreflexion der Schülerinnen und Schüler durch.

Auch wenn ihre Planungen in diesem Sinne nicht umgesetzt werden können, zeigt sich, dass die beiden Gruppen die Lern- und Denkprozesse der Schülerinnen und Schüler zu untersuchen versuchen und auch ungenügend bearbeitete Arbeitsaufträge zu Reflexions- und Adaptionsprozessen bei den Studierenden führen können. Dass alle weiteren Gruppen dieses Verständnis für die Relevanz von Diagnose für die Verbesserung der Lernumgebung aufbringen,

kann nicht behauptet werden. Besonders die Mitglieder der Gruppe E, die bereits Erfahrungen im AdLehr-Projekt gesammelt haben, machen deutlich, für welche Lernumgebungen die Diagnose von Schülerlernständen nützlich ist. Die Planung der Studierenden sieht vor, dass die Schülerinnen und Schüler konstruieren und aus diesem Grund entscheiden sie sich nicht für den Einsatz eines Diagnoseinstrumentes, sondern beobachten den Prozess und passen ad hoc an. Durch einen erhöhten Flexibilitätsgrad in der Umsetzung sehen sie keinen Weg, inwiefern sie da durch schriftliche Diagnoseinstrumente das Geschehen leiten können. S1 der Gruppe E ist Sprechführer der Gruppe und beschreibt das Vorgehen wie folgt:

> *Also heute haben wir eigentlich kein schriftliches Diagnoseinstrument, sondern eigentlich nur beobachten der Prozesse. Was machen die gerade und so? Also weil man jetzt ja auch, jetzt erfassen wir ja auch einfach nichts mehr schriftlich, weil jetzt ja die ganze Zeit nur noch praktische Sachen umsetzen und da beobachten wir halt quasi den Live-Prozess und passen das dann halt auch in live an. Wenn wir merken da sind Schwierigkeiten, dann müssen wir uns halt sofort überlegen wie können wir das, wie können wir denen helfen. Das Ganze wird jetzt auch für uns ein bisschen flexibler, gerade auch weil wir das jetzt offener machen, deswegen kann man das ja auch nicht mehr so mit Diagnosetools und so, so leiten wie vorher (S1, Gruppe E, Interview 2, Zeilen 210-217).*

Dieses Vorgehen soll den Schülerinnen und Schüler mehr Freiraum in der Umsetzung der gestellten Aufgabe bieten. Darüber hinaus erhoffen sich die Studierenden durch weniger strenge Vorgaben mehr Zeit, sich direkt an die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler anzupassen. Die Realität zeigt allerdings, dass es die Studierenden herausfordert, die Schülerinnen und Schüler in ihrem Handeln allein durch Impulse zu unterstützen. Vielmehr haben sie sich dazu entschieden, die Denkarbeit den Schülerinnen und Schülern größtenteils abzunehmen. Obgleich ihnen bewusst ist, dass sie dadurch sich jegliche Möglichkeiten nehmen, kognitive Prozesse analysieren zu können, fällt ihnen keine Alternative ein, wie sie die Lernumgebung anpassen können, ohne die Eigentätigkeit der Schülerinnen und Schüler zu beschränken. S1 fasst dies mit folgendem Zitat zusammen:

> *Die haben ja nicht selber überlegt und deswegen konnte man jetzt ja auch nicht beobachten was die sich jetzt überlegt haben und so. Weil wir denen einfach gesagt haben, was die machen sollen und ja das war ein bisschen blöd, weil dann konnte man da halt nichts mehr erkennen, was bei denen gerade passiert und so (S1, Gruppe E, Interview 3, Zeilen 115-118).*

Nun kann den Studierenden unterstellt werden, dass sie durch spontane Änderungen in diese Situation gedrängt werden, wodurch eine Strukturierung ihrer Beobachtungen verhindert worden ist. Diese Gruppen entscheiden sich allerdings bewusst dagegen, Handlungsalternativen zu generieren. Sie gehen vielmehr von fehlenden, kognitiven Prozessen der Schülerinnen und Schüler beim Basteln aus. Konkret unterstellen sie ihnen keinen Rückgriff auf physikalisches Wissen. Dadurch kann in ihren Augen kein fachliches Lernen in ihrer Lernumgebung stattfinden.

> *Wir haben halt überlegt, was könnte man einsetzen, aber haben halt irgendwie festgestellt, da ist halt eigentlich kein großartiges, wie wir es finden, physikalisches*

> *Wissen, kein also laufen nicht viele kognitiven Prozesse ab, für die es sich auf physikalischer Ebene lohnen würde, das zu diagnostizieren und deswegen lassen wir die einfach mal machen und begleiten den Konstruktionsprozess. (S1, Gruppe E, Interview 3, Zeilen 208-212).*

Dieses Zitat ist für das weitere Vorgehen des Forschungsvorhabens in den Fokus gerückt, da es mehrere Baustellen des Zyklischen Forschenden Lernens und der entwickelten Modulstruktur offenbart. Es ist davon ausgegangen worden, dass die Studierenden das Entwicklungsziel des Moduls, die Gestaltung einer Experimentierumgebung unter Einbezug von Diagnoseinstrumenten durch die Intervention und ihre Vorerfahrungen erreichen können. Weder das theoretische Wissen aus der Erarbeitungsphase noch die Kenntnisse und Fertigkeiten aus dem Studium bei der Umsetzung sind in diesem Fall handlungsleitend. Das führt zum Einbezug solcher Überzeugungen für die Modellierung der Prozesse der Studierenden im Lehr-Lern-Labor. Von diesem Ergebnis ausgehend werden weitere Interviewpassagen identifiziert, welche die professionellen Überzeugungen der Studierenden aufbereiten können. Diese werden im folgenden Abschnitt 7.2.2 vorgestellt.

Die Probleme der Studierenden, gezielt Daten zur Analyse von Schülervoraussetzungen zu erheben, diese auszuwerten und daraus Schlüsse für das weitere Vorgehen zu ziehen, lassen darauf schließen, dass sie Kompetenzdefizite im Bereich der Forschungsprozesse aufweisen. Auch dieser Aspekt muss vor der Weiterentwicklung des Moduldesigns in Betracht genommen werden. Dies geschieht in Abschnitt 7.2.3, indem analysiert wird, inwieweit sich die Studierenden von ihrem Lehrhandeln lösen können.

7.2.2 Überzeugungen Studierender zu den kognitiven Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler

Im vorigen Abschnitt ist ein Indiz für die professionsorientierte Überzeugung eines Studierenden vorgestellt worden, dass die Schülerinnen und Schüler während der Konstruktionsphase keine kognitiven Prozesse durchlaufen. Im bisherigen Studiendesign ist dieser Aspekt bisher nicht weiter betrachtet worden. Dadurch sind davon ausgehend Äußerungen der teilnehmenden Studierenden zu sammeln, um die weitere Forschung und Angebotsstruktur an diesen neuen Ausgangspunkt anzupassen.

Die Praxis zeigt, dass Studierende in fachdidaktischen Veranstaltungen zwar eine Vielzahl an unterschiedlichen Unterrichtsmethoden und somit auch Handlungsalternativen zum etablierten Frontalunterricht und eng geführten Lernumgebungen aufgezeigt bekommen, dieses deklarative Wissen aber nicht auch gleichzeitig als prozedural und handlungsleitend angenommen werden kann (Wahl, 2013). Während der Autor also auf die fehlende Übertragung von theoretischem Wissen auf die Praxis spricht, beschreibt (Kufner, 2013), wie professionelle Überzeugungen bei der Konzeption und Durchführung von Unterricht handlungsleitend sein können. Vor allem Äußerungen von Studierenden, die nicht dem konstruktivistischen Ansatz von Lernen folgen, sind aus diesem Grund besonders aufschlussreich für die Anpassung von Struktur und Forschungsdesign.

Da die Einstellungen der Studierenden meist implizit sind und nur selten versprachlicht werden (Fives & Buehl, 2012), sind die gefundenen Stellen eher als Zufallsfund zu kategorisieren, sodass bereits vor der Vorstellung der Ergebnisse die Weiterentwicklung und Fokussierung auf professionelle Überzeugungen der Erhebungsinstrumente feststeht. Bei der Analyse ist deshalb besonders auf die Sprache der Studierenden eingegangen worden. D werden Stellen geprüft, in denen Formulierungen wie „die Schülerinnen und Schüler übernehmen das Wissen von uns" genutzt werden. Da im Sprachgebrauch Formulierungen wie „Input" oder „Das habe ich gespeichert" die transmissive Sichtweise suggerieren, müssen die Textstellen auch auf Kontext und die Reichweite der Überzeugungen, also das vermehrte Auftreten solcher Äußerungen bei der gleichen Person, überprüft werden. Es muss darüber hinaus entschieden werden, ob der oder diejenige nur eine im Sprachgebrauch verbreitete Floskel benutzt oder ob es sich dabei um die Äußerung einer Überzeugung handelt In diesem Zuge wird in den Interviews der Gruppen A, C und E solche Äußerungen kodiert. Beispielhaft werden hier vier Zitate genauer analysiert, um die Stellschrauben für das Modul zu identifizieren.

> *Und das ist dann der Knackpunkt, den wir irgendwie hinkriegen müssen, dass das für die plausibel erscheint. Es gibt Dinge in der Physik, die kann man nicht immer komplett erklären, man muss manchmal auch teilweise was hinnehmen. Aber wir wollen das ja auch natürlich so verständlich wie möglich machen (S2, Gruppe A, Interview 1, Zeilen 57-61).*

S2 der Gruppe A hat die Vorstellung, dass einige Inhalte in der Fachwissenschaft nicht eigenständig aufgebaut werden können, sondern unreflektiert übernommen werden müssen. Die Person gibt zwar an, die bestmögliche Passung zwischen dem Angebot und den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler anzustreben, aber keinen Weg finden zu können, die ausgewählten Inhalte auf das Niveau der Schülerinnen und Schüler zu elementarisieren. Selbstverständlich können gewisse Themen nicht in jeder Komplexität für Grundschülerinnen und -schüler aufbereitet werden, weshalb der Person dennoch eine konstruktivistische Sicht auf das Lernen bescheinigt werden kann. Solche Einwände werden jedoch durch eine zweite Textstelle schnell widerlegt. Im selben Interview beschriebt die Studierende, dass, „[…] wenn jemand schon einfach nicht versteht- - dann ist die Frage, ob er es nicht verstehen möchte oder ob er es nicht annehmen möchte, dass was man ihnen erzählt. Das ist schwierig." (S2, Gruppe A, Interview 1, Zeilen 415-417). Es wird die einzige Hürde für das Verständnis der Inhalte deutlich, welche die Einstellung bzw. der Wille der Schülerinnen und Schüler ist. Dass das Lernen auch an fehlenden Verknüpfungen oder geringem Vorwissen scheitern kann, ist ihr offenbar nicht wichtig.

Die Vorstellung der Übergabe von Wissen zeigt sich auch in der Gruppe C. Die Formulierung von S1 macht allerdings auch die Erwartung der Studierenden deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler eigenständig die Ziele erreichen müssen. Der Studierende verteidigt die geplante Vorgehensweise, „[…] damit sie schon nicht sich die Sachen so weit wie möglich irgendwie selber erarbeiten und nicht denken, wir tropfen das denen jetzt so ein." (S1, Gruppe C, Interview 3, Zeilen 177-178) Das vorgeschlagene Eintropfen von Informationen ist unter konstruktivistischen Grundhaltungen nicht möglich. Dennoch scheint es keine weitreichende Überzeugung zu sein, da keine weiteren Stellen gefunden werden können, welche die implizierte Sichtweise der sprachlichen Figur stützen.

Alle Äußerungen haben gemein, dass sie sich mit Überzeugungen der Lernpsychologie befassen. Wie in Abschnitt 2.1.1 beschrieben, unterteilen Baumert & Kunter (2006) die professionsorientierten Überzeugungen, die für professionelles Handeln nötig sind, neben den subjektiven Theorien zum Lernen und Lehren auch in die Strukturierung, Validierung und Genese von Wissensbeständen. Dazu gehören unter anderem erwartete Schülervorstellungen und das Einschätzen von Vorwissen der Lernenden. Für diese Facette der Überzeugungen sind die Interviews danach analysiert worden, welche Lernziele die Studierenden erreichen wollen sowie welche Lernvoraussetzungen sie erwarten. Im Planungsinterview mit der Gruppe E kam es bzgl. der antizipierten Denk- und Lernprozesse zu folgendem Dialog, der in Abbildung 7.1 dargestellt ist.

I: Okay. Welche Denkprozesse, also welches Lernen wollt ihr bei euren Schülern erreichen?
S1: Gute Frage.
S2: Haben wir uns da Gedanken drübergemacht?
S1: Nicht explizit. Hm.
S2: Ich glaube, ich würde jetzt sagen, dass wenn wir jetzt in so einen Raum kommen, dass sie sehen, ‚ah da sind Steckdosen und das da ist eine Lampe, da ist eine Steck-- ihr Schalter. Das muss irgendwie so eine Schaltung sein, das muss irgendwie so ablaufen.' Also, dass die sich was vorstellen können. Aber sonst.

Abbildung 7.1 Interviewpassage mit den Studierenden S1& S2 der Gruppe E (Interview 1, Zeilen 42-49)

Die Studierenden planen ihre Experimentiernachmittage ohne die Berücksichtigung der Sicht auf die Lernenden, da sie die Frage im Interview nicht auf Anhieb zu beantworten wissen. Angestoßen durch die Nachfrage versucht der Studierende S2 die Idee ihres Angebotes zusammenzufassen. Dabei wird aber lediglich ein vages Lernziel formuliert, dass sich weder auf die konkrete Planung noch auf erwartetes Vorwissen stützt. Im Gegenteil zu dieser Interviewpassage zeigt Gruppe B, welche Relevanz die Verknüpfung von erlerntem Wissen mit bereits bestehenden Netzen haben kann. So geht der Studierende S3 der Gruppe B von der Erreichung der gesetzten Lernziele bereits nach dem zweiten Experimentiernachmittag aus. Der Transfer dieser Inhalte in einen konkreten Kontext dabei hilft, das Gelernte durch weitere Verknüpfungen zu sichern.

> *Ich glaube, verstanden hatten sie es, es war eher wichtig, dass es ein bisschen länger erhalten bleibt. Das Prinzip war eigentlich am Tag vorher schon verstanden, an dem letzten Termin ist nichts Neues mehr passiert, inhaltlich, aber es war noch einmal so der Versuch, das in einen Kontext oder in eine Anwendung zu bringen und dann halt eben die Hoffnung, dass das dadurch ein bisschen tiefer verankert wird (S3, Gruppe B, Interview 4, Zeilen 108-112).*

Beide Sichtweisen machen deutlich, dass es nicht trivial ist, bei den Studierenden davon auszugehen, dass sie von der Vernetzung von Wissen überzeugt sind, wie beispielsweise in der didaktischen Rekonstruktion (Duit et al., 2012), die Schülerperspektive für eine gelungene Passung

beachtet wird. Der bereits erwähnte Zusammenhang der handlungsleitenden Eigenschaft der professionsorientierten Überzeugungen im Unterricht lässt sich also auch auf die Prozesse Studierender im Lehr-Lern-Labor übertragen. Wobei ein solcher Zusammenhang noch durch weitere Daten gefestigt werden muss. Aus diesen Überlegungen entspringt die Erweiterung der Forschungsfragen

7.2.3 Studierende im Forschungsmodus

Um einschätzen zu können, wie weit die Studierenden in die Tiefenstrukturen der Teilprozesse vordringen, muss zunächst geklärt werden, ob sie überhaupt ein Verständnis für Forschendes Lernen, in diesem Fall aus Schülersicht, aufbringen. Denn es ist nur möglich, Forschendes Lernen im Unterricht einzusetzen, wenn selbst die nötigen Kompetenzen aufgebaut worden sind. Deshalb beinhalten die Interviewleitfragen auch Details zur Angebotsstruktur (siehe Abschnitt 5.2.3.1). Hier zeigt sich, dass mehrere Gruppen über ein adäquates Verständnis von Forschendem Lernen der Schülerinnen und Schüler verfügen. So gelingt es S2 der Gruppe E, die Lernumgebung zu adaptieren, um sie an die Methode des Forschenden Lernens anzupassen.

> *Wir stellen denen das Haus hin, geben denen Schalter, Lampen und Kabel und eine Stromquelle und sagen, ‚hier macht mal.' Wo sie denn was reinbasteln und dann denken, ‚klappt nicht, wie können wir das anders machen.' Also ohne Theorie und Experimente vorher. (S2, Gruppe E, Interview 1, Zeilen 172-174).*

Vergleichbar sehen die Befragungsdaten der Gruppen B und D aus. Bei den übrigen zwei Gruppen zeigen sich hingegen Probleme, die Forschende Lernumgebungen von instruktionsbasierten zu unterscheiden. Gerade diese Gruppen betreffend stellt sich die Frage, ob die Studierenden ein forschendes Vorgehen durchführen können, wenn ihnen das Verständnis für die Methode fehlt. S1 aus Gruppe C beschreibt den Grad der Offenheit wie folgt:

> *Also so richtig ‚Forschendes Lernen' war es auch nicht. Dafür haben wir zu viele Instruktionen gehabt. Ich glaube zwei Sachen. […] Also auch Fehler machen lassen. Also auf der einen Seite weniger Material vielleicht, damit weniger Fehler passieren können, auf der anderen Seite dann aber unsere mündlichen Instruktionen zurücknehmen, dass sie auch dann auf anderem Wege irgendwie Fehler machen können, damit sie schon nicht sich die Sachen so weit wie möglich irgendwie selber erarbeiten und nicht denken, wir tropfen das denen jetzt so ein. (S1, Gruppe C, Interview 3, Zeilen 167-178).*

Obgleich S1 davon absieht, die Lernumgebung als Forschendes Lernen zu charakterisieren, wird durch die Äußerung deutlich, welches Verständnis dazu vorliegt. Die Person geht davon aus, dass nur die mündlichen Instruktionen reduziert werden müssen, um frei entdeckendes Lernen zu ermöglichen. Das Experiment stärker zu strukturieren, ist für die gewählte allerdings Methode kontraproduktiv. Anhand dieser Äußerung muss von der Übereinstimmung der schülerzentrierten, vorbereiteten Experimente und dem Forschenden Lernen für S1 ausgegangen werden. Ähnliche Probleme zeigen sich bei Gruppe A: Auch hier werden Experimente und Arbeitsaufträge als Forschung für die Schülerinnen und Schüler beschrieben, obwohl ein hohes Maß an Struktur und

Vorgaben durch die Studierenden vorliegen. Diese beziehen sich auch auf das Ergebnis, sodass maximal von einer Rekonstruktion der Vorgaben gesprochen werden kann und nicht von einem Forschungsvorgang.

Der Großteil der Gruppen verfügt somit über ein adäquates Verständnis des Forschenden Lernens. Allerdings finden sich auch in zwei Gruppen mehrfach Anzeichen dafür, dass die Idee eines Forschenden Ansatzes nicht durchdrungen wird. Es sollte für den zweiten Moduldurchgang also ein Weg gefunden werden, die Studierenden für die forschenden Aktivitäten ihrer Schülerinnen und Schüler zu sensibilisieren.

Die Zeit im Lehr-Lern-Labor gibt den Studierenden die Möglichkeit, die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler zu erforschen. Sie führen somit selbst Forschendes Lernen durch. In diesem Zusammenhang sind die Bereiche der Diagnose, Reflexion und Adaption von besonderer Bedeutung. Die Analyse der Daten zeigt, dass dabei Diagnose eine besondere Rolle einnimmt (siehe Abschnitt 7.2.1). Für die Studierenden ist die Arbeit mit Instrumenten der Erforschung von Denk- und Lernprozessen im Unterricht ein neuer Fokus, da die Ausbildung zuvor vor allem Wert auf die Planung und Durchführung in der Schule oder im Lehr-Lern-Labor legen.

Deshalb ist es auch verständlich, dass die Studierenden Probleme mit dem Dreischritt aus Diagnose, Reflexion und Adaption aus dem Prozessmodell haben. Dennoch konnte unter anderem in Abschnitt 2.2 die Probleme der Studierendengruppen bei der Strukturierung der eigenen Prozesse gezeigt werden. Es sind auch Äußerungen zu finden, die darauf deuten, dass sich die Studierenden in der Erarbeitungsphase gerne in einer passiven und konsumierenden Rolle einfinden. Was dazu führt, dass sie bei Wissensdefiziten Inhalte nicht selbstständig und literaturbasiert nach- bzw. aufarbeiten. Dies zeigt sich beispielsweise in der Äußerung von S1 aus Gruppe A. Diese Person gibt an, bereitgestellte Literatur nicht vollständig zu lesen. Darüber werden keine behandelten Inhalte in der Modulstruktur festgestellt.

> *Aber vielleicht auch weil ich ein anderer Typ Student bin, der sich nicht jeden Artikel, der im Stud.IP hochgeladen wird, von vorne bis hinten durchliest. Hätte ich das vielleicht gemacht, hätte ich diese Intervention vielleicht anders wahrgenommen. Aber der Typ Student war ich noch nie und werde ich wahrscheinlich auch nicht. Und anders glaube ich fand eine Intervention kaum statt während des Seminars (S1, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 429-433).*

S1 aus Gruppe A kann auf der anderen Seite nachvollziehen, dass die Diagnose der Lernprozesse ein besonderer Bestandteil der praktischen Erfahrung darstellen soll. Das führt mit sich, dass überhaupt erst Diagnoseinstrumente eingesetzt werden, da es ausdrücklich im Entwicklungsziel des Moduls verankert ist (siehe auch Abschnitt 7.2.1). Dieses Vorgehen kann auch in anderen Gruppen gefunden werden, die durch die Aufgabenstellung den Diagnosesituationen noch mehr Raum in ihren Lernumgebungen einräumen. Den Fokus auf Diagnostik im Modulkonzept zu legen, ist somit wichtig und sinnvoll zugleich. Weiterhin ist es logisch, dass deshalb der Erarbeitung von Diagnosemitteln und -anlässen mehr Zeit in der Modulstruktur anberaumt werden muss, um auch die Studierenden zu erreichen, die nicht über die nötige intrinsische Motivation verfügen, sich diese Kompetenzen im Selbststudium anzueignen.

Die Ausführung bzgl. des Forschenden Lernens von Schülerinnen und Schülern lassen weiterhin den Schluss zu, dass einigen Gruppen bei der Erforschung der Lernprozesse geholfen werden könnte, indem die Durchführung des Dreischrittes aus Diagnose, Reflexion und Adaption durchgängig begründet wird und nicht bloß durch die Forderung von Diagnosesituationen an den Experimentiernachmittagen versucht wird zu erreichen. Es ist also eine umfassendere und explizitere Motivation des Forschenden Lernens durchzuführen, die bisher noch nicht im Prozessmodell des Zyklischen Forschenden Lernens berücksichtigt wird. Dadurch könnte erreicht werden, dass die Studierenden einen forschenden Blick auf ihr eigenes unterrichtliches Handeln richten und sich nicht alleinig als Vermittler von fachlichen Inhalten verstehen. Der Planung und Durchführung der Handlungsabfolgen im Lehr-Lern-Labor soll deshalb außerdem eine Tiefenstruktur hinzugefügt werden, damit die Studierenden sich auf diese auch in ihrem späteren Berufsleben einlassen.

7.2.4 Zusammenfassung

Die Ausführungen aus den obigen Abschnitten zeigen verschiedene unerwartete Denkweisen von Studierenden auf. Zunächst konnte die Umsetzung des Auftrags Diagnosedaten zu erheben bestätigt werden. Es zeigen sich allerdings Einflussfaktoren, die die vollständige Umsetzung eines Diagnoseprozesses behindern. Beispielsweise werden durch die subjektiven Überzeugungen der Studierenden keine weiteren Schritte unternommen, die Ergebnisse auszuwerten oder die Lernumgebung darauf basierend anzupassen. Neben diesen Einflüssen der subjektiven Überzeugungen konnte weiterhin gezeigt werden, dass Studierende in Konstruktionsphasen den Schülerinnen und Schülern kognitive Prozesse absprechen und deshalb keine Diagnosemittel einsetzen. Schließlich wurde die Probleme der Studierenden vorgestellt, Forschendes Lernen bei Schülerinnen und Schülern anzuregen, da sie selbst ein inadäquates Verständnis dieser Unterrichtsmethode aufweisen. Solche Denkmuster zeigen, dass die Studierenden im Modul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ noch besser unterstützt werden müssen, ihre Hindernisse herauszuarbeiten und zu überwinden. All diese Ergebnisse weisen in eine interessante Richtung, die es im zweiten Durchgang gilt weiter zu verfolgen.

7.3 Konsequenzen für die Variation des Moduls

In den vorherigen Abschnitten wurden die Reflexion der Modulstruktur sowie erste Ereignisse der Begleitforschung aufbereitet, um das Konzept auf Grundlage dieser Erkenntnisse für den zweiten Durchlauf anzupassen. Nicht nur das Modul, wird durch die verschiedenen Durchläufe angepasst, sondern auch die Forschung wird durch diese ersten Ergebnisse verändert. Deshalb beziehen sich die identifizierten Variationsfaktoren zum einen auf die Inhalte und Struktur der Modulkonzeption sowie auf die Ausrichtung der Forschung und den zu untersuchenden Fragestellungen.

Ziele der Modulstruktur

Durch die Evaluation ist deutlich geworden, dass Studierende mit der freien und selbstständigen Arbeitsform des Forschenden Lernens Probleme haben können. Dies ist besonders im Hinblick auf die Möglichkeit des Einsatzes als Unterrichtsmethode im späteren Schuldienst ein Umstand, der weiter in den Fokus gerückt werden muss, da auch Schülerinnen und Schüler Probleme beim Umsetzen von offenen Aufgabenstellungen im Sinne des Forschenden Lernens haben (Krämer et al., 2012). Damit sich die Studierenden mit dem Entwicklungsauftrag intensiver auseinandersetzen können, werden die Ziele des Moduls ausdifferenziert. Dadurch soll sowohl der Zugang zum Forschenden Lernen erleichtert werden als auch das Potential der Diagnosesituationen weiter in den Fokus gerückt werden. Durch die Anpassung der Modulziele und die Kommunikation darüber wird erwartet, dass diese die forschenden Anteile des Moduls verinnerlichen und den gewünschten Habitus zur Untersuchung der Tiefenstrukturen ausbilden. Das Ziel der Veranstaltung ist es, die Studierenden zum Forschenden Lernen anzuregen. Durch die fehlenden Fertigkeiten bzgl. der Durchführung von Forschung entstehen allerdings Zweifel, ob die Umsetzung in einem Modul die Ressourcen der Studierenden übersteigt und die Komplexitätssteigerung die zuvor erreichte Reduktion durch die Laborsituation zu stark überwiegt.

Anpassung der Begleitforschung

Die Veränderung der Struktur beeinflusst auch die Ausgangslage der Forschungsausrichtung. Die Studie muss die veränderte Zielstruktur mittragen und somit auch den Blick weiten, um die neue Situation angemessen abzubilden. Dazu gehört die Kommunikation über Forschung als Möglichkeit der Motivation der Denk- und Lernprozesse durch die Studierenden. Deshalb wird die dritte Forschungsfrage (siehe Abschnitt 4.3) hinzugefügt und weitere Erhebungsinstrumente konstruiert, welche die Ausbildung des Forschungsmodus der Studierenden operationalisieren (siehe Abschnitt 5.2.1).

Die Analyse der Daten hat außerdem gezeigt, dass es Studierende gibt, die nicht der Lerntheorie des Konstruktivismus zustimmen, sondern transmissive Einstellungen zum Lernen der Schülerinnen und Schüler aufweisen. Andere Studien haben bereits in Frage gestellt, ob es mittels eines einzigen Moduls möglich ist, die Überzeugungen der Teilnehmenden nachhaltig zu beeinflussen (Blömeke, Felbrich, Müller, Kaiser & Lehmann, 2008; Klinghammer et al., 2016). Dennoch ist es das Anliegen fachdidaktischer Veranstaltungen bei den Studierenden einen umfangreichen Professionalisierungsprozess auszulösen. Um die Überzeugungen in das Modul einzubeziehen, werden vor allem Wege in der Begleitforschung gesucht, diese zu operationalisieren, da das bloße Vorstellen oder Erarbeiten solcher Positionen keinen Erfolg verspricht (Fives & Buehl, 2012). Auch in diesem Fall muss der Forschungsanteil um eine weitere Fragestellung erweitert werden. In der zweiten Forschungsfrage (Siehe Abschnitt 4.2) werden deshalb die professionsorientierten Überzeugungen der Studierenden bzgl. der Struktur von Wissensbeständen von Schülerinnen und Schülern sowie die subjektiven Lehr- und Lerntheorien untersucht. Auch für diese neue Fragestellung werden neue Erhebungsinstrumente erarbeitet und die bestehenden Interviewleitfäden an die veränderte Situation angeglichen. Diese werden in Abschnitt 5.2 vorgestellt.

Anpassung der Modulstruktur

Neben diesen Änderungen, die sowohl Forschung als auch Modulstruktur betreffen, gibt es weitere Veränderungen, die sich ausschließlich auf den Modulablauf beziehen. Wie bereits in Abschnitt 6.2 beschrieben, ist in diesem Erprobungsdurchgang versucht worden, die offene Struktur des AdLehr-Projekts nachzuvollziehen, indem die Studierenden die fachlichen Grundlagen im Selbststudium erarbeiten. Es hat sich gezeigt, dass durch die größere Anzahl der Studierenden im Modul und ihrer heterogenen Bedürfnisse die Einbindung der Studierenden in die Erarbeitungsphase sowie eine Ausweitung eben dieser umzusetzen ist. Im zweiten Forschungsdurchgang werden die Studierenden gemeinsam mit den Dozentinnen und Dozenten die Themen Experimentierprozesse von Lernenden, Diagnose sowie Planung auf Grundlage von Lernprozessen vorbereiten. Jedes Thema wird dabei an einem eigenen Termin behandelt, sodass mehr Raum für die aktive Teilnahme der Studierenden entsteht, die sich außerdem in den Diskussionen der herrschenden Überzeugungen oder Arbeitsphasen zur Erprobung von Diagnosemitteln sowie der Strukturierung von Lernumgebungen mithilfe eines Planungsrasters wiederfinden. Es wird also dem Wunsch der Studierenden entsprochen, eine tiefergehende Aufbereitung durch die Dozentinnen und Dozenten vorzubereiten, wenngleich diese durch die Einbindung der Studierenden gekennzeichnet sind. Das adaptierte Konzept findet sich in Abschnitt 8.2. Die positive Wahrnehmung der Planungsvorstellungen im Plenum führt zu einer festen Implementierung dieser in den Modulablauf. Die Studierenden äußern sich bzgl. der Praxissituation positiv, wünschen sich jedoch eine engere Betreuung zwischen den Terminen im Lehr-Lern-Labor. Aufgrund der straffen Planung wird im zweiten Erprobungsschritt diesem Wunsch zunächst nicht entsprochen. In Abschnitt 9.4 werden erneut die Struktur und Organisation des Moduls einem kritischen Blick unterworfen, sodass überprüft werden kann, ob diese Implementation eines Reflexionstreffens zwischen den Lehr-Lern-Laboren in einer erneuten Anpassung des Modulkonzepts entsprochen werden sollte.

Genau wie die Veränderung des Moduls, ohne Auswirkung auf die Erhebungsinstrumente, gibt es auch Konstruktionen neuer Erhebungsmittel, die sich aus der Durchführung herausgestellt haben. So wird angestrebt, bzgl. der Überzeugungen der Studierenden zu untersuchen, welche Auswirkungen die Praxissituation auf die Äußerungen der Studierenden hat. Diese werden in Abschnitt 9.2 untersucht. Es handelt sich dabei allerdings nicht um ein Prä-Post-Design im klassischen Sinne, da die Fragebögen sich nicht ähnlich genug sind.

8 Zweiter Moduldurchlauf

In diesem Kapitel wird das Design sowie die Durchführung des zweiten Forschungszyklus vorgestellt. Wie oben beschrieben, gibt es einige Veränderungen, die bei der erneuten Durchführung berücksichtigt werden müssen. Zunächst seien die Entwicklungsziele der Intervention genannt, die im folgenden Abschnitt 8.1 vorgestellt werden. Auch die Erarbeitungsphase und die weiteren Modulteile werden in Abschnitt 8.2 dargelegt und beschrieben. Als dritte Säule der Modulstruktur ist die Einbindung der empirischen Untersuchungen zu verstehen (siehe Abschnitt 8.3).

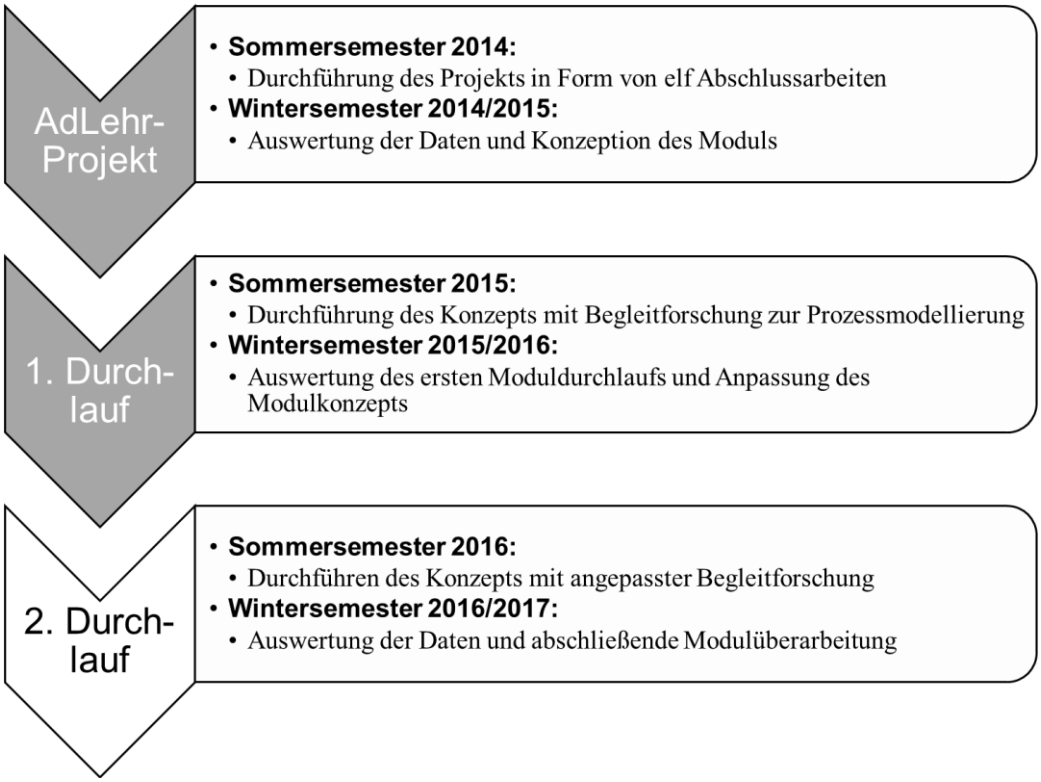

Abbildung 8.1 Zweiter Moduldurchlauf als dritte Phase des Design-based research-Prozesses

8.1 Veränderte Modulziele

Im ersten Durchgang des Moduls (siehe Kapitel 6) ist das Ziel der Veranstaltung unspezifisch und allgemein gehalten worden, da davon ausgegangen wurde, dass die Studierenden eigenständig den Fokus nicht auf die Durchführung der Experimentiersituationen, sondern durch den geforderten Einsatz der Diagnosetoolsauf die Beforschung der eigenen Lehrhandlungen und der eigenen Planung, legen. Es zeigt sich, dass die Studierenden die Diagnoseinstrumente zwar wie gefordert einsetzen, allerdings nicht mithilfe von Kriterien reflektieren oder diese Ergebnisse in ihre weitere Planung einfließen lassen. Da dies das Herzstück der Modulstruktur darstellt, wird die Formulierung der Ziele angepasst, um die Studierenden in größerem Maße zu motivieren und besser für die Vorhaben des Moduls vorzubereiten. Dass die Studierenden in der Laborphase nicht nur auf einer handelnden Ebene arbeiten, sondern darüber hinaus durch ihre geplante Lehr-Lern-Umgebung auf die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler eingehen, steht dabei im Mittelpunkt. In diesem Sinne werden bzgl. der Entwicklungsziele zwei Ebenen aufgespannt, die zum einen auf den inhaltlichen Aspekt sowie auf prozessorientierte Belange ausgerichtet sind. Es wird davon ausgegangen, dass sie weitere Reflexions- und Anpassungsprozesse aufgrund der erhobenen Diagnosedaten anstellen, die durch die erweiterte Zieltransparenz den Wert der Forschungsdaten für die Studierenden steigert. Diese Erwartungshaltung findet sich auch im folgenden Zitat wieder:

> *Im ungünstigsten Fall hält der Studierende an seinen Erklärungsansätzen fest, lässt sich nicht auf einen Forschungsprozess ein und bleibt dann zumeist seiner subjektiven Deutung des gewählten Praxisproblems und bestenfalls der Abwägung alternativer Handlungsoptionen verhaftet. Führt aber die Deklination des Forschungszyklus zu einer Distanznahme hinsichtlich bisheriger Erklärungsmuster (Veränderung der Fragestellung, Beschäftigung mit einer alternativen Methode, Formulieren des Erkenntnisinteresses, theoretische Einbettung), eröffnet sich mit diesem Perspektivenwechsel gleichzeitig der Spielraum für unterschiedliche reflexive Zugänge. (Schneider, 2009, S. 35)*

Bei diesen Abläufen handelt es sich bereits um den im Kapitel 2.2 herausgearbeiteten Forschungsmodus der Studierenden, der sie dazu befähigt, die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler genauer zu betrachten. Der Forschungsmodus tritt dann auf, wenn die Studierenden sich nicht nur mit der Lehre beschäftigen, sondern sich darauf konzentrieren, die Lernenden genauer kennenzulernen. Dieser Vorgang bedarf einiges an Routine, da nur in diesen Fällen der Lehrmodus tatsächlich verlassen werden kann. Die beiden Modi haben somit spezifische Vorteile: Während der Forschungsmodus die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler überhaupt erst bearbeitbar macht, können sich die Studierenden im Lehrmodus auf ihre Routine verlassen und dadurch die eigenen Ressourcen schonen. Die beiden Modi des Lehrerberufs sind dabei nicht isoliert voneinander zu betrachten. Der Forschungsmodus der Lehrenden liefert gerade die verwertbaren Informationen über die Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler, wie sie für eine anregend geplante Umgebung nötig sind. Anders herum bietet erst ein gewisses Maß an Lehrkompetenz überhaupt erst die Möglichkeit, sich von dem eigenen Handeln zu lösen, um die Schülerinnen und Schüler individuell zu fördern.

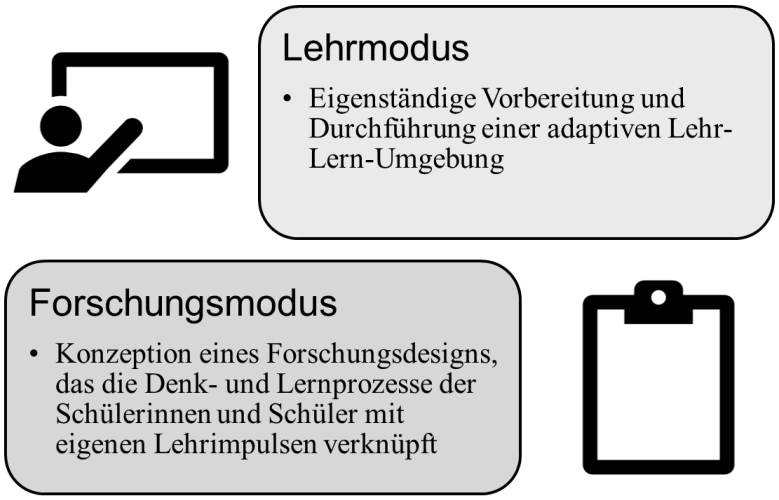

Abbildung 8.2 Zielebenen des Moduls

Ziele bzgl. des Lehrmodus: Eigenständige Vorbereitung und Durchführung einer adaptiven Lehr-Lern-Umgebung

Auch in dieser Durchführung liegt der Fokus auf der selbstständigen Konzeption eines Experimentierangebots für Schülerinnen und Schüler, das sich über drei Nachmittage erstrecken und den Schülerinnen und Schülern ein selbstgewähltes physikalisches Phänomen näherbringt. Durchgeführt werden die Arrangements im Rahmen des Lehr-Lern-Labors während der Laborphase.

Dazu gehört, dass die Modulteilnehmenden kognitiv anregende Experimente planen und die Eigenaktivität der Lernenden fördern oder durch eine Öffnung der Lernsituationen die Lernenden herausfordern. Weiterhin wird auf die Planung von Problemsituationen Wert gelegt, welche die Schülerinnen und Schüler anhand verschiedener Lösungswege reagieren können. Dazu gehört auch die Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen, wie Experimentierfertigkeiten oder Kommunikation.

Der gute Betreuungsschlüssel bietet den Vorteil, dass die Studierenden in ihren Kleingruppen direkt darauf reagieren können, wie die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren vorgehen. Dies spannt außerdem den Bogen zur gestellten Aufgabe, Forschung bzgl. des Lernens der Schülerinnen und Schülern zu betreiben, da die Studierenden unmittelbar hören und sehen, wie die Lernenden handeln und ihre Gedanken äußern.

Ziele bzgl. Forschungsmodus: Konzeption eines Forschungsdesigns, dass die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler mit eigenen Lehrimpulsen verknüpft

Die Studierenden werden in ihrer beruflichen Zukunft mit heterogenen Lerngruppen konfrontiert sein. Deshalb ist es besonders wichtig, neben dem Lehrmodus im Unterricht, den die oben erläuterten Kriterien beschreiben, in ihrer professionellen Laufbahn einen forschenden, diagnostischen Blick oder vielmehr einen Forschungsmodus kennenzulernen. Dadurch können sie zwischen beiden Modi im alltäglichen Geschehen wechseln. Wenn es möglich ist, diese beiden

Seiten des Lehrerberufs zu kombinieren, sollte dies die Unterrichtsqualität steigen (Horstkemper, 2006).

Es bleibt ihnen bei der Erforschung der kognitiven Prozesse überlassen, ob sie wie in einer Prozessdiagnostik Merkmale begleitend erfassen oder wie für eine Lernstanddiagnose üblich Leistungsstände erheben (Hascher, 2008). Dies hat den Vorteil, dass jede Studierendengruppe auf ihrem individuellen Kompetenzniveau arbeiten kann und nicht durch die ungewohnte Aufgabe demotiviert wird. Der Blick wird dadurch auf die Situation der Schülerinnen und Schüler gelegt, sodass die Vorbereitungen bzgl. der Experimentiersituation automatisch von diesen Merkmalen der Lernenden bestimmt werden.

Als letztes Ziel der tiefergehenden Forschungsebene im Lehr-Lern-Labor ist das Generieren von Entscheidungsmöglichkeiten, sodass die Lernangebote daraufhin verändert werden können. Dadurch erreichen die Studierenden datenbasiert eine bessere Einbindung der Lernvoraussetzungen ihrer Lernenden. Durch die Voruntersuchungen (siehe Abschnitt 7.2) wird erwartet, dass dieser Dreischritt aus Diagnose, Reflexion und Adaption, die Studierenden herausfordert oder sie diese Prozesse nur oberflächlich durchlaufen und es ihrer Forschung an Qualität mangelt. Aus dieser Annahme resultiert, dass die Forschungsebene für die Studierende besonders und wiederkehrend motiviert werden muss.

8.2 Weiterentwickelte Modulstruktur

In diesem Durchgang wird das Modul in zwölf Blöcken zu je drei Stunden veranstaltet. Die Einteilung in die vier Phasen der Gestaltung hat sich als hilfreich erwiesen, um die Prozesse der Studierenden zu strukturieren. Die Struktur der jeweiligen Phasen ist dennoch in diesem Zusammenhang angepasst worden, um die Lernprozesse der Studierenden optimal zu unterstützen. Die angepasste Struktur findet sich in der Abbildung 8.3.

Erarbeitungsphase (3 Sitzungen)	Planungsphase (3 Sitzungen)	Laborphase (3 Sitzungen)	Reflexionsphase (2 Sitzungen)
• Organisatorisches • Experimentier-prozesse • Diagnose • Basismodelle des Lernens an Beispielen • Planungsraster und Rückwärts-planung	• Strukturierung gestufter Experimentier-angebote für Schülerinnen und Schüler • Erste Vorstellung • Generalprobe	• Mehrfache Laborbesuche der gleichen Lerngruppen, mögliche Adaption der didaktischen Strukturierung	• Darstellung ihrer Prozesse der Planung, Durchführung mit Diagnose, Reflexion mit Adaption als Forschungs-prozess

Abbildung 8.3 Modulstruktur des Moduls im zweiten Forschungszyklus

Die Erarbeitungsphase belegt in diesem Semester die ersten drei Sitzungen des Moduls. Dies resultiert daraus, dass die Studierenden nicht genügend Anknüpfungspunkte fanden, um ihre Erfahrungen aus dieser Phase des Moduls mit in die Planung und Durchführung der Lehr-Lern-Laborsituation genommen haben. Da die Studierenden außerdem nicht die bereitgestellte Literatur verwenden, wird gezielt auf best-practice-Beispiele eingegangen, die ausgewählte Studierende als Studienleistung vorbereiten. Die Inhalte der ersten Sitzung beinhalten neben organisatorischen Themen die Experimentierprozesse der Schülerinnen und Schüler sowie die Prozesse des Zyklischen Forschenden Lernens. Die Verdeutlichung der erwarteten Abläufe macht den Studierenden transparent, auf welche Aspekte während der Konzeption und Durchführung des Lehr-Lern-Labors geachtet werden sollte. Dabei wird dieses Modell genutzt, um die oben beschriebenen Zielebenen aufzuspannen und den Studierenden zu verdeutlichen. Die zweite Sitzung beschäftigt sich mit der Durchführung von Diagnoseinstrumenten und der Erarbeitung einer vorläufigen Definition des Diagnosebegriffs. Besonderes Augenmerk liegt in dieser Sitzung auf der Relevanz von konstruktivistischen Einstellungen, um den Einsatz dieser Methoden zu ratifizieren. Diese Einbindung der konstruktivistischen Sicht in die Erarbeitungsphase hat ihren Ursprung in der vorgestellten Analyse. Im vorigen Kapitel wurde aufgezeigt, dass Studierende nicht unbedingt von kognitiven Prozessen der Schülerinnen und Schülern ausgehen und somit einer konstruktivistischen Sichtweise widersprechen. Die letzte Sitzung beschäftigt sich mit den Basismodellen des Lernens sowie der Einführung eines Planungsrasters, das die Studierenden für ihre Lehr-Lern-Situation einsetzen. Hier steht die Schülerorientierung der Experimentiersituation im Vordergrund, da die Studierenden im ersten Moduldurchlauf noch nicht explizit genug auf die Perspektive der Lernenden in ihren Angeboten geachtet haben. Diese Sitzung stellt somit gleichzeitig einen natürlichen Übergang in die nächste Phase des Moduls dar.

Auch in diesem Durchgang finden sich daraufhin die Studierenden in Dreiergruppen zusammen, um die Laborsituation selbstständig zu planen. Dazu entwickeln sie neben der Umgebung und dem zugehörigen Planungsraster auf die Experimente zugeschnittene Diagnoseinstrumente. In diesem Semester wird außerdem von den Studierenden erwartet, dass sie ihre Umgebung im Sinne eines Forschungsvorhabens analysieren, weil die Ergebnisse der Studierenden im ersten Durchgang auf eine oberflächliche Ausgestaltung der Teilprozesse Diagnose, Reflexion und Adaption hingewiesen haben. Im Plenum stellen die Gruppen in der Planungsphase die Experimente sowie ihre Forschungsthemen vor, um miteinander über diese zu diskutieren. Während dieser Phase wird nur minimal durch die Dozentinnen und Dozenten eingegriffen, um die Eigenständigkeit der Studierenden zu gewährleisten. Über die Zeit schreitet die Planung der Studierenden immer weiter fort, sodass auf die Ideenfindung und Grobplanung die Konzeption konkreter Experimente im zweiten Block folgt und eine Erprobung der Lehr-Lern-Umgebungen im Sinne einer Generalprobe im dritten Treffen diese Phase des Moduls beschließt.

Die Laborphase ist bis auf organisatorische Aspekte und Vorbereitung der Studierenden nicht groß angepasst worden, da der mehrfache Kontakt der Studierenden mit Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I das Herzstück des Moduls darstellt. Denn nur durch das Kennenlernen der Lernenden ist es den Studierenden möglich, durch Diagnoseinstrumente deren Lernschwierigkeiten festzustellen und diese für ihre weitere Planung nutzbar zu machen.

Das Modul wird abgeschlossen durch die Reflexionsphase, in der die Studierenden ihre Erfahrungen und Erlebnisse mit den Schülerinnen und Schülern aufarbeiten und dafür ihre

Forschungsvorhaben nutzen. Hier zeigt sich erneut, dass die Einbindung von kleinen Forschungsfragen den Studierenden hilft, sich bei der Analyse der Laborphase auf bestimmte Kriterien zu fokussieren, und dadurch die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler mit einzubeziehen.

Die Prüfungsleistung bündelt die Prozesse der Studierenden bzgl. ihrer Lehre und der Forschung, sodass tatsächlich von Forschendem Lernen gesprochen werden kann. Es wird darauf Wert gelegt, dass die Studierenden zwar grobe Vorgaben bekommen, aber die Eigenständigkeit und Individualität der Forschungsprozesse soll dadurch nicht eingeschränkt werden.

8.2.1 Erarbeitungsphase: Studierende erarbeiten die Ziele ihres Lehr-Lern-Labors

Die Erarbeitungsphase teilt sich auf drei Blöcke auf, in denen die zentralen Themen, die als Voraussetzung des Lehr-Lern-Labors zu sehen sind, aufgearbeitet werden. Im ersten Moduldurchgang und dem AdLehr-Projekt wurde darauf verzichtet, was allerdings dazu führte, dass es Studierendengruppen gab, die nicht das nötige Vorwissen mitbrachten, um die gestellten Anforderungen bzgl. der Durchführung von Diagnosesituationen oder dem schülerorientierten Lehren zu erfüllen. Eine schematische Darstellung der Sitzungsinhalte findet sich in Abbildung 8.4.

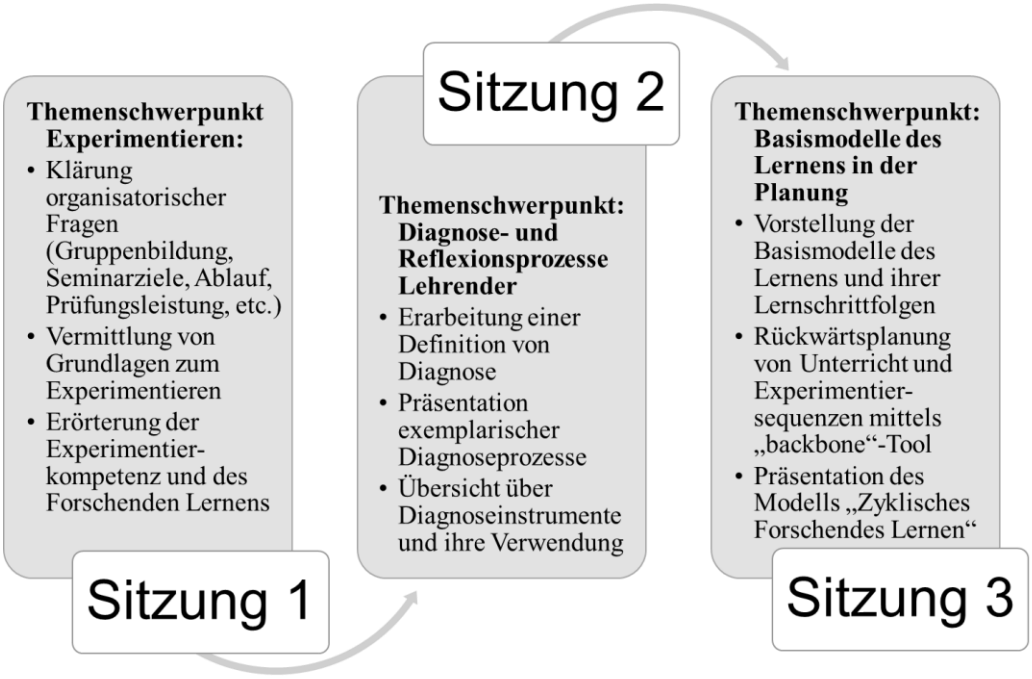

Abbildung 8.4 Sitzungen in der Erarbeitungsphase

Jede Sitzung in dieser Phase beginnt mit einem Fragebogen, der als Motivation für das jeweilige Thema zu verstehen ist. Diese werden in Abschnitt 5.2.1 näher vorgestellt. Die Bearbeitung beträgt dabei jeweils zehn Minuten, sodass den eigentlichen Modulinhalten nicht allzu viel Zeit fehlt. Da besonders die Experimentierprozesse der Schülerinnen und Schüler von Interesse sind, beschäftigt sich gleich die erste Sitzung mit diesem Thema. Zuvor werden allerdings organisatorische Belange, wie das Bilden von Dreiergruppen oder die Vorstellung des Modulablaufs etc. angesprochen. Die Ziele dieser Sitzung können wie folgt formuliert werden:

Ziele der ersten Sitzung zu ‚Experimentierprozessen bei Schülerinnen und Schülern' sind…

- die Klärung organisatorischer Fragen wie die Gruppenbildung, die Modulziele und der zeitliche Ablauf sowie die Prüfungsleistung und Leistungsbedingungen,
- die Vermittlung von Grundlagen zum Experimentieren,
- sowie die Diskussion der theoretischen Konstrukte der Experimentierkompetenz und des Forschenden Lernens.

Die zweite Sitzung ist dem Thema Diagnose von Lern- und Denkprozessen gewidmet und beinhaltet die Vorstellung von Diagnosekreisfolgen und -tools. Bzgl. dieser Erarbeitungssitzung formulieren die Dozentinnen und Dozenten die folgenden Lernziele:

Ziele der zweiten Sitzung zu ‚Diagnoseprozessen durch Lehrende' sind…

- die Erarbeitung einer Definition von Diagnose,
- die Präsentation exemplarischer Diagnoseprozesse,
- sowie die Übersicht über mögliche Diagnoseinstrumente und ihre Verwendung.

Den Anschluss an diese Sitzung bildet das nächste Thema, die Planung von Experimentiersequenzen im Lehr-Lern-Labor. Dadurch wird der logische Übergang in die Planungsphase gewährleistet. Hier werden zunächst die für die Planung relevanten Lernschrittfolgen der Basismodelle des Lernens vorgestellt und anhand von Beispielen aus der praktischen Erfahrung der anwesenden Studierenden vorgestellt. Diese sind bereits durch das zu verwendende Planungsraster strukturiert, sodass die Vorstellung des „*backbone*"-Tools ebenso Teil der Sitzung ist. Weiterhin wird das Modell des Zyklischen Forschenden Lernens als Abschluss der theoretischen Inhalte vorgestellt, um den Studierenden transparent zu machen, welche Prozesse sie in der Laborphase durchlaufen werden. Es werden also die folgenden Ziele verfolgt:

Ziele der dritten Sitzung zu ‚Experimentiersequenzen im Lehr-Lern-Labor gestalten' sind…

- die Vorstellung der Basismodelle des Lernens und ihre Lernschrittfolgen,
- die Rückwärtsplanung von Unterricht und Experimentiersequenzen mithilfe des Repräsentationstools „*backbone*"
- die Präsentation der Modellierung studentischer Prozesse durch das Zyklische Forschende Lernen.

Sitzung 1: Themenschwerpunkt Experimentieren

Der Fragebogen zu diesem Thema beschäftigt sich mit Experimentierprozessen bei einer Schülerin. Dadurch werden die Studierenden für die Experimentierumgebung sensibilisiert und zeigen, welche Einstellung sie bzgl. des Experimentierens und welche Prioritäten sie bei dem Experimentieren von Schülerinnen und Schülern haben. Eine Vorstellung der Ziele des Moduls (vgl. Abschnitt 8.1) eröffnet die erste Sitzung im Modul *Physikdidaktische Forschung für die Praxis*. Durch die Sitzungen werden die in Abschnitt 8.1 beschriebenen zwei Zielebenen verfolgt, die sich ähnlich wie Osers (2001) Sicht auf Unterricht in eine Sicht- und Tiefenstruktur aufgliedern. Es gibt in der ersten Zielebene Prozesse, die auf einer Handlungsebene ablaufen und in der zweiten Ebene Prozesse, die in kognitiven Strukturen der Lernenden wirken.

Daraufhin wird der Ablaufplan ähnlich der Ausführungen in Abschnitt 8.2.1. und der Abbildung 5.1 vorgestellt. Die thematischen Schwerpunkte Experimentierprozesse, Diagnose und Basismodelle des Lernens werden dazu skizzenhaft umrissen. Die Vorstellung der Laborphase beinhaltet die Klärung, welche Schülerinnen und Schüler für die Experimentiernachmittage gewonnen werden konnten und deren Alter (10-14 Jahre). Außerdem wird die Studienleistung besprochen, die sowohl die aktive Teilnahme in der Erarbeitungsphase durch das Vorstellen eines Textes sowie die Entwicklung des Experimentierangebotes umfasst. Teil der Prüfungsleistung ist hierbei die Umsetzung der Planungen sowie die Formulierung des Abschlussberichtes. Dieser Block wird durch klären offengebliebener Fragen geschlossen.

Nach der Klärung der organisatorischen Aspekte geht es in dieser Sitzung um die Experimentierprozesse von Schülerinnen und Schülern. Experimentieren wird als Teil der Erkenntnisgewinnung im Physikunterricht vorgestellt und legt einen besonderes Augenmerk darauf, dass auch in offeneren Experimentierumgebungen Fähigkeiten der Erkenntnis geschult werden. Dabei besteht die Chance, weite Strecken des Experimentierens in die Verantwortung der Schülerinnen und Schüler zu legen. Diesen Übertrag erreichen die Studierenden dementsprechend durch eine offenere Strukturierung ihrer Angebote. Es gilt also den Unterschied zwischen rezeptartigem, hoch strukturierten Experimentieren und der Anregung zur kognitiven und handelnden Eigenständigkeit herauszustellen.

Dazu werden Vorerfahrungen bei den Studierenden zum Thema Experimentieren erhoben. Diese können aus eigenen Erfahrungen in den Schulpraktika, vorangegangenen fachdidaktischen Modulen mit Schülerbezug, wie in Oldenburg das Experimentalpraktikum mit Berufsbezug oder fachlichen Veranstaltungen wie dem Grundpraktikum der Physik herangezogen werden. Weiterhin werden die Funktionen des physikalischen Experiments und des Experimentierens in der Schule gesammelt und fixiert. Dabei werden Mythen bzgl. des Experimentierens diskutiert und das Standardmodell des Experimentierens relativiert. Nach diesem Vortragsblock sollen die Studierenden zu Diskussionen über unterschiedliche Zeitschriftartikel angeregt werden. Dazu stellen jeweils zwei Studierende Artikel zum Experimentieren in der Schule unter bestimmten Aspekten vor:

- *Experimentelle Fähigkeiten diagnostizieren* von Schreiber & Nawrath (2014): Hier wird im Vorgriff auf die nächste Sitzung Ideen vorgestellt, welche Teilfähigkeiten des Experimentierens wie vom Lehrenden erkannt werden können; der Begriff der Diagnose wird nicht hinterfragt.

- *Mit Heterogenität beim Experimentieren umgehen* von Tschentscher & Kulgemeyer (2014): Hier wird auf den realen Experimentierunterricht in Schulklassen eingegangen, wie dieser zu organisieren ist bzw. welche Chancen aus der Unterschiedlichkeit der Schülerinnen und Schüler folgen können.
- *Forschendes Lernen initiieren* von Köster & Galow (2014): Hier wird auf Formen des Experimentierens eingegangen, die mehr Verantwortung auf die Schülerinnen und Schüler übertragen, aber auch einen hohen kognitiven Anspruch darstellen, dieser Text lenkt auf die bevorstehende Planungsaufgabe hin.
- *Was, wenn das Experiment nicht klappt?* von Ruhrig & Höttecke (2014)): In diesem Artikel werden die Erwartungen von Schülerinnen und Schüler zum Experimentieren sowie die Reaktion der Lehrperson auf Frustrationen, wie sie auch in den kommenden Experimentiersituationen auftreten können, diskutiert.

Ergänzend wird hier der zum Forschenden Lernen auf Schülerebene parallele Prozess des Forschenden Lernens auf Studierendenebene thematisiert und mit dem Modell des Zyklischen Forschenden Lernens abgeglichen.

Sitzung 2: Themenschwerpunkt Diagnose- und Reflexionsprozesse Lehrender

Bereits vor der Konzeption des vorzustellenden Projekts sind Diagnosesituationen in anderen modularen Strukturen eingesetzt worden. So wurde im Projekt OLAW beispielsweise das Modul „Diagnoseverfahren im und für den Unterricht“ erprobt, welches die Basis für diese Sitzung darstellt (Komorek, 2014). Durch die Evaluation des ersten Moduldurchgangs wurde Verbesserungsbedarf im Hinblick auf Planung und Durchführung der Erarbeitungsphase deutlich, den es mittels Adaptionen zu beheben gilt. So ist ein Ergebnis der Evaluation, dass die Studierenden weitere Erarbeitungssitzungen und Unterstützungsbedarf bei der Aufbereitung der Literatur benötigen durch die Entzerrung der Erarbeitungsphase entsprochen worden.

Diagnose von Lern- und Denkprozessen ist das zentrale Mittel, um seine Schülerinnen und Schüler besser kennenzulernen. Aus diesem Grund wird eine Betrachtung aus mehreren Perspektiven in dieser Sitzung angestrebt. Sowohl der Sinn von Diagnose als auch die Einsatzmöglichkeiten und Methoden werden vorgestellt. In den empirischen Untersuchungen dieser Studie hat sich gezeigt, dass Studierende nur dann Diagnoseinstrumente einsetzen, wenn sie auch kognitive Prozesse der Schülerinnen und Schüler erwarten. Aus diesem Grund muss der Nutzen von Diagnose besonders motiviert werden. Deshalb wird gesondert erhoben, welche Einsatzmöglichkeiten die Studierenden für Diagnose in Schule und Lehr-Lern-Labor sehen. Dies geschieht durch den entwickelten Fragebogen. In der zweiten Sitzung beschäftigt er sich mit einem Lehrergespräch, das zum Thema Konstruktivismus gegenüber transmissiven Vorstellungen des Lernens geführt wird. Die Studierenden werden anschließend dazu aufgerufen, selbst Stellung zu beziehen.

Das Modul selbst beginnt mit einem Diagnosetool. Dazu wird der Einstieg in die Thematik mithilfe von Assoziationskarten zu Diagnose gestaltet, um das Vorwissen der Studierenden zum Thema zu eruieren. Die Studierenden erarbeiten aus den assoziierten Begriffen eine Arbeitsdefinition zu „Diagnose“, den sie dann einer Definition aus der Literatur (Kiper & Mischke, 2006) gegenüberstellen und diskutieren können.

Im Anschluss daran erfolgt die Vorstellung von fünf weiteren Artikeln

- *Entwicklung von Diagnosekompetenz bei Physik–Lehramtsstudierenden* von Komorek (2014); *Lernen begleiten, begutachten, beurteilen* von Adamina (2010): Das Ziel dieser Artikel ist es, die Studierenden bzgl. der Forschung zum Diagnosebegriff sowie die Einsatzmöglichkeiten im Unterricht zu informieren.
- *Diagnostizieren lernen - Zur Ausbildung diagnostischer Kompetenzen für Lehrkräfte* von Latzko (2014): Hier ist die Intention, dass sich die Studierenden anhand des Artikels mit dem Aufbau der Diagnosekompetenz beschäftigen.
- *Unterrichten und Diagnostizieren lernen durch Beobachtung und Analyse von Unterricht* von Jahnke-Klein (2014): In diesem Artikel wird das Diagnostizieren durch Beobachtung thematisiert, das auch für die zu planenden Experimentiersituationen von Bedeutung ist.
- *Wie lassen sich Experimentierfähigkeiten von Schülerinnen und Schüler diagnostizieren und beschreiben?* von Meyer (2014): Während die anderen Artikel sich mit der Seite der Lehrenden beschäftigen, geht dieser Artikel konkret auf die Seite der Schülerinnen und Schüler ein.

Das Plenum hat während der Textvorstellungen die Aufgabe, folgende Fragen zu beantworten: Warum ist Diagnose für die Autoren relevant? Wie wird Diagnose im Unterricht eingesetzt? Und was kann der Gegenstand der Diagnose im Unterricht sein? Die Ergebnisse werden zusammengefasst und der Ablauf einer Diagnosesituation nach Hesse & Latzko (2017) im Unterricht vorgestellt.

Eine letzte Gruppe hat Diagnosetools gruppiert und ein Handout dazu erstellt. Die Diagnosetools des Handouts können außerdem nach den Kriterien Zielorientierung, Einsatzmöglichkeiten und Ertrag untersucht werden.

Sitzung 3: Unterstützung der Planung von Lernumgebungen durch Basismodelle des Lernens und Planungstools

Die Basismodelle des Lernens bauen darauf auf, dass sich Individuen neue Inhalte zwar unterschiedlich aneignen, dabei jedoch Grundmuster existieren, die genutzt werden können, um Lehrinhalte zu strukturieren.

Der Fragebogen ist erneut in Form einer Diskussion aufgebaut. Sie sollen Stellung beziehen, ob sie Lernen als individuell und einzigartigen Prozess ansehen oder ob sie sich vorstellen können, dass Grundmuster existieren, die während der Planung abgerufen werden können. Die Sitzung wird durch ein Brainstorming zur Unterrichtsplanung sowie den Basismodellen begonnen. Es ist von Bedeutung, was Basismodelle des Lernens sind und welche Basismodelle des Lernens besonders im Physikunterricht zum Einsatz kommen, da die Theorie weitgreifender als die Fachdidaktiken der Naturwissenschaften ist. Außerdem wird die Bedeutung der Lernschrittabfolge im Unterricht thematisiert und diskutiert, welchen Einfluss das für die Planung und Durchführung von Unterricht bedeutet. Darüber hinaus wird das „*backbone*“-Planungsraster vorgestellt, das Lernprozesse (kognitive Prozesse und Lernhandlungen) in den Mittelpunkt der Unterrichtsplanung stellt (siehe Abschnitt 2.3.1). Der Großteil der Sitzung nimmt die Erarbeitung der bereits angesprochenen Basismodelle des Lernens ein, die für die Zwecke des Lehr-Lern-Labors in einem physikalischen Kontext relevant sind.

Im Anschluss werden die im Physikunterricht relevanten Basismodelle des Lernens vorgestellt. Begonnen wird mit dem Basismodell des *Lernens durch Eigenerfahrung*, für welches zunächst das Vorwissen der Studierenden erhoben und festgehalten wird. Studierende bereiten das Thema *Erkunde durch Ausprobieren die Gesetzmäßigkeiten an der Wippe* vor, um das Basismodell *Lernen durch Eigenerfahrung* zu thematisieren. Dazu stellen sie ihren Unterrichtsentwurf vor, den sie mit dem „*backbone*"-Planungstool aus Sicht auf die Schülerinnen und Schüler geplant haben. Diese Studierenden sind bereits mit dem Umgang der Basismodelle des Lernens vertraut und stellen als Arbeitsgrundlage für das Modul einen Mittelblock des „*backbone*" zum Stundenthema vor. Aufgabe der Studierenden ist während der Vorstellung, anhand der ersten beiden Lernschritte im Modell des *Lernens durch Eigenerfahrung* die Raster des Planungsrasters zu entwickeln und damit die Merkmale des Prototyps zu erklären. Als Abschluss dieser Präsentation wird die Lernschrittfolge nach Krabbe et al. (2015) vorgestellt und kann mit den eigens erstellten Lernschritten verglichen werden.

Das Basismodell *Problemlösen* wird durch Studierende anhand einer Fragestellung aus der Elektrodynamik vorbereitet. Eine mögliche Problemstellung ist beispielsweise: *Wie bekomme ich die Lampe zum Leuchten*? Als Problemstellung für das Basismodell erstellen Studierende einen Stundenverlaufsplan ohne Bezug auf die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler, wie es sonst beim „*backbone*"-Planungstool vorgesehen ist. Das Plenum benutzt diese Arbeitsmaterialien, um die einzelnen Lernschritte zu benennen und überlegt, welche Lernprozesse die Schülerinnen und Schüler an dieser Stelle durchlaufen. Zum Abschluss werden erneut die ersten beiden Lernschritte im „*backbone*"-Tool vorgestellt, sodass die Studierenden ihre erarbeiteten Konzepte mit anderen vergleichen werden können.

Im letzten Block der Sitzung wird die *Konzeptbildung* anhand einer *Einführung der Schaltzeichen* vorgestellt. Dazu wird die Lernschrittfolge vorgestellt, für welche die Studierenden erneut einen Stundenverlaufsplan ohne Berücksichtigung der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler als Arbeitsgrundlage erstellen. Für die ersten beiden Lernschritte soll nun das „*backbone*"-Raster erarbeitet werden. Dies wird zum Abschluss ebenfalls mit dem Expertenraster verglichen.

8.2.2 Planungsphase: Planung der Handlungsschritte für Schülerinnen und Schüler im Labor

Die Erarbeitungsphase ist durch diese drei dargestellten Sitzungen beendet und geht in die Planungsphase über, in der die Studierenden in Dreiergruppen mithilfe des „*backbone*“-Planungsrasters eine Experimentiersituation im Lehr-Lern-Labor vorbereiten. Obgleich die Organisation der Lehr-Lern-Labore größtenteils in Autarkie passiert, bieten die Modultermine die Möglichkeit, die bis dahin erstellten Konzepte vorzustellen und weiterzuentwickeln. In Abbildung 8.5 sind die vier Sitzungen mit den jeweiligen Schwerpunkten dargestellt.

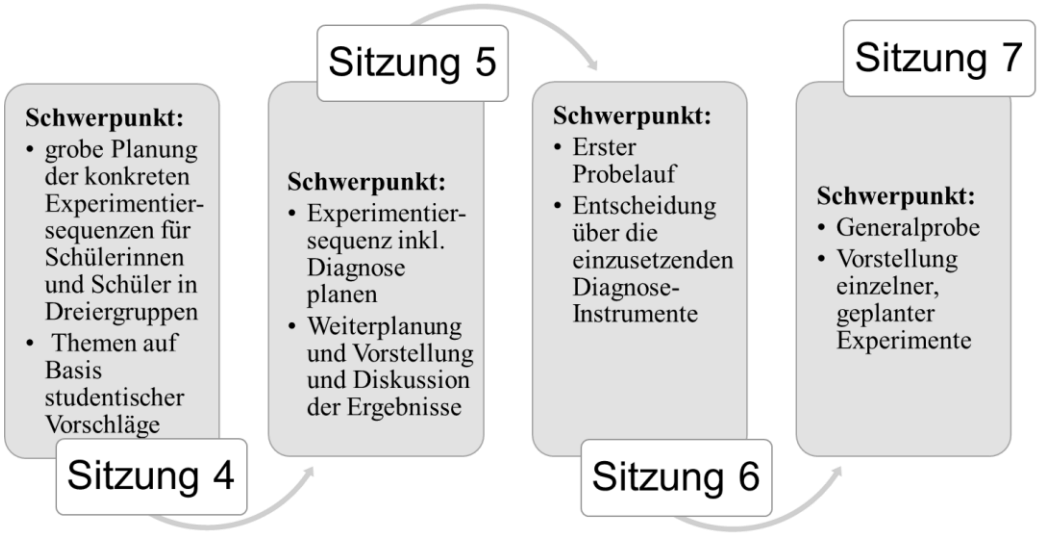

Abbildung 8.5 Ablauf der Planungsphase

Die erste Sitzung in dieser Phase ist durch die Themenfindung und Grobplanung der Lehr-Lern-Labore bestimmt. Nachdem die Struktur der Experimentiersituationen geklärt ist, sollen die Studierenden sich in der zweiten Sitzung mit den möglichen Diagnosemitteln auseinandersetzen, die sie in ihren Angeboten umsetzen wollen. Dabei können sie auf die Ergebnisse der Erarbeitungsphase zurückgreifen sowie weitere eigene Recherche anstellen. In der dritten Sitzung sollen die Studierenden bereits exemplarische Experimente vorstellen, um vom Plenum Anreize für Anpassungen zu bekommen sowie die Möglichkeit, die eigenen Experimente vor dem Besuch der Schülerinnen und Schüler auszuprobieren. Die letzte Sitzung beinhaltet die Generalprobe der Angebote, um letzte Schwierigkeiten der Studierenden mit ihren geplanten Sequenzen zu beseitigen.

Die Planung der Lehr-Lern-Situationen verlangt den Studierenden einiges ab. Sie müssen nicht nur ihr vorgesehenes Material und die einzuplanende Zeit berücksichtigen, sondern auch die vorhandenen Räume. Besonders herausfordernd ist es allerdings, dass sich die Studierenden auf

unbekannte Lernende einstellen müssen. Dieser Vorgang darf dabei nicht als selbstverständlich vorausgesetzt werden, sondern bedarf der Planungskompetenzen der Studierenden. Obgleich sich die Studierenden erst bei der Durchführung mit tatsächlichen Anpassungen auseinandersetzen müssen, ist es bereits Teil der Planung, gewisse Dinge und Voraussetzungen zu antizipieren. Die Studierenden müssen in dieser Phase Lernziele formulieren, die theoretischen Inhalte auf der Basis von erwarteten Schülervorstellungen elementarisieren und didaktisch rekonstruieren und weiterhin ihre Planung in sinnvolle Lernschritte einteilen. Dennoch müssen die Studierenden bereits an dieser Stelle mehrere Verläufe während der Treffen mit den Schülerinnen und Schülern ins Auge fassen, um verschiedene Handlungsalternativen in Problemsituationen mühelos abrufen können. Darüber hinaus gehört es für die Experimentierangebote dazu, dass sich die Studierenden darüber Gedanken machen, welche Lehrimpulse einen Konsens in ihrer Gruppe finden und wie mit dem Betreuungsschlüssel umgegangen wird. Schließlich muss auf das Ziel bzgl. der Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler eingegangen werden.

Dies zeigt, dass es sich bei der konzipierten Lehr-Lern-Umgebung um einen hochkomplexen Planungsgegenstand für die Studierenden handelt, den eventuell nicht jede Gruppe der Studierenden bewältigen kann. Bereits im ersten Moduldurchlauf konnten dafür einige Anhaltspunkte gesammelt werden, die beispielsweise in Abschnitt 9.1.3.6 bei der Analyse der Lernprozesse der Gruppe A vorgestellt werden.

8.2.3 Laborphase: Studierende führen das Lernangebot im Lehr-Lern-Labor durch

Die Sitzungen 8, 9 und 10 widmen sich den Lehr-Lern-Laboren mit Schülerbesuch. In diesen Sitzungen setzen die Studierenden ihre Planungen in die Praxis um. Viele Gruppen beginnen damit, ihren gewählten Kontext durch kleine, erste Versuche zu ergründen und somit die grundliegende Physik den Schülerinnen und Schülern näher zu bringen (z.B. Sink- und Schwimmexperimente zur ersten Untersuchung von Dichte, Herausarbeiten wesentlicher Einflussfaktoren auf den Flug einer Druckluftrakete). Diese sollen meist in der zweiten Sitzung Anwendung finden und durch Experimente untermauert werden (z.B. Erarbeitung des Dichtebegriffs anhand von tiefergehenden Experimenten, Untersuchung der Flugeigenschaften einer Druckluftrakete unter Variation der gefundenen Faktoren). Am letzten Lehr-Lern-Labortag wird dann entweder die Konstruktion eines relevanten Inhalts des Kontextes angestrebt (z.B. der Bau eines U-Boots, Zielschießen und Flugbahnvorhersagen der untersuchten Druckluftrakete) oder die Erkundung der Thematik abgeschlossen.

Insgesamt haben 24 Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen vier bis neun mit den Studierenden der acht Gruppen experimentiert. In diesem Durchgang sowie im letzten hat es sich ergeben, dass die Studierenden ihre Materialien für jeweils unterschiedliche Klassenstufen vorbereitet haben, sodass von der Einladung einer Schulklasse abgesehen und vielmehr die Schülerinnen und Schüler aus einem Interessentenpool generiert werden. Für diese Phase des Projektes ist es besonders wichtig, dass ausreichend Ressourcen und Räumlichkeiten zur Verfügung stehen, damit die Studierenden sowie die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren nicht gestört werden. Des Weiteren entscheidet sich besonders in dieser Phase,

ob die Studierenden ihre gestaltete Lern- und Forschungsumgebung als sinnstiftend und gewinnbringend einstufen. Gerade dieser Aspekt der Zufriedenheit der Studierenden mit ihrer Planung ist wichtig, um von einer besonders gelungenen Verknüpfung von Theoriewissen und Praxiserfahrungen ausgehen zu können (Fichten, 2013).

8.2.4 Reflexionsphase: Studierende reflektieren die Handlungen der Schülerinnen und Schüler und ihre eigenen Forschungsprozesse

In der Reflexionsphase werden die Studierenden aufgefordert, die Experimentiersituationen und ihr Lehrhandeln kritisch zu hinterfragen. Dabei soll reflektiert werden, inwiefern sich die Studierenden an die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler angepasst haben. Außerdem sollen die Studierenden darüber nachdenken, wie die Schülerinnen und Schüler die Diagnosemittel bearbeitet haben, um ihre Forschungsvorhaben voranzutreiben. Besonders relevant sind die Reflexion der eigenen Lehrhandlungen und die Passung bzgl. der erhobenen Denk- und Lernprozessen. Denn dies zeigt, ob die Lehr-Lern-Situation dazu geführt hat, dass die Studierenden ihr eigenes Lehrhandeln hinterfragen. Die Reflexion der subjektiven Lehrtheorien ist, wie in Abschnitt 2.3.1 beschrieben, eine wichtige Säule der Überzeugungen von Lehrkräften.

Ein weiterer Teil der Reflexionsphase ist eine ausgiebige Evaluation des Modules und der Reflexion der eigenen Forschungsprozesse. Dies geschieht durch weitere Fragebögen, die in Abschnitt 5.2.1 vorgestellt werden. Dies ist fest in die Modulstruktur eingebunden, da auch die Hochschullehrenden im Sinne des Design-based research ihre Konzeption den Anspruch haben, ihre Konzeption, basierend auf den Äußerungen der Studierenden, weiterzuentwickeln.

8.2.5 Prüfungsleistung: Studierende fertigen einen Forschungsbericht an

Bei der Prüfungsleistung handelt es sich um einen Forschungsbericht, den die Studierenden in Form eine Hausarbeit schriftlich ausarbeiten. Der Bericht beinhaltet neben der Planung außerdem die diagnosegeleitete Reflexion und die darauf basierende Adaption des Vorhabens der Studierenden. Das Verständnis der Lernumgebung als Instrument im Forschungsprozess bietet den Teilnehmenden die Möglichkeit, über eine beschreibende Ebene hinaus zu gehen und eine tiefergehende, forschende Sichtweise einzunehmen. Dadurch können die Studierenden ihre eigenen Denk- und Lernprozesse reflektieren und schriftlich festhalten. Außerdem wird durch den Fokus auf die Tiefenebene verhindert, dass die abgegebenen Schriftstücke Nacherzählungen sind und die forschende Herangehensweise nicht nachvollziehbar ist. Ob es den Studierenden gelingt, eine kritische Darlegung ihres Forschungsprozesses zu erreichen, wird durch die Beantwortung der dritten Forschungsfrage im Abschnitt 9.3 untersucht und im Kapitel 10 beantwortet. Darüber hinaus sind Studierenden darüber informiert, dass sie ihre Berichte mit den Inhalten der Erarbeitungsphase bestücken, um zu überprüfen, wie sich der Einsatz zusätzlicher Literatur und der theoretischen Konstrukte aus den Modultreffen gestaltet.

Der Bericht besteht also inhaltlich aus Erläuterungen zum Angebot, die einerseits aus dem Entwicklungsaspekt und andererseits aus dem instrumentellen Blickwinkel bestehen, als auch der

Durchführung, welche die Intervention skizzenhaft vorstellt. Darüber hinaus werden die entwickelten Diagnosesituationen präsentiert und in diesem Zusammenhang auch die Vorstellung und Analyse der erhobenen Daten angesprochen. Die Reflexion der Daten aus den Diagnoseinstrumenten sowie weitere Aspekten des Lehr-Lern-Labors sind außerdem Teil des Abschlussberichts. Schließlich muss auf die Adaption der Lernumgebung eingegangen werden, die auf den Reflexionsergebnissen basieren sollte. Das abschließende Fazit der Studierenden beantwortet dann die zuvor gewählten Forschungsfragen und generiert, wenn möglich, neue Fragen und Aspekte, die durch die Durchführung entstanden sind.

8.3 Umsetzung empirischer Begleitforschung

Auf Basis der Ergebnisse der Untersuchung aus dem ersten Moduldurchgang (siehe Abschnitt 7.3) ist die Begleitforschung umfassend angepasst worden. Für eine tiefgehende Modellierung der Prozesse des Forschenden Lernens ist es von großer Bedeutung, die Voraussetzungen der Studierenden und ihre Überzeugungen zu kennen. Dies kann außerdem theoriegeleitet begründet werden, da mit der Modulstruktur das Ziel verfolgt wird, die professionellen Handlungskompetenzen der Studierenden zu stärken. Laut Baumert & Kunter (2006) sowie Weinert (2001) gehören hier die Überzeugungen und motivationalen Faktoren genauso dazu wie das Professionswissen. Dies beweist erneut, wie sehr die beiden Konstrukte des Zyklischen Forschenden Lernens und der professionellen Handlungskompetenz miteinander korrespondieren. Die Befragungen werden auf alle vier Phasen ausgeweitet, um zu überprüfen, welche Zusammenhänge zwischen den subjektiven Überzeugungen und den Strukturierungsprozessen bestehen. Außerdem kann so direkt überprüft werden, wie die in Abschnitt 7.3 aufgezeigten verbesserungswürdigen Aspekte des Moduls in ihrer angepassten Form einzuschätzen sind.

Zusammensetzung der Teilnehmenden

Dieser Teil der Studie ist in der Vorlesungszeit des Sommersemesters 2016 durchgeführt worden und begleitet 24 Studierende des Masters of Education bei der Teilnahme des Moduls „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“. Es haben zehn Studentinnen und vierzehn Studenten teilgenommen, die größtenteils das Studienziel Lehramt an Gymnasien verfolgen (19 Studierende Gymnasium; fünf Studierende Haupt- und Realschulen). Laut vorgeschlagenem Verlaufsplan wird das Modul im 2. Mastersemester belegt, unter den Teilnehmenden befanden sich jedoch sowohl Studierende des 4. Mastersemesters sowie Studierende des Bachelorstudiengangs, welche die Veranstaltung vorziehen. Diese Heterogenität zieht mit sich, dass einige Teilnehmenden bisher nur das Allgemeine Schulpraktikum absolviert haben und andere in der vorlesungsfreien Zeit vor der Veranstaltung das Fachpraktikum bestritten haben. Bei anderen liegt dieses allerdings bereits ein Studienjahr zurück.

Die Gruppen F und G, die während der Laborphase interviewt werden, werden basierend auf ihrer Bearbeitung der ersten Befragungen sowie auf Grundlage einer Einschätzung durch die Dozierenden ausgewählt. Sie bestehen aus drei Studentinnen und drei Studenten. Es haben zwei Studierende das Fachpraktikum abgeschlossen, eine Person befindet sich im Master of Education

und drei Studierende ziehen die Veranstaltung vor und befinden sich demnach noch in den letzten Zügen ihres Bachelorstudiums. Sie werden ausgewählt, da sie bei der Planung der Unterrichtssequenzen unterschiedliche Ansätze verfolgen.

Instrumente und zeitlicher Ablauf

Die erhobenen Daten aus dem zweiten und ersten Moduldurchgang sind eng mit dem Modul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ verknüpft. Wie in Abbildung 8.6 dargestellt, sind die Erhebungspunkte auf das gesamte Semester verteilt. Dazu werden die Erhebungsinstrumente möglichst passgenau zum jeglichen Einsatzzeitpunkt ausgewählt. Während in der Vorstudie alle Interviews von allen Gruppen vorliegen, wird die Entscheidung getroffen, eine Baseline von allen Studierenden zu erheben und nur Gruppen in ihrer Konzeption und Durchführung zu begleiten, die in ihrer Zusammensetzung und Studienbiografie besonders erscheinen und die Daten aus der Vorstudie um andere Dimensionen erweitern. Dadurch kommen unterschiedliche Datensätze zustande. So liegen zum einen 18 Datensätze vor, welche die Fragebögen zu Beginn der Erarbeitungsphase sowie die Befragungen in der Reflexionsphase beinhalten (siehe Abschnitt 5.2.1). Weiterhin sind die Datensätze von zwei Gruppen (also von sechs Studierenden) vorhanden, die während der Durchführung mittels Interviews (siehe Abschnitt 5.2.3.2) begleitet werden.

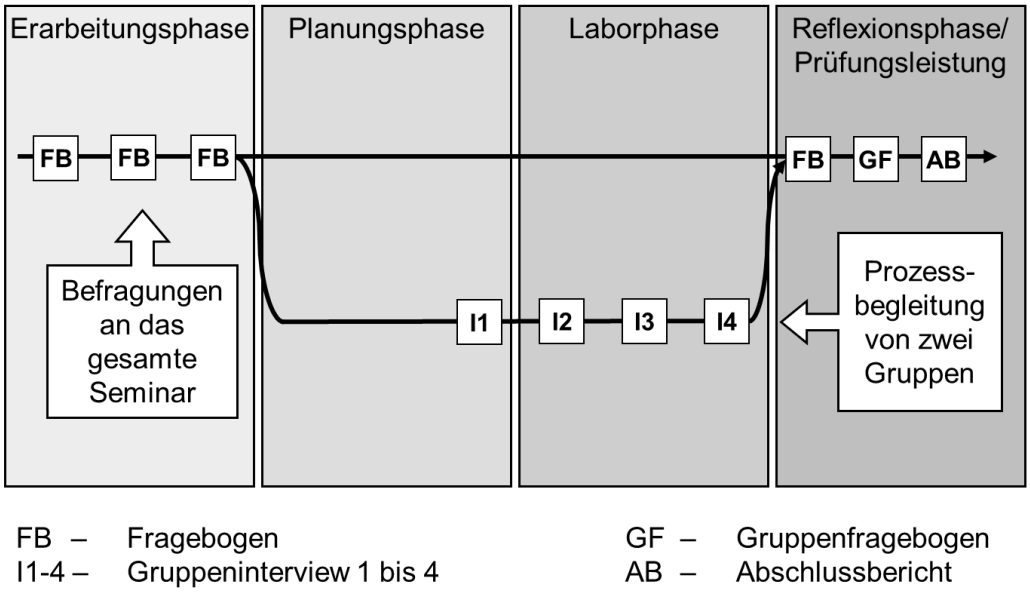

Abbildung 8.6 Forschungsdesign im zweiten Moduldurchlauf

Die Erarbeitungsphase besteht in dieser Durchführung aus drei thematischen Blöcken, die in den Befragungsinstrumenten aufgegriffen werden. So beginnt jede der drei Sitzungen mit dem Einsatz der Fragebögen, die somit gleichzeitig als *Advance Organizer* zu verstehen sind. Dass dieser Ansatz sinnvoll und lernförderlich ist, kann beispielsweise bei Wahl (2013) nachgelesen werden. Diese Stelle der Befragung ist bewusst gewählt, um die Studierenden für das Modulthema zu motivieren und bereits erste Gedanken anzustellen. Für die Beantwortung der Forschungsfrage

zu den Prozessen der Studierenden ist dies besonders zur Modellierung des Planungsvorgangs nötig. Vor, nach und zwischen den drei Lehr-Lern-Labortagen werden die beiden Gruppen außerdem interviewt. Sie erstellen über die vier Interviews hinweg ein Schaubild ihrer Forschung, um die getätigten Aussagen zu ihrem Forschungsprozess aus vorigen Interviews präsent zu haben und diese zu kommentieren. Weiterhin ist diese Niederschrift gleichzeitig ein Modell für ihre Vorstellung vom Forschen. Hier wird also auch Material entwickelt, das die dritte Forschungsfrage tangiert. Während dieser zwei Phasen werden keine weiteren Daten als Baseline aufgenommen, da die Studierenden in dieser Zeit ihre Überzeugungen in die Praxis umsetzen und die Antworten aufgrund ständiger Überprüfung durch ungewollte Effekte der sozialen Erwünschtheit verzerrt werden würden (Hasselhorn & Gold, 2009). Alle Teilnehmenden werden erst in der Reflexionsphase wieder aktiviert, um einen Fragebogen ausfüllen, der die erlebten Praxissituationen mit den Fragebögen der Erarbeitungsphase verknüpft. Außerdem sind alle Gruppen verpflichtet, einen Fragebogen zu ihren Forschungsvorhaben zu bearbeiten und einen Abschlussbericht anzufertigen.

Die Studie generiert Daten, welche die Lernprozesse der Studierenden von unterschiedlichen Seiten untersuchen. Um ein umfassendes Bild dieser Prozesse zu erlangen, ist ein Mixed-Method-Design verfolgt worden, das aus Fragebögen, Interviews sowie Abschlussberichten besteht. Ziel der Untersuchung ist es, Aussagen zu den ablaufenden Prozessen der Studierenden, den Erträgen des Moduls sowie den Voraussetzungen der Studierenden zu formulieren, um die physikdidaktische Lehre an der Uni Oldenburg und darüber hinaus positiv zu beeinflussen. Die Instrumente werden dabei so gewählt, um die nicht unmittelbar zu beobachtenden Merkmale erfahrbar zu machen (Bortz & Döring, 2006). Die verschiedenen Variablen und Ausprägungen eines Merkmals stellen dabei die Kategorien der Untersuchungen dar, die im folgenden Abschnitt vorgestellt werden (Diekmann, 2011).

9 Ergebnisse der Untersuchungen und Konsequenzen für spätere Einsätze des Moduls

In diesem Kapitel werden die relevanten Daten für die Aufbereitung der oben aufgeworfenen Fragen und Anforderungen an das Lehr-Lern-Labor analysiert. Die Auswertung der Interviews und Abschlussberichte fußt auf der qualitativen Inhaltsanalyse (siehe Abschnitt 5.4). Zunächst werden die Prozesse des Zyklischen Forschenden Lernens betrachtet. Wobei zunächst zwei Fälle vorgestellt werden und danach eine vergleichende Analyse durchgeführt wird. Im Anschluss wird analysiert, welche Überzeugungen der Studierenden vorliegen und wie diese deren Strukturierungsprozesse beeinflussen. Die Daten dafür stammen aus dem zweiten Erhebungszeitpunkt, da die Entwicklung der Messinstrumente erst basierend auf den Ergebnissen aus Abschnitt 7.2.2 durchgeführt werden konnte. Den Abschluss der Forschungsfragen bzgl. der studentischen Prozesse im Lehr-Lern-Labor bildet in Abschnitt 9.3 die Analyse der Einnahme eines Forschungsmodus durch die Studierenden. Die Daten aus den Befragungen stammen auch ausschließlich aus des zweiten Forschungsdurchgang, da erst durch die Ergebnisse aus Abschnitt 7.2.3 eine Neuausrichtung des Forschungsdesigns erreicht wurde.

An dieser Stelle sei noch einmal auf das Verfahren und den Gegenstand der Generalisierung hingewiesen. Diese Arbeit beschäftigt sich zwar unter Berücksichtigung der professionellen Handlungskompetenz mit der Professionalisierung der Studierenden, doch ist es nicht vorgesehen, die Teilkompetenzen valide zu erheben. Bereits D. Euler (2005) sieht Probleme in der Erhebung von Handlungskompetenzen, da diese nur indirekt durch die gezeigte Performanz interpretierbar sind, sodass die Selbstauskünfte der Studierenden lediglich erste Hinweise auf ihre Kompetenzen liefern können.

In einem weiteren Schritt sollten die Generalisierungen dieser Arbeit durch den Einsatz von weiteren Forschungsverfahren untermauert, ausdifferenziert und ausgebaut werden.

> *Der Anspruch einer zumindest mittelfristigen Stabilität bringt es mit sich, dass Handlungskompetenzen noch nicht über ein einmalig gezeigtes Verhalten belegt werden können, sondern erst die wiederholte Beobachtung von Verhaltensweisen nährt die Vermutung, dass dauerhaft verfügbare Dispositionen dieses Verhalten anleiten. Handlungskompetenzen sind demnach empirisch nicht unmittelbar zugänglich, sondern sie werden aus dem äußeren Verhalten interpretiert (D. Euler, 2005, S. 6–7).*

Das zugrunde liegende Kategoriensystem besteht dabei aus deduktiven Oberkategorien, die durch die Kodierung des Materials um Unterkategorien induktiv ergänzt werden. Die jeweiligen Kategoriensysteme finden sich in den folgenden Abschnitten. Um die Zuordnung reproduzierbar zu machen, ist ein Kodiermanual entstanden, welches jeder Kategorie eine Explikation, also eine

Erklärung, zuordnet. Alleine die Ausbildung dieser Kategorien muss als zentrales Ergebnis dieser Studie gewertet werden.

9.1 Prozesse Zyklischen Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor

Die Studierenden der Gruppen A bis G (siehe Abschnitt 5.3 für die Bestandsaufnahme der Daten) sind während der Laborphase engmaschig durch Interviews begleitet worden. Diese liegen transkribiert vor und die Textpassagen daraus werden mithilfe des Programms zur Auswertung von qualitativen Daten, *MaxQDA*, kodiert. Es entstehen somit zu den Vorgängen im Lehr-Lern-Labor Kategorien, welche die Textpassagen sammeln, strukturieren und clustern. Die Oberkategorien basieren auf den Teilprozessen des Zyklischen Forschenden Lernens, die durch die Zitate der Studierenden ausdifferenziert werden. Dadurch besteht die Möglichkeit, die Aussagen zu bündeln. Die Gruppen planen, handeln, diagnostizieren, reflektieren und adaptieren stets gemeinsam, sodass sich die Befragung und somit auch die Auswertung auf die Prozesse der Studierendengruppen beziehen. Um an diesem Punkt vorzustellen, wie die Studierenden die Aufgabe lösen, werden zunächst zwei beispielhafte Projektabläufe präsentiert. Dies lässt zu, dass bereits interessante Ausprägungen der Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens angesprochen werden können. In Abschnitt 9.1.3.6 wird dann die Analyse der weiteren Gruppen angeschlossen, sodass eine Generalisierung basierend auf den Daten möglich wird. Für diesen Schritt werden außerdem die vorliegenden Abschlussberichte des zweiten Moduldurchgangs einbezogen und analysiert. Diese Ergebnisse werden in Abschnitt 10.1 einer Interpretation unterzogen, um die Studie in die aktuelle Forschungslandschaft einzuordnen.

Die Vorstellung der Fallgruppen bietet die Möglichkeit, Anhaltspunkte zu sammeln, die für die Auswertung der Teilprozesse aller Gruppen relevant sind. Für die Auswahl sind mehrere Kriterien festgehalten worden, welche die Wahl der Gruppen bestimmt haben (Akremi, 2014; Petri, 2014). Die ausgewählten Gruppen A und F eignen sich besonders, da sie zum einen aus verschiedenen Moduldurchgängen stammen, unterschiedliche Ansätze bei der Diagnose und Adaption ihres Angebots verfolgen und besondere Einstellungen zu den subjektiven Lehr- und Lerntheorien sowie das Verständnis vom Forschenden Lernen aufweisen.

Im Anschluss daran werden die Kategoriensysteme vorgestellt, welche die Aussagen der Studierenden ordnen und strukturieren, um die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2002) durchführen zu können. Dazu werden die Oberkategorien mittels Erläuterungen vorgestellt, um die Überprüfbarkeit, Reliabilität und Interpretation der Ergebnisse zu steigern. Dieser Teil des Kategorienschemas behandelt die Aussagen der Studierenden zur konkreten Praxis im Lehr-Lern-Labor. Es ist dabei das Ziel der Erhebung zu ergründen, welche Prozesse im Rahmen des Modells des Zyklischen Forschenden Lernens tatsächlich ablaufen. Deshalb gliedert sich das Kategoriensystem in die fünf Teilprozesse der Planung, Durchführung, Diagnose, Reflexion und Adaption. Diese unterteilen sich erneut in Subkategorien, die aus den Daten gewonnen werden und somit einen Beitrag dazu leisten können, die Ziele der Teilprozesse tiefergehend zu modellieren. Die Ausarbeitung des Kategoriensystems ist dabei stets ein Balanceakt, zwischen einer Verallgemeinerung von mehreren Textpassagen sowie der individuellen Prozessbegleitung der

Studierenden. In Folgenden werden die fünf Oberkategorien, wie sie im Modell des Zyklischen Forschenden Lernens zu finden sind, aufgeführt und geben einen Eindruck, wie diese durch die Subkategorien, in der Tabelle hervorgehoben, aufgegliedert sind. Die Forschungsfrage aus Abschnitt 4.1 ist wie folgt formuliert: *Welche Prozesse Forschenden Lernens durchlaufen Studierende im Lehr-Lern-Labor? Wie lassen sich diese Prozesse modellieren?*

Planungsprozesse

Dieser Kategorie werden die Planungsprozesse der Studierenden zugeordnet. Im Prozessmodell des Zyklischen Forschenden Lernens zeigt dieser Teilprozess eine Schnittmenge mit den Anpassungsprozessen der Adaptionsbemühungen der Studierenden. Denn hierbei handelt es sich schließlich um Neuplanungen oder Umplanungen auf Basis der Erfahrungen im Lehr-Lern-Labor. Aus diesem Grund werden in dieser Kategorie ausschließlich Äußerungen gesammelt, die sich auf die ursprüngliche Planung vor Beginn des Lehr-Lern-Labors beziehen. Zu diesem Teilprozess liegen in Form von Planungsinterviews vor den Experimentiersituationen und Abschlussberichten das differenzierteste Rohmaterial zu Grunde. Die Planung der Studierenden ist in drei Aspekte einzuteilen. Diese beschäftigen sich mit der *Struktur bzw. Offenheit der geplanten Lernumgebung*, der Sichtstruktur des Unterrichts, also den *zentralen Handlungskomponenten im Lehr-Lern-Labor* sowie der Tiefenstruktur bzw. der *Antizipation von Lernprozessen* bei den Schülerinnen und Schülern.

Durchführung

Die Durchführung der Lehr-Lern-Labore birgt für die Studierenden viele Komponenten, die sie beachten müssen. Da diese Erhebung die Praxis allerdings nur durch Beobachtungen begleitet, die nicht zur Auswertung herangezogen werden, sondern vielmehr dazu dienen, über die Abläufe der Labortermine Bescheid zu wissen, besteht nicht die Möglichkeit, die Prozesse genauso detailliert zu modellieren wie die anderen Teile des Zyklischen Forschenden Lernens. Dieser Kategorie werden Aussagen zugeordnet, die sich damit beschäftigen, wie die Studierenden die Labortermine wahrgenommen haben. Diskrepanzen zwischen der Planung und der Durchführung führen dazu, dass die Studierenden den Verlauf der Termine *spontan adaptieren*. Als weitere Unterkategorie werden hier die Aussagen gesammelt, die sich mit der *Eigeneinschätzung der Studierenden zu ihren Lehrhandlungen* beschäftigen.

Diagnoseprozesse

Das Zyklische Forschende Lernen setzt sich von anderen Modellen besonders durch den Einbezug von Diagnose, Reflexion und Adaption in das studentische Lernen ab. Die Diagnose von Schülerlernprozessen ist für einige Studierende eine neue Aufgabe. Deshalb wird neben den unterschiedlichen *Diagnosemitteln*, sei es durch Selbstauskunft der Lernenden, durch Lernaufgaben oder durch die Beobachtung durch die Lehrenden, auch die *Funktion der Diagnosesituationen* untersucht. Des Weiteren erfolgt die Vorstellung der *Ergebnisse der Tools* und die *Reflexion der Diagnosemittel*.

Reflexionsprozesse

Die Reflexion der Experimentiersituationen ist für die Studierenden relevant, da diese oftmals zum ersten Mal mehrere aufeinanderfolgende Unterrichtsstunden durchführen. Deshalb stehen besonders ihre Überlegungen zu den *Defiziten und Stärken ihrer geplanten Lernumgebungen* im Vordergrund. Weiterhin ist für die Untersuchung interessant, wie die Studierenden die *Prozesse der Lernenden* evaluieren. Dies geschieht, indem sie verschiedene *Grundlagen der Reflexion* nutzen. Dabei greifen sie zum Teil auf die Ergebnisse der Diagnosemittel zurück oder ziehen ihre Schlüsse aus der erlebten Praxis.

Adaptionsprozesse

Die Anpassung der Planung ist für die Studierenden größtenteils eine neue Erfahrung, da sie selten mehrere aufeinanderfolgende Unterrichtsstunden mit den gleichen Schülerinnen und Schülern durchgeführt haben. Die Kategorien zeichnen dabei den Adaptionsprozess nach. Im Gegensatz zur Planung beschäftigen sich die zugeordneten Äußerungen mit der Verwerfung der originellen Planung. Dabei können mehrere Schritte bei der Umsetzung einer Neuplanung identifiziert werden. Zunächst werden die *Bedarfe* analysiert, welche die Studierenden in ihrem Angebot erkennen, welche *Gegenstände* die Adaptionen betreffen und mit welchem *Ziel* die Adaptionen umgesetzt werden. Die Adaptionen können sich in diesem Fall auf unterschiedliche Dimensionen des Lehr-Lern-Labors beziehen. Die Studierenden haben die Möglichkeit, ihre Lehrimpulse, die entwickelten Lernmaterialien bzw. die Lernumgebungen sowie die fachliche und zeitliche Strukturierung anpassen.

9.1.1 Das Kategorienschema im Überblick

Die zwei vorzustellenden Fallanalysen sollen einen konkreten Einblick in die Abläufe und Entscheidungen der Studierenden im Lehr-Lern-Labor geben und das Potential der Theorie-Praxis-Verzahnung beschreiben. Durch den Vergleich mit den anderen Gruppen wird in der Auswertung sowohl auf eine tiefere Betrachtung der Prozesse eingegangen als auch Text- und Interviewpassagen gebündelt, um Generalisierungen anzustreben. In diesen folgenden Abschnitten wird das Kategorienschema skizzenhaft vorgestellt. Aus Gründen einer besseren Lesbarkeit, finden sich die Zuordnungsvorschrift des Kategorienschemas im Abschnitt 9.1.3.6. Außerdem kann so in Teilen der Prozess der Kategorisierung anhand der vorgestellten Fälle nachempfunden werden.

Kategoriensystem Planung

Zum ersten Teilprozess, der Planung, wird die Oberkategorie in drei Kategorien aufgeteilt. Diese bündelt durch die Beschreibung der antizipierten Lernprozesse die geplante Tiefenstruktur der Lernumgebung sowie die Sichtstruktur durch die Darlegung der zentralen Handlungskomponenten. Außerdem wird die generelle Angebotsstruktur erörtert, die ihren Ausdruck im Freiheitsgrad der Schüleraktivitäten findet. In Tabelle 9.1 sind zudem die Unterkategorien eingerückt dargestellt. Die Aussagen der Studierenden können bzgl. der Tiefenstrukturen auf fünf solcher Unterkategorien aufgeteilt werden. Dabei beziehen sich die Studierenden neben der Einplanung von Anpassungsmöglichkeiten auf ihre durchgeführten

Elementarisierungen, die erwarteten Schülervorstellungen und ihr Vorwissen sowie die Segmentierung bzw. Sequenzierung der Lernumgebung. Besondere Relevanz weist die Unterkategorie der Lernziele auf.

Tabelle 9.1 Kategoriensystem zur Auswertung der Planungsprozesse der teilnehmenden Studierenden

Planungsprozesse
Antizipation von Lernprozessen
Lernziele
Segmentierung/ Sequenzierung
Adaptionsmöglichkeiten
Erwartete Schülervorstellungen und Vorwissen
Elementarisierung
Zentrale Handlungskomponenten im Lehr-Lern-Labor
Experimente
Diagnoseinstrumente
Arbeitsmaterialien
Theorie-Erarbeitung
Struktur der Instruktionen
Forschendes Lernen
Instruktionale Führung
Freies Experimentieren/ Konstruieren

Für die unterschiedlichen Phasen im Lehr-Lern-Labor werden die Kodierungen bzgl. zentraler Handlungskomponenten auf die Arbeitsmaterialien, die Diagnoseinstrumente, die Durchführung von Experimenten sowie der Erarbeitung von theoretischen Grundlagen aufgeteilt. Besonders im Zusammenspiel dieser beiden Kategorien zeigt sich, wie die Studierenden ihre Lernumgebung strukturieren und dabei auf die kognitiven Voraussetzungen ihrer Schülerinnen und Schüler eingehen.

Die letzte Kategorie, die im Teilprozess der Planung zu beschreiben ist, umfasst die geplante Offenheit der Experimentierumgebung. Obgleich in dieser Kategorie lediglich Interviewpassagen bzgl. der Struktur ihrer Lernumgebungen gesammelt werden, zeigen die Studierenden dadurch implizit ihr Verständnis, inwiefern das Lehr-Lern-Labor für ihre Professionalisierung genutzt werden kann. Weiterhin werden ihre Einstellungen gegenüber außerschulischem Lernen offenbart.

Kategoriensystem Durchführung

In Tabelle 9.2 wird das Kategoriensystem für die Durchführung im Lehr-Lern-Labor vorgestellt. Da der Fokus der Auswertung besonders auf der Planung sowie dem adaptiven Dreischritt aus Diagnose, Reflexion und Anpassung liegt, beziehen sich die Kategorien aus dieser Dimension des Zyklischen Forschenden Lernens zum großen Teil auf andere Prozesse. Außerdem ist die Durchführung auch in einer weiteren Facette einzigartig, da sie der einzige Teilprozess ist, der nicht engmaschig betreut werden kann. Während die Studierenden die Planung, die Auswertung

der Diagnosesituationen, die Reflexion und die Adaption außerhalb des Lehr-Lern-Labors vornehmen, liegt während der Experimentiernachmittage das Augenmerk auf den Schülerinnen und Schülern, sodass die nicht strukturiert festgehaltenen Erfahrungen eine geringe Halbwertszeit aufweisen und nicht unbedingt für die Auswertung im Nachhinein erfahrbar sind.

Tabelle 9.2 Kategoriensystem zur Analyse von Erfahrungen während der Durchführung der Lehr-Lern-Labore

Durchführung
Spontane Adaption
Eigeneinschätzung der Studierenden zu ihren Lehrhandlungen

Die Oberkategorie der Durchführung beschreibt die Interviewpassagen, die sich mit dem Bedarf an spontaner Adaption und der Eigeneinschätzung der Studierenden zu ihren Lehrhandlungen beschäftigen. Dabei können sowohl negative als auch positive Selbstwirksamkeitserfahrungen beschrieben werden und verschiedene Aspekte der Arbeit im Lehr-Lern-Labor im Fokus stehen.

Kategoriensystem Diagnose

Die Diagnose im Lehr-Lern-Labor betreffend beschäftigen sich die Kategorien mit den verschiedenen Arten der Datenerhebung (siehe Tabelle 9.3). Bereits im Abschnitt 7.2.1 wurde beschrieben, welchen Stellenwert die Studierenden der Diagnose einräumen. An dieser Stelle soll ein Blick in die Daten des zweiten Moduldurchgangs gewagt werden, um die Ergebnisse mit den neuen Gruppen zu vergleichen. Weiterhin beschäftigt sich der Teilprozess Diagnose mit den Aussagen, welche die Studierenden über den Leistungsstand ihrer Lernenden machen.

Tabelle 9.3 Kategoriensystem zur Untersuchung von Diagnoseprozessen der Gruppen

Diagnose
Diagnosemittel
Aufgaben als Indikator kognitiver Prozesse
Einholen von Selbstauskünften der Lernenden
Beobachten
Funktionen von Diagnosesituationen
Aktivierung von Vorwissen
Sicherung der Ergebnisse
Feedback
Ergebnisse der Diagnosemittel
Fehlende Aufbereitung der Ergebnisse
Zuordnung der Lernenden zu Schülertypen
Auswertung der Diagnosemittel zur Rekonstruktion der Denkprozesse
Reflexion der Diagnosemittel
Diagnosetools
Selbstauskünfte der Schülerinnen und Schüler
Beobachtungen

Durch die Einteilung der Textstellen der Interviews zeigt sich, dass die Studierenden auf drei unterschiedliche Herangehensweisen versuchen, etwas über ihre Schülerinnen und Schüler zu erfahren. Zum einen versuchen sie, ihre Schülerinnen und Schüler zur Reflexion über die erlebten Lernsituation zu bewegen, indem sie diese dazu befragen. Außerdem setzen sie Diagnosetools ein, die auf die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler abzielen. Überdies beschreiben sie Wege der teilnehmenden Beobachtung von Schülerverhalten, um Probleme und Stärken identifizieren zu können. Dies ist möglich, da die Studierenden auf ein besonderes Betreuungsverhältnis stoßen.

Das Kategoriensystem beschäftigt sich außerdem mit der Funktion der Diagnosesituationen und kann drei unterschiedliche Stellen in den Lernumgebungen identifizieren. Diese beziehen sich auf die Aktivierung des Vorwissens, die Sicherung der Ergebnisse sowie die Möglichkeit, sich Feedback von den Lernenden einzuholen. Zuletzt ist die pädagogische Diagnose über den Einsatz von Arbeitsaufträgen und Aufgaben zu nennen, welche die Studierenden einsetzen, um etwas über die kognitiven Prozesse herauszufinden. In diesem Zusammenhang zeigen die Teilnehmenden, dass sie ihre Instrumente im Ansatz auf Gütekriterien prüfen, da sie das Ergebnis und den Einsatz der Tools kritisch hinterfragen, sodass diese Aussagen in einer eigenen Kategorie gesammelt werden. Dies wird in der Literatur oftmals auch als Teil der Diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften verstanden (Hößle et al., 2017).

Kategoriensystem Reflexion

Die Tabelle 9.4 beinhaltet die Kategorien, die sich mit dem Teilprozess der Rückschau auf die Lernumgebung beschäftigen. Mittels der Reflexion versuchen die Studierenden, ihre Erlebnisse aufzubereiten und dadurch zu sichern. Dies hat den Effekt, dass neben den Reflexionsabläufen auch die formulierten Reflexionsergebnisse in Gestalt der Defizite und Stärken der Lehr-Lern-Konzepte festgehalten werden.

Tabelle 9.4 Kategoriensystem zur Untersuchung von Reflexionsprozessen der Interviewten

Reflexion
Grundlage der Reflexion
Reflexion auf Basis der Diagnosemittel
Reflexion auf Erfahrungsbasis
Reflexion über Prozesse der Lernenden
Einschätzung des Leistungspotentials der Schülerinnen und Schüler
Wahrnehmung der Heterogenität
Defizite und Stärken des Lehr-Lern-Konzepts

Diese Kategorie zeigt weiterhin, welche Ergebnisse die Studierenden erreichen und wie es zu Schwächen im Konzept oder zu Hindernissen in der Durchführung gekommen ist. Die angesprochenen Reflexionsprozesse haben dabei verschiedene Ausrichtungen. Zum einen reflektieren die Studierenden ihre Durchführung inklusive der Diagnosesituationen erfahrungsbasiert ohne den Einbezug der erhobenen Daten. Andere Studierende setzen diese sehr wohl ein, um sich auf die Ergebnisse der Diagnoseinstrumente bei der weiteren Planung zu stützen.

Neben ihrer Einschätzung zu den Stärken und Schwächen ihres Konzeptes wird außerdem kodiert, wie die Studierenden die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler einschätzen, um zu sehen, wie sie sich auf die kognitiven Vorgänge der Lernenden einlassen. Dabei kristallisieren sich außerdem zwei Unterkategorien heraus, die sich mit der Einschätzung des Leistungspotentials der Schülerinnen und Schüler und zum anderen die Wahrnehmung von Heterogenität im Lehr-Lern-Labor beschäftigen.

Kategoriensystem Adaption

Der Teilprozess der Adaption ist für die Weiterentwicklung der Experimentiersituationen essentiell. Die Studierenden müssen in dieser Phase die zuvor entwickelte Planung mit den Reflexionsergebnissen vergleichen und ihre Schlüsse daraus ziehen. Diese Anpassung wird bzgl. unterschiedlicher Ausprägungen vollzogen. Dabei sind diese chronologisch zu verstehen: Zunächst wird geklärt, welche Bedarfe die Studierenden für Anpassungen identifizieren. Daraufhin wird der Gegenstand der Adaption beschrieben und schließlich das verfolgte Ziel hinter der Anpassung vorgestellt. In Tabelle 9.5 sind jene Kategorien aufgeführt, welche die Adaptionsprozesse der Studierenden im Lehr-Lern-Labor beschreiben.

Die Gründe der Anpassungen liegen zum einen im Verhalten der Schülerinnen und Schüler, in der fehlenden Zeit, den experimentellen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler sowie den technischen Problemen während der Umsetzung. Die Studierenden können zunächst ihre fachliche Strukturierung anpassen, wenn sie erkennen, dass die Schülerinnen und Schüler mehr Unterstützung benötigen oder sich durch die Konzeption der Studierenden unterfordert fühlen. In diesem Zusammenhang ist außerdem die Adaption der zeitlichen Strukturierung zu nennen, da die Studierenden bei Problemen die Wiederholung von Inhalten einfügen oder Experimente streichen, welche die Schülerinnen und Schüler bereits verstanden haben. Neben der fachlichen und zeitlichen Struktur können die Studierenden sich dazu entscheiden, ihre Lernmaterialien oder die Umgebung, in welcher gelernt wird, anzupassen. Als dritte Dimension dieses Teilprozesses ist die Adaption der eigenen Lehrimpulse zu nennen, die eine Auswirkung auf die Lernprozesse und Struktur des Lehr-Lern-Labors hat.

Tabelle 9.5 Kategoriensystem bzgl. der Adaptionsprozesse zur Professionalisierung der Studierenden

Adaption
Grund der Anpassung
Schülerverhalten
Zeitproblematik
Experimentelle Fähigkeiten
Technische Probleme und defektes Material
Gegenstand der Anpassung
Anpassung der fachlichen Strukturierung
Anpassung der Lehrimpulse
Anpassung der Lernmaterialien
Anpassung der zeitlichen Strukturierung

Ziel der Anpassung
Strukturierung der Lernprozesse
Optimierung der Lernprozesse
Verbesserung der zeitlichen Strukturierung

Zuletzt soll außerdem eine Zielanalyse hinter der Adaption ihrer Lernumgebungen überprüfen, welche Dimensionen die Studierenden für das Erreichen von Lernzielen als besonders relevant einschätzen. Diese können als Strukturierung sowie Optimierung der Lernprozesse sowie der Verbesserung des Zeitmanagements beschrieben werden.

9.1.2 Fallbeispiel Gruppe A – Aus Misserfolg lernen?

Die Studierenden der Gruppe A beschäftigen sich mit dem Bau eines Lautsprechers, den die Schülerinnen und Schüler zum großen Teil selbst konstruieren und zusammensetzen sollen. Dabei stoßen die Studierenden immer wieder auf Probleme und Hindernisse, die sie bewältigen müssen. Diese Umsetzung im Lehr-Lern-Labor hebt sich von den anderen ab, da die Gruppe ihr Konstruktionsziel deutlich verpasst. Aus diesem Grund sollen die Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens für diese Gruppe besonders genau analysiert werden, um herauszufinden, wie die Studierenden mit ihrem Misserfolg umgehen und vor allem, wie diese Studierenden die Angebote zur Professionalisierung umsetzen.

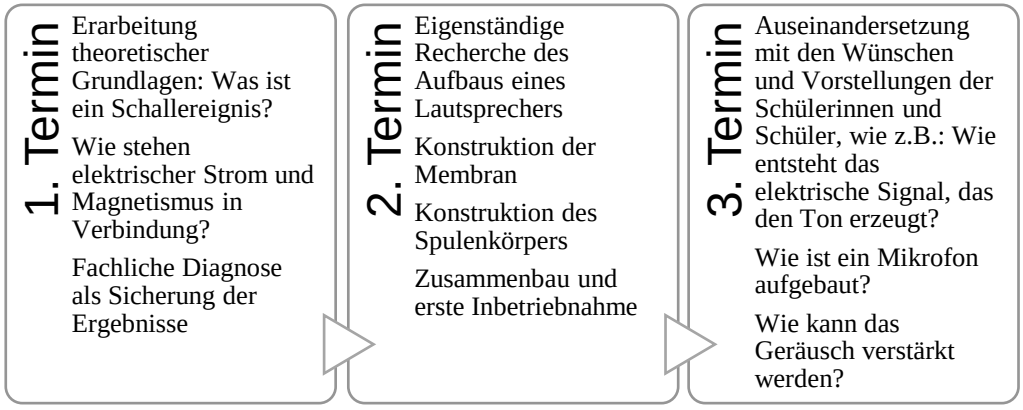

Abbildung 9.1 Geplanter Ablauf der Experimentiersituation der Gruppe A

In der Abbildung 9.1 ist die Planung der Gruppe A dargestellt. Das erste Treffen ist für die Erarbeitung der theoretischen Grundlagen vorgesehen, während die zweite Sitzung sich mit der Umsetzung der Grundlagen für die Konstruktion beschäftigt. Während des dritte Termins wollen die Studierenden vor allem die Wünsche der Schülerinnen und Schüler verwirklichen, wenngleich die tatsächliche Praxis anders aussieht. Die Vorbereitungen und tatsächliche Erprobung im Lehr-Lern-Labor sind Inhalt der folgenden Abschnitte.

9.1.2.1 Teilprozess Planung

Die Struktur der Interviews sieht vor, dass die Studierenden im ersten Gespräch vor allem über ihre Planung Auskunft geben. Bei dieser Gruppe ist eine solche eindeutige Zuordnung nicht möglich, da sie während der Durchführung immer wieder auf Probleme stoßen, sodass sich ihre Äußerungen im Laufe der Laborphase im Lehr-Lern-Labor verändern. Ob es sich dabei um positive Professionalisierungsprozesse handelt, muss dabei stets evaluiert werden. Die Prozesse der Studierenden und ihre Planungsentscheidungen werden nach dem Kategorienschema strukturiert aufbereitet.

Antizipation der Lernprozesse

Vor allem in der Antizipation der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler sind sich die Studierenden oftmals nicht einig oder ändern ihre Meinung durch die Erfahrungen. Dies zeigt sich zum Beispiel in den *Lernzielen*, die sie formulieren. Die Studierenden wollen durch die Lernumgebung erreichen, dass die Schülerinnen und Schüler den Aufbau eines Lautsprechers kennenlernen und umsetzen können. Durch die eigenen Erfahrungen bei der Konstruktion sind die Studierenden von der Schnittstelle zwischen elektronischem Signal und akustischen Klang fasziniert, weshalb sie diese Erfahrung auch den Schülerinnen und Schülern ermöglichen wollen. Dass das Signal eines hochtechnischen Geräts wie das eines Smartphones mit simplen Materialien hörbar gemacht werden kann, zeigt den Studierenden, wie präsent die Physik im Alltag ist und wie sie durch einfache Mittel sichtbar gemacht werden kann. Da der Bau des Lautsprechers im Mittelpunkt steht, geben die Studierenden an, dass sie keine kognitiven Ziele setzen wollen, welche die Schülerinnen und Schüler erreichen müssen.

> *Wir haben jetzt keine Ziele vor Augen, die die Schüler auf der kognitiven Ebene mitnehmen müssen. Mitnehmen müssen, wohl gemerkt, es ist natürlich schön, wenn sie das mitnehmen, keine Frage, aber uns geht es oder mir geht es darum, die für Physik zu begeistern mit diesem freiwilligen Schülerlabor (S1, Gruppe A, Interview 2, Zeilen 326-329).*

Trotzdem erwarten sie, den Schülerinnen und Schüler die Entstehung von Tönen näher zu bringen und die Verbindung des Schalls zu der Bewegung eines Körpers vorzustellen. Neben diesen inhaltlichen Zielen aus der Akustik sollen sich die Schülerinnen und Schüler auch die Wechselwirkungen zwischen Magnet und Spule, sowie die periodische Änderung des Magnetfeldes der Spule im Zuge des Lautsprecherbaus erarbeiten. Die Studierenden nehmen sich hinsichtlich der prozessbezogenen Kompetenzen vor, die eigenständige Arbeit der Schülerinnen und Schüler zu fördern und diese dabei immer wieder Hypothesen formulieren zu lassen. Bereits hier zeigt sich das Problem der Studierenden, die Schülerinnen und Schüler strukturiert Hypothesen prüfen zu lassen. Außerdem ist die Fokussierung der Ziele auf die Handlungsebene ein erstes Indiz dafür, dass die Studierenden wenig Aufmerksamkeit auf die Tiefenebene von Unterricht legen, die sich mit den Denkprozessen der Schülerinnen und Schüler beschäftigt.

Da die Studierenden von einer Schülerschaft der 8. Klasse ausgehen und ein Thema wählen, das nicht curricular verankert ist, ist die *Elementarisierung* der Inhalte von großer Bedeutung. Sie erwägen zunächst über einen analogen Verstärker in Form einer vergrößerten Ohrmuschel. Diesen empfinden sie jedoch nicht herausfordernd genug und wollen deshalb unter Berücksichtigung

elektromagnetischer Inhalte den Bau eines Lautsprechers realisieren. Aus diesen Vorgaben resultiert für die Studierenden die Entscheidung, einige Aspekte des Lautsprechers nicht zu vermitteln, um den Kontext zu vereinfachen. Durch diese Elementarisierung entstehen für die Studierenden allerdings weitere Probleme, da der Lerngegenstand ohne die ausgeklammerten Aspekte zu abstrakt für die Schülerinnen und Schüler wird.

Das *Vorwissen* betreffend muss deshalb festgehalten werden, dass die Studierenden von einem geringen Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler ausgehen. Dieses mangelnde Wissen bezieht sich beispielsweise auf die Unterschiede zwischen Klängen, Tönen oder weiteren Schallereignissen angehen. Dazu wollen die Studierenden eine Eingangsdiagnose einsetzen, um zu sehen, welches Vorwissen alle Schülerinnen und Schüler aufweisen. Außerdem gehen die Studierenden davon aus, die Schülerinnen und Schüler ungeachtet ihrer Voraussetzungen durch ihre Experimentierumgebung auf denselben Wissensstand bringen zu können. Dies ist von großer Bedeutung, da ansonsten die Funktionsweise der Lautsprecher für die Schülerinnen und Schüler nicht verständlich sein kann.

> *Also, ich glaube, deine Frage, gerade diese Frage ist gerade für unsere Gruppe schlechter geeignet, weil wir eben gar kein Vorwissen erwarten, gerade eben auch curricular eben. Das Arbeitsmaterial oder auch die Experimente, die wir durchführen, die sollen ja gerade dieses Wissen vermitteln. Also selbst, wenn man das ‚schlimmste Vorwissen' erwarten würde, dass sie keinen von den Begriffen erklären können oder verstehen würden, würden sie trotzdem am Ende des Stationenlernens von uns auf diesen Wissensstand gebracht werden. Auch mit der Planung, die wir jetzt schon, ohne die Diagnose überhaupt zu benötigen, vorsehen (S1, Gruppe A, Interview 1, Zeilen 174-180).*

Durch das Gespräch mit dem Mitglied der Forschungsgruppe fällt den Studierenden auf, dass sie sehr wohl Vorwissen aus dem Bereich der Elektronik voraussetzen. Überdies geben sie an, von bereits veröffentlichten Texten zu Schülervorstellungen zu Schallausbreitungen zu wissen. Da die Studierenden aber die Kenntnis der Begriffe aus der Alltagssprache voraussetzen, beziehen sie sich für ihre Planung nicht auf die anerkannten Schülervorstellungen. Die Komplexität ihrer Vorbereitungen ist ihnen scheinbar bewusst, weshalb die Studierenden auf eine leistungsstarke Schülergruppe hoffen. Den Schülerinnen und Schülern wird seitens der Studierenden dennoch unterstellt, einige Erklärungsschritte nicht nachvollziehen zu können. Stattdessen nehmen die Studierenden eine reine Übernahme der Erklärungen an.

Die Studierenden zeigen in ihren Äußerungen, dass sie sich noch nicht umfassend auf die Schülervorstellungen und besonders auf die kognitive Ebene der Planungen einlassen. Auf der anderen Seite führen sie Elementarisierungen durch, denen sie jedoch selbst nicht vertrauen. Diese Schritte im Professionalisierungsprozess sind von dieser Gruppe somit noch nicht umgesetzt worden. Es muss sich demnach herausstellen, ob die Arbeit im Lehr-Lern-Labor dazu beitragen kann.

Zentrale Handlungskomponenten im Lehr-Lern-Labor

Die Studierenden sehen für ihre Struktur der Experimentierumgebung vor, zunächst eine *Konzeptbildung* bei den Schülerinnen und Schülern zu erreichen. Dazu sehen die Studierenden die Vermittlung der Erzeugung von Schall vor, im Anschluss die Übertragung in der Luft und zuletzt

eine Überleitung zu den Schwingungen der Schallwelle. Da die Wahrnehmung von Tönen für sie eher biologischer Natur ist, werden sie diese bewusst auslassen. Zuletzt geschieht eine Sicherung der Ergebnisse. Der zweite Termin ist durch die Recherche zum Lautsprecher und dem anschließenden Bau dessen ausgefüllt. Zuletzt wollen die Studierenden auf die Interessen der Schülerinnen Schüler eingehen, um die Experimentiersituation besonders motivierend zu gestalten.

Für diese Abfolge der Themen sehen die Studierenden vor, als erstes einführende *Experimente* durchzuführen, um die Grundlangen für die Funktionsweise des Lautsprechers zu legen. Diese beziehen sich allerdings vor allem auf die Erzeugung und Ausbreitung der Schallwellen und weniger auf die elektromagnetischen Voraussetzungen. Bei diesen Experimenten stellen die Lernenden Hypothesen auf, die sie im Anschluss durch die Frei-Hand-Versuche überprüfen können. Geschlossen wird der erste Termin durch den Einsatz eines *Diagnoseinstruments*, um die Ergebnisse zu sichern. Am zweiten Termin sollen die Schülerinnen und Schüler eine Internetrecherche zum Lautsprecherbau durchführen und dann die Membran und den Spulenkörper eigenständig entwickeln. Durch die Diagnosetools wollen die Studierenden zum einen die Sicherung des Lerngegenstands kontrollieren und Feedback zur Struktur der Experimentierumgebung erhalten. Diese beinhaltet die Relevanz des ersten Termins, den Hilfestellungen während der Recherche sowie das fachliche Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise des Lautsprechers.

Struktur der Instruktionen

Während der Interviews diskutieren die Gruppenmitglieder immer wieder über ihr *Verständnis von Forschung*. Für ein Gruppenmitglied ist der Nachbau eines Lautsprechers, den die Schülerinnen und Schüler durchführen, nicht als Forschendes Lernen einzuordnen. Um welches Basismodell es sich bei dem Nachbau eines Gerätes handelt, wird im Anschluss diskutiert, wobei die Gruppe zu keinem eindeutigen Ergebnis kommt. Dies gilt auch für die generelle Einschätzung der Struktur der Experimentierumgebung. Die Studierenden können sich darauf einigen, dass sie die Lernumgebung von Termin zu Termin immer weiter öffnen wollen. Das *Arbeitsblatt* für den ersten Experimentiernachmittag ist stark gegliedert und mit vielen Anweisungen versehen. Dadurch wollen die Studierenden die eigenständige Arbeit der Schülerinnen und Schüler zu fördern. Einschreiten wollen sie nur während der Sicherung, um keine „*Fehlvorstellungen*“ bestehen zu lassen. Die Studierenden gehen davon aus, dass der geschlossene Rahmen notwendig ist, um die Grundlagen vermitteln zu können. Außerdem schätzen die Studierenden die geplanten Experimente als unzureichend anregend ein, um die Schülerinnen und Schüler zum *Forschenden Lernen* zu bewegen. Forschendes Lernen wird deshalb erst für den zweiten Termin festgelegt.

Obwohl die Studierenden angeben, die Lernenden *forschend-entdeckend* vorgehen zu lassen, halten sie sich offen, die Lernumgebung zu schließen. Diese Schließung erfolgt, wenn die Diagnostik mangelnde Kompetenzen der Lernenden für das gewählte Format aufweist. Gruppenmitglied S1 beschreibt dies wie folgt: „Dann müssten wir sie auf den richtigen Weg führen. Auch in dem Fall, dass sie das nicht auf die Reihe kriegen, müssen wir die mit Blick auf den nächsten und letzten Termin auf den richtigen Weg führen.“ (S1, Gruppe A, Interview 2, Zeilen 444-446). Die Studierenden wollen darüber hinaus die Ergebnisse der Recherche bereits im Vorfeld festlegen, damit die Zeitplanung effizienter gestaltet werden kann.

> *Also, ich glaube, wenn es noch viel freier gewesen wäre, das haben wir in der ersten Stunde schon gemerkt, die fragten, ‚Oh, können wir Bluetooth einbauen', und was weiß ich nicht alles. Die wären vielleicht auf zu schwierige Bauweisen gekommen, die wir in der Zeit gar nicht hätten schaffen würden, deshalb haben wir uns ja auch schon für einen Aufbau entschieden und gesagt, ‚ok, mit Kabel und Draht so relativ einfach gehalten.' Wenn wir da noch hätten Bluetooth mit einbauen wollen, dann ist das natürlich alles nicht mehr zu schaffen in der Zeit würde ich jetzt sagen und ich glaube auf solche Ideen würden die kommen, wäre es nicht ein bisschen vorausgesetzt (S2, Gruppe A, Interview 3, Zeilen 153-160).*

An dieser Stelle zeigt sich erneut, dass die Studierenden mit unterschiedlichen Vorstellungen in die Laborphase gehen, da ein Gruppenmitglied beabsichtigt, verschiedene Lautsprecher zu bauen. Die anderen zwei Gruppenmitglieder sprechen sich dafür aus, die wichtigen Elemente und Größen vorzugeben, um keine Enttäuschung zu riskieren, falls die selbstgewählten Größen nicht funktionieren. Die Studierenden betrachten ihr Vorgehen als sehr frei, da sie die Schülerinnen und Schüler selber überlegen lassen. Dabei werden diese Ergebnisse bereits von den Studierenden festgelegt. Dies zeigt sich auch in ihrem Verständnis von offenem Unterricht, da die Studierenden davon ausgehen, dass die Ausrichtung an den Interessen der Schülerinnen und Schüler bereits die offenste Gestaltung von Unterricht ist, die sie sich vorstellen können. Die Studierenden sehen sich darüber hinaus stets in einer aktiven und die Lernenden in einer passiven Rolle, sodass die *Lehrkräfte für den Lernerfolg* ihrer Schülerinnen und Schüler zuständig sind.

Bereits in dem Abschnitt 7.2.2 wurden die Ansichten der Gruppe A dargelegt. Es zeigt sich, dass die Studierenden neben den unangebrachten Planungskompetenzen außerdem kein tiefergehendes Methodenverständnis bzgl. des Forschenden Lernens oder des schülerzentrierten Unterrichts aufweisen.

9.1.2.2 Teilprozess Durchführung

Für die Studierenden ist es von großem Interesse, den Kontext ihrer Lernumgebung während der Schülerakquise unerwähnt zu lassen. Durch die fehlenden Teilnehmerinnen und Teilnehmer ändert sich jedoch ihre Herangehensweise und sie geben das Thema der Lernumgebung bekannt. Deshalb haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, sich Vorwissen anzueignen. Dadurch sind die Studierenden verunsichert, ob die geplante Lernumgebung das korrekte Niveau aufweist,

Spontane Adaption

Für die Studierenden zeigt sich dieses umfangreiche Vorwissen direkt zu Beginn des ersten Experimentiernachmittags, sodass die Planung schneller als gedacht realisiert wird. Durch das hohe Tempo gestaltet sich jedoch die geplante Verallgemeinerung der Inhalte als schwierig. Das Unterrichtsgespräch führen sie offen, wobei sie Erklärungen liefern, wenn die Schülerinnen und Schüler nicht selbst antworten. Dadurch besteht für die Studierenden die Möglichkeit, den Verlauf an das *spezifische Vorwissen* anzupassen, wobei dies eher unterbewusst abläuft. Die Studierenden geben allerdings auch an, sich eingeschränkt zu fühlen. Sie können gemäß ihrer Aussagen nur zögerlich reagieren und hätten sich spontanere Vorgehensweisen gewünscht. Die

Experimentiersituationen werden allerdings zu dritt geplant. Somit streben die Studierenden nicht an, von ihrem ursprünglichen Entwurf abzuweichen. S2 der Gruppe A beschreibt das mit den folgenden Worten:

> *S2: Aber ich fand, muss ich ganz ehrlich sagen, das ein bisschen schwierig, da wir eben drei Leute sind und wir dann ja gemerkt haben, die Schüler haben eben die und die Vorstellung, und die wissen schon das und das. Das war ja teilweise schon korrektes Wissen und nicht irgendwelche Fehlvorstellungen, und ich fand es schwer, wir hatten ja vorher einen Plan gemacht, und da wir ja drei Leute waren, da spontan drauf zu reagieren, das war das, was ich so ein bisschen empfunden habe. Weil jeder reagiert ja anders auf solche Sachen. Und dann hätte man vielleicht gesagt, ‚Ok die Aufgabe überspringe ich jetzt eher ein bisschen.' Ein anderer hat gesagt, ‚ne da lege ich dann doch noch Wert drauf', und da war dann nicht die Zeit das dann doch noch spontan abzusprechen. (S2, Gruppe A. Interview 4, Zeilen 276-283).*

Den zweiten Termin beginnen die Studierenden mit einer Diagnose, welche die theoretischen Grundlagen und Inhalte des ersten Experimentiernachmittags beinhaltet. Gemäß der *ursprünglichen Planung* sollte die eingesetzte Concept-Map bereits am Ende des ersten Treffens von den Schülerinnen und Schülern ausgefüllt werden. Aus Zeitgründen ist diese Anpassung der zeitlichen Abfolge notwendig. Die gewählte Concept-Map wird von den Schülerinnen und Schülern allerdings nicht mit *genügend Motivation* vervollständigt, sodass die Studierenden nicht in dem Maße auf die Ergebnisse zurückgreifen können, wie sie es antizipieren.

Die Studierenden planen eine Internetrecherche, damit sich die Schülerinnen und Schüler selbstständig erarbeiten, wie ein Lautsprecher aufgebaut sein kann. An dieser Stelle stehen sie vor dem *Problem* keine Verbindung mit dem Internet aufbauen zu können. Deshalb muss die Recherche durch eine Instruktion der Studierenden ersetzt muss. Außerdem führt dies zu einer kompletten Vorgabe durch die Studierenden, wenngleich diese Argumentation nicht von allen Gruppenmitgliedern mitgetragen wird. S3 der Gruppe A gibt an, dass die Schülerinnen und Schüler kein Instruktionen befolgen müssen, sondern ihren Lernprozess lediglich durch anleitende Fragen in die richtige Richtung gesteuert werden kann. Dies zeige sich auch durch die selbst getätigten Überlegungen der Schülerinnen und Schüler, bevor sie mit dem Bau beginnen dürfen. Für die anderen Studierenden hat diese Phase eher das Ziel, die zu konstruierenden Lautsprecher bzgl. der Abmessungen, des Materials, usw. zu vereinheitlichen, um für alle ein qualitativ vergleichbares Ergebnis garantieren zu können. Der Bau nach „Trial and Error" ist zeitlich nicht zu realisieren. Die Studierenden geben an, den zweiten Termin *zeitlich knapp geplant* zu haben, da die Schülerinnen und Schüler den Lautsprecher bauen und im Anschluss einen Fragebogen ausfüllen sollen, um die Lernsituation zu evaluieren. Bereits an dieser Stelle äußert sich S3 verunsichert, ob die Schülerinnen und Schüler am Ende der drei Nachmittage einen funktionierenden Lautsprecher mit nach Hause nehmen können. Dies ist vor allem auf den Umstand zurückzuführen, dass die Studierenden mit dem *Materialprobleme* haben. Die Studierenden müssen zwischen dem zweiten und dritten Termin eine Alternative generieren, da sich die Kabel zu sehr verknotet hat. Die Vorbereitungen werden somit erneut verändert, da sowohl das Diagnoseinstrument als auch die Recherche verändert werden müssen. Der größte Faktor der Veränderung ist allerdings, dass die Studierenden die Offenheit der Lernumgebung auf ein Minimum reduzieren, wobei dies nicht den

Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler geschuldet ist, sondern ihren eigenen Planungen. Dies weist erneut auf die fehlenden professionellen Handlungskompetenzen dieser Studierendengruppe hin.

Die zwei Tage zwischen den Terminen reichen nicht aus, um einen identischen Draht erneut zu organisieren, sodass auf einen neuen, dünneren Draht zurückgegriffen werden muss. Die Studierenden stehen erneut vor einem *Problem*, auf das sie spontan reagieren müssen. Auch die Schülerinnen und Schüler merken, dass die Studierenden nicht alle *Alternativen* bedacht haben. S3 der Gruppe A verteidigt die Vorbereitung und rechtfertigt ihre Improvisation, die auf diese Probleme zurückgeht:

> *Ja, das war ja nicht so, dass wir-- also es war ja am Dienstag das Problem, dass der Draht verknotet war. Also es ist ja nicht so, dass wir uns nicht vorbereitet hätten, wir haben es nur nicht geschafft, bis Donnerstag dann neuen Draht zu besorgen. Deswegen mussten wir ja den nehmen und hatten halt nur den dünnen. Also mussten wir halt improvisieren und es hat halt nicht funktioniert (S3, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 20-24).*

Es ist bemerkenswert, dass S3 diese gegensätzlichen Argumente für die Verdeutlichung ihrer Planungsprozesse heranzieht. Eine ähnlich unreflektierte Aussage findet sich außerdem über die *Zufriedenheit der Schülerinnen und Schüler*: „Die waren alle sehr zufrieden. Nur, die haben halt als einzigen hauptkritischen Punkt angemerkt, wir hätten uns nicht vorbereitet, weil wegen dem Draht und so hatten sie den Eindruck, wir hätten das nicht ausprobiert vorher.“ (S3, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 171-173)

Eigeneinschätzung der Studierenden zu ihren Lehrhandlungen

Den Studierenden fällt das Unterrichten in der Gruppe nicht leicht. Dies zeigt sich erneut in der *Entscheidung*, wie das Lehr-Lern-Labor abgeschlossen werden soll, als die Lautsprecher nicht funktionieren und nur noch wenig Zeit bleibt. S1 und S2 schließen das Thema ab, indem eine Fehlersuche durchgeführt wird. S3 hätte es vorgezogen, auf einen weiteren Draht zurückgreifen möchte. All dies geschieht spontan und ohne vorherige Planung oder Adaption des Konzepts, während die Schülerinnen und Schüler weiter nach einer Begründung für die fehlende Tonwiedergabe suchen. Die Studierenden müssen also von Anfang an immer wieder *auf Herausforderungen spontan reagieren*, weil sie diese zuvor nicht während ihrer Planung bedacht haben. Durch die Analyse der Durchführung können also direkt die Planungsprozesse evaluiert und resümiert werden. Die Studierenden haben dementsprechend durch ihre Improvisation bzgl. der Arbeitsaufträge und der Materialien einen großen Beitrag mit dazu beigetragen, dass die Experimentierumgebung der Schülerinnen und Schüler die Erzeugung der geplanten Produkte verhindert hat.

9.1.2.3 Teilprozess Diagnose

Für die Studierenden der Gruppe A ist die Aufgabe, Diagnosesituationen durchzuführen und auszuwerten, nicht direkt nachvollziehbar. Sie geben an, dass sie ohne die Vorgabe keine Diagnoseinstrumente eingesetzt, sondern sich voll und ganz auf die Handlungen der Schülerinnen und Schüler beschränkt hätten. Dieser Teilprozess ist für die Arbeit besonders interessant. Hier

zeigt sich die Reaktion der Studierenden auf die Planung und Umsetzung der Diagnoseinstrumente, obwohl die Studierenden die kognitiven Prozesse ihrer Lernenden nicht in den Fokus setzen.

Diagnosemittel

Die Diagnose läuft in Gruppe A vor allem auf der Ebene der fachlichen Inhalte der Experimentiersituation ab. Zu Beginn des ersten Interviews geben sie noch an, dass sie die Diagnosemittel nutzen wollen, um die Planung zu optimieren und Anpassungen auf Grundlage der Schwierigkeiten durchzuführen. Dabei soll sich die Diagnostik nicht auf die fachlichen Inhalte beschränken, sondern auch Prozesse modellieren. Dazu hätten sie das Betreuungsverhältnis nutzen können, um besonderes Schülerverhalten und ihre Äußerungen festzuhalten.

> *Das Ding ist, man kann natürlich auch immer seine folgende Planung ändern, aber vielleicht hilft es uns ja auch gerade diese Diagnose, um zu merken, an diesem Punkt hat es gerade gehapert und dass wir dann mal überlegen warum. Ja warum? Was ist sozusagen in der Vergangenheit abgelaufen, was wir jetzt für die Zukunft ändern sollten. Jetzt gar nicht unbedingt fachlich gesehen, sondern vielleicht auch andere Sachen. (S2, Gruppe A, Interview 1, Zeilen 375-380).*

Nach dem ersten Termin können die Studierenden auf einen *Selbsteinschätzungsbogen* der Schülerinnen und Schüler zurückgreifen, wobei ihnen auffällt, dass eine Person deutlich leistungsschwächer ist als die restlichen Schülerinnen und Schüler. Bei der Durchführung des Diagnoseinstrumentes müssen die Studierenden erneut von ihrer Planung abweichen, da sie keine farbigen Stifte bereitgelegt haben. Aus diesem Grund musste auf die Kugelschreiber zurückgegriffen werden, welche die Schülerinnen und Schüler mitgebracht haben. Da ihre Planung unvollständig umgesetzt wird, muss das Sicherungstool zur Diagnose zu Beginn des zweiten Treffens verschoben werden.

Am letzten Termin wird nach Aussage der Studierenden forschend gelernt. Für die Studierenden ist aus diesem Grund sehr wichtig, dass die Lernenden zum einen leistungsstark, aber auch motiviert sind, sich ohne Anleitung mit dem Thema auseinander zu setzen. Die Motivation der Schülerinnen und Schüler ist für die Studierenden außerdem ausschlaggebend, *keine Diagnosetools* einzusetzen. S1 fasst diesen Umstand wie folgt zusammen: „Ja das uns allen bekannte, aber allseits bei-- in Fachkreisen verhasste Diagnosetool des über die Schulter Blickens. Ja, was sollen wir denn sonst machen, wenn die da am Basteln sind. Weiß ich nicht, was-- (S1, Gruppe A, Interview 2, Zeilen 409-411). Lediglich das „über die Schulter Blicken“ wird von ihnen eingesetzt, da sie keine weiteren Mittel kennen, wie sie während der Konstruktionsphase verwertbare Aussagen für eine Diagnostik festhalten können. Dazu lehnen sie beispielsweise alle Diagnosetools ab, welche die Schülerinnen und Schüler selbstständig ausfüllen müssen. Weiterhin geben die Studierenden an, sich Stichpunkte notiert zu haben, doch gehen zu keiner Zeit auf diese Datenquellen ein.

Funktionen der Diagnosesituationen

Die Studierenden schätzen ihre Vorgehensweise als frei ein, da sie die Schülerinnen und Schüler nur durch leitende Impulse begleiten wollen. Der von ihnen gewählte Zugang über eine Begriffswolke passt deshalb selbst für die Studierenden nicht zu ihrer Intention. Das

Leistungspotential lesen die Studierenden unter anderem daran ab, wie stark sich die Schülerinnen und Schüler während der Besprechung der Begriffswolken beteiligen. Während die leistungsstarke Person sich häufig beteiligt, muss die leistungsschwache Person immer wieder aktiv mit in die Ergebnissicherung eingebunden werden. Da die Studierenden ihr Diagnoseinstrument zu Beginn der Lernumgebung einsetzen, geht es dabei, auch wenn sie kein *Vorwissen* erwarten, um die Aktivierung der relevanten Bereiche für den ersten Experimentiernachmittag. Die Selbstauskunft aus dem ersten Termin wird durch die *Wiederholung* während des zweiten Termins, nachdem diese Begriffe anhand von Experimenten erarbeitet werden, *gesichert*. Eine weitere Funktion sehen die Studierenden neben der Diagnosemöglichkeit, die überprüft, ob die Experimente den Schülerinnen und Schülern geholfen haben, außerdem in der *Aktivierung* für den zweiten Termin. Dabei gehen sie davon aus, dass die Lernenden vor allem aufgrund der Konstruktionsaufgabe motiviert eine hohe Motivation aufweisen.

Für den dritten Experimentiernachmittag erheben die Studierenden erneut eine *Selbstauskunft* der Schülerinnen und Schüler, um das Konzept und die Lehrenden zu evaluieren. Die Studierenden wählen das Feedback als Methode, um zu überprüfen, wie ihre gesammelten Erfahrungen mit der Einschätzung der Schülerinnen und Schüler übereinstimmen. Während der Durchführung gehen sie von einem Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler aus, wenngleich sie beim nächsten Lernschritt erneut auf bereits gelöste Probleme stoßen.

> *Ja, ich habe ja im Laufe des Arbeitens ja immer so ein bisschen nachgefragt und immer so ein bisschen dann gefragt, was jetzt Stand der Dinge ist und wie kann das denn sein und so. Und irgendwann war ich dann mit dem einen so weit, dass ich dachte, dass er das wirklich, dachte ich, verstanden hätte und dann hatte er aber immer noch die Vorstellung, dass der Magnet bewegt wird und dadurch die Membran bewegt wird. Aber er hatte gar nicht dieses Verständnis für die Wechselwirkung zwischen dem Magnetfeld und der Spule (S2, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 103-108).*

Ergebnisse der Diagnose mittels Diagnosetools

Der ersten Einschätzung der Studierenden nach verfügt eine Person über ein deutlich höheres Leistungspotential als die anderen drei. Die Studierenden sind zufrieden mit dem Umstand, dass noch niemand ein kontextspezifisches Vorwissen zur Ausbreitung von Schall bzw. Wellenverhalten hat und freuen sich über die Ehrlichkeit der Schülerinnen und Schüler, ihre Unwissenheit nicht zu verbergen. Die Studierenden sehen dies als positive Voraussetzung für eine lernförderliche Atmosphäre. Somit können die Studierenden mit ihrem ersten Diagnosetool Ergebnisse generieren, welche die Einschätzung zu den Leistungsständen der Schülerinnen und Schüler stützen. Die Präsentation der Ergebnisse basiert allerdings nicht auf den eingesammelten Begriffswolken, sondern lediglich auf ihren *Erinnerungen*, da sie die eingesammelten Bögen verlegt haben.

Die Bilanz des zweiten Experimentiernachmittages führt dazu, dass die Studierenden ihre Einschätzung zu den Leistungsständen der Schülerinnen und Schüler überdenken und nun zwei der Lernenden als leistungsstark einschätzen, da sich diese neben der Konstruktion auch für die theoretischen Grundlagen interessieren.

Die Durchführung zeigt über die erste Diagnosesituation hinaus, dass die Studierenden zwar die Diagnosemittel eingesetzt haben, aber diese *nicht detailliert ausgewertet* haben. Der Einsatz dient

vielmehr dazu, das *Voranschreiten der Unterrichtseinheit zu rechtfertigen*. Neben dem Einsatz des Diagnoseinstruments verweisen die Studierenden auf die Prüfung des Verständnis zentraler Begriffe außerhalb der Diagnosesituation.

Auf Basis der Selbstauskünfte schließen die Studierenden, dass die Schülerinnen und Schüler zum Teil das Lernziel erreicht haben. Die leistungsschwächeren Schülerinnen und Schüler seien dennoch auf einem guten Weg, die Inhalte nachvollziehen zu können. Die Lernenden attestieren den Studierenden, ihnen gute Tipps gegeben zu haben. Ein weiteres Ergebnis des Experimentiersituation ist die Einstellung der Studierenden, dass die fehlende Motivation der Lernenden ihre kognitive Leistungsfähigkeit eingeschränkt hat. Ihre professionelle Entwicklung hat für die Studierenden keinen großen Stellenwert, weshalb sie die Diagnosemittel zur Überprüfung der kognitiven Fähigkeiten ihrer Schülerinnen und Schüler nur oberflächlich nutzen. Dies zeigt sich in der Reflexion der Diagnosemittel noch deutlicher.

Reflexion der Diagnosemittel

Durch die Probleme während der Durchführung (siehe vorigen Abschnitt) haben die Studierenden auf eine Diskussionsrunde zurückgegriffen, in der sich die Beteiligten mit der Fehleranalyse auseinandersetzen. Diese Vorgehensweise finden sie im Nachhinein besonders gut geeignet, ohne großen Aufwand und mit gesteigerter *Motivation* die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler beleuchten zu können. Im Nachhinein würden die Studierenden das eingesetzte Diagnosetool eher als Instrument zur *Sicherung im Unterricht* einsetzen als daran *Vorwissen* ablesen zu wollen. Sie stellen dies heraus, da ihrer Ansicht nach der kognitive Aufwand die SuS demotiviert.

> *Ja, wenn es bei diesen Instrumenten darum geht, zusammenhängende Sätze zu formulieren, aus denen man letztendlich erst richtig diagnostizieren kann, ob Zusammenhänge erst richtig verstanden worden sind, dann eignet sich das in so einem freiwilligen Rahmen wie diesem Projekt hier eher weniger, weil wir da teilweise wirklich komisch ausgefüllte Sachen bekommen haben. Komisch, will ich nicht sagen, aber mangelhaft ausgefüllte Sachen bekommen haben. Mangelhaft nicht im Bezug auf das, auf den Inhalt, der da vermittelt wurde, sondern auch die—(S1, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 369-374).*

Die Studierendengruppe geht nicht davon aus, dass es einen Zeitpunkt im Lehr-Lern-Labor gibt, an dem das Diagnosetoll mit größerer Motivation ausgefüllt werden würde. Deshalb kommt sie zu dem Schluss, dass die Wahl der Diagnoseinstrumente nicht nur von der Funktion und vom Zeitpunkt im Unterricht abhängig ist, sondern auch auf die Lerngruppe abgestimmt sein sollte. Neben dem erneuten Einsatz der *Selbstauskunft* können sich die Studierenden im Nachhinein eher Diagnosemittel vorstellen, die einen *spielerischen Zugang* beinhalten, damit die Motivation nicht unter dem Ausfüllen der Arbeitsaufträge leidet.

9.1.2.4 Teilprozess Reflexion

Die Studierenden finden besonders interessant, welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten die Prozesse der Lernenden mit ihren eigenen aufweisen. Sie beabsichtigen, die Aufgabe zur freien Planung der Experimentierumgebung in gewissen Aspekten an die Schülerinnen und Schüler

weiterzugeben. Diese muss allerdings, bedingt durch eine unangemessene Zeiteinteilung, sukzessive aus dem Lehr-Lern-Arrangement entfernt werden. Die Studierenden streben an, die Aufgabe noch weiter zu öffnen und nur als letzte Möglichkeit eine Anleitung zum Einsatz zu bringen. Der Erfolg ihrer Experimentierumgebung hängt für die Studierenden besonders von funktionstüchtigem Material ab.

Grundlage der Reflexion

Die Studierenden nehmen sich zwischen den Terminen kaum Zeit, um ihre Lernumgebung miteinander zu besprechen. Lediglich in der Interviewsituation kommen die Studierenden scheinbar Verbesserungspotential aufweisen hätten laufen können. In der Reflexion wird die Haltung der Studierenden gegenüber der Einbindung von Diagnosemitteln in die Lernumgebung offenbart. Darüber hinaus zeigen sie, dass sie nur auf der *Grundlage von Erfahrungen* reflektieren. Die Durchführung der Diagnosesituationen ist keineswegs intrinsisch motiviert. Dadurch verwundert es nicht, wenn die Studierenden beschreiben, die Reflexion nicht auf *Basis der Diagnosemittel* durchzuführen, sondern bei Problemen eher spontan eine Alternative zu generieren. Auch die Auswertung der Diagnosemittel ist für die Studierenden nicht selbstverständlich, sondern wird erst gemeinsam mit unstrukturierten Beobachtungen für den Abschlussbericht umgesetzt. Eine Textstelle, welche diesen niedrigen Stellenwert der Diagnose illustriert, kann im dritten Interview identifiziert werden. Auf die Frage, ob die Concept-Map auswertbare Ergebnisse geliefert hat, antwortet S1: „Klar. Haben wir uns die angeguckt?“ (S1, Gruppe A, Interview 3, Zeile 195).

Reflexion über Prozesse der Lernenden

Wie bereits in den vorigen Teilprozessen beschrieben, geben die Studierenden den schülerzentrierten, forschend-entdeckenden Vorgang als Vorgehensweise an. Die Durchführung zeigt den Studierenden, dass es den Schülerinnen und Schüler besonders schwer fällt, selbstständig vorzugehen und nicht stetig Hilfestellungen einzufordern oder dem Drang nach Bestätigung nachzugehen. Dies führt die Gruppe zum einen auf die schulische Praxis (siehe auch Abschnitt 9.2.3) sowie auf das Ziel einer optimalen Umsetzung der Aufgabenstellung zurück. Da der Lautsprecher durch seine rudimentäre Bauweise keinen qualitativ hochwertigen Klang erwarten lässt, können sich einige Studierenden die Enttäuschung der Schülerinnen und Schüler vorstellen. Die Studierenden beziehen sich dabei auf ihren eigenen Optimierungsprozess, der einiges an Verbesserungen mit sich bringt. Für die Umsetzung im Lehr-Lern-Labor haben die Studierenden weitere Maßnahmen ergriffen, die für die neue Situation hilfreich sein sollen. Obgleich sie selbst erfahren mussten, wie wichtig die Testung während eines solchen Prozesses ist, vernachlässigen sie diesen Schritt im Lehr-Lern-Labor.

Nach Abschluss des Lehr-Lern-Labors geben die Studierenden an, dass sie mehr Zeit hätten einplanen müssen, damit nicht nur zwei der vier Schülerinnen und Schüler die gesteckten *Ziele erreichen*. Außerdem würde eine passendere Zeiteinteilung dazu führen, den Fokus sowohl auf theoretische Grundlagen als auch die praktische Arbeit zu legen. In Bezug auf den Einsatz der Thematik in der Schule gehen die Studierenden davon aus, dass diese zusätzlich benötigte Zeit nicht vertretbar ist. Außerdem müssen die Materialien dringend vorgegeben werden, um den Prozess weiterhin zu beschleunigen. Die Studierenden bewerten die selbstständigen Denkprozesse

der Schülerinnen und Schüler als positiv. Auch heben sie ihr seltenes Einschreiten hervor. Eine Intervention ihrerseits ist nur dann durchgeführt worden, wenn sie es für notwendig gehalten haben. Dies führen sie vor allem auf eine *lernförderliche Gruppendynamik* zurück, die während der Termine entstanden ist. Außerdem kann die Schülergruppe meist das richtige Ergebnis generieren, sodass ein Einschreiten der Studierenden nur selten bei abweichenden Ideen nötig ist. Da bereits eine Diskrepanz zwischen der Offenheit der Lernumgebung und den Einschätzungen der Studierenden aufgezeigt wurde, bleibt zu klären, ob die Lernumgebung tatsächlich lernförderlich ist.

Defizite und Stärken des Lehr-Lern-Labors

Während der Experimentiernachmittag wird den Studierenden deutlich, dass die ursprüngliche Zeitplanung den Arbeitsphasen nicht ausreichend Raum zukommen lässt. Deshalb haben sich die Studierenden dazu entschlossen, bereits Teile für die weitere Verarbeitung vorzugeben und zum Teil vorab zu konstruieren. Die Studierenden zeigen sich motiviert, die nötigen Schritte reflektiert nachzuvollziehen, da der selbst wahrgenommene Erfolg der Schülerinnen und Schüler von der Realisation des Lautsprecherbaus abhängt.

Zwischen den Diagnosesituationen und Konstruktionsaufgaben erkennen die Studierenden einen deutlichen Anstieg der *Motivation der Schülerinnen und Schülern*. Trotz anspruchsvoller Aufgabe können alle Schülerinnen und Schüler diese abschließen, wobei sie dabei unterschiedlich sorgfältig vorgehen. Dennoch wird das Ziel, einen funktionsfähigen Lautsprecher zu bauen, nicht erreicht. Die Studierenden empfinden dennoch, dass sie sich bestmöglich auf den Ablauf im Lehr-Lern-Labor vorbereitet haben. Vorab ist es nicht möglich, die Funktionstüchtigkeit des eingesetzten Drahtes zu erproben. Dadurch sehen sie den *Misserfolg nicht in ihrer Planung*. Dennoch sind nicht alle Studierenden mit dem Ablauf des Experimentierangebots zufrieden. Vor allem die Umstrukturierung des Angebots zwischen dem ersten und zweiten Termin ist nicht adäquat verlaufen, da so die Sicherungsphase erst nach einiger Zeit nachgeholt werden kann. Die dadurch entstandene Änderung der Funktion des Diagnoseinstruments kann für die Studierenden ein Grund für die dürftigen Ergebnisse gewesen sein. Auch wenn die Studierenden sich mit vielen Problemen auseinandersetzen müssen, können sie einige Lerneffekte für ihre weitere berufliche Tätigkeit beschreiben. Für S3 sind diese vor allem eine „bessere Planung von den Terminen und dass man auch zwischen den Terminen noch Zeit hat, solche Sachen zu klären wie der Draht ist verheddert, dass man dann noch was besorgen kann oder solche Sachen bis zum nächsten Termin. Dann ja ändern kann.“ (S3, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 251-253).

Die Studierenden betrachten offensichtlich wenig zu den Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler, da sie sich vorrangig mit ihren eigenen Lehrprozessen bzw. Lernprozessen beschäftigen. Besonders interessant ist, dass sie die Ursachen für die aufgetretenen Probleme nicht bei sich oder in ihrer Planung suchen, sondern dem Zufall sowie generellen, äußeren Umständen zuschreiben.

9.1.2.5 Teilprozess Adaption

Durch die Teilprozesse Durchführung, Diagnose und Reflexion werden die Probleme der Studierenden während der Experimentiersituationen deutlich. Besonders oft sind die Studierenden mit unerwarteten Situationen konfrontiert, die die Umsetzung der Planung unmöglich machen. An diesen Stellen müssen die Studierenden spontan auf die neuen Gegebenheiten reagieren. Da diese

Anpassungen ad hoc geschehen und nicht als Adaption nach der Durchführung verstanden wird, sollen in diesem Abschnitt jene spontanen Handlungen weniger in den Vordergrund gerückt werden, sondern vielmehr die Ergebnisse der Reflexion in Form der Anpassung für den nächsten Termin analysiert werden. Im ersten Interview beschreibt S2 die Tatsache, dass die Schülerinnen und Schüler nicht die Lernziele nicht erreichen und auch kein Verständnis für die theoretischen Grundlagen aufbringen. In diesem Fall denkt S2 ernsthaft über einen Themenwechsel nach sowie überdenkt, auf die Konstruktion der Lautsprecher zu verzichten.

Bedarf für Anpassungen

Im Gespräch mit den Schülerinnen und Schülern erkennen die Studierenden, dass diese eine große *Motivation* für das Bauen der Lautsprecher aufweisen. An dieser Stelle erkennen sie die Möglichkeit, diese Begeisterung zu nutzen und somit die Lernumgebung optimal den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler anzunähern. Allerdings merken die Studierenden schnell, dass die Schülerinnen und Schüler nicht die nötigen *feinmotorischen Fertigkeiten* aufweisen, die sie für den Bau des Lautsprechers unbewusst voraussetzen. Die Studierenden werden weiterhin von den *weiteren Verpflichtungen* der Schülerinnen und Schüler neben dem Besuch im Lehr-Lern-Labor überrascht. Die durchgeführte *Diagnosesituation* hingegen führt nicht zu einer Anpassung der anschließenden Lernumgebung. Die Studierenden sehen zum einen durch die Ergebnisse keinen Handlungsbedarf und zum anderen würden sie es vorziehen, direkt auf die Fehler einzugehen als diese im Nachhinein zur Adaption der nächsten Treffen zu verwenden. In der Durchführung wird dieser Umstand an mehreren Stellen wiederholt deutlich. Dem Anschein nach gehen die Studierenden von der Zuverlässigkeit ihrer spontanen Einfälle aus, die ihrer Meinung nach stets zu der richtigen Lösung führen. Diese Einstellung hätte bereits nach dem ersten Termin abgelegt werden können, da nur ein Teil der Lernenden die gesteckten Ziele erreichen und die Studierenden diesen Sachverhalt einsehen.

Gegenstand der Anpassungen

Das adäquate Vorwissen der Schülerinnen und Schüler und ihre Motivation für die Konstruktionsaufgabe führt zu einer potentiellen Steigerung *Freiheitsgrad des Lernens*, indem weniger Vorgaben formuliert werden und die Aufgaben eigenständig umzusetzen sind. Dieses Vorhaben wird allerdings nicht durchgängig vollzogen, da die Studierenden *Materialprobleme* (z.B. ein verknoteter Draht) bekommen, die sich auf ungenaue Vorbereitung zurückführen lassen. Wie oben beschrieben, entscheiden sich die Studierenden außerdem dazu, die *Konstruktionsarbeit* in mehreren Aspekten den Schülerinnen und Schülern abzunehmen. Die versäumte Planung veranlasst die Studierenden dazu, sich auf den dritten Termin gründlicher vorzubereiten und eventuelle Materialfehlfunktionen durch eine bessere Strukturierung zu umgehen. Wegen der verfehlten Konstruktionsziele fügen die Studierenden außerdem am letzten Termin eine Fehlerdiskussion ein, die sie als *Diagnoseinstrument* nutzen.

Darüber hinaus müssen die Studierenden mehrmals auf ihre *zeitliche Planung* reagieren, welche nicht eingehalten werden kann. Die Studierenden müssen deshalb Segmente ihrer Lernumgebung auf andere Treffen verschieben oder die Konstruktion für die Schülerinnen und Schüler übernehmen.

Ziele der Anpassungen

Die Studierenden geben zunächst an, ihre Diagnosesituationen für eine optimale Anpassung an die Lernprozesse zu nutzen. Diese *Optimierung der Lernprozesse* ist allerdings nicht zu späteren Zeitpunkten der Erhebungen zu erkennen. Die beschriebenen Adaptionen können maximal als stärkere *Strukturierung der Lernprozesse* ausgelegt werden, welche die Studierenden zwar noch nach dem ersten Treffen mit den Lernenden reduzieren möchten, allerdings aufgrund der lückenhaften Planung doch verschärfen. Hervorgehoben werden muss, dass die Anpassungen der Studierenden nicht ausgehend von den Schülerinnen und Schülern vollzogen werden. Ihre Anpassungsprozesse sind vor allem der Umgehung weiterer zeitlicher Engpässe zuzuschreiben.

Im dritten Interview beschäftigen sich die Studierenden außerdem gezielt mit der Frage, wie sie mit einem fehlenden Abschluss umgehen werden, wenn die Lautsprecher nicht funktionstüchtig sind. Bereits an dieser Stelle wird klar, dass die Studierenden diesen Ausgang des Lehr-Lern-Labors kaum beachten, da sie unterschiedliche Prämissen verfolgen. In der Praxis kann die Konstruktion der Lautsprecher nicht abgeschlossen werden. Da sich die Studierenden in ihrer Planung nicht auf eine Alternative geeinigt haben, müssen sie sich während der Experimentiersituation verständigen, wie sie diese zu einem geeigneten Abschluss bringen.

Zusammengefasst finden in dieser Gruppe vor allem *spontane Reaktionen* auf unerwartete Situationen statt. Besonders der Zeitfaktor wird von den Studierenden oftmals nicht optimal bedacht. So wird beispielsweise das zentrale Diagnoseinstrument von dem ersten Termin auf den zweiten verlegt und die Konstruktion von einem auf zwei Termine ausgeweitet. Als diese dann sogar so viel Raum einnimmt, dass sie nicht vollendet werden kann, muss sie für eine Fehlerbesprechung abgebrochen werden. Weiterhin zeigt sich, dass die Gruppenmitglieder in mehreren Punkten unterschiedlicher Meinung sind. So ist es für S3 relevant, basierend auf dem umfangreichen Vorwissen der Schülerinnen und Schüler, die Aufgabe zu öffnen. S1 weist auf den ersten Nachmittag hin, der aufgezeigt hat, wie Schülerinnen und Schüler an eine engmaschige Instruktionskultur der Schule gewöhnt sind. Ein freies Vorgehen weist somit eine unzureichende Passung betreffend der Motivation der Schülerinnen und Schüler auf.

Die Häufung von Meinungsverschiedenheiten verdeutlicht, warum die Studierenden es als belastend empfinden, die Experimentiersituation zu dritt durchführen zu müssen. Die Planung verhindert in ihren Augen die spontane Reaktion auf die Schüleräußerungen, da sich die persönlichen Vorstellungen während der Umsetzung zu stark unterscheiden. Die Studierenden haben deshalb keinen Weg gefunden, wie sie sich während der Umsetzung absprechen können, um besser auf die Lernenden einzugehen. Für die Planung ihres Experimentierangebots sind die Studierenden außerdem so vorgegangen, dass sie zunächst nur eine *grobe Planung* konzipiert haben, die sie erst im Anschluss an den ersten Termin ausformuliert haben. Dieser Umstand kann erklären, warum die Studierenden oftmals Schwierigkeiten damit haben, ihre Anpassungen zu beschreiben.

9.1.2.6 Potential für die Professionalisierung dieser Studierenden

Die Studierenden zeigen anhand ihrer Vorbereitungen und deren Umsetzung, dass trotz besprochener Planung in der Lehrveranstaltung die Praxis suboptimal verläuft. Durch die Analyse in diesem Fall können mehrere Ansatzpunkte für Gespräche über die Ansichten und Probleme der Studierenden innerhalb der professionellen Handlungskompetenzen herausgearbeitet werden: Die

Studierenden verlassen sich auf ihre Intuition was das Planen von Schülervorwissen betrifft, machen sie im Vorfeld keine Gedanken über Handlungsalternativen, obgleich dies eines der Ziele der adaptiven Lehr-Lernumgebung ist, und attribuieren den Misserfolg stets auf äußere Faktoren, ungeachtet der eigenen Versäumnisse. Die Studierenden zeigen dadurch ihre Probleme bei der Umsetzung der Aufgabe. Durch diese Ergebnisse kann argumentiert werden, dass die Anforderungen an die Studierenden zu hoch gesteckt werden und das Lehr-Lern-Labor zu komplex konstruiert wurde. Ein solcher Misserfolg kann allerdings auch den Studierenden eröffnen, an welchen Stellen sie bei einer erneuten Durchführung oder in der späteren, beruflichen Praxis genauere Vorbereitungen benötigen, um den Lernerfolg der Schülerinnen und Schülern zu gewährleisten.

Die Interviews zeigen darüber hinaus, dass das eingesetzte Modell dazu geeignet ist, durch die fünf Teilprozesse die Erfahrungen der Studierenden nachzuzeichnen. Die umfassende Verteilung aller Textstellen auf die verschiedenen Kategorien verdeutlich dadurch die umfangreiche Modellierung der Abläufe für die Studierenden. Das weitere Vorgehen muss jedoch explizit auf die Probleme der vorliegenden Gruppe A durch den Vergleich der Umsetzungen anderer Studierendengruppen eingehen und bei einer Häufung von Verfehlungen der Lernziele eine Anpassung der Laborsituation herbeiführen.

9.1.3 Fallbeispiel Gruppe F – Schulische Strenge am außerschulischen Lernort

Die Gruppe F beschäftigt sich während der Zeit im Lehr-Lern-Labor mit der Optimierung einer Luft-Wasser-Rakete. Dabei gehen die Studierenden einen unerwarteten Weg, als sie feststellen, dass ihre Schülerinnen und Schüler durch die Lernumgebung nur zu einem spielerischen Umgang ermutigt werden und keine Lernerfolge erzielen. Die Adaption der Lehrimpulse, basierend auf der Offenheit der Experimentiersituation, findet sich in dieser Form bei keiner der anderen Gruppen. Die genaue Analysesoll dementsprechend weitere Anhaltspunkte für die generelle Ergebnispräsentation liefern. Der zuvor beschriebene Fall konnte Problemsituationen aufzeigen, in denen die Studierenden die Experimentiersituationen kaum kontrollieren können. Die Gruppe F wiederum die Intention, die Kontrolle fortwährend zu behalten, da für sie das Erreichen der Ziele besonders wichtig ist. S2 beschreibt dies wie folgt:

> *Also das heißt, es ist schon irgendwo geführt, weil wir wollen ja irgendwo hin, weil also ich persönlich halte nichts davon, einfach so komplett forschend-entdeckend das einfach dann die ganze Zeit machen lassen und ob nun was Gutes rauskommt oder nicht, klar kann man aus Fehlern auch lernen, aber im Endeffekt wollen wir ja am Ende der Stunde einen Prototypen haben, den wir dann ja weiter verwenden können, damit der Rest dann auch da ist, ne (S2, Gruppe F, Interview 1, Zeilen 377-382).*

Die Abbildung 9.2 zeigt den vorgesehenen Ablaufplan der Gruppe F und die Konstruktion und Erforschung einer Luft-Wasser-Rakete durch die Schülerinnen und Schüler. Während des ersten Termins steht die Konstruktion eines Prototyps im Mittelpunkt, der über die zwei weiteren Termine hinweg untersucht wird, um zuletzt ein Zielschießen absolvieren zu können.

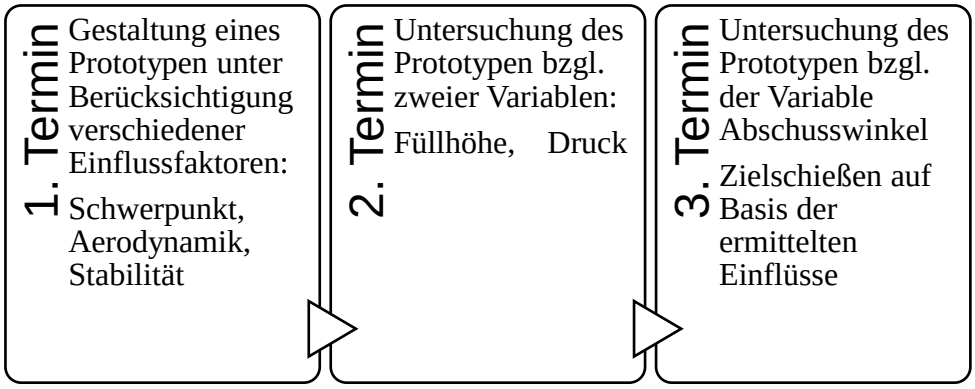

Abbildung 9.2 Geplanter Ablauf der Experimentiersituation von Gruppe F

9.1.3.1 Teilprozess Planung

Die Studierenden strukturieren ihre Planung mithilfe des „*backbone*“-Planungsraster. Dadurch sind die Lernaufgaben und Diagnosetools sowie die Erwartungen an diese zu formulieren. Dies bringt mit sich, dass die Studierenden die Erwartungen an die kognitiven Prozesse nicht nur während der Durchführung beachten, sondern bereits für die Planung explizieren. S1 formuliert das wie folgt:

> *Wir haben, also wir entwerfen ja auch zu den einzelnen Stunden ja auch so ein ‚backbone‘-Schema, da sind natürlich auch immer die einzelnen Lernaufgaben, die wir geben, gestellt und da haben wir natürlich, es gehört halt dazu, zu den-- dann immer ne jeweilige Diagnose anzugeben und ne Erwartung dann anzugeben. Da haben wir es halt ganz explizit aufgeführt, was wir erwarten, in mehreren Schritten auch immer, aber das kann man jetzt glaube ich nicht so allgemein immer sagen (S1, Gruppe F, Interview 1, Zeilen 120-125).*

Antizipation der Lernprozesse

In Bezug auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schülern erwarten die Studierenden, dass während der Experimentiersituation besonders auf alltagsnahe Begründungen und Vergleiche für aerodynamische Phänomene zurückgegriffen wird. Daraus leiten sie den Bedarf an Hilfestellungen der Lernenden für eine strukturierte Formulierung von Hypothesen ab. Für ihre Planung fehlt den Studierenden der Bezug auf die Sicht der Schülerinnen und Schüler. Da sie diese aufgrund des Designs nicht zuvor erheben können, müssen sie selbst einige Annahmen treffen. Die Studierenden gehen davon aus, dass die Schülerinnen und Schüler zwischen 13 und 15 Jahre alt sind und bereits

kinematisches *Vorwissen* haben. Nichts desto trotz versuchen sie ihre Experimentiersituation so zu gestalten, dass prinzipiell *kein Vorwissen* vorhanden sein muss. Vielmehr sollen die Schülerinnen und Schüler situationsbezogen das Wissen selbstständig erarbeiten. Die Studierenden teilen ihre Lernumgebung in folgende *Segmente* ein: Zunächst sollen die Lernenden die aerodynamischen Variablen kennenlernen, sodass die kinematischen Definitionen von Geschwindigkeit und Beschleunigung erst ab dem zweiten Termin relevant werden. Außerdem soll der erste Termin dazu genutzt werden, die weitere Struktur einzuführen und die Schülerinnen und Schüler mit ihren individuellen Vorstellungen kennenzulernen:

> *Das haben wir gar nicht ganz genau besprochen. [I: Ok. Können wir jetzt auch gerne--] Aber, was ich jetzt so sagen würde, ist ja, das ehm, ein wissenschaftlicher Umgang oder ein naturwissenschaftlicher Umgang mit Problemen ein anderer ist als der aus dem Alltag, als da es aber doch ziemlich viele Überschneidungen gibt und ehm, und ich glaube, dass die Kinder gerade in dem Alter ehm schon eigenständig Probleme lösen können und drüber nachdenken können, wie komme ich zu dem Ziel, wo ich hin möchte, aber sich immer auf irgendwelche anderen Personen beziehen und ehm, versuchen, mit denen, also dass die den Lösungsweg mit vorgeben. (S3, Gruppe F, Interview 1, Zeilen 128-133).*

Die vorangestellte Interviewpassage illustriert, dass die Studierenden bzgl. der *Problemlösekompetenz* der Schülerinnen und Schüler bereits ein gewisses Maß an Selbstständigkeit erwarten. Sie gehen davon aus, dass die Schülerinnen und Schüler die gestellten Probleme zielgerichtet erarbeiten können, wobei sich solche wissenschaftlichen Aufgaben von alltäglichen Problemen unterscheiden. Dies spiegelt sich auch in der *Elementarisierung* wider, welche die Studierenden durch den Verzicht auf belastbare Auswertungen der Experimente erzielen, um die Schülerinnen und Schüler nicht mit komplexen Formeln zu überfordern. Aus Sicht der Studierenden soll das Lehr-Lern-Labor die Schülerinnen und Schüler dazu befähigen, in Zukunft solche Fragestellungen inklusive der Bildung von Hypothesen durchführen zu können, was im folgenden Zitat von S3 der Gruppe F nachzuvollziehen ist:

> *Also, wir lassen sie ja schon eigenständig arbeiten und auch, die sollen ja gucken, warum fliegt sie nicht und da werden die verschiedene Hypothesen aufstellen, warum das so ist und werden das dann untersuchen und das werden die auch machen. Aber wir haben trotzdem für uns einen Fahrplan, wo wir letztendlich hin wollen und somit geben wir eigentlich ein Ziel vor, was die dann erreichen. Es ist schon von uns aus irgendwie gelenkt und in eine Richtung gesteuert, sie sollen trotzdem noch eigenständig dabei arbeiten (S3, Gruppe F, Interview 1, Zeilen 362-367).*

Diese Äußerung leitet bereits eine Verbindung zu einer weiteren Kategorie des Auswertungsschemas ein. Die Studierenden beschäftigen sich im Vorfeld des Lehr-Lern-Labors mit den *Zielen*, welche die Schülerinnen und Schüler durch die Teilnahme an ihrem Lernangebot erreichen sollen. Neben dem bereits erwähnten Erarbeiten experimenteller Abläufe sollen die Schülerinnen und Schüler über den „zielgerichteten Flug“ nachdenken, sodass sie problematische Ausgangssituationen in Zukunft strukturieren können. Um das Ziel zu erreichen, sollen die Schülerinnen und Schüler mehrere Optimierungsvorgänge durchlaufen, sodass sie dadurch an ihren *prozessbezogenen Kompetenzen* arbeiten können. Bei der Untersuchung verschiedener

Variablen auf die Flugeigenschaften der Luft-Wasser-Rakete legen die Studierenden gesteigerten Wert auf die Systematik bei der Durchführung. Jede untersuchte Eigenschaft wird dafür im Anschluss analysiert und generalisiert, um möglich zu machen, das erlangte Wissen auf andere Kontexte zu transferieren. Diese Systematik beinhaltet außerdem die Anfertigung von Versuchsprotokollen, die unter anderem eine Fragestellung, Hypothesen und einen Versuchsplan beinhalten. Die Studierenden gehen dann davon aus, dass die Schülerinnen und Schüler selbst bei unterschiedlichen Vorstellungen vergleichbare Ergebnisse erlangen, sodass ihre wissenschaftlich-orientierte Herangehensweise legitimiert wird.

Ihre Vorbereitung planen sie allerdings nicht bis zum Ende durch, sondern vertrauen auf ihre Spontanität, um die Lehrsituation so intensiv wie möglich nutzen zu können. Für die Studierenden sind somit Überlegungen zu *Adaptionsmöglichkeiten* überflüssig, da sie in Problemsitzungen ihre eigenen Kompetenzen erproben wollen. Die Studierenden fordern dadurch direkt einen Aufbau ihrer professionellen Handlungskompetenzen heraus und können neben ihren stark ausgeprägten Planungskompetenzen somit ihr prozedurales Professionswissen im Lehr-Lern-Labor ausbauen.

Zentrale Handlungskomponenten im Lehr-Lern-Labor

In den zuvor getätigten Äußerungen zu den Lernzielen der Studierenden wird bereits unmittelbar die Struktur der Lernumgebung deutlich. Zunächst erkunden die Schülerinnen und Schüler die Flugeigenschaften unterschiedlicher Flugobjekte, sodass daran die Variablen für die weiteren Experimente herauskristallisiert und außerdem *inhaltliche Grundlagen* auf qualitativer Ebene gelegt werden. Das *Experimentieren* steht somit an den letzten beiden Terminen im Mittelpunkt. Somit erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, ihre prozessbezogenen Kompetenzen in diesem Bereich auszubauen. Um diesen forschenden Charakter zu unterstützen, setzen die Studierenden nur wenige *Arbeitsblätter* ein, sondern sammeln die Ergebnisse gemeinsam mit den Lernenden an einer Tafel. Auch die *Diagnosesituationen* beziehen die Studierenden direkt in die Experimentierprozesse und deren Auswertung mit ein, indem sie eine Person die Schülervorstellungen und Hilfestellungen protokollieren lassen und die Ergebnisse der Experimente auf einem Flipchart-Bogen festhalten.

Struktur der Instruktionen

Besonders diese Gruppe ist von der Vereinbarkeit von *Forschendem Lernen* und *instruktionaler Führung* der Lernprozesse geprägt. Während die Schülerinnen und Schüler zwar Probleme lösen sollen, werden sie, sobald sie die Problemstellung erarbeitet haben, strikt angeführt. Darin sehen die Studierenden kein Hindernis, da die Anleitung durch das Abschießen der Rakete in den Hintergrund tritt. Dieser Vorgang ist allerdings auch mit vielen Hilfestellungen verknüpft ist. Das folgende Zitat zeigt die Skepsis der Studierenden gegenüber der Zieloffenheit des *Forschenden Lernens*.

> *Ja genau, ne Struktur zu-- weil du dann nen geordnetes oder wenn du dann den Wissensprozess oder Lernprozess auch steuern kannst. Wenn du jetzt, wie wir in der ersten Stunde hatten, rein so forschend und entdeckend reingehst, dann kann das dahin gehen, das kann dahin gehen, natürlich kann es auch die gerade Linie nehmen, wenn du Glück hast, wenn die halt gewisses Vorwissen haben und schon mal so gearbeitet haben, aber so*

wie bei uns, dann fliegt dir halt alles um die Ohren erst mal ne, also dann-- es ist halt einfach so (S2, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 398-403).

Auch wenn die Studierenden auf ein hohes Maß an *Struktur* setzen, wollen sie sich in der Bastelphase des ersten Termins zurückhalten, um die Schülerinnen und Schüler frei ausprobieren zu lassen. Während der iterativen Prozesse des Experimentierens beabsichtigen die Studierenden, einen anderen Weg zu gehen die Schülerinnen und Schüler durch ihre Anweisungen leiten. Die Studierenden sind sich dieses Widerspruchs bewusst und wollen aus diesem Grund untersuchen, ob ein geschlossener Rahmen zu intensiveren Arbeitsphasen führt. Sie sind der Meinung, dass das Textlesen durch die Routine aus der Schule die intensivste Arbeitsphase des Lehr-Lern-Labors sein wird. Für eine erneute Durchführung fänden die Studierenden den Austausch mit den zuständigen Lehrkräften interessant, um deren Erfahrungen aus dem Unterricht in die Planung des Lehr-Lern-Labors einzupflegen.

Die Studierenden legen am ersten Experimentiernachmittag den Fokus auf die Eigenständigkeit der Schülerinnen und Schüler. Die Studierenden zeigen dadurch, dass sie bereits in der Planung mehrere Dimensionen berücksichtigen, um das Angebot so optimal wie möglich für die Schülerinnen und Schüler vorzubereiten. Auch die Aspekte, die sie nicht so durchdringend vorbereiten, ist dies auf eine bewusste Entscheidung der Studierenden zurückzuführen.

9.1.3.2 Teilprozess Durchführung

Im Gegensatz zu der zuvor analysierten Gruppe A, kommt es während der Durchführung in der Gruppe F zu keiner großen Diskrepanz zwischen ihrer Planung und der Durchführung. Darüber hinaus ist auch der Zusammenhalt oder das Lehr-Lern-Klima nicht durch die Lehrtätigkeit in der Dreiergruppe gestört. Da sich die Studierenden aber dazu entscheiden, in gewissen Aspekten spontan in der Praxis zu reagieren, ist besonders die Analyse dieser Kategorie von Interesse.

Spontane Adaption

Die Studierenden gehen davon aus, dass die Schülerinnen und Schüler motiviert sind und deshalb auch ohne umfassende Anleitung die Raketen basteln können, wie das folgende Zitat illustriert.

Aber die Ideen selber, glaube ich schon, dass die von den Schülern alleine kommen. Ich glaub jetzt nicht, dass da drei Schüler sitzen, die noch nie ne Rakete gesehen oder irgendwie was, aber, ne und selbst wenn, kann man sich das vielleicht ein bisschen herleiten und dann würden wir halt auch spontan darauf reagieren, denn ich meine, man kann ja nicht alles vorbereiten, [I: Nee.] es gibt wahrscheinlich Lehrer, die das wollen, die dann für jeden, wenn jemand auf Toilette möchte, da muss ich das und das machen, ja gibt's ne so, aber ich finde, dieses spontane macht es ja auch gerade in diesen Sachen so lehr-- für uns vielleicht lehrreich noch mehr (S3, Gruppe F, Interview 1, Zeilen 154-160).

Wahrscheinlich ist dies allerdings dem Umstand geschuldet, dass die Studierenden *spontane Änderungen* durchführen können, die in der Planung berücksichtigt werden. Wie im obigen Zitat dargestellt, gehen die Studierenden davon aus, dass keine Planung jemals abgeschlossen ist bzw. optimal und perfekt sein kann. Auch hier unterscheiden sich diese Studierenden stark von der

Gruppe A, da sie die Lehr-Lern-Umgebung bewusst dafür nutzen wollen, spontan zu reagieren. Für sie ist somit auch die Arbeit in der Gruppe kein Hindernis, da sie von vornherein *von ungeplanten Situationen ausgehen*. Es scheint so, als würde diese Offenheit gegenüber unerwarteten Problemen die Studierenden in der Durchführung bestärken, sodass die Planung ohne große Hürden umgesetzt werden kann. Dies zeigt sich dadurch, dass sie zwar die Vorbereitung mithilfe des „*backbone*"-Planungsrasters anfertigen, allerdings im Unterricht vereinzelt davon absehen, um sich *individuell anzupassen*. Auch die Aufgabenverteilung geschieht während der Termine zum Teil intuitiv. So erkennen die Studierenden den größeren Bewegungsdrang einer Schülerin oder eines Schülers und beschäftigen diese Person deshalb mit Extraaufgaben während der experimentellen Phasen, um sie körperlich besonders zu fordern.

Als die Studierenden ihre Schülerinnen und Schüler kennen lernen, stellen sie fest, dass ihre anvisierte Altersspanne nicht erfüllt wird. Aus diesem Grund recherchieren sie in Schulbüchern, welches Vorwissen erwartet werden kann. In der Tat kommen die Schülerinnen und Schüler mit wenig Vorwissen, nicht nur bzgl. der physikalischen Themen, sondern auch bzgl. experimenteller Abläufe. Die Studierenden konzipieren deswegen einen Ablauf, der phänomenologisch angelegt ist. Dabei wird die Dichte der theoretischen Inhalte stetig erhöht. Sie halten es trotzdem nicht für sinnstiftend, die Schülerinnen und Schüler mit den zugrundeliegenden Formeln zu konfrontieren.

Eigeneinschätzung der Studierenden zu ihren Lehrhandlungen

Die Studierenden der Gruppe F sehen kein Problem darin, die Lernumgebung gemeinsam durchzuführen. Allerdings haben sie sich außerdem darauf geeinigt, den *Betreuungsschlüssel* zu verändern und ein Gruppenmitglied mit der Ausfertigung eines *Protokolls* zu beauftragen. Es scheint jedoch für das Teamteaching viel wichtiger zu sein, ob sich die Gruppe untereinander versteht oder ob die Studierenden sich in die anderen Mitglieder ihrer Gruppe hineinversetzen können, wie es bei der Gruppe A vorgekommen ist. In der vergleichenden Analyse muss deshalb untersucht werden, ob die Veränderung des Betreuungsverhältnisses stets zu einem positiven Verlauf der Lernumgebungen führt oder ob dies in dieser Gruppe ein Einzelfall ist. Überdies kann überprüft werden, ob die Probleme die Gruppe A hat, weil sie das Betreuungsverhältnis nicht verändern, auch bei anderen Studierendengruppen auftreten.

Ein weiterer Punkt ist das Verständnis der Studierenden als *Moderatoren oder Coaches* im Gegensatz zur Lehrkraft, da sie für die Schülerinnen und Schüler zunächst eine Unterstützung implementieren, die sie, wie ein Gerüst, immer weiter zurückbauen können. Dieser Ansatz wird in der Literatur als *cognitive apprenticeship* beschrieben und ist eine konstruktivistisch geprägte Unterrichtsform. Ob die Studierenden, welche diese Form der Unterstützungsmaßnahmen einsetzen, allerdings tatsächlich konstruktivistische Überzeugungen vertreten, muss im zugehörigen Abschnitt geklärt werden. Die in der Theorie beschriebenen Verstärkungseffekte von Gruppenarbeiten für die Professionalisierung, kann durch dieses Beispiel in jedem Fall unterstützt werden.

9.1.3.3 Teilprozess Diagnose

Die Aspekte des Kontexts der Luft-Wasser-Rakete setzen die Studierenden durch einen hohen experimentellen Anteil um. Deshalb müssen die Studierenden Wege finden, wie sie die Diagnose der Lernprozesse und Leistungsstände in die praktische Arbeit integrieren.

Diagnosemittel

Um den praktischen Anforderungen gerecht zu werden, gestalten die Studierenden ein *Tafelbild*, das gleichzeitig als Datenquelle für ihre Diagnose herhalten kann. Die gleichbleibende Struktur des Tafelbilds hilft den Schülerinnen und Schülern, sich daran zu beteiligen. Die Studierenden erwarten, dass es den Lernenden dabei immer leichter fällt, das Diagnosetool auszufüllen und dass die Schülerinnen und Schüler besonders bei der Formulierung von Hypothesen Unterstützung benötigen, die sie gleichzeitig motivieren soll. Außerdem erkennen die Studierenden eine Hürde für die Schülerinnen und Schüler in der Verknüpfung von Fachwissen mit den formulierten Hypothesen, weshalb gerade diese durch Diagnosezettel überprüft wird. Dazu werden die Annahmen auf einem Flipchart-Papier gesammelt, sodass den Schülerinnen und Schüler die Relevanz der Forschungsabsichten deutlich wird. Da die Studierenden allerdings Interesse daran haben, diese Hypothesen korrekt zu formuliert, verwundert die richtige Formulierung der aufgestellten Vermutungen nicht. Dadurch kann die Diagnose zu keinem anderen Ergebnis kommen kann, weshalb die Studierenden die Synthese des Wissens während der Generalisierung überprüfen, um die Sicherung der Lernziele durchzuführen.

Die Studierenden sehen die Diagnose durch das Formulieren von Hypothesen und Merksätzen als inhaltsbezogene Diagnose an. Für sie können diese Instrumente allerdings auch *Lernprozesse* nachzeichnen, wenn die Entwicklung der Ergebnisse mit einbezogen wird. Wie diese Daten festzuhalten sind, stellen die Studierenden allerdings nicht vor. Die Experimentierphase am zweiten Termin wird mittels einer *Diagnose zum Experimentieren* eingeleitet. Dazu erheben die Studierenden durch eine Wiederholung der zuvor erlernten Inhalte, was die Schülerinnen und Schüler verarbeiten können. Ein weiterer Aspekt dieses Diagnosetools ist die Erhebung von Einstellungen zum Experimentieren der Schülerinnen und Schüler. Um auch ihre eigenen Lernprozesse zu fördern, führt außerdem an jedem Nachmittag eine Person aus der Gruppe *Protokoll*, das die erteilten Hilfestellungen festhält, sodass diese in der Reflexion analysiert und unter Einbezug der Diagnosedaten zum Schluss verallgemeinert werden. KM01 (aus der Gruppe F) beschreibt auf einem der Fragebögen, wie sich die Prozesse „diagnostizieren ließen [und zwar] mit Hilfe des Protokolls und der Mitschriften der SuS bzw. derer an der Tafel.“ (KM01, Abschlussbefragung)

Funktionen der Diagnosesituationen

Die Diagnostik von Lernprozessen ist für die Studierenden von großer Bedeutung. Die Reflexionsgespräche zwischen den Treffen verhelfen ihnen, ihre Wahrnehmung zu verbessern, da *Optimierungen* besprochen werden können. Für die Praxis halten sie diese Schritte ebenso für sehr relevant. Neben der Diagnose ihres Unterrichts können sie sich für ihre berufliche Zukunft vorstellen, an kollegialen Hospitationen teilzunehmen und Möglichkeiten des Teamteachings anzuwenden, um ihren Unterricht durch andere professionelle Personen begutachten zu lassen. Durch die Teilnahme am Modul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ ist für die Studierenden die *Relevanz von Diagnose* bestätigt worden. Ihrer Meinung nach muss die Diagnose bereits eine zentrale Rolle in der Planung einnehmen. Allerdings muss dazu eine ausgereifte Methodensammlung vorhanden sein. Die Studierenden beschreiben, dass sie die Diagnosemittel zum einen zur *Sicherung der Ergebnisse* einsetzen und zum anderen zur Erhebung von *Vorwissen* bzgl. des Experimentierens anwenden. Diese Stellungnahme bezieht sich allerdings nicht explizit

auf die Fertigkeiten oder Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler. Die Ausführungen bzgl. der Diagnosesituationen weisen deutlich auf das umfangreiche fachdidaktische der Studierenden hin. Die tatsächliche Anwendung dieses vorhandenen Professionswissens muss in der Praxis bzw. im kommenden Abschnitt überprüft werden.

Ergebnisse der Diagnosetools

Die Diagnosedaten der Studierenden, die anhand einer unstrukturierten Beobachtung gesammelt werden, weisen auf eine *Annäherung zwischen Lernangebot und Schülerinnen und Schüler* hin. Dabei wird vor allem die *Kommunikation während des letzten Termins* fokussiert, die sich deutlich vom Beginn des Experimentierangebots unterscheidet. Das Lehrformat wandelt sich laut der Studierenden von einer präzisen Instruktion zu lernunterstützenden Impulsen. Diese werden von S1 wie folgt beschrieben:

> *Die Daten, also wir haben es ja auf jeden Fall schon darauf festgestellt, dass wir ja am Anfang relativ weit auseinander waren und immer näher aneinander gekommen sind. [S2: Sieht man ja hier auch.] Und das ist halt auch-- es ist halt in unseren Daten, die wir aufgenommen haben, auf jeden Fall auch erkennbar. Wobei ich jetzt noch sagen würde, das es auch definitiv ein persönlicher Eindruck ist, den ich hatte. Also ich hatte in der dritten Stunde auf jeden Fall schon besser das Gefühl, dass ich mit denen zusammen kommuniziert habe. Dass wir zusammen was gemacht haben. [S2: Ja.] Dass ich dann nicht sage: ‚Macht das', sondern dass das von denen selber kommt, ‚Lass mal das ausprobieren', und dann musste ich einfach nur sagen: ‚Raus, mach mal.' (S1, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 199-206).*

Die Reflexion der Adaptionen wird vertiefend im zugehörigen Teilprozess vorgestellt.

Neben der erwirkten Veränderung der Struktur sind die obengenannten Erkenntnisse zur Kommunikation und Forschungsvoraussetzungen die einzigen Ergebnisse der Diagnostik. Besonders das *Diagnosemittel* „Tafelbilder" muss kritisch gesehen werden, da die Studierenden ein gesondertes Interesse daran haben, keine fachlich inkorrekten Aussagen festzuhalten. Es handelt sich also nicht wirklich um eine Möglichkeit, die ungefilterten Gedanken der Schülerinnen und Schüler festzuhalten.

Die tatsächliche Umsetzung der Diagnose erfüllt nur einen kleinen Teil der angedachten Funktionen der Diagnosemittel, welche die Studierenden antizipieren, wie in der Betrachtung der Ergebnisse deutlich wird. Es zeigt sich somit, dass das Wissen der Studierenden in diesem Aspekt träge bleibt und keine handlungsleitende Funktion einnimmt.

Reflexion der Diagnosemittel

Im Nachhinein stellen die Studierenden fest, dass die Diagnose von *Lerneingangsvoraussetzungen* ihr Projekt interessanter und effizienter gemacht hätte. Sie gehen dabei von einer Verbesserung der *Passung zwischen Lernenden und Lernangebote* aus, wenn eine lernstandsgerechte Einbindung von Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler beachtet wird. Dadurch wird eine Aktivierung von Motivation und Interesse bei diesen vereinfacht. Diese Erhebung des Vorwissens würden die Studierenden bei erneuter Durchführung am Anfang ihres

Experimentierangebots ansetzen, ohne dass die Schülerinnen und Schüler dies als Testsituation empfinden.

Ausgehend von den steten *Veränderungen der Protokolle* wird ihnen die Relevanz des Austausch über die Beobachtungskriterien deutlich, um die Ergebnisse vergleichbarer zu machen. Auf weitere *Probleme der Diagnosetools* gehen die Studierenden nicht ein, obwohl einige Probleme bereits bei einer flüchtigen Betrachtung auffallen, wie die bereits beschriebene Problematik der Sicherung im Hinblick auf das Interesse an einer fachlich korrekten Formulierung der Tafelbilder.

9.1.3.4 Teilprozess Reflexion

Die Studierenden haben durch die Reflexion die Möglichkeit, Schwächen und Stärken ihrer Lernumgebung in ihrer Kleingruppe zu besprechen und diese an das weitere Vorgehen im Lehr-Lern-Labor anzupassen. Außerdem entwickeln sie dadurch ein Verständnis für die Bedeutung der Reflexion von Unterricht, die dabei helfen kann, Lernziele zu erreichen und selbst einen kritischen Blick zu entwickeln.

Grundlage der Reflexion

Die Studierenden erkennen, dass das eingesetzte *Planungsraster* ihnen eine Struktur gibt, die sie in kurzer Zeit und mit wenig Aufwand an die Bedürfnisse der unterschiedlichen Schülerinnen und Schüler anpassen können. Die Studierenden der Gruppe F sehen die Möglichkeit, ihre Lehrpersönlichkeit mittels der gegebenen *Hilfestellungen* zu diagnostizieren und zu reflektieren. Die Bereitschaft zur Anpassung sowie die Umsetzung der Veränderungen ein individueller Prozess wird weiterhin von der Gruppe anerkannt. Dazu passt, dass die Studierenden für ihre Planung eine Person für jeden Termin bestimmt haben, die sich Notizen macht und damit die Hilfestellungen der Studierenden protokolliert. Während der Reflexionstreffen wird vor allem das *Protokoll* vorgestellt. Die Gruppe geht nicht von einer Umsetzung der Hinweise während des nachfolgenden Termins aus, sondern rechnen damit, dass jeder und jede seine oder ihre eigenen Schlüsse aus den Anmerkungen zieht.

> *Also er hat halt das Protokoll vorgelesen und dann bei Knackpunkten, würde ich jetzt mal sagen, haben wir dann kurz unterbrochen und uns unterhalten. Dann hab ich halt den Knackpunkt festgehalten nochmal extern. [I: Ok.] Dann, wo wir mit dem Protokoll durch waren und auf dem anderen Blatt nochmal die Knackpunkte haben, haben wir gesagt, ‚Ok, wollen wir das besser machen, inwiefern wollen wir das besser machen, was hat das für einen Einfluss auf unsere Planung und unsere Durchführung?‘ Dann, also darüber haben wir uns halt Gedanken gemacht und dann haben wir das an unsere, also wir hatten vorher schon ne Idee, wie das aussehen sollte und dann haben wir das halt verändert und dann so umgesetzt, wie wir denken, dass unser Ergebnis von unserer Forschungsfrage das in den richtigen Rahmen bringt. Also, das beste Beispiel wäre halt, dass wir diesen Rahmen halt jetzt ein bisschen enger machen. [I: Ok.] Weil wir halt meinen, gesehen zu haben, dass die Schüler halt die Routine damit fehlt, die sind sehr unsicher damit und wir wollen denen halt ein bisschen Sicherheit zurückgeben, damit wir halt wieder ne größere Beteiligung mitkriegen. Die sicherer sind und wissen, in welchem Rahmen sie sich bewegen und was sie sagen dürfen und ob das schlimm ist oder nicht, dann kommen halt*

auch mehr Beiträge. Also ist unsere Erwartung jetzt. Habe ich hier aufgeschrieben. Das war halt das Ergebnis von unserer gestrigen Sitzung (S1, Gruppe F, Interview 2, Zeilen 435-450).

Die Vorstellung des *Protokolls strukturiert* laut S1 der Gruppe F somit die *Reflexionssitzungen* der Studierenden. Dadurch können sie Fehler und Defizite ihrer Lernumgebung ausfindig machen und die weitere Planung daraufhin anpassen. Ihnen ist die Unterscheidung der *Selbst- und Fremdeinschätzung des Unterrichts* bedeutend, selbst wenn diese für konkrete Aspekte übereinstimmen. Dies zeigt für die Studierenden, dass es keinen „goldenen Weg“ gibt, sondern je nach Lehrperson unterschiedliche Alternativen den optimalen Ablauf darstellen. Die Hilfestellungen werden von den Studierenden nicht weiterentwickelt. Sie nehmen vielmehr die veränderte Struktur und deren Auswirkungen auf die Schülerinnen und Schüler in den Blick.

Reflexion über Prozesse der Lernenden

Neben den eingesetzten Diagnosetools ist die Sicht auf die Leistungsentwicklungen und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler besonders interessant für die Analyse des Teilprozesses. Die Lernenden teilen sich in zwei Gruppen. Dadurch bestimmt zunächst eine Person überwiegend das Geschehen. Dies ändert sich erst bei den Experimenten, die eine Beteiligung aller Schülerinnen und Schüler mit sich bringen. Diese Abhandlung beschäftigt sich ausschließlich mit den Handlungen und geht nicht auf die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler ein. Bei Problemen geben sie direkt eine Hilfestellung. Hier wird nicht darauf eingegangen, gezielt *Diagnosedaten* zu gewinnen, sondern vielmehr müssen die Studierenden spontan darauf reagieren. Die Studierenden empfinden einige Teilnehmende als infantil, was sie an dem ausgeprägten Spieltrieb der Schülerinnen und Schüler festmachen. Für die Studierenden führt der offene Rahmen der Experimentierumgebung dazu, dass die Schülerinnen und Schüler die Arbeit an ihrem Prototyp nicht ernst nehmen und das Angebot nicht als Möglichkeit etwas zu lernen wahrnehmen. Dadurch ist ihr Prototyp für die weitere Verwendung nicht brauchbar. Im späteren Verlauf des Experimentierangebots stellen die Studierenden fest, dass besonders eine Person, die zuvor als infantil bezeichnet wird, dennoch einen guten Überblick über die erlernten Inhalte hat. Deshalb gehen die Studierenden später davon aus, dass diese Person ihre eigenen Lernprozesse gehemmt hat. Eine weitere teilnehmende Person verfügt nach ihrer Ansicht bereits über weiterentwickelte kognitive Fähigkeiten, obwohl alle Teilnehmenden im gleichen Alter sind.

Die Einteilung der Schülerinnen und Schüler in feste *Leistungskategorien* bzw. Rollen in der Lerngruppe verändert sich von Termin zu Termin. Jede Schülerin und jeder Schüler nimmt die führende Rolle während eines Experimentiernachmittags ein. Dies führen die Studierenden darauf zurück, dass die Teilnehmenden unterschiedliche Schulen besuchen und somit individuelle Vorerfahrungen gesammelt haben sowie verschiedene Themen im Unterricht behandelt haben.

Wenngleich die Studierenden in der *Reflexion der Hilfestellungen* und damit auch in der Reflexion der eigenen Lehrimpulse einen Schwerpunkt der Nachbesprechung sehen, werden besonders das Verhalten der Schülerinnen und Schüler ausführlich während der Interviews betrachtet. So geben die Studierenden an, dass die Lernumgebung zu offen geplant ist, da es den Schülerinnen und Schülern nicht möglich ist, eine strukturierte Tabelle zu erstellen oder sich auf

die Durchführung des Projektes zu konzentrieren. Dies bringt dieses Zitat eines Gruppenmitgliedes in der Abschlussbefragung zum Ausdruck:

> *Die kognitiven Prozesse, die wir angeregt haben, waren vor allem in der Strukturierung der Gedankengänge der SuS zu finden. Sie waren aufgrund ihres Alters sehr unorganisiert und dadurch schnell unkonzentriert. Sie waren demnach nicht für einen offenen Unterricht geeignet (KM01, Abschlussbefragung).*

Diese Aussage basiert der Gruppe nach auf der ungewohnten Arbeitsweise. Auf der anderen Seite sind die Experimentierprozesse ihrer Meinung nach in der Schule einstudiert worden, sodass die Lernenden in unbewusste Schemata übergegangen sind. Die Studierenden nennen in diesem Zusammenhang die „Konditionierung“ (S1, Gruppe F, Interview 3, Zeile 83) durch die Schule, die einen stärkeren Einfluss auf das Verhalten der Schülerinnen und Schüler hat als angenommen. Nach Ansicht der Studierenden verändern sich die *Persönlichkeiten der Schülerinnen und Schüler* während des schulähnlichem Unterrichts. Während der Experimentiernachmittage verstärkt sich die Beziehung zwischen den Studierenden und den Lernenden. Dies führen sie erneut auf die Bildung von Routinen zurück. Die durchgeführten Anpassungen der ersten Termine (siehe Teilprozess Adaption) schätzen die Studierenden als gelungen ein, sodass sie daran festhalten, um dadurch die *Experimentierkompetenzen* durch die Bildung von Routinen zu unterstützen. Die Schülerinnen und Schüler erleben resümierend somit eine Unterrichtsform, die ihnen nicht geläufig ist. Im Lehr-Lern-Labor werden sie mit Situationen konfrontiert, die sie aus der Schule nicht kennen. Die Studierenden sehen sich außerdem eher als Coach der Lernprozesse und nur nebensächlich als Lehrpersonen. Weshalb die Studierenden dann allerdings nicht ihre Lernziele anpassen, sondern an diesen festhalten und einen enggeführten, instruktionslastigen Verlauf verfolgen, ist allerdings nicht aus den Aussagen heraus zu arbeiten. Dennoch sind sich die Studierenden weiterhin einig, dass Lernen nicht immer mit Zwang zusammenhängen muss, sondern durch Interesse am jeweiligen Fach gefördert werden kann.

Ihre Schülerinnen und Schüler bezeichnen die Studierenden bzgl. inhaltsbezogener Kompetenzen vergleichbar. In ihrer Reflexion beziehen sie sich vielmehr auf Unterschiede zwischen den Persönlichkeiten der Lernenden, welche sich auf die Aufgabenstellungen auswirken. Aus diesem Grund wird für die dominante Person nach Zusatzaufgaben gesucht, sodass für die anderen Schülerinnen und Schüler mehr Raum entsteht, sich an den Experimenten zu beteiligen. Die Anpassung der Aufgabenverteilung läuft dabei keineswegs strukturiert ab, sondern fußt auf einer spontanen Anpassung im Laufe des zweiten Experimentiernachmittags. Während die einen Schülerinnen und Schüler die Aufgaben nicht ernst nehmen, fehlt es anderen an der Fähigkeit, ihren Prozess zu strukturieren. Obwohl sie beschreiben, wie sie manchen Schülerinnen und Schülern Extraaufgaben zuteilen bzw. *individuelle Hürden* identifizieren und somit eine Art der *Differenzierung* durchführen, sprechen sich die Studierenden gegen eine Angleichung der Inhalte an die Schülerinnen und Schüler aus. Dies begründen sie damit, dass die eingesetzten Basismodelle des Lernens keine unterschiedlichen Voraussetzungen vorsehen und sie darüber hinaus nicht wollen, dass die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Ziele verfolgen und dadurch Diskrepanzen zwischen den Ergebnissen entstehen. Eventuell beziehen sich die Studierenden außerdem auf die Erfahrung, die Einteilung der Schülerinnen und Schüler in Leistungskategorien

nach jedem Experimentiernachmittag verändern zu müssen. Deshalb ist es den Studierenden wichtig, sich zunächst ein umfassendes Urteil über den Leistungsstand der Schülerinnen und Schüler zu bilden und sich nicht auf den ersten Eindruck zu verlassen.

Als Ergebnis beschreiben die Studierenden, dass die Schülerinnen und Schüler durch die Experimente im Lehr-Lern-Labor ihren Horizont erweitern können. Für die Studierenden bietet der Einsatz im Lehr-Lern-Labor die Möglichkeit, viele verschiedene Arten von Schülerinnen und Schülern kennenzulernen. Dadurch haben sie bereits im Studium verschiedene Problemsituationen im Klassenraum bereits durchgeführt. Durch die Laborsituation können die Studierenden also Handlungsalternativen generieren, auf die sie in der Praxis zurückgreifen. Persönlich haben die Studierenden die Tragweite der Kritikfähigkeit, als essentielle Voraussetzung für eine gute Lehrperson, eingesehen.

Defizite und Stärken des Lehr-Lern-Labors

Während der Durchführung erkennen die Studierenden, dass sie an ihrer *Kommunikation* arbeiten müssen, da die Schülerinnen und Schüler erst gegen Ende des ersten Termins das Ziel der Experimentiernachmittage nachvollziehen. Dennoch stellen die Studierenden die Erreichung ihrer Lernziele fest, wenngleich die Schülerinnen und Schüler nicht von Anfang an konzentriert mitgearbeitet haben. Allerdings führt die fehlende Prägnanz ihrer Arbeitsaufträge zu der ständigen Wiederholung der Ziele über die gesamte Dauer des ersten Experimentiernachmittags. Ein weiterer Aspekt, der die Lehrerpersönlichkeit der Studierenden in Gruppe F betrifft, ist ihr Umgang mit den Antworten ihrer Schülerinnen und Schüler. Unabhängig davon, ob die Antworten durch die Lernenden korrekt sind oder nicht, bestärken die Studierenden diese Aussagen. Die Studierenden geben an, dies als Instrument zu nutzen, um von den falschen Antworten zu den richtigen Aussagen zu kommen. Allerdings trauen sich die Schülerinnen und Schüler dadurch immer weniger zu, auf die Fragen der Studierenden zu antworten. Die Studierenden stellen also fest, dass ihre Kommunikationsstrategie zwar zunächst funktioniert hat, sich im Nachhinein allerdings kontraproduktiv auf die Atmosphäre im Lehr-Lern-Labor ausgewirkt hat.

Besonders der *praktische Anteil* am ersten Termin sorgt für eine angenehmere Stimmung. Am zweiten Termin gehen die Studierenden erneut davon aus, ihre Lernziele zu erreichen und geben sich zufrieden mit den Messergebnissen der Schülerinnen und Schüler. Die Materialien sind jedoch nicht für die ausgiebige Beanspruchung gefertigt, da die Rakete bereits erste Ausfälle hat. Den dritten Termin setzen die Studierenden ein, um die eingeführten Muster stärker zu vertiefen, sodass die Lernziele gut zu erreichen sind. Als Abschluss werden die Ergebnisse kombiniert und ein Zielschießen veranstaltet. Die Schülerinnen und Schüler können das Ziel kein einziges Mal treffen. Dadurch stellen sich die Studierenden in Frage, ob die Schülerinnen und Schüler ihr Ziel erreicht haben.

Im Gegensatz zum gewählten Ansatz des forschend-entdeckendem Basismodells des Lernens würden die Studierenden bei einer erneuten Umsetzung mit Hilfe der unterrichtenden Lehrkräfte der Lernenden die Lernumgebung zunächst nicht über das Forschende Lernen gestalten. Vielmehr würden sie die Lernumgebung durch Instruktionen strukturieren und erst Schritt für Schritt die Hilfestellungen verringern. Im folgenden Zitat von S1 der Gruppe F wird dies besonders deutlich:

> *Das ist ja hochinteressant für unsere Forschungsfrage. Weil-- also, das haben wir uns ja auch selber gefragt, ob der, eher ein geschlossener Rahmen dazu helfen kann, intensivere Arbeitsphasen zu haben. Ist ja offensichtlich der Fall. Also das war mit Abstand die intensivste Arbeitsphase, die wir in den drei Tagen haben werden. Nur einfach nur, weil die in dieses Schema ‚Text lesen, Text bearbeiten', die haben ihn zwar nicht richtig verstanden, aber halt, dieser Weg dahin, das ist schon so antrainiert, dass das anscheinend super funktioniert. Da hätte man sich vielleicht noch vorher mit der Lehrerin ein bisschen zusammenschließen müssen und die fragen müssen, wie die das im Unterricht machen. Das wär glaube ich noch interessant gewesen. Weil dann hätten wir es ein bisschen abkupfern können oder meinetwegen so Schritt für Schritt in unsere Richtung, wo wir hingehen wollen, dass wir da ein bisschen mehr in diesen offenen Rahmen reingehen und das dann Schritt für Schritt machen und nicht halt direkt. Das wär halt hochinteressant für unsere Forschungsfrage (S1, Gruppe F, Interview 3, Zeilen 113-124).*

Die Studierenden haben also festgestellt, dass die Schülerinnen und Schüler eine klarere *Struktur* benötigen, als sie es zu Beginn des ersten Experimentiernachmittags angenommen haben. Dazu ziehen die Studierenden die Erfahrungen während der Texterarbeitung heran, welche die Schülerinnen und Schüler besonders intensiv durchgeführt haben. Die letzten Termine haben deshalb folgende Struktur: Zunächst werden Überlegungen angestellt, welche Variable zu optimieren ist, aus den Beobachtungen werden Problemstellungen generiert und zuletzt behoben.

Die Reflexion auf Basis der Diagnosemittel weist auf eine anfänglich *schlechte Passung* der Lernumgebung zu den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler hin. Durch die Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern nähern sich die Studierenden mittels ihrer Kommunikationsstrategie und der Anpassung der Lernumgebung an diese Bedürfnisse immer weiter an. Diese Diagnose ist wichtig, um die eigene Wahrnehmung hinsichtlich der Perspektive der Lernenden mithilfe der Reflexionsgespräche zu schulen. Die Selbstoptimierung ist für die Studierenden allerdings nur mittels kritischer Gedanken im Falle eines Misserfolges umsetzbar, wie es zum Beispiel im folgenden Zitat deutlich wird.

> *Wir haben das beide nicht so wirklich gecheckt, aber danach war es uns halt klar und von daher diese Reflexion bringt einen ungemein weiter, weil man halt etwas, was man selber nicht sieht vielleicht. Man denkt, das war gut so und im Nachhinein sagt dir einer, nicht dass es schlecht war, aber dass es hätte besser sein können, wenn man das und das gemacht hätte, was dir vielleicht gar nicht aufgefallen ist, aber was dir dann, wenn du es siehst, wenn du es noch einmal drüber nachdenkst: ‚Ah ja stimmt, er hat recht, hätte ich mal das und das gemacht, so.' Dann denkt man halt noch länger drüber nach und ich glaube, das ist ein Prozess, der uns weiter bringt, und der uns natürlich auch auf die nächste Stunde immer wieder-- Ok, woher haben wir denn diese diese diese Sachen, dass wir sagen: ‚Ok, wir wollen nicht zugrich, wir wollen dann zielgerichteter, weil der offene Rahmen nicht funktioniert. Das haben wir halt daher, weil wir das reflektiert haben.' Und diese Reflexion ist dann halt mega wichtig, um dann halt auf die nächste Stunde zu kommen. (S2, Gruppe F, Interview 3, Zeilen 415-426).*

Für die Studierenden liegt darin eines der *zentralen Probleme des Lehramtsstudiums*. Für sie ist es wichtig, Fehler begehen zu können. Dazu fehlen ihnen allerdings die nötigen Praxisanteile in

der universitären Ausbildung. Die angeführte Wahrnehmung von Lernprozessen ist in der beruflichen Praxis in hohem Maße für die Gruppe F relevant, sodass die Studierenden für kollegiale Supervisionen und Hospitationen offen sind. Bei einer höheren Arbeitsbelastung ist den Studierenden nach eine ausführliche Reflexion allerdings nicht umsetzbar. Aus diesem Grund muss ihrer Ansicht nach die Wahrnehmung während des Unterrichts gestärkt werden und lediglich Unterrichtsstunden, die nicht der Planung entsprechend ablaufen, reflektiert werden. Ihnen ist es wichtig, das Interesse seitens der Schülerinnen und Schüler für Themen zu wecken. Dies zeigt sich für die Studierenden beispielsweise darin, dass bei den Lernenden in der bekannten, unterrichtsähnlichen Situation das *Interesse am Thema* besonders gering ist. Für die Studierenden besteht die zentrale Aufgabe von Lehrkräften darin, die Lernenden zu unterstützen. An dieser Stelle kann das universitäre Studium die angehenden Lehrkräfte dabei unterstützen, unterschiedliche Fördermöglichkeiten aufzuzeigen. Allerdings sehen die Studierenden auch in diesem Zusammenhang Verbesserungsbedarf im Studium. Eine Lehre, welche die Gruppe für sich selbst zieht, ist die im Vorfeld stattfindende genauere Erkundung der Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler. So kann der Lernstand der einzelnen Schülerinnen und Schüler bereits vorab erhoben werden. Die Reflexion der Kommunikation und der Interviews findet außerdem Platz im Fazit des Abschlussberichtes der Gruppe.

> *Nicht nur die SuS haben in unserer Projektarbeit etwas dazugelernt (hoffentlich), sondern auch wir, indem wir diese planten, durchführten und reflektierten. An diesem Punkt seien die regelmäßigen Reflexionsgespräche mit MITGLIED DER FORSCHUNGSGRUPPE erwähnt, die durchaus gewinnbringend für unseren Erkenntnisgewinn waren. Unter diesen Erkenntnissen waren nicht nur die Ergebnisse unserer Forschungsfrage, sondern vor allem welche auf persönlicher Ebene. Vor allem der Einfluss vom persönlichem Kontakt mit den SuS auf deren Verhalten innerhalb des Unterrichts hatte eine überraschende Wirkung auf uns. Die eigene Fremdwirkung als einschüchternd wahrzunehmen, war für offene und kontaktfreudige Menschen wie uns drei eine Wendung der Dinge (Abschlussbericht Gruppe F, Seite 23).*

9.1.3.5 Teilprozess Adaption

Die vorgestellte Gruppe zeigt besonders im Teilprozess der Adaption eine Herangehensweise, die sich von den Zugängen der anderen Studierenden stark unterscheidet. Während sich die weiteren Gruppen darauf konzentrieren, Inhalte oder die zeitliche Struktur zu verändern, liegt in diesem Fall der Fokus auf der Anpassung der Lehrimpulse.

Bedarf für Anpassungen

Die Studierenden legen Wert auf die Anpassung ihrer Struktur. Eine Anpassung der *fachlichen Inhalte* findet nicht statt. Dies wird angestrebt, da die Studierenden mit einem hohen Maß an *Eigenständigkeit der Schülerinnen und Schülern* rechnen und deshalb eine Lernumgebung planen, welche die Lernenden forschend-entdeckend erarbeiten können. Diese Erwartung wird allerdings nicht erfüllt. Somit entschließen sich die Studierenden dazu, die *Instruktionen zu konkretisieren* und die Arbeitsaufträge zu schließen. Wie bereits bei den Diagnoseprozessen beschrieben, wollen die Studierenden dadurch erreichen, dass aus dem Besuch im Lehr-Lern-Labor keine „Spielstunde“ (S1, Gruppe F, Interview 2, Zeile 154) wird und die Schülerinnen und Schüler zu einem

Lernprozess anregen. Ihrem Eindruck nach können zwei der Lernenden die Offenheit der Lernumgebung nicht gut nutzen. Da sie somit die Mehrheit der Lernenden darstellen, wollen die Studierenden ihr Angebot und speziell die Struktur der Lernumgebung radikal anpassen. Dies zeigt sich beispielsweise in der Äußerung von S1:

> *Also die, ich hoffe, dass die heute ein bisschen mehr reden wollen, also wir versuchen, dass heute auch mehr in einen schulischen Rahmen reinzubringen, also wir wollen ein bisschen mehr Struktur geben, weil wie gesagt, dass es halt nicht so eine Spielstunde wird, sondern dass wir halt wirklich was schaffen wollen. So, dass es ein bisschen ernster wird. Also wir sind letzte Woche ein bisschen, ‚Ja, wir sind jetzt in der Uni, wir machen jetzt Physik, weil wir Physik cool finden', aber jetzt halt kommen wir mit einem wissenschaftlichen Unterton. Das ist unser Ziel heute. Das wär dann auch unsere Anpassung (S1, Gruppe F, Interview 2, Zeilen 151-158).*

Gegenstand der Anpassungen

Die Studierenden bringen aufgrund des oben beschriebenen Schülerverhaltens ihre *Lehrimpulse* in Einklang mit den Bedürfnissen der Lernenden, um eine höhere Struktur vorzugeben. Außerdem entwickeln sie durch ihre Reflexion ein *Arbeitsblatt*, welches das strukturierte Vorgehen beim Experimentieren beschreibt. Dadurch kommt es zu einer Veränderung der *zeitlichen Einteilungen* während des betreffenden Termines.

Die Lernumgebung wird durch die Studierenden so vorbereitet, dass relevantes Vorwissen erst für den zweiten Termin aktiviert werden muss, um ihre Planung auf Basis des ersten Termins gegebenenfalls noch modifizieren zu können. Dazu gehen sie besonders auf ihre Reflexion im Anschluss an die Experimentiernachmittage ein. Da sie die Lehr-Lern-Situationen in ihren Beobachtungsprotokollen aus einer anderen Perspektive analysieren, können sie Hinweise und Kritik für ihre Lehrprozesse generieren. Durch die Reflexion der Lernumgebung stellen sie fest, dass neben der *Offenheit der Experimente* auch die *Kommunikationsstruktur* angepasst werden muss, um die Schülerinnen und Schüler dazu anzuregen, eigene Gedanken zu formulieren. Ihrer Meinung nach weisen die Schülerinnen und Schüler an den ersten beiden Experimentiernachmittag kein Verständnis für die Erklärungen der Studierenden auf. Somit werden die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler gehemmt. Es gelingt den Studierenden also zunächst nicht, die Lernziele transparent zu vermitteln. Dennoch sollte das Vorwissen bereits in der Planung berücksichtigt werden. Sie gehen also von einer hilfreichen Planung aus. Allerdings geben sie auch an, durch das Kennenlernen der SuS Zeit zu verlieren, weil sie in dieser Zeit keine Experimente durchführen oder am Kontext weiter arbeiten können.

Ziele der Anpassungen

Die Anpassung der Instruktion führt der Meinung der Studierenden nach zu einer Entwicklung von *Forschungskompetenzen*. Die Einführung des Forschungsaspektes führen die Studierenden auf Grundlage der Reflexion durch. Im Unterrichtsgespräch erläutern die Studierenden, vor allem ruhige Teilnehmende zu mehr Wortbeiträgen zu bewegen und präsente Schülerinnen und Schüler Grenzen zu setzen. Der dritte Termin verläuft nach den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler ab und ermöglicht den Studierenden somit, sich adäquat auf die Lernenden einzulassen.

Am Ende der Interviews nutzen die Studierenden die Möglichkeit, ihre eigenen Anpassungen zu reflektieren und dadurch Erkenntnisse für ihre weitere berufliche Laufbahn zu ziehen. Effektiver Unterricht stützt sich auf die Erkenntnis, sich bestmöglich. *auf die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler einzulassen*. Eine stetige Änderung des Lehrstils kann ihrer Meinung nach zu einer Verwirrung der Schülerinnen und Schüler führen.

Die Anpassungen der Studierenden entstehen ihrer Meinung nach aus der Problematik heraus, das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler nicht zu kennen und somit erst während der Termine erheben zu können. Schließlich stellen sie fest, dass sie durch das Konzept des Moduls überhaupt erst die Möglichkeit bekommen, Anpassungen durchzuführen. Ihre gesammelten Erfahrungen resultieren für sie in einer Verbreiterung ihres Horizonts bzgl. der Planung und Durchführung von Lehr-Lern-Situationen. Dies zeigt sich zum Beispiel in der Formulierung von S2:

> *Ich meine, für uns war es dieses Mal gut, dass wir es anpassen konnten, aber jetzt, wenn ich das nochmal mache, habe ich ja keinen Bock drauf, da jetzt das nochmal dann-- [I: anzupassen] ne, wenn wir das jetzt nochmal machen würden, dass ich da jetzt nochmal genau die Anpassung mache. Weil jetzt hab ich ja draus gelernt. Jetzt will ich das ja anders machen. Weil jetzt haben wir ja einen anderen Horizont als vorher (S2, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 627-631).*

9.1.3.6 Potential für die Professionalisierung der Studierenden

Im Gegensatz zur vorgestellten Fallgruppe A versuchen die Studierenden dieser Gruppe das Maximum aus der Laborsituation bzgl. der eigenen Professionalisierung herauszuholen. Dies beinhaltet, dass sie sich aktiv gegen die Ausgestaltung mehrerer Lösungswege aussprechen, um die eigenen Handlungskompetenzen in der Lernumgebung auf die Probe zu stellen. Außerdem verwenden sie einen großen Teil ihrer Zeit darauf, die Lernumgebung bzgl. des vorgestellten Planungstools vorzubereiten, um die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler in den Mittelpunkt zu stellen.

Allerdings zeigen sich weiterhin auch Probleme im Hinblick auf unterschiedliche Faktoren der Durchführung auf. Bereits im Theorieteil dieser Arbeit ist auf den Umstand des trägen Ausbildungswissens hingewiesen worden. In diesem Fall zeigt es sich im Stellenwert der Diagnosemittel und professionsorientierten Überzeugungen. Obwohl die Studierenden im Interview umfassende Begründungen liefern, wie die Diagnosemittel zu einer Weiterentwicklung der Lernumgebungen führen können, beschränken sie sich bzgl. dieser Anpassungen fast ausschließlich auf ihre unstrukturierten Beobachtungen und binden nur oberflächlich die Diagnosedaten und Protokolle ein. Weiterhin verfangen sich die Studierenden mehrfach in Widersprüche. Beispielsweise stimmen ihre Aussagen zu den Erwartungen an das Forschende Lernen mit ihrer tatsächlichen Umsetzung nicht überein.

In dieser Auswertung werden weiterhin besonders die Überzeugungen ausgeklammert. Eine Erwähnung erhalten sie im Abschnitt 9.2, da sie sich nur in Teilen mit den erwarteten, konstruktivistischen Annahmen decken.

Die Studierenden zeigen in den Reflexionsinterviews immer wieder auf, wie wichtig ihnen der Kontakt zu den Schülerinnen und Schülern ist und welches Potential somit das Lehr-Lern-Labor enthält. Dadurch nutzen sie die Begegnungen und Erfahrungen deutlich für eine Professionalisierung und bearbeiten dadurch ihre individuellen Probleme und Hindernisse. Sie

erfüllen somit die gestellte Aufgabe auf den ersten Blick umfassend, wobei erst durch die genaue Analyse der Aussagen die Probleme der Studierenden heraus kristallisiert werden.

Diese Studierenden zeigen durch ihre unbedingte Motivation, sich in der Praxisphase zu professionalisieren, welches Potential im Kontakt mit den Lernenden steckt und welchen Raum das Lehr-Lern-Labor dafür bietet. Bemerkenswert ist außerdem, dass die Studierenden erreichen, was in den Zielvorstellungen beschrieben wird, da sie durch die Umsetzung sich immer weiter an die Bedürfnisse der Lernenden anpassen.

9.1.4 Vergleichende Analyse aller studentischen Gruppen

Die beiden zuvor dargestellten Fälle der Gruppen A und F zeigen unter den Versuchsgruppen besonders interessante Verläufe des Zyklischen Forschenden Lernens und können als Anknüpfungspunkt dienen, um die Teilprozesse mit denen der anderen Gruppen zu vergleichen und dadurch Gemeinsamkeiten und Gegensätze herauszuarbeiten. Die Analyse wird anhand des Kategoriensystems aufgebaut und durch die Ausprägungen der Kategorien dargestellt.

9.1.4.1 Teilprozess Planung

Dem Prozess der Planung wird durch die Modulstruktur die meiste Zeit eingeräumt, sodass eine Betrachtung dieses Prozesses auch differenzierte Ergebnisse liefert. Das Zyklische Forschende Lernen zeichnet aus, dass es den Studierenden die Möglichkeit bietet, mehrere vollständige Durchläufe mit Einbezug der Diagnose, Reflexion und Adaption zu erleben. Aus diesem Grund sind für die jeweiligen Prozesse besonders die Aspekte von Bedeutung, die eine Verbindung zu den anderen Dimensionen des Prozessmodells aufweisen. Für die Planung der Experimentiersituationen bedeutet das zum Beispiel, wie die Diagnose angelegt ist oder welche Adaptionsmöglichkeiten bereits im Vorfeld angedacht werden. Das Kategoriensystem, das aus den Antworten der Studierenden entstanden ist, wird bzgl. der gebildeten Kategorien *Antizipation von Lernprozessen*, *Zentrale Handlungselemente* und *Struktur der Instruktionen* untersucht. In den folgenden Abschnitten werden die Kategorien näher beschreiben.

Kategorie: Antizipation von Lernprozessen

Die Ergründung der Tiefenstruktur des Unterrichts ist für die erfolgreiche Planung der Experimentierumgebung essentiell. Die Unterkategorien teilen sich unter anderem auf in Äußerungen zum thematischen Inhalt, der durch die Studierenden aufbereitet wird, in dem er an das Niveau der Schülerinnen und Schüler angepasst wird. Dieser Vorgang wird im Folgenden Elementarisierung genannt. Eine weitere Kategorie bündelt alle Aussagen über die Einteilung der thematischen Sequenzen zu Segmenten, wie sie auch in der Theorie der Basismodelle des Lernens thematisiert werden. Da bei der Planung mit dem empfohlenen Raster die Basismodelle eine Übergeordnete Rolle spielen, werden die Äußerungen zur Planung gemeinsam mit den Basismodellen des Lernens aufgeführt. Um Dopplungen von Kategorien zu vermeiden, werden diese unter dem Punkt Einstellungen zu Lehrtheorien gebündelt. Für die Auswertung der Planungsprozesse werden sie dennoch hinzugezogen. Eine weitere Dimension der Antworten behandelt die formulierten oder implizit getroffenen Lernziele für die Lernenden. Dazu ist es

außerdem von Relevanz, welches Vorwissen und welche Vorerfahrungen die Studierenden von ihren Schülerinnen und Schülern erwarten, sodass die Passung besonders angebracht ist.

Lernziele: Die Studierenden formulieren Lernstände und Kompetenzen, welche die Schülerinnen und Schüler durch die Teilnahme an ihrer Lehr-Lern-Situation erreichen sollen. Diese können sich sowohl auf inhaltliche Aspekte wie prozessbezogene Fertigkeiten als auch auf soziale Komponenten beziehen.

Segmentierung/ Sequenzierung: In der Segmentierung und Sequenzierung können die Sinneseinheiten der Lernprozesse gefunden werden, sodass die Studierenden in diesem Zusammenhang vor allem von der Einteilung der Planung in Blöcke sprechen, die sie für die Planung festgesetzt haben. Diese finden sich auch in den Basismodellen des Lernens, wenngleich eine solche Verknüpfung nicht gegeben sein muss, um dieser Kategorie zugeordnet zu werden.

Adaptionsmöglichkeiten: Bei der Planung des Experimentierangebots gehen die Studierenden davon aus, dass sie keine feste Planung durchführen können, sondern sich vielmehr auf alternative Lösungswege und Schülervorstellungen einzustellen und auf diese vorbereitet zu sein. Solche Möglichkeiten der Adaption werden in dieser Kategorie zusammengefasst.

Erwartete Schülervorstellungen und Vorwissen: Für ihre Planung gehen die Studierenden von fiktiven Lernenden aus, da sie die Schülerinnen und Schüler erst am Tag des Experimentierangebotes kennenlernen. Auch diese Vorstellungen und Vorwissen können sich sowohl auf inhaltliche als auch auf experimentelle Kompetenzen beziehen.

Elementarisierung: Diese Kategorie beschäftigt sich mit der Elementarisierung der Inhalte für den Einsatz im Lehr-Lern-Labor. Die Studierenden verwenden dabei Wörter wie ‚herunterbrechen' oder ‚aufbereiten', um ihre Elementarisierungsvorgänge zu beschreiben.

Kategorie: Zentrale Handlungs-komponenten im Lehr-Lern-Labor

Für die Sichtstruktur der geplanten Lehr-Lern-Situation stellen die Studierenden die verschiedenen Komponenten ihres Experimentierangebotes. Dazu gehören sowohl die theoretischen Erarbeitungsphasen, also auch die eingesetzten Diagnoseinstrumente, die entwickelten Lern- und Arbeitsmaterialien sowie die vorgesehenen Experimente.

Experimente: Die Experimente der Lehr-Lern-Situation sind Thema dieser Kategorie. Durch die Einbindung von Experimenten können die Studierenden ihre Lernumgebung frei nach ihren Vorstellungen gestalten.

Diagnoseinstrumente: Unter der Kategorie Diagnoseprozesse werden im zugehörigen Teilprozess die Diagnosesituationen ganzheitlich betrachtet. Da eine solche Diagnoseumgebung auch einer Planung bedarf, wird in dieser Kategorie die Vorbereitung der Diagnosesituation festgehalten. Eine Reflexion der Diagnoseinstrumente sowie die erhobenen Daten sind Thema der Oberkategorie Diagnoseprozesse.

Arbeitsmaterialien: Die Studierenden stellen ihre vorbereiteten Arbeitsmaterialien vor, dazu gehören neben dem Arbeitsblatt auch Materialien wie Lernhefte oder Forschertagebücher. Dabei ist es möglich, dass die vorgestellten Lernmaterialien durch die Studierenden auch zur Diagnose der Lernstände und -prozesse genutzt werden.

Theorie-Erarbeitung: In dieser Kategorie werden die Aussagen gebündelt, die sich mit der Einführung von Fachwissen durch die Studierenden in Theorieblöcken während der Labortermine beschäftigen.

Kategorie: Struktur der Instruktionen

Neben der Sicht- und Tiefenstruktur der Experimentiersituationen stellen außerdem die geplanten Lehrimpulse der Studierenden eine wichtige Datenquelle zur Modellierung des Zyklischen Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor dar. Hier zeigt sich besonders, welches Verständnis die Studierenden von sinnstiftendem Unterricht sowie von außerschulischem Lernen haben. Dabei eröffnet sich ein Spektrum, das von enger, instruktionaler Führung der Schülerinnen und Schüler bis zum Forschenden Lernen reicht. Als Abstufung der Skala sei das freie Experimentieren bzw. in einigen Situationen das freie Konstruieren zu nennen. Es werden dabei zwar keine direkten Instruktionen gegeben, die Problemstellung wird allerdings so stark eingeschränkt, dass nicht mehr von einem forschenden Anteil durch die Schülerinnen und Schüler ausgegangen werden kann.

Forschendes Lernen: Die Studierenden setzen Forschendes Lernen bei den Schülerinnen und Schülern ein, um ihre Eigenständigkeit zu fördern. Das Forschende Lernen unterscheidet sich vom freien Experimentieren durch die Entwicklung und Prüfung von Hypothesen durch die Schülerinnen und Schüler.

Instruktionale Führung: Die Studierenden sprechen in den Aussagen davon, dass sie die Schülerinnen und Schüler in ihrer Arbeit anleiten oder lenken. Diese Lehrimpulse umfassen außerdem die Konzeptbildungsphasen, welche die Studierenden als Frontalunterricht planen.

Freies Experimentieren/ Konstruieren: Als Zwischenschritt zwischen dem Forschenden Lernen und der geleiteten Instruktion ist das freie Experimentieren einzuordnen. Manche Experimentiersituationen beschäftigen sich dabei mehr mit der Eigenkonstruktion unterschiedlicher Bauvorhaben. Beide Lernumgebungen vereint, dass die Studierenden die Problemstellung so stark eingrenzen, dass die Schülerinnen und Schüler keinen Eigenanteil im Sinne von Forschung haben.

Im Folgenden werden die Ausprägungen der einzelnen Kategorien vorgestellt und anhand von Ankerbeispielen beschrieben, um die Denkprozesse der Studierenden nachzuzeichnen.

Auswertung: Antizipation von Lernprozessen

Während der Planung ist dies die zentrale Frage, mithilfe derer sich klärt, ob und wie die Studierenden aus Sicht der Lernenden planen oder ob sie die eigene Lehrhandlungen in den Mittelpunkt stellen. Wie in den Fallbeispielen und der Vorstellung des Kategoriensystems bereits beschrieben, haben sich aus dem Material in diesem Fall die Kategorien *Formulierung von Lernzielen*, die Einteilung der Lernumgebung in *Segmente und Sequenzen*, die Möglichkeit, *Adaptionen vorzunehmen*, die Beschreibung von *erwarteten Schülervorstellungen*, ihrem *Vorwissen* und den *individuellen Erfahrungen* und die Verwendung von *elementarisierten Inhalten*, herausgestellt. Nur wenn die Studierenden zeigen, dass diese Aspekte der Planung für sie im Mittelpunkt stehen, kann davon ausgegangen werden, dass sie die Schülerinnen und Schüler als wichtigste Personen sehen und das volle Potential des Lehr-Lern-Labors ausnutzen. Prinzipiell werden die Kategorien anhand ihrer Ausprägungen gebündelt und damit generalisiert.

Dieser Schritt ist im Fall der Lernziele nicht durchgeführt worden, um die verschiedenen Planungen skizzenhaft zu verdeutlichen und damit den Bezug zu den unterschiedlichen Themen einfacher zu gestalten. Deshalb finden sich in der Tabelle 9.6 neben dem Thema der Gruppen auch die von ihnen anvisierten Lernziele wieder. Auch wenn keine Bündelung durchgeführt wird, können dennoch die Schwerpunkte der Lernziele miteinander verglichen werden. Weiterhin schlägt diese Tabelle eine Brücke zu den Ausführungen der oben beschriebenen Fallbeispiele und bereitet dadurch die vergleichende Analyse vor.

Tabelle 9.6 Themen und Lernziele der Lernumgebungen

Gruppe	Thema	Lernziele
A	Bau eines Lautsprechers	• Aufbau eines Lautsprechers mit Grundlagen der Tonerzeugung und Ausbreitung • Umsetzung von physikalischen Aufbauten mit alltagsnahen Gegenständen • Keine Festlegung kognitiver Ziele, da keine Orientierung am Kerncurriculum möglich ist und um Schülerinnen und Schüler primär zu motivieren
B	Bau eines U-Bootes	• Ermittlung der Schülerinnen und Schüler, weshalb ihre Überlegungen nicht mit den Beobachtungen des Experiment übereinstimmen • Erarbeitung der Begriffe Masse, Volumen und Dichte sowie des Konzepts von Auftrieb • Konstruktion eines steig- und sinkfähigen U-Boots
C	Bau eines Kraftmessers	• Nachvollzug des Konzept des Hook'schen Gesetzes und von Kräften nachvollziehen (auch mittels Formeln) • Beobachtung, dass Waagen nicht die Masse messen, sondern die dazu proportionale Kraft • Praktische Konstruktion einer Waage

Gruppe	Thema	Lernziele
D	Optimierung einer Rakete	• Nachempfinden der Funktionsweise einer Luft-Wasser-Rakete • Produktoptimierung einer Rakete aus Haushaltsmitteln • Fokus auf der Motivation der Schülerinnen und Schüler, um außerschulischen Kontext gerecht zu werden • Strukturierung eines neuen Themas unter Einbezug der physikalischen Dimension
E	Bau eines Haus-Modells	• Verknüpfung von physikalischen Inhalten mit alltagsbezogenen Kontexten • Einbau von Strom- und Wasserleitungen in ein Puppenhaus (Lernziele werden nur auf Nachfrage formuliert. Zunächst wird angegeben, dass sich die Gruppe keine Gedanken zu Lernzielen gemacht hat)
F	Untersuchung einer Rakete	• Vorhersage eines zielgerichteten Flugs einer Luft-Wasser-Rakete durch Analyse unterschiedlicher Einflussfaktoren vorhersagen können • Entwurf von Lösungswegen • Fokus auf prozessorientierte Kompetenzen
G	Bau eines Wind-Fahrzeugs	• Verständnis für die Entstehung von Wind als Ausgleichsströmung zwischen Luftmassen unterschiedlicher Dichte entwickeln • Beobachtung, dass Windenergie in potentielle Energie umgewandelt werden kann • Erkenntnis, dass Windenergie in kinetische Energie umgewandelt werden kann
H	Erkundung räumlichen Sehens	• Verstehen des menschlichen Sehvorgangs • Erleben und Erklären verschiedener stereoskopischer Effekte • Realisierung von 3D-Fotos
I	Bau eines Zeppelins	• Wecken von Interesse • Erarbeitung des Dichtekonzeptes • Vorstellung zweier Luftschiffe und eigene Konstruktion der Schülerinnen und Schüler
J	Erkundung der Akustik	• Möglichkeit geben, Schall über die Sinne zu erfahren • Berechnung der Schallausbreitung • Informationen Schallausbreitung in verschiedenen Medien
K	Optimierung von Papierfliegern	Zu diesem Thema sind keine Daten vorhanden, da die Studierenden keinen Abschlussbericht eingereicht haben, sodass alle Angaben aus den Fragebögen gezogen werden.

Gruppe	Thema	Lernziele
L	Phänomen Bermudadreieck	• Verwendung physikalischer Fachsprache • Untersuchung der Phänomene im Bermudadreieck • Wissen über die Entstehung und Funktionsweise von Treibsand erlernen
M	Bau eines Periskops	• Planung und Bau eines Periskops • Untersuchung von Phänomenen wie Reflexion bzw. Sammel- und Streulinsen • Aufbau eines Fernrohrs

In der Tabelle 9.6 befindet sich eine Übersicht über die Themen der Gruppen mit den formulierten *Lernzielen der Studierenden*. Es wird deutlich, dass sich diese in einigen Fällen ausschließlich auf die Handlungen der Schülerinnen und Schüler beziehen und keine kognitiven Prozesse bei den Lernenden ausgelöst werden sollen. Dies ist eine interessante Verbindung zur zweiten Forschungsfrage dieser Arbeit, die in Abschnitt 9.2.1 ausführlich beschrieben wird. Andere Studierendengruppen verweisen allerdings auch auf die physikalische Komponente und kognitive Dimension der Lernziele im Lehr-Lern-Labor, wie beispielsweise S1 der Gruppe D, der folgendes Lernziel der Experimentierumgebung beschreibt: „Naja wir haben halt ein Produktziel, was wir erreichen wollen und der rote Faden besteht dann da halt darin, dass man halt physikalisch argumentiert und dann halt die Rakete dementsprechend optimiert und halt an dieses Ziel gelangt.“ (S1, Gruppe D, Interview 1, Zeilen 28-30). Die Vorstellung der Lernziele zeigt außerdem bereits Unterschiede in der Ausrichtung der Lehr-Lern-Labore auf. Entweder legen die Studierenden den Fokus auf die Entwicklung von Produkten oder auf die Eigenverantwortung der Schülerinnen und Schüler.

Als nächste Teilaspekte der Antizipation von Lernprozessen sind die *Segmentierung und Sequenzierung* ihres Angebotes zu nennen. Dadurch vermitteln die Studierenden das Bild, dass sich die Schülerinnen und Schüler eventuell unterschiedlich lang bei der Erarbeitung eines Konstruktes aufhalten können und deshalb es ratsam ist, Handlungsalternativen bereit zu haben und Flexibilität in der Planung zu wahren.

Tabelle 9.7 Ausprägungen der Kategorie Segmentierung/Sequenzierung

Ausprägung	Ankerbeispiel
Die Studierenden lassen Situationen ungeplant, um auf diese spontan zu reagieren.	*[…] Dann würden wir halt auch spontan darauf reagieren, denn ich meine, man kann ja nicht alles vorbereiten, [I: Nee.] es gibt wahrscheinlich Lehrer, die das wollen, die dann für jeden, wenn jemand auf Toilette möchte, da muss ich das und das machen, ja gibt's ne so, aber ich finde, dieses spontane macht es ja auch gerade in diesen Sachen so lehr-- für uns vielleicht lehrreich noch mehr. (S3, Gruppe F, Interview 1, Zeilen 157-160).*

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Die Studierenden orientieren sich an der schulischer Unterrichtsplanung, sodass sie nicht erwarten, die Handlungsalternativen einsetzen zu müssen.	*Also, da würde ich sagen, dass wir ab und zu vielleicht mal zu sehr uns an den Physikunterricht aus der Schule orientiert haben, aber irgendwie -- also bei den anderen sage ich jetzt mal im Vergleich, also beim Lautsprecher und sowas und U-Boot, das ist vielleicht interessanter, aber unser dringt vielleicht mehr durch, würde ich sagen. Ich weiß es jetzt nicht (S2, Gruppe C, Interview 1, Zeilen 58-61).*
Die Studierenden planen Segmente, die sie je nach Bedarf flexibel ausgestalten, damit spezifisch auf die Schülerinnen und Schüler eingegangen werden kann.	*Dies würde in der Konsequenz dazu führen, dass der Bau der Periskope am ersten Termin nicht abgeschlossen werden könnte. Da der zweite und dritte Termin allerdings ähnlich zeitlich flexibel gestaltet wurden, wäre es im Rahmen unserer Planung möglich, den Bau ganz oder teilweise auf den nächsten Termin zu verschieben. Dies ist entsprechend von mehreren Faktoren abhängig und kann von uns nicht genau vorausgeplant werden, da wir die Schüler am ersten Termin das erste Mal sehen und weder ihre fachlichen Fähigkeiten noch ihre Interessengebiete einschätzen können (Gruppe M, Abschlussbericht).*
Die Studierenden setzen, wie gefordert, das Planungstool „*backbone*“ ein, um eine Rückwärtsplanung anhand der Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler durchzuführen.	*Ja um mit dem ‚backbone‘ geht's ja eigentlich um diesen Perspektivwechsel [S2: genau], was passiert bei den Schülern und das ist ja der krasse Unterschied im Vergleich zu den anderen Schemata, wie man es auch immer einträgt (S3, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 745-747).*

Tabelle 9.7 zeigt die Ausprägungen in der Kategorie *Segmentierung/Sequenzierung.* Durch die Analyse der betroffenen Stellen zeigt sich, dass die Studierenden eher Lücken in der Planung zulassen als sich zuvor über Handlungsalternativen Gedanken zu machen. Die Studierenden setzen also auf ihre eigene Spontanität als auf die zuvor durchgeführte Vorbereitung. Andere Gruppen, wie Gruppe B, D oder E, planen keine festen Abläufe bzgl. der drei Nachmittage, sondern gestalten flexible Segmente, die je nach Bedarf mehr oder weniger Zeit beanspruchen können. Der Großteil jedoch plant ihre Lernumgebung anhand eines festen Ablaufs, den sie dann auch ohne große Abwandlungen oder potentielle Handlungsalternativen durchführen, bis sie auf Probleme oder Potentiale der Schülerinnen und Schüler stoßen.

Die Studierenden denken insbesondere während der ersten Interviews, die vor einem Treffen mit den Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden, sowie während der Gespräche im Anschluss an den ersten Termin über interessante Stellen nach, um die Planung zu überdenken und die Schülerinnen und Schüler durch eine *Veränderung des Konzepts* angebracht zu fördern. Diese Ausführungen lassen sich zu den Ausprägungen dieser Kategorie zusammenfassen und werden in

Tabelle 9.8 dargestellt. Es zeigt sich also bereits in der Anlage des Lehr-Lern-Labors, wie stark die Studierenden gewillt sind, von einem Lernweg abzuweichen und mehrere, parallele Möglichkeiten vorzudenken. Dazu gehören neben den Situationen, die sie planen, auch jene, die sie nicht von vornherein überschauen können und somit in ihrer Planung als letzte Unsicherheiten bestehen.

Tabelle 9.8 Ausprägungen der Kategorie Adaptionsmöglichkeiten

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Die Studierenden geben an, dass die näher rückenden Schulferien und weitere Termine die Teilnahme der Schülerinnen und Schüler beeinflusst, weshalb die Planung daran angepasst werden muss.	*Eigentlich wollten wir das hier auch am Ende der ersten Stunde machen und das war ja auch das Ding, die mussten ja auch zu diesem Fest, weshalb wir zeitlich spät dran waren (S2, Gruppe A, Interview 3, Zeilen 266-267).*
Die Studierenden sind verunsichert, ob sich die Schülerinnen und Schüler zwischen den Terminen informieren und dadurch die Lernumgebung nicht anregend finden. Sie umgehen mögliche Motivationsprobleme, indem sie die informierten Schülerinnen und Schüler als Experten in ihre Lernumgebung berücksichtigen.	*Also ursprünglich wollten wir ja mal verhindern, dass die sich informieren, indem wir denen das ja noch gar nicht erzählen, dass wir einen Lautsprecher bauen, sondern dann erst direkt in der Stunde, in der sie recherchieren sollen, aber das hat ja leider alles nicht geklappt, weil wir ja keine Schüler hatten und irgendwie mussten wir mussten wir die locken. Die hatten alle keine Lust eigentlich (S1, Gruppe A, Interview 3, Zeilen 181-185).*
Die Studierenden überspringen Experimente, um mehr Zeit auf tiefergehende Inhalten zu verwenden.	*Ziele nicht, aber zwei Versuche, die wir machen wollten, die aber eigentlich das gleiche noch einmal in anderen Variationen durchgespielt hätten, die haben wir rausgelassen, weil es zeitlich knapp wurde (S3, Gruppe B, Interview 3, Zeilen 37-39).*
Die Studierenden antizipieren, differenzierend vorzugehen, um jede Person individuell zu fördern.	*DEDUKTIV ERWARTETE AUSPRÄGUNG OHNE NENNUNGEN*

Die Studierenden sind sich bewusst, dass die Zeit im Lehr-Lern-Labor durch die zeitnahen Schulferien einige *terminliche Probleme* mit sich bringen kann. Gerade in dieser Zeit werden oft Veranstaltungen wie Schul- und Sportfeste oder Sommerfeste von Vereinen angesetzt. Auch werden die Wochen vor dem Ende des Schuljahres gerne für Klassenfahrten und Wandertage genutzt. Deshalb kann es zu einem Abbruch der Lernumgebung kommen, da die Schülerinnen und Schüler früher als erwartet gehen müssen oder erst zu einer anderen Uhrzeit kommen. Auf diese

Voraussetzung reagieren einige Gruppen, indem sie ihre Planung eher als lose Segmente vorbereiten, sodass sie für die Umsetzung flexibel bleiben.

Es zeigt sich weiterhin, dass sich die Schülerinnen und Schüler nachdem der Kontext vorgestellt wird, die Zeit zwischen den Experimentiernachmittagen nutzen, um sich über den *Aufbau des zu entwickelnden Produktes informieren*. Somit wäre die Arbeit der Studierenden überflüssig und der Termin für die betroffenen Schülerinnen und Schüler langweilig. Dadurch entsteht bei den Gruppen eine Verunsicherung, sodass sie sich für diesen Fall Gedanken machen, wie sie ihre Lernumgebung daraufhin anpassen. Oftmals ist die Lösung die betroffenen Schülerinnen oder Schüler als Expertinnen und Experten in die Lernumgebung mit einzubeziehen. Sie versprechen sich davon, eine positive Selbstwahrnehmung für die Expertinnen und Experten und positive Lernprozesse für die restlichen Schülerinnen und Schüler zu erwirken. Dafür halten sie am ursprünglichen Konzept fest.

Die Studierenden planen außerdem Experimente, die den Schülerinnen und Schülern helfen sollen, gewisse Konzepte und Phänomene zu erklären. Bei einem adäquaten Vorwissen mutmaßen die Studierenden auch, dass sie diese *Lernschritte überspringen können*, um für andere Experimente mehr Zeit zur Verfügung zu haben. Dies geschieht in drei der Gruppen, die sich somit besonders auf unterschiedliche Ausprägungen des Vorwissens der Schülerinnen und Schüler vorbereiten. Die Gruppe B bespricht beispielsweise nach dem ersten Experimentiernachmittag, wie sie ihre Planung umgesetzt haben, sodass die Ausgangsplanung deutlich wird.

> *Was heißt Planung eins zu eins, wir haben ja die Planung, also das haben wir letztes Mal schon erzählt, wir hatten eine Idee, da haben wir ein bisschen dran herum geplant und dann gemerkt, ja vielleicht kann man es doch besser anders machen, dann haben wir erfahren, dass wir eine siebte Klasse nehmen sollen und nicht eine sechste Klasse und haben dann wieder ein bisschen was verändert, das heißt, es ist ein permanenter Wandel, was jetzt vom Anfang übrig ist, sind nur die Bilder zu den Versuchen (S1, Gruppe B, Interview 2, Zeilen 95-100).*

Somit wird Adaption vor allem auf die zeitliche Planung bezogen und nicht prinzipiell auf *differenzierende Mittel* eingegangen. Selbst bei einem Wissensvorsprung einer der teilnehmenden Jugendlichen werden das Ziel der Lernumgebung und die Experimente nicht angepasst. Auffallend ist auch, dass nicht alle Gruppen den unterschiedlichen Möglichkeiten der Anpassung zugeordnet werden können.

Tabelle 9.9 Ausprägungen der Kategorie Erwartete Schülervorstellungen und Vorwissen

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Die Studierenden machen sich Gedanken über die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler, um diese Sicht in ihre Planung einzubeziehen.	*Ich glaube auf das Raketenmodell am Anfang, da werden sie, also ich weiß jetzt nicht inwiefern die sowas schon mal in der Freizeit gemacht haben. Ich weiß, dass die Schüler, die wir bekommen, dass die generell an Physik Interesse haben und meistens, also oft ist es dann ja auch so, dass die sich mit solchen Sachen schon mal auseinandergesetzt haben oder auch in der Freizeit*

Ausprägung	Ankerbeispiel
	irgendwelche solche kleinen Experimente machen oder so (S2, Gruppe D, Interview 1, Zeilen 187-191).
Die Studierenden gehen davon aus, dass die Schülerinnen und Schüler kein Vorwissen haben, weil das Thema nicht im Kerncurriculum verankert ist. Deshalb zielt ihre Lernumgebung nicht auf das Vorwissen ab.	*Das hält uns dann auch das Problem mit dem Vorwissen zumindest ein bisschen vom Hals wenigstens, weil das Vorwissen überhaupt nicht systematisch in der Schule erzeugt werden kann, weil niemand das macht (S1, Gruppe B, Interview 1, Zeilen 34-36).*
Die Studierenden verwenden Ausführungen aus der Literatur, um sich auf ihre Schülerinnen und Schüler einzustellen.	*Eine Bestandsaufnahme vieler Varianten vorunterrichtlicher Schülervorstellungen zum Thema ‚Sehen' findet sich z.B. bei (Wiesner, 1995) (Gruppe H, Abschlussbericht, Seite 2).*
Die Studierenden beziehen sich auf die Ausführungen im Kerncurriculum, um ihre Planungen an der schulischen Praxis zu orientieren.	*Ja, wir wussten, dass das mit Kräften im Kerncurriculum drin vorkommt, aber wir wussten eben auch, dass man in der Schule nie die Zeit hat, einen Kraftmesser selber zu bauen, weil um die Kompetenzen zu erlangen, die im Kerncurriculum verankert sind, ist der Kraftmesser, der Bau des Kraftmessers, entweder überflüssig oder zeitlich nicht drin (S1, Gruppe C, Interview 1, Zeilen 85-88).*

Die Vorbereitung birgt Schwierigkeiten für die Studierenden, da sie die Schülerinnen und Schüler in den seltensten Fällen bereits vor der Laborphase im Modul kennenlernen können, sodass sie nicht über ihr Vorwissen informiert sind. Die Ausprägungen zu den *erwarteten Schülervorstellungen* finden sich in Tabelle 9.9. Auch wenn sich die Studierenden der Veröffentlichungen von typischen Schülervorstellungen bewusst sind, werden diese bloß in einer der Gruppen eingesetzt, um sich daran zu orientieren. Die Teilnehmenden der Studie verlassen sich also nicht nur bei der Umsetzung von Handlungsalternativen auf ihre Spontanität, sondern darüber hinaus bzgl. der Einschätzung des Vorwissens größtenteils auf ihre Intuition. Eine andere Möglichkeit findet S1 der Gruppe G, da diese Person bereits Erfahrungen in einem Lehr-Lern-Labor des zweiten Faches gesammelt hat, vergleicht sie die erwarteten Schülerinnen und Schüler mit den bekannten.

> *Also wir gehen davon aus, dass die so in der 5. oder 6. ist, wenn die so zehn, elf sind. Das ist ja das, was wir haben. Und ich kann jetzt eigentlich nur aus Erfahrungen zurückgreifen, aus dem was ich in dem anderen Fach habe, wo ich gerade auch so ein Lernlabor habe, die sind auch gerade in dem Alter. Da habe ich so ein bisschen ab und zu gesagt, ach das wussten die schon, das wussten die noch nicht oder damit konnten die sich aufhalten, oder so. Aber das ist eher so in dem Bereich, dass man versucht abzuschätzen, was können die wissen. Deswegen haben wir uns auch nichts zu Schwieriges vom Thema her überlegt, also das ist etwas, das alltäglich ist, was die ja auch*

erfahren haben können. Also was jeder schon mal, der hier wohnt-- Wind kennt eigentlich jeder, der an der Küste wohnt. Daraus-- Davon ausgehend, irgendwie (S1, Gruppe G, Interview 1, Zeilen 29-37).

Es gibt allerdings auch Gruppen, die ihre Planung so anlegen, dass die Schülerinnen und Schüler durch die fehlende Verankerung des Themas im Kerncurriculum kein Vorwissen aus dem schulischen Kontext mitbringen können.

Die Planung soll mithilfe des „*backbone*"-Planungsrasters durchgeführt werden, mit dem die Studierenden die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler in den Mittelpunkt stellen. Die Lernschrittabfolgen beziehen sich dabei auf die vorgeschlagenen Muster nach Krabbe et al. (2015). Die Interviews mit den Studierenden und ihre Abschlussberichte zeigen allerdings, dass sie sich nur wenig mit den Basismodellen auseinandersetzen und auch nur in wenigen Fällen auf das „*backbone*"-Raster zurückgreifen. Weitere Anzeichen dafür finden sich in den Ergebnissen zur zweiten Forschungsfrage.

Tabelle 9.10 Ausprägungen der Kategorie Elementarisierung

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Die Studierenden versuchen die Aufbereitung der Inhalte an die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler anzupassen, damit ihr Angebot bestmöglich auf diese zugeschnitten ist.	*Ich schätze mal, weil wir haben heute mal selber das eine Schaltskizze erstellt für das Modellhaus, geht gar nicht mal so einfach, und ich schätze mal, dass wir da wohl ein paar, eventuell ein paar Sachen vereinfachen müssen (S1, Gruppe E, Interview 1, Zeilen 293-295).*
Die Studierenden gehen bei der Elementarisierung so weit, dass sie die fachliche Richtigkeit außer Acht lassen.	*Also, ich habe ziemlich viel vorgegeben. Ich habe zum Beispiel vorgegeben, dass -- […]ok das ist jetzt einfach Millinewton und das muss man ja nicht erklären, was Milli ist, so zehn hoch minus drei, oder man muss ja auch nicht sagen, dass das 9,8 ist, sondern wir nehmen einfach 10 an, und die Einheit lassen wir auch komplett weg. Einfach, dass die auf Millinewton kommen und die Längenausdehnung, und das ist halt unser Ziel, dass die halt merken, Kraft ist proportional zur Längenausdehnung (S2, Gruppe C, Interview 2, Zeilen 383-389).*
Die Studierenden erwarten, dass ihre Elementarisierungen das Verständnis erschweren, weil die Inhalte zu abstrakt werden.	*So das mussten wir vorgeben auch obwohl die Gruppe ziemlich stark war, weil es ja auch etwas abstrakter ist, dass so elementarisiert darzustellen (S1, Gruppe A, Interview 2, Zeilen 143-145).*

Die Studierenden haben demnach ein Verständnis für die Vereinfachung des Zugangs zum Thema, indem sie eine *elementarisierte Fassung* der komplexen oder abstrakten Inhalte entwickeln

(siehe Tabelle 9.10). Dass dieser Vorgang nicht immer erfolgreich ist, konnte bereits bei den Ausführungen in Gruppe A (siehe Abschnitt 9.1.2) vorgestellt werden. Auch Gruppe C geht bei der Elementarisierung relativ weit, um die Schülerinnen und Schüler nicht zu überfordern. Das folgende Zitat zeigt die Bereitschaft der Studierenden, sogar die physikalischen Größen ohne ihre Einheiten einzuführen, damit die Schülerinnen und Schüler das Lernziel erreichen, die Proportionalität zwischen der Längenausdehnung und der angewendeten Kraft nachzuvollziehen.

> *Also, ich habe ziemlich viel vorgegeben. Ich habe zum Beispiel vorgegeben, dass -- also das werde ich auch nicht genauer erklären, das behandeln wir als Blackbox so quasi, ok das ist jetzt einfach Millinewton und das muss man ja nicht erklären, was Milli ist, so zehn hoch minus drei, oder man muss ja auch nicht sagen, dass das 9,8 ist, sondern wir nehmen einfach 10 an, und die Einheit lassen wir auch komplett weg. Einfach, dass die auf Millinewton kommen und die Längenausdehnung, und das ist halt unser Ziel, dass die halt merken, Kraft ist proportional zur Längenausdehnung (S2, Gruppe C, Interview 2, Zeilen 383-389).*

Auswertung: Zentrale Handlungskomponenten im Lehr-Lern-Labor

Neben den Bestrebungen, die Schülerinnen und Schüler während der Planung in den Fokus zu nehmen, ist auch die Beschreibung der Experimentiersituationen relevant. Die Handlungselemente an den drei Experimentiernachmittagen können neben den Experimenten außerdem Diagnosemittel, Arbeitsmaterialien oder theoretische Begriffsbildung beinhalten. Die Betrachtung dieser Handlungen im Lehr-Lern-Labor macht es durch einen Vergleich möglich, unterschiedliche Typen der Experimentiersituation herauszubilden und für die weitere Verbesserung des Moduls zugänglich zu machen. In Tabelle 9.11 sind die Ausprägungen der unterschiedlichen Kategorien bzgl. der Verbreitung in den Gruppen dargestellt.

Tabelle 9.11 Ausprägungen der Kategorie Zentrale Handlungskomponenten im Lehr-Lern-Labor

Ausprägung	Ankerbeispiel
Experimente	
Die Studierenden setzen Demonstrationsexperimente ein, um die Zeit effizient zu nutzen.	*Also wir steigen ein, mit diesem Teebeutel, der hochsteigt, werden wir einmal zeigen. Aber dann ist es schon so, dass sie das selbst alle nochmal einmal machen können. Es steht also nicht nur der Versuch da, sondern die dürfen das selbst noch mal alle probieren (S3, Gruppe G, Interview 1, Zeilen 260-264).*
Die Studierenden setzen Schülerexperimente ein, um die Schülerinnen und Schüler zu aktivieren und den Wissensaufbau anzuregen.	*Beispielhaft wäre, ‚überlege, welchen Weg der Ton auf dem Weg zum Ohr zurücklegt?' Da sollen sie erst mal eine Hypothese aufstellen und dann diese Hypothese anhand eines Experiments überprüfen (S1, Gruppe A, Interview 1, Zeilen 101-103).*

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Die Studierenden setzen Experimente ein, um die inhaltlichen Grundlagen der Konstruktionsarbeiten zu legen.	*Wir sind ja fertig mit den Versuchen. Wir versuchen jetzt nichts mehr, wir bauen jetzt nur noch (S1, Gruppe B, Interview 3, Zeilen 151-152).*
Die Studierenden lassen die Schülerinnen und Schüler eigenständig Versuche planen, um den Charakter des Forschenden Lernens zu erreichen.	*Außerdem wird in dieser Sitzung aus genannten Gründen der Anteil der Experimentierphasen gegenüber dem Anteil der Theoriephasen deutlich erhöht. Dies bringt zwar den Nachteil mit sich, dass die Theorie, die hinter dem Phänomen steckt vermutlich nicht so tief durchdrungen wird, aber das Interesse und die Aufmerksamkeit der Kinder stand für uns bei dieser Entscheidung im Vordergrund (Gruppe L, Abschlussbericht, Seite 7).*
Diagnosemittel	
Die Studierenden setzen Diagnosemittel für ihre Lernumgebung ein, um die Denkprozesse der Schülerinnen und Schüler zu erkunden.	*Wir haben das Arbeitsblatt halt wieder zum Ankreuzen gestaltet, einmal links zum Ankreuzen was man vermutet und dann rechts die Beobachtung. Und uns dann das ganze Ergebnis erklären lassen. Dann hat S3 auch mit beobachtet, wieder zwei Beobachter (S2, Gruppe B, Interview 3, Zeilen 271-273).*
Die Studierenden betten die Diagnoseinstrumente so in die Lernumgebung ein, dass diese außerdem eine weitere Funktion, wie einer Ergebnissicherung oder Wiederholung, einnehmen.	*Also die Diagnose ist da zum einen halt für die Schüler, dass die eine Selbstdiagnose durchführen und ihre eigenen Hypothesen selber überprüfen können und zum anderen für uns als Diagnose, dass wir halt gucken, ok wie weit haben die Schüler es jetzt geschafft, womit können wir beim zweiten Termin rechnen, was ist denen vielleicht noch unklar (S1, Gruppe D, Interview 1, Zeilen 396-399).*
Arbeitsmaterialien	
Die Studierenden entwickeln Forscherhefte, welche die Schülerinnen und Schüler durch die Experimentierumgebung führen, um die Konzeption von Lernmaterial zu üben.	*Ja, als am Anfang mit direkt dem Diagnosetool zusammen und anschließend kommen bei uns ja im Forschertagebuch immer die verschiedenen Versuche, die dann aufeinander aufbauen. Dazwischen sind dann mal irgendwie kleine Merksätze oder was sie beachten sollen oder so (S1, Gruppe E, Interview 1, Zeilen 203-205).*

Ausprägung	Ankerbeispiel
Die Studierenden verwenden keine ausgedruckten Arbeitsaufträge, sondern beschreiben die Aufgaben ausschließlich mündlich, damit sie den Fokus auf Kommunikation mit den Schülerinnen und Schüler setzen.	*und dann hat man am besten noch irgendwelche anleitenden Fragen dazu und Textaufgaben, also irgendwelche Aufgaben ja. Das ist irgendwie nicht so spannend, glauben wir (S2, Gruppe D, Interview 1, Zeilen 389-391).*
Theoretische: Begriffsbildung	
Die Studierenden fügen neben den Experimenten theoretische Begriffsbildung in Form von Lehrervorträgen ein, um die zeitliche Struktur nicht zu gefährden.	*Die ersten fünf Minuten werde ich hauptsächlich damit verbringen denen zu erklären, wie man eine Kraft so errechnet, und das wird halt gar nicht anders gehen als frontal und an der Tafel und einmal eben schnell zeigen, wie das funktioniert, dass das Experiment dann flüssig laufen kann und eigentlich das Experiment ist dann so strukturiert, das sollte eigentlich ziemlich selbstständig laufen (S2, Gruppe C, Interview 2, 329-333).*

Die Experimentiersituationen im Lehr-Lern-Labor beginnen in den meisten Fällen am ersten Termin mit der Aufbereitung von theoretischen Grundlagen. Je nachdem, welches Ziel der Experimentierumgebung verfolgt wird, werden in diesem Zuge *Experimente* eingesetzt, um die Phänomene den Schülerinnen und Schülern näher zu bringen. Während die meisten Gruppen darauf achten, die Inhalte durch die Schülerinnen und Schüler erarbeitet zu lassen, gibt es auch Gruppen, welche die theoretischen Inhalte durch einen Lehrervortrag präsentieren. Dies begründen die meisten Studierenden damit, dass dadurch weniger Zeit in Anspruch genommen wird.

Die Studierenden versuchen ihre *Konzeptbildungsphasen* durch Experimente immer wieder aufzubrechen. Neben diesen vorbereitenden Messungen zu den fachlichen Inhalten nehmen die Experimente außerdem weitere Funktionen ein. So werden nicht nur die fachlichen Inhalte durch die Experimente aufbereitet, sondern auch die angestrebten Konstruktionsaufgaben vorbereitet. Allerdings greifen nur die wenigsten Gruppen auf Experimente zurück, welche die Schülerinnen und Schüler selbstständig planen und durchführen. In zwei Gruppen werden Experimente geplant, anhand derer die Studierenden außerdem die Denkprozesse der Schülerinnen und Schüler diagnostizieren können. Deshalb erklärt S3 der Gruppe B beispielsweise, dass das anfängliche Experiment der Motivation des Themas Sinken und Schwimmen dient und außerdem die Schülerinnen und Schüler durch die Studierenden unterstützt werden, damit sie sich beim Experimentieren sicher fühlen.

> *Genau, dann probiert aus und dann die Frage: ‚Wie kriegt ihr die Knete vielleicht doch zum Schwimmen?‘ Werden sie wahrscheinlich auch drauf kommen, dass Boote ja schwimmen und dass man dann vielleicht so etwas bauen könnte. Das soll dann langsam dahin führen, dass die den Zettel bearbeiten, und das ist so das, was an diesem Termin stattfindet. Und wir haben uns entschieden, dass wir das nicht ganz offen machen, weil*

wir das ja dann auch mit den nächsten beiden Terminen unsere Hilfe ein bisschen zurückziehen werden (S3, Gruppe B, Interview 1, Zeilen 189-194).

Der Einsatz von Diagnoseinstrumenten ist für alle Gruppen vorgegeben, sodass allein dadurch ein großes Spektrum der Tools festgehalten werden kann. Besonders häufig setzen die Studierenden die Diagnoseinstrumente ein, um die Sicherung der erarbeiteten Konzepte zu gestalten. Es gibt außerdem zwei Gruppen, die ihre Schülerinnen und Schüler ein *Modell* entwickeln lassen, mit dem die Lernenden die erfahrenen Zusammenhänge nachzeichnen können. Wenn die Studierenden die Instrumente zur Diagnose zu Beginn eines Experimentiernachmittags einsetzen, nehmen diese neben der Erhebung von Daten außerdem die Funktion ein, dass sie das relevante Vorwissen aktivieren. Neben der *Diagnose von Vorwissen* nutzen die Studierenden außerdem *Feedbackbögen*, um mit den Schülerinnen und Schüler zum Beispiel über deren Lernprozesse ins Gespräch zu kommen oder ihre eigene Lehrtätigkeit evaluieren zu lassen. Weitere Ausführungen zu der Analyse der Diagnosemittel und -prozesse finden sich in der Darstellung des Teilprozesses Diagnose (siehe Abschnitt 9.1.4.3).

Als letztes, zentrales Handlungselement sind die weiteren *schriftlichen Arbeitsmittel* zu nennen. Diese haben für die Studierenden oftmals eine Doppelfunktion und werden auch für die Diagnose einbezogen. Andere Gruppen nutzen die Aufgaben, um durch den Kontext zu führen und konzipieren damit einen Leitfaden für das Experimentierangebot. In der Analyse kann nur eine Gruppe identifiziert werden, die sich mit dem Einsatz von Hilfekarten für die Schülerinnen und Schüler beschäftigt, um diesen mehr Freiraum und Selbstwirksamkeitserfahrungen zu bieten. Andere Studierendengruppen entwickeln ein *Lernheft*, das die Schülerinnen und Schüler durch alle drei Termine führt, um dadurch die Motivation zu steigern.

Auswertung: Struktur der Instruktionen

Neben der zuvor geklärten Frage nach den zentralen Handlungselementen ist auch die geplante Struktur der Lehr-Lern-Labore für diese Analyse relevant. Die Studierenden selbst durchlaufen in drei Zyklen einen forschenden Lernprozess. Ob sie diese Methode auch im Einsatz mit den Schülerinnen und Schüler vorsehen, kann durch die Besprechung der Struktur der Lernumgebungen charakterisiert werden. Die Tabelle 9.12 zeigt die verschiedenen Ausrichtungen der Lernumgebungen im Lehr-Lern-Labor.

Tabelle 9.12 Ausprägungen der Kategorie Struktur der Instruktionen

Ausprägung	Ankerbeispiel
Forschendes Lernen	
Die Studierenden entwickeln eine Lernumgebung, welche die Methode des Forschenden Lernens einsetzt.	*Ja. Ja, dass die halt, ja genau, einfach ihren gebildeten Hypothesen oder ihren formulierten Problemen halt einfach nachgehen, nachforschen (S1, Gruppe D, Interview 1, Zeilen 349-350).*

Ausprägung	Ankerbeispiel
Die Studierenden verstehen unter Forschendem Lernen das selbstständige Experimentieren der Schülerinnen und Schüler unter vorgegebenen Arbeitsaufträgen.	*Wir haben das eigentlich von Anfang an geplant, dass wir in der ersten Stunde mehr leiten und in der zweiten Stunde ‚Forschendes Lernen' machen (S3, Gruppe A, Interview 2, Zeilen 199-200).* *Die freuen sich darauf, jetzt was zu basteln, und dann, glaube ich, können wir die auch so ans Laptop setzten, dass die sich da dran setzen und recherchieren, woraus ist jetzt ein Lautsprecher aufgebaut. So jetzt ist natürlich die Frage, vor der wir auch gestanden haben: ‚Wie wähle ich jetzt die Größe des Loches, der Box, wie groß wird die Box überhaupt, wie viele Wicklungen soll die Spule haben?' Solche Sachen, die würden wir denen, glaube ich, vorgeben (S1, Gruppe A, Interview 2, Zeilen 280-284).*
Instruktionale Führung	
Die Studierenden lenken die Schüler* strikt durch die erdachte Lernumgebung und lassen keine spontanen Veränderungen zu, um die Kontrolle über die Ergebnisse zu behalten.	*Man hätte den Effekt halt einfach gesehen. Sie haben angefangen mit den Experimenten, und dann haben sie halt Rückfragen gestellt, wir haben denen einen kleinen Impuls gegeben, und die sind dann halt viel strukturierter vorgegangen bei den nächsten Experimenten (S1, Gruppe C, Interview 2, Zeilen 250-252).*
Die Studierenden nutzen Phasen der Unterrichtsgespräche, um die Schülerinnen und Schüler zu motivieren.	*Ich glaube, im Experimentieren hätte man sie noch freier lassen können, was allerdings auch wieder den Zeitfaktor beeinflusst hätte. Also ich weiß nicht, ob der Freiraum dafür schon gut gewählt ist oder ob wir den noch freier hätten machen können, auf Kosten der Zeit dann (S2, Gruppe B, Interview 2, Zeilen 246-248).*
Freies Experimentieren/ Konstruieren	
Die Studierenden überlassen den Schülerinnen und Schüler eine aktive Rolle bei der Planung eigener Experimente, um durch das Lehr-Lern-Labor deren prozessbezogenen Kompetenzen zu schulen.	*Also dieses Mal war es ja wirklich relativ frei und es haben auch alle Schüler frei experimentiert und sind ihren Ideen nachgegangen, auf jeden Fall zum größten Teil, sogar L hat seine eigenen Ideen formuliert, waren nur schlussendlich leider dieselbe Idee, die M-L zur gleichen Zeit auch hatte, [I: ach was] deswegen sah sie ein bisschen ähnlich aus, aber ich fand, die haben ziemlich frei alle Sachen ausprobiert und selbst konstruiert (S2, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 7-11).*

Ausprägung	Ankerbeispiel
Die Schülerinnen und Schüler konstruieren ein zentrales Produkt, das Ziel im Lehr-Lern-Labor darstellt.	*Der letzte ist, glaube ich, der am wenigstens flexible Termin, weil da das U-Boot gebaut wird (S1, Gruppe B, Interview 1, Zeilen 270-271).*

Es zeigt sich, dass lediglich zwei Gruppen das *Forschende Lernen* für die Schülerinnen und Schüler in den Blick nehmen. S1 aus Gruppe D stellt sich dafür zum Beispiel während der Laborphase die Frage, ob ihre gewählten Ziele zu einer sinnstiftenden Lernumgebung beigetragen haben oder ob sie einen anderen Fokus hätten wählen sollen.

> *Wo war jetzt wirklich die Priorität von unseren Zielen? Wollten wir die motivieren zum selbständigen Arbeiten? Sollen die mal so eine außerschulische Lernsituation kennenlernen? Oder wollen wir denen jetzt hier irgendwas über Raketen beibringen, also explizit physikalisches Wissen vermitteln?' So und da bringt uns der Feedbackbogen dann ja schon auf jeden Fall aus Sicht der Schüler ja Informationen, die wir jetzt so vielleicht nicht haben. Ja. (S1, Gruppe D, Interview 3, Zeilen 496-501).*

Auch Gruppe F plant eine offene Umgebung, verwirft diese Planung allerdings nach dem ersten Treffen mit den Schülerinnen und Schülern (siehe Abschnitt 9.1.2.6). Der Großteil der Studierenden gibt vielmehr vor, die Schülerinnen und Schüler stark anzuleiten, um ihnen ein gewisses Sicherheitsgefühl in der neuen Umgebung zu vermitteln und dann über den Verlauf der drei Termine die *Hilfestellungen* immer weiter zu reduzieren. Zum Beispiel beschreibt S1 der Gruppe C dieses Vorgehen anhand punktueller Hilfestellungen, welche die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler strukturieren und Ergebnisse sichern können, um diese *zum erwünschten Ergebnis* zu leiten.

> *Also, ich glaub mit mehr Zeit, aber punktueller Hilfe, also richtige Teilergebnisse bekräftigen, dass sie nicht auf dem Holzweg landen quasi. Also dann man sie selber erarbeiten lässt, aber das man Teillösungen immer fixiert, damit sie nicht die verwerfen und wieder von vorne anfangen (S1, Gruppe C, Interview 4, Zeilen 284-287).*

Dies wird außerdem durch einen gesteigerten, praktischen Anteil in den Lernumgebungen unterstützt. Was zu der Einschätzung einiger Studierendengruppen passt, die vorgeben, dass sie mit einem Theorie-Teil beginnen und dann in eine Konstruktionsphase übergehen.

Zusammenfassung und vorläufige Interpretation

Während der Planung beziehen sich nur wenige Studierenden auf eine Vorbereitung, die von der Perspektive der Lernenden ausgeht. Oftmals werden Schülervorstellungen und ihr Vorwissen lediglich implizit, nicht explizit einbezogen, weshalb Handlungsalternativen nicht bereits vor der Experimentierumgebung durchdacht werden, sondern spontan während der Durchführung entstehen. Die von den Studierenden entwickelten Lernziele für die Schülerinnen und Schüler beziehen sich in mehreren Fällen ausschließlich auf die Handlungen der Lernenden, nicht auf deren Kognitionen wie Denken oder Lernen.

Das Konzept der Elementarisierung wird von beinahe allen Gruppen bedacht, da sie die komplexen Inhalte für ihre Lernenden auf ein altersgerechtes Niveau reduzieren. Auch eine flexible Einteilung oder Segmentierung der Lernumgebung findet in manchen Konzepten statt. Obwohl durch die Erarbeitungsphase eine gesamte Sitzung dem „*backbone*“-Planungstool gewidmet wird, ist die konkrete Umsetzung nur bei einer Gruppe zu finden.

Die Lehrimpulse betreffend, lässt sich feststellen, dass sich zwei Gruppen mit Forschendem Lernen für die Schülerinnen und Schüler beschäftigen und die anderen Studierenden eher darauf abzielen, zunächst mehr Hilfestellungen zu geben und sich daraufhin über die drei Termine hinweg zurückzuziehen, um den Lernenden mehr Raum für eigene Ideen zu geben.

Obgleich diese Darstellung vermuten lässt, dass die Studierenden eine umfassende Planung durchführen, zeigen die vorgestellten Ausprägungen auch Fälle, die sich bei der Planung vor allem auf die Handlungen beschränken und die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler nicht explizit in die Planung mit einbeziehen. Beispielsweise verwenden diese Studierenden bei der Elementarisierung der Inhalte nur ihre Perspektive, die sie nicht durch eine Literaturrecherche stützen. Ein weiteres Indiz dieser Haltung zeigt sich im Umfang der Planung, die zum Teil lückenhaft und zum anderen Teil auf den spontanen Einfällen der Studierenden beruht. Dadurch verwehren sie sich die Möglichkeit, das Potential der Lehr-Lern-Situation zu aktivieren.

Durch die Planung der Experimentierumgebungen sollen die Studierenden Schritte in Richtung einer Professionalisierung tätigen. In diesem Fall beziehen sich diese auf eine schülerzentrierte Unterrichtsplanung unter der Berücksichtigung der Denk- und Lernprozesse der Lernenden. Während die Strukturierung von Unterricht den Studierenden keine Probleme bereitet, bleibt ihnen in großen Teilen die Relevanz der kognitiven Welt der Schülerinnen und verborgen. Dies zeigt sich beispielsweise in der fehlenden Umsetzung des neueingeführten Planungsrasters. Weiterhin sollen die Studierenden durch den Einsatz im Lehr-Lern-Labor besser an die Bedürfnisse der Lernenden anpassen. Dieser Prozess beginnt in der Planung, da durch den Einbezug von typischen Präkonzepten die Denkprozesse bereits im Vorfeld antizipiert werden können. Obwohl die Studierenden die Schülervorstellungen als wichtigen Faktor für die Planung von Unterricht einschätzen, greifen viele auf ihre Intuition zurück. Für die Professionalisierung wäre es allerdings hilfreich, sich besonders in der Anfängen der beruflichen Laufbahn, auf elaborierte Artikel zu stützen, als auf die eigenen Einschätzungen. Ziel ist es, durch das Literaturstudium verknüpft mit den eigenen Erfahrungen umfassende Erfahrungswerte zu generieren, sodass in der beruflichen Praxis durch die ausgebildete Routine schnell auf Schülervorstellungen eingegangen werden kann.

9.1.4.2 Teilprozess Durchführung

Die Durchführung der Experimentiersituation ist für die Studierenden als Teil des Zyklischen Forschenden Lernens besonders anspruchsvoll, da sie in der Praxis mit allen Herausforderungen konfrontiert werden, die das Unterrichten von Schülerinnen und Schülern mit sich bringt. Außerdem haben sie den Anspruch an sich, die vorherige Planung detailgetreu umzusetzen und müssen spontan reagieren, wenn die Erprobung anders als erwartet abläuft. Die folgenden Abschnitte die betroffenen Abschnitte des Kodiermanuals.

Kategorie: Spontane Adaption

Adaptionen im Lehr-Lern-Labor können mithilfe der Reflexion über die Praxissituationen hergeleitet werden. Dieser Umstand ist allerdings nicht immer gegeben, wenn die Studierenden während der Experimentiersituation auf unerwartete Probleme stoßen. Dann müssen sie innerhalb kurzer Zeit Entscheidungen treffen, wie sich die weitere Lehr-Lern-Situation entwickeln soll. Diese spontane Adaption ist allerdings nicht durchweg schlecht, sondern kann auch bedeuten, dass die Studierenden aufgrund von gezeigtem Schülerverhalten ihre Planung missachten, um daran anzuknüpfen und eine gute Passung zwischen Lehrimpulsen und Lernerfahrungen zu gestalten.

Kategorie: Eigeneinschätzung der Studierenden zu ihren Lehrhandlungen

Durch die Doppelrolle der Studierenden im Lehr-Lern-Labor ist ihre Einschätzung der eigenen Rolle in diesem Konstrukt von Bedeutung und zeigt, ob es ihnen gelingt, sich von den eigenen Lehrhandlungen zu lösen und die Denkprozesse der Schülerinnen und Schüler in den Fokus zu stellen.

Auswertung: Spontane Adaption

Wie im vorherigen Absatz beschrieben, stellen sich einige Studierende darauf ein, dass sie ihre Planung während der Umsetzung anpassen müssen, um besser auf die Schülerinnen und Schüler zu reagieren oder schlichtweg den zeitlichen Rahmen nicht zu sprengen. In einigen Fällen sind die Planungen der Studierenden allerdings nicht vollständig durchdacht, sodass es während der Durchführung zu gravierenden Problemen kommt, in Folge derer die Lernumgebung ad hoc angepasst werden muss. Dadurch kommt es zu Adaptionen, welche die Studierenden zuvor nicht besprechen können. Welche verschiedenen Ausprägungen in diesem Fall durch die Analyse herausgearbeitet worden sind, findet sich in Tabelle 9.13.

Tabelle 9.13 Ausprägungen der Kategorie Spontane Adaption

Ausprägung	Ankerbeispiel
Die Studierenden planen verschiedene Abläufe und entscheiden in der Situation, welche Alternative die sinnvollste ist.	*Die Versuche, wir haben einen Versuch gestrichen, spontan, das war der Zeitfaktor, aber ok, das konnte man im Vorfeld schlecht einschätzen (S2, Gruppe B, Interview 2, Zeilen 88-89).*
Die Studierenden übernehmen die Konstruktionsarbeit für die Schülerinnen und Schüler, um die Ziele der Lernumgebung zu erreichen.	*Damit dennoch eine Fertigstellung der Zeppeline gewährleistet werden konnte, mussten wir die Planung adaptieren und haben die Luftschiff-Gerüste für die Schüler vor dem dritten Termin fertiggestellt. Ansonsten wäre aufgrund der unterschätzten Zeit zum Kleben eine zeitlich passende Fertigstellung nicht mehr machbar gewesen (Gruppe I, Abschlussbericht, Seite 7).*

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Die Studierenden müssen spontan adaptieren, da die Schülerinnen und Schüler nicht zu den Experimentier-nachmittagen erscheinen oder weniger Zeit haben als geplant.	*I: […] Wie verlief denn euer letztes Interview- ach Labortermin mit Schülerinnen und Schülern?* *S1: Kurz.* *S2. Kurzweilig. Ja.* *S1: Ja* *S2: Ja, es war halbe Stunde.* *S1: Ja.* *S2: Es war stark angeleitet, würde ich sagen.* *S1: Ja.* *S2: Einfach, weil wir wenigstens ein Zimmer verkabeln wollten. Ja. Hätte man mehr draus machen können, wenn mehr Zeit gewesen wäre (S1&S2, Gruppe E, Interview 3, Zeilen 4-14).*
Die Studierenden sehen sich mit defekten Materialien oder technischen Problemen konfrontiert und müssen darauf basierend Entscheidungen treffen.	*Ja und ständig die Flaschen undicht waren und das hat das alles ein bisschen rausgezögert und dann ist hier die Luftpumpe noch ein bisschen kaputt gegangen und hat auch nicht mehr den richtigen Druck aufgebaut, also (S2, Gruppe D, Interview 4, Zeilen 84-86).*
Die Studierenden verwenden spontane Impulse der Schülerinnen und Schüler, um ihre Lernumgebung ihren Bedürfnissen anzupassen.	*DEDUKTIV ERWARTETE AUSPRÄGUNG OHNE NENNUNGEN*

Einige Gruppen bereiten ihre Lernumgebungen so vor, dass sie unvorhergesehene Situationen erwarten, indem in der Lernumgebung beispielsweise immer wieder Zwischenziele gesichert werden, sodass ein Abbruch ohne Probleme möglich ist. Andere Gruppen bereiten sich auf diese Barrieren nicht vor. In diesen Fällen greifen sie in die Lernumgebung ein, um ihre Lernziele sichern zu können. Die Probleme können dabei auf vier verschiedene Dimensionen bezogen werden. Besonders die zeitliche Planung ist eine Herausforderung, welche die Studierenden bewältigen müssen. Dies ist auf ihre fehlende Routine in der Unterrichtsplanung zurückzuführen sowie auf die Unberechenbarkeit der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler, die aufgrund weiterer Verpflichtungen die nötige Verbindlichkeit oftmals nicht aufbringen können. So geschieht es in mehreren Gruppen, dass einige Schülerinnen und Schüler entweder viel zu spät erscheinen, an einer Klassenfahrt teilnehmen oder andere Termine wahrnehmen. Die zeitliche Einschränkung des betroffenen Experimentiernachmittags der Studierenden führt zu spontanen Adaptionen. Doch auch bei Gruppen, die obiges Problem nicht haben, wird die Konstruktionsarbeit für die Schülerinnen und Schüler übernommen, um die Lernziele nicht anpassen zu müssen. Selbst wenn Studierende damit konfrontiert werden, dass nur eine Person an den Experimentiernachmittagen teilnimmt, beeinflusst dies die Umsetzung kaum.

Ein weiteres Problem, auf das die Studierenden ebenfalls reagieren müssen, stellt das verwendete Material dar, das die Schülerinnen und Schüler benutzen sollen. Wie im Abschnitt 9.1.1 bereits beschrieben, müssen die Studierenden mit nicht geeignetem Material für ihre Konstruktion umgehen. Diese Gruppe reagieren darauf, indem sie für den nächsten Termin neues Material besorgen. Dabei gehen sie allerdings nicht gänzlich gründlich, sodass die neue Lernsituation zuvor nicht von den Studierenden überprüft wird. Im vorgestellten Fall der Gruppe A wird dadurch das Produktziel nicht erreicht. Vor allem bei Gruppen, die den letzten Termin nicht gründlich vorbereiten, erleben große Enttäuschungen, die sie durch bessere Planung hätten vermeiden können.

Wie bereits in der antizipierten Adaption im obigen Teilprozess beschrieben, müssen einige Studierende damit umgehen, dass ihre anvisierten Zeiteinteilungen nicht der tatsächlichen Umsetzung entsprechen. In diesen Fällen werden Erklärungen gekürzt oder ähnliche Experimente gestrichen.

Innerhalb dieser Kategorie wird eine deduktiv erwartete Ausprägung nicht erfüllt, da die Studierenden nicht spontan auf interessante Beiträge ihrer Schülerinnen und Schüler eingehen. Die Planung und der jeweilige Ablauf sind dem Anschein nach nicht so flexibel gestaltet, als dass die angehenden Lehrkräfte auf die spezifische Wünsche der Lernenden eingehen könnten.

Es zeigt sich bei den Planungsprozessen, wie die Qualität der Lernumgebungen unter den angesprochenen spontanen Reaktionen der Studierenden leiden, weil diese nicht alle Alternativen in der Praxis berücksichtigen können. Die Selbstwirksamkeitserwartungen der Studierenden sind somit um einiges höher als ihre adaptiven Lehrkompetenzen während der Durchführung. Im nächsten Abschnitt wird aus diesem Grund auf das Selbstverständnis der Studierenden eingegangen, um die vorgestellten Effekte näher zu betrachten.

Auswertung: Eigeneinschätzung der Studierenden zu ihren Lehrhandlungen

In der Durchführung wird den Studierenden ihr Auftreten als Lehrpersonen deutlich. Dadurch zeigen sich unterschiedliche Lehrkonzepte im Lehr-Lern-Labor (siehe Tabelle 9.14). Einige Gruppen entschließen sich, den Betreuungsschlüssel zu verändern, indem sich einzelne Studierende aus der Lehr-Lern-Situation herausnehmen und diese beobachten. Andere gehen dabei so weit, dass für jeden Experimentiernachmittag nur eine Person als Lehrperson eingesetzt wird und sich die übrigen Studierenden sich mit der Beobachtung der Lernenden und der Lehrperson befassen.

Tabelle 9.14 Ausprägungen der Kategorie Eigeneinschätzung der Studierenden zu ihren Lehrhandlungen

Ausprägung	Ankerbeispiel
Die Studierenden verändern die Ausgangslage, da sie die Arbeit in der Gruppe nicht genügend herausfordert.	*Also es ging eigentlich, weil es waren ja sowieso nur drei Schüler da und S1 und S3 und da war jetzt vom Platz her sowieso nicht gepasst, dass da noch eine Person neben steht. Deswegen konnte man sich auch super gut zurückhalten. Ich habe halt nur, wenn mir irgendwas aufgefallen ist, was man noch machen könnte, habe ich das den beiden noch gesagt,*

Ausprägung	Ankerbeispiel
	aber sonst konnte man sich halt zurückhalten (S2, Gruppe G, Interview 2, Zeilen 139-143).
Die Studierenden strukturieren ihr Vorgehen nach den Grundsätzen der *cognitive apprenticeship*, ohne die Intention dahinter zu nennen.	*Aber das sind andererseits so flexible Themen, dass das alles völlig offene Themenstellungen sind und dann können wir halt anpassen, wie viel Hilfestellung wir geben oder nicht, das ist nur das Ziel letztendlich, das soll gemacht werden, aber durch die Offenheit können wir das halt anpassen, wie viel Strukturierung wir denen noch an die Hand geben (S3, Gruppe B, Interview 1, Zeilen 272-275).*
Die Studierenden nehmen sich als Coaches, die den Schülerinnen und Schüler kooperativ begegnen, wahr und weniger als Lehrkräfte	*Irgendwo muss es immer ein kooperatives Verhältnis zwischen Lehrer und Schüler sein, was aber, finde ich, viel auf die, auf dem Verständnis des Schülers basiert. Also man muss halt gucken, wo steht der Schüler und was will ihn weiter bringen und die Lehrkraft unterstützt dann eigentlich nur die Prozesse, die der Schüler dann durchlaufen müsste, um zum Ergebnis zu kommen (S3, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 116-120).*
Die Studierenden fühlen sich durch die Arbeit in der Gruppe in ihren Lehrhandlungen eingeschränkt.	*Aber ich fand, muss ich ganz ehrlich sagen, das ein bisschen schwierig, da wir eben drei Leute sind und wir dann ja gemerkt haben, die Schüler haben eben die und die Vorstellung, und die wissen schon das und das. Das war ja teilweise schon korrektes Wissen und nicht irgendwelche Fehlvorstellungen, und ich fand es schwer, wir hatten ja vorher einen Plan gemacht, und da wir ja drei Leute waren, da spontan drauf zu reagieren, das war das, was ich so ein bisschen empfunden habe. Weil jeder reagiert ja anders auf solche Sachen. Und dann hätte man vielleicht gesagt, ‚Ok die Aufgabe überspringe ich jetzt eher ein bisschen.' Ein anderer hat gesagt, ‚ne da lege ich dann doch noch Wert drauf', und da war dann nicht die Zeit das dann doch noch spontan abzusprechen (S2, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 276-283).*

Auch bei der Planung wird deutlich, dass es mehrere Gruppen gibt, die sich die Planung aufteilen. In sieben Fällen wird die Planung zwar gemeinsam betrieben, allerdings wird die Durchführung nur von einem Teil der Gruppe vollzogen, während ein oder zwei Gruppenmitglieder beobachtende Funktionen einnehmen. Dies geschieht, damit sich die Studierenden auch tatsächlich herausgefordert fühlen und die Eins-zu-eins-Betreuung umgangen wird. Außerdem haben sie dadurch den Vorteil, dass sie genauer auf die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler eingehen können. Wie im Fallbeispiel der Gruppe A beschrieben, fühlen sich die Studierenden in ihren Möglichkeiten beschränkt, da sie die Durchführung zu dritt gestalten und nicht eine Person bestimmen, die für den Termin verantwortlich ist. Von den Meinungsverschiedenheiten der Gruppenmitglieder hängt in mehreren Faktoren, die bereits

benannt wurden, das weitere Vorgehen im Lehr-Lern-Labor ab, sodass es anscheinend ein nicht zu vernachlässigender Aspekt für das Gelingen der Lernumgebungen ist.

Das Selbstverständnis der Studierenden ist außerdem für die Umsetzung des Lehr-Lern-Labors interessant, da sie dadurch offen legen, wie sie ihre eigenen Handlungen einschätzen. Im Teilprozess der Planung geben die Studierenden bereits an, dass sie zunächst die Lernumgebung stark anleiten, um den Freiheitsgrad der Treffen immer weiter zu erhöhen und ihre Hilfestellungen mit der Zeit zurückzufahren. Zu diesen Gruppen gehören die Lernangebote von sechs Gruppen, die ihre Schülerinnen und Schüler dadurch ähnlich einer *cognitive apprenticeship* zunächst ein Hilfsgerüst bauen, das sie mit der Zeit einstellen und die Schülerinnen und Schüler zu mehr Eigenständigkeit befähigt. Die Gruppe G ist bzgl. der Betrachtung der Lehrimpulse besonders hervorzuheben. Diese Gruppe hat sich vorgenommen, zu überprüfen, welche Auswirkungen ihre Hilfestellungen auf die Arbeit im Lehr-Lern-Labor haben. Dazu führen sie am ersten Experimentiernachmittag ein *fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch* mit den Schülerinnen und Schülern und nehmen sich dann vor, am nächsten Termin nur auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler eine Hilfestellung anzubieten. Darüber hinaus stellen sie sich der Frage, wie sie ihre Hilfestellungen einsetzen und welche Unterschiede sie zwischen einem fragend-entwickelndem Unterrichtskonzept und Hilfestellungen sehen. Dies ist im folgenden Zitat von S3 aus Gruppe G nachzuempfinden.

> *Ich glaube, dass das Fragend-Entwickelnde immer gemacht wird, wenn man selbst die Einschätzung hat, dass man jetzt ständig schweigt und dass da irgendwie eine Unterhaltung da sein muss. Man möchte denen nicht sagen, was sie machen sollen, aber man möchte auch nicht vor denen hin schweigen und dass man dann halt auf dem Weg versucht, ein bisschen anzuleiten (S3, Gruppe G, Interview 2, Zeilen 191-194).*

Diese Entwicklung zeigt ihnen auf, die Hilfestellungen für die dritte Zusammenkunft so anzupassen, um diese auf die Lernenden zuzuschneiden. Darüber hinaus stellen sie fest, dass alle beteiligten Schülerinnen und Schüler auf individuelle Hilfestellungen zurückgreifen müssen.

Neben den Studierendengruppen, die ihre Umgebung erst langsam öffnen, gibt es drei Gruppen, die versuchen, ihre Schülerinnen und Schüler direkt ohne Hilfestellungen mit dem Lerngegenstand arbeiten zu lassen. Dass es sich bei diesen drei Gruppen um jene handelt, die einen *forschenden Ansatz* für ihre Schülerinnen und Schüler wählen, ist wenig überraschend. Die Gruppe F muss allerdings, wie im Abschnitt 9.1.2.6 bereits beschrieben, ihre Lernumgebung und die Lehrimpulse von Grund auf anpassen, da sie die vorausgesetzten Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schüler nicht wahrgenommen haben.

Zusammenfassung und vorläufige Interpretation

Die Studierenden laufen bei der Durchführung Gefahr, spontane Adaptionen durchführen zu müssen, da sie durch äußere Einflüsse zu wenig Zeit für die Umsetzung ihrer Vorbereitung haben. Weiterhin überprüfen sie das einzusetzende Material im Vorfeld nicht präzise genug. Überdies müssen die Studierenden Wege finden, ihre Arbeitsaufträge zu verändern oder Experimente zu korrigieren, damit ihre Ziele noch erreicht werden können. In der Durchführung können sich die Studierenden weiterhin durch verschiedene Aspekte professionalisieren. Die spontane Adaption, die in diesem Fall geschieht, zeigt die Fähigkeiten der Studierenden, die Situationen und

Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler ad hoc einzuschätzen und ihren Unterricht durch eine direkte Umplanung zu verbessern. Dies benötigt jedoch entweder einen umfangreichen Erfahrungsschatz oder eine spezifische Begabung. Sich dabei auf letztere zu verlassen, scheint nicht der gewinnbringende Weg zu sein, da die Studierenden in diesen Fällen oftmals auf Grundlage von Defiziten die Umgebung verändern und nicht die Stärken der Lernenden als Ausgangspunkt ihrer Adaption verwenden.

Die Arbeit in Kleingruppen ist angesetzt, um die umfassenden Anforderungen an die Studierenden auf mehrere Personen zu verteilen, sodass sich die Teilnehmenden untereinander unterstützen können. Außerdem ist die Arbeit in der Gruppe für die Reflexion der Lernumgebungen und Lehrimpulse gewinnbringend. Die Studierenden erhalten durch den Austausch mit ihren Mitstudierenden die Möglichkeit, die eigene Lehrpersönlichkeit in der Praxis zu verbessern und sich somit weiterhin zu professionalisieren. In der Durchführung zeigt sich bei mehreren Studierendengruppen eine Veränderung des Betreuungsverhältnis, damit sie die Schülerinnen und Schüler während der Treffen beobachten können und außerdem bei der Klassenführung herausgefordert werden. Diese Entwicklung scheint zu begrüßen zu sein, da andere Studierendengruppen, die sich nicht aufteilen, die Konstellation als hemmend empfinden, da sie nicht spontan mit unerwarteten Begebenheiten umgehen können. Der Großteil der Studierenden sieht sich darüber hinaus in einer unterstützenden und nicht in einer führenden Lehrerrolle. Durch die fehlende Datenlage kann allerdings nicht abschließend diskutiert werden, ob dieser subjektive Eindruck tatsächlich während der Durchführung umgesetzt wird. Obgleich die betreffenden Studierenden auf keine theoretischen Grundlagen einer *cognitive apprenticeship* eingehen, ist ihr Vorgehen durch dieses Modell umfassend beschrieben.

9.1.4.3 Teilprozess Diagnose

Die Diagnose von Lernprozessen und Leistungsständen bringt für viele Studierenden neue Herausforderungen mit sich, da sie im Studium nur selten die Möglichkeit hatten, in Praxissituationen Diagnosedaten zu erheben und für die weitere Verwendung zu verarbeiten. Die Studierenden kennen aus der Erarbeitungsphase des Moduls viele verschiedene Möglichkeiten, wie Diagnosetools aussehen und wie sie eingesetzt werden können. Deshalb ist für diesen Teilprozess interessant, welche Tools sie für die Experimentiersituation auswählen, welche Funktion sie dabei einnehmen und wie sie den Einsatz reflektieren. Durch diese Kategorien wird der Diagnoseprozess von der Auswahl über die Verwendung bis hin zur Reflexion der Diagnosetools nachgezeichnet.

Kategorie: Diagnosemittel

In dieser Kategorie werden die Äußerungen bzgl. der eingesetzten Diagnoseinstrumente gesammelt. Die Verfahren beziehen sich auf drei Dimensionen. Das Beobachten der Schülerinnen und Schüler, die Aufgabenstellung als Indikator für kognitive Prozesse und schließlich das Einholen von Selbstauskünften der Schülerinnen und Schüler.

Aufgaben als Indikator kognitiver Prozesse: Diagnosemittel sind oftmals in Form von Arbeitsaufträgen in den Unterricht oder in diesem Fall in die Experimentiersituation eingebettet.

Diese Kategorie beschäftigt sich deshalb mit den Lernaufgaben, welche die Studierenden als Indikator kognitiver Prozesse nutzen.

Einholen von Selbstauskünften der Lernenden: Für die Diagnose von Lernständen oder -prozessen setzen die Studierenden Fragebögen ein, die eine Selbsteinschätzung der Schülerinnen und Schüler beinhalten.

Beobachten: Neben der Selbstauskunft der Schülerinnen und Schüler sowie der Erteilung von Arbeitsaufträgen ist die Beobachtung der Lernumgebung die letzte Möglichkeit, um Diagnosedaten zu erheben. Die durchgeführte Beobachtung ist dabei ziemlich vielschichtig. Während einige Gruppen Raster entwickeln oder Leitfragen der Beobachtung zu Grunde legen, verstehen andere Studierenden unter der Beobachtung von Unterricht, den Überblick als Lehrperson zu behalten.

Kategorie: Funktionen von Diagnosesituationen

Neben der bloßen Beschreibung der Diagnoseinstrumente ist auch deren Funktion in der Lernumgebung für die Analyse von Bedeutung. Die aus dem Material gebildeten Unterkategorien teilen sich in die Aktivierung von Vorwissen, die Sicherung von Ergebnissen oder die Beschaffung von Feedback auf.

Aktivierung von Vorwissen: Die Aktivierung von Vorwissen ist besonders von Bedeutung für die Studierenden, da sie die Schülerinnen und Schüler vor der Laborphase in den meisten Fällen nicht kennen. Deshalb werden die Diagnoseinstrumente, die der besseren Einschätzung der Lernstände dienen, dieser Kategorie zugeordnet

Sicherung der Ergebnisse: Die Sicherung von zentralen Ergebnissen am Ende eines Segmentes ist ebenso wichtig für das weitere Vorgehen im Lehr-Lern-Labor. Die Studierenden gehen deshalb darauf ein, welche Bearbeitungen sie für ihr weiteres Vorgehen erwarten und gleichen dieses mit den tatsächlichen Leistungen der Schülerinnen und Schüler ab.

Feedback: Es zeigt sich, dass Studierende in dem Fall misslungener Umsetzungen Feedbackbögen und -gespräche für die Schülerinnen und Schüler vorsehen. Dadurch können die Studierenden erkennen, wie sie die Lernumgebungen besser gestalten können.

Kategorie: Ergebnisse der Diagnosemittel

Um die Diagnosemittel nicht nur spontan während der Durchführung auszuwerten, sondern auch für die weitere Umsetzung der Lernumgebung erfahrbar zu machen, ist es wichtig, dass die Studierenden Ergebnisse festhalten und auswerten. Dies kann in unterschiedlicher Qualität geschehen. Die verschiedenen Ausprägungen werden eingeteilt in die drei Unterkategorien fehlende Aufbereitung der Ergebnisse, Zuordnung der Lernenden zu Rollenklischees sowie für die Auswertung der Diagnosemittel zur Rekonstruktion von Denkprozessen der Lernenden.

Fehlende Aufbereitung der Ergebnisse: Die Studierenden geben an, dass sie die Diagnosemittel ausschließlich während der Zeit im Lehr-Lern-Labor betrachten und somit nicht zwischen den Terminen zur Weiterentwicklung der Lernumgebung gebrauchen.

Zuordnung der Lernenden zu Schülertypen: Durch die Diagnosemittel kommen die Studierenden zu dem Schluss, dass bestimmte Lernende zu Schülertypen zugeordnet werden. Dazu zählen Typen wie ‚die Klassenclowns', ‚die Überflieger', ‚die Rebellen' oder ‚die Zuverlässigen'. Eine solche Zuordnung ist ein erster Schritt, die Lernenden auf kognitiver Ebene zu verstehen, bleibt dabei allerdings auf der Oberfläche.

Auswertung der Diagnosemittel zur Rekonstruktion der Denkprozesse: Die Äußerungen, welche dieser Kategorie zugeordnet werden, können als tiefgründig beschrieben werden. Die Studierenden treffen Aussagen über die Schülerinnen und Schüler, welche die angehenden Lehrkräfte durch die Rekonstruktion der Denkprozesse formulieren können. Dadurch wird deutlich, dass die Studierenden auf die Tiefenebene der Lernprozesse erkundet haben.

Kategorie: Reflexion der Diagnosemittel

Zum Aufbau von Diagnosekompetenzen gehört es, dass Studierende ihre Diagnosemittel kritisch hinterfragen. Aus diesem Grund erfolgt die gleiche Aufteilung dieser Kategorie in Dimensionen wie diejenige, die bei der Vorstellung der Diagnosemittel gewählt wird. Es erfolgt also eine Reflexion über die zum Einsatz kommenden Aufgaben, die Selbstauskünfte sowie die Beobachtungsvorgänge durch die Studierenden reflektiert.

Diagnosetools: Die Studierenden haben oftmals noch wenig Erfahrung im Umgang mit den eingesetzten Diagnosetools. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass sie den Einsatz reflektieren, um diagnostische Kompetenzen aufzubauen und einen sinnvollen Einsatz für ihren weiteren Professionalisierungsprozess aufzuzeigen. Diese Kategorie sammelt deshalb reflektierende Aussagen, die sich mit dem Einsatz und der Gestaltung von diagnostischen Aufgaben auseinandersetzen.

Selbstauskünfte der Schülerinnen und Schüler: Die Studierenden setzen sich kritisch mit den erhobenen Daten auseinander, um das Ergebnis ihrer Befragung der Schülerinnen und Schüler zu evaluieren.

Beobachtungen: Die Studierenden reflektieren den Ertrag ihrer Beobachtungen und den Einfluss auf die Lehr-Lern-Situation, indem sie Grenzen und Stärken ihrer Mitschriften überprüfen.

Auswertung: Diagnosemittel

Der Einsatz von Diagnosemitteln ist im Lehr-Lern-Labor eine der wenigen Vorgaben für die Studierenden. Diese Lernumgebung ist so angelegt, dass sie Schülerinnen und Schüler außerhalb der Schule lernen. Insofern legen die Studierenden einen großen Wert darauf, die Schülerinnen und Schüler nicht durch die Beantwortung der Fragen zu demotivieren. Die eingesetzten

Diagnosetools sind dabei auf die jeweiligen Situationen zugeschnitten, welche die Studierenden erheben wollen. Tabelle 9.15 zeigt die Ausprägungen für die Kategorie der Diagnosemittel.

Tabelle 9.15 Ausprägungen der Kategorie Diagnosemittel

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Aufgaben als Indikator kognitiver Prozesse	
Die Studierenden setzen eine Mind- oder Concept-Map ein, um die Struktur der Wissensvernetzung der Schülerinnen und Schüler einschätzen zu können.	*wären da jetzt Ergebnisse bei herausgekommen, die darauf hätten schließen lassen, dass die Schüler das überhaupt nicht verstanden haben, wie ein Ton entsteht, eben vor allem in Bezug auf den grundlegenden Merksatz, den wir mitbringen wollten, ‚Jede Erzeugung eines Tons geht mit der Bewegung eines Körpers einher', hätten wir das diagnostizieren können, mit dieser Concept-Map da, dann hätten wir natürlich die Planung für heute dahingehend verändert, als dass wir heute noch eine wiederholende Einheit eingeführt hätten (S1, Gruppe A, Interview 3, Zeilen 228-233).*
Die Studierenden führen schriftliche Abfragen in Form von Tests durch, um das kontextspezifische Vorwissen zu erheben.	*Also bei dem Faltblatt haben wir es eigentlich so, dass das jetzt erst wir haben ja drei Spalten, erst füllen die das einmal alleine aus, und dann im zweiten Schritt setzen die sich halt zusammen, die vier, und überprüfen dann gegenseitig mal ihre Ergebnisse und sprechen dann nochmal drüber, und dann im letzten Schritt gucken wir dann nochmal, damit die dann auch wirklich das Richtige dastehen haben. […] Und wenn man dann irgendwo merkt, dass die da was Falsches angekreuzt haben oder wenn die bei bestimmten Strukturen immer was Falsches ankreuzen, dass man da dann nochmal explizit wieder drauf eingeht(S1, Gruppe E, Interview 1, Zeilen 84-91).*
Die Studierenden verwenden Arbeitsmaterialien, welche die Schülerinnen und Schüler zum Transfer des gelernten Wissens anregen.	*Genau, wir haben das ein Bild bekommen, wo quasi eine Seite Wasser ist und die andere Seite Land und eine Sonne oben drüber. Und dann sollen sie quasi selber das, was sie jetzt sozusagen erfahren haben, selber rein skizzieren. Wir werden unten nur ein paar Begriffe geben, die sie zwar benutzen können, aber nicht müssen. Und die Hoffnung ist dann eigentlich, dass sie dann sozusagen malen […] Das ist das, wo wir sagen, das ist das wo wir gucken wollen, wie weit sind die mitgekommen von dem ganzen Inhaltlichen (S1, Gruppe G, Interview 1, Zeilen 233-242).*

Einholen von Selbstauskünften der Lernenden	
Die Studierenden analysieren die Befragungen der Lernenden im Anschluss an jeden Termin nach ihrer Einschätzung bzgl. ihres Lernzuwachses kritisch.	*Unser letztes Diagnoseinstrument hat hervorgebracht, dass wir es erreicht haben, aber wir haben es noch einmal überprüft mit einer mündlichen Frage und das ist nur teilweise erreicht (S3, Gruppe B, Interview 3, Zeilen 15-16).*
Die Studierenden erheben die Probleme der Schülerinnen und Schüler in den Lernumgebungen.	*Insofern war das dann ja als man dann ein bisschen nachgefragt hat, ‚was meint ihr denn wo waren die Fehler?' und hm. Da standen sie dann auch erst mal so, dann traut sich auch immer keiner. Das ist eine schwierige Situation. Die Feedbackbögen kann ich euch auch nochmal zeigen. Da steht nämlich dann wirklich schon mehr drauf als sie dann wirklich auch kundtun wollten während der Sache. Auch wo zum Beispiel die eine hat auch gesagt wo sie Probleme hatte und wie sie dann, wie wir ihr dann geholfen haben und dass sie das auch gut fand, dass man auf die Sachen selber kommen muss so (S1, Gruppe D, Interview 4, Zeilen 40-46).*
Die Studierenden holen sich Feedback zu ihrem Auftreten als Lehrkraft ein, sich auch auf kommende Praxiseinsätze vorzubereiten.	*Die dadurch gewonnenen Informationen zeigen uns die bisherige Meinung der Schüler/-innen zu unserem Lehrkonzept, sodass wir die Planung unserer folgenden Stunden anpassen und beispielsweise ein geringeres Lerntempo oder interessantere Inhalte einsetzen können. Zudem können die Schüler/-innen uns in einem mit Schreiblinien versehenen, separaten Abschnitt direkt Feedback geben, indem sie angeben, was wir als Lehrende konkret besser machen können. Neben diesem Meinungs- bzw. Stimmungsbild unserer Lerngruppe sollen auch die eigenen inhaltlichen Fähigkeiten eingeschätzt werden (Gruppe H, Abschlussbericht, Seite 7).*
Beobachtung	
Die Studierenden beobachten die Schülerinnen und Schüler, um bezeichnende Situationen während der Lernumgebung festzuhalten.	*Ja. Wir werden uns noch Kriterien, nach denen wir die Beobachtung durchführen werden-- Es gibt natürlich die üblichen Verdächtigen, nach denen man das machen kann, aber was jetzt genau wir tun, hängt jetzt auch so ein bisschen von den Leuten ab-- von den ersten Eindrücken, die so entstehen. Bisher, also ich habe die bisher nur einmal gesehen, zusammen, die wirken wie aufgeweckte Jugendliche, die nicht auf den Mund gefallen sind, das heißt das mit dem ‚Lauten Denken' könnte tatsächlich auch gut funktionieren. Vielleicht*

	auch ein bisschen zu laut, aber das sehen wir dann (S1, Gruppe B, Interview 1, Zeilen 217-223).
Die Studierenden beobachten die Schülerinnen und Schüler während der Konstruktion, weshalb keine Diagnoseinstrumente nötig sind.	*Ja das uns allen bekannte, aber allseits bei-- in Fachkreisen verhasste Diagnosetool des über die Schulter Blickens. Ja, was sollen wir denn sonst machen, wenn die da am Basteln sind. Weiß ich nicht, was-- (S1, Gruppe A, Interview 2, Zeilen 409-411).*

Die Diagnosemittel können, wie in der Theorie vorgeschlagen, auch im Lehr-Lern-Labor in die Kategorien *Lernstandsanalyse* und *Lernprozessdiagnose* eingeteilt werden. Der ersten Kategorie werden die Diagnosemittel der *Concept-Maps* (von drei Gruppen eingesetzt), eines *Faltblatts* (von zwei Gruppen eingesetzt), den *Begriffswolken* (von einer Gruppe eingesetzt) sowie der *Checklisten und Feedbackbögen* (von zwei Gruppen eingesetzt) zugeschrieben. Außerdem sind die inhaltlichen *Aufgaben* oder *Experimentierprotokolle* unter diese Kategorie zu fassen. Es gibt unter den Gruppen keine Gruppe, die nicht auf mindestens eines dieser Diagnosemittel zurückgegriffen hat.

Auf der anderen Seite bestehen die Studierenden darauf, auch Lernprozesse zu diagnostizieren. In diesem Fall greifen die Studierenden auf zuvor bestimmte Gruppenmitglieder zurück, die durch ihre *Beobachtungen Aussagen der Schülerinnen und Schüler sammeln können*, sodass die Gruppen auf die kognitiven Prozesse schließen wollen. Durch den Einsatz der immer gleichbleibenden Checkliste zum Ende jedes Experimentiernachmittags können die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler nur grob betrachtet werden. Drei Gruppen lassen von den Schülerinnen und Schüler ihre Prozesse in Form von Bauanleitungen niederschreiben, um daran anknüpfend ihre Gedankengänge nachzuvollziehen.

Außerdem setzen einige Studierendengruppen neben Feedbackbögen auch Feedbackgespräche ein oder führen Fehlerbesprechungen mit den Schülerinnen und Schülern durch, um Probleme der Lernenden bzgl. zentraler Aspekte der Lernumgebung herauszufiltern. Zuletzt sind außerdem die studentischen Beobachter zu nennen. Wie bereits im Teilprozess Durchführung vorgestellt, entscheidet sich die Mehrheit der Gruppen dazu, mindestens eine Person pro Experimentiernachmittag mit der Aufgabe zu betrauen, die Schülerinnen und Schüler zu beobachten oder die Lehrimpulse der Studierenden festzuhalten. Die Beobachtungen der Studierenden unterscheiden sich dabei allerdings: Es werden unstrukturiert Schüleräußerungen festgehalten oder Beobachtungen mithilfe eines Rasters strukturiert.

Auswertung: Funktionen von Diagnosesituationen

Während der Experimentiersituationen nutzen die Studierenden verschiedene Möglichkeiten, Diagnosesituationen einzubinden. Je nach Hintergrund erfüllen sie also verschiedene Funktionen. In Tabelle 9.16 sind die drei aus dem Material entstandenen Kategorien durch ihre Ausprägungen ergänzt.

Tabelle 9.16 Ausprägungen der Kategorie Funktionen von Diagnosesituationen

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Aktivierung von Vorwissen	
Die Studierenden verwenden die Diagnoseinstrumente zu Beginn eines Unterrichtsegments, um den Lernstand der Schülerinnen und Schüler zu erheben.	*Also wir hatten ja als Beobachtungsziel erstmal herauszufinden, worin denn das domänenspezifische Vorwissen überhaupt besteht und ob die überhaupt Bock darauf haben, das zu machen, was wir uns überlegt haben, damit wir sie nicht in der zweiten Stunde noch einmal langweilen, was sie gar nicht interessiert (S1, Gruppe B, Interview2, Zeilen 29-32).*
Die Studierenden gehen davon aus, dass kein Vorwissen besteht und erheben deshalb keinen Lernstand.	*Also, ich glaube, deine Frage, gerade diese Frage ist gerade für unsere Gruppe schlechter geeignet, weil wir eben gar kein Vorwissen erwarten, gerade eben auch curricular eben. Das Arbeitsmaterial oder auch die Experimente, die wir durchführen, die sollen ja gerade dieses Wissen vermitteln. Also selbst, wenn man das ‚schlimmste Vorwissen' erwarten würde, dass sie keinen von den Begriffen erklären können oder verstehen würden, würden sie trotzdem am Ende des Stationenlernens von uns auf diesen Wissensstand gebracht werden. Auch mit der Planung, die wir jetzt schon, ohne die Diagnose überhaupt zu benötigen, vorsehen (S1, Gruppe A, Interview 1, Zeilen 174-180).*
Sicherung von Ergebnissen	
Die Studierenden wollen sicher gehen, dass die Inhalte verstanden worden sind.	*Also wir hatten halt bei dem ersten Tag wollten wir am Schluss dann das Schaubild machen lassen, so als Diagnose. Ich denke mal, wenn wir da feststellen, dass das überhaupt noch nicht verstanden wurde, wie der Wind entsteht, dann kann man ja nicht sagen, der Wind, den ihr nicht verstanden habt, wird jetzt zur Arbeit (S2, Gruppe G, Interview 1, Zeilen 340-343).*
Die Studierenden setzen die Diagnosemittel als Wiederholung zu Beginn des Experimentier-nachmittags ein.	*Also wir haben angefangen zu diagnostizieren, was hängen geblieben ist bei den Schülern zu den grundlegenden Begriffen, die wir den Termin davor erarbeitet haben (S1, Gruppe A, Interview 3, Zeilen 8-9).*
Feedback	
Die Studierenden erfahren, wie ihre Lehrimpulse von den Schülerinnen und Schüler aufgenommen werden.	*Nachdem die SuS diesen Fragebogen ausgefüllt hatten, stand ein mündliches Reflexionsgespräch mit den SuS an, indem wir unsere Beobachtungsabsichten*

Ausprägung	Ankerbeispiel
	–nämlich die bezogen auf die Hilfestellungen – benannten. Die SuS wurden daraufhin gebeten, ihre Sicht über den gesamten Ablauf des Schülerlabors aber auch bezogen auf die Art und den Umfang der Hilfestellungen zu schildern (Gruppe G, Abschlussbericht, Seite 12).
Die Studierenden können mithilfe der Feedbackgespräche nachvollziehen, an welchen Stellen die Schülerinnen und Schüler Probleme bei der Umsetzung hatten, weil sie in Feedbackgesprächen darüber reden.	*Ja und ich finde auch gerade, das ist eigentlich wichtig. Wir selbst haben jetzt einen Eindruck, wie schwer oder leicht es denen gefallen ist und dass wir dann noch einmal wirklich schriftlich von denen zu hören, ist ja noch einmal etwas anderes, als wenn man die nur beobachtet, die Schüler. Das muss ja nicht übereinstimmen unbedingt, das, was die eben aufschreiben, und das, was wir von außen beobachten (S2, Gruppe A, Interview 3, Zeilen 408-412).*

Zunächst sei der *Einstieg in die Lernumgebung* zu nennen. In dieser Situation nutzen die Studierenden Diagnosetools, die das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler erheben. Eingesetzt werden deshalb vor allem Instrumente zur Feststellung von Leistungsständen. Konkret sind dies Faltblätter, mithilfe derer sich die Schülerinnen und Schüler miteinander vergleichen können. Außerdem finden Begriffswolken Verwendung, durch welche die Lernenden mittels eines Ampelsystems einschätzen, wie gut sie die aufgeführten Begriffe bereits kennen.

Die Studierenden setzen die Diagnosemittel außerdem in Form einer *Sicherung der behandelten Themen* ein. Dazu entwerfen sie entweder Modellierungsaufgaben, Tafelbilder oder Checklisten, die ihnen Aufschluss darüber geben, wie die Schülerinnen und Schüler die Experimente und Konzeptbildungsphasen verarbeitet haben. Dieselben Diagnosemittel werden von anderen Gruppen für die Wiederholung der vergangenen Experimentiernachmittage genutzt. Dadurch kommen die Tools erneut einer Art von Vorwissensaktivierung gleich.

Die *Beobachtungen* werden dazu genutzt, die Schülerinnen und Schüler bei den *Experimentierphasen* zu begleiten. Dadurch können sie sicher sein, dass die Schülerinnen und Schüler sowie ihre Mitstudierenden die geplanten Handlungen und antizipierten Lernprozesse auch tatsächlich durchlaufen. Es fällt einigen Gruppen jedoch nicht leicht, diese Prozesse tatsächlich zu begleiten. So resümiert eine Gruppe, sie habe nicht die passenden Diagnosemittel gefunden, um die Schülerinnen und Schüler während des Forschenden Lernens zu unterstützen. Auch drei weitere Gruppen denken, dass es während der Konstruktionsprozesse zu keinen nennenswerten kognitiven Prozessen bei den Schülerinnen und Schülern kommt (siehe dafür auch Abschnitt 9.2.1), was den Einsatz der Diagnosemittel obsolet macht. Siehe dafür das Zitat aus dem Abschlussbericht der Gruppe I:

> *Für den zweiten Termin ist keine Diagnose geplant, da das praktische Arbeiten sehr gut an den Modellen beobachtet werden kann. Somit kann man direkt mittels dem Fertigungsgrad des Modells diagnostizieren und gegebenenfalls Adaption anwenden. Am*

dritten Termin wird natürlich keine Diagnose und Adaption mehr benötigt, da es kein weiteres Treffen danach geben wird (Abschlussbericht Gruppe I, Seite 4).

Zuletzt seien noch die *Feedbackbögen und -gespräche* genannt, welche die Funktion einer Evaluation der Lernumgebungen und Lehrimpulse der Studierenden einnehmen. Auf diese Form der Diagnose greifen vor allem die beiden Gruppen zurück, die ihre ursprünglichen Ziele nicht erreichen können.

Auswertung: Ergebnisse der Diagnosetools

Als nächsten Schritt müssen die Studierenden ihre Diagnoseergebnisse formulieren und festhalten. Dies ist ein wichtiger Vorgang, da an dieser Stelle die Diagnosekompetenzen der Studierenden am ehesten erkannt werden. Im Detail sind diese Prozesse schwierig aufzulösen, da die Studierenden erst im Anschluss an die Lehr-Lern-Situation durch die Interviews befragt werden und somit meistens ihre Diagnosesituationen bereits reflektiert haben. Die unterschiedlichen Kategorien aus dem Kategorienschema, die sich mit der Beschreibung der Ergebnisse befassen, finden sich in Tabelle 9.17.

Tabelle 9.17 Ausprägungen der Kategorie Ergebnisse der Diagnosetools

Ausprägung	Ankerbeispiel
Fehlende Aufbereitung der Ergebnisse	
Die Studierenden werten die Diagnoseinstrumente nicht kriterienorientiert aus, sondern kontrollieren während der Durchführung, ob ein ausreichendes Verständnis vorhanden ist.	*Wir haben das noch nicht so im Detail ausgewertet, aber die Checkliste am Ende zum Beispiel hat gezeigt, dass es denen Spaß gemacht hat. Da gäbe es so zwei Fragen, einmal positiv, negativ gestellt, und die waren gut ausgefüllt, zu unseren Gunsten. Waren wir ganz froh drum und zu dem Fachwissen, dem, was es so gibt-- (S3, Gruppe B, Interview 2, Zeilen 274-277).*
Zuordnung der Lernenden zu Schülertypen	
Die Studierenden teilen die Schülerinnen und Schüler verschiedenen Typen diagnosebasiert zu.	*DEDUKTIVE ERWARTETE AUSPRÄGUNG OHNE NENNUNGEN*
Die Studierenden ordnen ohne Auswertung ihrer Diagnosemittel die Schülerinnen und Schüler dieser Kategorie zu	*Hauptsächlich, dass wir sie einfach unterschätzt haben. Also ich fand auch die Schlüsse, die sie gezogen haben, unglaublich schnell und pfiffig, also nicht nur das, was vorher an Wissen da war, sondern dass sie kognitiv also auch -- ich muss sagen, ich habe die deutlich unterschätzt. Also vor allem den einen, A. Das ist echt krass (S3, Gruppe B, Interview 2, Zeilen 296-299).*

Ausprägung	Ankerbeispiel
Auswertung der Diagnosemittel zur Rekonstruktion der Denkprozesse	
Die Studierenden versuchen, die Denkprozesse der Schülerinnen und Schüler anhand der Ausführungen in den Diagnosemitteln nachzuvollziehen.	*Nein, also sie haben den Begriff der Kraft nicht wirklich durchdrungen, aber so grob, was dahinter steckt, dieses Grundprinzip. Also wie zeichne ich einen Kraftpfeil ein und wie eine Waage funktioniert, das haben sie schon verstanden und auch Proportionalität haben sie auch verstanden, obwohl bei der einen Checkliste hat sie eigentlich gesagt: ‚Nein', aber im Endeffekt -- ja man weiß es nicht. Die eine auf jeden Fall schon, die hat das in der Checkliste auch angekreuzt, und zum Schluss beim Nachfragen bei meiner Stunde hat sie halt auch gesagt -- Proportionalität haben sie auch verstanden. Also ich denke schon, dass sie es verstanden haben (S2, Gruppe C, Interview 4, Zeilen 195-201).*

Die eingesetzten Diagnosemittel verteilen sich auf verschiedene Einsatzgebiete, wie im obigen Absatz bereits beschrieben, sodass sich die Formulierung der Ergebnisse stark unterscheidet. Außerdem beschreiben zwar mehrere Studierendengruppen eine Auswertung, diese wird aber nicht unbedingt festhalten, sondern vielmehr intuitiv für das weitere Vorgehen genutzt. Dieser Umstand erschwert es zusätzlich, die Studierenden zu den Ergebnissen ihrer Diagnose zu befragen. Dennoch finden sich in den Interviewpassagen und Abschlussberichten sowie den Fragebögen aufschlussreiche Anhaltspunkte für eine Diagnostik der Studierenden.

Zunächst müssen die Gruppen thematisiert werden, die zwar, wie durch die Aufgabenstellung gefordert, ihre Lehr-Lern-Situationen durch Diagnoseinstrumente anreichern, allerdings bei der Auswertung die Antworten der Schülerinnen und Schüler in *simple Kategorien* wie „richtig" und „falsch" einsortieren. Wie bereits im Fallbeispiel vorgestellt, findet in der Gruppe A ausschließlich eine *spontane Diagnose* statt, ohne dass sich die Studierenden zwischen den Terminen auf die Diagnoseaufgaben beziehen. Auch weitere Gruppen nehmen während der Treffen in die ausgefüllten Aufgabenblätter Einsicht und entscheiden ad hoc, ob sie ihre ursprüngliche Planung weiterverfolgen oder abändern. In keinem der Fälle wird im Anschluss an den Einsatz des Diagnoseinstruments die Lernumgebung verändert.

Eine weitere Qualität der Diagnose erreichen Gruppen, die anhand der verwendeten Tools ihre Schülerinnen und Schüler *unterschiedlichen Rollenklischees* zuordnen. Beispielsweise stellt die Gruppe F fest, dass einige Schülerinnen und Schüler verspielt, wie kleine Kinder, und die anderen Schülerinnen und Schüler unstrukturiert, wie *Klassenclowns*, vorgehen. Die Studierenden von vier Gruppen schätzen eine der teilnehmenden Personen als *Überflieger* ein, welche die anderen Teilnehmenden in ihren Lernprozessen durch ein großes, fachliches Mitteilungsbedürfnis beeinflusst. Dass diese Einteilung allerdings auf den zuvor eingesetzten Diagnosemitteln beruht, ist in keinem der Fälle gegeben. Oftmals greifen die *Studierenden auf ihre Intuition* zurück.

Dadurch verändert sich in einigen Fällen ihre Einschätzung von Termin zu Termin (siehe Abschnitt 9.1.4.4).

Es gibt auch Gruppen, welche die Angaben der Schülerinnen und Schüler nutzen, um zu verstehen, *wie die Lernenden denken*. Beispielsweise wird in diesen Fällen festgehalten, dass es unter den Lernenden Personen gibt, die zwar die Vorgänge verstanden haben, allerdings nicht die Aufgabe abschließend lösen, weil sie sich während der Bearbeitung nicht auf einen Lösungsweg festlegen wollen. Oder Gruppen versuchen, die Teilnehmenden Schülerinnen und Schüler und ihre *Lösungswege zu analysieren* und können dadurch ihre Probleme einschätzen. Verallgemeinert lässt sich sagen, dass die Studierenden in mehreren Fällen nicht nur auf die Diagnoseinstrumente zurückgreifen, sondern auch ihre eigenen Eindrücke während der ablaufenden Lernprozesse von immenser Bedeutung für die Einschätzung ihrer Lernenden sind.

Auswertung: Reflexion der Diagnosemittel

Da viele Studierenden vor dem Experimentieren im Lehr-Lern-Labor noch nie mit Diagnosemitteln gearbeitet haben, ist ihre Einschätzung und Reflexion der Diagnosemittel von besonderer Wichtigkeit. Nur wenn sie es für sinnvoll halten, die Lernprozesse oder Leistungsstände der Schülerinnen und Schüler zu erheben, werden sie dies im weiteren Verlauf ihrer Ausbildung und ihres Berufes umsetzen. In Tabelle 9.18 sind die Reflexionen bzgl. der fachlichen Aufgaben, der Selbstauskünfte der Lernenden und der Beobachtungen aufgeführt.

Tabelle 9.18 Ausprägungen der Kategorie Reflexion der Diagnosemittel

Ausprägung	Ankerbeispiel
Diagnosetools	
Die Studierenden empfinden Concept-Maps als Diagnosemittel für die Schülerinnen und Schüler zu anspruchsvoll	*Und ich glaube, das andere mit dieser Art Concept-Map, da verstehen die glaube ich manchmal den Sinn nicht hinter, was das denen jetzt bringen soll. Aber das-- (S2, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 382-383).*
Die Konstruktion nimmt bereits so viele Ressourcen der Schülerinnen und Schüler in Anspruch, dass sie es nicht mehr schaffen, ihre Aufmerksamkeit auf Diagnoseinstrumente zu richten.	*Also das Diagnosetool war ja, dass sie ein Protokoll schreiben sollen, ein kleines, über ihr Vorgehen und die Denkprozesse haben die halt schon so sehr herausgefordert, dass das Schreiben irgendwie hintenan stand und ganz ehrlich, wenn sie das aufgeschrieben hätten, wären sie nicht fertig geworden (S1, Gruppe C, Interview 4, Zeilen 9-12).*
Selbstauskünfte der Lernenden	
Die Studierenden resümieren, dass die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen Leistungen falsch einschätzen.	*Ja, er hat sich ein bisschen überschätzt. Wahrscheinlich hat er auch das Gefühl, was verstanden zu haben, ich glaube, der hat auch einiges mitgenommen, keine Frage, der hat den Taucher auch mit als erster realisiert, aber mehr so ein intuitives Verständnis, der wusste eben nicht -- er ist auch von*

Ausprägung	Ankerbeispiel
	denen, die die ganzen mathematischen Sachen nicht so raushat (S3, Gruppe B, Interview 3, Zeilen 29-32).
Die Schülerinnen und Schüler gehen nicht kritisch genug mit Fragen der Studierenden um, was sich in der Beantwortung der Checklisten zeigt.	*Ja und der Fragebogen-- ich glaube es kommt immer auf die Schüler an. Wir haben uns überlegt, vielleicht waren die zu unkritisch (S3, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 249-250).*
Beobachtungen	
Die Studierenden erkennen, dass sie sich zunächst über die Beobachtungskriterien während der Besuche Gedanken machen müssen.	*Des Weiteren wird bei jedem Termin jeweils von einer Person, die zusätzlich noch als helfende Hand beim Bau des Periskops und den Experimentierphasen fungiert, auf die zeitliche Planung geachtet. Die zweite Person legte dabei ein besonderes Augenmerk auf den Umgang zwischen Studenten und Schülern sowie auf den Umgang der Schüler untereinander. Zusätzlich beobachten diese beiden Studenten das Verhalten der Schüler. Diese Beobachtungen sollen ebenfalls als Diagnosetool eingesetzt werden (Gruppe M, Abschlussbericht, Seite 7).*
Die Studierenden sehen in ihren Beobachtungen einen Mehrwert für die Reflexion der Lernumgebung.	*Und dazu gehört dann ja auch die Auswertung von dem Protokoll. Also teilweise werden wir wahrscheinlich schon selber wissen, wie wir es hätten besser machen können, weil wir halt die Schüler im Laufe vom heutigen Experimentiertag ja auch besser kennenlernen werden. Aber diese Außenperspektive ist dann nochmal interessant (S1, Gruppe F, Interview 1, Zeilen 220-224).*

Die Studierenden erkennen mehrere Probleme bzgl. der gewählten Diagnosemitteln. So tritt in sechs Gruppen der Fall ein, dass die Schülerinnen und Schüler die *Arbeitsaufträge*, die sie zum Schreiben animieren sollen, kurz abhandeln oder sie *komplett missachten*. Dadurch gestaltet sich die *Auswertung für die Studierenden* mehr als schwierig. Dies tritt vor allem bei der Überprüfung der Concept-Maps und der niedergeschriebenen Bauanleitung auf. Neben der *Überforderung* bei der Erstellung der Concept-Maps und der *kognitiven Auslastung* während der Konstruktion der Produkte sehen die Studierenden außerdem das Problem, dass die Schülerinnen und Schüler *wenig motiviert* sind, in ihrer Freizeit solche Arbeitsaufträge zu beantworten.

Bei den *Selbsteinschätzungen* der Schülerinnen und Schüler sind die Studierenden vorsichtig, die *Aussagen auf den Checklisten unkritisch* zu übernehmen. Die Lehrpersonen gehen eher davon aus, dass die Jugendlichen noch nicht über die nötige *Selbstreflexion* verfügen, die eigenen Lernprozesse einzuschätzen. Aus diesem Grund erweitern die Studierenden die Diagnosesituation in den meisten Fällen um ein persönliches Gespräch, um *Diskrepanzen zwischen Selbst- und Fremdreflexion der Checklisten* zu erfassen. Den Studierenden fällt außerdem auf, dass sich,

obgleich sie ihre Inhalte oder Vorgehensweisen an die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler anpassen, keine Veränderungen auf den ausgefüllten Fragebögen abzeichnen.

> *Also wir haben festgestellt, dass die Schüler den Fragebogen komplett gleich ausgefüllt haben, wie letztes Mal, obwohl wir das ja eigentlich schon verändert haben und deswegen haben wir uns jetzt überlegt, dass wir das jetzt auch anders machen, dass wir das jetzt auf die Schüler die Hilfestellung so abgestimmt haben, dass wir jetzt geguckt haben, welche Hilfestellung braucht welcher Schüler und dass wir die dann auch explizit geben. Und dann wollten wir nächste Woche nach der Durchführung noch einmal darüber reden, also wir wollten denen erklären, was wir überhaupt untersuchen und dann noch einmal mit denen darüber reden, vielleicht erzählen sie dann auch mehr dazu (S2, Gruppe G, Interview 3, Zeilen 82-89).*

Den Studierenden fällt außerdem auf, dass die *erhoffte Entwicklung nicht durch die Diagnoseinstrumente aufgelöst* werden kann, weil die Schülerinnen und Schüler von Beginn an angeben, alles zu verstehen. Als Änderung wird in diesem Fall von S3 der Gruppe B deshalb vorgeschlagen: „[…] Das müsste man vielleicht anders formulieren beim nächsten Mal, vielleicht umpolen oder sowas die Fragen.“ (S3, Gruppe B, Interview 4, Zeilen 312-314). Die Studierenden sind außerdem der Meinung, dass die Schülerinnen und Schüler in diesem Zusammenhang für eine *gelungene Einschätzung mehr Routine* benötigen. S2 formuliert dies wie folgt:

> *Aber selbst, wenn die Sachen ankreuzen, die dann nicht zutreffen, auch im Unterricht meinetwegen, und dann im Nachhinein merken, ‚ok, vielleicht habe ich das doch irgendwie falsch angekreuzt und nicht ganz verstanden‘, und dass man dann so einen kleinen Aha-Effekt hat und dass man so dann auch an der Selbsteinschätzung bei den Schülern arbeitet (S2, Gruppe B, Interview 4, Zeilen 330-333).*

Zuletzt muss noch auf den *Nutzen von Diagnoseinstrumenten* für den regulären, schulischen Unterricht eingegangen werden. Da gerade die Vermittlung von Diagnosemöglichkeiten einen großen Teil des Modulkonzeptes ausmacht, ist die Prägung der Studierenden außerdem besonders von Bedeutung. Für die Studierenden ist dabei auf der anderen Seite wichtig, dass sie die Diagnosemittel ohne große Anpassungen in der Schule einsetzen können. Das folgende Zitat zeigt dabei, welche Einschätzungen die Studierenden bzgl. ein „lauten Denkens“ sowie standardisierten Diagnoseaufgaben haben.

> *Also wir hatten ja noch als Mittel insgesamt das ‚laute Denken‘. Also, dass wir die Schüler dazu animiert haben, uns ihre Gedanken mitzuteilen. Und ich glaube, dieses Mittel kann man in der Schule eher begrenzt einsetzen, weil es einfach zu viele Schüler sind. Also wir hatten jetzt eine ganz enge Betreuung mit drei Leuten auf drei Schüler. Die wird man halt nie wieder so haben. Aber sonst war es halt ziemlich interessant, aber ich glaub mit den Diagnosebögen, die werden-- die wir beim ersten Mal hatten, die fand ich halt wirklich relativ gut. Ich glaube, das hätte man auch mit einer größeren Gruppe einsetzen können (S2, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 242-248).*

Einer solchen Einschätzung schließen sich außerdem weitere Gruppen an. Es gibt allerdings auch Studierendengruppe, für die es hingegen schwierig ist, ihre Erlebnisse auf die Schule zu

übertragen bzw. in ihren *Lehralltag Diagnosesituationen* einzubeziehen, um stets die Sichtweisen und kognitiven Aktivitäten ihrer Schülerinnen und Schüler mit einzubeziehen. In diesem Zusammenhang gibt die Gruppe D darüber hinaus an, dass ihre eingesetzten Diagnosemittel nicht dafür ausreichen, ihre Erkenntnisse auf andere Schülergruppen zu übertragen und dadurch zu generalisieren.

> *Den Feedbackbogen? Mit dem Ziel halt, ob wir uns richtig verhalten haben, also ob wir unsere, erst mal ob wir unsere Rolle, die wir uns ja vorher als Moderatoren so zurechtgelegt haben und jetzt in diesem freien Arbeiten da einnehmen wollten, ob wir das im Endeffekt dann jetzt so umgesetzt haben, ob das zielführend war und ob wir den Schülern dadurch geholfen oder die gehindert haben so ne. Und das ist ja jetzt für uns eigentlich erst mal das oberste Ziel, also für meine Reflexion aus dem Schülerlabor. Vielleicht sieht man auch mal, ok vielleicht bei der Planung hätte man auch noch das und das anders machen können, wo wir denn halt auch Probleme oder Missverständnisse hätten vermeiden können. Ja und das ist es eigentlich so. Ich meine zum zur Reflexion der Schüler oder der Schülerdynamik, also der Gruppendynamik, also das ist ja von Gruppe zu Gruppe unterschiedlich. Da kann man jetzt ja keine wirkliche aussagekräftige ja Sache rausziehen, aber ja. Also ob wir uns richtig verhalten haben. So wie wir das geplant haben, ob das dann halt auch wirklich so gut wie wir das gemacht hatten (S1, Gruppe D, Interview 3, Zeilen 503-514).*

Zusammenfassung und vorläufige Interpretation

Wie bereits in Abschnitt 7.2.1 diskutiert, sehen nicht alle Studierenden in der Diagnose von Lernprozessen eine Möglichkeit, die Unterrichtsplanung von den Schülerinnen und Schülern aus zu gestalten. Dennoch ist festzuhalten, dass alle Studierendengruppen die Aufgabe annehmen und Diagnosetools einsetzen. Diese gliedern sich auf in die prozessbegleitende Diagnose, das leistungsstanderhebenden Testen, die Fremdeinschätzung durch die Studierenden und Selbstreflexion der Schülerinnen und Schüler. Entwicklungen der Lernenden halten die Studierenden fest, indem sie immer wieder auf das gleiche Tool zurückgreifen oder ein Gruppenmitglied mit der Beobachtung der Lernenden beauftragen. Den meisten Studierenden gelingt es allerdings nicht, das Lernen der Schülerinnen und Schüler über einen längeren Prozess zu begleiten. Wenn überhaupt Ergebnisse formuliert werden, sind diese auf den Lernstand der Schülerinnen und Schüler bezogen und beschreiben lediglich eine Momentaufnahme der Leistungen der Lernenden.

Während die prozessbegleitenden Beobachtungen über den gesamten Experimentiernachmittag eingesetzt werden, nehmen die inhaltlichen Diagnoseinstrumente abhängig ihres Einsatzes unterschiedliche Funktionen an den Terminen ein. Die Studierenden setzen vor allem in der Sicherung Diagnosetools ein, die das Wissen der Schülerinnen und Schüler vernetzen sollen. Dazu benutzen sie Concept-Maps oder die Bildung von Modellen (beispielsweise durch die Zusammenfassung der Inhalte zur Erklärung erfahrener Phänomene) ein. Faltblätter und Begriffswolken verwenden die Studierenden durchweg als Einstieg in die Lernumgebungen, um Vorwissen zu überprüfen.

Es zeigt sich, dass nicht alle Studierende mithilfe des Einsatzes der Diagnoseinstrumente auch die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler überprüfen. Sie evaluieren die kognitiven

Prozesse vielmehr bruchstückhaft, ob die anvisierten Lernziele erreicht werden. Einige Studierenden nutzen ihre Erfahrungen, um die Lernenden in Leistungskategorien einteilen. Dazu verwenden die Studierenden allerdings größtenteils ihre Erfahrungen und nicht die erhobenen Diagnosedaten. Zuletzt gelingt es nur einem Teil der Gruppen, sich auf der Basis der von ihnen gewählten Methoden individuelle Denkmuster herauszuarbeiten.

Die Studierenden sind größtenteils mit ihren Diagnosesituationen zufrieden, wenngleich besonders die Formulierung von Bauanleitungen oder das ungeübte Ausfüllen von Concept-Maps die Schülerinnen und Schüler so sehr beansprucht, dass sie diese nur flüchtig bis gar nicht ausfüllen. Auch bzgl. der Selbsteinschätzungen der Lernenden hinterfragen die Studierenden, ob diese dafür bereits die nötigen Kompetenzen aufgebaut haben oder ob sich die Schülerinnen und Schüler über- oder unterschätzen. Daraus resultiert für einige Studierende die Einschätzung, Diagnosemittel in der Schule nicht gewinnbringend einsetzen zu können. Dabei handelt es sich allerdings um eine Minderheit. Die meisten Studierenden erkennen, dass der Einsatz von Diagnoseinstrumenten gewinnbringend sein kann, um dem Unterricht aus Sicht der Schülerinnen und Schülern zu planen.

Die Professionalisierungsbemühungen betreffend zeigt sich somit ein differenziertes Bild bzgl. der Diagnostik im Lehr-Lern-Labor. Für viele ist die Arbeit mit Diagnoseinstrumenten neu, da sie nur selten eigenverantwortlichen Unterricht durchgeführt haben. Es zeigt sich somit bei den meisten ein erster Schritt für den Ausbau von Diagnosekompetenzen. Für den Ausbau müssen noch weiterführende Faktoren durch die Studierenden berücksichtigt werden, wie die kriteriengeleitete Auswertung der Diagnosemittel und die Steigerung der Reichweite für die Anpassung der Lernumgebung.

9.1.4.4 Teilprozess Reflexion

Ein Großteil der Studierenden weist bereits Kompetenzen auf, den eigenen Unterricht zu reflektieren. In vielen Fällen ist allerdings die Umsetzung dieser Reflexion bezogen auf ihre eigene Lernumgebung neu. Selbst wenn die Studierenden in anderen Praxissituationen oder Praktika eine Unterrichtsstunde planen, durchführen und reflektieren, kommt es selten dazu, dass sie die Ergebnisse dann auch für eine konkrete Weiterführung des Unterrichts nutzen können, da sie diese selbst nicht umsetzen. Zwischen den Experimentiernachmittagen ist genügend Zeit angesetzt, damit die Studierenden die Möglichkeit haben, alle Erfahrungen kritisch zu hinterfragen und somit Entscheidungen formulieren zu können, die sie für die weitere Umsetzung der Experimentiernachmittage benötigen. Von großer Relevanz für die Güte der Reflexion ist dabei, ob sie sich bloß auf ihre subjektiven Erinnerungen beziehen, um Anpassungen vorzunehmen oder ob sie diese auf Diagnosedaten fußen, die sie während der Arbeit im Lehr-Lern-Labor erhoben haben. Weiterhin ist auch die Sicht auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler von besonderer Bedeutung für die Professionalisierung der Studierenden. Außerdem ist interessant, welche Stärken sie in ihrem Konzept sehen und welche Defizite sie während der Durchführung und Diagnose erkenn können.

Kategorie: Grundlage der Reflexion

Die Studierenden beschreiben die Reflexion auf verschiedenen grundliegenden Erfahrungen. Wünschenswert ist aus hochschuldidaktischer Sicht, dass die Studierenden sich vor allem auf die

erhobenen Daten aus den Diagnosemitteln beziehen, um die Schülerinnen und Schüler in den Mittelpunkt der Reflexion zu stellen. Allerdings ist auch zu erwarten, dass die Studierenden basierend auf ihren Erfahrungen reflektieren.

Reflexion auf Basis der Diagnosemittel: Diese Kategorie bündelt die Aussagen, die sich mit der Reflexion auf Basis der erhobenen Diagnosedaten beschäftigen. Dazu beschreiben die Studierenden nicht unbedingt explizit den Einsatz der Diagnoseinstrumente, sondern zur Einordnung in diese Kategorie genügt der indirekte Bezug zu Aufgaben, Fragebögen oder Beobachtungsprotokollen.

Reflexion auf Erfahrungsbasis: Die Reflexion auf Grundlage der erlebten Praxis zeichnet sich dadurch aus, dass die Studierenden reflektieren, ohne auf den Ursprung dieser Schlüsse einzugehen. Formulierungen wie: ‚Ich meine, ...' oder ‚Ich glaube, dass ...' sind dabei Indikator für die fehlenden Bezugsdaten.

Kategorie: Reflexion über Prozesse der Lernenden

Die Reflexion der Lernprozesse von Schülerinnen und Schülern sind für die Ziele der Modulstruktur essentiell. Deshalb ist das Nachdenken über das Verhalten und Lernen der Schülerinnen und Schüler Inhalt dieser Kategorie. Die Studierenden zeigen dabei verschiedene Dimensionen auf, die für sie relevant sind, wenn sie sich mit der Reflexion der Lernprozesse auseinandersetzen. Diese beschäftigen sich zum einen mit ihrer Einschätzung des Leistungspotentials der Schülerinnen und Schüler und weiterhin mit ihrer Wahrnehmung von Heterogenität in der Lerngruppe. Dadurch wird deutlich, wie genau die Studierenden auf ihre Schülerinnen und Schüler eingehen und wie sich diese Einschätzung mit der Zeit verändert.

Einschätzung des Leistungspotentials der Schülerinnen und Schüler: Der Unterschied zur Kategorie der Aussagen zu Leistungsständen der Lernenden aus dem Diagnoseteilprozess ist, dass die Studierenden ihre Einschätzungen interpretieren und weitere Schritte anhand dieser Diagnosedaten planen. Dies führt zu einer Veränderung der Passung zwischen der Ausgangsplanung und der tatsächlichen Umsetzung späterer Termine.

Wahrnehmung der Heterogenität: Die Studierenden erkennen Attribute bei den Schülerinnen und Schülern, die sie zunächst nicht bedacht haben und beschreiben die wahrgenommene Heterogenität, um ihre Lernumgebung zu differenzieren und dadurch besser an die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler anzupassen.

Kategorie: Defizite und Stärken des Lehr-Lern-Konzepts

Die Studierenden vergleichen ihre Planung mit der Praxis und stellen dabei Defizite fest oder verstehen, worin die Stärken ihrer außerschulischen Lernumgebung liegen. Im Gegensatz zur Adaption werden während der Reflexion keine Handlungsalternativen beschrieben, sondern vielmehr die gezogenen Schlüsse dargelegt. Besonders ihre eigenen Lehrimpulse und die Struktur der Experimentierumgebungen sind für diese Kategorie von Bedeutung.

Auswertung: Grundlage der Reflexion

Die Studierenden beschreiben während der Reflexion der Experimentiersituationen vor allem ihre Eindrücke, wie sie die Lehr-Lern-Situation erlebt haben bzw. welche Prozesse die Schülerinnen und Schüler durchlaufen haben. Für die Analyse ist deshalb auch von Bedeutung, welche weiteren Quellen sie heranziehen, um die Treffen mit den Schülerinnen und Schülern abschließend zu besprechen. Nur wenn die Studierenden die Relevanz der Reflexion erkennen, können sie einen Methodenpool aufbauen, der sie auf die weiteren Phasen ihrer Ausbildung vorbereitet und bei der Professionalisierung unterstützt. Die Quellen der Studierenden beziehen sich in diesem Zusammenhang auf *getätigte Beobachtungen* sowie die *ausgewerteten Diagnosemittel*. In Tabelle 9.19 sind die Ausprägungen bzgl. der einzelnen Kategorien aufgeführt.

Tabelle 9.19 Ausprägungen der Kategorie Grundlage der Reflexion

Ausprägung	Ankerbeispiel
Reflexion auf Grundlage der Diagnosemittel	
Die Studierenden setzten das Beobachtungsprotokoll ein, um es als Grundlage während der Reflexionssitzungen zu nutzen.	*Das würden wir dann im nächsten Termin dann einfach machen, wenn wir uns dann treffen, um die zweite Stunde vorzubereiten und dann würde man vorher reflektieren, ‚ok, was hast du jetzt aufgeschrieben, was hast du erarbeitet, schick dem das vorher, dass er sich das durchlesen kann und dann ist gut.' (S2, Gruppe F, Interview 1, Zeilen 196-199).*
Die Studierenden prüfen ihre fachlichen Diagnoseinstrumente, um das weitere Vorgehen zu strukturieren.	*In dem abschließenden Fragebogen zum ‚Experimentiertag 1' gaben die meisten Schüler an, inhaltliche Aspekte ‚komplett durschaut' zu haben. Insgesamt hätten sie viel gelernt und das in einem richtigen, vielleicht etwas zu langsamen Tempo (Gruppe H, Abschlussbericht, Seite 10).*
Reflexion auf Erfahrungsbasis	
Die Studierenden erkennen, dass ihre Reflexion auf Erfahrungsbasis unter dem zeitlichen Abstand zur durchgeführten Lernumgebung leidet.	*Von daher-- wir haben uns dann immer sechs Tage später, also dann mittwochs dann wieder getroffen und darüber geredet, aber ich glaub, wenn wir uns danach direkt zusammen gesetzt hätten, hätten wir auch noch einige Aspekte mehr nennen können. Aber es wäre halt zeitlicher Aufwand und ja-- (S3, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 336-339).*
Die Studierenden übergehen den Reflexionsschritt und planen keine Veränderungen ein.	*Trat nicht auf, da ab dem zweiten Termin ausschließlich praktisch gearbeitet wurde. Die Reflexionsergebnisse haben beweist, dass wir mit dem Bauen anfangen konnten (Gruppe I, Gruppenbefragung).*

Wie bereits im Teilprozess Diagnose dargestellt, verwenden einige Gruppen *keine Diagnosemittel oder Beobachtungsraster*, um die Äußerungen und Situationen festzuhalten, die

kritisch oder essentiell für die kommenden Experimentiernachmittage sind. Es gibt allerdings darüber hinaus Gruppen, die sich ausschließlich auf Methoden wie *dem „über die Schulter gucken“*, beziehen. Besonders in diesen Fällen zeigt sich vermehrt, dass dies kein Garant für einen gelungenen Ablauf ist. Diesen Gruppen scheint ausgehend von den Gegebenheiten nicht klar zu sein, wie wichtig die Nachbesprechung der erlebten Praxis ist, um das weitere Vorgehen vorzubereiten und Probleme zu umgehen.

Die Erstellung von *Mitschriften* der Treffen kann bei dieser *Problemanalyse und -bewältigung* helfen, weshalb die Mehrheit der Gruppen darauf zurückgreift. Einige von ihnen geben weiterhin an, diese Aufzeichnungen zu nutzen, um *ihr Gespräch zur Reflexion des Termins* zu strukturieren. Dazu schreiben die Studierenden ihre Eindrücke auf, sodass diese nicht nur flüchtig, sondern auch Tage nach der Durchführung zugänglich bleiben. Besonders wenn die vergangene Durchführung erst kurz vor dem nächsten Treffen mit den Schülerinnen und Schülern reflektiert und angepasst werden kann, ist dies von Bedeutung, wie die Gruppe G resümiert. Sie schreiben der Reflexion somit prinzipiell eine zu geringe Bedeutung zu, wie das folgende Zitat von S3 der Gruppe G illustriert:

> *Also die ist ein bisschen bei uns zu kurz gekommen, weil danach-- Es war halt auch Donnerstagabend, halb sieben, sieben. Danach hatte man halt auch keine Lust mehr, sich irgendwie noch eine Stunde zusammenzusetzen und das alles zu analysieren. Dann studieren wir drei auch alle etwas anderes und das ist halt auch ein zeitlicher Aufwand, weil wir dann halt auch alle zu dritt dann zusammen kommen müssen. Von daher-- wir haben uns dann immer sechs Tage später, also dann mittwochs dann wieder getroffen und darüber geredet, aber ich glaub, wenn wir uns danach direkt zusammen gesetzt hätten, hätten wir auch noch einige Aspekte mehr nennen können. Aber es wäre halt zeitlicher Aufwand und ja-- (S3, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 332-339).*

Zuletzt liefern neben den eigenen Eindrücken und den Beobachtungsprotokollen auch die *eingesetzten Diagnosemittel* Ansatzpunkte für die Reflexion der Lernumgebung. Diese halten die Studierenden, wie eben beschrieben, fest, um sie für die Reflexion aufzuarbeiten. Dabei wird vor dem Hintergrund der Antworten der Schülerinnen und Schülern geprüft, ob und wie die *angesetzten Lernziele* erreicht werden. In der Mehrzahl der Gruppen werden die fachlichen Diagnosetools eingesetzt, um ihr *weiteres Vorgehen zu strukturieren*. Auch weitere Gruppen setzen Aufgaben in den Experimentiersituationen ein, doch gehen in diesen Fällen die Auswertungen über ein oberflächliches Maß der *Einordnung in die Kategorien* „verstanden“ und „nicht verstanden“ hinaus.

Auswertung: Reflexion über Prozesse der Lernenden

Zu den zentralen Gegenständen dieser Arbeit gehört, die Frage nach den Prozessen der Lernenden in der Analyse genau zu betrachten. Diese verbindet gleich mehrere Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens miteinander. Die Tabelle 9.20 zeigt, welche Ausprägungen bzgl. dieser Kategorie herausgearbeitet werden. Dabei soll aber gleichzeitig darauf geachtet werden, dass die Analyse sich nicht mit jedem Lernprozess einzeln auseinandersetzt, sondern vielmehr Beispiele dargestellt werden, die typisch für die verschiedenen Gruppen oder für die unterschiedlichen Phasen im Lehr-Lern-Labor sind.

Tabelle 9.20 Ausprägungen der Kategorie Reflexion über Prozesse der Lernenden

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Einschätzung des Leistungspotentials der Schülerinnen und Schüler	
Die Studierenden erkennen Förderbedarf bei den Schülerinnen und Schüler, setzen allerdings keine konkreten Maßnahmen in ihren Lernumgebungen um.	*Ja, mich hat vielleicht wirklich ein bisschen überrascht, dass die diesen Versuch am zweiten Termin, dass die so Schwierigkeiten damit hatten, da war ich wirklich ein bisschen überrascht, nachdem ich die halt beim ersten Mal so pfiffig und hell irgendwie eingeschätzt hatte, dachte ich, dass die überhaupt kein Problem damit haben und da ganz zügig durchmarschieren. Ja, das hat mich schon ein bisschen überrascht. Irgendwie, dass die zwar schon ein tiefes Verständnis hatten, aber irgendwie doch noch sehr starke Schwierigkeiten, das dann umzusetzen (S3, Gruppe B, Interview 4, Zeilen 211-216).*
Die Studierenden schätzen die Schülerinnen und Schüler zunächst als sehr leistungsstark ein, am zweiten Termin sind sie von deren Defiziten überrascht und am dritten Termin passt das geplante Niveau zu den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler.	*Was nicht so gut lief, war eigentlich -- ich würde sagen, dass die eine etwas leistungsstärker war als die andere, das ist dann irgendwie doch schon aufgefallen. Die andere hat sich viel mehr in Ruhe den Text durchgelesen und dementsprechend auch bessere Messwerte gehabt und sowas, und die andere hat einfach so drauf los, obwohl man ihr ein paar Mal gesagt hat: ‚Nimm mal nur eine Gewichtsaufnahme‘, und sie hat dann immer die Gewichtsaufnahme gewechselt, und dementsprechend hat sie dann auch andere Längen wiederum gemessen, und da musste man sie mehrmals drauf hinweisen. Das hat sie aber trotzdem nicht gemacht. Und die andere hat halt in Ruhe vor sich hin gewerkelt. Naja, ich meine, es war ja auch ‚Forschendes Lernen‘, aber beim nächsten Mal würde ich auf jeden Fall mehr vorgeben und halt wirklich nur einen Teller hinlegen, dass sie gar keine Möglichkeit hat, den Teller zu variieren. Weil sonst kommen da blöde Messwerte raus und die verstehen dann, glaube ich, den Sinn auch nicht wirklich (S2, Gruppe C, Interview 3, Zeilen 7-18).*
Wahrnehmung der Heterogenität	
Die Studierenden nehmen durch die Arbeit im Lehr-Lern-Labor die individuellen Stärken und Probleme der Schülerinnen und Schüler wahr.	*Ja dadurch haben wir dann mehr Raum für die Jungs geschaffen, […]und dann geht das auch ganz gut, dann entwickeln die auch so einen kleinen Forschungsgeist […]. Der ist, der ist wirklich leistungsstark, der ist wirklich intelligent, aber der ist halt noch so ein Kind, dass der einfach so ein bisschen spielen will und so und ab und zu sagt der dann etwas Intelligentes und sagt dann: ‚Ja, das*

Ausprägung	Ankerbeispiel
	weiß ich ja alles schon, so das und das.' Und dann spielt der aber wieder rum. Und da muss man halt, da haben wir das halt so gemacht, dass wir und das war schon bewusst, auch das mit der Flasche, dass sie da so ein bisschen rumläuft. […] das haben wir in der ersten Stunde weniger gemacht, weil wir die ja auch noch nicht kannten (S2, Gruppe F, Interview 3, Zeilen 265-282).
Die Studierenden führen Maßnahmen der Binnendifferenzierung durch, um die Schülerinnen und Schüler bestmöglich zu fördern.	*Ich glaub, dass durch die Differenzierung-- dass man vor allem bei H wieder versucht, gar keine Hilfestellung zu geben und bei L ehm-- also bei M-L auch drauf wartet, bis eine Nachfrage kommt und bei L muss man dann halt den Moment, glaub ich sehen, schafft er das jetzt? Fragt man nach, wie er das und das machen kann? Oder gibt man dem vielleicht doch einen Hinweis? Genau, dass man den halt fragend-entwickelnd-- Wir halt auch vermeiden, dass er eigentlich immer seine Schwester stört. Weil er sich sonst nämlich immer an sie zuerst wendet. Und dass man deswegen da dann vielleicht ein bisschen sensibel-- und sozusagen immer schon, bevor er anfängt, sich an seine Schwester zu wenden, dass man ihn dann schon aufgreift und versucht fragend-entwickelnd ihn dazu zu bringen, selber mitzumachen. Also selber sich etwas zu überlegen (S1, Gruppe G, Interview 3, Zeilen 448-456).*

Die Fallbeispiele der Gruppen A und F konnten bereits Ansatzpunkte liefern, wie diese Gruppen mit den Lernenden umgehen. Da die Gruppe A während der Durchführung immer wieder auf Probleme gestoßen ist, betrachten sie die *Lernprozesse* der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler nicht tiefergehend. Einige Textstellen legen die Vernachlässigung einer genaueren Analyse nahe (siehe auch Abschnitt 7.2.2), da die Studierenden diese nicht für nötig halten oder durch die *Schadensbegrenzung* dafür keine freien Kapazitäten mehr aufweisen. Andere Studierenden erklären hingegen, dass gerade die Reflexionen zwischen den Terminen ihnen die Möglichkeit gegeben haben, die *Lernprozesse* der Schülerinnen und Schüler zu verstehen. Die Studierenden erkennen somit, wie die von ihnen *konzipierte Lernumgebung* auf die Schülerinnen und Schüler wirkt. Es wird ihnen deutlich, dass sie in manchen Situationen die Lernenden sowohl *über- als auch unterfordern***.** Besonders von Interesse ist dabei, wie die Studierenden mit diesen Problemen in der Passung vorgehen. Neben der Gruppe F, die starke Einschnitte in ihre anfängliche Vorbereitung zulässt, um sich möglichst adäquat auf die Schülerinnen und Schüler einzustellen, realisieren auch andere Gruppen, wie wichtig die Passung zwischen Planung und Schülerperspektive ist. Weitere Ausführungen zu der Adaption der Lernumgebung zur optimalen Passung zwischen den eben angesprochenen Größen wird im folgenden Abschnitt zum Teilprozess Adaption geliefert und in der Beschreibung der Forschungsvorhaben im Abschnitt 9.3 ausgeführt. Beispielsweise trifft Gruppe B auf eine Gruppe von Lernenden, die sie zunächst vollkommen

unterschätzen, dann zu stark fordern und am dritten und letzten Termin erst ein lernförderliches Arrangement für die Anwesenden entwickeln können.

> *Ich hätte sie nach dem ersten Termin so eingeschätzt, dass sie ganz schnell auf die Lösung kommen. Beim ersten Mal hatte ich das Gefühl, hatten wir die total unterschätzt, beim zweiten Termin hat sich das dann ein bisschen relativiert, da hatten wir sie ein bisschen überschätzt und beim letzten Termin war das dann eigentlich so, wie wir das auch gedacht hatten. Also zuerst hatte ich gedacht, die werden den dritten Termin so schnell lösen, da müssen wir uns noch was ausdenken. Nach dem zweiten Termin haben wir dann schon gemerkt, ‚Ok, ne, so zielstrebig sind sie dann auch nicht', und dann ist das ganz gut gelaufen, so wie wir das auch gedacht hatten (S3, Gruppe B, Interview 4 Zeilen 85-91).*

Dieses Zitat zeigt, dass die Studierenden trotz der Diskrepanz zwischen der Planung und vermeintlich erlebten Leistungsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler am ersten Termin *an ihren Vorbereitungen festhalten.* Da die Äußerung am Ende der Laborphase entstanden ist, kann in diesem Fall nicht abgeleitet werden, wie die jeweiligen Lernprozesse der Schülerinnen und Schülern von den Studierenden erlebt werden. Die Gruppe B gibt in weiteren Interviewstellen an, zu versuchen, die Verhaltensweisen ihrer Schülerinnen und Schüler individuell zu ergründen. Die Gruppe schreibt der von ihnen als dominant beschriebene Person A. dennoch Probleme bei der korrekten Beantwortung der Fragen zu. Dies begründen sie in den fehlenden Fähigkeiten von A., die eigenen Gedanken zu versprachlichen. Die Studierenden schließen daraus, dass diese teilnehmende Person also intuitiv vieles versteht, allerdings noch nicht über das nötige Fachvokabular verfügt, die eigenen Gedanken in verständliche Sätze zu lenken.

> *Vor allem sein Problem-- also nach eigener Auskunft besteht sein Problem ja darin, dass er für etwas argumentiert, also in meine Sprache übersetzt, wenn er es selber verbalisiert, also in Worte fasst, und sagen muss, was er denn meint, mit dem, was ihm irgendwie so umformuliert klar ist. Das ist ja oft so, wenn man das noch nicht gelernt hat, Sachen in Worte zu fassen und zu versprachlichen, dass einem dann ganz viele Sachen irgendwie klar sind, aber sobald man es jemand anderem sagt, nicht mehr klar ist. Und das scheint sein Problem zu sein, und das wäre dann nicht unbedingt ein physikalisches Problem, was er dann löst oder woran er dann arbeitet, aber dann hätte A halt ein anderes Problem zu bearbeiten, nämlich sein sprachliches (Gruppe B, Interview 2, Zeilen 414-421).*

Ähnlich wie in den Gruppen B und F haben auch die Mitglieder der Gruppe C andere Erwartungen an die Schülerinnen und Schüler in ihrer Planung verankert, als diese schließlich erfüllen können. Anstelle die weitere Planung auf *Grundlage der Eindrücke während der Lernumgebung anzupassen*, reflektieren die Studierenden für sich, dass eine Planung, die Handlungsalternativen an kritischen Stellen berücksichtigt, für problematische Situationen gewinnbringend ist.

> *Also ich glaube ich hätte mir schon einen anderen Stand der Schüler erhofft, oder ich dachte zumindest, dass die das vielleicht noch ein bisschen besser verstehen, die*

> *Zusammenhänge. Also ich habe die Schüler so ein bisschen überschätzt, denke ich mal. Dann war dieses ganze Drumherum, dass das irgendwie so schieflief und dass die Schülerinnen dann zu spät waren und diese ganze Planung drum herum hat das dann alles beeinflusst, und ich denke, wir hätten uns besser darauf vorbereiten sollen, was in solchen Worst-Case-Situationen hätte passieren sollen. Also, dass wir ein bisschen alternativer planen müssen, was wäre, wenn? (S3, Gruppe C, Interview 2, Zeilen 131-137).*

Dass es sich gelohnt hätte, nicht nur zu reflektieren, welche Aspekte die Studierenden bei einer *erneuten Durchführung* zu beachten haben, sondern auch, wie die Lernumgebungen hätte angepasst werden müssen, wird den Studierenden erst am Ende der Zeit im Lehr-Lern-Labor deutlich.

> *Also bei meinem Termin ja nicht, dass die immer-- ich hätte nicht so viele Gerätschaften hinstellen müssen, weil sie haben sich das heraus genommen, was da stand und nächstes Mal muss man das ganz klar differenzieren und sagen: ‚Alles klar, ich gebe nur das raus, was sie auch wirklich benutzen sollen', weil man hat halt auch immer-- bei der Telleraufnahme hin und her geschmissen wurde. Also es wurde mal die eine verwendet und mal die andere, das hat halt ein bisschen zu Verwirrung geführt und so-- (S1, Gruppe C, Interview 4, Zeilen 217-222).*

Zuletzt sei auf die Studierenden der Gruppe G eingegangen, die sich von allen Gruppen am meisten mit der individuellen Förderung der Lernenden auseinandersetzen und dadurch ihre Heterogenität am stärksten in den Vordergrund stellen. Durch das von ihnen *eingesetzte Beobachtungsprotokoll* fallen ihnen die unterschiedliche *Bedürfnisse* der verschiedenen Teilnehmenden während der Durchführung auf. So nehmen sowohl ein Geschwisterpaar als auch eine weitere Person am Experimentierangebot teil. Die Studierenden erkennen, dass die Geschwister es gewöhnt sind, miteinander zu arbeiten. Darüber beschreiben sie die Hilfestellungen, die das eine Geschwisterkind dem anderen Geschwisterkind anbietet. Um beiden Geschwistern gerecht zu werden, wird das leistungsschwächere Kind speziell gefördert und dadurch das andere Kind nicht durch die ständige Rücksichtnahme ausgebremst. Auch der/die Lernende H. bedarf spezieller Unterstützung. Obgleich von den Studierenden diese Person als leistungsstärkste der Gruppe identifiziert wird, besteht das Problem, die konstruierten Produkte nicht fertigzustellen, da H. sich nicht festlegen will und somit komplett ohne den Einsatz von Klebstoff arbeitet. H. ist darüber hinaus sehr ehrgeizig in seiner Bestrebung alle zur Verfügung gestellten Materialien einzusetzen, sodass seine Konstruktionen mitunter unnötig komplex ausfallen.

Die Studierenden erkennen durch ihre Experimentiersituation, dass die *Binnendifferenzierung* im Lehr-Lern-Labor nicht einfach umzusetzen ist, da die Schülerinnen und Schüler alle die gleichen Experimente durchführen sollen. Dadurch greift auch die *individuelle Förderung* nicht von Beginn an, da durch die Arbeit an den Experimenten für alle das gleiche Lernziel erreichbar sein soll. Außerdem bedenken die Studierenden bei der Planung der Differenzierungsmaßnahmen nicht die Sitzordnung der Schülerinnen und Schüler, sodass die enge Betreuung nicht realisierbar ist, da auch die übrigen Lernenden Fragen an die persönliche Assistenz des zu fördernden Schülers oder der zu fördernden Schülerin richten. Zuletzt ist ihnen besonders wichtig, den Schülerinnen

und Schüler die individuelle Förderung nicht zu verdeutlichen, da sie dadurch demotiviert werden könnten Weiterhin bemerken die Studierenden mithilfe der Reflexion im Anschluss an die Treffen die Erleichterung, ihre Schülerinnen und Schüler genauer einschätzen zu können. Die einsetzende *Routine* ermöglicht es ihnen weiterhin, dass sie die Reaktionen der Lernenden auch beurteilen können, obgleich sie nicht das Protokoll angefertigt haben. Ihnen ist außerdem durch ihre Arbeit im Lehr-Lern-Labor die Relevanz für den Lehrerberuf deutlich geworden, ein gutes Mittelmaß bei Hilfestellungen zu finden, da die Schülerinnen und Schüler durch eine *Über- oder Unterforderung* den idealen Lernprozess nicht durchlaufen können. Differenzierung in der Schule ist für die Studierenden allerdings auch nicht trivial, da aus ihrer Sicht die Lerngruppe dafür geteilt werden muss, die Lehrkraft sich in diesem Fall jedoch nicht aufteilen kann. Für die Studierenden der Gruppe G ist die *Reflexion ein Ist-Soll-Vergleich*, zwischen den Dingen, die während der Vorbereitung entschieden werden und der tatsächlichen Realisierung in der Praxis. Dazu gehören vor allem die Lernwege der Schülerinnen und Schüler, die ihre Ziele auf ihre eigene Weise erreichen sollen.

Auswertung: Defizite und Stärken des Lehr-Lern-Konzepts

Das Ziel dieser Analyse ist nicht, sich ausschließlich auf die Probleme der Studierenden zu beschränken, sondern soll auch die Möglichkeit bieten, die Situationen darzustellen, in denen die Studierenden durch die Arbeit im Lehr-Lern-Labor eine positive Selbstwirksamkeitserwartung aufweisen. Dennoch ist es besonders anhand von Hindernissen möglich, die Aufgabenstellung für die Studierenden anzupassen, wie in Tabelle 9.21 dargestellt.

Tabelle 9.21 Ausprägungen der Kategorie Defizite und Stärken des Lehr-Lern-Konzepts

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Defizite des Lehr-Lern-Konzepts	
Um die Motivation bei den Schülerinnen und Schüler aufrechtzuerhalten, müssen sich die Studierenden stark bemühen.	*Und die Motivation bei den Schülern ist auch da, nur um einen Lautsprecher zu bauen, die ist ja schon schwierig genug gewesen, die überhaupt zu motivieren. Wenn wir jetzt dauernd noch irgendwelche Sachen ausfüllen lassen müssen, ist es auch schwierig, die zu halten (S3, Gruppe A, Interview 2, Zeilen 412-414)*
Die Ausrichtung an dem Lernstand unbekannter Schülerinnen und Schüler ist ein Unsicherheitsfaktor für die Studierenden, wenngleich sie dies nicht umfassend bei der Planung berücksichtigen.	*Zunächst wäre es eine Überlegung, die Schüler/-innen vor den Einheiten kennenzulernen. Dies hätte den Vorteil, dass sich die Lehrenden, aber auch die Lernenden schon einmal ein Bild von den mitwirkenden Personen und der vorliegenden Situation machen können. Auf dieser Grundlage wäre es dann möglich, die Einheiten auf die Schüler/-innen anzupassen. Hierbei sind z.B. Vorkenntnisse, Interessen, Motivation und Altersklasse mögliche Faktoren, eine Anpassung vorzunehmen (Gruppe H, Abschlussbericht, Seite 12).*

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Die Studierenden begegnen Problemen, da sie ihre Materialien durch fehlende Zeit nicht grundlegend testen können.	*Bessere Planung von den Terminen und dass man auch zwischen den Terminen noch Zeit hat, solche Sachen zu klären wie der Draht ist verheddert, dass man dann noch was besorgen kann oder solche Sachen bis zum nächsten Termin. Dann ja ändern kann (S3, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 251-253).*
Stärken des Lehr-Lern-Konzepts	
Die Motivation der Schülerinnen und Schüler, sich mit naturwissenschaftlichen Phänomenen auseinanderzusetzen, verhilft den Studierenden zu einer positiven Lernatmosphäre.	*Naja muss man dann halt gucken, ob dann wirklich der Lernerfolg dann, das ist halt nicht auf das Konzept Schule passt ist ja klar, aber das sie alleine dadurch motiviert sind und das sie dadurch auch ihr Interesse an Physik steigern konnten, alleine das ist schon ein Effekt (S1, Gruppe D, Interview 3, Zeilen 479-482).*
Die Studierenden und die Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit, innovative Lernumgebungen zu konzipieren bzw. zu erfahren.	*Ich glaube, unsere Schüler haben Unterricht erlebt, den die so noch nicht erlebt haben. Und haben-- ob das gut oder schlecht ist, ist ja ne andere Frage. Aber ich glaube, die wurden auf jeden Fall mit Situationen konfrontiert, die sie so nicht kannten und die, also zum Beispiel halt mit dieser komplett neuen Lehr-Lernsituation (S1, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 480-483).*

Als eine Schwachstelle im Lehr-Lern-Labor wird die *schlechte Passung* zwischen dem Lernangebot und den Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schülern genannt, so wie bereits in der obigen Analyse der Frage nach dem Lernprozess der Schülerinnen und Schüler beschrieben. Dennoch fällt den Studierenden mithilfe einer kritischen Reflexion auf, dass sie sich durch den mehrfachen Besuch der Schülerinnen und Schüler auf die neue Situation in der Laborphase einstellen und schließlich ein Konzept entwickeln, das sich größtenteils auf die *Bedürfnisse der konkreten Lernenden* bezieht.

Ein weiteres Problem liegt in der *Beschaffung der Materialien*. Da die Studierenden nur auf ein begrenztes Budget und Zeitangebot zurückgreifen können, kommt es immer wieder zu Problemen in der Durchführung. Ein weiteres Hindernis, das einige der Gruppen teilen, ist der *Einsatz von Klebstoffen*, die eine hohe Aushärtungszeit in Anspruch nehmen. Die Abläufe im Lehr-Lern-Labor müssen deshalb bereits in der Planung darauf abgestimmt werden. Weiterhin scheint die *zeitliche Planung* für einige Studierende ein Problem zu sein, sodass nicht nur die Dauer der Termine kritisch wahrgenommen wird, sondern auch die Uhrzeit am späteren Nachmittag sowie die zeitliche Nähe zu den Schulferien.

In manchen Gruppen entsteht durch diese Faktoren eine fehlende Motivation ihrer Schülerinnen und Schüler. Dieser Umstand ist interessant, da die Studierenden in diesem Zusammenhang die negative Atmosphäre im Lehr-Lern-Labor nicht mit ihren Lehrimpulsen verknüpfen, sondern diese vielmehr äußeren Faktoren zuschreiben. Besonders in diesen Gruppen werden die *Probleme* im

Lehr-Lern-Labor auf die *Motivation* der Schülerinnen und Schüler attribuiert. Dass die Lernenden allerdings nicht nur durch die äußeren Umstände, wie Wetter, Uhrzeit oder Gemütszustand, sondern vor allem von der anregend gestalteten Lernumgebung motiviert werden können, erwägen die Studierenden in diesen Gruppen nicht.

Der Begriff der *Motivation* wird von anderen Gruppen um einiges positiver aufgefasst. Die Studierenden beschreiben diese sogar als großes *Potential der Lernumgebung* am außerschulischen Lernort Universität. Für viele Schülerinnen und Schüler werden von den Studierenden Lernanlässe geschaffen, die neben dem Kerncurriculum auch *Experimentierkompetenzen* oder *soziale Interaktionen* in den Fokus stellen. Auch die Kontextualisierung ermöglicht den Lernenden ganz neue Zugänge zu der Naturwissenschaft und insbesondere zu der Physik. Da es sich außerdem um ein freiwilliges Projekt handelt, nehmen vorwiegend leistungsbereite Schülerinnen und Schüler daran teil, sodass diese Stärke auch durch einen solchen Umstand erklärt werden kann.

Einen weiteren Vorteil des Lehr-Lern-Labors sehen die Studierenden in dem Erleben *innovativen Unterrichts*, der die Schülerinnen und Schüler in den Fokus des Lehr-Lern-Arrangements stellt. Besonders durch den guten *Betreuungsschlüssel* und die an den einzelnen Lernenden interessierten Studierenden, entwickelt sich Unterricht, der alle Teilnehmenden dazu befähigt, *Lernprozesse* zu durchlaufen. Die Gruppen sehen außerdem eine Stärke ihres Lehr-Lern-Labors darin, dass sie die gesammelten Erfahrungen und Materialien für spätere Praxiseinsätze und Abschnitte ihrer weiteren beruflichen Biografie nutzen.

> *Wir können das insofern reflektieren, dass wenn wir das noch einmal machen, also alles, was wir jetzt an der Uni machen, haben wir in Petto für, wenn wir Lehrer sind. Wie diese freie Vorgehensweise geklappt hat, ob die Hilfekarten hilfreich waren, ob wir bei den Hilfekarten vielleicht sehr viel hinzuerklären mussten (S1, Gruppe C, Interview 3, Zeilen 381-384).*

Zusammenfassung und vorläufige Interpretation

Die Reflexion der Lehr-Lern-Situationen ist für die Studierenden durch die unbekannte Situation allein bereits herausfordernd, sodass auch ihre reflexiven Prozesse laut Analyse zum Teil noch ungeordnet und oberflächlich sind. Dennoch zeigt sich, dass neben den persönlichen Eindrücken der Studierenden auch die angefertigten Beobachtungsbögen sowie die Diagnoseinstrumente für die Reflexion der Lernumgebung herangezogen werden. Besonders dieser Einbezug von dokumentierten Schülerantworten kann die Studierenden für die Relevanz der Reflexion sensibilisieren und in ihren Professionalisierungsbemühungen leiten. Die Anfertigung der Beobachtungsraster ist in weiten Teilen für die Reflexion von großer Bedeutung und hebt diese Gruppen von den Erprobungen ohne Protokollant oder Protokollantin ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Studierenden ihre Reflexion basierend auf den Erkenntnissen aus dem Protokoll verbessern können.

Die Studierenden gehen von einer Hemmung der Lernprozesse ihrer Schülerinnen und Schüler durch die Fehleinschätzung des Vorwissens aus, sodass zunächst eine gewisse Diskrepanz zwischen den Angeboten der Studierenden und Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler herrscht. Diese wird durch die Möglichkeit des mehrmaligen Durchführens über die Zeit im Lehr-Lern-Labor immer geringer und den Studierenden gelingt es, ihre Planungen auf Grundlage der Reflexion auf die Voraussetzungen der Lernenden abzustimmen. Dieser Umstand zeigt den

Studierenden auf, dass sie für ihre weitere Laufbahn ihren Unterricht nur dann optimal an die Bedürfnisse der Lernenden anpassen können, wenn sie diese besonders gut kennen. Dadurch zeigt sich außerdem die größte Stärke des adaptiven Lehr-Lern-Labors, da dies in anderen Lehr-Lernarrangements nicht möglich ist.

Zu den Schwächen der Konzepte gehören vor allem die Vorbereitungen der Studierenden. Obgleich in der Planungsphase immer wieder der aktuelle Stand der Vorbereitung vorgestellt wird, sind es in einigen Fällen übersehene Details, die sich zu größeren Problemen während der Durchführung entwickeln. Auch Zeit- und Materialprobleme können in mehreren Fällen beschrieben werden.

Den Studierenden gelingt es in den meisten Situationen allerdings auch, ihre Fehler zu reflektieren, obgleich daraus nicht unbedingt direkte Konsequenzen für die Lernumgebung entstehen. Allerdings kann spekuliert werden, dass die Studierenden die reflektierten Situationen in ihrer weiteren professionellen Laufbahn nicht erneut begehen und dadurch einen Beitrag zu ihrer Professionalisierung leisten. Die Stärken der Konzepte finden sich vor allem im Anstieg der Motivation der Schülerinnen und Schüler sowie in der Professionalisierung der Studierenden. Obgleich nicht alle Studierenden am Aufbau von Diagnosefertigkeiten interessiert sind, da die Lernprozesse keine bedeutende Rolle für sie einnehmen. Vielmehr schätzen sie lediglich den Spaß an der Physik als gewinnbringend für die Schülerinnen und Schüler ein.

9.1.4.5 Teilprozess Adaption

Das Lehr-Lern-Labor zeichnet sich für die Studierenden insbesondere darin aus, sich auf die Schülerinnen und Schüler durch mehrfache Treffen einzustellen und an ihre Bedürfnisse anzupassen. In diesem Zusammenhang werden die vorher geplanten Umgebungen konstanter Veränderungen unterzogen. Aus Sicht der Studie ist daher besonders interessant, welche Bedarfe die Studierenden für eine Adaption des Lehrkonzepts sehen, welche Veränderungen sie initiieren und zuletzt, welche Ziele sie damit verfolgen.

Kategorie: Bedarfe für Anpassungen

Die Studierenden beschreiben in dieser Kategorie, welche Gründe zu der Anpassung der Lernumgebung geführt haben. Dazu werden fünf verschiedene Dimensionen beschrieben, die zum einen auf das Verhalten der Schülerinnen und Schüler, das inhaltliche Vorwissen, die zeitlichen Probleme bei der Umsetzung, die experimentellen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler sowie technischen und materiellen Defekt Bezug nehmen..

Schülerverhalten: Die Studierenden verändern ihr Angebot, da sie mit der Arbeitsweise der Schülerinnen und Schüler nicht einverstanden sind und die Lernziele nicht erreichen können.

Inhaltliches Vorwissen: Durch die Diagnose und Reflexion der Lernprozesse stellen die Studierenden fest, dass die Schülerinnen und Schüler entweder bereits mehr oder weniger als vorausgesetzt über das betreffende Themenfeld wissen, als sie antizipiert haben.

Zeitproblematik: Durch äußere Umstände kommen die Studierenden in Zeitnot, dazu gehören Verspätungen der Schülerinnen und Schüler oder konkurrierende Termine.

Experimentelle Fähigkeiten: In dieser Kategorie werden alle Anpassungen zugeordnet, die aufgrund von fehlenden experimentellen sowie konstruierenden Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler entstehen.

Technische Probleme und defektes Material: Bei der Durchführung kann es vorkommen, dass die Studierenden durch eine unvollständige Überprüfung ihrer Lernumgebung mit defektem Material oder technischen Problemen konfrontiert werden. Jene Textstellen werden durch diese Kategorie gebündelt.

Kategorie: Gegenstand der Anpassung

Der Gegenstand der Anpassung kann sich neben den Lehrimpulsen, der fachlichen und zeitlichen Strukturierung außerdem mit den Lernmaterialien bzw. der Lernumgebung beschäftigen. Die Äußerungen werden deshalb den verschiedenen Kategorien zugeordnet

Anpassung der fachlichen Strukturierung: Die Anpassung der Lehrimpulse verfolgt das Ziel, die Lehrhandlungen besser an die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler anzupassen. Dies kann bedeuten, dass Hilfestellungen anders eingesetzt werden oder die Lehrpersonen die Unterrichtsführung verändern.

Anpassung der Lehrimpulse: Diese Kategorie sammelt alle Aussagen, welche die Studierenden hinsichtlich der Anpassung der Inhalte und fachlichen Lernziele beschreiben. Dazu gehören beispielsweise Experimente, die verkürzt oder gestrichen werden, um die Experimentierangebote neu zu strukturieren. Ein weiteres Beispiel ist die Wiederholung von Inhalten zu Beginn eines Labortermins. Dies bringt eine Veränderung der zeitlichen Struktur mit sich.

Anpassung der Lernmaterialien: Die Studierenden geben an, die Arbeitsblätter sowie generell die Lernmaterialien anzupassen. Dadurch reagieren sie auf Reflexionsergebnisse, die zeigen, dass angepasste Lernmaterialien den Schülerinnen und Schülern dazu verhelfen, die gesteckten Ziele zu erreichen.

Anpassung der zeitlichen Strukturierung: Die Studierenden erkennen, dass ihre eigentliche zeitliche Festlegung nicht zu den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler passt, sodass sie die zeitliche Einteilung der Segmente anpassen.

Kategorie: Ziel der Anpassung

Zuletzt wird die Zielvorstellung der Studierenden in diesem Teilprozess untersucht. Auch wenn in einigen Fällen der Bedarf der Anpassung direkt das Ziel vorgibt, ist es dennoch nicht selbstverständlich, dass die Studierenden diesen durch ihre Anpassungen beheben wollen. Vielmehr können die Unterkategorien wie folgt beschrieben werden: Die Studierenden versuchen durch ihre Anpassungen Lernprozesse zu strukturieren, zu optimieren oder ihre zeitliche Strukturierung zu verbessern.

Strukturierung der Lernprozesse: Die Strukturierung der Lernprozesse bedeutet, dass die Studierenden durch zusätzliche Informationen die Schülerinnen und Schüler in eine gewisse Richtung lenken, damit diese nicht durch die Offenheit der Umgebung überfordert werden.

Optimierung der Lernprozesse: In Abgrenzung zur Strukturierung der Lernprozesse handelt es sich in dieser Kategorie um eine verbesserte Passung zwischen Angebot und Bedürfnisse jeden einzelnen Schülers und jeder einzelnen Schülerin. Dies kann auch mit der Strukturierung der Lernumgebung beginnen, geht allerdings stets darüber hinaus.

Verbesserung der zeitlichen Strukturierung: Die Studierenden beschreiben, dass ihre Anpassungen als einzige Funktion die Vermeidung von zeitlichen Engpässen aufweisen. Sie gehen also nicht auf die Bedürfnisse der Lernenden ein, sondern beschreiben vielmehr alleinig ihre Probleme hinsichtlich der Umsetzung.

Auswertung: Bedarf für Anpassungen

Die Studierenden haben durch die Reflexion Elemente der Planung herausgearbeitet, die sie für die weitere Durchführung verändern müssen oder wollen. Die Ergründung dieser Probleme zeigt, welche Ausgangspunkte hinter den Anpassungen liegen (siehe Tabelle 9.22). Dabei muss die Anpassung keineswegs negativ eingeschätzt werden, sondern zeigt vielmehr die Bereitschaft der Studierenden, sich auf die Lernenden einzulassen und dafür ihre Planung zu verändern. Dennoch gibt es unterschiedliche Dimensionen, die zuvor hätten einbezogen werden können und andere, die sich der eigenen Planung entziehen.

Tabelle 9.22 Ausprägungen der Kategorie Bedarf für Anpassungen

Ausprägung	Ankerbeispiel
Schülerverhalten	
Die Studierenden verändern ihr Angebot, da das Verhalten der Schülerinnen und Schüler nicht den Erwartungen entspricht.	*Also die, ich hoffe, dass die heute ein bisschen mehr reden wollen, also wir versuchen, dass heute auch mehr in einen schulischen Rahmen reinzubringen, also wir wollen ein bisschen mehr Struktur geben, weil wie gesagt, dass es halt nicht so eine Spielstunde wird, sondern dass wir halt wirklich was schaffen wollen (S1, Gruppe F, Interview 2, Zeilen 151-155).*
Die Studierenden erkennen größeres Leistungspotential, als sie in ihrer Planung berücksichtigt haben, sodass sie die Schülerinnen und Schüler gezielt fördern.	*DEDUKTIV ERWARTETE AUSPRÄGUNG OHNE NENNUNGEN*

Ausprägung	Ankerbeispiel
Zeitproblematik	
Die Studierenden werden von den Terminen ihrer Schülerinnen und Schülern überrascht	*Da zwei Drittel der Schüler nicht anwesend waren, wollten wir das Inhaltliche etwas reduzieren und dafür speziell auf die Fragen und Interessen des anwesenden Jungen eingehen (Gruppe H, Abschlussbericht, Seite 8).*
Das Zeitmanagement während der Durchführung ist inadäquat.	*Ich habe nicht vorhergesehen, dass es bei dem Aufbau so Riesenprobleme geben würde. Ich hatte nur gedacht, wir brauchen für alles, was vorbereitet ist, drei oder vier Stunden […]. Das waren ja auch Alternativpläne und so weiter, Ausstiegsoptionen, aber dass der Aufbau jetzt wirklich das Problem ist, weshalb wir abkürzen müssen, das war mir nicht klar (S1, Gruppe B, Interview 3, Zeilen 143-147).*
Experimentelle Fähigkeiten	
Die Studierenden erwarten, dass die Schülerinnen und Schüler gewisse experimentelle Fertigkeiten mitbringen, sodass sie bei einer schlechteren Ausprägung der experimentellen Kompetenzen ihr Angebot anpassen müssen.	*Dann wird die Experimentierphase rausgeworfen und dann, wenn es wirklich so schlecht ist mit denen, dann machen wir einfach erstmal, dass wir sagen, so hier ein Theorieteil und die Experimentierphase wird dann einfach rausgeworfen und dann sollen sie direkt am Haus experimentieren. Müsste theoretisch auch klappen (S2, Gruppe E, Interview 1, Zeilen 331-335).*
Technische Probleme und defektes Material	
Die Studierenden müssen ihre Planungen anpassen, da sie technische Probleme haben oder defektes Material vorfinden.	*Also die Druckanzeige war kaputt, deswegen haben wir nur mitgezählt, wie oft wir gedrückt haben. Weil wir hatten ja keine Luftpumpe. [S3: Stimmt, ja.] [I: Ein paar Probleme.] Das ist mir zehn Minuten vorher aufgefallen und ist es mir dann auch oben in die, ins O-Praktikum reingerannt (S3, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 309-311).*

Zunächst sei in diesem Zusammenhang die bereits vorgestellte Gruppe F zu nennen, die ihre Planung auf Basis des gezeigten *Schülerverhaltens* anpasst, um die gesteckten Ziele effizienter und sicherer zu erreichen. Diese Herangehensweise ist unter den begleiteten Studierendengruppen einzigartig, da die anderen Gruppen sich eher damit beschäftigen, die Schülerinnen und Schüler zu *motivieren* und ihnen Spaß beim Experimentieren zu bieten. Die Gruppe F beschließt, den forschend-entdeckenden Rahmen nicht für die letzten beiden Termine zu verfolgen, sondern dafür die Schülerinnen und Schüler durch gezielte Instruktionen und kleinschrittigere

Aufgabenstellungen zu führen. Die Gruppe sieht den Grund neben dem *Alter* der Schülerinnen und Schüler auch in den *gezeigten Experimentierkompetenzen*. Mit dieser Ansicht sind sie unter den interviewten Gruppen nicht allein.

Neben der Gruppe F adaptieren auch weitere Gruppen auf Basis der fehlenden *experimentellen Fertigkeiten* ihrer Schülerinnen und Schülern den Verlauf der Experimentiersituationen. Darunter fällt beispielsweise Gruppe D, die sich genau wie Gruppe F mit der Konstruktion einer Luft-Wasser-Rakete beschäftigt, sodass der Vergleich besonders interessant scheint. Diese Gruppe arbeitet allerdings mit älteren Schülerinnen und Schülern, weshalb diese bereits mehr Erfahrungen mit Experimenten und deren Umsetzung gesammelt haben. Trotz alledem kommt es auch in dieser Gruppe zu Problemen, da es den Schülerinnen und Schüler nicht gelingt durch die eigenständige Wahl der durchgeführten Experimente die Ziele zu erreichen, die sie sich zu Beginn des Lehr-Lern-Labors ausgewählt haben. Außerdem zeigen die Schülerinnen und Schüler Probleme, ihre Rakete anzufertigen. Diese Probleme umgeht die Gruppe F durch die *Adaption der Lernumgebung*. Auf der anderen Seite verzichten die Studierenden durch ihre Anpassungen allerdings darauf, dass die Schülerinnen und Schüler *eigenständige Erfahrungen* sammeln.

Probleme bei der Fertigung und speziell dem Abschluss der Konstruktion sind ein Phänomen, das häufiger im Lehr-Lern-Labor auftritt. Lediglich eine Gruppe entscheidet sich in dieser Situation, die *Enttäuschung* der Schülerinnen und Schüler auszuhalten, um ihnen zu verdeutlichen, dass Forschung auch einmal nicht die gewünschten Ergebnisse liefert. Der Großteil der Gruppen sieht allerdings keine Möglichkeit darin, ihre Lernziele zu adaptieren, sondern übernehmen an dieser Stelle die Kontrolle und führen die *Konstruktion eigens zu Ende*. Die Studierenden erkennen außerdem Probleme der Schülerinnen und Schüler bei der Umsetzung von Experimentieranleitungen an. Diese benötigen sehr viel Zeit, die Anweisungen und Zeichnungen der Studierenden zu entschlüsseln und umzusetzen. Dadurch tritt der *Aufbauprozess unnötig in den Vordergrund* und es bleibt keine Zeit, weitere Arbeitsaufträge umzusetzen. S1 aus Gruppe C beschreibt in diesem Zusammenhang, dass die Aufgabe die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler so stark beansprucht, weshalb sowohl die zeitliche Planung als auch der diagnostische Ansatz der Studierenden keine Umsetzung finden.

> *Das einzige, was wir hätten machen können, da haben wir ja nachher auch noch einmal drüber geredet, dass wir den ersten Kraftmesser komplett weglassen könnten, dann hätten die für den zweiten Kraftmesser mehr Zeit, und dann könnte man diese Denkprozesse, die bei den Schülerinnen so angefangen haben, mehr fördern, sodass man-- wenn die einen guten Ansatz haben, dass man das total bekräftigt, dass man sagt: ‚Mensch, das war super, denk da noch einmal drüber nach', weil sie dann mehr Zeit dafür haben. So war das halt so, dass sie irgendwie die guten Ansätze hatten, und dann haben die einen anderen Gedanken verfolgt, und dann war es wieder weg und dann haben sie sich auch automatisch die nächste Hilfekarte genommen, weil sie sonst auch nicht fertig geworden wären. Es war ein bisschen zu viel Zeitdruck drinne, vielleicht hätte das besser geklappt, wenn man mehr Zeit gehabt hätte (S1, Gruppe C, Interview 4, Zeilen 55-64).*

Dieses Beispiel der Gruppe C zeigt außerdem ihr Bewusstsein für die Perspektive der Schülerinnen und Schüler auf die vorbereitete Aufgabe. Die Studierenden stellen in diesen Fällen einen Bedarf an Hilfestellungen bzgl. einiger *Aspekte der Konstruktion* bei ihren Lernenden fest.

Diese Unterstützung wird nötig, da sie durch die Diagnose festgestellt haben, dass die Schülerinnen und Schüler trotz der *Intervention der Studierenden* weiterhin Probleme in diesen Bereichen haben. Auch weitere Gruppen stellen eine fehlende Wirkung der eigenen Intervention oder inadäquates *Vorwissen* fest. Dadurch werden die Schülerinnen und Schüler nicht dazu befähigt, geplante Aufgaben ohne ihre Unterstützung umzusetzen. Eine solche Veränderung zeigt, dass die Studierenden sich auf ihre Schülerinnen und Schüler einlassen wollen, um die Lernumgebung bestmöglich auf diese anzupassen, allerdings dabei stets defizitorientiert vorgehen. Andere Studierende reagieren auf die Leistungsstände ihrer Lernenden, indem eine Aufgabe auch für alternative Herangehensweisen geöffnet wird, um positive Erfahrungen für alle Schülerinnen und Schüler zu ermöglichen. Wird das Verständnis von Vorwissen in dem Sinne ausgeweitet, dass bereits das Alter und die damit verbundene Prägung dazuzurechnen sind, können auch in zwei weiteren Gruppen Situationen herausgearbeitet werden, die sich auf die *Vorerfahrungen* der Schülerinnen und Schüler beziehen.

Außer dem Vorwissen und den Experimentierfähigkeiten sind in mehreren Gruppen auch *technische Probleme mit Materialien oder Medien* die Auslöser dafür, das weitere Vorgehen im Lehr-Lern-Labor abzuändern. Dies geschieht unter anderem in der bereits beschriebenen Gruppe A, in der die Studierenden zum einen keine Internetverbindung aufbauen können und sich zum anderen der zu verarbeitende Draht so stark verknotet, dass ein neuer zum Einsatz kommen muss. Auch in zwei weiteren Fällen sind die Materialien einer ständigen Überprüfung zu unterziehen, da die selbst konstruierten Luft-Wasser-Raketen durch die vielzähligen Abschüsse und dem hohen Druck beim Abschuss Ermüdungserscheinungen zeigen. Dies führt zu einer Anpassung: Die Abweichungen in den Flugweiten werden nicht nur den Variablen, sondern auch der Abnutzung des Materials zugeschrieben. Allerdings entscheiden sich die Studierenden dazu, diesen Umstand nicht mit den Schülerinnen und Schülern zu thematisieren. Ein weiteres Problem der Studierenden entsteht durch die langen Trockenzeiten eines verwendeten Klebers, sodass die Planung verändert werden muss.

Ein weiteres Problem ist der *Zeitfaktor*. Einige Studierendengruppen zeigen, dass Probleme im Ablauf dazu führen, Arbeitsaufträge zu verkürzen, abzubrechen oder auszulassen. Solche Paradoxien im Zeitmanagement können in acht Gruppen herausgearbeitet werden. Die Gründe dafür liegt nicht nur in der Planung der Studierenden, sondern kann auch durch die beteiligten Schülerinnen und Schüler entstehen. Durch die bereits erwähnten, *nahen Sommerferien* kommt es in mehreren Fällen dazu, dass die Schülerinnen und Schüler nicht an allen Terminen im Lehr-Lern-Labor teilnehmen können. Auch weitere Termine wie Sommerfeste in Sportvereinen oder in der Schule führen zu Verspätungen oder Abbrüchen im Ablauf.

Diese Betrachtung zeigt, dass die Studierenden aus unterschiedlichsten Gründen ihre Planung anpassen müssen. Diese Gründe gliedern sich auf in die Motivation, das Vorwissen, die experimentellen Fertigkeiten sowie die zeitlichen Probleme bis hin zu den fehlerhaften Materialien. Darüber hinaus wird allerdings außerdem deutlich, dass die Gründe für die Angleichung sowohl bei den Schülerinnen und Schüler als auch in der Planung der Studierenden zu suchen oder letztlich durch äußere Einfluss gegeben sind. Von den Gründen ausgehend ist es im nächsten Schritt wichtig, wie die Studierenden mit dieser Problemstellung umgehen und welche Anpassungen sie schließlich im Lehr-Lern-Labor umsetzen.

Auswertung: Gegenstand der Anpassung

Wenn die Studierenden einen Aspekt ihrer Lernumgebung identifiziert haben, der nicht zu dem gewünschten Ergebnis geführt hat, müssen sie Entscheidungen treffen, wie sie darauf reagieren. Ein solcher Aspekt kann sich sowohl auf die *Lehrimpulse, die Lernmaterialien, die Experimente* oder *generell die Struktur* der folgenden Termine auswirken. Aber auch die Diagnoseinstrumente müssen in diesen Fällen zum Teil einer Adaption unterzogen werden, damit sie die neue Situation weiterhin strukturiert erfassen. In der Tabelle 9.23 sind deshalb die verschiedenen Ausprägungen zu den unterschiedlichen Kategorien eingebracht.

Tabelle 9.23 Ausprägungen der Kategorie Gegenstand der Anpassung

Ausprägung	Ankerbeispiel
Anpassung der fachlichen Strukturierung	
Die Studierenden verzichten auf theoretische Begriffsbildungen, um den Fokus auf andere Zusammenhänge zu richten.	*Also das einzige was wir halt ein bisschen gemacht haben, aber das ja auch unterbewusst, war, dass wir die Priorität bei den Zielen halt verlagert haben. Das wir halt wirklich, wir hatten ja sowieso schon gesagt, so mit inhaltlichen Zielen, ob wir da jetzt wirklich auf die physikalischen Aspekte nachher so explizit nochmal eingehen, ist so eine Sache (S1, Gruppe D, Interview 3, Zeilen 128-132).*
Anpassung der Lehrimpulse	
Die Studierenden passen ihre Anleitung an die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler an, um diese besser fördern zu können.	*Die Anpassungen, die wir zur nächsten Stunde vorgenommen haben, waren vor allem auf unser Lehrerverhalten ausgerichtet. Wir wollten zielgerichteter vorgehen und klare Aufgabenstellungen formulieren. Das Model des offenen Unterrichtes haben wir an dieser Stelle in den Hintergrund gestellt, da die SuS damit in der ersten Stunde nicht zurechtgekommen sind (Gruppe F, Abschlussbericht, Seite 13).*
Die Studierenden passen ihre Hilfestellungen den individuellen Bedürfnissen ihrer Schülerinnen und Schüler an, um Formen von Differenzierung einzusetzen.	*Das würde dann die Hilfekarten beeinflussen. Also, die Hilfekarten würden dann unter Umständen dann noch einmal ausführlicher werden, oder es würde mehr geben. Also je nachdem, wie wir heute am Ende feststellen, dass die physikalischen Gegebenheiten sitzen. Die sind ja im Wesentlichen für die Skalierung verantwortlich und dann würde zum Beispiel die Hilfekarte, die sich mit der Skalierung befasst, ein bisschen ausführlicher werden. Oder halt eine zweite Hilfekarte nach der ersten Skalierungshilfekarte, wo dann ein bisschen mehr auf die*

Ausprägung	Ankerbeispiel
	physikalischen Eigenschaften eingegangen wird oder so. Oder wenn man merkt, das grundlegende Prinzip der Längenausdehnung ist noch nicht verstanden, dann würde es halt gerade am Anfang mehr Hilfekarten geben (S1, Gruppe C, Interview 2, Zeilen 414-422).
Anpassung der Lernmaterialien	
Die Studierenden verändern die Diagnosesituationen, um den Fokus auf neu identifizierte Probleme der Schülerinnen und Schüler zu richten.	*Die Adaption bzw. die Veränderung haben wir durchgenommen, weil wir gemerkt haben, dass die inhaltlich nicht unbedingt die Ergebnisse erzielen, die quasi wünschenswert gewesen wäre. […]von daher war diese Veränderung, das wir dann wirklich am Ende auf eine Reflexion der prozessbezogenen Kompetenzen, der Sozialkompetenzen, des ganzen Prozesses, den sie durchlaufen haben und der Methode eingegangen sind, war das schon sinnvoll. Also wobei natürlich jetzt auch teilweise in der Reflexion dann auch Sachen drin standen, wo man sich dachte, ‚so gar nicht aufgepasst', aber so ist das halt auch manchmal ne (S1, Gruppe D, Interview 4, Zeilen 377-390).*
Die Studierenden entwickeln neue Lernmaterialien, die den Schülerinnen und Schüler helfen, die Lernziele zu erreichen.	*SuS bemängelten beim 1. Termin, dass der Comic zu viel vorweg nimmt und so die Experimente zu einfach macht. (nimmt Lösung vorweg)* *Comic offener gestaltet – beim 2. und 3. Termin keine Einwände dieser Art (Gruppe J, Gruppenbefragung).*
Die Studierenden übernehmen Schritte der Konstruktion für die Schülerinnen und Schüler, um zu gewährleisten, dass das Produkt fertiggestellt wird.	*Beim zweiten und dritten Termin kamen wie beschrieben jeweils Probleme auf, sodass Adaptionen gefordert waren. So musste aufgrund einer langen Zeit zum Kleben der Gerüstbau der Zeppeline durch uns übernommen werden (Gruppe I, Abschlussbericht, Seite 8).*
Anpassung der zeitlichen Strukturierung	
Die Studierenden passen die zeitliche Planung an, damit die Schülerinnen und Schüler an den bestehenden Problemen arbeiten können.	*Ne, wir hatten halt gedacht, dass wir beim dritten Termin noch etwas mehr Zeit haben, nach Wünsch der Schüler etwas zu machen, aber das hat sich nach dem zweiten Termin-- (S3, Gruppe A, Interview 4, Zeilen 332-333).*

Auch in dieser Frage wird von der Gruppe F ausgegangen, die ihre *Instruktionsstruktur* von Grund auf ändern. Die Studierenden starten in die Lernumgebung mit einem Konzept, dass auf Forschendes Lernen der Schülerinnen und Schüler ausgelegt ist. Durch das zuvor beschriebene Verhalten der Teilnehmenden entscheiden die Studierenden, einen schulischen Rahmen

umzusetzen. Ihrer Meinung nach, handelt es sich dabei um ein striktes Instruktionsmuster und wenig kreativen Freiraum für die Schülerinnen und Schüler. Mit dieser Anpassung setzt sich die Gruppe deutlich von den anderen ab. Die unter den Gruppen am häufigsten eingesetzte Adaption ist die Veränderung der Struktur, damit der folgende Termin innerhalb der verfügbaren Zeit umgesetzt werden kann. Meistens kommt es im Zuge dessen zu Beginn des nächsten Treffens zu einer Wiederholung der Inhalte, die zunächst als Sicherung für den vorherigen Experimentiertag angedacht gewesen ist.

Für die Schülerinnen und Schüler ist, wie oben beschrieben, die Konstruktion eigener Messgeräte oder weiterer Produkte eine Herausforderung. Deshalb kommt es in mehreren Fällen vor, dass die Studierenden ihnen die Aufgaben abnehmen. Die Studierenden dieser Gruppen sehen also die *Konstruktion* an sich als wenig sinnstiftend und übernehmen diese für die Schülerinnen und Schülern, damit sich diese anderen Aufgaben zuwenden können. Interessanterweise handelt es sich dabei um genau die Gruppen, die während Konstruktionsphasen, keine Diagnoseinstrumente einsetzen, da sie keine (fachlichen) kognitiven Prozesse erwarten (siehe außerdem Abschnitt 9.2.1).

In anderen Gruppen sind die Studierenden bereits, bevor es zu solchen Problemen kommt, auf die Notwendigkeit einer Anpassung gestoßen und verändern daraufhin ihre *Lernmaterialien* und *Lehrimpulse*, um allen Teilnehmenden gerecht zu werden. Solche *Differenzierungsangebote* finden sich in mehreren Gruppen aus beiden Moduldurchgängen. Die Studierenden erkennen, dass sie den Schülerinnen und Schülern noch besser gerecht werden, wenn sie diese als individuell Lernende behandeln und fördern.

Als letztes sind die *Diagnoseinstrumente* zu nennen, welche die Studierenden auf Grundlage ihrer Erfahrungen oder einer früheren Diagnose anpassen. Im Beispiel der Gruppe A wurde bereits erörtert, dass die Anpassung geschehen muss, da die Schülerinnen und Schüler aufgrund der erlebten Hindernisse nicht das gesteckte Lernziel erreichen können. Auch Gruppe D muss ihre Lernziele auf die *prozessbezogenen Kompetenzen* beschränken, da die frei experimentierenden Schülerinnen und Schüler Versuche wählen, die nicht zielführend sind. Die Studierenden entscheiden sich deshalb dazu, Feedbackgespräche mit den Schülerinnen und Schülern zu führen, im Zuge derer auch die Probleme und Fehler angesprochen werden, die zu der misslichen Ausgangssituation geführt haben. Dies findet sich zum Beispiel im folgenden Zitat von S1 der Gruppe D wieder.

> *Also das einzige was wir halt ein bisschen gemacht haben, aber das ja auch unterbewusst, war, dass wir die Priorität bei den Zielen halt verlagert haben. […] so mit inhaltlichen Zielen, ob wir da jetzt wirklich auf die physikalischen Aspekte nachher so explizit nochmal eingehen, ist so eine Sache und bei dem Schülerlabor ist mir jetzt wirklich ganz extrem aufgefallen, dass die Schüler überhaupt erst mal lernen müssen aus der Methodik und aus dem Konzept der Schule auszubrechen. Dass die halt wirklich selber mal Gedanken zu machen und dass man das dann halt aber auch diesen Prozess, den sie auch bei dem Schülerlabor jetzt durchleben, dass man den wirklich am Ende dann reflektiert. […]also ich habe mir gedacht so ein Feedbackbogen wäre ganz gut und am Ende des Schülerlabors des zweiten Termins sollten wir vielleicht wirklich nochmal irgendwie so fünf bis zehn Minuten zusammensetzen und mit denen darüber sprechen wie sie das empfunden haben und-- […] Also wenn man denen jetzt einfach nur den*

Feedbackbogen rein reicht, dann sind die ja meistens auch mit diesen Fragen erstmal überfordert, weil man nicht weiß, was man denkt. So vielleicht könnte man analog zu dem Feedbackbogen mit denen das ein bisschen besprechen und halt sagen, so ja was hat euch gefallen, wo hattet ihr Probleme, gab es irgendwie Schwierigkeiten und am Anfang war das hat es ein bisschen im zweiten Terminwenn man denen jetzt einfach nur den Feedbackbogen rein reicht, dann sind die ja meistens auch mit diesen Fragen erst mal überfordert, weil man nicht weiß was man denkt. So vielleicht könnte man analog zu dem Feedbackbogen mit denen das ein bisschen besprechen und halt sagen so: ‚Ja was hat euch gefallen, wo hattet ihr Probleme, gab es irgendwie Schwierigkeiten und am Anfang war das hat es ein bisschen im zweiten Termin hat es sich es hingezögert. Woran lag das', und und und (S1, Gruppe D, Interview 3, Zeilen 128-144).

Die Anpassungen der Studierenden betreffen somit mit die Lernmaterialien, die Lehrimpulse, eine Differenzierung der Lernumgebung, die zeitlichen Einteilung und die Diagnoseinstrumente. Es können also sowohl Adaptionen festgehalten werden, die zum einen reaktiv geprägt sind und somit auf Hürden für die Schülerinnen und Schüler eingehen, als auch initiative Veränderungen der Lernumgebungen mit dem Ziel, die Schülerinnen und Schüler noch gezielter unterstützen zu können.

Auswertung: Ziele der Anpassungen

Die oben aufgeführten Bedarfe, Gründe und Entscheidungen führen bei den Studierenden zu dem Willen, ihre Anpassungen umzusetzen. Neben dem Ursprung und der Planung ist deshalb die Zielvorstellung der Anpassungen für die Analyse der Studie interessant. Auch bringt die Diskrepanz zwischen der Planung und der Durchführung diese Veränderungen zum Ausdruck. Die Zielvorstellungen der Studierenden zeigen deutlich, ob die Anpassungen durch Probleme während der Umsetzung entstehen oder durch das Potential der Schülerinnen und Schüler vorangetrieben werden. In diesem Zusammenhang müssen drei Ziele genannt werden. Zum einen streben die Studierenden an, durch die Adaption der Lernumgebung die Lernprozesse zu strukturieren, diese zu *optimieren* oder *zeitlichen Problemen* aus dem Weg zu gehen (siehe Tabelle 9.24).

Tabelle 9.24 Ausprägungen der Kategorie Ziele der Anpassung

Ausprägung	Ankerbeispiel
Strukturierung der Lernprozesse	
Die Studierenden erkennen, dass die Schülerinnen und Schüler die nötige Methodenkompetenz zum Forschenden Lernen bzw. eigenständigen Arbeiten aufweisen.	*Man hätte es vielleicht in einem historischen Kontext machen können. So mit irgendeinem Wissenschaftler, der was merkt so und dann, ‚oh das will ich überprüfen, stellt die Hypothese auf, überprüft das und kommt dann zu einem Entschluss ja oder nein.' (S1, Gruppe D, Interview 4, Zeilen 232-234).*

Ausprägung	Ankerbeispiel
Optimierung der Lernprozesse	
Die Studierenden passen ihre Planungen an, um sich optimal auf ihre Schülerinnen und Schüler einzulassen.	*Die Änderung ist ja eigentlich, dass wir jetzt differenzieren. Dass wir es jetzt nicht mehr, alle versuchen es gleichmäßig zu verteilen, also zu machen, für alle gleichsam, dass wir also auf die unterschiedlich eingehen und dann auch immer noch so wenig wie möglich, aber halt, wenn sie dann, bei dem, wo wir denken, er ist am hilfebedürftigsten, [I: Ja.], dass wir da auch entsprechend agieren (S1, Gruppe G, Interview 3, Zeilen 485-489).*
Verbesserung der zeitlichen Strukturierung	
Die Studierenden verändern die Einteilung der Phasen im Lehr-Lern-Labor, um Zeitrückstände auszugleichen.	*Generell, wenn wir in der Stunde angepasst haben, dann meist aus Zeitgründen, dass wir dann etwas ausgelassen haben oder vorgezogen haben. Und groß adaptieren brauchten wir von einem Termin zum nächsten eigentlich auch nicht, weil wir im Vorfeld schon recht alternativ geplant hatten. Also wir wussten schon im Vorfeld wie wir dann das Ganze strukturieren können, wenn die erste Stunde so und so verläuft (S2, Gruppe B, Interview 4, Zeilen 247-251).*

Wie bereits in der Vorstellung der Gruppe F beschrieben, setzt diese Gruppe ihre Anpassungen um, damit die Schülerinnen und Schüler während des *Experimentierprozesses unterstützt* werden. Sie gehen dabei davon aus, dass die Schülerinnen und Schüler nicht die nötigen Kompetenzen des strukturierten Vorgehens entwickelt haben. Somit sind für sie *genauere Instruktionen* notwendig. Neben der Gruppe F möchten auch weitere Studierende ihre Schülerinnen und Schüler und deren Lernprozesse durch die gewählten Anpassungen anleiten.

Andere Gruppen gehen einen Schritt weiter und beabsichtigen nicht nur die Lernprozesse zu strukturieren, sondern es ist ihnen vielmehr wichtig, ihre Schülerinnen und Schüler durch eine verbesserte Passung *optimal* zu fördern. Dazu beschreibt S1 der Gruppe G, wie die Gruppe die Adaptionen eingesetzt hat, um optimal zu differenzieren. Im folgenden Zitat wird deutlich, dass die Studierenden unter Berücksichtigung der Bedarfe die Hilfestellungen geben wollen. Sie sehen die Lerngruppe somit nicht mehr als Einheit an, sondern erkennen vielmehr ihre Individualität an und nehmen die Heterogenität der Gruppe wahr.

Obwohl dieser Grundsatz der *Differenzierung* relativ naheliegend erscheint, wird er nur von wenigen Gruppen explizit formuliert. Eine Gruppe plant bereits in der Planungsphase mehrere Handlungsalternativen bzw. Experimente ein, sodass die Schülerinnen und Schüler maximal in der Lerngelegenheit gefördert bzw. gefordert werden. Außerdem ermöglicht es ihre Segmentierung zeitlich Probleme zu umgehen.

Genau wie die Gruppe B vermeiden auch weitere Gruppen durch ihre Anpassungen zukünftige, *zeitliche Probleme*. In diesem Fall wird allerdings nicht aufgelöst, ob die Studierenden aufgrund

der mangelhaften Planung oder des progressiven Bewusstseins für Optimierungspotential ihre Zeitplanungen abändern. Dabei gehen die Studierenden oft in dem Sinne vor, dass sie den Schülerinnen und Schüler Konstruktionsaufgaben abnehmen. Gruppe A entscheidet sich, wie in Abschnitt 9.1.2.5 beschrieben, für eine zeitliche Ausweitung eines Arbeitsauftrags und streicht im selben Schritt eine weitere Lernaufgabe. Eine weitere Gruppe folgt diesem Entscheidungsmuster, indem diese die Schülerinnen und Schüler dazu befähigt, einen Arbeitsauftrag zu bewältigen. Außerdem führen die Studierenden die durch die Schülerinnen und Schüler initiierten *Arbeitsschritte selbst zu Ende*.

Zusammenfassung und vorläufige Interpretation

Die Studierenden verändern ihre Lernumgebungen auf der Grundlage verschiedener Ausgangspunkte. Stark verbreitet ist dabei ihr fehlendes Gespür für die experimentellen Fertigkeiten der Schülerinnen und Schülern, genau wie irrtümlich eingeschätztes Vorwissen. Auch die Zeitplanung kann als unrealistisch beschrieben werden. Alles mündet allerdings darin, dass sie ihre Bereitschaft zeigen, sich besser an die Schülerinnen und Schüler anpassen zu wollen. Die Veränderungen geschehen somit in großen Teilen durch Defizite der Lernumgebungen und nur selten ist die Professionalisierung der Studierenden so weit vorangeschritten, dass sie die Potentiale der Lernenden erkennen und darauf basierend ihr weiteres Lernarrangement adaptieren.

Bei den getätigten Anpassungen gibt es sowohl Ähnlichkeiten als auch individuelle Ausprägungen. Der Einsatz einer wiederholenden Einheit ist dabei ein häufig verwendetes Stilmittel. Auch die Differenzierung des Angebotes, die sich an den Voraussetzungen der SuS orientiert, wird in manchen Fällen genutzt. In der Analyse wird deutlich, dass die Studierenden sowohl ihre Lehrimpulse, die Lernumgebung, die Materialien und Diagnosemittel anpassen. Die Studierenden handeln in diesem Zusammenhang zum einen reaktiv und nehmen zum anderen initiativ Anpassungen vor. Die initiativen Adaptionen geschehen, da die Studierenden den Aufenthalt der Schülerinnen und Schüler im Lehr-Lern-Labor so effektiv wie möglich gestalten wollen. Als reaktiv kann eine Adaption dann umschrieben werden, wenn die Studierenden dadurch zeitliche Probleme umgehen wollen, die auf Grundlage ihrer unvollständigen Planung entstanden sind. Dies zeigt sich auch in den Zielsetzungen der Adaptionen, da die Studierenden zum einen die Lernprozesse optimieren und zum anderen weitere zeitliche Probleme umgehen wollen.

Die Laborsituation ist extra für diesen Teil der Zyklischen Forschenden Lernens geschaffen worden, um die Studierenden dafür zu sensibilisieren, Unterrichtsplanung in Zukunft nicht als unumstößlich zu verstehen. Es geht vielmehr darum genügend Flexibilität zu wahren, um die Erkenntnisse aus den Diagnosesituationen für das weitere Vorgehen einzusetzen. Dadurch können sich die Studierenden verbessern und können die Erfahrungen aus der Laborphase direkt für ihre weitere berufliche Zukunft verwenden.

9.2 Überzeugungen der Studierenden vom Lernen und Lehren und deren Einfluss auf die Strukturierung der Laborangebote

Der vorige Abschnitt hat die Funktion, eine Bestandsanalyse der verschiedenen Teilprozesse im Lehr-Lern-Labor zu geben. Bereits im Abschnitt 7.2.2 konnte allerdings auch schon gezeigt werden, dass diese vorgestellten Prozesse nicht losgelöst von weiteren Einflussfaktoren zu betrachten sind, sondern durch unterschiedliche Ausprägungen der professionellen Handlungskompetenz beeinflusst werden. Besonders die professionsorientierten Überzeugungen sind dabei in den Fokus getreten. Deshalb werden in diesem Abschnitt die Einflüsse dieser Grundannahmen der Studierenden präsentiert und in ihren Ausprägungen analysiert. Durch den Einsatz von schriftlichen und mündlichen Befragungen kann ein differenziertes Bild gezeichnet werden. Dies beinhaltet Aussagen über die Struktur von Wissensrepräsentationen der Schülerinnen und Schüler sowie die Einstellungen der Studierenden zu Lerntheorien und Lehrtheorien. In den folgenden Abschnitten sind diese Oberkategorien beschrieben, um die Zuordnung der Textstelle zu erleichtern.

Struktur, Genese und Validierung von Wissensbeständen

Die Untersuchung der Aussagen der Studierenden soll zeigen, welche Arten von Prozessen auf Sicht- und Tiefenebene von den Studierenden erwartet werden. Eine Kategorisierung zeigt, wann die Studierenden auf die tieferliegenden Denkprozesse eingehen und wann sie sich nicht näher mit der kognitiven Welt der Schülerinnen und Schüler auseinandersetzen.

subjektive Lerntheorien

Ziel der Zuordnung der Kodierungen ist es, die Stellungnahmen der Studierenden in drei Kategorien einzuteilen. Dabei wird zwischen konstruktivistischen Einstellungen sowie transmissiven Sichtweisen auf das Lernen unterschieden. Weisen die Texte Argumente für beide Perspektiven auf, sind sie in der roten Kategorie ‚keine eindeutige Zuordnung möglich' einzuordnen. Die Kodiereinheiten sind hierbei mindestens Halbsätze, die alleinstehend sinngebend sind.

subjektive Lehrtheorien

Ziel der Zuordnung der Kodierungen ist es, die Stellungnahmen der Studierenden in Kategorien einzuteilen. Die Befragung zeichnet Meinungen von Lehrkräften vor, die davon handeln, ob davon auszugehen ist, dass jedem Lernen Grundmuster, sogenannte Basismodelle des Lernens, als Fundament dienen oder ob die Schülerinnen und Schüler als Individuen lernen und dabei keine Verallgemeinerungen möglich sind.

Wie bereits im Abschnitt 5.2.1 und den zugehörigen Unterkapiteln beschrieben, werden drei Fragebögen vor sowie ein Fragebogen nach der Praxissituation eingesetzt, um die Überzeugungen der Studierenden zu erheben. Außerdem kann dafür auf die Abschlussberichte sowie auf die Interviews zurückgegriffen werden. Ausschlaggebend für die Untersuchung der Überzeugungen war das Ergebnis der Analyse aus dem ersten Durchgang: Studierende haben eine transmissive Sicht auf das Lernen, sodass ergründet werden muss, ob die Inhalte der fachdidaktischen,

pädagogischen und lernpsychologischen Veranstaltungen im Lehramtsstudium die Einstellungen der Studierenden überhaupt tangieren. Da eine solch umfassende Analyse nicht allein in dieser Arbeit geleistet werden kann, beschränken sich die Untersuchungen vor allem auf die Teile der professionellen Handlungskompetenz, die einen hohen Deckungsgrad zu den Inhalten der Modulumgebung aufweisen. Dadurch wird ersichtlich, welche Vorstellungen vorherrschen und ob die Studierenden sich, wie erwartet, von diesen bei der Strukturierung leiten lassen. In Tabelle 5.1 ist die Bestandsaufnahme der vorhandenen Daten transparent gemacht worden. Demnach liegen die Fragebögen und Abschlussberichte nur aus dem zweiten Moduldurchgang vor, sodass nur vereinzelt auf die Daten des ersten Durchgangs zurückgegriffen wird. Überdies wurden die ersten Indizien aus der Erhebung bereits in Abschnitt 7.2.2 vorgestellt.

Die Auswertung nimmt besonders auf die Verknüpfung der Antworten vor der Durchführung der Experimentiersituationen und die Reflexion der eigenen Handlungen nach der Praxiserfahrung in den Blick. Hierdurch wird verdeutlicht, welche Auswirkungen die Laborphase auf die untersuchten Überzeugungen hat. Da in diesem Fall allerdings nicht mit aufwändig validierten Testverfahren gearbeitet werden kann, liegt der Fokus auf einer inhaltlichen Analyse der Äußerungen und nicht auf der Berechnung von Effektstärken oder weiteren quantitativen Tests. Zwei der Testinstrumente stellen durch ihre Konzeption jeweils zwei konträre Sichtweisen gegenüber, sodass die Antworten der Studierenden bei diesen Fragebögen entweder einer der beiden Perspektiven zugewiesen wird oder keine Zuordnung möglich ist. Eine Sonderrolle nimmt dabei die Erhebung der Stellungnahmen zu den Experimentierprozessen bzw. der erwarteten Struktur der Wissensbestände ein. Hier wird nicht gegeneinander abgewogen, sondern die Sichtstruktur des Experimentierens wird als Grundlage für die Beschreibung der Tiefenstruktur verstanden. Die beiden Konstrukte bauen somit aufeinander auf. Der Fragebogen nach der Laborphase bezieht die verschiedenen Facetten der professionsorientierten Überzeugungen auf den Besuch im Lehr-Lern-Labor. Die Studierenden füllen, im Gegensatz zu den Interviews und Abschlussberichten, die Fragebögen individuell aus, sodass sich auch die Auswertung auf die einzelnen Studierenden bezieht. Die Forschungsfrage ist wie folgt formuliert: *Wie beeinflussen subjektive Überzeugungen vom Lernen und Lehren die Strukturierungen im Lehr-Lern-Labor?*

9.2.1 Überzeugungen zur Sicht- und Tiefenebene bei Experimentierprozessen

Im Theorieteil dieser Arbeit ist bereits dargelegt worden, dass sich die ungefilterte Erhebung von Überzeugungen als ziemlich anspruchsvoll darlegt. Deshalb beziehen sich die Äußerungen in diesem Forschungsteil vor allem auf die eigens dafür entwickelten Fragebögen, die in der Erarbeitungsphase eingesetzt worden sind.

Der Fragebogen zur Beschreibung von Experimentiersituationen besteht aus einem freien Arbeitsauftrag, um die Ausführungen der Studierenden nicht bereits zuvor zu beeinflussen. Die Teilnehmenden werden aufgefordert, Fragen zu beantworten, welche Prozesse bei der Schülerin ablaufen und welche sie durchläuft. Auch wenn dadurch bereits auf die Sicht sowie auf die Tiefenstruktur der Lernprozesse eingegangen wird, kann doch ein qualitativer Unterschied in der Beantwortung durch die Studierenden gefunden werden. Diesem offenen Aufgabenformat ist es

außerdem geschuldet, dass mit einer starken Streuung der Antworten zu rechnen ist. Die Studierenden geben also nicht direkt eine Stellungnahme ab, sondern zeigen durch die Schwerpunktsetzung ihres Antwortverhaltens, welchen Stellenwert die kognitiven Prozesse für sie in der Praxis haben. In den folgenden Abschnitten wird der Teil des Kategoriensystems aufgeführt, der sich mit den für die Forschungsfrage relevanten Inhalten beschäftigt. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang zwei Oberkategorien, die sich zum einen mit dem Erwarten von kognitiven Prozessen sowie mit der Analyse der Schülervorstellungen im Speziellen beschäftigen.

Kategorie: Erwartung kognitiver Prozesse

In dieser Oberkategorie werden alle kognitiven Prozesse gesammelt, welche die Studierenden in den Erhebungsinstrumenten nennen. Die Kategorie ist besonders darauf ausgelegt, die Überzeugungen der Studierenden festzuhalten. Die Unterkategorien beschäftigen sich mit der Diagnose kognitiver Prozesse, mit Aussagen, in denen die Studierenden sich nicht mit den kognitiven Prozessen ihrer Schülerinnen und Schüler auseinandersetzen sowie der zentralen Rolle des Vorwissens für die Studierenden.

Diagnose kognitiver Prozesse: Diese Kategorie zeigt deutlich, wie die Studierenden über die kognitiven Strukturen der Lernenden Denken. Auf einer ersten Stufen gehen sie von der Existenz dieser kognitiven Welten der Schülerinnen und Schüler aus. Diese werden untersucht, um die idealen Lernumgebungen zu konzipieren. Dazu sind sowohl die Nennung von Schülervorstellungen, die antizipierten kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler sowie deren Begründung von Bedeutung. Weiterhin werden hier Passagen kodiert, die etwas über die Bedeutung von Diagnose für die Studierenden aussagen.

Aktivierung von Vorwissen: Die Studierenden gehen darauf ein, dass Vorwissen oder Vorerfahrungen der Schülerinnen herangezogen werden, um Dinge zu verstehen. Dabei ist die Erwähnung des aktiven Prozesses ausschlaggebend, um in diese Kategorie eingeordnet zu werden.

Kategorie: Analyse von Schülervorstellungen

In dieser Kategorie werden die von den Studierenden erhobenen Schülervorstellungen gesammelt. Die Qualität ist dabei zwischen einer bloßen Nennung und der begründeten Stellungnahme zu einer Vorstellung zu unterscheiden. Es wird außerdem erfasst, welche Studierenden keine Schülervorstellung mehr generieren.

Nennung von Schülervorstellungen: Die Studierenden formulieren eine Schülervorstellung aus der Experimentiersituation.

Begründung für Schülervorstellungen: Die Studierenden finden eine Möglichkeit, die Schülervorstellung sinnvoll und auf Basis der Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler zu begründen.

Stellenwert der Schülervorstellungen für die Planung: Die Studierenden beschreiben, wie sie ihre Planung auf Basis ihrer Analyse der Schülervorstellungen durchführen und welchen Stellenwert sie den Äußerungen zugestehen.

Auswertung: Erwartung kognitiver Prozesse

Bei der Analyse des Materials hat sich gezeigt, dass die Analyse der kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler keine besonderen Schlüsse über die Planung der Studierenden hervorbringt. Deshalb bezieht sich die Auswertung vielmehr auf die Erwartung dieser kognitiven Prozesse. Die Studierenden geben auf den Fragebögen und in den Interviews an, wie sie sich mit den kognitiven Prozessen ihrer Schülerinnen und Schüler beschäftigen, um ihre Planung zu verbessern. (Siehe Tabelle 9.25)

Tabelle 9.25 Ausprägungen der Erwartung kognitiver Prozesse

Ausprägung	Ankerbeispiel
Diagnose kognitiver Prozesse	
Die Studierenden setzen in Konstruktionsphasen keine Diagnoseinstrumente ein, weil sie keine kognitiven Prozesse erwarten	*Der Einsatz erschien uns jedoch nicht für jede Situation, bzw. jeden Termin gewinnbringend, da wir einen großen praktischen Anteil in das Schülerlabor eingebunden haben, sodass kaum Lernprozesse diagnostiziert werden mussten (Abschlussbericht Gruppe I, Seite 9).*
Die Studierenden wollen mit ihren Diagnoseinstrumenten die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler erfassen.	*Die kognitiven Prozesse, die wir angeregt haben, waren vor allem in der Strukturierung der Gedankengänge der SuS zu finden. Sie waren aufgrund ihres Alters sehr unorganisiert und dadurch schnell unkonzentriert. Sie waren demnach nicht für einen offenen Unterricht geeignet. […] Diagnostizieren ließen sich diese Prozesse mit Hilfe des Protokolls und der Mitschriften der SuS bzw. derer an der Tafel (KM01, Abschlussbefragung).*
Aktivierung von Vorwissen	
Die Studierenden beschreiben, dass die Schülerinnen und Schüler Vorwissen aktivieren müssen, geben allerdings nicht an, dass das neue Wissen auch damit verknüpft wird.	*Sie weiß an sich aus dem Unterricht zuvor, wie man die Spannung und die Stromstärke messen kann. Sie kennt das Ohmsche Gesetz, U=R*I. Ich bin mir nicht sicher, ob sie weiß, dass die Kennlinie beim Ohmschen Gesetz eine Gerade ist, sprich die Bedeutung des Ohmschen Gesetzes. Dies müsste zuvor im Unterricht wiederholt werden. Ich traue ihr nicht zu, dass sie darauf kommt, wie sie mit dem Zubehör das Ohmsche Gesetz eigenständig überprüfen kann. In einer Gruppe, mit starken Schülern, oder Lehrer geleitet, wird sie verstehen, wie sie die Fragestellung überprüfen kann. Hat sie verstanden, wie sie vorgehen muss, kann sie die eigentliche Aufgabe, das Ohmsche Gesetz an Metalldrähten zu überprüfen, durchführen.*

Ausprägung	Ankerbeispiel
	Sie wird sinnvolle Ergebnisse erhalten (AB27, Erhebung zu mentalen Modellen).
Die Studierenden beschreiben zwar die Wichtigkeit von Vorwissen für die Planung, beschreiben aber nicht, welches konkrete Vorwissen bei den Schülerinnen und Schüler vorliegt.	*Jedoch gehe ich davon aus, dass die Schüler dieses vermittelte Wissen nicht einfach annehmen können, sondern es selbst mit ihrer bisherigen Erfahrung und ihrem Vorwissen verknüpfen müssen. (IL17, Befragung zur Einstellung zu subjektiven Lerntheorien).* • *Übertragen von Modellen auf Wirklichkeit.* • *Darauf konnte man nach dem ersten Tag schließen durch das Diagnosetool (Zettel, bei dem sie Entstehung von Wind eintragen sollten).* • *Begründen, warum sich ein Windrad dreht (IL17, Abschlussbefragung).*

In Abschnitt 7.2.1 wurde bereits beschrieben, wie S1 der Gruppe E darauf verweist, dass auf den *Einsatz von Diagnoseinstrumenten während der Konstruktionsphase* verzichtet wird, da keine relevanten, kognitiven Prozesse erwartet werden. In dieser Ausprägung der Kategorie Erwartung zeigt sich erneut die Haltung der angehenden Lehrkräfte, während der Konstruktionsphase die Lernprozesse nicht strukturiert durch Diagnoseinstrumente zu erfassen, da es dabei nicht zu Lernen auf fachlicher Ebene kommt: „Wir haben keins der ursprünglich vorgestellten Diagnosetools genutzt. […] Begleitet wurden die Termine durch ständige Diagnose durch gestellte Fragen. Termin 2 und 3 haben keine Diagnose benötigt.“ (PB24, Abschlussbefragung). In der Aussage von PB24 zeigt sich, dass die Studierenden Diagnostik von Lernständen und Denkprozessen bereits durch gestellte Fragen im Unterrichtssetting hinreichend erfüllt sehen. Es mag für die Profession relevant sein, solche Fähigkeiten für die spontane Adaption im Unterrichtsgeschehen und somit für die Auswahl einer Handlungsalternative zu besitzen. Auf der anderen Seite kann jedoch auch nicht ohne weiteres davon ausgegangen werden, dass die Studierenden basierend auf solchen Situationen ihre weiteren Experimentiersituationen anpassen können, da die Ergebnisse ihrer Einschätzung nicht festgehalten und somit sicher reproduzierbar sind.

S1 der Gruppe F geht bei der Beschreibung von kognitiven Prozessen der Schülerinnen und Schüler noch einen Schritt weiter und ist der Meinung, dass Schülerinnen und Schülern stets kognitive Prozesse zugesprochen werden sollten.

> *Also letzten Endes dreht sich dieses ganze Modul ja darum, eh, die kognitiven Prozesse der Schüler zu analysieren und dann verstehen zu können, wie man die am besten leiten kann und wie man da am besten etwas herausholen kann. Aber man sagt halt, die kognitiven Prozesse kann man halt nur provozieren, aber man kann die halt nicht sehen. Und da fängt halt die Interpretation an. [I: Das auf jeden Fall.] Letzten Endes kann so ein Satz, den so ein Schüler sagt, da kann richtig was hinter stecken, aber es kann auch einfach irgendwie-- manchmal ist es auch, bin ich fest davon überzeugt, ist es auch einfach nur Gebrabbel und in der Sekunde, in der sie es gesagt haben, haben sie es auch schon wieder*

> *vergessen. [I: Ok.] Da fängt es dann halt so an, ok, ehm-- da ist meiner Meinung dann auch der Kontext wichtig, in dem diese Aussage dann fällt, ob das dann in irgendeiner Situation fällt, wo die einfach irgendwie ein bisschen rumlabern, oder ob es wirklich ist, wo man so sagt, wo wirklich auch dieser kognitive Prozess angefangen hat. Also, da kann man dann wirklich hin und her diskutieren. [I: Aber es heißt doch sogar ‚lautes Denken.'] Ja, also man kann dann ja auch irgendwie mit Psychologen dann irgendwie an, dass jede Aktion eine bewusste Aktion ist und nichts unabsichtlich passiert, aber ehm—(S1, Gruppe F, Interview 3, Zeilen 328-341).*

S1 beschreibt die Verinnerlichung der Ziele des Moduls und gibt im Anschluss die vorgestellte Sicht auf das Lernen und das konstruktivistische Axiom ohne Probleme wieder. Beiträge der Schülerinnen und Schüler können im nächsten Moment vergessen sein. Die Äußerung ist aus der Sicht der Studierenden unbewusst und *ohne kognitive Prozesse im Hintergrund* entstanden. S1 unterstreicht die Überzeugung durch die verschiedenen Beteuerungen sowie durch die erneute Vergewisserung, dass dies in der Kognitionspsychologie eventuell anders gesehen wird. Die getätigte Aussage wird außerdem von S2 aus der Gruppe bestätigt. Diese Person beruft sich auf eine Introspektion und geht selbst davon, nicht jede eigene Äußerungen auf kognitiven Prozessen zu tätigen. Durch die Tragweite und Tiefe der subjektiven Theorie ist es nicht möglich, diese aus den Fragebögen zu ermitteln. Auch im ersten Moduldurchgang konnte durch die Analyse keine ähnliche Äußerung gefunden werden, sodass die Behauptung weiterhin nur auf den Aussagen des Studierenden S1 der Gruppe F beruht. Die beschriebene Sichtweise kann auch bei anderen Studierenden vorliegen, da auch S1 Schülervorstellungen ohne Probleme beschreibt. Außerdem weist die mangelhafte Bearbeitung des Fragebogens darauf hin, dass es Studierenden nicht leichtfällt, sich in die Lernenden einzufühlen. Da die Erforschung der Überzeugungen zu Schülervorstellungen erst im zweiten Moduldurchgang eingeführt wurde und nur persönliche Gespräche geeignet sind, die Überzeugungen zu explizieren, können keine weiteren Studierende identifiziert werden, die S1 aus Gruppe F zustimmen. Allerdings knüpft die Aussage über die unbewussten Äußerungen an das Indiz aus dem ersten Moduldurchgang an, dass Studierende keine kognitiven Prozesse bei Konstruktionsaufgaben erwarten.

Mit einer großen Mehrheit geben die Studierenden an, dass die Schülerin im ersten Fragebogen ihr *Vorwissen aktiviert*, aber nicht unbedingt, wie die Schülerin *bestehendes Wissen mit neuen Inhalten verknüpft*. Die Studierenden wissen also durch vorige Veranstaltungen von der Relevanz des Vorwissens von Schülerinnen und Schülern, gehen jedoch nicht so weit, dass sie dieses Vorwissen mit neuen Inhalten verknüpfen. Ob es sich dabei um eine fehlende Genauigkeit der Testinstrumente handelt oder die Studierenden in diesem Fall das deklarative Wissen aus dem Studium nicht auf diese Situation übertragen können, müsste in einem nächsten Schritt überprüft werden.

Im Gegensatz zur hypothetischen Situation aus dem Fragebogen in der Erarbeitungsphase fällt es den Studierenden scheinbar schwer, die *kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler aufzuzeigen*. Gerade einmal zwei Studierende geben an, die Schülerinnen und Schüler durch die Experimentiersituation dazu gebracht zu haben, Vorwissen zu aktivieren, obgleich die Aktivierung des Vorwissens noch eine starke Kategorie im Fragebogen aus der Erarbeitungsphase gewesen ist. Die Studierenden gehen zwar davon aus, dass sie *Vorwissen* benötigen, um gelungenen Unterricht

zu planen, dieses aber nicht für die Umsetzung im Lehr-Lern-Labor beachten. Obgleich die Studierenden die Schülerinnen und Schüler noch nicht aus anderen Unterrichtssituationen kennen, kann dieses Argument nicht bestehen bleiben. Auf der anderen Seite haben die Studierenden direkt zu Beginn der Lernumgebung die Möglichkeit, das Vorwissen zu erheben und daraufhin eine von verschiedenen Handlungsalternativen auszuwählen.

Auswertung: Analyse von Schülervorstellungen

Ein wichtiger Bereich der kognitiven Prozesse ist die Berücksichtigung der Schülervorstellungen, um Unterricht optimal auf die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler auszurichten und diesen dabei auf konstruktivistischen Grundannahmen aufzubauen. Durch die Einschätzung der Studierenden zeigt sich weiterhin ihre Einstellung gegenüber den Strukturen der Wissensbestände ihrer Schülerinnen und Schüler. Um die Sicht auf Schülervorstellungen zu erheben, wird auf den Fragebogen im Anschluss an die Laborphase zurückgegriffen, da somit davon ausgegangen werden kann, dass die Studierenden, soweit sie es für relevant halten, Schülervorstellungen reproduzieren können, weil sie immer noch präsent sind. Die Ausprägungen dieser Kategorie finden sich in der Tabelle 9.26.

Tabelle 9.26 Ausprägungen der Analyse von Schülervorstellungen

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Nennungen von Schülervorstellungen	
Die Studierenden können sich an konkrete Schülervorstellungen erinnern und zeigen dadurch, dass sie sich dieser Präkonzepte annehmen.	*Dichte ist nur interessant für Würfel die 1cm mal 1cm mal 1cm als Volumen besitzen. Abarbeiten von spezialisierten-- (SB28, Abschlussbefragung).*
Begründungen für Schülervorstellungen	
Die Studierenden geben im Anschluss an die Schülervorstellung Erklärung wider, wie die Aussage in den mentalen Modellen der Schülerinnen und Schüler verknüpft sein kann.	*‚Papierflieger fliegen, weil warme Luft nach oben steigt.‘* *Es wurde gefragt, warum Papierflieger fliegen. Als logische Schlussfolgerung aus der vorherigen Sitzung sah der Schüler die Begründung in demselben Phänomen wie beim Heißluftballon (MW25, Abschlussbefragung).*
Stellenwert von Schülervorstellungen	
Die Studierenden sehen die Analyse von Schülervorstellungen kritisch, da diese durch die fachdidaktische Auswertung überinterpretiert werden.	*Was richtig cool war am Anfang-- das ist jetzt nicht so eine Aussage, wie du sie hattest, die man so überanalysieren kann. Aber das war halt direkt am Anfang der Stunde, als wir gesagt haben: ‚Heute machen wir das mit dem Druck.‘ Da kam dann direkt:*

Ausprägung	Ankerbeispiel
	‚Je mehr Druck wir machen, desto weiter fliegt die, ist doch klar!‘ (S1, Gruppe F, Interview 3, Zeilen 304-307).
Die Studierenden schätzen die Schülervorstellungen als Fehlvorstellungen ein und zeigen damit ihre Einstellung zum Lernen	*Es wurden Ideen wie ‚die Luft erwärmt sich und steigt in den Luftballon auf, deshalb dehnt sich dieser aus‘ haben wir genutzt, um weiter die Fehlvorstellungen zu beheben und Konzeptwechsel anzuregen (Gruppe I, Abschlussbericht, Seite 5).*

Insgesamt auf 19 von 24 Fragebögen werden Schülervorstellungen formuliert. Lediglich fünf Studierende lassen diese Frage unbeantwortet. Das Item besteht allerdings nicht nur aus der Reproduktion einer Schülervorstellung, sondern auch aus dem Versuch einer Erklärung, um nach zu vollziehen, ob die Studierenden die beobachtete Schülervorstellung in das Netzwerk der Wissensbestände einpflegen können. Dadurch können die Studierenden zeigen, dass sie die Perspektive der Lernenden einnehmen können, um ihre fachliche Strukturierung ideal daran anzupassen. Dies gelingt immerhin noch 12 der 19 Studierenden, die sich auf alle acht Gruppen verteilen. Somit kann auf diesem Fragebogen die Hälfte der Teilnehmenden eine Schülervorstellung reproduzieren und in die kognitiven Modelle einordnen. Obgleich in fachdidaktischen Seminaren stets die Relevanz der Präkonzepte von Schülerinnen und Schülern behandelt wird, zeigt sich in diesem Zusammenhang, dass die Studierenden zumindest während der *Durchführung kein spezielles Interesse* an der Erhebung dieser entwickeln. Bereits in Abschnitt 9.1.4.1 wurde die intuitive Berücksichtigung der Schülervorstellungen aufgezeigt. Die oben beschriebenen Ausprägungen scheinen also zum Teil bereits durch die *fehlenden Ausführungen* in den Fragebögen und Vernachlässigung während der Planung beantwortet werden zu können. Einige Studierende schaffen es nicht, eine Schülervorstellung zu reproduzieren und andere versuchen sich nicht an der Einordnung.

Die Schülervorstellungen sind Teil der Gespräche mit den Gruppen F und G, um zu überprüfen, welche *Stellenwert* die Studierenden den *Schülervorstellungen* zuschreiben. In den Leitfäden für die Gespräche I2 und I3, also nach dem ersten und zweiten Treffen mit den Schülerinnen und Schülern, wird auf eine Schülervorstellung eingegangen. Die Beobachtungen der Studierenden werden im Gespräch auf Schülervorstellungen gelenkt, indem nach dem ersten Termin eine von der interviewenden Person beobachtete Schülervorstellung vorgestellt und den Studierenden der Auftrag gegeben wird, die Einbindung in mögliche kognitive Netze vorzunehmen, um dem Ursprung der Schülervorstellung näher zu kommen. Beim Interview nach dem zweiten Experimentiernachmittag werden die Studierenden gebeten, selbstständig eine Schülervorstellung zu reproduzieren und einzuordnen. In diesem Zusammenhang kommt es zu der Äußerung von S1 der Gruppe F. Das Ankerbeispiel zu dieser Ausprägung illustriert, wie *Schülervorstellungen durch die Analyse überinterpretiert* werden können. Im weiteren Verlauf des Interviews beschreibt die Person dann, dass nicht immer kognitive Prozesse bei den Schülerinnen und Schülern ablaufen (siehe vorige Kategorie).

S1 führt hier eine Aussage der Schülerinnen und Schüler an, die während der Experimentiersituation aufgetreten ist. Diese Person ist also in der Lage, Schülervorstellungen zu

identifizieren. der Stellenwert nicht allzu hoch gehängt werden sollte. Selbstverständlich kann hier argumentiert werden, dass die Aussage aus dem Kontext gerissen ist und die Relevanz der Schülervorstellungen für aktivierenden Unterricht von dieser Person nachvollzogen wird.

Bei der Analyse des Materials fällt außerdem auf, dass die Studierenden nicht Begriffe wie Präkonzepte oder Schülervorstellungen nutzen, sondern diese als *Fehlvorstellungen* beschreiben. Dies ist Interessant, da im wissenschaftlichen Diskurs und den fachdidaktischen Lehrveranstaltungen von einer solchen, negativen Beschreibung des Vorwissens der Schülerinnen und Schüler abgesehen wird. Innerhalb der 13 Gruppen werden in acht Gruppen, über beide Moduldurchgänge hinweg, die Schülerinnen und Schüler durch ihr, in den Augen der Studierenden, „falsches“ Wissen charakterisiert. Vor allem in Bezug auf konstruktivistische Grundsätze ist diese Einordnung interessant und wird im nächsten Abschnitt näher betrachtet.

Zusammenfassung

Durch die Analyse der Daten kann das Ergebnis aus dem ersten Moduldurchgang bestätigt werden, dass Studierende davon ausgehen, bei Konstruktionsaufgaben keine Anregung fachlicher Lernprozesse bei den Schülerinnen und Schülern zu erwarten. Einige Studierenden sprechen sogar den Schülerinnen und Schülern in manchen Situationen bewusste kognitive Prozesse ab. Allerdings gibt der Großteil der Studierenden an, bei der Planung und Beschreibung von Experimentiervorgängen die Tiefenstruktur der Lernprozesse zu berücksichtigen, obgleich die Auswertung der Planungsprozesse nicht unbedingt diese Angaben unterstreicht. Dennoch konnte gezeigt werden, dass die Beschreibung in Bezug auf eine explizite Praxiserfahrung für die Studierenden mit Schwierigkeiten verbunden ist, da nur ein Bruchteil der zuvor generierten Kategorien eigenständig beschrieben werden.

Es hat sich bzgl. der Analyse von Schülervorstellungen gezeigt, dass die Studierenden einerseits zum großen Teil konkrete Schülervorstellungen rekonstruieren können, manche andererseits diese Arbeit als überflüssig einschätzen, da die Analyse die Gefahr berge, die Aussagen über zu interpretieren. Unter den Studierenden beider Moduldurchgänge ist weiterhin verbreitet, Präkonzepte von Schülerinnen und Schülern als „Fehlvorstellungen“ einzuordnen. Somit wird ein Indiz dafür geben, dass Lernen aus ihrer Sicht nicht durch eine Anknüpfung an bestehendes Wissen beschrieben wird, sondern die Übernahme von korrekten Inhalten ist. Diese Stellungnahmen werden im nächsten Abschnitt weiter zu behandeln sein.

9.2.2 Subjektive Lerntheorien

Neben den zuvor vorgestellten Einstellungen zu der Struktur von Wissensbeständen als Teil von Sicht- und Tiefenebene von Lernprozessen, beziehen sich die professionsorientierten Überzeugungen auf die Sichtweise auf das Lernen selbst. Zeitgemäßer Unterricht basiert auf der Annahme, dass die Lehrkraft ihren Schülerinnen und Schülern nur Inhalte, Erklärungen bzw. Wissen anbieten kann, die Einbindung und Konstruktion des Wissens jedoch durch jeden Schüler und jede Schülerin selbst vorgenommen werden müssen (Duit & Widodo, 2005; Siebert, 2005). Bereits im ersten Auswertungskapitel wurde die Ansicht, die Schülerinnen und Schüler besäßen beim Wissensaufbau ausschließlich eine passive Rolle, da sie die Inhalte schlichtweg übernehmen

müssen, durch die Studierenden formuliert. Aus diesem Grund sind für den zweiten Moduldurchgang neue Erhebungsinstrumente konzipiert worden, die auf die Verdeutlichung der Überzeugungen der Teilnehmenden abzielen.

Das Kategoriensystem für die Untersuchung der subjektiven Lerntheorien besteht maßgeblich aus den Kategorien *konstruktivistische Einstellung*, *transmissive Einstellung*. Der Kategorienstamm ist außerdem in den folgenden Abschnitten dargestellt. Basierend auf den Antworten der Studierenden, werden diese Kategorien weiter ausdifferenziert. Besonders die Kategorie zum Konstruktivismus zeichnet sich durch eine Vielzahl unterschiedlicher Unterkategorien aus. Diese zehn Kategorien setzen sich zum Teil zusammen aus Merkmalen konstruktivistischen Unterrichts, wie dem Anknüpfen an mentale Modelle, der Relevanz für Differenzierung und der individuellen Prozesse. Außerdem fasst die Oberkategorie Kodierungen zusammen, die sich mit der Ablehnung von Transportvorstellungen beschäftigen sowie die Zustimmung zu den Lehrern aus dem Erhebungsinstrument, die sich für den Konstruktivismus einsetzen (siehe Abschnitt 5.2.1).

Die Kategorie zu transmissiven Einstellungen ist erwartungsgemäß nicht so stark ausdifferenziert, da die Studierenden wenige transmissive Äußerungen tätigen. Neben der Bekräftigung der Lehrkräfte mit transmissiver Einstellung beinhaltet die Oberkategorie die Container Übergabe von Wissen, Wissensspeicherung sowie Wissenseinteilung in Informationseinheiten. Die letzten beiden Kategorien beschäftigen sich dabei mit der Analogie, dass das Gehirn ähnlich einer Festplatte funktioniert, auf der Wissen in Bits und Bytes eingelagert wird. Diese Kategorien finden sich bereits in der Formulierung der Stellungnahmen der vier Lehrerinnen und Lehrer, sodass die Kategorien trotz weniger Daten im Nachhinein auch deduktiv eingerichtet werden können.

Durch die Kodierung soll eine *Zuteilung der Einstellungen* vollzogen werden, weshalb die verschiedenen Kategorien unter dieser Oberkategorie zusammengefasst werden. Wenn ein Textdokument nur mit Kodes einer der Oberkategorien versehen wird, ist die Zuordnung logisch. Kommt es bei der Analyse zu einer Verteilung der Kodes auf die beiden vorgestellten Oberkategorien, wird dieses Textdokument der letzten Oberkategorie *keine Zuordnung möglich* zugeteilt. Obgleich eine weitere Unterteilung nicht antizipiert wurde, hat sich durch die Sichtung des Materials die Kategorie *Abhängigkeit der Lernprozesse von der Unterrichtsphase* herausgebildet. Weiterhin werden die Dokumente der Kategorie *Veränderung bzgl. konstruktivistischer Sichtweisen* zugeteilt, wenn sich vor und nach dem Lehr-Lern-Labor Unterschiede in der getroffenen Zuordnung finden.

Kategorie: Zuordnung der subjektiven Lerntheorien der Studierenden

Diese Kategorie sammelt alle Ausführungen der Studierenden zu ihren subjektiven Lerntheorien. Sie teilt sich in die drei Kategorien *keine Zuordnung möglich*, *konstruktivistische Einstellung* und *transmissive Einstellung.*

Keine Zuordnung möglich: Die Antworten der Studierenden beinhalten sowohl Argumente für konstruktivistische Sichtweise, als auch Anzeichen für eine transmissive Einstellung. Dabei sind die Zuordnung der vorliegenden Kategorien entscheidend und nicht die Selbstauskünfte der

Studierenden. Für die Zuordnung in diese Kategorie wird die gesamte Aussage der Studierenden markiert und im Ganzen kodiert.

konstruktivistische Einstellung: Diese Kategorie bündelt alle Aussagen, die auf eine konstruktivistische Sichtweise auf Lernprozesse hindeuten. Finden sich ausschließlich konstruktivistisch kodierte Passagen in einer bearbeiteten Aufgabe, ist der gesamte Text in dieser Kategorie abzulegen. Dadurch wird gewährleistet, dass jedem Dokument eine konstruktivistische oder transmissive Sichtweise zugeordnet wird, bzw. keine eindeutige Zuordnung möglich ist. Konstruktivistische Aussagen beschäftigen sich mit den folgenden Themen: Ablehnung der Transportvorstellung, aktiver Wissensaufbau/Verarbeitung von Wissen, Anknüpfen an mentale Modelle, Differenzierung, individueller Prozess, Interesse/Motivation, Kontext/Alltagsbezug, Vorwissen/Erfahrungen sowie mit den Zustimmungen zu den Lehrkräften Schröder und Meier.

transmissive Einstellung: Diese Kategorie bündelt alle Standpunkte der Studierenden, die auf eine transmissive Einstellung gegenüber Lernprozessen hindeuten. Finden sich ausschließlich transmissiv kodierte Aussagen in einer bearbeiteten Aufgabe, ist der gesamte Text in dieser Kategorie abzulegen. Dadurch wird gewährleistet, dass jedem Dokument eine konstruktivistische oder transmissive Sichtweise zugewiesen wird, bzw. keine eindeutige Zuordnung passieren kann. Die Kategorien transmissiver Einstellung sind Wissensspeicherung, Wissenseinteilung in Informationseinheiten, Übergabe von Wissen sowie die Zustimmung zu den Lehrkräften Schmidt und Müller.

Kategorie: Veränderungen bzgl. der konstruktivistischen Sichtweisen

Die Studierenden werden vor dem Einsatz im Lehr-Lern-Labor der konstruktivistischen und danach einer anderen Sichtweise oder zunächst einer anderen Kategorie und im Anschluss der konstruktivistischen Sichtweise zugeteilt.

Kategorie: Abhängigkeit der Lernprozesse von der Unterrichtsphase

Die Studierenden stellen fest, dass Lernen für sie vom Kontext bzw. der Handlungsform abhängt. Dabei gehen sie davon aus, von der Übergabe von Wissen aus, wenn theorielastige Lehrervorträge geplant sind. Beim freien Experimentieren können die Schülerinnen und Schüler auf der anderen Seite im Verständnis der Lehrkräfte das Wissen selbstständig aufbauen.

Auswertung: Zuordnung der subjektiven Lerntheorien der Studierenden

Um den Vorgang der Zuteilung der Stellungnahmen und somit das Kodiermanual zu überprüfen, ist der Wert von Cohens Kappa berechnet worden, das die Übereinstimmungen von zwei Forschenden aussagekräftig macht (siehe Abschnitt 5.4). Die Inter-Rater-Reliabilität liegt in diesem Fall bei $\kappa \approx 0{,}905$. Ab $\kappa \geq 0{,}8$ wird von einer hervorragenden Übereinstimmung gesprochen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die Zuordnungen der Rater reliabel sind, da auf das gleiche Kodiermanual zurückgegriffen worden ist und die Daten anonymisiert vorliegen. Die Zuteilung in die verschiedenen Kategorien wird mit Ankerbeispielen in der Tabelle 9.27 verdeutlicht.

Tabelle 9.27 Ausprägungen der Kategorie Zuordnung der subjektiven Lerntheorien der Studierenden

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Die Studierenden stimmen dem Konstruktivismus nicht vollkommen zu aber lehnen ihn gleichzeitig nicht ab.	*Die meisten Situationen war die Übergabe und Übernahme von Wissen, das auf Vorwissen aufbaut. Beim Reflexionsgesetz haben die Schüler selber sich das Gesetz erarbeitet, das ist ein eigenständiger Aufbau von Wissen. Die Schüler haben die Begriffe konvex und konkav gelernt, dies ist eine Übergabe von Wissen. Fachbegriffe können die Schüler sich nicht erarbeiten (AB27, Abschlussbefragung).*
Die Studierenden äußern sich so, dass sich ihre subjektiven Lerntheorien mit dem Konstruktivismus decken.	*Meine Meinung dazu ist, dass die SuS mit unterschiedlichen Interessen und Vorerfahrungen in den Unterricht kommen. Im Optimalfall spricht man in seinem Unterricht alle Interessen und holt jeden Schüler an seinem Standpunkt ab. Dies ist in der Regel nicht möglich! Das Wissen sollte in kleinen Häppchen aufbereitet werden, um den Zugang für die SuS zu erleichtern, und einen Kontextbezug beinhalten, damit die Schüler sich mit den Inhalten identifizieren können. Lernen gilt dabei als aktiver Wissenserwerb, der nur durch das aktive Mitarbeiten erreicht werden soll. Daher sollte man die Schüler motivieren und das Interesse wecken. Es ist also ein Mittelweg aller Meinungen (BI01, Erhebung subjektiver Lerntheorien).*
Den Studierenden wird eine transmissive Sicht aufs Lernen zugeordnet.	*Die Übergabe und Übernahme von fertigem Wissen trifft eher zu. Die SuS haben durch Informationen sich ihr Wissen zur Herstellung stereoskopischer Bilder angeeignet (CO16, Abschlussbefragung).*

Das Ergebnis dieser Zuteilung ist, dass 15 Studierende in sieben Gruppen eine Antwort gegeben haben, die sich nur auf *konstruktivistische Ansichten* bezieht. Die Antwort von sechs Studierenden (aus drei Gruppen stammend) kann in Teilen *beiden Standpunkten* zugeordnet werden. Lediglich eine Antwort wird der *transmissiven Sicht* aufs Lernen zugeordnet. Die konstruktivistischen Äußerungen verteilen sich auf sieben der acht Gruppen. Abgesehen von einer Gruppe finden sich überall Studierende, die sich dieser Sichtweise zuordnen.

In der Abschlussbefragung im Anschluss an das Lehr-Lern-Labor (siehe Abschnitt 5.2.1) werden die subjektiven Lerntheorien der Studierenden ein weiteres Mal erhoben. Die Studierenden sollten dafür einschätzen, ob in ihrer Experimentierumgebung, die Schülerinnen und Schüler das Wissen eher übergeben bekommen oder eigenständig die Konstruktion durchlaufen haben. Die Lerntheorien werden in diesem Fall als Modelle dargestellt, um den Studierenden die Möglichkeit zu geben, sich frei von sozialer Erwünschtheit für eine der beiden Sichtweisen zu entscheiden.

Dies hat dazu geführt, dass die Studierenden zum Teil zu anderen Stellungen zugeordnet werden müssen. Nach der Praxis verringert sich die Einteilung der *Äußerungen konstruktivistischer Ansichten* von 15 auf neun Zuordnungen. In der Kategorie *keine Zuordnung möglich* werden

insgesamt nun 12 Nennungen abgelegt. An diesem Erhebungspunkt besteht die *transmissive Sichtweise* aus zwei Antworten. Der Standpunkt von 13 Studierenden verändert sich nicht, während neun Studierende einer anderen Kategorie zuzuordnen werden. Bei zwei Gruppen wird geschlossen von einer konstruktivistischen Sichtweise abgerückt und nun das Lernen als eine Mischung aus beiden konträren Grundannahmen angesehen. Die Veränderungen der Zuordnungen verstehen sich dabei rein deskriptiv, da in diesem Fall keine Effektstärken berechnet worden sind. Die Zahlen sind somit mit Vorsicht einzuschätzen und zu bewerten.

Auswertung: Veränderungen bzgl. konstruktivistischer Sichtweisen

Die Studierenden können also durch den Einsatz im Lehr-Lern-Labor ihr Antwortverhalten verändern. In Tabelle 9.28 sind die zwei möglichen Veränderungen bzgl. der konstruktivistischen Sichtweise aufgeführt.

Tabelle 9.28 Ausprägungen der Kategorie Auflösungserscheinungen konstruktivistischer Sichtweisen

Ausprägung	**Ankerbeispiel**
Die Studierenden äußern sich zunächst nicht-konstruktivistisch und erkennen durch den Einsatz im Lehr-Lern-Labor die Relevant des konstruktivistischen Ansatzes	*DEDUKTIVE AUSPRÄGUNG OHNE NENNUNGEN*
Die konstruktivistischen Sichtweisen lösen sich durch den Einsatz im Lehr-Lern-Labor auf und werden durch Mischformen ersetzt.	*Ich finde, lernen ist ein Prozess. Diesen Prozess durchläuft jeder für sich und ist somit individuell. Durch Lernen kann man Wissen über Dinge erlangen. Dies kann man aber nur, wenn man sich selbst intensiv mit dem Themengebiet auseinandersetzt. Das heißt - jeder muss sein Wissen selbst konstruieren. Hierbei kann aber auch der Lehrer helfen, indem er Unterricht hält und versucht, Wissen zu übermitteln. Jedoch gehe ich davon aus, dass die Schüler dieses vermittelte Wissen nicht einfach annehmen können, sondern es selbst mit ihrer bisherigen Erfahrung und ihrem Vorwissen verknüpfen müssen. Schlussendlich kann ich also resümieren, dass Lernen für mich ein Prozess ist, indem jedes Individuum für sich sein Wissen konstruiert, dabei allerdings von außen gefördert und angeregt werden kann (IL17, Erhebung zu subjektiven Lernprozessen).* *Bei dem ersten Termin war die Übernahme von Wissen im Vordergrund bei den anderen beiden Terminen der eigene Aufbau von Wissen. Ich sehe lernen als Mischung von beiden an, da auch*

Ausprägung	Ankerbeispiel
	um Wissen selbst aufzubauen etwas Wissen übernommen werden muss, damit das selbst konstruierte Wissen besser verarbeitet werden kann (IL17, Abschlussbefragung).

Die Analyse der Studierendenantworten zeigt, dass es zwischen den Erhebungspunkten *Verschiebungen zwischen den Standpunkten* gibt, weshalb diese Kategorie eingerichtet wird, um die Auflösungserscheinungen genauer zu betrachten. Als Ankerbeispiel wird die Antwort von IL17 vor und nach dem Lehr-Lern-Labor vorgestellt. Vor dem Lehr-Lern-Labor wird Lernen als individueller Prozess verstanden, der die Konstruktion von Wissen behandelt. Dazu ist das Verknüpfen mit Vorwissen und eigenen Erfahrungen von großer Bedeutung. Die Rolle der Lehrpersonen sieht IL17 als Unterstützung durch Anregungen und Förderungen demnach also nicht als ausschlaggebender Akteur. IL17 gehört der Gruppe G an. Nach der Praxissituation ist keine Zuordnung mehr möglich, weil die Antwort die Übernahme neuen Wissens beinhaltet, die damit gerechtfertigt wird, eine verbesserte Verarbeitung zu bewerkstelligen.

Unter den sechs Studierenden, die vor dem Lehr-Lern-Labor eine konstruktivistische Ansicht gezeigt haben und im Anschluss keiner der beiden Kategorien mehr zugeordnet werden kann, befinden sich geschlossen die Gruppen G und M. Während die Gruppe G durch die Interviews nach den Lehr-Lern-Laboren bei ihrer Reflexion begleitet wird, haben die Studierenden der Gruppe M diese Begleitung in Form der Interviews nicht in Anspruch nehmen können. Es ist also nicht unbedingt auf die Gespräche mit der Forschungsgrupp zu attribuieren, dass die Studierenden ihre Ansichten ändern. Dies wird außerdem durch die andere Fallgruppe - Gruppe F - unterstützt, die stabile Vorstellungen aufweist. Vor allem unter der Berücksichtigung von Passagen aus den Interviews wird die Frage aufgeworfen, was zu dem Umdenken der Betroffenen geführt hat. S1 aus Gruppe G gibt an, dass sich Wissen im Gehirn verankern muss, damit sich die Netzwerke besser ausbilden (siehe das folgende Zitat). Später kann von dieser Einstellung nichts mehr nachgewiesen werden.

> *Das vertieft das Ganze ja. Also das müsste sich ja dadurch eher im Kopf verankern, sozusagen. Wenn man selber über ein Problem nachdenkt und zu einer Lösung kommt, arbeitet man ja viel mehr im Gehirn. Dadurch werden ja die Neuronen viel besser vernetzt (S1, Gruppe G, Interview 3, Zeilen 40-42).*

CO16 macht durch die Situation im Lehr-Lern-Labor als einziges eine *komplette Veränderung* der Sichtweise durch. Dabei geht CO16 davon aus, dass während der Experimentiersituation eher eine Transmission von Wissen vorliegt. Denn: „Die Übergabe und Übernahme von fertigem Wissen trifft eher zu. Die SuS haben durch Informationen sich ihr Wissen zur Herstellung stereoskopischer Bilder angeeignet.“ (CO16, Abschlussbefragung) Die andere Äußerung, die zur

transmissiven Einstellung zugeordnet wird, ist von BK26. Bei der Experimentiersituation muss Lernen als „Übergabe und Übernahme von fertigem Wissen [angesehen werden]. Dieses passt besser, da der Comic zu den meisten Dingen eine Art Musterlösung vorgibt, (der Opa erklärt)“ (BK26, Abschlussbefragung). Die Studierenden zeigen somit kein Verständnis für die Notwendigkeit von eigenständigen Aufbauprozessen beim Erlernen von Faktenwissen. Höchstwahrscheinlich vertreten diese Personen bereits zu Beginn des Moduls diese Ansicht. Ihren Standpunkt können sie allerdings erst durch den Bezug zur Praxis verbalisieren.

Eine weitere Äußerung sei hier am Rande erwähnt. MB29 zeigt, dass das *Studium einen Einfluss auf die Einstellungen* gegenüber Lehrhandlungen im Unterricht hat: „Mittlerweile bin ich gegen Frontalunterricht, und zwar bei SuS, die sich dabei nur herausnehmen, um sich ‚berieseln‘ zu lassen. SuS sollten nicht nur ihre Zeit absitzen, sondern die Möglichkeit haben, den Unterricht aktiv mitzugestalten.“ (MB29, Erhebung zu subjektiven Lerntheorien). Diese Person sieht es als möglich an, sich „berieseln“ zu lassen und dadurch etwas zu lernen. Die universitäre Lehre habe allerdings die Möglichkeit der Schülerzentrierung verdeutlicht, welche diese Person nun bevorzugt.

Mit dieser *umfassenden Entw*ertung wurde zunächst nicht gerechnet, weshalb eine Analyse der betreffenden Textstellen als sinnstiftend eingeschätzt wird. In diesem Fall handelt es sich wie zuvor bei der Befragung zur Sicht- und Tiefenstruktur nicht um einen klassischen Test im Prä-Post-Design. Der Modus der Befragung ist durch die Anpassung der Items auf die Erfahrungen direkter, sodass selbst in der Beschreibung des Items die Begriffe Modell und Grundannahme verwendet werden. Ob die Wortwahl die Studierenden bei der Beantwortung dadurch beeinflusst wird, kann nicht ausgeschlossen werden. Dennoch zeigt die Darlegung der Bewegungen der Studierenden zwischen den Standpunkten, dass träges Wissen und handlungsleitende Prinzipien deutlich verschieden sein können. Da sowohl die transmissive Sichtweise als auch das Lager, das eine Mischform beider Ansätze als treffend ansieht, beim zweiten Erhebungspunkt wachsen, zeigt die Trägheit des Ausbildungswissens in Form der konstruktivistischen Sichtweise aus der ersten Erhebung. Die angesprochene Mischform ist weiterhin ein interessantes Konstrukt, da zu erwarten ist, dass die Studierenden sich entweder dem einen oder dem anderen Standpunkt zuordnen lassen müssten. Aus diesem Grund wird in der nächsten Kategorie diese Gruppe genauer untersucht.

Auswertung: Abhängigkeit der Lernprozesse von der Unterrichtsphase

Tabelle 9.29 Kategorienschema der Abhängigkeit der Lernprozesse von der Unterrichtsphase

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Die Studierenden beschreiben, dass der Aufbau von Wissen in Laborphasen und der Transfer von Wissen bei der Konzeptbildung stattfinden. Somit sind die Studierenden von der Abhängigkeit des Lernens von der Unterrichtsphase überzeugt.	*Ob Wissen ein eigenständiger Aufbau von Wissen oder die Übergabe und Übernahme von fertigem Wissen ist, hängt von dem zu lernenden Wissen ab. Wissen kann auf Vorwissen aufgebaut werden, wenn die Schüler die Verknüpfung schaffen. (AB27, Abschlussbefragung)*

Es finden sich in den Interviews und Befragungsdokumenten insgesamt bei sieben Studierenden aus vier Gruppen Hinweise darauf, dass ihre *Sichtweise aufs Lernen von der eingesetzten Methode abhängt.* Für ein Ankerbeispiel, siehe Tabelle 9.29. Es ist also insgesamt jede zweite Gruppe des zweiten Moduldurchlaufs in Teilen von dieser Ansicht betroffen. Die Studierenden gehen von einer Übergabe in theorielastigen Phasen aus. Das vorgestellte Wissen wird in diesen Unterrichtssegmenten an die Schülerinnen und Schüler übergeben. Gleichzeitig sind die Studierenden davon überzeugt, die Schülerinnen und Schüler während eigenständiger Arbeiten, wie beim Experimentieren oder Konstruieren, dazu befähigt sind, das Wissen stets selbst aufbauen.

S2 aus Gruppe F findet es vor allem schwierig, die beiden Grundannahmen auseinander zu halten, da sich Übernahme und Aufbau von Wissen nicht leicht voneinander zu unterscheiden scheinen. Weiterhin geht S2 davon aus, dass Schülerinnen und Schüler in jeder Stunde sowohl Wissen übernehmen als auch selbst aufbauen. Dies müsse allerdings einer genauen Prüfung unterzogen werden. KM01 fokussiert den Standpunkt in diesem Sinne durch diese Äußerung wie folgt:

> *Es ist immer eine Mischung aus beiden. Die Übernahme von Wissen ist im theoretischen Hintergrund zu sehen und ein Aufbau von Wissen ist vor allem in den Experimentierphasen zu finden. Hier werden Vermutungen bestätigt oder falsifiziert und daraus Lernen die SuS und bauen wissensbestände aus eigenen Erfahrungen auf (KM01, Abschlussbefragung).*

Dieser Beschreibung lassen sich mehrere weitere Studienteilnehmende zu ordnen. Auch hier wird in Konzeptbildungsphasen eine Übergabe/Übernahme von Wissen beobachtet und während der Experimente ein Aufbau des Wissens bei den Schülerinnen und Schülern erwartet. Auch KL10 beschreibt Lernen in der Abschlussbefragung als „Übergabe durch Nachmachen“ und „Aufbau von Wissen durch Eigenständigkeit“ (KL10, Abschlussbefragung). Die Aussagen der vorgestellten Studierenden sind besonders brisant, da sich zuvor die gleichen Studierenden darin einig gewesen sind, dass die Schülerinnen und Schüler während der Konstruktionsphase keine kognitiven Prozesse aufweisen, die es lohnen würde diagnostiziert zu werden. Durch diese Analyse finden sich weitere Studierende, die von der Konstruktion des Lernerfolgs in eigenständigen Bastelphasen erwarten.

Eine weitere Variabel für den Lernprozess von Schülerinnen und Schüler scheint zu sein, dass der eigenständige Aufbau von Wissen nicht ohne einen erheblichen, zeitlichen Mehraufwand umzusetzen ist. Im folgenden Zitat zeigt sich, wie diese Einstellung zu beschreiben ist:

> *Man kann den Aufbau von Wissen besonders dann gut machen, wenn man viel Zeit hat und wenn man auch wirklich auf die Ideen der Schüler gut eingehen kann. Und die Zeit hatten wir halt und dann können auch viel mehr Ideen von den Schülern verfolgt werden, damit sie das selbst aufbauen dürfen. Wenn man eine Anleitung hat, dann sind ja fest und arbeiten die ab, ohne darüber nachzudenken. Und wenn sie sich das selbst entwickeln, müssen sie eben auch nachdenken, wie sie das machen und warum und das-- (S2, Gruppe G, Interview 3, Zeilen 33-39).*

Dass es sich bei den Antworten der Gruppen nicht unbedingt um einstimmige Äußerungen handelt zeigt die Gruppe F. Auf die vorgestellte kontextabhängige Ansicht aufs Lernen antwortet S3 aus Gruppe F mit folgender Antwort:

> *Also man muss halt gucken, wo steht der Schüler und was will ihn weiter bringen und die Lehrkraft unterstützt dann eigentlich nur die Prozesse, die der Schüler dann durchlaufen müsste, um zum Ergebnis zu kommen. Weil wenn er einfach nur das macht, was der Lehrer hören will, was in der Schule häufig abläuft, dann können die das irgendwann auch wiedergeben. Das merke ich jetzt in der Uni auch, so beim Schwimmen oder so. Die können genau sagen, was der Dozent gesagt hat. [I: ach so, Tutor] Ja genau. Die können genau wiederholen, was der Dozent gesagt hat, [I: ja] können auch die Bewegung nachmachen, wie er sie vormacht, aber sie können es absolut nicht umsetzen. Und wenn man mal tiefer nachfragt, verstehen die überhaupt nicht, was damit gemeint ist und setzen das halt nicht um und das ist halt dieser aktive Umgang mit dem Ganzen und dieses Selbsterarbeiten des Schülers. Meiner Meinung nach ganz wichtig zum Verstehen. (S3, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 118-128).*

Es mag also sein, dass die Einstellungen für die einzelnen Studierenden handlungsleitend sind, aber ob sie sich auch als solches für die gesamte Studierendengruppe herausstellt kann nicht anhand der Daten eruiert werden. Die vorgestellten Begründungen der Studierenden zeigen dennoch ein interessantes Muster über mehrere Gruppen hinweg und sollten für weitere Forschungsprojekte berücksichtigt werden. In dieser Untersuchung hat sich ergeben, dass Studierende von einer Abhängigkeit des Lernen zum gewählten Zugang ausgehen. Diese Studierenden haben nicht die konstruktivistische Sichtweise vollends angenommen und für sich rekonstruieren können. Woran dies liegt, ist eine weitere anregende Forschungsrichtung.

Zusammenfassung

Durch die Fragebögen vor und nach der Praxissituation kann gezeigt werden, dass die Studierenden zunächst größtenteils eine konstruktivistische Sichtweise in den Fragebögen reproduzieren, diese allerdings nach den Erfahrungen im Lehr-Lern-Labor in mehreren Fällen nicht wieder zu finden sind. Bei einigen kommt es offenbar zu Auflösungserscheinungen ihrer konstruktivistisch geprägten Ansichten. Während sie diese Einstellung abbauen, treten bei mehreren Studierenden aus unterschiedlichen Gruppen neue Überzeugungen während der Beantwortung der Fragebögen auf. Sie sehen Lernen in Dependance zur Unterrichtsmethodik, also abhängig davon, ob sich die Studierenden oder Lernenden in der aktiven Rolle befinden. Welche Auswirkungen dies auf die Lernumgebung hat, wird im Interpretationskapitel weiter ausgeführt. Gerade diese Feststellung ist für die Lehrerbildung von Bedeutung, da es sich zeigt, dass fachdidaktische Veranstaltungen ohne Praxisbezug ausschließlich träges Wissen für die Studierenden bedeuten. Dadurch wird die Relevanz der Lehr-Lern-Labore und der Reflexion der Lehrhandlungen in ihnen besonders herausgestellt.

9.2.3 Einstellungen zu Grundmustern des Lernens

Als letzte zu beachtende Facette professioneller Überzeugungen Studierender werden nun die subjektiven Lehrtheorien unter Berücksichtigung der Interviews und Fragebögen analysiert. Auf Grundlage der Basismodelle des Lernens kann Unterricht von den Lern- und Denkprozessen der Schülerinnen und Schülern geplant werden. Das zu verwendende „*backbone*“-Planungsraster (siehe Abschnitt 2.3.1) stellt diese Konstrukte deshalb explizit in den Mittelpunkt der Konzeptionsprozesse. Aus diesem Grund zielt die Erhebung der subjektiven Lehrtheorien auf die Einstellungen gegenüber den Basismodellen des Lernens ab. In ihnen werden alle Aussagen gesammelt, die sich mit der Rolle der Lehrkraft im Lehr-Lern-Gefüge beschäftigen sowie die Aussagen der Studierenden über ihr *Verständnis vom außerschulischen und schulischen Lernen*.

Kategorie: Basismodelle des Lernens als Grundmuster aller Schülerinnen und Schüler

Die Basismodelle des Lernens dienen als Grundgerüst der Unterrichtsplanung und legen somit nahe, dass in den Lernprozessen Muster zu finden sind, die sich Lehrkräfte nützlich machen können. Auch Formulierungen, die von Grundmustern oder Verallgemeinerungen der Lernprozesse sprechen, sind dieser Kategorie zuzuordnen. Diese Kategorie wird in mehreren Erhebungsinstrumenten bedient, sodass nicht jede Textpassage zu der Einteilung beiträgt, sondern den Einsatz der Basismodelle des Lernens weiter untersucht.

Kategorie: Abhängigkeit des Lehrens von der Institution

Für die Einstellung bzgl. der Lerntheorien ist es interessant, wie die Studierenden schulisches Lernen einschätzen.

Auswertung: Basismodelle des Lernens als Grundmuster aller Schülerinnen und Schüler

Bei der Sichtung des Materials werden vor allem die Äußerungen zu den *Basismodellen des Lernens* kodiert. Diese wird drei weitere Unterkategorien unterteilt, die für die Analyse der Fragebögen nach der Praxissituation relevant sind. Diese beinhalten alle Nennungen der verwendeten Basismodelle im Lehr-Lern-Labor sowie die Funktionen der Basismodelle des Lernens als Möglichkeit des Abgleichs der Planung oder als strukturgebendes Grundgerüst der Vorbereitungen.

Die Analyse bezieht auch die Differenzierung des Unterrichts bis hin zum Einzelunterricht mit ein, was in sechs Gruppen von elf Teilnehmenden gefordert wird. Anschließend wird allerdings fast genauso oft in den Fragebögen erwähnt (elf Nennungen in sieben Gruppen), dass der Umgang mit dieser Individualität in der Praxis nicht möglich ist. Dadurch wird die kollektive Lerneinstellung favorisiert. Das folgende Beispiel kann diese Sichtweise besonders präzise modellieren.

> *An und für sich stimme ich Frau Hinrichs und Herrn Weichert zu, dass bei der Unterrichtsplanung Individualität gewährleistet und berücksichtigt werden sollte. Allerdings ist dies im Alltag / in der Praxis schwer umzusetzen, da eine Lehrkraft nicht zu gleich 30 SuS individuell betreuen kann. Bei seiner Unterrichtsplanung sollte man die Inhalte des KC berücksichtigen und darauf aufbauen. Wenn es nun lernschwache SuS gibt,*

die für das Verständnis und Lernen des Stoffes länger brauchen und somit sehr individuelle Unterstützung benötigen, so kommt es zu Einbußen in der vorgegebenen Thematik. Die Oberflächenstruktur einer jeden Thematik sollte jedem Schüler, jeder Schülerin nach demselben Muster verdeutlicht werden. Es gibt nicht die eine perfekte Unterrichtsmethode, da jeder/jede unterschiedliche Voraussetzungen und Wissensstände mitbringt, von der das tiefere Verständnis einer Thematik abhängt. Das größte Problem, die Individualität in die Planung zu integrieren, stellt somit der zeitliche Rahmen als auch die personelle Ressource dar (AO03, Erhebung zu subjektiven Lehrtheorien).

Die oben eingefügte Aussage von AO03 zeigt deutlich die Diskrepanz zwischen den Ideen der Studierenden, wie Unterricht geplant werden sollte und der tatsächlichen Umsetzung. Dieser Unterschied scheint vor allem darin zu fußen, dass die Studierenden noch nicht über den nötigen Methodenpool und Differenzierungsstrategien verfügen, um ihren Unterricht gezielt auf alle Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler zuzuschneiden. Außerdem scheint AO03 - schon bevor die Planung in Unterricht umgesetzt wird - unzufrieden mit dem Ergebnis zu sein, da sowieso nicht allen Schülerinnen und Schülern entsprochen werden kann. Diesen Anspruch sehen auch andere Gruppenmitglieder gefährdet. AO03 ist nicht allein mit dieser Einstellung. Diese Gruppe zeichnet sich dadurch aus, dass kein Mitglied von der Umsetzung von Planung auf Basis der kollektiven Lernprozesse im Unterricht überzeugt ist. Es stellt sich somit die Frage, ob es überhaupt Studierende gibt, die ihre Lernumgebungen auf der Grundlage der Basismodelle des Lernens planen oder ob dieses theoretische Konstrukt für die Studierenden keine Bedeutung hat. Deshalb wird folgende Behauptung aufgestellt.

Die vergleichende Analyse der Prozesse im Lehr-Lern-Labor hat gezeigt, dass gerade einmal eine Gruppe des zweiten Moduldurchgangs die Planung tatsächlich anhand des „*backbone*“-Planungstools durchgeführt hat. Deshalb soll durch die Analyse weiterer Stellen herausgefunden werden, ob sie tatsächlich die einzige Gruppe ist, die sich mit der Planung auf Grundlage der Basismodelle beschäftigen. Die zugehörigen Ausprägungen befinden sich in der folgenden Tabelle 9.30, welche die Arbeit mit den Basismodellen des Lernens zusammenfasst und nach dem Maß an Strukturierung für die Studierenden aufteilt.

Tabelle 9.30 Ausprägungen der Kategorie Basismodelle des Lernens als Grundmuster aller Schülerinnen und Schüler

Ausprägungen	**Ankerbeispiel**
Verwendetes Basismodell des Lernens	
Die Studierenden geben an, welches Basismodell des Lernens sie in ihrer Experimentiersituation eingesetzt haben. Dadurch zeigen sie, dass sie im Einsatz der Grundmuster einen Sinn sehen und diese Idee vertreten.	*Wir hatten uns im Vorfeld der drei Sitzungen dafür entschieden, den Schülerinnen und Schülern die Strategie bzw. das Basismodell Problemlösen näher zu bringen und zu überprüfen, ob sie eine gelernte Modellvorstellung auf ein ihnen unbekanntes physikalisches Phänomen übertragen können. Deshalb haben wir die SuS jeweils vor ein Problem gestellt, welches sie durch Überlegungen*

Ausprägungen	Ankerbeispiel
	und Experimentieren lösen sollten (Gruppe L, Abschlussbericht).
Abgleich mit Planung	
Bei der Planung der Unterrichtssituationen sind die Basismodelle des Lernens nicht Ausgangspunkt, sondern dienen nach Fertigstellung als Möglichkeit der Abgleichung.	*Die Basismodelle wurden den vorherigen praktischen Versuchsüberlegungen zu-geordnet. Die Inhalte der geplanten Versuche haben zu den Modellen gepasst, so dass die Planung wenig beeinflusst wurde (AO03, Abschlussbefragung).*
Strukturgebend	
Für die Aussagen von Studierenden dieser Kategorie sind die Basismodelle des Lernens der erste Schritt der Planung und liefern somit die Struktur des Vorgehens.	*Wir haben uns an den Basismodellen entlang gehangelt. Und haben geschaut, was wollen wir davon nehmen und Problemlösen bot sich halt einfach an. […] ‚Dann werfen wir ein Problem auf, dass die Flasche dann hier doof fliegt. Und dann sagen wir, ‚dann wollen wir das und das daraus entwickeln.‘ So. Dann ist das ein eindeutiger Prozess, denke ich ganz gut zu lösen ist. Also wir gehen zumindest davon aus, dass es so ist. Werden wir aber sehen (S2, Gruppe F, Interview 1, Zeilen 400-408).*

Die Befragung im Anschluss an die Praxissituation thematisiert vor allem die eingesetzten *Basismodelle* und ihren *Stellenwert für die Planung*. Auch in den Interviews werden die Studierenden zu der Verwendung der Basismodelle des Lernens und des „*backbone*“-Planungstools befragt. Während im Fragebogen vor den Treffen im Lehr-Lern-Labor gerade einmal eine Person explizit vom Einsatz der Basismodelle des Lernens spricht, zeigt sich im anschließenden Befragungsbogen ein differenzierteres Bild. Die Studierenden erklären, dass die Basismodelle unterschiedliche Funktionen im Lehr-Lern-Labor haben. Insgesamt vier Studierende (darunter die gesamte Gruppe F) geben an, die *Planung ausgehend von den Lernschrittfolgen zu strukturieren*. Für ihre Planung bestimmen die Studierenden zunächst das Thema bzw. den Kontext der Experimentiersituation und wenden sich im Anschluss an die Literatur, um den Ablauf zu strukturieren. Dass die Planung dabei exakt umgesetzt wird, ist für die Studierenden kein Muss. Sie räumen sich die Möglichkeit ein, auf die Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler einzugehen, wenngleich sie dafür in einer ganzen Schulklasse nicht genügend Ressourcen erwarten.

> *Sondern man nimmt das als Raster für die Planung und plant danach den Unterricht, aber führt den dann ja aus. Und dass dann auch Abweichungen davon entstehen, ist ja auch klar, weil man ja nicht vorher genau weiß, was bei den Schülern passiert, dass man da echt auch individuell dann nochmal das ganze anpassen muss, was bei uns ja auch gut*

klappt, weil wir haben ja eine kleine Gruppe. Mit einer Klasse wäre das ja nochmal was anderes (S3, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 73-77).

In einigen Passagen zeigen sie deutlich die Kritik, die sich an Osers Basismodellen des Lernens abarbeiten. Die Studierenden planen zwar anhand der Basismodelle, doch bei Schwierigkeiten geben sie an, auch weitere Anpassungen vorzunehmen, die nicht den Lernschrittfolgen entsprechen. Für Oser & Sarasin (1995) ist die strikte Abhandlung der Lernschritte allerdings unumgänglich, sodass hier die Praktikabilität in Frage gestellt wird.

Es handelt sich bei dieser Gruppe um einen Einzelfall, da außer ihnen nur die Testperson MW25 angibt, die Basismodelle zur „Strukturierung [ihrer] Experimentierstation“ (MW25, Abschlussbefragung) einzusetzen. Die weiteren Teilnehmenden der Gruppe K sowie die Gruppen G und M, geben im Fragebogen an, dass sie die Basismodelle dazu genutzt haben, um ihre *Planung zu prüfen* und mit dem etablierten Konzept abzugleichen. Da im Fragebogen explizit nach dem *verwendeten Basismode*ll gefragt wird, werden die sieben Nennungen aus vier Gruppen nicht als Hinweise für den Einsatz dieses fachdidaktischen Konstrukts gewertet, da sie nicht weiter ausgeführt werden.

Auch wenn die Datenlage also relativ dünn ist, führt der Vergleich der Aussagen aus dem Fragebogen vor der Praxissituation mit den Ergebnissen der Abschlussbefragung danach zu einem interessanten Ergebnis. Im Gegensatz zur subjektiven Lerntheorie wird deutlich, dass die Einstellungen sich durch die Erfahrungen nicht verändern. Die Studierenden, die zuvor angegeben haben, die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler durch Grundmuster beschreiben zu können, geben im Anschluss an, die Basismodelle bei der Planung berücksichtigt zu haben, also ihnen die Struktur vorgegeben oder zumindest im Nachhinein die Planung mit den Basismodellen verglichen haben.

Auf der anderen Seite finden sich vor allem in den Gruppen, die sich zuvor für die Individualität der Lernenden ausgesprochen haben und die für eine Verallgemeinerung der Lernschritte keine Möglichkeit sehen, drei kritische Stimmen, die den Einsatz der Basismodelle als Planungshilfe nicht unbedingt umsetzbar sehen. „Die Basismodelle waren nicht immer ohne Einschränkung anwendbar“ (CL02, Abschlussbefragung). Drei weitere Anmerkungen beschäftigen sich damit, dass die Planung des ersten Termins mithilfe der Basismodelle versucht wird, diese im Anschluss allerdings in den Hintergrund gerückt sind. (PB24, UM12 und BK26, Abschlussbefragung). Leider wird nicht beschrieben, welche Probleme zu dieser Entscheidung geführt haben. Dennoch wird deutlich, dass es sich nicht um Verständnisschwierigkeiten handelt, sondern vor allem um Umsetzungen in der konkreten Planungspraxis. Dadurch sollte die Besprechung des Themas eventuell neben der Vorstellung in der Erarbeitungsphase auch während der Planungsphase deutlicher in den Fokus gestellt werden.

Die Basismodelle des Lernens werden also nicht unbedingt bei der Planung der Experimentiersituationen genutzt, um die Lernumgebung und das eigene Vorgehen zu strukturieren. Allerdings werden die Basismodelle in mindestens vier der acht Gruppen zur Strukturierung oder zum Abgleich eingesetzt. Außerdem wird der Einsatz nur von wenigen Studierenden abgelehnt, sodass die Frage zu klären bleibt, ob die Studierenden durch weitere Erfahrungen mit der Planung auf Grundlage der Basismodelle diesen einen höheren Stellenwert einräumen würden. Die Studierenden weichen interessanterweise durch den Einsatz im Lehr-Lern-

Labor nicht von ihren Einstellungen ab, wie es bzgl. der subjektiven Lerntheorien gezeigt werden konnte.

Auswertung: Abhängigkeit des Lehrens von der Institution

Das obige Zitat (siehe Eingangsabschnitt) von AO03 illustriert, dass die Studierenden nicht mit ihrer Planung zufrieden sind. Stattdessen gehen sie von der Unmöglichkeit individueller Förderungen der Schülerinnen und Schüler aus. Für diese Studierenden ist somit der perfekte Unterricht per se nicht erreichbar. Dies dient als Anhaltspunkt, welche Erwartungshaltung die Studierenden an die Zeit im Lehr-Lern-Labor haben. Ihre Erfahrungen sollen die Lehramtsanwärter auf ihren späteren Beruf in der Schule vorbereiten und sie dafür professionalisieren. Auf der Lernenden Seite handelt es sich für die Schülerinnen und Schüler um ein Angebot des außerschulischen Lernens in den Räumen der Universität. Durch die folgende Situation, dargestellt in Abbildung 9.3, ist dieses Spannungsfeld in den Fokus der Analyse der Daten gelangt und hat zur Formulierung dieser Kategorie geführt.

S3: Aber ich glaube bei uns im Fokus steht nicht so, dass wir jetzt sagen, die sollen unbedingt was lernen. Weil wir das ja recht offen gestalten. Wir haben am Ende ja auch ein Arbeitsblatt und da geben wir nur hilfreiche Begriffe vor und sagen nicht, da und da passiert das und das. Es ist also schon recht offen, also unser Ziel ist nicht-- Klar sollen die etwas mitnehmen und das auch auf den Alltag übertragen. Aber im Vordergrund stehen glaub ich diese Alltagsexperimente.

S2: Naja es steht schon im Vordergrund, dass die wissen, dass mit Wind etwas antreiben kann.

S3: Aber es ist jetzt nicht so wie in der Schule, dass die ein Arbeitsmaterial bekommen: ‚So und so passiert das und das.‘

S2: Also, dass dann keine Musterlösung kommt [S3: Ja, genau.], sondern die sollen das für sich entwickeln. Aber sie sollen das dann trotzdem lernen.

Abbildung 9.3 Interviewpassage zwischen den Studierenden S2 und S3 der Gruppe G, Interview 1, Zeilen 210-219.

S3 ist der Meinung, die Schülerinnen und Schüler müssen in ihrer Experimentiersituation nicht unbedingt etwas lernen, auch wenn es darum geht, die Alltagsexperimente auf andere Kontexte zu übertragen. Im Gespräch mit S2 können die Studierenden S3s Verständnis herausarbeiten, dass die Schülerinnen und Schüler sich die Experimente selbstständig erarbeiten und diesen Lernprozess selbst steuern müssen. Weil sich für die Studierenden somit ein fundamentaler Unterschied zwischen der Arbeit als Lehrkraft in der Schule und am außerschulischen Lernort, der Universität, bemerkbar macht, sollte untersucht werden, welche weiteren Äußerungen zum schulischen Lernen im Vergleich zur Arbeit im Lehr-Lern-Labor analysiert werden können. In Tabelle 9.31 ist deshalb die Ausprägung zur *Abhängigkeit des Lehrvorgangs von der Institution*, in der dieser Prozess abläuft, aufgeführt.

Tabelle 9.31 Ausprägungen der Kategorie Abhängigkeit des Lehrens von der Institution

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Die Studierenden gehen nicht davon aus, dass sie ihre Erfahrungen auf ein schulisches Setting übertragen können, da die Unterschiede zwischen den Settings zu groß ist.	*Ich finde es auch schwer auf Schule zu übertragen, weil jetzt ja wirklich eins-zu-eins Betreuung: drei Schüler, drei Betreuende. Und klar, so was die Planung angeht und Diagnose, ist es schon hilfreich für die Schule, aber ich glaube, es ist in dem Rahmen jetzt nicht umsetzbar (S3, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 402-404).*

Es können sich mehrere Studierende finden, die sich der Meinung anschließen, dass es einen klaren Unterschied zwischen der Arbeit im Lehr-Lern-Labor und dem schulischen Kontext gibt. Dieser besteht für sie in der kleinschrittig ausgestalteten Instruktionskultur der Schule, die stets darauf abzielt, Musterlösungen zu präsentieren. Die Studierenden haben also den Eindruck, in der Schule bestehe keine Möglichkeit, die Schülerinnen und Schüler selbstständig Inhalte erarbeiten zu lassen, ohne diese Prozesse so stark anzuleiten, dass das Ergebnis bereits feststeht. Obwohl die Studierenden die Praxissituation im Lehr-Lern-Labor als Simulation des schulischen Unterrichts unter Laborbedingungen verstehen sollen, sehen sie Probleme darin, beide Situationen miteinander zu verknüpfen.

So geht S1 aus Gruppe D davon aus, dass die Lernumgebung vor allem für die Steigerung von Motivation und Interesse an der Physik genutzt werden kann. Diesem Standpunkt sind zwei weitere Gruppen zuzuordnen, die in ihren Abschlussberichten beschreiben, wie die Lernenden durch die „fehlende schulische Strenge“ (Abschlussbericht Gruppe M, Seite 4) motiviert werden, etwas zu lernen, bzw. „für ihre Teilnahme in gewissem Sinne belohnt [werden]“ (Abschlussbericht Gruppe L, Seite 5).

> *Also im Allgemeinen ist das glaube ich für uns einfach dadurch, dass wir das eben halt bei DOZENT in der Bachelorarbeit ja schon mal gemacht haben, hat sich glaube ich jeder während der Planung da und während der Interviews da auch immer eigentlich Gedanken drum gemacht, das ein Schülerlabor ja jetzt eine außerschulische Lernstation ist in der Lernsituation und dass man da halt ganz anderen Bedingungen ausgesetzt ist und auch ganz andere Ziele setzt. Und das ist halt eher auf die Motivation und dass man das halt alles ein bisschen aus diesem Schulkontext rausholt und versucht halt ein bisschen angenehmer zu gestalten und halt auch immer realitätsnah und die Sachen waren mir vorher eigentlich schon klar (S1, Gruppe D, Interview 1, Zeilen 96-103).*

S1 aus Gruppe D beschreibt außerdem, dass die Schülerinnen und Schüler im Lehr-Lern-Labor vor allem durch die zeitliche Ressource und die fehlende Leistungserwartung abseits des Kern-Curriculums etwas erreichen können. Weiterhin ist S1 vom instruktionslastigen, naturwissenschaftlichen Unterricht enttäuscht, da dieser gegen die Natur der Wissenschaft verstößt und sich nicht auf das Streben nach Fortschritt konzentriert. Vielmehr würden durch die Erklärungen für Phänomene den Schülerinnen und Schüler die Antwort vorgegeben. Somit kritisiert S1 aus Gruppe D exakt die Ansicht der ebenfalls vorgestellten Sicht von S3 der Gruppe

G. S3 begründet das strukturierte Vorgehen in der Schule durch die zeitliche Taktung des Unterrichts. Außerdem muss Unterricht möglichst zielführend und effizient sein. Im Gegensatz zu S1 aus Gruppe D sieht S3 der Gruppe G dabei keine Einschränkungen für die Schülerinnen und Schüler, weil diese schon lange Zeit mit diesem Vorgehen sozialisiert worden sind. Für S1 wird dadurch vor allem erklärbar, warum die Lernenden dadurch die Lust am Fach Physik bzw. am naturwissenschaftlichen Unterricht verlieren.

> *Ich glaube auch, dass viele, dass der schulische naturwissenschaftliche Unterricht teilweise so streng gelenkt ist und so auf inhaltliche Aspekte gepocht wird, dass das so quasi eigentlich der eigentliche Sinn der Wissenschaft einfach nach Fortschritt zu streben und versuchen Sachen zu erklären und so, dass das halt wirklich außer Acht gelassen wird, weil das Erklären machen die Schüler nicht selber, sondern es wird denen einfach angeleitet vom Lehrer und so bringt Naturwissenschaft und Physik bringt dann einfach auch so keinen Bock (S1, Gruppe D, Interview 1, Zeilen 356-362).*

Als letzter Aspekt ist zu nennen, dass die Studierenden durch das Experimentieren im Lehr-Lern-Labor die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Bereich der Erkenntnisgewinnung steigern wollen. Dabei sind ihnen die Signalwirkungen der Hypothesenbildung für die Ausbildung von Problemlösestrategien bewusst. Im schulischen Unterricht ist für diese Vorgehensweise allerdings nur selten genügend Raum, da die Lernenden unter Leistungsdruck stehen und die Lehrenden ihre Unterrichtsplanung vor mehreren weiteren Akteuren, wie der Schulleitung, den Eltern sowie auf Basis des Kern- oder Schulcurriculum, rechtfertigen müssen. Außerdem verfehle die schulische Ausbildung das Ziel, den Schülerinnen und Schülern beizubringen, nicht nur Problemlöseprozesse zu strukturieren, sondern ihnen Lernen im allgemeinen Sinne beizubringen.

Dass dieser Übergang für die Schülerinnen und Schüler nicht unbedingt frei von Komplikationen abläuft, erfahren auch die Studierenden, die sich dazu entschließen, ihre Lernumgebung auf Grundlage von fehlender Selbstdisziplin der Schülerinnen und Schüler nach schulischem Vorbild zu definieren. Für S1 der Gruppe F ist dabei das Ziel klar umrissen: „Also wir sind letzte Woche ein bisschen, ‚Ja, wir sind jetzt in der Uni, wir machen jetzt Physik, weil wir Physik cool finden‘, aber jetzt halt kommen wir mit einem wissenschaftlichen Unterton. Das ist unser Ziel heute.“ (S1, Gruppe F, Interview 2, Zeilen 155-157). Die Vorgehensweise wirkt paradox, da die Studierenden versuchen, einen wissenschaftlicheren Umgang zu antizipieren, der auf der Umsetzung schulischer Strukturen bzgl. Instruktionen und Methoden basiert. Allerdings kann andererseits zusammengefasst werden, dass neue Methoden aus der Sicht der Studierenden eingeübt werden müssen und das Forschende Lernen dabei keine Ausnahme darstellt. Dennoch scheint es sich um die gegensätzliche Auslegung der Potentiale im Lehr-Lern-Labor zu handeln, die durch die Äußerungen von S1 der Gruppe D erarbeitet werden. Die Beschreibung der Prozesse Zyklischen Forschenden Lernens der Gruppe F finden sich ausführlich in Abschnitt 9.1.2.6.

Neben den Potentialen für die Lernenden muss auch auf die Potentiale für die lehrenden Studierenden eingegangen werden. Für die Studierenden ist die Arbeit aus dem Lehr-Lern-Labor nur schwer auf die Schule zu übertragen, da vor allem der positive Betreuungsschlüssel die Umsetzung der forschend entdeckenden Umgebung für sie ermöglicht. Auch wenn sie den Nutzen für zukünftige Planungs- und Diagnoseprozesse erkennen, scheint es ihnen an der Vorstellungskraft zu fehlen, die Lernumgebung so zu adaptieren, dass sie für eine Schulklasse

einsetzbar ist. Weitere Faktoren, welche die Erlebnisse im Lehr-Lern-Labor von der schulischen Praxis isolieren, sind außerdem die Gruppengröße und Heterogenität der Schulklassen. Dieser Sicht sind außerdem weitere Gruppen zuzuordnen, so zum Beispiel die Gruppe I, die sich über die kleine Lerngruppe beschwert, da sie so nicht an die Grenze ihrer Fähigkeiten kommen.

In der Planung von Lehr-Lern-Laboren wird immer wieder die Professionalisierung der Studierenden in den Vordergrund gestellt. Ob die Studierenden allerdings tatsächlich eine Form der Wirksamkeit der Lernumgebung feststellen, wird dabei nur selten berücksichtigt. Die Ausführungen zeigen, dass den Studierenden die Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern große Freude bereitet, sie aber nicht unbedingt einen Mehrwert für ihre spätere berufliche Laufbahn sehen. Das liegt vor allem im Verständnis von schulischem Lernen, das bei diesen Studierenden als instruktionsbasiert und kleinschrittig wahrgenommen wird. Was nachdenklich stimmt, ist dabei nicht das Verständnis von schulischem Unterricht an sich, sondern dass die Studierenden nicht den Drang haben, ihre eigenen Ideen und Vorstellungen von gutem Unterricht in der Institution Schule umsetzen zu wollen.

Zusammenfassung

Die Untersuchung der Einstellung zu Grundmustern des Lernens lässt sich im Gegensatz zu den subjektiven Lerntheorien bzgl. eines Stabilitätsaspekts beschreiben: Es konnte gezeigt werden, dass die Studierenden an ihrer individuellen Sichtweise auf die Gestaltung und Planung von lernförderlichem Unterricht festhalten und die Praxissituation keine Veränderungen herbeigeführt hat. Die Basismodelle des Lernens, so lässt es sich resümieren, sind nur für eine kleine Gruppe der Studierenden handlungsleitend. Eine größere Gruppe nimmt die Inhalte der Erarbeitungsphase in die Planung auf, indem sie ihre Vorbereitungen im Nachhinein mit den Basismodellen abgleichen. Das bedeutet, dass die Studierenden ihre Planungen mit der jeweiligen Lernschrittfolge vergleichen und daraufhin bei Bedarf ihre Vorbereitung überdenken. Auf der anderen Seite lehnen nur wenige Studierende den Einsatz gänzlich ab, wenngleich sie ihren Standpunkt nicht durch weiterführende Erklärungen stützen. Zuletzt zeigt sich in der Analyse der Interviews, dass die Studierenden deutlich das Lehren und Lernen in der Schule von dem im Lehr-Lern-Labor abgrenzen. Für die Studierenden bietet das Lehr-Lern-Labor das Potential, die Schülerinnen und Schüler vor allem in den Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung und Problemlösen zu fördern, da durch die Angebotsstruktur mehr Zeit und durch den außerschulischen Lernort weniger Lerndruck vorhanden ist. Diese Unterscheidung scheint allerdings dazu zu führen, dass die Studierenden die Erlebnisse nicht leichter auf die Schule übertragen, da sie Schwierigkeiten haben, die Lernumgebungen an ein schulisches Setting zu adaptieren.

9.3 Eine Herausforderung für Studierende: die Modellierung ihrer eigenen Prozesse als Forschung

Diese Forschungsfrage behandelt nicht die Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens (siehe dafür das obige Abschnitt 9.1) direkt, sondern die Art und Weise, wie die Studierenden ihre Forschung erleben und beschreiben. Es handelt sich also eher um eine metatheoretische Reflexion,

der eigenen Forschungsprozesse. Dabei handelt es sich somit um eine Ausgestaltung des im Abschnitt 2.2 eingeführten Forschungsmodus der Studierenden, der diese Betrachtung rechtfertigt und notwendig macht. Für die Modellierung der Forschungsprozesse wird auf die Forschungsfragebögen sowie auf die Abschlussberichte der Gruppen aus dem zweiten Moduldurchgang zurückgegriffen. Zunächst werden die Forschungsvorhaben der Studierenden von der Fragestellung, über die formulierten Annahmen, die erhobenen Daten sowie die Auswertung und Reflexion, bis hin zur Adaption der Lernumgebung der Formulierung eines Ergebnisses beschrieben. Da sich die Analyse auf die Fragebögen und Abschlussberichte der acht Gruppen stützt, sind einige Kategorien denkbar klein auf der einen Seite und auf der anderen Seite weitfassend, um dadurch genügend Antworten abzubilden. In den folgenden Abschnitten werden die entwickelten Kategorien für diese Forschungsfrage aufgeführt. Durch die Darstellung der Forschungsvorhaben soll untersucht werden, ob Zeitpunkte herausgearbeitet werden können, an denen manche Studierendengruppen aus dem Prozess aussteigen oder ob der Forschungsgedanke von allen Gruppen soweit nachvollzogen wird, dass sie alle Teile eines Forschungsprozesses zumindest ansatzweise befolgen. Dies geschieht unter der folgenden Prämisse: Wenn die Studierenden den Forschungsprozess von Anfang bis Ende durchlaufen, nehmen sie demnach auch einen Forschungsmodus ein. Es stellt sich die folgende Frage: *Inwiefern gelingt es Studierenden, ihr Vorgehen als Forschungsprozess zu verstehen und zu beschreiben? Inwieweit können sie sich von ihren eigenen Strukturierungen und deren Wirkungen kritisch distanzieren?*

Kategorie: Forschungsfrage

Die Forschungsfragen der Studierenden sind Teil dieser Oberkategorie. Dabei ist zu unterscheiden, auf welchen Akteur diese im Lehr-Lern-Labor abzielen. Sie beschäftigen sich hierbei mit den Lehrenden, den Lernenden oder dem eingeführten Lernmaterial.

Kategorie: Annahme

In dieser Kategorie werden die Angaben zu möglichen Annahmen der Studierenden bzgl. ihrer Forschung gesammelt. Ein Problem der Erhebungsmethode ist es dabei, dass die Formulierung erst nach der durchgeführten Lehr-Lern-Umgebung erhoben wird. Auch hier zeigen sich drei mögliche Ausprägungen der Antworten. Entweder beziehen sich ihre getroffenen Annahmen auf die Lernenden, auf die Studierenden oder auf das Lernziel.

Kategorie: Daten

Für die Projekte müssen die Studierenden Daten erheben, die sie auswerten können. Bei der Analyse der Antworten zeigen sich unterschiedliche Schwerpunkte. Zum einen greifen die Studierenden auf Feedbacktechniken zurück, bei denen das Lehren und Lernen im Mittelpunkt steht. Weiter greifen sie auf das Beobachten während der Experimentiersituation zurück. Hier ist zu unterscheiden, ob diese Beobachtung protokolliert wird oder lediglich unstrukturiert abläuft. Zum anderen setzen die Studierenden Testinstrumente ein, die eine fachliche Dimension überprüfen können.

Kategorie: Auswertung der Diagnosemittel

Anschließend an die Datenerhebung wird überprüft, welche Formen die Auswertung der Daten hat. Dabei wird zwischen drei Ausprägungen unterschieden, welche die Äußerungen qualifizieren. Angefangen von der direkten Umsetzung von Beobachtungen, ohne weiteren Einbezug der Daten während der Lehr-Lern-Situation über das Besprechen der Lernumgebungen im Anschluss, bis hin zum Vergleich zweier oder mehrerer Datenquellen, können die Angaben der Studierenden eingeteilt werden.

Kategorie: Ergebnisse der Erhebungsinstrumente

In dieser Kategorie wird deutlich, welche Ergebnisse die Studierenden erwartet haben und welche sie erhalten haben. Dabei passt es zu den Fragen die Forschungsfrage betreffend und den getroffenen Annahmen, dass die erhofften Ergebnisse wiederum den Fokus auf den Lerngegenstand, die Lernenden oder auf die Lehrenden legen.

Kategorie: Anpassung

Die Studierenden forschen mit der Absicht, Teile des Lehr-Lern-Konstrukts besser zu verstehen. Dadurch kommt es dazu, dass die Studierenden ihre Experimentiersituationen im Laufe der Zeit adaptieren, um die Passung zwischen ihrer Planung und der Realität der Praxis zu verbessern. Diese Optimierung der Experimentiersituation variiert je nach Forschungsprojekt. Zum einen könnten inhaltliche Veränderungen ein Ergebnis darstellen. Weiterhin können die Studierenden die Struktur für die Lernenden verändern oder ihre vorgefertigten Lernmaterialien verbessern. Zuletzt können sie ihre eigenen Lehrimpulse durch die Reflexion anpassen.

Kategorie: Ergebnis des Forschungsprojekts

Das Ergebnis der Forschungsprojekte ist in dieser Kategorie aufgeschlüsselt. Dabei gehen die Studierenden sowohl auf die Lernmaterialien, den Grad der Offenheit der Lehr-Lern-Labore, die Passung zwischen Planung und Praxis sowie auf die Lernerfolge bei den Schülerinnen und Schülern ein.

Kategorie: Fehlende Grundhaltung bei der Durchführung der Forschungsvorhaben

Die Studierenden erkennen keinen Mehrwert in der Durchführung der Forschungsvorhaben und beschreiben, dass ein anderer Schwerpunkt bei der Durchführung besser gewesen wäre. Andere Möglichkeiten der Zuordnung sind die Beschreibung der Forschungsprojekte als spontane und übergestülpte Aufgabe.

Kategorie: Eignung des Zyklischen Forschenden Lernens als Referenzmodell

Die Aussagen der Studierenden zeigen an, welche Probleme und Potentiale bzgl. des Prozessmodells vorliegen. Dazu werden Passagen gebündelt, die den Forschungsprozess der Studierenden beschreiben und mit den Schritten des Zyklischen Forschenden Lernens verglichen.

Auswertung: Fragestellung

Tabelle 9.32 Ausprägungen der Kategorie Fragestellung

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Lernmaterial	
Die Forschungsfrage der Studierenden beschäftigt sich vor allem mit dem eingesetzten Material und wie die Schüler dieses Angebot nutzen.	*Inwieweit eignet sich ein Comic als Lernmaterial/Lehrmaterial, um Wissen zu vermitteln, Wissen abzufragen, Wissen zu erkennen sowie Beobachtungen und Erklärungen der SuS zu notieren? (Gruppe J, Gruppenbefragung).*
Lernprozesse	
Die Studierenden wollen untersuchen, welche Einflüsse die gewählten Inhalte auf das Lernverhalten der Schülerinnen und Schüler hat.	*Im Hinblick auf unsere Forschungsfrage ‚Wie gut gelingt den Schülern das Verstehen eines Modelles und die Anwendung auf ein anderes physikalisches Phänomen?' sollten dabei dann Probleme und Schwierigkeiten beobachtet und dokumentiert werden, die in der Planung und in der Durchführung der Sitzungen entstehen können (Gruppe L, Abschlussbericht, Seite 3).*
Lehrimpulse	
Das Ziel der Studierenden ist es, die eigenen Lehrimpulse zu reflektieren und ihre Wirkung auf die Lernumgebung zu untersuchen.	*Sind die Hilfestellungen, die wir geben, qualitativ und quantitativ angemessen und werden diese von uns (den Studenten) und den Schülern gleichermaßen wahrgenommen? (Gruppe G, Abschlussbefragung).*

Die Forschungsvorhaben beschäftigen sich mit unterschiedlichen Dimensionen der Lehr-Lern-Umgebungen (siehe Tabelle 9.32). Neben dem Erforschen des Effektes der eingesetzten *Lernmaterialien* oder den gegebenen *Lehrimpulsen* untersuchen die Studierenden die Lernprozesse ihrer Schülerinnen und Schüler. Dabei gibt es eine Gruppe, die sich mit den entwickelten Arbeitsaufträgen beschäftigt, insgesamt fünf Gruppen untersuchen die *Lernprozesse* ihrer Schülerinnen und Schüler und schließlich beschäftigen sich drei Gruppen mit den eigenen Lehrimpulsen. Ein Beispiel für eine Forschungsfrage zu den Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler liefert Gruppe L, siehe dafür das folgende Zitat. Die Studierenden versuchen zu ergründen, welche Modellierungskompetenzen die Schülerinnen und Schüler besitzen und wie diese auf weitere Themengebiete zu transferieren sind. Es wird direkt deutlich, dass die Studierenden nicht mit der Formulierung von Forschungsfragen vertraut sind, da die Forschungsarbeit nur bedingt zu einem eindeutigen Ziel führen kann. Außerdem gehen die Studierenden auf die Erhebungsinstrumente ein, die sie allerdings nur vage umreißen.

Auswertung: Annahme

Obgleich sich also nicht alle Studierendengruppen vorrangig mit den Lernprozessen beschäftigen, zeigen die getroffenen Annahmen der Studierenden in allen Fällen eine Berücksichtigung dieses *Schülerverhaltens* (sieben Nennungen). Darüber hinaus geben vier Gruppen an, sich auf die *eigenen Lehrhandlungen* zu konzentrieren. Zwei Gruppen wollen sich bei der Bearbeitung des Forschungsvorhabens zusätzlich mit der *Optimierung des Lerngegenstandes* beschäftigen. Die Verschiedenen Ausprägungen finden sich in Tabelle 9.33.

Tabelle 9.33 Ausprägungen der Kategorie Annahme

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Fokus auf Lerngegenstand	
Die Studierenden versuchen durch ihre Forschungsarbeit zu ergründen, welche Auswirkungen das Lernen ihres aufbereiteten Inhalts auf die Schülerinnen und Schüler in anderen Wissensaspekten hat.	*Es gibt große Lernstandsdiskrepanzen bei SuS. Annahme, dass die SuS sehr gerne basteln und sich teilweise Heißluftballons und Zeppeline entscheiden (Gruppe I, Gruppenbefragung).*
Fokus auf Lernendem	
Die Studierenden stellen bei den Annahmen die Schülerinnen und Schüler in den Fokus, um deren Kompetenzen gezielt zu stärken.	*Für die Interaktion der Schüler und den Studenten stellte sich zuerst die Vermutung heraus, dass die Altersaufteilung sich als ungünstig erweisen würde, da zwei der Schüler 10 Jahre alt und der dritte Schüler 14 Jahre alt waren. Diese Vermutung konnte sich so nicht bestätigen, da er eine erklärende Rolle den jüngeren Schülern gegenüber einnehmen konnte (Gruppe M, Abschlussbericht, Seite 8).*
Fokus auf Lehrenden	
Die Studierenden wollen durch ihr Forschungsprojekt erreichen, ihre eigene Rolle im Lehr-Lern-Labor reflektieren wollen.	*Der zeitliche Verlauf ist ja auch interessant. Weil wir die ja noch nicht kennen, ne. Weil wir mit denen geduldig sein müssen (S2, Gruppe F, Interview 1, Zeilen 85-86).*

Auswertung: Daten

Die Daten der durchgeführten Projekte erstrecken sich auf drei Dimensionen, diese Kategorien sind in Tabelle 9.34 eingefügt. Zum einen holen sich die Studierenden Rückmeldungen durch die Schülerinnen und Schüler, führen Beobachtungen durch oder setzen auf fachliche Diagnoseaufgaben.

Tabelle 9.34 Ausprägungen der Kategorie Daten

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Feedback	
Die Studierenden sammeln Feedback in Form von Fragebögen oder persönlichen Gesprächen, um ihre Fragen zu beantworten.	*Befragung der SuS über die Verwendung des Comics (Gruppe J, Gruppenbefragung).*
Beobachtung	
Die Studierenden geben an, dass sie ihre Schülerinnen und Schüler beobachten, allerdings ohne ihre Beobachtungen strukturiert festzuhalten.	*Außerdem wurden die SuS ständig beobachtet und es fanden Kontrollfragen statt. Eindrücke der Studenten wurden am Ende reflektiert und gemeinsam abgeglichen (Gruppe I, Gruppenbefragung).*
Die Studierenden geben an, dass ihre Beobachtungen durch eine außenstehende Person mitgeschrieben werden, sodass diese bei einer anschließenden Reflexion ausgewertet und verwendet werden können.	*Hierbei legen wir im Hinblick auf Diagnose und unsere Forschungsfrage gesteigerten Wert auf das vorherige Aufstellen von Hypothesen im Arbeitsheft, um so eventuelle Fehlvorstellungen aufdecken zu können (Gruppe M, Abschlussbericht, Seite 4).*
Fachliche Diagnosetools	
Die Studierenden setzen zur Kontrolle ihrer Lernumgebungen Testinstrumente ein, die ihnen etwas über das Fachwissen der Schülerinnen und Schüler offenbaren.	*Wir haben unterschiedliche Tests zur räumlichen Vorstellung gemacht. Diese wurden entweder durch kleine Experimente durchgeführt oder aber durch ein Aufgabenblatt. Zudem haben wir die SuS beobachtet, wie sie mit den fertigen oder hergestellten Bildern umgehen bzw. ob sie ein Verständnis entwickelt haben, wie das menschliche Auge solche Bilder entschlüsselt und wahrnimmt. (Gruppe H, Gruppenbefragung).*

Für die Beantwortung ihrer Forschungsfragen und -annahmen greifen zwei Gruppen auf *Feedback* durch die Schülerinnen und Schüler zurück, da sie die Wirkung ihrer Lehrimpulse, bzw. des konstruierten Lernmaterials bewerten wollen. Das am häufigsten verwendete Erhebungsinstrument ist für die Studierenden die *Beobachtung der Schülerhandlungen*. Diese wird von allen Gruppen praktiziert. An dieser Stelle muss allerdings unterschieden werden, ob die Studierenden diese nebenbei durchführen oder ihre Beobachtungen schriftlich in Form von *Protokollen* festhalten. Erst durch die Sicherung der Erkenntnisse werden diese für die Auswertung brauchbar, da sie ansonsten durch die hohe Dichte an Informationen für eine Reflexion und

Adaption nicht mehr zur Verfügung stehen. Es handelt sich dabei um vier Gruppen, die zwar angeben, Beobachtungen zu tätigen, sich aber dagegen entscheiden, diese zu verschriftlichen. Nun kann diskutiert werden, ob in manchen Gruppen überhaupt von Forschung gesprochen werden kann, wenn keine belastbaren Daten vorliegen. Doch dadurch, dass alle vier Gruppen neben der *unstrukturierten Beobachtung* auf *fachliche Diagnosetools* zurückgreifen (insgesamt fünf Nennungen), kann die Aufnahme der Daten nicht als mögliche Bruchstelle im Forschungsprozess identifiziert werden.

Auswertung: Auswertung der Diagnosemittel

Tabelle 9.35 Ausprägungen der Kategorie Auswertung der Diagnosemittel

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Vergleich von mehreren Datenquellen	
Für ihr Forschungsanliegen haben die Studierenden mehrere Instrumente genutzt, die ihnen Aufschluss darüber geben, was sie erforschen.	*Des Weiteren wird bei jedem Termin jeweils von einer Person, die zusätzlich noch als helfende Hand beim Bau des Periskops und den Experimentierphasen fungiert, auf die zeitliche Planung geachtet. Die zweite Person legte dabei ein besonderes Augenmerk auf den Umgang zwischen Studenten und Schülern sowie auf den Umgang der Schüler untereinander. Zusätzlich beobachten diese beiden Studenten das Verhalten der Schüler. Diese Beobachtungen sollen ebenfalls als Diagnosetool eingesetzt werden (Gruppe M, Abschlussbericht, Seite 7).*
Datenauswertung ad hoc	
Die Studierenden beschäftigen sich nur innerhalb der Experimentiersituation mit den erhobenen Daten, sodass diese nur ad hoc in der Praxis umgesetzt werden.	*Antworten der Schüler bewertet und verglichen, Eindrücke in der Stunde mit weiteren Fragen abgesichert. Ausgewertet wurde deshalb nicht mit einem Verfahren, sondern in der Gruppe besprochen (Gruppe I, Gruppenbefragung).*
Besprechung der Lernumgebung	
Die Studierenden geben an, dass sie die aufgenommenen Daten bei einem Treffen in der Gruppe besprechen.	*Das Protokoll wurde jeweils im Nachhinein besprochen und die Ergebnisse für die folgende Planung einbezogen (Gruppe F, Gruppenbefragung).*

Für die Auswertung der Datenquellen zeigen sich mehrere qualitative Unterschiede (siehe Tabelle 9.35). Im Abschnitt 9.1.4.3 wurde diskutiert, dass die Studierenden nur in einigen Fällen die *Ergebnisse ihrer Diagnoseinstrumente* aufschreiben und somit für die Anpassung der Lernumgebung nutzbar machen. Die Umsetzung der Forschungsvorhaben sollte dem gegensteuern

und die Ergebnissicherung erneut motivieren. Dass dies trotz der Bemühungen nicht umfassend gelungen ist, zeigt die folgende Analyse. Es beschreiben beispielsweise zwei Gruppen, *ihre Daten während der Lernumgebung auszuwerten* und darauf aufbauend ihren Unterricht weiter zu entwickeln. Der Großteil der Gruppen zieht es hingegen vor, die *Daten in einer Besprechung* auszuwerten, um Positives und Negatives festzuhalten. Insgesamt drei Gruppen greifen dabei auf *mehrere Datenquellen* zurück, um diese miteinander zu vergleichen oder aufeinander zu beziehen, um mehrere belastbare Fakten für ihre Ergebnisdarstellung zu bekommen. Neben einem fachlichen Diagnosetool (siehe oben) setzt die Studierenden in diesem Fall außerdem für die Diagnose von Schülervorstellungen und Lernprozessen auf ein Gruppenmitglied als Beobachter zurück. Diese Person führt Protokoll, um die Experimentierphasen, die Ablaufenden Handlungen und implizit deutlich werdenden Kognitionen strukturiert zu sichern.

Auswertung: Ergebnisse der Erhebungsinstrumente

Die Analyse der Reflexion der Erhebungsinstrumente ergibt hingegen nur wenig brauchbare Informationen über den Forschungsprozess der Studierenden. Diese schaffen es nicht, ihre Erhebungsinstrumente auf Probleme bzgl. der Gütekriterien empirischer Forschung zu untersuchen (siehe Tabelle 9.36).

Tabelle 9.36 Ausprägungen der Kategorie Ergebnisse der Erhebungsinstrumente

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Fokus auf Lehrenden	
Die Erhebungen beziehen sich auf die Lehrenden und ihren Umgang mit den Schülerinnen und Schüler.	*Also es ist jetzt eben so eine Sache, ob man Anreize zum Denken als Hilfestellung interpretiert oder nicht. Also ich glaube, die Schüler haben es nicht gemacht, ich war mir beim Protokollführen unsicher, ob ich es machen sollte oder nicht. S1 hat das so gesehen, also ich glaub, die Schüler haben das nicht als Hilfestellung gesehen haben, sondern es ist ja normal in der Schule, dass man immer wieder gefragt wird, damit etwas gesagt wird (S2, Gruppe G, Interview 2, Zeilen 22-26).*
Fokus auf Lernenden	
Die Studierenden beschreiben, dass ihre Erhebungsinstrumente, den Lernfortschritt der Schülerinnen und Schüler beschäftigen, und diesen abbilden.	• *SuS zeigten höheres Vorwissen als geplant* • *Planungsprozesse unterschieden sich stark* • *SuS nehmen selbständige Arbeitsteilung vor* *SuS zeigen sich interessiert an Anwendung des Wissens (Gruppe K, Gruppenbefragung).*
Die Studierenden beschreiben ihre Probleme bei der Umsetzung mit ihren Erhebungsinstrumenten und setzen sich mit den Gütekriterien von Forschung auseinander.	*DEDUKTIVE AUSPRÄGUNG OHNE NENNUNGEN*

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Fokus auf Lerngegenstand	
Die Studierenden beschreiben, dass ihre eingesetzten Instrumente Ergebnisse bzgl. des Lerngegenstands liefern.	*Vertiefung / Wiederholung des Reflexionsgesetzes. Wir waren uns aufgrund der Arbeitshefte unsicher, ob dieses komplett durchdrungen wurde (Gruppe M, Gruppenbefragung).*

Die Studierenden geben an, was ihre Erhebungsinstrumente leisten können. In sechs Fällen liefern diese *Informationen über die Lernenden*, in zwei Fällen bzgl. des *Lerngegenstandes* und in zwei weiteren Fällen über die eigenen *Lehrimpulse*. In etwa spiegelt dies die Verhältnisse bei der Beschreibung der Forschungsannahmen wieder. Es ist diskutabel, ob die *fehlende Reflexion der Gütekriterien* auf die problemlose Passung der Instrumente zum Erhebungsgegenstand zurück zu führen ist. Als eine der wenigen Gruppen muss Gruppe G genannt werden, die sich kritisch mit ihrem Vorgehen auseinandergesetzt haben. Zum einen bemängeln sie, dass die Schülerinnen und Schüler ihre Feedbackbögen immer gleich ausfüllen und zum anderen fällt ihnen auf, dass die gewählte Dokumentation von Hilfestellungen nicht unbedingt objektiv ist, wenn die Studierenden zuvor nicht über ihre Überzeugungen bzgl. einer Definition von Hilfestellungen gesprochen haben.

Auswertung: Anpassung

Die Studierenden haben durch das dreigeteilte Lehr-Lern-Labor die Möglichkeit, ihre Erkenntnisse direkt in die Tat umzusetzen, in dem sie ihre Lernumgebung der Forschung anpassen. Dies geschieht auf unterschiedlichen Ebenen (siehe Tabelle 9.37).

Tabelle 9.37 Ausprägungen der Kategorie Anpassung

Ausprägungen	Ankerbeispiel
keine Anpassung	
Die Studierenden geben keinen Grund an, um Faktoren der Lernumgebung zu verändern.	*Trat nicht auf, da ab dem zweiten Termin ausschließlich praktisch gearbeitet wurde. Die Reflexionsergebnisse haben beweist, dass wir mit dem Bauen anfangen konnten (Gruppe I, Gruppenbefragung).*
Inhaltliche Veränderungen	
Um die Passung zu verbessern, verändern die Studierenden die inhaltlichen Themen.	*Nur grobe Auswertung, um eine ggf. notwendige Adaption durchzuführen. (primär kurze Wiederholung des theoretischen Wissens) (Gruppe M, Gruppenbefragung).*
Anpassung der Lernstruktur	
Die Studierenden entscheiden sich dafür, den Schülerinnen und Schülern mehr oder weniger Offenheit der Lernumgebung zu	*Da hätte man sich vielleicht noch vorher mit der Lehrerin ein bisschen zusammenschließen müssen und die fragen müssen, wie die das im Unterricht machen. Das wär glaube ich noch interessant gewesen. Weil dann*

Ausprägungen	Ankerbeispiel
geben, um ihre Lernprozesse zu optimieren.	*hätten wir es ein bisschen abkupfern können oder meinetwegen so Schritt für Schritt in unsere Richtung, wo wir hingehen wollen, dass wir da ein bisschen mehr in diesen offenen Rahmen reingehen und das dann Schritt für Schritt machen und nicht halt direkt. Das wär halt hochinteressant für unsere Forschungsfrage (S1, Gruppe F, Interview 3, Zeilen 118-124).*
Anpassung der Lernmaterialien	
Die Studierenden erkennen, dass sie für eine bessere Durchführung die geplanten Arbeitsblätter anders gestalten müssen, als zunächst erwartet wird.	*Ich glaube es liegt auch daran, dass wir geplant haben: Das Wissen aus dem ersten Termin noch einmal aufzugreifen, zum Beispiel mit der Nebelmaschine. Aber dann wurden halt andere Impulse von denen gegeben, auf die wir dann eingegangen sind und dann war das so ein bisschen gegen unsere innerliche Planung und dann mussten wir halt umplanen und dann haben wir das halt glaub ich sehr versucht zu leiten (S3, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 233-237).*
Anpassung der Lehrimpulse	
Die Studierenden passen ihre Lehrimpulse an, um die Schülerinnen und Schüler besser durch die Lernumgebung zu führen.	*Wir haben den SuS detailliertere Anweisungen gegeben. Zudem haben wir dafür gesorgt, dass bei dem Vorgang des Ausprobierens kleine Hinweise gegeben worden sind, die Lernzuwachs förderten (Gruppe H, Gruppenbefragung).*

Unter den Teilnehmenden ist eine Gruppe, die ihre Lernumgebung überhaupt *nicht anpasst*, da sie bei der Reflexion der Schülerantworten ihres Diagnosetools keine Schwierigkeiten feststellen können. Zwei Studierendengruppen entscheiden sich dazu ihre *Inhalte* an die Lernenden anzugleichen. Außerdem verändern zwei Gruppen ihre *Lernangebotsstruktur*, indem sie die Lernumgebung durch mehr Instruktionen strukturieren, als zuvor erwartet. Bei vier Gruppen kommt es zu einer Anpassung der eigenen *Lehrimpulse*. Obgleich in einigen Gruppen der *Lerngegenstand* bzw. die *Lernmaterialien* im Fokus des Forschungsvorhabens stehen, entscheidet sich nur eine Gruppe dazu, diese im Verlauf ihrer Lernumgebung basierend auf den Forschungsergebnissen zu verändern. Gruppe F fragt sich, wie die unterschiedlichen Lernformen, also forschend-entdeckend gegenüber instruktional leitend, auf die Intensität des Unterrichts und somit auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler auswirken. Die Studierenden dieser Gruppe erkennen, dass die Schülerinnen und Schüler besonders fokussiert sind, wenn die Studierenden klare Strukturen vorgeben und die Arbeitsphase durch Texte und Aufgaben vorgeben. Als Ergebnis sieht die Gruppe F eine Erklärung in der Routine, die im schulischen Kontext erlernt wird und sich vor allem auf die Strukturierung durch Instruktionen bezieht. Ihnen geht außerdem auf, dass sie die Lernumgebung noch besser auf die Schülerinnen und Schüler hätten anpassen müssen, um den durchlaufenen Prozess zu optimieren und durch eine bessere

Passung zu Beginn schließlich die Lernumgebung weiter öffnen zu können, weil sich schrittweise herangetastet wird.

Auswertung: Ergebnisse der Forschungsprojekte

Tabelle 9.38 Ausprägungen der Kategorie Ergebnisse der Forschungsprojekte

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Offenheit von Lernumgebungen	
Die Studierenden beziehen ihre Ergebnisse auf die Offenheit bzw. Struktur ihrer Lernumgebungen und wie die gewählten Freiheiten der Schülerinnen und Schüler zu deren Lernzuwachs beitragen können.	*Der Comic ist nicht geeignet für SuS, die leistungsstark sind und somit frei arbeiten können/wollen – Gut geeignet ist er hingegen für schwächere SuS, die Hilfe und eine vorgegebene Struktur benötigen (Gruppe J, Gruppenbefragung).*
Heterogenität von Schülerinnen und Schülern	
Die Ergebnisse der Studierenden befassen sich mit den individuellen Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler, die sie in ihrer Heterogenität erkennen und fördern.	*Ja, also ich finde schon, dass man übertragen könnte, dass wir haben ja am Anfang gedacht, man gibt viel zu viel Hilfestellung und ich finde halt schon, dass sich das bewahrheitet hat, dass man halt weniger geben muss, als man selbst vermutet. Das, würde ich sagen, ist schon auf die Klasse übertragbar. Aber wenn man halt weniger anleitet, dann dauert es auch länger und das ist dann immer dieses Zeitproblem. Also ich glaube, man denkt immer, dass die Schülerinnen und Schüler noch nicht so weit sind, dass sie das selbst erarbeiten können, aber so wie sich das hier so gezeigt hat, ehm, unterschätzt man die glaub ich ein bisschen (S3, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 410-416).*
Aussagen über Leistungsstände von Schülerinnen und Schülern	
Die Studierenden sammeln Anhaltspunkte über die Leistungsstände ihrer Schülerinnen und Schüler und resümieren dadurch, welche Effekte ihr Angebot bei den Lernenden hat.	*Es machte den Eindruck, als ob die durchgeführten Experimente und Erfahrungen zu einem Wissenszuwachs im Bereich ‚räumliche Wahrnehmung' geführt haben. Zudem waren sie in der Lage das jeweilige Verfahren (Stereoskopie und Anaglyphenverfahren) den richtigen Bildern zuzuordnen. Es war ihnen möglich, die charakteristischen Unterschiede zu beschreiben. Sie konnten oberflächlich erklären, wie die im Aufgabenblock abgebildeten Bilder entstanden sind und konnten grob eine Gemeinsamkeit beider Techniken benennen. Bei etwas komplexeren, weiterführenden*

Ausprägungen	Ankerbeispiel
	Fragen hatten die Schüler jedoch Probleme in Einzelarbeit eine sichere, fundierte Antwort zu finden, bzw. die richtige Lösung aufzuzeigen (Gruppe H, Abschlussbericht, Seite 13).
Passung der Lernumgebung	
Durch ihre Forschungsvorhaben erkennen die Studierenden, dass die geplante Lernumgebung auch zu den Voraussetzungen der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler passen muss.	*Also wir hatten in den ersten zwei Einheiten noch relativ viel Leerlauf, würde ich sagen, wo dann halt so Situationen aufgekommen sind, wo die nicht wirklich wussten, was wir von den wollen. Das ist ja eigentlich sowas, was man nicht gerne will. Also man-- Ziel sollte ja eigentlich immer sein, dass die Schüler wissen: ‚Was mach ich jetzt gerade und warum? Und was hat das für einen Zweck?' Und ich glaube, das hat nicht immer geklappt. […]Aber man könnte sagen, dass man lernstandsgerecht bezogen auf inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen möglichst nah an den Schülern dran sein muss, um effektiven Unterricht zu gestalten zu können (S1, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 166-174).*

Die Ergebnisse der Studierenden lassen sich in vier Kategorien clustern (siehe Tabelle 9.38). Zum einen besprechen zwei Gruppen die *Offenheit ihrer Lernumgebung* kritisch. Zwei Gruppen können durch ihre Forschungsvorhaben resümieren, dass die Lerngruppe heterogener ist, als sie zunächst angenommen haben. Es besteht also eine höhere Sensibilität für die *Heterogenität von Lernenden*. Drei Gruppen beschreiben ihre Ergebnisse in Form von Äußerungen über die *Leistungsstände ihrer Schülerinnen und Schüler*. Hervorzuheben ist an dieser Stelle, dass insgesamt sechs Gruppen die Verbesserung der Passung ihrer *Lernumgebung zu den Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler* beschreiben. Die Studierenden erreichen somit durch die Erforschung der Denk- und Lernprozesse eine bessere Passung ihrer Lernumgebungen für die spezifischen Lernenden und ihre Vorerfahrungen. Dabei gehen sie durchaus kritisch mit ihren Durchführungen um. Ihnen ist beispielsweise bewusst geworden, dass die ersten Experimentiernachmittage durch Pausen im Verlauf deutlich effizienter ablaufen könnten. Außerdem wird ihnen die Relevanz der Kommunikation mit den Lernenden klar, da die Schülerinnen und Schüler insbesondere in den ersten Terminen nicht immer über eine klare Zielvorstellung verfügen.

Als Beispiel für die Untersuchung der eigenen Lehrimpulse kann Gruppe G betrachtet werden. Die Untersuchung von Hilfestellungen bzgl. ihrer Wirkung bei den Schülerinnen und Schülern ergibt für die Studierenden ein spannendes Ergebnis, da sie zwar ihre Forschungsannahme vom Beginn der Veranstaltung als bestätigt ansehen, sie diese Informationen und Erlebnisse für die weitere berufliche Praxis als wichtig erachten.

Zuletzt sei noch die Gruppe H angeführt, die sich mit der Erforschung von *Kompetenzständen* ihrer Schülerinnen und Schüler bzgl. des Kontextes der Lehr-Lern-Umgebung beschäftigt hat. In ihrem Abschlussbericht beschreiben die Studierenden die Kompetenzen, die sie bei den Schülerinnen und Schüler erhoben haben. Vor allem die vorsichtige Einschätzung zeigt in diesem Zusammenhang, dass die Studierenden über die Schwierigkeiten bei der Kompetenzmessung Bescheid wissen. Es zeigt sich außerdem die Bestätigung der Erwartung der Studierenden, die Experimente für einen Wissenszuwachs im Bereich der räumlichen Wahrnehmung nutzen zu können. Dies begründen sie im Anschluss anhand der Situationen, an denen sie dies festmachen. Auch reflektieren sie, an welchen Stellen die Schülerinnen und Schüler Probleme haben, ihre Gedanken zu formulieren.
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass alle Studierenden Äußerungen zu den einzelnen Phasen eines Forschungsprozesses generieren konnten. Zunächst ist vom Abbruch des Forschungsprozess einiger Studierendengruppen ausgegangen worden, da diese sehr von der Lehrtätigkeit eingenommen werden. Diese These ist zum größten Teil widerlegt worden. Dennoch zeigen sich vor allem bei zwei Gruppen Lücken im Forschungsprozess. Die Gruppe H beschreibt in ihrem Abschlussbericht deutlich, welche Relevanz die Diagnose und Reflexion der Daten für ihren Forschungsprozess eingenommen haben. Ein nicht zu vernachlässigender Teil der Abschlussberichte liest sich trotz überarbeiteter Anforderungen (siehe Abschnitte 5.2.2 und 8.2.5) weiterhin als Reproduktion der Termine im Lehr-Lern-Labor ohne großen Bezug zu den gewählten Fragestellungen. Die Beschreibung der Forschungsprozesse fußt auf der Analyse des dafür entwickelten Fragebogens. An dieser Stelle ist wie bei jedem Erhebungsinstrument die Frage, ob die erhobenen Antworten der Realität entsprechen oder ob die Studierenden nur vorgeben, sich so intensiv mit ihren Forschungsprozessen auseinander gesetzt zu haben. Diese Vermutung wird vor allem dadurch unterstützt, dass die Studierenden in ihren Abschlussberichten und Abschlussbefragungen die Arbeit an den Forschungsprojekten kritisch hinterfragen und ihre Forschungsprozesse zum Teil als geschönt beschreiben. Aus diesem Grund wird folgende Behauptung getroffen.

Auswertung: Fehlende Grundhaltung bei der Durchführung der Forschungsvorhaben

Durch die Präsentation der positiv verlaufenen Forschungsprozesse scheint es, als ob die Studierenden die Aufgabe und zusätzlich das dahinterstehende Ziel der Experimentiersituation verinnerlicht hätten. Doch in den Evaluationsbögen finden sich mehrere kritische Beiträge, die sich kritisch mit dem Forschungsgedanken auseinandersetzen, siehe deshalb Tabelle 9.39.

Tabelle 9.39 Ausprägungen der Kategorie Fehlende Grundhaltung bei der Durchführung der Forschungsvorhaben

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Die Studierenden beschreiben ihre Forschungsprojekte als nachlässig geplant und sehen in der Durchführung keine positiven Effekte für ihre Lehr-Lern-Situationen.	*Die Forschungsfrage zum Bericht haben wir uns auch zusammengebastelt. Sprich die Stunden geplant und dann überlegt, wie eine Forschungsfrage aussehen kann (AB27, Abschlussbefragung).*

Aus diesen Stellen kann eine Verbindung zwischen der Planung der Forschungsvorhaben und der Experimentiersituationen selbst gezogen werden, die in diesem Abschnitt vorgestellt werden sollen. So kritisiert UM12, dass der Theorieteil nicht wertvoll scheint und der Forschungsgedanke keinen Mehrwert gegenüber einer einfachen Evaluation des Lehr-Lern-Angebots bringt: „Der Theorieteil war nicht so sinnvoll und, dass wir das ganze unter den Forschungsgedanken gestellt wird anstatt die eigene Arbeit einfach so zu evaluieren“ (UM12, Abschlussbefragung). Auch HG28 fordert einen Verzicht auf eine Forschungsfrage, ähnlich zum ersten Moduldurchgang, um einen „höheren Schwerpunkt auf Diagnose/Adaption [zu] legen“ (HG28, Abschlussbefragung). Diesen Aussagen muss klar widersprochen werden, da der erste Durchgang zeigen konnte, dass die einfache Evaluation bei vielen Gruppen nicht dazu geführt hat, auf die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler zu achten. (siehe Abschnitt 7.2.3) Auch AB27 findet deutliche Worte über den Stellenwert der Forschungsdimension für die Arbeit im Lehr-Lern-Labor: „Die Forschungsfrage zum Bericht haben wir uns auch zusammengebastelt. Sprich die Stunden geplant und dann überlegt, wie eine Forschungsfrage aussehen kann.“ (AB27, Abschlussbefragung). Die Forschungsarbeit stellt somit bloß einen Pflichtanteil dar, den die Studierenden ohne sich damit zu identifizieren umsetzen. Diese Einstellung wird auch in der Umsetzung in den Forschungsberichten, die auch die Prüfungsleistungen darstellen.

Die oben genannten Studierenden stammen aus den Gruppen L und M. Obgleich sie ihre Forschungsfrage formulieren und am Ende ihres Berichtes reflektieren, wird bei der Durchsicht der Berichte deutlich, dass die Studierenden vor allem auf die Planung und Umsetzung der Lernarrangements Wert legen. Die Gruppe M nutzt bei ihrem Forschungsbericht ähnliche Begriffe, wie die Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens. Etwas Wiederkehrendes, wie es im Prozessmodell verstanden wird, kann dem allerdings nicht entnommen werden. Die Studierenden halten an ihrer Planung fest und verwenden keine nennenswerten Anpassungen. Dennoch ist diese Gruppe eine der wenigen, die ihre Diagnosedaten mit einem konkreten Beispiel illustrieren, um die Forschungsfrage zu beantworten. Die fehlende Flexibilität kann damit begründet werden, dass die Studierenden ihre Lernumgebung mittels einer Geschichte strukturieren, die nicht mehr angepasst werden kann, da die Schülerinnen und Schüler bereits die Materialien ausgehändigt bekommen haben. Auch die Gruppe L beschreibt vor allem die Planung und im Anschluss das Ergebnis des Treffens, wenngleich sie die Auswertung der Diagnoseinstrumente und Anpassungen meinen. In ihrer Reflexion erwähnen sie außerdem die Forschungsfrage. Die Studierenden verwenden also nicht die Teilschritte des Zyklischen Forschenden Lernens oder von Forschungsprozessen generell. Dies zeigt, dass die Studierenden, obgleich sie ihr Angebot reflektieren und die Forschungsfrage evaluieren, nicht theoretisch durch Modelle fundieren. Durch das Unverständnis für die Aufgabenstellung in der Abschlussbefragung zeigt sich somit, dass die Studierenden tatsächlich keinen Gewinn durch das Forschungsprojekt vorstellen können.

Die letzte Gruppe, die dem Forschungsauftrag kritisch gegenübersteht, ist Gruppe I. In ihrem Abschlussbericht beschreiben die Studierenden an mehreren Stellen, dass sie es wünschenswert gefunden hätten, wenn die Forschungstätigkeit besser motiviert worden wäre. Die Studierenden beschreiben zwar in den einleitenden Passagen eine Forschungsfrage, diese werden aber im gesamten Dokument nicht zu Ende geführt. Sie beschreiben vielmehr ihre Planungen, Durchführungen und Reflexionen. Es zeigt sich also, dass die Studierenden der Diagnose der

Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler keinen besonders großen Stellenwert zuschreiben.

Weiterhin scheint die Reflexion der Studierenden an der Oberfläche zu verharren. So beschreiben sie, dass der Kleber unerwartet langsam trocknet, woraufhin sie die Konstruktion kurzer Hand den Schülerinnen und Schülern abnehmen, obwohl es sich dabei um ein Hauptanliegen ihrer Lernumgebung handelt. Weiterhin beschreiben sie keine Erwartungen bzgl. kognitiver Prozesse während dieser Phasen, sodass auch in dieser Hinsicht ihre Überzeugungen eine Rolle spielen. Für die Studierenden der vorgestellten Gruppen hat das Forschungsprojekt keinen hohen Stellenwert. Dies kann allerdings durch die angegebenen Belege auf die fehlenden Möglichkeiten der Lernenden, eigenständig zu experimentieren, zurückgeführt werden. Es kommt also zu einem Zusammenhang zwischen der Bereitschaft die Lern- und Denkprozesse zu erforschen einerseits und andererseits diese überhaupt zuzulassen. Diese Auffälligkeit wird außerdem durch den Umstand gestützt, dass die Studierenden der Gruppe I schon bei der Analyse der Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens immer wieder hervortreten, da sie auch diese in weiten Teilen nur oberflächlich erfüllen und stets durch ihre Zentrierung auf die Lehrhandlungen herausstechen.

Auswertung: Eignung des Zyklischen Forschenden Lernens als Referenzmodell

Besonders für die Entwicklung und Evaluation des Zyklischen Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor ist es wichtig, die Prozesse der Studierenden auf die Teilschritte des Modells zu überprüfen. Dass bei den Studierenden alle Prozesse tatsächlich ablaufen, konnte bereits in Abschnitt 9.1 dargestellt werden, da zu jedem der Teilprozesse ein großes Angebot an Textstellen aus beiden Moduldurchläufen vorliegt. Die hier beschriebene Kategorie geht auf die Analyse der Struktur der Forschungsberichte zurück, die bereits in der vorigen Behauptung angeklungen ist. Die eben vorgestellten Gruppen I, L und M zeigen bei ihren Strukturen keine wiederkehrenden Durchläufe eines Forschungsprozesses. Sie beschreiben stattdessen stringent ihre Planungen mit einem reflexiven Anteil nach jedem Treffen mit den Schülerinnen und Schülern. Daraufhin werden allerdings keine oder wenige Konsequenzen erarbeitet. Die anderen Gruppen des zweiten Moduldurchgangs zeigen jedoch, dass sie in der Lage sind, auf die zyklische Idee des Prozessmodells einzugehen.

Der Gruppe H gelingt es wie keiner weiteren Gruppe ihre Forschungsfrage in den Mittelpunkt ihres Berichtes zu stellen. Wie Gruppe M wird der Bericht durch die Teilprozesse des Zyklischen Forschenden Lernens strukturiert, nur dass die Studierenden der Gruppe H zwischen den Terminen keine Anpassungen an ihrem Konzept vornehmen, sondern ihre ursprüngliche Planung umsetzen. Dies zieht somit vielmehr eine Beschreibung der Adaptionen in Bezug auf Entwicklungspotentiale des Lernarrangements, die sie bei einer erneuten Durchführung der Experimentiersituation umsetzen würden, mit sich.

Auch der Forschungsbericht der Gruppe F besitzt einige Faktoren, die ihn von den Berichten der anderen Gruppen unterscheiden. Zum einen benutzen die Studierenden ihr Forschungsvorhaben explizit, um ihren Bericht zu rahmen. Dies geschieht zwar auch in den weiteren Gruppen, doch ist das Forschungsvorhaben in diesem Fall als einziges im Inhaltsverzeichnis verankert. Auch die Planung beschreiben die Studierenden konkreter als ihre Mitstudierenden, da sie neben den Erläuterungen im Fließtext auch ihre „*backbone*“-

Planungsraster in den Bericht integrieren. Diese Gruppe ist die einzige, die sich konkret in der Beschreibung ihrer Vorbereitung auf das „*backbone*“-Raster bezieht, lässt den Schluss zu, dass die wenigsten Gruppen sich an diese Vorgabe der Dozierenden gehalten haben.

Zuletzt fällt im Bericht der Gruppe G auf, dass die Ausführungen dieser Studierenden stark mit dem Prozessmodell des Zyklischen Forschenden Lernens korrelieren. Dazu beschreiben sie jeweils das Angebot, die Besonderheiten der Durchführung, die Diagnosedaten sowie die angestellte Reflexion der Lernumgebung, die in der Anpassung jener mündet. Auch das Forschungsvorhaben ist bei dieser Gruppe im Bericht stets präsent und wird parallel zum inhaltlichen Ablauf unter jedem Unterpunkt erwähnt. Dies zeigt, dass die Schritte der eingesetzten Forschungsvorhaben eng mit den Teilprozessen des Zyklischen Forschenden Lernens verwoben sein können. So profitieren die Studierenden davon, ihre Vorbereitungen und Lehrhandlungen mit diesem Rahmen zu strukturieren.

Die Gruppen F, G, H und M strukturieren ihre Berichte durch ähnliche Elemente und Teilschritte, wie im Zyklischen Forschenden Lernen vorgesehen. Auch die mehrfache Durchführung der Prozesse wird in ihren Berichten deutlich. Damit werden die Hinweise aus dem Abschnitt 9.1, das sich mit der Analyse der einzelnen Teilschritte im Zyklischen Forschenden Lernen beschäftigte, deutlich, dass die Studierenden außerdem ihre Abschlussberichte mit einer ähnlichen Struktur wie im Prozessmodell angedacht versehen. Vor allem die Ausführungen im Abschnitt 9.1.4, welche die verschiedenen Ausprägungen der Studierendengruppen zu den einzelnen Teilprozessen vorstellen, zeigen, dass das Modell mit Berücksichtigung der einzelnen Zyklen Bestand hat und die angedachten Wissensvoraussetzungen in der Abbildung passend sind. Somit erfüllt das Modell des Zyklischen Forschenden Lernens seine Aufgabe, die Anforderungen an die Studierenden im Lehr-Lern-Labor transparent und nachvollziehbar zu machen und die Prozesse bei Problemen konkret durch die Einteilung in die Teilprozesse benennen und beschreiben zu können.

Zusammenfassung

Nach der Untersuchung der Metareflexion der Forschungsprozesse durch die Studierenden kann festgehalten werden, dass die Studierenden auf jede der Fragen eine Antwort finden und somit ihren Forschungsprozess rekonstruieren können. Dennoch zeigen sich bei zwei Gruppen einige Lücken in der Bearbeitung, die sich auch in den Forschungsberichten finden. Die Studierenden untersuchen in ihren Forschungsprojekten neben den Denkprozessen der Lernenden auch ihre eigenen Handlungen oder die Wirkung gewisser Aspekte ihres Lernarrangements. Nur in wenigen Fällen werden die Diagnosedaten tiefgehend ausgewertet, sodass die Ergebnisse eher auf den persönlichen Eindrücken der Studierenden als auf belastbaren Daten beruhen. Dies ist im Einklang mit den Ergebnissen der Auswertung der Diagnoseprozesse im Abschnitt 9.1.4.3. Die Schlussfolgerungen der Studierenden befassen sich in mehreren Fällen mit der Entwicklung der Lernumgebung über die drei Experimentiernachmittage, damit diese immer besser auf die individuellen Bedürfnisse der Lernenden zugeschnitten wird. Neben der besseren Passung halten die Studierenden außerdem eine kritische Reflexion des Forschenden Lernens auf Schülerebene, ihre verstärkte Sensibilität für die Heterogenität der Schülerschaft sowie die Leistungsstände der Schülerinnen und Schüler fest.

Zuletzt wird außerdem untersucht, wie die Studierenden ihre Abschlussberichte aufbauen, um Schlussfolgerungen zu ihrem Verständnis von der Kommunikation in Bezug auf Forschungsprozesse zu ziehen. Die Hälfte der analysierten Forschungsberichte benutzt in ihren Ausführungen das Vokabular des Zyklischen Forschenden Lernens, wenngleich einige Gruppen die Begriffe anders, als im Modellverständnis antizipiert wird, deuten. Drei Gruppen legen den Schwerpunkt auf ihre Planungen und die Durchführung und gehen nicht auf die Diagnose, Reflexion und Adaption ein. Dieser Umstand kann als Indiz gewertet werden, dass die Studierenden sich auch bei der Umsetzung besonders auf ihr eigenes Lehrverhalten beschränkt haben und dabei ihren Blick nicht auf die Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler richten. Es zeigt sich die Vernachlässigung der Forschungsprojekte in diesen Berichten, da die Studierenden keine eigenen Abschnitte für die Beschreibung der Forschung einrichten und die Aufgabe darüber hinaus in den Fragebögen kritisieren.

9.4 Vorschläge für weitere Variationen des Moduls

Die Evaluation des Moduls geschieht auf zwei Ebenen. Zum einen wird geprüft, welche Inhalte die Studierenden für ihre Experimentiersituationen eingesetzt haben und somit für sinnstiftend ansehen. Außerdem wird eruiert, welche Aspekte bzgl. des Inhalts, des Lehr-Lern-Labors, der Organisation des Lehr-Lern-Labors sowie der Modulstruktur optimiert werden können. Aus diesen Faktoren setzt sich somit auch das Kategorienschema zusammen. Die Modulevaluation besteht aus drei Oberkategorien: Der Kategorie Vorerfahrungen, in der die Studierenden die Erlebnisse aus dem Projekt AdLehr oder aus dem vorigen Durchgang mit den Erfahrungen bei der zweiten Projektteilnahme vergleichen. Die Kategorie Einbindung der Inhalte beschreibt Textpassagen, die sich mit dem Einbezug der Themen Basismodelle des Lernens, Diagnose und Diagnosetools sowie Experimentierprozesse beschäftigen. Die letzte Oberkategorie bündelt die Aussagen zur Optimierung der Modulstruktur und verwendet dafür die oben bereits angesprochenen Dimensionen.

Zurückgegriffen wird bei der Auswertung auf die Abschlussbefragung, die jede teilnehmende Person nach dem Lehr-Lern-Labor ausgefüllt hat, auf die Interviews mit den Gruppen F und G sowie auf die Abschlussberichte, wenn sie sich mit den zu evaluierenden Themen beschäftigt haben. Die Kategorien der Weiterentwicklung finden sich in den folgenden Abschnitten.

Kategorie: Einbindung der Inhalte aus der Erarbeitungsphase

Die Studierenden ordnen ein, welche der Themen aus der Erarbeitungsphase für die Planung und Durchführung von Bedeutung sind. Die Struktur der Seminare geben deshalb die Unterkategorien vor: Zu welchen Themen der Erarbeitungsphase (Experimentierprozesse von Lernenden, Diagnose von Lernprozessen und Basismodelle des Lernens) beziehen die Studierenden Stellung?

Basismodelle des Lernens: In dieser Kategorie wird beschrieben, wie die Studierenden die Basismodelle des Lernens eingebunden haben, um ihre Lernumgebungen zu strukturieren.

Diagnose und Diagnosetools: Die Studierenden erklären, welche Diagnoseinstrumente und Konzepte der Diagnose sie für ihre Experimentierangebote genutzt haben und welchen Stellenwert die Diagnose dabei hat.

Experimentierprozesse: In dieser Kategorie werden die Äußerungen zur Verwendung der vorgestellten Konstrukte bzgl. der Experimentierprozesse der Schülerinnen und Schüler gesammelt.

Kategorie: Optimierungsvorschläge der Studierenden

Dieser Teil der empirischen Erhebung stellt einen wichtigen Anhaltspunkt für den Design-based research-Ansatz dar. Die Studierenden beschreiben, welche Verbesserungsvorschläge sie für das Seminar haben und welche Aspekte sie für besonders sinnvoll halten.

Generelle Modulstruktur: In dieser Kategorie werden die Textpassagen gesammelt, welche die Struktur des Moduls sowie der einzelnen Seminarphasen betreffen. Im Unterschied zur Kategorie fachdidaktische Konstrukte in der Erarbeitungsphase, geht es hier um die Organisation der Lehrveranstaltung und nicht direkt um den thematischen Inhalt.

Fachdidaktische Konstrukte der Erarbeitungsphase: Die Studierenden beschreiben Optimierungsvorschläge, die den Inhalt der Erarbeitungsphase betreffen.

Organisation der Laborphase: In der Organisation der Lehr-Lern-Labore haben die Studierende Anmerkungen zur Optimierung formuliert, die in dieser Kategorie zusammengetragen werden. Abzugrenzen von der Kategorie Erfahrungen im Lehr-Lehr-Labor ist diese Sammlung von Zitaten durch den Fokus auf der Organisation im Vorfeld und nicht auf die Begegnung der Studierenden mit den Schülerinnen und Schülern an sich.

Erfahrungen im Lehr-Lern-Labor: Diese Kategorie sammelt die Optimierungsvorschläge der Studierenden bzgl. der Laborphase im Lehr-Lern-Labor.

Auswertung: Einbindung der Inhalte aus der Erarbeitungsphase

Die Verwendung der erarbeiteten Konstrukte für die Lehr-Lern-Labore kommt einer Analyse im Sinne eines Angebot-Nutzungs-Modells gleich. Die subjektive Einschätzung der Studierenden, welche Inhalte sie auf den Einsatz im Lehr-Lern-Labor vorbereitet haben, finden sich in Tabelle 9.40. Entsprechend den Kerninhalten beziehen sich die Kategorien auf die Experimentierprozesse, auf den Einsatz der Diagnosetools und die Verwendung von Basismodellen des Lernens in der Planung

Tabelle 9.40 Ausprägungen der Kategorie Einbindung der Inhalte aus der Erarbeitungsphase

Ausprägungen	**Ankerbeispiel**
Experimentierprozesse	
Die Studierenden erkennen, dass sie durch die Erarbeitungsphase zum ersten Mal bewusst über die Experimentier-prozesse der Schülerinnen und Schüler nachdenken.	*Also mir persönlich hat jetzt das Seminar glaub ich schon etwas gebracht, weil man einfach über alles jetzt nochmal einen anderen Blickwinkel bekommen hat. Also hat einfach noch einmal über die Experimentierprozesse nachgedacht (S2, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 367-369).*
Für die Studierenden ist die Einbindung von Experimentierprozessen nicht explizit nötig.	*Die Experimentierprozesse von SuS haben wir nicht bewusst beachtet, ich würde dies eher als intuitive Handlung einschätzen, bin mir da aber unsicher (KB21, Abschlussbefragung).*
Diagnosetools	
Die Studierenden finden, dass die Inhalte zur Diagnose nicht anregend aufbereitet werden.	*Das einzige, was ich aus dem Seminar noch richtig weiß, [I: Ja, los geht's.] ist diese Mind-Map, die wir mit der Dozentin erstellt haben (S1, Gruppe F, Interview 4, Zeilen 672-673).*
Die Studierenden erlernen den Einsatz von Diagnosetools und verschiedene Methoden kennen.	*Diagnosetools fand ich sehr sinnvoll so detailliert kennengelernt zu haben, da einige vorher neu waren. Auf die Diagnose haben wir bei der Planung daher auch (meiner Meinung nach) sehr viel Wert gelegt (KB21, Abschlussbefragung).*
Basismodelle des Lernens	
Die Studierenden planen ihre Umgebung anhand der Basismodelle, weil dadurch ihrer Meinung auf die Lernschritte der Schülerinnen und Schüler besonders eingegangen wird.	*Abgesehen von den Basismodellen (diese wurden jedoch im FP-Seminar behandelt) wurde keines der Seminar-themen im Projekt umgesetzt.* *Die Basismodelle des Lernens hatten dagegen zentrale Bedeutung für die Planung der Einheiten (IQ07, Abschlussbefragung).*
Die Studierenden verwenden die Basismodelle des Lernens vor allem, weil diese einen großen Anteil in der Erarbeitungsphase einnehmen.	*Erst nachdem dann klar war, dass die Modelle etc. in der Planung und Durchführung berücksichtigt werden sollen, haben wir den einzelnen Versuchstagen die Basismodelle zugeordnet. Zuvor hatten wir uns noch keine Gedanken über die Erwartungen bezüglich der Experimentierprozesse der SuS gemacht (AO03, Abschlussbefragung).*

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Die Studierenden nutzen die Basismodelle nicht.	*Über die Basismodelle und die Denkweise der Schüler haben wir uns nicht bewusst Gedanken gemacht, das lief eher im Hintergrund ab (AB27, Abschlussbefragung).*

Die Studierenden geben an, dass sie die *Modulinhalte* unterschiedlich stark für die Vorbereitung der Lernumgebung eingesetzt haben. Die Ausprägung der Nützlichkeit von *Experimentierprozessen* wird lediglich von einer Gruppe als hilfreich eingeschätzt. Der Großteil der Studierenden äußert sich nicht über die Einbindung dieser Inhalte in die Planung. Außerdem gibt es zwei Gruppen, die sich nicht dafür interessieren, wie Experimentierprozesse bei den Schülerinnen und Schülern ablaufen.

Für die anderen beiden Kerninhalte zeigt sich eine ganz andere Verteilung. Beinahe jede Gruppe (sieben Nennungen) beschreibt ihren Einsatz von *Diagnosetools*, die sie aus der Erarbeitungsphase kennen. Für die *Basismodelle des Lernens* gilt eine ähnlich starke Rückmeldung (ebenfalls sieben Gruppen). Lediglich eine Gruppe gibt an, dass sie sich ausschließlich auf die Basismodelle des Lernens bezieht und eine andere beschreibt nur die Verwendung von Diagnosetools.

Es zeigt sich bzgl. der Einbindung von *Diagnose*, dass eine Aufbereitung für das Modul sinnvoll gewesen ist. In mehreren Gruppen wird der Gewinn für die Studierenden deutlich, der in der Vorstellung dieses fachdidaktischen Konstruktes begründet ist. Die Angebote im Lehr-Lern-Labor hat dies nachhaltig beeinflusst. Somit konnte das Ergebnis aus dem ersten Durchgang (siehe Abschnitt 7.2.2) reproduziert werden: Die Modulstruktur ist dafür nützlich, den Stellenwert von Diagnose für die angehenden Lehrkräfte zu motivieren. Und zwar so sehr, dass die Studierenden auf die Inhalte der Erarbeitungsphase in ihrer Lernumgebung detailliert zurückgreifen.

Bei den *Basismodellen* geben die Studierenden erneut an, dass sie sich für die *Planung ihrer Experimentierstation* daran „entlanghangeln“ (AP09, Abschlussbefragung) oder diesen die *Struktur* ihrer Experimentiersituationen als „groben Verlauf“ (MW25, Abschlussbefragung) entnehmen. Auch in diesem Fall gibt es mehrere Gruppen, welche die Basismodelle bereits aus dem zurückliegenden *Studium* kennen. Es kann also erneut von einer ertragreichen Entscheidung gesprochen werden, diese Inhalte für alle Studierenden aufzuarbeiten. So erklärt KB21, dass „die Basismodelle zuvor ebenfalls unbekannt [waren].“ (KB21, Abschlussbefragung) Allerdings beschreibt KB21 weiter, wie schwer es der Studierendengruppe fiel, nach den Basismodellen zu planen. Vielmehr ist „im Nachhinein überprüft [worden], ob [das] angedachte Basismodell tatsächlich vorhanden ist.“ (KB21, Abschlussbefragung).

Als Zusammenfassung kann herausgearbeitet werden, dass die aufbereiteten Inhalte der ersten Erarbeitungssitzungen für die Planungs- und Laborphase eine insgesamt gute Passung aufweisen. Die Studierenden geben mehrheitlich an, auf die Diagnosetools aus dem Modul sowie auf die Möglichkeit einer Planungsabgleichung mithilfe der Basismodelle für die Praxis zurück zu greifen. Die fehlenden Nennungen zur Aufbereitung der Experimentierprozesse der Schülerinnen und Schüler können vermutlich auf das übergeordnete Ziel der Konzeption einer Experimentierumgebung attribuiert werden, da die Studierenden intuitiv bei der Planung und

Durchführung die Experimente für die Schülerinnen und Schüler vorgehen. Dennoch geben nicht alle Studierenden an, dass ihnen die Inhalte geholfen haben.

Auswertung: Optimierungsvorschläge der Studierenden

Neben der Evaluation der Inhalte werden die Studierenden außerdem gebeten, Optimierungsvorschläge für die Weiterentwicklung der Struktur und Inhalte des Moduls zu geben. Wie im Kategoriensystem aus Tabelle 9.41 deutlich wird, beziehen sich die Verbesserungen im Wesentlichen auf die Dimensionen der Generellen Modulstruktur, der fachdidaktischen Konstrukte der Erarbeitungsphase, der Organisation der Laborphase und der Erfahrungen im Lehr-Lern-Labor. Der Forschungscharakter wurde bereits in Abschnitt 9.3 evaluiert, sodass er an dieser Stelle ausgespart wird.

Tabelle 9.41 Ausprägungen der Kategorie Optimierungsvorschläge der Studierenden

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Generelle Modulstruktur	
Die Studierenden finden, dass die Erarbeitungsphase anregender gestaltet werden sollte, um sich in Diskussionsrunden besser einbringen zu können oder durch Handouts eine bessere Sicherung zu erfahren.	*Verbessern würde ich die Art der vorgetragenen Inhalte. Es wäre sinnvoller mehr in Diskussionsrunden über die Sinnhaftigkeit der Inhalte zu diskutieren. Es waren auch zu viele Inhalte, als dass man diese alle behalten konnte. Man sollte sich mehr Zeit für ausgewählte elementare Inhalte nehmen und diese ausführlich prüfen und besprechen (KM01, Abschlussbefragung).*
Die Studierenden schätzen den Freiraum bei der Umsetzung des Forschenden Lernens.	*Es war gut, dass den Gruppen relativ viel Freiraum gelassen wurde, die Ideen allerdings mit der gesamten Gruppe besprochen wurden und somit verbessert werden konnten (CO16, Abschlussbefragung).*
Fachdidaktische Konstrukte der Erarbeitungsphase	
Die Studierenden finden die Erarbeitungstreffen zu lang und nicht unbedingt sinnvoll, da die Konstrukte zum Teil aus anderen Veranstaltungen bekannt seien.	*Den Input von Dozentenseite fand ich teils sehr (etwas zu) lang, aber wichtig, da man im Studium doch recht wenige Didaktikanteile hat und diese im späteren Beruf einen großen Teil einnehmen (KB21, Abschlussbefragung).*
Organisation der Laborphase	
Die Studierenden sehen eine Steigerung des eigenen Potentials, wenn sie bei den anderen Gruppen hospitieren könnten.	*Es ist sehr schade, dass jede Gruppe nur ihre eigenen Versuche /Ergebnisse sehen konnte. Es wäre schön mehr von den anderen Gruppen zu erfahren (BK26, Abschlussbefragung).*

Ausprägungen	Ankerbeispiel
Die Studierenden beschreiben, dass organisatorische Probleme auf die kurzfristige Bekanntgabe zurückzuführen sind.	*Wie spät die Schüler abgeholt werden, oder wann die Schüler auch wirklich kommen. Oder die Räume. Das hat man halt alles einen Tag vorher ziemlich kurzfristig erfahren und das war ja auch noch in Ordnung, aber das war trotzdem mit der Planung etwas kurzfristig (S2, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 392-394).*
Die Studierenden finden, dass eine Vergrößerung der Schülergruppe einen Anstieg bei der persönlichen Herausforderung mit sich bringt.	*Jedoch waren die SuS-Gruppen etwas klein, Mindestens vier SuS pro Dreier-Studentengruppen wären, auch im Hinblick auf den Arbeitsaufwand, optimal gewesen (UA19, Abschlussbefragung).*
Erfahrungen im Lehr-Lern-Labor	
Die Studierenden empfinden die Möglichkeit, mit den gleichen Schülerinnen und Schüler über drei Termine zu arbeiten, als sehr hilfreich für die weitere berufliche Zukunft.	*Also ich glaube, der Unterschied war einfach mit der Reflexion, dass man hier halt drei aufeinanderfolgende Termine hatte. Zum Beispiel im ASP, dann hat man eine Unterrichtsstunde gehalten und die nächste Einheit hat dann die Lehrkraft übernommen, dass die Reflexion gar nicht so im Fokus stand. Und jetzt haben wir uns immer am Ende hingesetzt und gesagt: ‚Ja, wie war der Stand und worauf können wir aufbauen?‘ (S3, Gruppe G, Interview 4, Zeilen 316-320).*

Die *fachlichen Inhalte* betreffend gibt es unterschiedliche Wahrnehmungen der Studierenden. Zum einen beschweren sich die Studierenden darüber, dass die Treffen zu lang und die Inhalte nicht sinnvoll für die Laborphase sind. Für andere ist das Modul zu gebündelt und damit nicht aktivierend. Auf der anderen Seite finden sich allerdings ähnlich viele Textpassagen, welche die Inhalte beispielsweise als „angemessen und hilfreich“ (AO03, Abschlussbefragung) bezeichnen oder ihnen trotz ihrer Länge Relevanz beimessen, handelt es sich ´doch bei dieser Veranstaltung um eine der wenigen Möglichkeiten, fachdidaktische Inhalte zu vertiefen. Im Vergleich zum Abschnitt 7.1, in dem der Wunsch der Studierenden nach einer stärkeren Aufbereitung der zugrundeliegenden Theorie des Lehr-Lern-Labors nachgezeichnet wurde, sind solche Anregungen im zweiten Moduldurchgang nicht mehr zu finden. Die Entwicklung für den zweiten Moduldurchgang ist somit als positiv einzuschätzen. Die vielen positiven Beispiele zeigen, dass die Ausbreitung der Erarbeitungsphase eine sinnvolle Entwicklung darstellt.

Neben der *Erarbeitungsphase* steht besonders die Planungsphase im Fokus der Studierendenaussagen. Bereits in Abschnitt 7.1.1 werden die Vorstellungen von Experimenten im Plenum während der Planungsphase größtenteils als gewinnbringend empfunden. Dieser Eindruck wird durch den Blick in die Daten des zweiten Moduldurchgangs bestätigt. Da es in diesem Durchgang mehr Gruppen sind als im ersten, wird außerdem eine Teilung der Gruppen angeregt, um die *Vorstellungen der Studierenden* intensiver besprechen zu können. Bei der Planung der

Lehrveranstaltung ist wohl nicht genügend auf die Größe der Modulgruppe geachtet worden, was bei einer weiteren Durchführung zu berücksichtigen wäre.

Die Studierenden erkennen den Wert Laborphase für ihre weitere professionelle Biografie und beziehen sich dabei beispielsweise auf diese Teilaspekte: Diagnose, Reflexion und Adaption. An dieser Stelle muss auch der bereits oft beschriebene *Wunsch nach mehr Praxis* angesprochen werden. Mehrere Studierende fordern diesen in der Abschlussbefragung fordern. Sie freuen sich darüber, dass es in dieser Veranstaltung nicht bei einer bloßen Darstellung der wichtigen Kriterien bleibt, sondern diese auch in der Praxis umgesetzt werden. In der Reflexionsphase sehen die Studierenden keinen Optimierungsbedarf.

Zuletzt soll die *Organisation der Lehr-Lern-Labore* analysiert werden. Im Abschnitt 7.1.1 wird der Wunsch der Studierenden beschrieben, dass die Schülerinnen und Schüler durch die Verantwortlichen organisiert werden und nicht von den Studierenden gesucht werden müssen, da dieses einiges an Zeit- und Organisationsaufwand von den Studierenden erfordert. Im zweiten Durchgang wird nun vermehrt bemängelt, die Teilnehmenden die Schülerinnen und Schüler gerne selber akquirieren zu dürfen, da die Studierenden die Lernenden in diesem Modus zuvor nicht kennenlernen können. Eine Vorstellung der Ressourcen der Arbeitsgruppe in Form einer Begehung der Sammlung in den Praktikumsräumen könnte zudem die Neukäufe beschränken und gäbe den Studierenden eine weitere Möglichkeit, ihre benötigten Materialien zu organisieren. Während die Studierenden im ersten Durchlauf ihre Versuchstage frei verteilen durften, wird im zweiten Durchgang darauf bestanden, die Experimentierumgebungen zur Modulzeit durchzuführen. Dies wird kritisiert, da die Schülerinnen und Schüler zu dieser Zeit bereits zu müde sind und zum anderen bewirkt die *Parallelität*, dass die Studierenden nicht sehen, was die anderen Gruppen veranstalten, obwohl aufgrund der räumlichen Ressourcen mehrere Gruppen gleichzeitig im selben Raum untergebracht sind.

Es muss also resümiert werden, dass die Entwicklung der Modulstruktur weiterhin nicht abgeschlossen ist. Obwohl das Modul seit dem AdLehr-Projekt bereits drei Mal angepasst wurde, gibt es immer wieder weitere Faktoren, bzgl. derer die Modulstruktur in kleineren und größeren Aspekten angepasst werden kann. Besonders die Anpassung der Ziele nach dem ersten Moduldurchgang sowie die Beachtung der professionsorientierten Überzeugungen der Studierenden haben einiges in Bewegung gesetzt, was im Abschnitt 10.4 diskutiert werden kann.

Zusammenfassung

Die Einbindung der Inhalte aus der Erarbeitungsphase betreffend, zeigt sich, dass nur die wenigsten Gruppen ihre Planungen auf die kennengelernten Aspekte der Experimentierprozesse von Lernenden abstimmen. Für die Diagnose sowie die Einbindung der Basismodelle des Lernens als strukturstiftendes Mittel sehen die Studierenden eine Bereicherungen ihrer Vorbereitungen. Dies kann mit der bereits ausführlichen Auseinandersetzung bzgl. der Experimentierprozesse von Lernenden aus den zuvor belegten fachdidaktischen Modulen und Praktika zusammenhängen, sodass die präsentierten Ergebnisse keine neuen Informationen enthalten.

Bei der Beschreibung von Optimierungsbedarfen beziehen sich die Befragten auf verschiedene Aspekte. Ähnlich der Auswertung in Abschnitt 7.1 beschäftigen sich diese sowohl mit der Organisation des Lehr-Lern-Labors, als auch mit einer organisatorischen Dimension der Modulstruktur. Die Inhalte werden von den Teilnehmenden kritisch besprochen. Zum einen

empfinden die Studierenden die Auswahl und Fülle der Inhalte als zu umfangreich, wenngleich andere dieses Maß als gelungen beschreiben. Dies zeigt, wie wichtig es ist, auf die unterschiedlichen Voraussetzungen der Studierenden in den Modulen einzugehen.

Die Gruppenvorstellungen in der Planungsphase werden auch im zweiten Moduldurchgang von den Studierenden positiv bewertet. Dabei ist es wichtig, die jeweilige Zusammensetzung des Moduls und die Anzahl der Gruppen zu beachten, da im zweiten Moduldurchgang acht Gruppen und im ersten Durchgang nur fünf Gruppen teilnahmen, wird nicht über eine Trennung der Gruppe nachgedacht. Dass die Entwicklungsziele in dieser Phase erneut vorgestellt werden, führt bei einigen Studierenden zu dem Eindruck, dass die Planung des Moduls während der Durchführung massiv angepasst wird.

Die Laborphase wird erneut von den Studierenden gelobt, sodass die entwickelte Situation im Lehr-Lern-Labor einen positiven Einfluss bzgl. der Motivation der Studierenden hat.

Für die Organisation des Lehr-Lern-Labors wird mehr Transparenz der vorhandenen Ressourcen in der Arbeitsgruppe gefordert, um Neukäufe zu beschränken. Während im ersten Durchgang die selbstständige Organisation bemängelt wird, kritisieren die Studierenden nun, dass sowohl die Lernenden, als auch die Zeit vorgegeben sind. Egal wie stark die Studierenden also in die Organisation involviert sind, können die Wünsche nicht optimal erfüllt werden.

10 Interpretation und Generalisierung der Ergebnisse: Vorschläge zur Nutzung von Lehr-Lern-Laboren für Prozesse der Professionalisierung von Studierenden

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Studie im Hinblick auf die Frage nach dem Potential der Lehr-Lern-Labore für Professionalisierungsprozesse bewertet. Es soll abschließend diskutiert werden, ob das genutzte Modell des Zyklischen Forschenden Lernens (Nordmeier, 2014) geeignet ist, die auf Basis der empirischen Daten beobachteten bzw. rekonstruierten Prozesse hinreichend zu beschrieben und zu erklären. Darüber hinaus wird diskutiert, inwieweit der Design-based research-Prozess als fruchtbares Prinzip zur Weiterentwicklung realer Module der Lehramtsausbildung im Fach Physik dienen kann. Die erkannten Bezüge zwischen den subjektiven Überzeugungen der Studierenden hinsichtlich Lernen und Lehren sollen daraufhin beurteilt werden, ob sie generalisierbar sind für Ausbildungsprozesse im Lehramt Physik.

10.1 Prozesse Forschenden Lernens im Lehr-Lern-Labor

In Abschnitt 4.1 ist die folgende Forschungsfrage formuliert worden: *Welche Prozesse Forschenden Lernens durchlaufen Studierende im Lehr-Lern-Labor? Wie lassen sich diese Prozesse modellieren?* Gemeint ist damit, ob die fünf Komponenten oder Schritte des Modells, das Planen von Lehr-Lern-Angeboten; ihre Umsetzung mit Schülerinnen und Schüler; die Diagnose der Schülerprozesse; die Reflexion der Durchführung und der Diagnoseergebnisse; und die anschließende Adaption der Planungen aufgrund der Reflexionsergebnisse in den Daten wiederzufinden sind. Ob diese fünf Komponenten geeignet sind, die Prozesse der Studierenden zu rekonstruieren, also nachzuzeichnen. Und es ist damit gemeint, wie im Detail die Studierenden die fünf Aufgabenbereiche realisieren, welche Möglichkeiten sie dabei nutzen und welche Schwierigkeiten sich zeigen.

Reflexion von Erhebungs- und Auswertemethoden

Auch wenn es sich bei den Interviews und Befragungen dieser Studie nicht um Tests handelt, ist zu fragen, ob die Studierenden dies subjektiv nicht dennoch so wahrgenommen haben. Dies könnte zur Folge haben, dass sie nicht ihre tatsächlichen Wahrnehmungen, Ziele, Absichten etc. äußerten, sondern mit Blick auf Erwünschtheit eine geschönte Realität darstellen. Dies kann nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden, aber die Gesamtschau der Daten vermittelt den Eindruck,

dass die Studierenden wahrheitsgemäß (im Rahmen ihrer Subjektivität) geantwortet haben, denn in den Gruppeninterviews hätte dies zuvor Absprachen gebraucht und hätte auch zu Ungereimtheiten geführt, die aber durchweg nicht beobachtet worden sind. Insbesondere in den späteren Phasen der Studie wurde darauf geachtet, dass den Studierenden bekannt war, dass ich Arbeit im Modul als Studienleistung nicht benotet wird. Lediglich ihr Abschlussbericht wurde benotet. Hier ist bei der Auswertung tatsächlich Vorsicht geboten gewesen, weil die Studierenden mit ihren Berichten grundsätzlich ein möglichst positives Bild von sich und ihrem Prozess zeichnen wollten. Allerdings bestand das Interesse daran, die Argumentationslinien der Studierenden kennenzulernen, und keinen einfachen falsch-richtig-Abgleich herzustellen. Es wurde also keine Norm angesetzt.

Es ist folgendes bzgl. der Auswertung anzumerken: Wenn die Studierenden in den Interviewsituationen nach den verschiedenen Komponenten des Zyklischen Forschenden Lernens befragt werden, besteht für sie oft keine Trennschärfe zwischen den Komponenten, so dass im Auswerteprozess Passagen der Transkripte ggf. mehreren Komponenten zugeordnet werden können. Dies deutet daraufhin, dass die Studierenden die fachdidaktische Kategorisierung (die fünf Komponenten) nicht nutzen, obwohl sie aus den Didaktik-Veranstaltung bekannt sind.

10.1.1 Schlussfolgerungen zu den Prozessen im Lehr-Lern-Labor

Planung

In Abschnitt 9.1.4.1 konnte gezeigt werden, dass die Studierenden nur selten die Rückwärtsplanung hinsichtlich Schülerlernprozesse durchführen, sondern eher auf ihre Intuition und ihr fachdidaktisches Geschick vertrauen. Auch die Studie von Gassmann (2013) stellt ein ähnliches Vorgehen bei Studierenden fest, sodass dort Gruppenplanungssettings gefordert werden, um implizites Planungswissen und die Einstellungen von Studierenden erfahrbar zu machen (Gassmann, 2013). Durch die Ergebnisse im Abschnitt 9.1.4.1 kann gezeigt werden, dass trotz der Planung in Gruppen Planungsalternativen nicht entwickelt und berücksichtigt werden. Allein der Bedarf, in Alternativen zu denken, ist nicht erkennbar. Das kann darauf zurückgeführt werden, dass die Gruppen nicht gemeinsam die Planung durchführen, sondern Aufgaben untereinander aufteilen, um sich „ressourcenschonend“ vorzubereiten. Wie bei Gassmann (2013) kann auch in der vorliegenden Studie geschlussfolgert werden, dass ein höheren Maß an Vorgaben von Vorteil sein kann, um der Verunsicherung über die Richtigkeit der eigenen Prozesse entgegenzuwirken.

Die Planungsprozesse der Studierenden weisen Probleme bei der Beachtung von Tiefenstrukturen bzgl. des Vorwissens, der Elementarisierung sowie der Adaptionsmöglichkeiten auf. Sie erscheinen durch die Analyse als oberflächlich und intuitiv. Die teilnehmenden Studierenden denken nur selten in der Tiefenstruktur der Planung und berücksichtigen die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler auch nur selten in ihrer Planung. Die Konsequenz wäre, dass ihnen Anregungen gegeben werden sollten, wie sie die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler in den Mittelpunkt ihrer Planung stellen können. Obwohl bereits durch die Lehrveranstaltung darauf eingegangen wird, wie wichtig die Lernprozesse für einen schülerzentrierten Unterricht sind, müssen die Studierenden weiterhin dafür sensibilisiert werden (siehe Abschnitt 10.2.1). Laut Richter & Komorek (2017) ist die Diskussion von kognitiven

Prozessen somit in allen fachdidaktischen Veranstaltungen zu etablieren, nicht erst in jener, die sich mit Schülerlaboraktivitäten auseinandersetzt.

Auf der Sichtebene von Unterricht schaffen es die Studierenden, verschiedene zentrale Handlungselemente miteinander zu verknüpfen. Die Planungskompetenz ist hier ggf. durch die bereits durchlaufenen Schulpraktika entwickelt. Aber insgesamt gelingt es den Studierenden nicht, den *change from teaching to learning* (Duit & Widodo, 2005) nachhaltig zu vollziehen. Das Lehramtsstudium muss diese Problematik besser und durchgängig ansprechen, immer wieder Situationen schaffen, die deutlich machen, dass die Lehrorientierung zu Problemen im Verständnis der Schülerinnen und Schüler führt.

Hinzu kommt ein fehlendes Verständnis der Studierenden dafür, dass die forschende Grundhaltung ein wesentlicher Teil ihrer Professionalisierung ist. Die zeigt sich nicht nur hinsichtlich ihres eigenen Prozesses im Modul, sondern auch darin, dass nur zwei der 13 Studierendengruppen ihren Schülerinnen und Schüler nahelegen, forschend vorzugehen, also insbesondere bestimmte Parameter ihrer experimentellen Aufgaben systematisch zu variieren.

Allerdings können unterschiedliche Muster von Lernangeboten für die Schülerinnen und Schüler herausgearbeitet werden, welche die Studierenden selbstständig entwickelt haben. Bei der Analyse der zentralen Handlungselemente und den Schwerpunktlegungen der Studierenden werden als Dimensionen die Offenheit der Lernumgebung sowie die Fokussierung auf einen spezifischen Lerngegenstand identifiziert. In Abbildung 10.1 sind diese vier Muster, die die Lernumgebungen für die Schülerinnen und Schüler kennzeichnen, dargestellt.

Beim ersten Muster setzen die Studierenden auf die Gestaltung von Lernmaterialien für die Schülerinnen und Schüler. Sie entwerfen Lernhefte, welche die Schülerinnen und Schüler durch ihre Experimentieraufgabe leiten. Dadurch können die Studierenden beobachten, ob die Schülerinnen und Schüler ihre Aufgabentexte *lesen*, verstehen und umsetzen können. Dies geschieht bei vier der 13 Studierenden. Z. B. wird eine motivierende Piratengeschichte geschrieben oder es werden Comics entwickelt, welche die Schülerinnen und Schüler durch die Experimentiernachmittage führen. Die konkreten Lernmaterialien waren allerdings nicht geeignet, die Schülerinnen und Schüler zum Forschen anzuregen.

Beim Muster *konstruieren* steht die Konstruktion eines Objektes im Fokus, die durch eine informativen Einleitung der Studierenden in die Aufgabenstellung im Schülerlabor eingeführt wird. Am zweiten Experimentiernachmittag werden eventuell weitere kleinere Experimente durchgeführt. Nach dieser Phase kommt es im Anschluss spätestens zum Bau der zentralen Objektes (Lautsprecher, U-Boote, Kraftmesser, Zeppeline usw.). Immerhin fünf der 13 Studierendengruppen verwirklichen dieses Muster.

Beim dritten bei den Studierenden zu beobachtende Muster wird das Ziel verfolgt, durch mehrere, umfangreichere Experimente verschiedene Aspekte des gewählten Oberthemas zu *erkunden* bzw. erkunden zu lassen. Als Beispiele sind vorgekommen, dass Schülerinnen und Schüler durch die Begleitung der Studierenden dreidimensionale Fotos generieren und die Funktionsweise von 3D-Kinos kennenlernen. Bei zwei der Studierendengruppen ist dieses Muster zu erkennen.

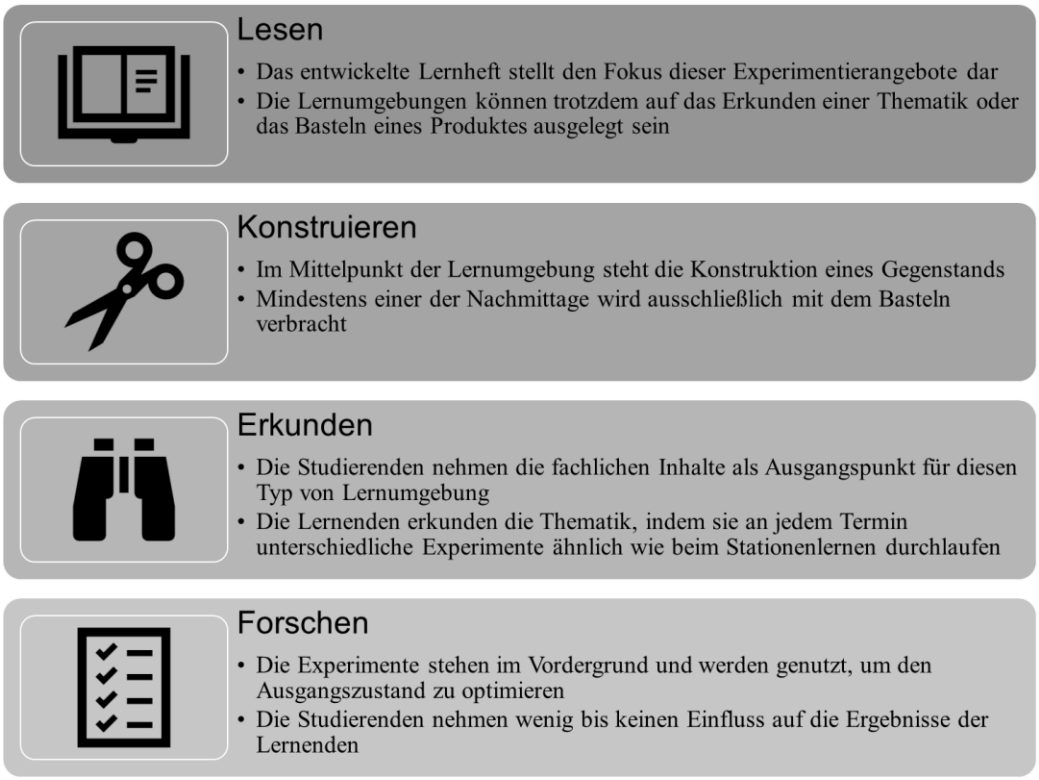

Abbildung 10.1 Typen der geplanten Lernumgebungen

Beim vierten Muster wird der Fokus auf die Entwicklung und Durchführung von Experimenten gelegt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, ihre experimentellen Kompetenzen zu stärken, indem sie beispielsweise das Flugverhalten eines Papierfliegers optimieren und dazu Untersuchungen durchführen. Zwei der 13 Gruppen haben dieses Muster umgesetzt und die Schülerinnen und Schüler in diesem Sinne *forschen* lassen.

Durchführung

Die Studierenden kommen in der Durchführung trotz teils langwieriger Planung in problematische Situationen, die größtenteils auf unzureichende Vorbereitung zurückzuführen sind. In diesem Zusammenhang müssen vor allem die Materialvorbereitungen und Zeitplanungen der Studierenden genannt werden. Ihre spontanen Anpassungen beziehen sich deshalb nicht auf die kognitiven Prozesse, sondern müssen in den meisten Fällen als Maßnahmen zur Schadensbegrenzung empfunden werden. Die Studie von Kufner (2013) zeigt, dass der Wissensstand im Bereich des individualisierenden Lehrens mit einer spontanen Adaption zusammenhängt. Es ist also möglich, dass die Studierenden, auf die sich die Analyse des Abschnitts 9.1.4.2 bezieht, nicht über ausreichendes Wissen bzgl. Binnendifferenzierung verfügen. Lediglich in vereinzelten Lehr-Lern-Settings sehen die Studierenden individuelle Maßnahmen vor, um jeden einzelnen Schüler und jede einzelne Schülerin zu fördern. Dabei hätten die Gruppen

besonders durch das gute Betreuungsverhältnis die Möglichkeit, sich Maßnahmen zu überlegen, welche die Schülerinnen und Schüler beim Lernen unterstützen.

Hinsichtlich der Gruppenkonstellation kann generalisiert werden, dass die Studierenden nicht optimal in der eins-zu-eins Situation arbeiten. Die Studierenden können am besten Schülerinnen und Schüler fördern, wenn sie in der Unterzahl sind und maximal zu zweit die Lehre übernehmen. Für die übrigen Personen aus der Gruppe eröffnet sich dadurch die Möglichkeit, die Studierenden in ihren Prozessen zu beobachten und die Schülerinnen und Schüler einer genaueren Betrachtung zu unterziehen. Für einige Studierende ist die Arbeit in Gruppen demotivierend, sodass die herausgearbeiteten Effekte von Kufner (2013) oder Kunter et al. (2013) bzgl. der Auswirkung von Motivation der Lehrkräfte auf ihre Performanz auch im Lehr-Lern-Labor gefunden werden.

Diagnose

Die Studierenden übernehmen die Aufgabe, Diagnoseinstrumente in ihre Lernumgebung einzubringen. Die intendierte, gesteigerte Wertschätzung durch die Einbringung eines Forschungsprojektes kann nur bedingt nachgezeichnet werden, da es den Studierenden offenbar an den nötigen Überzeugungen fehlt, dass es gewinnbringend für die Schülerinnen und Schüler sein kann, wenn deren Lernprozesse im Mittelpunkt der Überlegungen der Studierenden ist. Auch in diesem Teilprozess hat die Erhebung der kognitiven Prozesse in den meisten Fällen keine Auswirkung auf die weitere Lernumgebung hat. Dies hängt damit zusammen, dass es den Studierenden schwerfällt, die kognitiven Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler korrekt vorherzusagen, weil die Konzeption von Lernaufgaben den Studierenden Probleme bereitet. Zu diesem Schluss kommt auch die Forschung von Dübbelde (2013), die einen Zusammenhang zwischen den Herausforderungen der Studierenden und den Ergebnissen der Schülerinnen und Schüler aufzeigt. Darüber hinaus gelingt es den Studierenden seltener durch Beobachtungen die Prozesse der Schülerinnen und Schüler nachzuzeichnen, als Aussagen über die Leistungsstände zu treffen (Dübbelde, 2013). In den Äußerungen in dieser Studie ist dies auf die fehlende Routine und den unausgereiften diagnostischen Blick zurückzuführen.

Die Studierenden zeigen, dass sie zwar geplante Diagnosesituationen durchführen können, dabei die Tiefenebene jedoch nicht vollständig berücksichtigen. Dies ist im Einklang mit den Schlüssen über die Antizipation der Lernprozesse. Die Studierenden halten an ihrer Planung fest, unabhängig davon welches Ergebnis ihre Diagnosesituation bringen, da sie von vornherein keine alternativen Handlungsoptionen beschreiben. Hier ist also aufgrund von Unsicherheit und Unerfahrenheit, aber auch aufgrund bestimmter Vorstellungen, wie Lehren ablaufen soll, eine gewisse Inflexibilität zu beobachten. An dieser Stelle ist das Partnerprojekt des vorgestellten Projektes *MINT-Lehrerbildung neu denken!* zu nennen, das nach Wegen sucht, wie das Studium die angehenden Lehrkräfte auf das Unterrichten und Diagnostizieren in heterogenen Lerngruppen vorbereiten kann (Selter et al., 2017). Ergebnisse im Verbund sind beispielsweise ein Diagnosecurriculum, das die Studierenden im Studium von ersten Erfahrungen mit Schülervorstellungen zu einer ausdifferenzierten Sichtweise auf Diagnosemöglichkeiten führt (Fischer et al., 2017). Eine solche Entwicklung ist damit auch innerhalb der Basisveranstaltungen der Physikdidaktik erstrebenswert, um die Studierenden für den Einsatz von Diagnosemitteln und der Berücksichtigung kognitiver Prozesse zu motivieren.

Reflexion

Bei den Reflexionsprozessen der Studierenden sind unterschiedliche Muster zu erkennen. In den Gruppen, in denen ein Gruppenmitglied ausschließlich eine Beobachtungsrolle übernommen hat, hat sich dies positiv auf die Reflexionsbereitschaft der Gruppe ausgewirkt. Ein solches Setting scheint sich für die Umsetzung im Lehr-Lern-Labor als sehr gewinnbringend herauszustellen, wenn man den zyklischen Prozess des Forschenden Lernens realisieren möchte, wie bereits Krofta et al. (2013) vorgeschlagen hat.

Die Reflexionsprozesse der Studierenden beschränken sich in vielen Fällen darauf, dass die sich nicht als verantwortlich für auftretende Problemen einschätzen. Meist attribuieren sie auf die äußeren Umstände wie die Tageszeit oder das defekte Material oder auf das Unvermögen der Schülerinnen und Schüler. Nur vereinzelt werden die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler detailliert nachgezeichnet, womit der Blick geöffnet sein könnte, das eigene Lehrverhalten zu reflektieren. Die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler wird nur von wenigen Studierenden wahrgenommen und es wird nur sehr selten durch Differenzierung darauf reagiert. Die Intention der Hochschullehrenden ist es, dass die Studierenden den geschützten Rahmen dazu nutzen, bewusst die Stärken und Schwächen der Schülerinnen und Schüler wahrzunehmen. Dies ist aber nur einem geringen Teil der Studierenden gelungen. Abels (2011) fordert deshalb, dass die Lehramtsausbildung besonders auf die pädagogischen Aspekte genauer eingehen muss, bevor fachlich gut ausgebildete Pädagogen in das Referendariat entlassen werden.

Adaption

Die Studierenden machen sich in ihren Reflexionen über viele Aspekte auf Schülerseite Gedanken. Diese Überlegungen sind aber meist abgekoppelt von den Adaptionen, die an den Planungen der Schülerlaborsituationen vorgenommen werden. Es wird nicht angenommen, dass Erkenntnisse über die Schülerinnen und Schüler einen Einfluss auf die Planungen der Laborsituationen oder ihrer Adaption haben könnten. Die Planung und auch die Adaption der Vorbereitungen orientieren sich weitgehend an der Sachstruktur und am eigenen Lehrverhalten und eingesetzten Methoden, nicht an den Lernvoraussetzungen und Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler.

Zudem spielen bei der Adaption Überlegungen zum Zeitmanagement eine große Rolle. Offensichtlich ist das Zeitmanagement eine große Herausforderung für die Studierenden, es wird schlicht unterschätzt, wie lange bestimmte Aktivitäten auf Schülerseite dauern, es wird zu viel geplant, es werden bestimmte Schwierigkeiten auf Seiten der Schülerinnen und Schüler nicht erwartet. Das ist vor allem auf die geringe Routine der Studierenden zurückzuführen. Die meist zwei Schulpraktika scheinen daran nichts geändert zu haben, was bestimmte Probleme bei den Schulpraktika offenbart.

Insgesamt bleibt auch nach der Diagnose- und der Reflexionsphase bei den Studierenden das Problem bestehen, ihre Lehr-Lern-Sequenzen nicht nur auf der Sichtebene der Handlungen, Aufgaben und Aktivitäten zu planen und durchzuführen, sondern kognitive Prozess in den Blick zu nehmen, sie durch bestimmte Aktivitäten zu planen und anzuregen. Die Studierenden nutzen nur in Teilen das Potential im Lehr-Lern-Labor und zeigen durch ihre Anpassungen, dass sie noch stark mit der Umsetzung und weniger mit der Erforschung ihrer Lernumgebungen beschäftigt sind.

Dabei wird deutlich, dass gerade eine höhere adaptive Lehrkompetenz erstrebenswert ist, um den Lernzuwachs bei den Schülerinnen und Schülern zu optimieren (Beck et al., 2008).

Fazit

Das Modell Zyklischen Forschenden Lernens setzt explizit auf die Anpassung der von Planungen aufgrund von Diagnosen und Reflexionen, auch des eigenen Lehrverhaltens. Das Modell entspricht dabei einem Regelkreis, der aber nur dann funktioniert, wenn Diagnose und Reflexion, sofern sie überhaupt stattfinden, explizit genutzt werden, um die ursprüngliche Planung zu verändern bzw. um das eigene Lehrverhalten zu adaptieren. Es gelingt jedoch nur punktuell, den Studierenden eine unterrichtsähnliche Erfahrung zu liefern, aus der für diese Anpassung gelernt werden kann. Es zeigt sich hier die Erkenntnis, dass subjektive Vorstellungen von Lernen und Lehren und Überzeugungen davon, welche Möglichkeiten Schülerinnen und Schüler haben, wenn sie in einen Schülerlabor kommen, die Studierenden behindert, den Wert von Diagnose und Reflexion zu verstehen und Diagnose- und Reflexionsergebnisse effektiv für die Planung und Adaption zu nutzen (siehe Abschnitt 10.2). Die vorliegende Studie zeigt, wie stark die subjektiven Vorstellungen sind, wie wenig sie auch durch offene Situationen im Lehr-Lern-Labor infrage gestellt werden und dass hier noch große Aufgaben darin bestehen, die subjektiven Vorstellungen explizit zu machen und zu problematisieren. Hier ist curricular zu denken, weil ein Modul allein diese grundlegende Aufgabe nicht bewältigen kann.

10.2 Einfluss von Überzeugungen Studierender auf ihre Strukturierungsprozesse

Wie bereist angeklungen wird hier diskutiert, welche Einflüsse die Überzeugungen der Studierenden auf ihre Planung und Umsetzung im Lehr-Lern-Labor ausüben. Die Forschungsfrage wurde in Abschnitt 4.2 wie folgt beschrieben: *Wie beeinflussen subjektive Überzeugungen vom Lernen und Lehren die Strukturierungen im Lehr-Lern-Labor?*

Reflexion der Methodenauswahl und des Auswertungsverfahrens

Die zweite Forschungsfrage betreffend gibt es einige Anmerkungen zur Methodenauswahl und zum Auswertungsvorgehen, da es sich bei diesem Vorhaben wie bei keinem der anderen beiden Teilen der Forschungsarbeit um das Ziehen von Schlüssen über kognitive Strukturen auf Basis von Selbstauskünften der Studierenden handelt. Wie bereits in Abschnitt 5.2 beschrieben, kritisieren Autoren wie Riese & Reinhold (2010) oder Kufner (2013) ein solches Vorgehen, da die professionellen Handlungskompetenzen Studierender in ihren Augen nur durch die direkte Analyse der Performanz abgelesen werden können. Obgleich die Kritik in ihrer Essenz angebracht ist, muss für dieses Forschungsvorhaben eine Balance zwischen belastbaren Ergebnissen und forschungsökonomischer Effizienz gefunden werden.

Die Instrumente sind unter Berücksichtigung dieser Probleme entworfen worden und versetzen die Studierenden deshalb jeweils in Situationen, in denen ihre professionsorientierten Überzeugungen in der Praxis eingesetzt werden. Darüber hinaus hat das qualitative Datenformat

den Vorteil, die Studierenden nicht in feste Bahnen zu lenken, sodass ihre Überzeugungen nicht bereits durch die Methode selektiert werden. Bei der Erhebung der Sichtweisen auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler sowie auf das Lehren auf Basis von Grundmustern sind fiktive Situationen entworfen worden, die konträre Ansichten, ohne eine favorisierte Antwort zu liefern, gegenüberstellen. Dadurch wird vermieden, dass die Studierenden bzgl. der postulierten Ansichten der Fachdidaktik entscheiden und nicht auf ihre persönlichen Ansichten zurückgreifen. Überdies werden die Studierenden in den Interviews während der Laborphase stets mit Fragen zu ihren Überzeugungen konfrontiert, um eine weitere Perspektive zu den Fragebögen der Erarbeitungsphase zu erhalten. Es sind somit alle Faktoren berücksichtigt worden, um die Instrumente so zu gestalten, dass sie trotz ihrer kritischen Anlage das bestmögliche Ergebnis liefern.

Da selbst die Literaturanalyse zeigt, dass keine konforme Sicht über die Repräsentation von Überzeugungen vorliegt, ist es schwierig ein abschließendes Urteil zur Validität der Messinstrumente abzugeben (Fives & Buehl, 2012; Lamprecht, 2011). Die Strukturen der Antworten weisen jedoch darauf hin, dass die Studierenden in ihren Stellungsnahmen auf die antizipierten Konstrukte eingehen. Die Fragebögen werden sowohl vor als auch nach der Laborphase eingesetzt, um die Überzeugungen anhand der durchlebten Praxissituation konkret erfahrbar zu machen. Da es sich nicht um eine Wirkungsanalyse der Arbeit im Lehr-Lern-Labor handelt, wie in Interventionsstudien der Fall, sondern vielmehr die Einflüsse der Überzeugungen auf die Planung und Umsetzung gesucht werden, unterscheiden sich die eingesetzten Messinstrumente voneinander. Dies kann kritisch gesehen werden, die eben beschriebene Anlage der Studie liefert aber die Erklärung für diese Entscheidung. Darüber hinaus muss an dieser Stelle darauf geachtet werden, die Studierenden mit der Fülle der empirischen Erhebungen nicht zu überfordern, da sie alleine nach der Laborphase drei Fragebögen bearbeitet haben, die in der Summe ca. 45 Minuten Bearbeitungszeit beanspruchten. Die vorgestellten Ergebnisse basieren demnach auf den Ausführungen der Studierenden in den Fragebögen sowie auf den Ausführungen der sieben Gruppen während der Interviews. Durch die Voraussetzungen ist es leider nicht möglich gewesen, alle acht Gruppen des zweiten Moduldurchlaufs zu interviewen. Das Design-based research hat gestattet, dass die hier behandelte Forschungsfrage sowie die dritte Fragestellung erst nach dem ersten Moduldurchlauf hinzugefügt wurden. Die Analyse der ersten Interviews kann durch die implizite Natur der Überzeugungen nicht mehr als punktuelle Anhaltspunkte liefern.

Die Strukturierung der qualitativen Daten basiert auf der Zuteilung der studentischen Antworten zu verbreiteten Haltungen bzgl. verschiedener lerntheoretischer Inhalte. Da dieser Prozess stark abhängig von der kodierenden Person ist, wurden Wege gesucht, dieser Subjektivität zu entgehen. Die daraufhin entwickelten Kategorienschemata, die eine Explikation für die kodierenden Personen beinhaltet, wurden deshalb in den jeweiligen Abschnitten vorgestellt. Überdies ist für die Untersuchung der Überzeugungen zu subjektiven Lerntheorien eine zweite kodierende Person damit beauftragt, unter diesen Voraussetzungen die Antworten in die verschiedenen Kategorien einzuordnen. Wie bereits in Abschnitt 9.2.2 erwähnt, liegt die Übereinstimmung gemessen durch Cohens Kappa mit $\kappa \approx 0{,}9$ in einem sehr guten Bereich. Da es sich bei den anderen Einteilungen vor allem um tendenzielle Einschätzungen handelt, werden in diesem Fall keine weiteren Inter-Rater-Reliabilitäten angesetzt. Die qualitative Inhaltsanalyse lässt außerdem zu, die verschiedenen Schwerpunktsetzungen der Studierenden zu untersuchen und somit für die Auswertung abrufbar

zu machen. Da bei der Analyse von Textstellen immer der Kontext relevant ist, musste bei der Ergebnispräsentation darauf geachtet worden, dass dieser bedacht und somit die Aussagen nicht missinterpretiert werden. Dies gilt für alle drei Forschungsfragen, doch bei der angesprochenen Problematik der indirekten Schlussfolgerung von expliziten Äußerungen zu impliziten, kognitiven Strukturen hat diese Bemerkung die dringlichste Relevanz.

10.2.1 Schlussfolgerungen zu den Überzeugungen im Lehr-Lern-Labor

Die Darstellungen der verschiedenen Überzeugungen im vorigen Kapitel liefern Verbindungen zwischen der zweiten und der ersten Forschungsfrage. Diese werden in den kommenden Absätzen vorgestellt und bewertet. Dass Überzeugungen der Studierenden handlungsleitend sind, geht aus mehreren Studien hervor (Kufner, 2013). So wurde im Theorieteil bereits auf die Erfahrungen der *COACTIV*-Studie bzgl. professionsorientierter Überzeugungen und Werthaltungen von Mathematiklehrkräften eingegangen (Krauss et al., 2008).

In den Ergebnissen dieser Studie wurde mehrfach von einer Auflösung oder Stabilität der Überzeugungen vor und nach der Praxissituation besprochen. Diese Inkongruenz wird bei Fives & Buehl (2012) dadurch aufgelöst, dass die Überzeugungen von Lehrkräften unterschiedliche Funktionen einnehmen. In Testsituationen und Gesprächen werden die Überzeugungen aktiviert, die als Filter oder Rahmen dienen, und in Praxissituationen werden die Überzeugungen handlungsleitend, die als Richtlinien fungieren (Fives & Buehl, 2012). In diesem Falle müsste demnach nicht von Auflösungserscheinungen gesprochen werden, sondern vielmehr gefordert werden, die verschiedenen Funktionsbereiche der Überzeugungen gegenüber zu stellen. In eine etwas andere Richtung zeigen die Einschätzungen von Putnam & Borko (1997), die den Einfluss der Überzeugungen auf den Aufbau von Wissen und darüber hinaus die Relevanz der Bereitschaft, das neu erlernte Wissen in bestehende Handlungsschemata zu übernehmen, beschreiben. In den nächsten Abschnitten werden die Ergebnisse gebündelt dargestellt und mit weiteren Studien verglichen, sodass erneut ein Fazit bzgl. des Potentials für die Lehrerprofessionalisierung im Studium gezogen werden kann.

Sicht- und Tiefenebene im Lehr-Lern-Labor

Im Ergebniskapitel wurde aufgezeigt, dass in beiden Moduldurchgängen Studierende teilnehmen, die Schülerinnen und Schülern keine kognitiven Prozesse beim Experimentieren oder bei Konstruktionsaufgaben unterstellen. Nun könnte argumentiert werden, dass dies weiterhin nur Einzelfälle sind, da sich die Argumentation lediglich auf die Aussagen von Studierenden aus mindestens drei Gruppen stützt. Doch die Reproduktion der Ergebnisse im zweiten Durchgang sowie die Ähnlichkeit der Denkmuster lassen darauf schließen, dass weitere Untersuchungen ein ähnliches Ergebnis liefern müssten. Wie hoch der Anteil oder wie weitreichend und stabil die vorgestellten Überzeugungen der Studierenden sind, muss bei einer Fortführung der Forschung berücksichtigt werden.

Bereits im Zusammenhang mit der ersten Forschungsfrage hat sich herauskristallisiert, dass besonders die Beachtung der Tiefenebene im Lehr-Lern-Labor in jedem Teilschritt für die Studierenden herausfordernd ist. Sie planen, diagnostizieren, reflektieren und adaptieren zum Teil

ohne den Bezug zu den kognitiven Prozessen der Schülerinnen und Schüler. Sie bleiben auf der Sichtebene oder unterziehen die Tiefenstruktur maximal einer oberflächlichen Untersuchung.

Durch die Analyse der Daten konnte weiterhin gezeigt werden, dass ein Teil der Studierenden der Diagnose von Denk- und Lernprozessen einen geringen Stellenwert zuschreiben (siehe auch Abschnitt 7.2.1). Diese Studierenden gehen davon aus, dass es während Experimentierphasen zu keinem nennenswerten Aufbau von Fachwissen kommt. Dadurch wird auf Diagnosemittel verzichtet. Es findet aus diesem Grund keine Diagnose statt, da die Studierenden nicht davon ausgehen, dass kognitive Prozesse bei den Schülerinnen und Schülern ablaufen. Beim Literaturstudium werden keine Hinweise gefunden, die in die gleiche Richtung weisen. Deshalb ist es gerade bei dieser entlarvenden Feststellung wichtig, dass sie durch weitere Forschung gestützt und die pädagogische Praxis darauf ausgelegt wird.

Subjektive Lerntheorien und ihre Auflösungen durch die Praxis

Wie im vorigen Kapitel dargelegt, kommt es bei einem Teil der Studierenden zu Auflösungserscheinungen ihrer konstruktivistisch geprägten Ansichten. Während sie ihr träges Ausbildungswissen nicht aktivieren, treten bei mehreren Studierenden aus unterschiedlichen Gruppen neue Überzeugungen durch die Beantwortung der Fragebögen auf. Sie sehen in der Art und Weise, wie Schülerinnen und Schüler lernen, eine Abhängigkeit zur eingesetzten Methodik. Es kommt für diese Studierenden auf die Eigenaktivität der Schülerinnen und Schüler an. Wenn diese hoch ist, wie in Experimentier- oder Konstruktionsphasen der Fall, können die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen selbstständig aufbauen (*konstruktivistische Sicht aufs Lernen*). In Phasen, die durch Instruktionen geprägt sind, wie bei Konzeptbildungsvorgängen oder Lehrervorträgen, müssen die Schülerinnen und Schüler das Wissen der Lehrkräfte übernehmen (*transmissive Überzeugung*). Dieses Vermittlungsmuster zeigt ein fehlendes Einfühlungsvermögen für die kognitiven Prozesse der Lernenden bzw. ein oberflächliches Verständnis für den konstruktivistischen Lerngrundsatz. Denn selbst wenn die Studierenden in theorielastigen Phasen Inhalte aufbereiten, müssen die Schülerinnen und Schüler diese für sich verarbeiten und somit das Wissen ungeachtet der Methode aufbauen. Wenn die Studierenden in einigen Unterrichtsphasen davon ausgehen, ihr Wissen direkt in die Köpfe der Schülerinnen und Schüler implementieren zu können, dann muss ihnen generell eine transmissive Sichtweise aufs Lernen zugeschrieben werden. Fest steht, dass die Studierenden ihren Standpunkt scheinbar je nach Bedarf verändern, dass es sich somit um weitreichende Überzeugungen handeln kann, ist nicht zu erwarten. Die zuvor erwartete Einteilung in die zwei gegensätzlichen Ausprägungen vom konstruktivistischen Muster und transmissiven Einstellungen musste demzufolge aufgeweicht werden, um dem Datenmaterial zu entsprechen.

Zwischen den beiden Extremen existieren auch weitere Überzeugungen oder Erklärungsmuster, die bei Lamprecht (2011) nachgelesen werden können. In dieser Studie wird der Typ des Vermittlungsmusters beschrieben. Hierbei handelt es sich um Unterricht, der eine hohe Schüleraktivität aufweist, jedoch davon ausgegangen wird, dass die Lernenden rezeptartig Wissen übernehmen. Dieses Vermittlungsmuster kommt den Beschreibungen der Studierenden sehr nahe, da auch diese die Schülerinnen und Schüler aktivieren wollen, aber davon überzeugt sind, dass Wissen übergeben werden kann. Auch die Befragung von Politikreferendarinnen und -referendaren weist auf Probleme hin, die durch welche die Einteilung in zwei diskrete Positionen entstehen und

stellt vielmehr inkonsistente Neigungen der Lehrkräfte bzgl. der Lerntheorien heraus (Weißeno, Weschenfelder & Oberle, 2013)Neben diesem konkreten Beispiel werden auch Stellen in der Literatur gefunden, welche die Auflösungserscheinungen des trägen Ausbildungswissens beschreiben. Die Studie von Terhart (1994) beschreibt als Ergebnis einen hohen Anteil an Auflösungserscheinungen beim berufspraktischen Wissen. Diese Entwertungseffekte werden dabei mit einem gewissen Praxisschock erklärt. Weiterhin erkennen Larcher & Oelkers (2004) die Gründe für die Probleme bei der praktischen Anwendung des erlernten Wissens im „inkohärenten und widersprüchlichen“ Ausbildungswissen (Larcher & Oelkers, 2004, S. 143). Oser & Oelkers (2001) können bei der Wirkung des Studiums nur dann positive Entwicklungen nachzeichnen, wenn die Studierenden bewusst erfahren, dass sie Fortschritte bei der Performanz erzielen.

Die Untersuchung des Professionswissen in dieser Erhebung ist qualitativer Natur, sodass keine Aussage darüber getroffen werden kann, ob es einen empirisch belegbaren Zusammenhang zwischen den Dimensionen des fachdidaktischen, fachlichen und pädagogischen Wissens und den erhobenen Überzeugungen gibt. Es gibt dennoch Anzeichen in anderen Studien, welche diese Schlussfolgerung unterstützen. Beispielsweise die *COACTIV*-Studie kann signifikante Korrelationen feststellen (Krauss et al., 2008), die auch Riese & Reinhold (2010) zwischen guter Ausprägung des Professionswissens und angemessenen Überzeugungen reproduzieren:

> *Ebenso geht hohes fachdidaktisches und pädagogisch-psychologisches Wissen mit angemessenen bzw. ‚erwünschten‘ Vorstellungen zum Lehren und Lernen einher. Zum einen kann diese Beobachtung damit begründet werden, dass es sich jeweils um wissensnahe Bereiche handelt, da auch Zusammenhänge mit nicht unmittelbar angrenzenden Wissensbereichen erkennbar sind. Zum anderen wird in der Literatur die Vermutung geäußert, dass Beliefs den Wissenserwerb selbst beeinflussen und entsprechende Konstellationen einem hohen Professionswissen dienlich sein könnten. Dies würde die Notwendigkeit einer expliziten Förderung angemessener Beliefs im Lehramtsstudium unterstreichen (Riese & Reinhold, 2010, S. 184).*

Interessant ist darüber hinaus, dass die Gruppen, die angeben, Basismodelle des Lernens bei der Strukturierung zum Abgleich ihrer Planungen einzusetzen, geschlossen von dem konstruktivistischen Standpunkt abrücken und eine Mischform der Lerntheorien als Erklärungsmöglichkeit ansehen. Welcher Zusammenhang zwischen den subjektiven Lehr- und Lerntheorien besteht, ist deshalb ein wichtiges Forschungsfeld. Die Studie von Staub & Stern (2002) stellt eine empirische Verbindung zwischen den konstruktivistischen Ansichten der Lehrkräfte und den Leistungen der Lernenden heraus.

Einstellungen zu Grundmustern des Lernens

Die Basismodelle des Lernens sollen den Studierenden helfen, sich auf die Tiefenebene der Schülerinnen und Schüler zu beziehen, indem sie die Sichtebene spezifisch auf die Lernschrittfolgen zuschneiden. Es zeigt sich jedoch in den Ergebnissen, dass nur wenige Studierende diesen Weg tatsächlich gehen, sondern lieber anhand bekannter Planungsraster ihre Stunden vorbereiten. Auch das vorgeschlagene Planungsraster, das explizit auf den Basismodellen des Lernens aufbaut, wird nur in wenigen Fällen eingesetzt. Dies wird auch in der Untersuchung von Richter & Komorek (2017) als Ergebnis aufgezeigt, da es für die Studierenden besonders

anspruchsvoll und zeitintensiv ist, sich in diese neue Art der Unterrichtskonzeption einzudenken. Diese Ergebnisse liefert auch die Studie von Brouër (2001), die zwar einen Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler durch den Einsatz der Basismodelle des Lernens messen kann, allerdings die Arbeit auf Grundlage der Basismodelle auch für gestandene Lehrkräfte als herausfordernd einstuft. Es ist somit wenig verwunderlich, dass ausgerechnet die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler in allen Teilschritten des Zyklischen Forschenden Lernens vernachlässigt werden. Ob hier ein direkter Bezug besteht, lässt sich nicht mit Sicherheit beschreiben. Aus diesem Grund stellt der angesprochene Forschungsgegenstand eine vielversprechende Variable für weitere Studien dar.

Die Studierenden können sich zum einen vorstellen, dass Schülerinnen und Schüler individuell lernen, aber ihre Lernprozesse darüber hinaus auch Regelmäßigkeiten aufweisen. Dadurch können Lernschritte herausgearbeitet werden, die allgemeingültig anzusehen sind. Diese Verteilung fasst den jetzigen Diskurs zu den Basismodellen des Lernens bereits gut zusammen. Osers alternativlose Abfolge der Lernschritte lässt daran zweifeln, dass in den Basismodellen des Lernens genug Raum für die individuellen Bedürfnisse der Lernenden ist. Deshalb haben Krabbe et al. (2015) beim Bezug auf das Fach Physik die Starrheit der Vorgaben gelockert und festgehalten, dass die Lernschrittabfolgen beispielweise durch eingeschobene Basismodelle verschachtelt werden können. Osers Gedanke, dass Lernen nur dann optimal verlaufen kann, wenn die Schritte in der korrekten Reihenfolge und umfassend ablaufen, bleibt dennoch bestehen (Oser, 2001). Dem widersprechen hingegen Heidkamp & Kergel (2014), die folgendes postulieren: „Lernprozesse sind so individuell wie das Individuum, das lernt.“ (Heidkamp & Kergel, 2014, S. 70).

Bei den subjektiven Lehrtheorien der Studierenden zeigt sich darüber hinaus, dass sie bereits vor ihrem aktiven Start in den Beruf von der Institution Schule desillusioniert sind. Dies wird dadurch deutlich, dass sie das freie Vorgehen der Lernumgebungen im außerschulischen Lehr-Lern-Labor nur bedingt auf die Schule übertragen können, da dort Lerndruck für die Schülerinnen und Schüler herrscht und Lehrverpflichtungen auf Basis der Kern- und Schulcurricula für die Lehrkräfte die Unterrichtskonzeption beschränken. Als Berufsanfänger ist es nicht einfach, etwas an der Situation in der Schule zu verändern. Auch in der Literatur finden sich Beiträge, die diese Einschätzung der Studierenden unterstützen (Radtke, 2004). Allerdings ist es enttäuschend, dass die Studierenden keine Bereitschaft verspüren, ihre Sicht mit in die Schule zu transportieren, sondern einen uneingeschränkten Anpassungswunsch vertreten, um Problemen aus dem Weg zu gehen.

Fazit

Es kann zusammengefasst werden, dass die Studierenden in ihren Umsetzungen der Lehr-Lern-Situationen von ihren Überzeugungen beeinflusst werden. In einigen Fällen liegen unangemessene Vorstellungen von Lehren und Lernen vor, die nur durch ständige Sensibilisierung des eigenen Standpunktes über den Verlauf des Studiums verändert werden können. Dies wird dadurch deutlich, dass die Studierenden zwar die konstruktivistischen Ansätze reproduzieren, dieses Wissen in der Laborphase allerdings träge bleibt und vielmehr auf unreflektierte, veraltete Verhaltensweisen zurückgegriffen wird. Das Modul, in das die Lehr-Lern-Labor-Situationen integriert worden sind, muss nicht nur dafür sorgen, die Vorstellungen der Studierenden an

Tageslicht zu bringen, sondern es muss darüber hinaus diese Vorstellungen in Diskussionen und Reflexionsanlässen für die Studierenden erfahrbar und flexibel zu machen.

10.3 Studierende entwickeln den Forschungsmodus

Für die dritte Forschungsfrage wird untersucht, wie die Studierenden in ihren Abschlussberichten ihre Forschungsprojekte vorstellen, welche Sicht sie dabei auf ihren Forschungsprozess darstellen und ob sie ihre Aktivitäten überhaupt als Forschung begreifen. Dies soll die Frage aus Abschnitt 4.3 beantworten: *Inwiefern gelingt es Studierenden, ihr Vorgehen als Forschungsprozess zu verstehen und zu beschreiben? Inwieweit können sie sich von ihren eigenen Strukturierungen und deren Wirkungen kritisch distanzieren?*

Die Ausführungen des Abschnitts 9.3 bieten die Grundlage für die folgenden Überlegungen: In der Art und Weise, wie die Studierenden ihre Forschungsergebnisse kommunizieren, zeigt sich ihre Grundhaltung dazu, wie sie ihre Lernumgebungen analysieren und somit auch das Verständnis ihrer späteren Profession darzustellen. Einen forschenden Blick zu entwickeln, das eigene Tun und die Reaktionen der Schülerinnen und Schüler kritisch zu betrachten und eine Distanz zum eigenen Handeln aufzubauen und dabei Methoden der Selbst- und Fremddiagnose zu nutzen, wird als wichtiger Teil der Profession im Lehrerberuf angesehen (Meyer, 2006). Diese Grundhaltung kann kurz als Forschungsmodus beschrieben werden. Aber diesen Wunsch bzw. diese Forderung umzusetzen, ist keine einfaches Unterfangen, denn wie oben beschrieben, ist das Selbstverständnis vieler Studierender eher noch das des Wissensvermittlers, obgleich sie es an anderen Stellen anders angeben. Die Bewegung geht von der Lehrkraft zum Schüler, die Vorstellung vom Lehren und Lernen ist die der Wissensübergabe und -übernahme. Mit dem Instrument des Lehr-Lern-Labors besteht die Chance, einen Perspektivwechsel hin zu einem Forschungsmodus zu erreichen bzw. die Koexistenz von Lehr- und Forschungsmodus zu ermöglichen.

In der vorliegenden Studie zeigt sich, dass die Studierenden generell in der Lage sind, ihre Forschungsprozesse zu rekonstruieren, also nachträglich zu beschreiben. Doch bleiben sie durch bestimmte Grundhaltungen oft an der Oberfläche. Naheliegend ist der Schluss, dass ein hohes Verständnis für die Wiedergabe von Forschungsprozessen, wie sie sich auch im normativen Modell von Meyer (2006) finden, eine genaue Passung der Lernumgebung zu den Bedarfen der Schülerinnen und Schüler mit sich zieht. Dazu gehören weiterhin die Darstellungen der Tiefenstruktur der Schülerinnen und Schüler. Die Ergebnisse zeigen die Faktoren auf, die das Sprechen über den Forschungsprozess beeinflussen. Zunächst konnte beschrieben werden, dass die Studierenden nicht verstehen, wie die Berücksichtigung einer Forschungsfrage ihre Erfahrungen im Lehr-Lern-Labor positiv beeinflussen sollten. In Abschnitt 2.2 wurde vorgestellt, dass es bei der Durchführung von kleinen Forschungsvorhaben zum Erlernen neuer Reflexionsstrategien kommen kann. Andererseits kann es zu der Bestätigung und somit Festigung von Überzeugungen kommen (Schneider, 2009). Die Daten einiger Gruppen haben gezeigt, dass es tatsächlich zu einer Festigung ihrer Überzeugungen gekommen ist. Sie halten das Erforschen von Denk- und Lernprozessen für irrelevant, da sie in der Zeit im Lehr-Lern-Labor nur wenig kognitive Prozesse erwartet haben.

Ein weiteres Problem steckt in den Forschungsergebnissen der Studierenden. Diese können ohne Ausnahme als „trivial“ angesehen werden. Schneider (2009) führt auch diesen Umstand in seinem Artikel an, in dem er eine Einbettung in ein theoretisches Bezugssystem fordert:

> *Ohne Rückbindung an bzw. Einbettung in einen theoretischen Bezugsrahmen, der vor dem Hintergrund der jeweils ermittelten (Praxis-)Forschungsfrage von den Studierenden in Begleitung erarbeitet werden muss, verbleiben die einzelnen Untersuchungsvorhaben auch empirisch auf einer trivialen Ebene: man beobachtet, misst und befragt, was schon beobachtet, gemessen und beantwortet ist (Schneider, 2009, S. 33).*

Im Hinblick auf die Modulstruktur ist zu konstatieren, dass die Studierenden bei der Suche ihrer Forschungsgebiete geführt und diese Prozesse durch vorgegebene, theoretische Bezugsrahmen angeleitet wurden. Bei einer weiteren Durchführung muss also darauf geachtet werden, dass auch in dieser Dimension der Freiheitsgrad für die Studierenden angepasst wird, damit die Qualität der Forschung auch die Güte des Forschenden Lernens positiv beeinflussen (Fichten, 2013).

Die Ergebnisse zeigen, dass es nicht trivial ist, durchgeführte Forschungen zu kommunizieren, also auch den forschenden Blick einzunehmen, der die Präsentation von Erkenntnissen einschließt. Dabei kann durch die Analyse der Abschlussberichte verdeutlicht werden, welche Herausforderungen die Studierenden beim Verschriftlichen überwinden müssen. Die Forschungsberichte ähneln dabei Praktikumsberichten mit hohem narrativem Anteil, sodass Hypothesen und Forschungsfragen und deren Beantwortung nur nebenbei aufgeführt werden. Auch die kritische Auseinandersetzung mit dem eigenen Forschungsprozess und den eingesetzten Methoden ist nur bei wenigen Studierenden erkennbar.

10.4 Das Modul im Design-based research-Prozess

Das Modul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“ ist ein reguläres Modul der Master of Education Phase, das in dieser Studie weiterentwickelt werden sollte. Es galt zu prüfen, inwieweit sich in vorhandene reguläre Module Lehr-Lern-Labor-Elemente integrieren lassen. Die empirischen Untersuchungen auf Ebene der Studierenden sind in einem Design-based research-Ansatz genutzt worden, um Rückschlüsse auf die Struktur des Moduls zu gewinnen. Zwei solche Überarbeitungsschleifen über mehrere Semester hinweg sind umgesetzt worden und es haben verschiedene Abwandlungen des Moduls stattgefunden. Auch nach dem dritten Durchgang des Moduls sind Veränderungen angezeigt, denn im Sinne des Design-based research werden immer erneut Erkenntnisse gewonnen, die Anlass zur Weiterentwicklung des Designs geben.

Je nach Bedarf der Studierenden kann, wie es auch in den zwei Moduldurchgängen geschehen ist, die Einteilung der Phasen verändert werden. Dadurch können zwischen der Erarbeitung, der Planung und der Reflexion unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt werden, sodass das Modul verschiedene Funktionen in der Ausbildung neuer Physiklehrkräfte einnehmen kann. Davon ist lediglich die Laborphase auszuklammern, da die Kernidee des Moduls - das Zyklische Forschende Lernen - ihr volles Potential erst durch einen mehrfachen Besuch der Schülerinnen und Schüler entfalten kann. Dies lässt sich schon allein durch die vielen Äußerungen der Studierenden

begründen, die beschreiben, wie sie sich aufgrund der mehrfachen Besuche auf die Schülerinnen und Schüler einlassen können.

Eine erweiterte Erarbeitungsphase kann um weitere Elemente ergänzt werden, indem beispielsweise die Betrachtung der Basismodelle des Lernens und die Erarbeitung des Planungsrasters getrennt werden oder weitere Termine zum Thema Diagnose von Lernprozessen eingefügt werden. So könnten die Studierenden in Kleingruppen ähnlich einem World-Café oder Stationenlernen die verschiedenen Diagnosetools kennenlernen und an einander erproben. Obgleich das Modul so geplant ist, dass es die Studierenden zur Eigenständigkeit anregen möchte, stellen sich die Hochschullehrenden darauf ein, mehr Hilfestellungen geben zu können bzw. bei Bedarf mehr Vorgaben zu machen. Hierin besteht eine wichtige Differenzierungsmaßnahme, die je nach mitgebrachten Kompetenzen und Voraussetzungen der Studierenden anzuwenden sind.

In den beiden regulären Durchgängen wurde weiterhin die Organisation der Schülerinnen und Schüler unterschiedlich gehandhabt. Im ersten Jahr wurde von den Studierenden erwartet, die Schülerinnen und Schüler selbst für das angedachte Projekt zu begeistern, während im darauffolgenden Jahr Schülerinnen und Schüler aus einem Interessentenpool gesammelt angesprochen wurden. Beide Modi haben dabei Vor- und Nachteile. Während die Studierenden die Schülerinnen und Schüler bereits kennen, ist es eine größere Belastung, die Schülerinnen und Schüler eigenständig akquirieren zu müssen. Der Vorteil beim Modus aus dem zweiten Moduldurchlauf ist der, dass die Studierenden keine Mehrarbeit leisten müssen. Sie bekommen dadurch jedoch im Vorfeld keine Hinweise auf die Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler.

Eine Kritik am Design-based research-Ansatz wird von Levin & O 'Donnell (1999) angesprochen allerdings in Barabs (2009) Artikel relativiert:

> *Critics of such research further argue that any interpretation not generated using an experimental methodology can at best provide formative insights that must be then tested through more controlled experimentation. If this is true, then even if learning scientists present rich accounts of learning as it unfolds in complex contexts, they will have a difficult time convincing policy makers, teachers, and other researchers of the theoretical and practical value of our work (Levin & O 'Donnell, 1999) (Barab, 2009, S. 164).*

Für das Vorgehen im Rahmen dieser Studie ist zu sagen, dass die Wechselbeziehung von empirischer Erhebung auf Seiten der Studierenden und Entwicklungsarbeit auf Seiten des Moduls durch die Horchschullehrenden einen großen Fortschritt gebracht hat. Der Fortschritt liegt darin, dass die Veränderungen begründbar sind und dass die Wirkungen der Veränderungen untersucht werden können. Es ist hier also ein Beispiel entwickelt worden, wie Hochschulmodule generell weiterentwickelt werden können und wie empirische Forschung dazu beitragen kann. Die Veränderung beziehen sich beim Design-based research-Ansatz immer auf das Gesamtgefüge des Designs, hier also auf die Struktur des Moduls, einzelne Parameter werden nicht isoliert verändert. In der vorliegenden Studie hat sich dieses komplexe Vorgehen bewährt und zu einem reichhaltigen, flexiblen Modul geführt.

10.5 Curricular denken, modular handeln

In den vorigen Abschnitten konnte deutlich aufgezeigt werden, wie wichtig eine Neuausrichtung des fachdidaktischen Curriculums ist, um die Probleme der Studierenden bzgl. der Erforschung kognitiver Prozesse ihrer Lernenden zu adressieren und das Potential der Lehr-Lern-Labore maximal auszuschöpfen. Eine Umsetzung dieser Forderungen, die Professionalisierungsprozesse und professionsorientierten Überzeugungen mitzugestalten, wird durch ein Curriculum der Lehr-Lern-Labore entsprochen. Obgleich bereits mehrere schulpraktische Phasen im Studium implementiert sind, fehlt es ihnen an einer Vernetzung mit den Inhalten, sodass ihre Möglichkeiten zum Kompetenzausbau nicht ausgeschöpft werden (Hericks, 2006). Auch die Deutsche Physikalische Gesellschaft (2014) sehen in ihrer Studie zur fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung die Einführung mehrerer kurzer Praxisphasen im Lehr-Lern-Labor als sinnvoller an, als ein eigenständiges Praxissemester ohne fachdidaktische Betreuung. Die KMK (2017) fordert, dass Studienabsolventinnen und -absolventen eine Auswahl an verschiedenen fachdidaktischen Kompetenzen durch ihr Studium aufbauen. Lehr-Lern-Labore eignen sich besonders dazu, aktuelle Ergebnisse der Lehr-Lern-Forschung für die Studierenden aufzubereiten oder mit ihnen darüber zu diskutieren. Darüber hinaus bieten sie die Möglichkeit, Lernarrangements zu gestalten, die passgenau auf die individuelle Förderung heterogener Lerngruppen eingehen. Und schließlich befähigt die Studierenden gerade das adaptive Lehr-Lern-Labor dazu, eigene Unterrichtseinheiten durchzuführen und kriteriengeleitet zu reflektieren (KMK, 2017).

Seit dem Start des AdLehr-Projektes im Jahr 2014, das gleichzeitig der Beginn der Potentialanalyse von adaptiven Lernumgebungen für die universitäre Lehrerbildung ist, sind im Bereich der Physikdidaktik an der Universität Oldenburg mehrere neue Praxissituationen implementiert worden. Es wird angestrebt, neben den Schulpraktika die Lehr-Lern-Labore im Fach Physik zum zweiten Eckpfeiler der Theorie-Praxis-Verzahnung auszubauen. In Abbildung 10.2 sind dafür beide Formen der Praxisräume aufgeführt. Außerdem sind die verschiedenen Schwerpunktsetzungen der Lehr-Lern-Labore zu sehen, die sich kumulativ aufbauen.

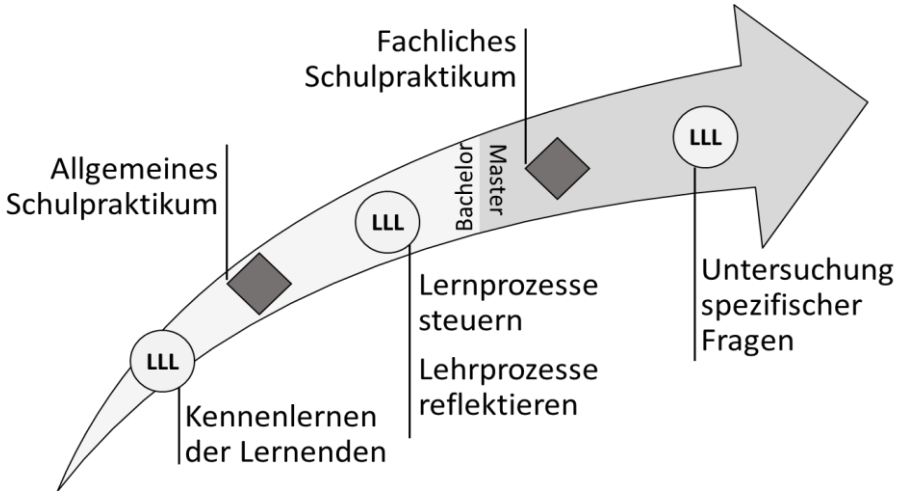

Abbildung 10.2 Das Lehr-Lern-Labor Curriculum der Physik-Lehrerbildung an der Universität Oldenburg

Dass es wichtig ist, neben den Praktika auch Micro-Teaching-Situationen einzubinden, zeigen beispielsweise die Studien von Makrinus (2012) oder Krofta & Nordmeier (2014) und selbstredend die Ergebnisse dieser Arbeit. Diesem Wunsch muss allerdings nicht ohne kritische Auseinandersetzung stattgegeben werden. Studien zeigen, dass Studierende in überfordernden Situationen keine Kompetenzen aufbauen können, sondern vielmehr durch den Praxiseinsatz demotiviert und verunsichert zurück bleiben (Scharlau, 2013). Basierend auf den Ergebnissen der Studierenden im Lehr-Lern-Labor ist nicht davon auszugehen, dass diese durch die Praxissituation überfordert werden, da sie beispielsweise in der Mehrheit der Gruppen sogar das Betreuungsverhältnis künstlich verändert haben. Das konzipierte Modul ist als dritter Aufenthalt im Lehr-Lern-Labor vorgesehen. Dazu sollen die Studierenden in ihrem Besuch ein eigenes Forschungsprojekt durchführen, sodass ihre Planung als Konsequenz besser zu den Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler passt. Dies ist allerdings am Ende des Masterstudiums nur die letzte Möglichkeit für die Studierenden, sich zu professionalisieren. Im Modulhandbuch wird dies wie folgt beschrieben:

> *Es werden berufsbezogene Kompetenzen zukünftiger Physiklehrerinnen und -lehrer im Umgang mit empirischen (physikdidaktischen und physikhistorischen) Forschungsmethoden und den Ergebnissen empirischer Forschung entwickelt. Die Beurteilung und Umsetzung für eigene Unterrichtsprozesse wird geschult (Universität Oldenburg, 2018, S. 29).*

In der Mitte des Studiums ist weiterhin eine Sequenz im Lehr-Lern-Labor verankert. Das Experimentalpraktikum mit Berufsbezug beinhaltet eine Lehr-Lern-Situation, die von den Studierenden ausgestaltet werden muss. Dazu entwerfen die Studierenden jedoch keine dreigeteilte Lernumgebung, die jeweils eine Zeitspanne von 90 Minuten einnimmt, sondern entwickeln an zwei Terminen im Semester eine Lernstation von ca. 30 Minuten. Diese wird dann mit mehreren Schülergruppen (mindestens drei) durchgeführt. Dadurch haben die Studierenden die Möglichkeit, ihr Konzept mehrfach zu erproben und gleichzeitig ihre eigenen Lehrhandlungen zu reflektieren. Eine gewinnbringende Neuerung kann die Vorbereitung eines Themas sein, das die Studierenden im Abstand von wenigen Wochen die gleiche Lernstation durchführen. Dadurch wird eine Adaption des Inhaltes möglich. Dies ist zu begrüßen, da die Studierenden somit zum einen lernen, den Lerngegenstand für viele Schülerinnen und Schüler aufzubereiten und zum anderen, im vorgestellten Modul, den Lerngegenstand auf spezifische Lernende anzupassen.

Seit dem Sommersemester 2017 ist außerdem das Projekt *SchAU* im Lehr-Lern-Labor eingegliedert. Es dient dazu, Studienanfängerinnen und -anfängern im Rahmen des Begleitseminars zum Orientierungspraktikum einen ersten Kontakt zu Lernenden aus der Perspektive der Lehrkraft zu bieten. *SchAU* steht dabei für die drei Orte, die bei diesem Projekt eine Rolle spielen. Zunächst hospitieren die Studierenden in der Schule und leiten die Schülerinnen und Schüler in einer Gruppenarbeit an. Im nächsten Schritt besuchen die Studierenden gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern einen außerschulischen Lernort. In diesem Zusammenhang können die Studierenden die Interaktion der Schülerinnen und Schüler mit dem Lerngegenstand der zu konzipierenden Lernarrangements sehen. Zuletzt planen die Studierenden eine Lernumgebung, die sie mit den Schülerinnen und Schülern in der Universität und dem Lehr-Lern-Labor umsetzen. Dadurch erhalten die Studierenden die Möglichkeit, die zuvor gesammelten

Eindrücke zum Verhalten der Schülerinnen und Schüler aus der Schule sowie deren Vorwissen vom außerschulischen Lernort in ihrer Konzeption einfließen zu lassen. Die Studierenden führen die Lernstation ein einziges Mal durch, sodass ihre Ressourcen, sich immer wieder auf neue Schülerinnen und Schüler einzulassen, geschont werden. Diese Veranstaltung wurde beim ersten Durchgang durch eine Abschlussarbeit von Kerstin Schneuing begleitet, die zu dem Ergebnis kommt, dass die Modulstruktur geeignet ist, den Studierenden erste Praxiserfahrungen zu ermöglichen.

Durch den Willen zur Innovation sind in der Oldenburger Physiklehrerbildung neue Modulstrukturen implementiert worden, um Praxisbezüge zu stärken. Ein weiteres Anliegen, das in den nächsten Jahren verfolgt wird, ist ein Ausbau der Vernetzung einzelner Theorie-Praxis-Phasen, um ein ausgewogenes Theorie-Praxis-Curriculum zu entwickeln, das die aufgeworfenen Bedarfe der Studierenden zu erfüllen. Die Abwechslung zwischen Lehr-Lern-Labor und Praktikum bietet die Möglichkeit, die Erfahrungen aus einer Praxisphase in der nächsten zur Reflexion einzusetzen und dadurch eine höhere Verknüpfung der praxisrelevanten Wissensdomänen zu schaffen.

10.6 Fazit

Die aufgeworfenen Fragen in dieser Arbeit müssen als Beitrag zur aktuellen Forschung gesehen und als Aufforderung für weitere Forschungsaktivitäten verstanden werden. Zum einen wird durch das Forschungsvorhaben gezeigt, welches Potential in Lehr-Lern-Laboren steckt, da dort den Studierenden mit hoher Prägnanz gezeigt wird, welche Anforderungen an Lehrkräfte gestellt werden. Als übergreifendes Ergebnis hat sich gezeigt, dass Studierende Probleme haben, sich sowohl während der Planung von Unterricht, als auch in den Teilprozessen der Diagnose, Reflexion und Adaption auf die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler einzulassen. Es muss davon ausgegangen werden, dass es sich bei der Vernachlässigung der Denk- und Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler um Entscheidungen auf Basis der Überzeugungen der Studierenden handelt. Diese unangebrachten Überzeugungen scheinen ein verbreitetes Phänomen zu sein, auf das bisher nur wenig in der universitären Lehre eingegangen wird.

Die Studierenden werden durch die Lehrveranstaltungen nicht genügend dazu angeregt, ihre Schülervorstellungen vom Unterrichten umzudeuten und durch schülerorientierte, konstruktivistische Einstellungen auszuweiten. Das Lehr-Lern-Labor kann somit Lernanlässe in diesem Sinne bieten. Einzeln betrachtet, ist es nicht möglich, die jahrelange Kultivierung der transmissiven Einstellungen umzudeuten, sodass das gesamte Studium darauf ausgerichtet sein und in einem systematischen und kumulativen Kompetenzaufbau über die fachdidaktische Komponente hinaus unter Einbezug erziehungswissenschaftlichen Veranstaltungen münden muss.

Auch das Modell des Zyklischen Forschenden Lernens muss weiteren Prüfungen unterzogen werden, da durch die vorliegende Arbeit gezeigt werden konnte, dass die Einteilung in die Teilprozesse sinnvoll ist, jedoch keine Daten darauf bezogen werden, welche Veränderungen die Studierenden durch die verschiedenen Zyklen entwickeln. Weiterhin ist nicht geklärt, ob alle Teilprozesse durchlaufen werden müssen oder ob auch Teilprozesse ausgelassen werden können

oder in anderer Reihenfolge stattfinden. Im jetzigen Zustand ist überdies die Adressatenfrage des Modells nicht ausreichend geklärt. Für Hochschullehrende müssten die gefundenen Verbindungen zwischen den Überzeugungen viel deutlicher in die Betrachtung einbezogen werden und aus Sicht der Studierenden müssen die kognitiven Prozesse der Schülerinnen und Schüler scheinbar noch stärker in den Fokus treten.

Als Fazit kann geschlossen werden, dass die Entwicklung von innovativen Hochschulmodulen noch in vielen Bereichen am Anfang steht, dies scheint paradox, da die universitäre Lehrerbildung den Anspruch hat, moderne und progressive Lehramtsanwärter in die nächste Phase der Ausbildung zu entlassen. Die modularen Strukturen sind dazu allerdings, anders als in den präsentierten Grundhaltungen und konstruktivistischen Methoden gefordert, selten differenzierend konzipiert. In ihnen wird in den wenigsten Fällen systematisch die Heterogenität der Studierendenschaft erhoben. Auch der *switch from teaching to learning* wird zwar propagiert, aber größtenteils durch Feedback oder Reflexionsanlässe und Beratungsgespräche außerhalb der Hochschulveranstaltungen herbeigeführt und nicht innerhalb der Lehrveranstaltungen vermittelt.

Das Lehr-Lern-Labor ist reich an Potential für die Studierenden. Es ist aber sicherlich kein Allheilmittel für die Probleme in der Lehrerbildung.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 5.1 Vorhandene Daten der 13 untersuchten Gruppen 72
Tabelle 5.2 Gütekriterien qualitativer Forschung und die Erfüllung in der vorliegenden Studie . 74
Tabelle 9.1 Kategoriensystem zur Auswertung der Planungsprozesse der teilnehmenden Studierenden 121
Tabelle 9.2 Kategoriensystem zur Analyse von Erfahrungen während der Durchführung der Lehr-Lern-Labore 122
Tabelle 9.3 Kategoriensystem zur Untersuchung von Diagnoseprozessen der Gruppen 122
Tabelle 9.4 Kategoriensystem zur Untersuchung von Reflexionsprozessen der Interviewten ... 123
Tabelle 9.5 Kategoriensystem bzgl. der Adaptionsprozesse zur Professionalisierung der Studierenden 124
Tabelle 9.6 Themen und Lernziele der Lernumgebungen 158
Tabelle 9.7 Ausprägungen der Kategorie Segmentierung/Sequenzierung 160
Tabelle 9.8 Ausprägungen der Kategorie Adaptionsmöglichkeiten 162
Tabelle 9.9 Ausprägungen der Kategorie Erwartete Schülervorstellungen und Vorwissen 163
Tabelle 9.10 Ausprägungen der Kategorie Elementarisierung 165
Tabelle 9.11 Ausprägungen der Kategorie Zentrale Handlungskomponenten im Lehr-Lern-Labor 166
Tabelle 9.12 Ausprägungen der Kategorie Struktur der Instruktionen 169
Tabelle 9.13 Ausprägungen der Kategorie Spontane Adaption 173
Tabelle 9.14 Ausprägungen der Kategorie Eigeneinschätzung der Studierenden zu ihren Lehrhandlungen 175
Tabelle 9.15 Ausprägungen der Kategorie Diagnosemittel 181
Tabelle 9.16 Ausprägungen der Kategorie Funktionen von Diagnosesituationen 184
Tabelle 9.17 Ausprägungen der Kategorie Ergebnisse der Diagnosetools 186
Tabelle 9.18 Ausprägungen der Kategorie Reflexion der Diagnosemittel 188
Tabelle 9.19 Ausprägungen der Kategorie Grundlage der Reflexion 194
Tabelle 9.20 Ausprägungen der Kategorie Reflexion über Prozesse der Lernenden 196
Tabelle 9.21 Ausprägungen der Kategorie Defizite und Stärken des Lehr-Lern-Konzepts 200
Tabelle 9.22 Ausprägungen der Kategorie Bedarf für Anpassungen 205
Tabelle 9.23 Ausprägungen der Kategorie Gegenstand der Anpassung 209
Tabelle 9.24 Ausprägungen der Kategorie Ziele der Anpassung 212
Tabelle 9.25 Ausprägungen der Erwartung kognitiver Prozesse 218
Tabelle 9.26 Ausprägungen der Analyse von Schülervorstellungen 221
Tabelle 9.27 Ausprägungen der Kategorie Zuordnung der subjektiven Lerntheorien der Studierenden 226

Tabelle 9.28 Ausprägungen der Kategorie Auflösungserscheinungen konstruktivistischer Sichtweisen 227
Tabelle 9.29 Kategorienschema der Abhängigkeit der Lernprozesse von der Unterrichtsphase 229
Tabelle 9.30 Ausprägungen der Kategorie Basismodelle des Lernens als Grundmuster aller Schülerinnen und Schüler 233
Tabelle 9.31 Ausprägungen der Kategorie Abhängigkeit des Lehrens von der Institution 237
Tabelle 9.32 Ausprägungen der Kategorie Fragestellung 242
Tabelle 9.33 Ausprägungen der Kategorie Annahme 243
Tabelle 9.34 Ausprägungen der Kategorie Daten 244
Tabelle 9.35 Ausprägungen der Kategorie Auswertung der Diagnosemittel 245
Tabelle 9.36 Ausprägungen der Kategorie Ergebnisse der Erhebungsinstrumente 246
Tabelle 9.37 Ausprägungen der Kategorie Anpassung 247
Tabelle 9.38 Ausprägungen der Kategorie Ergebnisse der Forschungsprojekte 249
Tabelle 9.39 Ausprägungen der Kategorie Fehlende Grundhaltung bei der Durchführung der Forschungsvorhaben 251
Tabelle 9.40 Ausprägungen der Kategorie Einbindung der Inhalte aus der Erarbeitungsphase . 257
Tabelle 9.41 Ausprägungen der Kategorie Optimierungsvorschläge der Studierenden 259

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1 Ebenen der Forschungs- und Entwicklungsarbeit in dieser Arbeit 3
Abbildung 2.1 Vier Dimensionen professioneller Handlungskompetenzen nach Baumert und Kunter (2006) 10
Abbildung 2.2 Überzeugungen und Werthaltungen von Lehrpersonen nach Baumert und Kunter (2006) 13
Abbildung 2.3 Kompetenzmodell des Professionswissens nach Baumert und Kunter (2006) 18
Abbildung 2.4 Forschungsprozess nach Wildt (2009) 22
Abbildung 2.5 Zyklisches Forschendes Lernen Studierender im Lehr-Lern-Labor 28
Abbildung 2.6 Planungsraster „backbone“ 30
Abbildung 3.1 Ablauf des Forschungsprozesses. In Anlehnung an Fraefel (2014) 38
Abbildung 3.2 Das Dortmunder Modell der fachdidaktischen Entwicklungsforschung basierend auf Hußmann, Thiele, Hinz, Prediger & Ralle (2013) 39
Abbildung 3.3 Ablauf der drei Phasen der Modulentwicklung 41
Abbildung 4.1 Forschungsfragen 44
Abbildung 5.1 Struktur des Modulkonzepts 52
Abbildung 5.2 Forschungsinstrumente im zweiten Moduldurchgang. Instrumente aus dem ersten Durchgang beschränken sich auf die Gruppeninterviews 54
Abbildung 5.3 Arbeitsauftrag des Erhebungsinstruments 56
Abbildung 5.4 Exemplarische Stellungnahme 58
Abbildung 5.5 Exemplarische Stellungnahme 59

Abbildung 5.6 Oberkategorien der Abschlussbefragung 60
Abbildung 5.7 Items der Gruppenbefragung 61
Abbildung 5.8 Leitfragen des ersten Interviews 65
Abbildung 5.9 Leitfragen des zweiten und dritten Interviews 66
Abbildung 5.10 Leitfragen des vierten Interviews 67
Abbildung 5.11 Leitfragen des ersten Interviews 68
Abbildung 5.12 Leitfragen des zweiten und dritten Interviews 69
Abbildung 5.13 Leitfragen des vierten Interviews 71
Abbildung 6.1 Zweite Phase der Modulentwicklung 77
Abbildung 6.2 Struktur des Moduls im ersten Forschungszyklus 80
Abbildung 6.3 Zeitlicher Ablauf im ersten Moduldurchgang 82
Abbildung 7.1 Interviewpassage mit den Studierenden S1& S2 der Gruppe E (Interview 1, Zeilen 42-49) 94
Abbildung 8.1 Zweiter Moduldurchlauf als dritte Phase des Design-based research-Prozesses 100
Abbildung 8.2 Zielebenen des Moduls 102
Abbildung 8.3 Modulstruktur des Moduls im zweiten Forschungszyklus 103
Abbildung 8.4 Sitzungen in der Erarbeitungsphase 105
Abbildung 8.5 Ablauf der Planungsphase 111
Abbildung 8.6 Forschungsdesign im zweiten Moduldurchlauf 115
Abbildung 9.1 Geplanter Ablauf der Experimentiersituation der Gruppe A 125
Abbildung 9.2 Geplanter Ablauf der Experimentiersituation von Gruppe F 140
Abbildung 9.3 Interviewpassage zwischen den Studierenden S2 und S3 der Gruppe G, Interview 1, Zeilen 210-219. 236
Abbildung 10.1 Typen der geplanten Lernumgebungen 266
Abbildung 10.2 Das Lehr-Lern-Labor Curriculum der Physik-Lehrerbildung an der Universität Oldenburg 278

11 Literaturverzeichnis

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A. et al. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science education, 88*(3), 397–419.

Abels, S. (2011). *LehrerInnen als" Reflective Practitioner": Reflexionskompetenz für einen demokratieförderlichen Naturwissenschaftsunterricht*. Dissertation, Universität Hamburg.

Adamina, M. (2010). Lernen begleiten, begutachten, beurteilen. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft 1.- 9. Schuljahr* (1. Aufl.) (utb-studi-e-book, S. 181–196). Stuttgart: UTB GmbH.

Aebli, H. (1997). *Grundlagen des Lehrens: Eine allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage* (4. Aufl.). Stuttgart: Klett-Cotta.

Akremi, L. (2014). Stichprobenziehung in der qualitativen Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 265–282). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Arens-Voshege, B., Kovermann, B., Schneider, R., & Sommerfeld, D. (2006). Das Dortmunder Theorie-Praxis-Modul in der Lehrerinnen- und Lehrerausbildung. *Journal Hochschuldidaktik, 17*(1).

Aufschnaiter, C. v. (2014). Laborstudien zur Untersuchung von Lernprozessen. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 81–94). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Ball, D. L., Lubienski, S. T., & Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical konwledge. In V. Richardson (Hrsg.), *Handbook of research on teaching* (S. 433–456). New York: Macmillan.

Barab, S. (2009). Design-Based Research: A Methodological Toolkit for the Learning Scientist. In R. K. Sawyer (Hrsg.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (Reprinted.) (S. 151–170). Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 9*(4), 469–520.

Beck, E., Guldimann, T., Bischoff, S., Brühwiler, C., & Müller, P. (2008). *Adaptive Lehrkompetenz.* Münster: Waxmann Verlag.

Biedermann, H., Brühwiler, C., & Krattenmacher, S. (2012). Lernangebote in der Lehrerausbildung und Überzeugungen zum Lehren und Lernen. Beziehungsanalysen bei angehenden Lehrpersonen. *Zeitschrift für Pädagogik, 58*(4), 460–475.

Birkhan, G. (1999). Subjektive Theorien. In U. Tewes & K. Wildgrube (Hrsg.), *Psychologielexikon* (, 381–385). München: R. Oldenbourg.

Blömeke, S. (2004). Erste Phase an Universitäten und Pädagogischen Hochschulen. In S. Blömeke, P. Reinhold, G. Tulodziecki & J. Wildt (Hrsg.), *Handbuch Lehrerbildung* (S. 262–274). Braunschweig, Bad Heilbronn: Westermann; Klinkhardt.

Blömeke, S., Felbrich, A., Müller, C., Kaiser, G., & Lehmann, R. (2008). Effectiveness of teacher education. *ZDM Mathematics Education, 40*(5), 719–734.

Blömeke, S., Kaiser, G., & Lehmann, R. (Hrsg.) (2008). *Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer: Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare; erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung.* Münster: Waxmann.

Blömeke, S., Suhl, U., & Döhrmann, M. (2012). Zusammenfügen was zusammengehört: Kompetenzprofile am Ende der Lehrerausbildung im internationalen Vergleich. *Zeitschrift für Pädagogik, 58*(4), 422–440.

Borowski, A., Neuhaus, B. J., Tepner, O., Wirth, J., Fischer, H. E., Leutner, D. et al. (2010). Professionswissen von Lehrkräften in den Naturwissenschaften (ProwiN) – Kurzdarstellung des BMBF-Projekts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 16,* 341–349.

Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation: für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. überarbeitete Auflage). Berlin: Springer Medizin.

Brauer, H., Balster, S., & Wilde, M. (2014). Lehr- und Lernvorstellungen künftig Lehrender zum Lernen von Schülerinnen und Schülern im Fach Biologie. *ZfDN, 20*(1), 191–200.

Brouër, B. (2001). Förderung der Wahrnehmung von Lernprozessen durch die Anwendung der Basismodelle des Lernens bei der Gestaltung von Unterricht. *Unterrichtswissenschaft, 29*(2), 153–170.

Brown, R. B., & McCartney, S. (1998). The link between research and teaching: Its purpose and implications. *Innovations in Education and training international, 35*(2), 117–129.

Bruggmann Minnig, M. (2011). *Innere Differenzierung im Physikunterricht, eine multimethodische Analyse von Lehr-Lern-Überzeugungen und unterrichtlichem Handeln*. Dissertation.

Bruhn, U. (2014). Portfolio als Entwicklungsinstrument zur Förderung Forschenden Lernens in der universitären Lehre. In W. Joecks (Hrsg.), *Forschendes Lehren und Lernen in der polyvalenten Lehre* (Ausg. 2, Mai 2014) (Greifswalder Beiträge zur Hochschullehre, S. 28–41). Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt-Universität.

Brüning, A.-K. (2017). Lehr-Lern-Labore in der Lehramtsausbildung – Definition, Profilbildung und Effekte für Studierende. In U. Kortenkamp & A. Kuzle (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2017* (S. 1377–1378). Münster: WTM-Verlag.

Bundesassistentenkonferenz (2009). *Forschendes Lernen - wissenschaftliches Prüfen: Ergebnisse der Arbeit des Ausschusses für Hochschuldidaktik* (Neuaufl. nach der 2. Aufl.). Schriften der Bundesassistentenkonferenz: Bd. 5. Bielefeld: UVW, Webler.

Clandinin, D. J., & Conelly, F. M. (1995). *Teachers' professional konwledge landscapes.* New York: Teachers College Press.

Dann, H.-D. (1994). Pädagogisches Verstehen: Subjektive Theorien und erfolgreiches Handeln von Lehrkräften. In K. Reusser & M. Reusser-Weyeneth (Hrsg.), *Verstehen. Pädagogischer Prozess und didaktische Aufgabe* (S. 163–182). Bern: Hans Huber.

Design-based research collective (2003). Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. *Educational researcher, 32*(1), 5–8.

Deutsche Physikalische Gesellschaft (2014). *Zur fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung für das Lehramt Physik*. https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichung/broschueren/studien/lehramtstudie-2014.pdf [13.7.2018].

Diekmann, A. (2011). *Empirische Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen* (5. Auflage). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

Dohrmann, R., & Nordmeier, V. (2015). Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore (LLL): Ein Projekt zur forschungsorientierten Verknüpfung von Theorie und Praxis in der MINT-Lehrerbildung. *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/658/787.

Döring, N. (2014). Evaluationsforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 167–181). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Dübbelde, G. (2013). *Diagnostische Kompetenzen angehender Biologie-Lehrkräfte im Bereich der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung*. Dissertation. Kassel.

Duit, R. (2015). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik* (S. 657–680). Berlin, Heidelberg: Springer-Lehrbuch.

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for Improving Teaching and Learning Science1. In D. Jorde & J. Dillon (Hrsg.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrosspective and Prospecctive* (S. 13–37). Rotterdam: SensePublishers.

Duit, R., & Widodo, A. (2005). Kosnstruktivistische Lehr-Lern-Sequenzen und die Praxis des Physikunterrichts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 11,* 131–146.

Euler, D. (2005). Forschendes Lernen. In S. Spoun & W. Wunderlich (Hrsg.), *Studienziel Persönlichkeit: Beiträge zum Bildungsauftrag der Universität heute* (S. 253–272). Frankfurt, New York: Campus.

Euler, M. (2005). Schülerinnen und Schüler als Forscher: Informelles Lernen im Schülerlabor. *Naturwissenschaften im Unterricht. Physik, 16*(90), 4–12.

Fichten, W. (2010). Forschendes Lernen in der Lehrerbildung. In U. Eberhardt (Hrsg.), *Neue Impulse in der Hochschuldidaktik* (S. 127–182). Wiesbaden: VS Verlag.

Fichten, W. (2013). *Über die Umsetzung und Gestaltung Forschenden Lernens im Lehramtsstudium*Verschriftlichung eines Vortrags aus der Veranstaltung "Modelle Forschenden Lernens" der Bielefelder School of Education. http://www.diz.uni-oldenburg.de/download/Publikationen/Lehrerbildung_Online/Fichten_01_2013_Forschendes_Lernen.pdf [10.7.2018].

Fischer, A., Hößle, C., Jahnke-Klein, S., Kiper, H., Komorek, M., Michaelis, J. et al. (Hrsg.) (2014). *Diagnostik für lernwirksamen Unterricht* (1. Aufl.). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

Fischer, A., Hößle, C., Krause, U.-M., Michaelis, J., & Niesel, V. (2017). Curriculare Verzahnung und didaktisch-methodische Ausgestaltung von fachdidaktischen und bildungswissenschaftlichen Ausbildungssequenzen zum Aufbau diagnostischer Kompetenz. In C. Selter, S. Hußmann, C. Hößle, C. Knipping, K. Lengnink & J. Michaelis (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen. Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung* (S. 169–190). Münster, New York: Waxmann.

Fischer, F., Waibel, M., & Wecker, C. (2005). Nutzenorientierte Grundlagenforschung im Bildungsbereich: Argumente einer internationalen Diskussion. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 8*(3), 427–442.

Fischler, H., Schröder, H.-J., Tonhäuser, C., & Zedler, P. (2002). Unterrichtsskripts und Lehrerexpertise: Bedingungen ihrer Modifikation. *Zeitschrift für Pädagogik Beiheft 45,* 157–172.

Fives, H., & Buehl, M. M. (2012). Spring cleaning for the "messy" construct of teachers' beliefs: What are they? Which have been examined? What can they tell us? In K. R. Harris (Hrsg.), *Individual differences and cultural and contextual factors* (1. ed.) (APA handbooks in psychology, S. 471–499). Washington, D.C.: American Psychological Association.

Flick, U. (1995). Stationen des qualitativen Forschungsprozesses. In U. Flick (Hrsg.), *Handbuch qualitative Sozialforschung* (2. Aufl.) (S. 148–170). Weinheim: Beltz.

Flick, U. (2000). Design und Prozess qualitativer Forschung. In U. Flick, E. v. Kardorff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung* (S. 252–264).

Fraefel, U. (2014). *Professionalization of pre-service teachers through university-school partnerships Partner schools for Professional Development»: Development, imple-mentation and evaluation of cooperative learning in schools and classes*.

Fraefel, U., & Haunerger, S. (2012). Entwicklung professionellen Handelns in der Ausbildung von Lehrpersonen: Einblicke in die laufende Interventionsstudie "Partnerschulen für Professionsentwicklung". *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 30*(2), 185–199.

Fried, S., Elsholz, M., & Trefzger, T. (2015). Professionalisierung durch Praxisbezug im Lehr-Lern-Labor - Die Anwendung physikdidaktischer Kompetenzen im Lehr-Lern-Labor-Seminar.

PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung. http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/625 [11.7.2018].

Gassmann, C. (2013). *Erlebte Aufgabenschwierigkeit bei der Unterrichtsplanung.* Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Geers, U., Alfs, N., & Hößle, C. (2009). Fachdidaktisches Wissen von Lehrkräften zum Thema "Ökosysteme" sowie zum Kompetenzbereich Bewerten am Beispiel "Grüne Gentechnik". *Erkenntnisweg Biologiedidaktik, 8,* 83–98.

Glantz, A., & Michael, T. (2014). Interviewereffekte. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 313–322). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Groeben, N. (1988). Explikation des Konstrukts 'Subjektive Theorie'. In N. Groeben, D. Wahl, J. Schlee & B. Scheele (Hrsg.), *Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts* (S. 17–24). Tübingen: A. Francke.

Guderian, P., & Priemer, B. (2008). Interessenförderung durch Schülerlaborbesuche-eine Zusammenfassung der Forschung in Deutschland. *PhyDid A-Physik und Didaktik in Schule und Hochschule, 2*(7), 27–36.

Guskin, A. E. (1994). Reducing student costs & enhancing student learning part II: Restructuring the role of faculty. *Change: The Magazine of Higher Learning, 26*(5), 16–25.

Haag, L., & Dann, H.-D. (2001). Lehrerhandeln und Lehrerwissen als Bedingungen erfolgreichen Gruppenunterrichts. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 15*(1), 5–15.

Hammann, M., & Jördens, J. (2014). Offene Aufgaben codieren. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 169–178). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Hartmann, S., Mathesius, S., Stiller, J., Straube, P., Krüger, D., & Upmeier zu Belzen, A. (2015). Kompetenzen der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung als Teil des Professionswissens zukünftiger Lehrkräfte. 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* (S. 39–58). Bad Heilbrunn: Klinkhardt, Julius.

Hascher, T. (2008). Diagnostische Kompetenzen im Lehrberuf. In C. Kraler (Hrsg.), *Wissen erwerben, Kompetenzen entwickeln. Modelle zur kompetenzorientierten Lehrerbildung* (S. 71–86). Münster: Waxmann.

Hascher, T. (2014). Forschung zur Wirksamkeit der Lehrerbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 418–440). Waxmann Verlag.

Hasselhorn, M., & Gold, A. (2009). *Pädagogische Psychologie.*. Stuttgart: Kohlhammer.

Hattie, J., Beywl, W., & Zierer, K. (2013). *Lernen sichtbar machen.* Hohengehren: Schneider-Verlag.

Haupt, O. J., Domjahn, J., Martin, U., Skiebe-Corrette, P., Vorst, S., Zehren, W. et al. (2013). Schülerlabor–Begriffsschärfung und Kategorisierung. *MNU, 66*(6), 324–330.

Heidkamp, B., & Kergel, D. (2014). Good Practice "e-Portfolio und forschungsbasiertes Lernen". In W. Joecks (Hrsg.), *Forschendes Lehren und Lernen in der polyvalenten Lehre* (Ausg. 2, Mai 2014) (Greifswalder Beiträge zur Hochschullehre). Greifswald: Ernst-Moritz-Arndt-Universität.

Helfferich, C. (2014). Leitfaden- und Experteninterviews. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 559–574). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Hellmer, J. (2009). Forschendes Lernen an Hamburger Hochschulen: Ein Überblick über Potentiale, Schwierigkeiten und Gelingensbedingungen. In L. Huber, J. Hellmer & F. Schneider (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Studium* (S. 200–223). Bielefeld: Universitätsverlag Webler.

Helmke, A. (2005). *Unterrichtsqualität erfassen, bewerten, verbessern* (4. Auflage). Seelze: Kallmeyer.

Helsper, W. (2000). Antinomien des Lehrerhandelns und die Bedeutung der Fallrekonstruktion - Überlegungen zu einer Professionalisierung im Rahmen universitärer Lehrerausbildung. In E. Cloer, D. Klika & H. Kunert (Hrsg.), *Welche Lehrer braucht das Land? Notwendige und mögliche Reformen der Lehrerbildung* (S. 142–177). Weinheim: Beltz Juventa.

Hericks, U. (2006). *Professionalisierung als Entwicklungsaufgabe: Rekonstruktionen zur Berufseingangsphase von Lehrerinnen und Lehrern* (1. Aufl.). Studien zur Bildungsgangforschung: Bd. 8. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Hesse, I., & Latzko, B. (2017). *Diagnostik für Lehrkräfte :* UTB.

Hlawatsch, A., & Krickl, T. (2014). Einstellungen zu Befragungen. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 305–311). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Hochschulrektorenkonferenz (HRK) (2013, 14. Mai). *Empfehlungen zur Lehrerbildung*. Beschluss. Nürnberg.

Hofer, R. (2013). Forschendes Lernen in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung: Widersprüchliche Anforderungen zwischen Forschung und Profession. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 31*(3), 310–320.

Horstkemper, M. (2006). Warum soll man im Lehramtsstudium forschen lernen? In A. Obolenski & H. Meyer (Hrsg.), *Forschendes Lernen. Theorie und Praxis einer professionellen LehrerInnenausbildung* (2. Aufl.) (S. 119–130). Bad Heilbrunn/OBB.: Klinkhardt.

Hößle, C., Hußmann, S., Michaelis, J., Niesel, V., & Nührenbörger, M. (2017). Fachdidaktische Üerspektiven auf die Entwicklung von Schlüsselkenntnissen einer förderorientierten Diagnostik. In C. Selter, S. Hußmann, C. Hößle, C. Knipping, K. Lengnink & J. Michaelis

(Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen. Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung* (S. 19–37). Münster, New York: Waxmann.

Huber, L. (2004). Forschendes Lernen. 10 Thesen zum Verhältnis von Forschung und Lehre aus der Perspektive des Studiums. *Die Hochschule: Journal für Wissenschaft und Bildung, 13*(2), 29–49.

Huber, L. (2009). Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. In L. Huber, J. Hellmer & F. Schneider (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Studium* (S. 9–35). Bielefeld: Universitätsverlag Webler.

Huber, L. (2018). *Forschendes Lernen: Begriff, Begründungen und Herausforderungen*. https://dbs-lin.ruhr-uni-bochum.de/lehreladen/lehrformate-methoden/forschendes-lernen/begriff-begruendungen-und-herausforderungen/#nav-block [26.5.2018].

Hußmann, S., Thiele, J., Hinz, R., Prediger, S., & Ralle, B. (2013). Gegenstandsorientierte Unterrichtsdesigns entwickeln und erforschen. Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. In M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign. Zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs-und Entwicklungsprogramme* (S. 25–42). Waxmann Verlag.

Ilien, A. (2009). *Grundwissen Lehrerberuf: Eine kulturkritische Einführung* (1. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Jahnke-Klein, S. (2014). Unterrichten und Diagnostizieren lernen durch die Beobachtung und Analyse von Unterricht. In A. Fischer, C. Hößle, S. Jahnke-Klein, H. Kiper, M. Komorek, J. Michaelis et al. (Hrsg.), *Diagnostik für lernwirksamen Unterricht* (1. Aufl.) (S. 111–126). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

James, E. A., Milenkiewicz, M. T., & Buckman, A. (2008). *Participatory action research for educational leadership: Using data-driven decision making to improve schools.* Los Angeles: Sage Publications.

Jones, M. G., & Carter, G. (2007). Science teacher attitudes and beliefs. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 1067–1104). Mahwah NJ,: Lawrence Erlbaum.

Kaiser, J., & Möller, J. (2017). Diagnostische Kompetenz von Lehramtsstudierenden. In C. Gräsel & K. Trempler (Hrsg.), *Entwicklung von Professionalität pädagogischen Personals. Interdisziplinäre Betrachtungen, Befunde und Perspektiven* (S. 55–74). Wiesbaden: Springer VS.

Käpnick, F., Komorek, M., Leuchter, M., Nordmeier, V., Parchmann, I., Priemer, B. et al. (2016). Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore. In C. Maurer (Hrsg.), *Authentizität und Lernen-das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Berlin 2015* (S. 512–514). Regensburg: Universität Regensburg. [15.5.18].

Keuffer, J. (2010). Reform der Lehrerbildung und kein Ende? Eine Standortbestimmung. *Erziehungswissenschaft, 21*(40), 51–67.

Kiper, H., & Mischke, W. (2006). *Einführung in die Theorie des Unterrichts.* Studium Paedagogik. Weinheim: Beltz.

Kirschner, S., Sczudlek, M., Tepner, O., Borowski, A., Fischer, H. E., Lenske, G. et al. (2017). Professionswissen in den Naturwissenschaften (ProwiN). In C. Gräsel & K. Trempler (Hrsg.), *Entwicklung von Professionalität pädagogischen Personals. Interdisziplinäre Betrachtungen, Befunde und Perspektiven* (S. 113–130). Wiesbaden: Springer VS.

Klafki, W. (1958). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. *Die Deutsche Schule, 50*(10), 450–471.

Klinghammer, J., Rabe, T., & Krey, O. (2016). Unterrichtsbezogene Vorstellungen von Lehramtsstudierenden der Physik. *ZfDN, 22*(1), 181–195.

KMK (2004). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*.

KMK (2017). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung.* https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2008/2008_10_16-Fachprofile-Lehrerbildung.pdf [13.7.2018].

Komorek, M. (2011). Schülerlabore als außerschulische Lernorte. In A. Fischer, V. Niesel & J. Sjuts (Hrsg.), *Lehr-Lern-Labore und ihre Bedeutung für Schule und Lehrerbildung* (S. 13–18). BIS-Verlag der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

Komorek, M. (2014). Entwicklung von Diagnosekompetenz bei Physik-Lehramtsstudierenden. In A. Fischer, C. Hößle, S. Jahnke-Klein, H. Kiper, M. Komorek, J. Michaelis et al. (Hrsg.), *Diagnostik für lernwirksamen Unterricht* (1. Aufl.) (, Bd. 1, S. 15–35). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

Komorek, M. (2015). Schülerlabore als dynamischer Lernort eines praxisnahmen Lehrerbildung. In LernortLabor (Hrsg.), *10 Jahre LeLa-Jahrestagung. Festschrift.* Berlin: Eigenverlag LernortLabor.

Komorek, M., & Prediger, S. (Hrsg.) (2013). *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign: Zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs-und Entwicklungsprogramme :* Waxmann Verlag.

Köster, H., & Galow, P. (2014). Forschendes Lernen initiieren: Hintergründe und Modelle offenen Experimentierens. *Unterricht Physik, 25*(144), 24–26.

Krabbe, H., Zander, S., & Fischer, H. E. (2015). *Lernprozessorientierte Gestaltung von Physikunterricht: Materialien zur Lehrerfortbildung.* Ganz In - Materialien für die Praxis. Münster, New York: Waxmann.

Krämer, P., Nessler, S., & Schlüter, K. (2012). Probleme und Schwierigkeiten Lehramtsstudierender mit der Methode des Forschenden Lernens. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*(11), 21–35.

Krauss, S., Kunter, M., Brunner, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. et al. (2004). *COACTIV: Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz.* Berlin: MPI für Bildungsforschung.

Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M. et al. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematk-Lerhrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematikdidaktik*, *29*(3/4), 223–258.

Krofta, H., Fandrich, J., & Nordmeier, V. (2013). Fördern Praxisseminare im Schülerlabor das Professionswissen und einen reflexiven Habitus bei Lehramtsstudierenden? *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. [27.6.17].

Krofta, H., & Nordmeier, V. (2014). Bewirken Praxisseminar im Lehr-Lern-Labor Änderungen der Lehrerselbstwirksamkeitserwartung bei Studierenden? *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.

Krüger, D., & Riemeier, T. (2014). Die qualitative Inhaltsanalyse – eine Methode zur Auswertung von Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 133–145). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Kuckartz, U. (2010). *Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten* (3. aktualisierte Auflage). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.

Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2014). Datenaufbereitung und Datenbereinigung in der qualitativen Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 383–396). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Kufner, S. (2013). *Diagnose und Prognose von Handlungskompetenz im Bereich adaptiven Lehrens bei Studierenden: eine Videostudie*. Dissertation, Universitätsbibliothek der Universität Passau.

Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (Hrsg.) (2013). *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers.* Boston, MA: Springer US.

Küsters, I. (2014). Narratives Interview. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 575–580). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Labudde, P., & Börlin, J. (2013). Inquiry-Based Learning: Versuch einer Einordnung zwischen Bildungsstandards, Forschungsfeldern und PROFILES. In S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning - Forschendes Lernen* (S. 183–185). Kiel: IPN-Verlag.

Lamprecht, J. (2011). *Ausbildungswege und Komponenten professioneller Handlungskompetenz: Vergleich von Quereinsteigern mit Lehramtsabsolventen für Gymnasien im Fach Physik.* Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. Bd. 125. Berlin: Logos-Verl. (Dissertation).

Larcher, S., & Oelkers, J. (2004). Deutsche Lehrerbildung im internationalen Vergleich. In S. Blömeke, P. Reinhold, G. Tulodziecki & J. Wildt (Hrsg.), *Handbuch Lehrerbildung* (S. 128–150). Braunschweig, Bad Heilbronn: Westermann; Klinkhardt.

Latzko, B. (2014). Diagnostizieren lernen - Zur Ausbildung diagnostischer Kompetenzen für Lehrkräfte. In A. Fischer, C. Hößle, S. Jahnke-Klein, H. Kiper, M. Komorek, J. Michaelis et al. (Hrsg.), *Diagnostik für lernwirksamen Unterricht* (1. Aufl.) (S. 40–50). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

Lenske, G., Thillmann, H., Wirth, J., Dicke, T., & Leutner, D. (2015). Pädagogisch-psychologisches Professionswissen von Lehrkräften: Evaluation des ProwiN-Tests. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 18*(2), 225–245.

LernortLabor (2018a). *Schülerlabore,* Bundesverband der Schülerlabore e.V. https://lernortlabor.de/schuelerlabore.html [7.7.2018].

LernortLabor (2018b, 15. Juni). *Schülerlabor-Atlas,* Bundesverband der Schülerlabore e.V. https://www.schuelerlabor-atlas.de/registration [7.7.2018].

Levin, J. R., & O 'Donnell, A. M. (1999). What to do about educational research's credibility gaps? *Issues in Education: Contrubitions from Educational Psychology*(5), 177–229.

Makrinus, L. (2012). *Der Wunsch nach mehr Praxis: Zur Bedeutung von Praxisphasen im Lehramtsstudium.* Wiesbaden: Springer-Verlag.

Mansholt, M., & Komorek, M. (2015). Adaptive Planungs- und Diagnoseprozesse im Lehr-Lern-Labor. In S. Bernholt (Hrsg.), *Heterogenität und Diversität - Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Bremen 2014* (S. 289–291). Kiel: IPN-Verlag.

Mansholt, M., & Komorek, M. (2016). Adaptive Lehrprozesse im Lehr-Lern-Labor. In C. Maurer (Hrsg.), *Authentizität und Lernen-das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Berlin 2015* (S. 101–103). Regensburg: Universität Regensburg.

Mayring, P. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung: Eine Anleitung zu qualitativem Denken* (5. Aufl.). Weinheim, Basel: Beltz.

Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (11. aktualisierte Auflage). Weinheim, Basel: Beltz.

Mayring, P., & Fenzl, T. (2014). Qualitative Inhaltsanalyse. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 543–556). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Messmer, K., Niederhäusern, R. v., Rempfler, A., & Wilhelm, M. (Hrsg.) (2011). *Außerschulische Lernorte-Positionen aus Geographie, Geschichte und Naturwissenschaften :* LIT Verlag Münster.

Meyer, H. (2006). Skizze eines Stufenmodells zur Analyse von Forschungskompetenz. In A. Obolenski & H. Meyer (Hrsg.), *Forschendes Lernen. Theorie und Praxis einer professionellen LehrerInnenausbildung* (2. Aufl.) (S. 99–115). Bad Heilbrunn/OBB.: Klinkhardt.

Meyer, H. (2017). *Was ist guter Unterricht?* (12. Auflage). Berlin: Cornelsen.

Meyer, H. (2018). *Leitfaden Unterrichtsvorbereitung* (9. Auflage). Berlin: Cornelsen.

Meyer, M. (2014). Wie lassen sich Experimentierfähigkeiten von Schülerinnen und Schülern diagnostizieren und beschreiben. In A. Fischer, C. Hößle, S. Jahnke-Klein, H. Kiper, M. Komorek, J. Michaelis et al. (Hrsg.), *Diagnostik für lernwirksamen Unterricht* (1. Aufl.) (S. 127–143). Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.

(2018). *Modulhandbuch Zwei-Fächer-Bachelor Master of Education*, Universität Oldenburg. https://www.uni-oldenburg.de/fileadmin/user_upload/physik/PDF/Modulhandbuecher/Modulhandbuch_Zwei_Faecher_Bachelor_Master_of_Education_Physik.pdf [23.5.2018].

Möller, K., Hardy, I., Jonen, A., Kleickmann, T., & Blumberg, E. (2006). Naturwissenschaften in der Primarstufe: Zur Förderung konzeptionellen Verständnisses durch Unterricht und zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 161–193). Münster: Waxmann.

Moser, V., Kuhl, J., Redlich, H., & Schäfer, L. (2014). Beliefs von Studierenden sonder- und grundschulpädagogischer Studiengänge. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 17*(4), 661–678.

Nawrath, D. (2010). *Kontextorientierung - Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht.* Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion: Bd. 29. Oldenburg: Didaktisches Zentrum.

Neumann, K. (2010). Professionswissen als Zentrum der Diskurse über Lehrerbildung. In D. Gaus & E. Drieschner (Hrsg.), *'Bildung'; jenseits pädagogischer Theoriebildung? Fragen zu Sinn, Zweck und Funktion der Allgemeinen Pädagogik.* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Neuweg, G. H. (2002). Lehrerhandeln und Lehrerbildung im Lichte des Konzepts des impliziten Wissens. *Zeitschrift für Pädagogik, 48*(1), 10–29.

Niebert, K., & Gropengießer, H. (2014). Leitfadengestützte Interviews. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 121–132). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Nordmeier, V. (2014). *Antrag auf Finanzierung des Entwicklungsverbundes "Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore: Forschungsorientierte Verknüpfung von Theorie und Praxis in der MINT-Lehrerbildung"*. Antrag an die Deutsche Telekom Stiftung.

Oevermann, U. (1996). Skizze einer revidierten Professionalisierungstheorie. In A. Combe & W. Helsper (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität* (S. 70–82). Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *J. Res. Sci. Teach., 47*(4), 422–453.

Oschatz, K. (2011). Epistemische Überzeugungen – Implizite Vorstellungen zu Wissen und seiner Genese. In K. Oschatz (Hrsg.), *Intuition und fachliches Lernen: Zum Verhältnis von epistemischen Überzeugungen und Alltagsphantasien* (S. 25–69). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Oser, F. (2001). Modelle der Wirksamkeit in der Lehrer- und Lehrerinnenausbildung. In F. Oser & J. Oelkers (Hrsg.), *Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme* (S. 67–96). Chur, Zürich: Rüegger.

Oser, F., & Blömeke, S. (2012). Überzeugungen von Lehrpersonen: Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik, 58*(4), 415–421.

Oser, F., & Oelkers, J. (Hrsg.) (2001). *Die Wirksamkeit der Lehrerbildungssysteme.* Chur, Zürich: Rüegger.

Oser, F., & Sarasin, S. (1995). *Basismodelle des Unterrichts: Von der Sequenzierung als Lernerleichterung*. https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/410/file/OSERSARA.pdf [10.7.2018].

Park, S., & Oliver, J. S. (2008). Revisiting the Conceptualisation of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a Conceptual Tool to Understand Teachers as Professionals. *Res Sci Educ, 38*(3), 261–284.

Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe*. Dissertation, Christian-Albrechts Universität Kiel. [10.7.2018].

Petri, J. (2014). Fallstudien zur Analyse von Lernpfaden. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 95–105). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Prediger, S., Komorek, M., Fischer, A., Hinz, R., Hußmann, S., Moschner, B. et al. (2013). Der lange Weg zum Unterrichtsdesign- Zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme. In M. Komorek & S. Prediger (Hrsg.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign. Zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme* (S. 5–20). Waxmann Verlag.

Prediger, S., Link, M., Hinz, R., Hußmann, S., Thiele, J., & Ralle, B. (2012). Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen: Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. *MNU, 65*(8), 452–457.

Przyborski, A., & Wohlrab-Sahr, M. (2014). Forschungsdesigns für die qualitative Sozialforschung. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 117–133). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Putnam, R. T., & Borko, H. (1997). Teacher learning: Implications of new views of cognition. In B. J. Biddle, T. L. Good & I. F. Goodson (Hrsg.), *International handbook of teachers and teaching* (S. 1223–1296). Dordrecht, Niederlande: Kluwer.

Radtke, F.-O. (2004). Der Eigensinn pädagogischer Professionalität jenseits von Innovationshoffnungen und Effizienzerwartungen.: Übergangene Einsichten aus der Wissensverwendungsforschung für die Organisation der universitären Lehrerbildung. In B. Koch-Priewe, F.-U. Kolbe & J. Wildt (Hrsg.), *Grundlagenforschung und mikrodidaktische Reformansätze zur Lehrerbildung* (S. 99–149). Julius Klinkhardt.

Ralle, B., & Di Fuccia, D.-S. (2014). Aktionsforschung als Teil fachdidaktischer Entwicklungsforschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 43–55). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Ramsenthaler, C. (2013). Was ist „Qualitative Inhaltsanalyse?“. In M. Schnell, C. Schulz, H. Kolbe & C. Dunger (Hrsg.), *Der Patient am Lebensende* (S. 23–42). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Reiber, K. (2007). *Forschendes Lernen als hochschuldidaktisches Prinzip: Grundlegung und Beispiele*. Tübinger Beiträge zur Hochschuldidaktik 3/1. Tübingen.

Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung?: Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft, 33*(1), 52–69.

Reusser, K., & Pauli, C. (2014). Berufsbezogene Überzeugungen von Lehrerinnen und Lehrern. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 643–661). Waxmann Verlag.

Richter, C., & Komorek, M. (2017). Backbone - Rückgrat bewahren beim Planen. In S. Wernke & K. Zierer (Hrsg.), *Die Unterrichtsplanung: Ein in Vergessenheit geratener Kompetenzbereich?! Status Quo und Perspektiven aus Sicht der empirischen Forschung* (S. 91–103). Bad Heilbrunn: Klinkhardt, Julius.

Riese, J., & Reinhold, P. (2010). Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 16*, 167–187.

Riese, J., & Reinhold, P. (2012). Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 15*(1), 111–143.

Rosenberger, K. (2013). *Differenzfähigkeit bei Lehramtsstudierenden.* Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Ruhrig, J., & Höttecke, D. (2014). Was, wenn das Experiment nicht klappt: Unsichere Evidenz als Lerngelegenheit nutzen. *Unterricht Physik, 25*(144), 32–35.

Salheiser, A. (2014). Natürliche Daten: Dokumente. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 813–827). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Scharlau, I. (2013). *Studium und Beruf: Subjektive Theorien von Lehramtsstudierenden zu Praxisbezug, Professionalisierung und Kompetenzen/Kompetenzentwicklung: Abschlussbericht des Projekts Studium und Beruf. Subjektive Theorien von Studierenden und Lehrenden zwischen Praxisbezug, Employability und Professionalisierung (STEP):* TIB - Technische Informationsbibliothek Universitätsbibliothek Hannover.

Schlee, J. (1988). Menschenbildannahmen: Vom Verhalten zum Handeln. In N. Groeben, D. Wahl, J. Schlee & B. Scheele (Hrsg.), *Das Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Psychologie des reflexiven Subjekts* (S. 11–17). Tübingen: A. Francke.

Schlicht, J. (2013). Forschendes Lernen im Studium: Ein Ansatz zur Verknüpfung von Forschungs-, Lehr- und Lernprozessen, *Jahrbuch der berufs- und wirtschaftspädagogischen Forschung* (S. 165–176).

Schlömerkemper, J. (2006). Forschender Habitus im Lehrberuf. In A. Obolenski & H. Meyer (Hrsg.), *Forschendes Lernen. Theorie und Praxis einer professionellen LehrerInnenausbildung* (2. Aufl.) (S. 187–198). Bad Heilbrunn/OBB.: Klinkhardt.

Schneider, R. (2009). Kompetenzentwicklung durch Forschendes Lernen? *Journal Hochschuldidaktik, 20*(2), 33–37.

Schneider, R., & Wildt, J. (2009). Forschendes Lernen und Kompetenzentwicklung. In L. Huber, J. Hellmer & F. Schneider (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Studium* (S. 36–52). Bielefeld: Universitätsverlag Webler.

Schön, D. A. (1987). *Educating the Reflective Practitioner. Toward a New Design for Teaching and Learning in the Professions. The Jossey-Bass Higher Education Series :* ERIC.

Schreiber, N., & Nawrath, D. (2014). Experimentelle Fähigkeiten diagnostizieren: Selbstbeurteilungen der Schülerinnen und Schüler nutzen. *Unterricht Physik, 25*(144), 14–18.

Schubarth, W., Speck, K., Seidel, A., Gottmann, C., Kamm, C., & Krohn, M. (2012). *Studium nach Bologna: Praxisbezüge stärken?!.* Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

Selter, C., Hußmann, S., Hößle, C., Knipping, C., Lengnink, K., & Michaelis, J. (Hrsg.) (2017). *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen: Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung.* Münster, New York: Waxmann.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher, 15*(2), 4–14.

Siebert, H. (2005). *Pädagogischer Konstruktivismus: Lernzentrierte Pädagogik in Schule und Erwachsenenbildung* (3. überarb. und erw. Aufl.). Pädagogik und Konstruktivismus. Weinheim: Beltz.

Skiebe-Corrette, P., Seidler, C., Fandrich, J., Faber, A., Schulz, J., & Vorst, S. (2014). Kategorisierung der Schülerlabore: Das Lehr-Lern-Labor. *LeLa Magazin*(8), 2–5.

Smoor, S., & Komorek, M. (2016). Forschendes Lernen von Lehramt Physik-Studierenden im Lehr-Lern-Labor. In C. Maurer (Hrsg.), *Authentizität und Lernen-das Fach in der Fachdidaktik. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Berlin 2015* (S. 494–496). Regensburg: Universität Regensburg.

Sorge, S., Petersen, S., & Neumann, K. (2016). Die Bedeutung der Studierfähigkeit für den Studienerfolg im 1. Semester in Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 22*(1), 165–180.

Staub, F. C., & Stern, E. (2002). The nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology, 94*(2), 344–355.

Terhart, E. (1994). *Berufsbiographien von Lehrern und Lehrerinnen.* Frankfurt am Main: Lang.

Terhart, E. (2002). *Standards für die Lehrerbildung: Eine Expertise für die Kultusministerkonferenz.* ZKL-Texte: Bd. 24. Münster: ZKL.

Tremp, P. (2005). Verknüpfung von Lehre und Forschung: Eine universitäre Tradition als didaktische Herausforderung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung, 23*(3), 339–348.

Tschentscher, C., & Kulgemeyer, C. (2014). Mit Heterogenität beim Experimentieren umgehen: Hilfen und Tipps zur Erstellung differenzierter Versuchsanleitungen. *Unterricht Physik, 25*(144), 19–23.

Vehmeyer, J., Kleickmann, T., & Möller, K. (2007). Zusammenhänge von Vorstellungen zum Lehren und Lernen mit unterrichtlichen Handlungen von Lehrkräften. In K. Möller, P. Hanke, C. Beinbrech, K. A. Hein, T. Kleickmann & R. Quentmeier (Hrsg.), *Qualität von Grundschulunterricht. Entwickeln, erfassen und bewerten* (1. Aufl.) (Jahrbuch Grundschulforschung, S. 317–320). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Völker, M., & Trefzger, T. (2010). Lehr-Lern-Labore zur Stärkung der universitären Lehramtsausbildung. *PhyDid B-Didaktik der Physik-Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*.

Völker, M., & Trefzger, T. (2011). Ergebnisse einer explorativen empirischen Untersuchung zum Lehr-Lern-Labor im Lehramtsstudium, *PhyDid B- Didaktik der Physik. Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung in Münster* .

Voss, T., Kleickmann, T., Kunter, M., & Hachfeld, A. (2013). Mathematics Teachers' Beliefs. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers* (S. 249–271). Boston, MA: Springer US.

Wahl, D. (1991). *Handeln unter Druck: Der weite Weg von Wissen zum Handeln bei Lehrern, Hochschullehrern und Erwachsenbildnern.* Weinheim: Deutscher Studien Verlag.

Wahl, D. (2002). Mit Training vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln? *Zeitschrift für Pädagogik, 48*(2), 227–241.

Wahl, D. (2013). *Lernumgebungen erfolgreich gestalten: Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln :* Julius Klinkhardt.

Walter-Laager, C., & Pfiffner, M. (2007). *Erläuterungen zu Fritz Osers Basismodellen des Lernens*. www.member.uni-oldenburg.de/hilbert.meyer/download/1.Erlaeuerung_Basismodelle_des_Unterrichts.pdf [27.7.2018].

Weinert, F. E. (2001). Concepts of competence: a conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Hrsg.), *Defining and selecting key competencies* (S. 46–56). Seattle Wash. Göttingen u.a.: Hogrefe & Huber.

Weinert, F. E., & Helmke, A. (1996). Der gute Lehrer: Person, Funktion oder Fiktion? In A. Leschinsky (Hrsg.), *Die Institutionalisierung von Lehren und Lernen. Beiträge zu einer Theorie der Schule* (S. 223–233). Weinheim: Beltz.

Weißeno, G., Weschenfelder, E., & Oberle, M. (2013). Konstruktivistische und transmissive Überzeugungen von Referendar/-innen. In A. Besand (Hrsg.), *Lehrer- und Schülerforschung in der politischen Bildung* (S. 68–77). Schwalbach/Ts.: Wochenschau Verlag.

Widulle, W. (2009). *Handlungsorientiert Lernen im Studium: Arbeitsbuch für soziale und pädagogische Berufe.* Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Wildt, J. (2006). Reflexives Lernen in der Lehrerbildung - ein Mehrebenenmodell in hochschuldidaktischer Perspektive. In A. Obolenski & H. Meyer (Hrsg.), *Forschendes Lernen. Theorie und Praxis einer professionellen LehrerInnenausbildung* (2. Aufl.) (S. 71–84). Bad Heilbrunn/OBB.: Klinkhardt.

Wildt, J. (2009). Forschendes Lernen: Lernen im "Format" der Forschung. *Journal Hochschuldidaktik, 20*(2), 4–7.

Wildt, J., & Schneider, R. (2007). Forschendes Lernen in Praxisstudien - Ein hochschuldidaktisches Konzept zur Förderung professioneller Kompetenzen in der Lehrerbildung. *Journal Hochschuldidaktik, 18*(2), 11–14.

Wilhelm, T., & Hopf, M. (2014). Design-Forschung. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 31–42). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Wissenschaftsrat (Wissenschaftsrat, Hrsg.) (2001). *Empfehlungen zur künftigen Struktur der Lehrerbildung*. https://www.wissenschaftsrat.de/download/ archiv/5065-01.pdf [27.6.2018].

Witzel, A. (1989). Das problemzentrierte Interview. In G. Jüttemann (Hrsg.), *Qualitative Forschung in der Psychologie. Grundlagen, Verfahrensweisen, Anwendungsfelder* (S. 227–255). Heidelberg: Roland Asanger.

Yilmaz, H., & Sahin, S. (2011). Pre-Service teachers' Epistemological beleifs and Conceptions of Teaching. *AJTE, 36*(1).

Ziegler, B. (2006). "Subjektive Theorien" und didaktisches Handeln: Forschungsaktivitäten und Befunde zu Lehrenden in der beruflichen Bildung. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 102*(4), 525–551.

Züll, C., & Menold, N. (2014). Offene Fragen. In N. Baur & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 713–719). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Außerdem versichere ich, dass ich die allgemeinen Prinzipien wissenschaftlicher Arbeit und Veröffentlichung, wie sie in den Leitlinien guter, wissenschaftlicher Praxis der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg festgelegt sind, befolgt habe.

Steffen Smoor

Lebenslauf des Autoren

Persönliche Informationen

Geburtsdatum:	23. April 1989
Geburtsort:	Weener (Ems)
Nationalität:	Deutsch

Ausbildung

Oktober 2009 - September 2012	Bachelor of Science: Mathematik und Physik mit dem Ziel gymnasiales Lehramt an der Universität Oldenburg
Oktober 2012 - Februar 2015	Master of Education: Mathematik und Physik mit dem Ziel gymnasiales Lehramt an der Universität Oldenburg
August 2013 - Dezember 2013	Auslandssemester an der Universität Linköping, Schweden
Februar 2015- August 2018	Promotionsstudium an der Universität Oldenburg

Berufserfahrung

Oktober 2011 - März 2013	Tätigkeit als Tutor für mathematisches Problemlösen und Beweisen
April 2011 - Juli 2012	Tätigkeit als Tutor für Analysis II
Mai 2014 - Februar 2015	Tätigkeit als Lehrkraft an der Oberschule an der Helgolander Straße Bremen, Deutschland
Februar 2015 – Juli 2018	Tätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe „Geschichte und Didaktik der Physik“ an der Universität Oldenburg. Lehrveranstaltungen: - Begleitveranstaltung zum Orientierungspraktikum - Naturwissenschaften an Außerschulischen Lernorten - Physikalische Experimente im Sachunterricht - Experimentalpraktikum für Haupt-, Real- und Förderschulen