

Burkhard Priemer
Jürgen Roth *Hrsg.*

Lehr-Lern-Labore

Konzepte und deren Wirksamkeit
in der MINT-Lehrpersonenbildung



Springer Spektrum

Lehr-Lern-Labore

Burkhard Priemer · Jürgen Roth
(Hrsg.)

Lehr-Lern-Labore

Konzepte und deren Wirksamkeit
in der MINT-Lehrpersonenbildung

 **Springer** Spektrum

Hrsg.

Burkhard Priemer
Institut für Physik
Humboldt-Universität zu Berlin
Berlin, Deutschland

Jürgen Roth
Institut für Mathematik
Universität Koblenz-Landau
Landau, Deutschland

ISBN 978-3-662-58912-0

ISBN 978-3-662-58913-7 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-58913-7>

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

Springer Spektrum

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Geleitwort des Geschäftsführers der Deutsche Telekom Stiftung

Endlich selbst vor einer Klasse stehen und mit den Schülern arbeiten! Endlich zeigen, was man all die Jahre gelernt hat! Das war wohl schon immer der sehnlichste Wunsch angehender Lehrerinnen und Lehrer, wenn das Studium sich dem Ende zuneigte und das Referendariat nahte. Und dann standen sie plötzlich dort, die Tafel im Rücken, das Handwerkszeug nur scheinbar fest verinnerlicht, und merkten recht schnell: So leicht ist das ja gar nicht, die Schülerinnen und Schüler für das eigene Fach zu begeistern, sie mit fachlicher Leidenschaft anzustecken.

Ich möchte gar nicht das Klischee vom „Praxischock“ bemühen. Den erfährt schließlich fast jeder Universitätsabsolvent, gleich, welches Fach er studiert hat. Zu Beginn des Arbeitslebens steht meistens erst einmal „Learning by Doing“. Dass dies jedoch insbesondere im Lehrerberuf, der vom ersten Tag in der Schule an ein so diverses Set an Kompetenzen voraussetzt, nicht immer genügt, dass die „Übung am lebenden Objekt“ gerade hier so früh wie möglich erfolgen sollte, wurde in der universitären Lehrerbildung lange Zeit nicht ausreichend anerkannt. So war es in der Vergangenheit keine Seltenheit, dass angehende Lehrkräfte erst ganz am Ende ihres Studiums, wenn nicht gar im Referendariat, erstmals in einer Schulklasse das Unterrichten probieren durften.

Diese Zeiten sind glücklicherweise vorbei. Das Thema Anwendungsbezug spielt heute in der Ausbildung zur Lehrerin und zum Lehrer eine zunehmend bedeutende Rolle. Allerorten wurden Praxisphasen ins Lehramtsstudium integriert, vielfach finden diese bereits im Bachelor statt. In einigen Bundesländern – ja, ja, der Bildungsföderalismus – gibt es sogar ganze Praxissemester, die an der Universität didaktisch vorbereitet und anschließend reflektiert werden. So lässt sich festhalten: Neben den Fachwissenschaften, den Fachdidaktiken und den Bildungswissenschaften scheint sich endlich und verdienstermaßen auch die Schulpraxis ihren festen Platz im Curriculum des Lehramtsstudiums erobert zu haben.

Eine hervorragende Möglichkeit für Studierende, Praxiserfahrung zu sammeln, sind Lehr-Lern-Labore, die an den Universitäten angesiedelt werden. Die angehenden Lehrkräfte planen in den Laboren Unterrichtseinheiten, führen diese anschließend wiederholt mit Schülerinnen und Schülern durch und reflektieren nach jedem Durchgang ihre Fortschritte. Im Rahmen ihres Engagements für die MINT-Lehrer-

ausbildung hat die Deutsche Telekom Stiftung von 2014 bis 2018 sechs Universitäten dabei unterstützt, gemeinsam das Konzept der Lehr-Lern-Labore weiterzuentwickeln und diese zu einem integralen Bestandteil ihrer Lehrerbildung zu machen. Die Arbeitsergebnisse des Entwicklungsverbundes „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“ sind in dem vorliegenden Buch zusammengefasst.

Der Verbund hat gezeigt, dass Lehr-Lern-Labore einen Mehrwert für alle Beteiligten schaffen können: Es sind Begegnungsorte für Akteure aus sämtlichen Phasen der Lehrerbildung. Schülerinnen und Schüler erleben dort forschendes Lernen und erweitern ihr Wissen in den MINT-Fächern. Lehrkräfte aus der Schulpraxis erhalten in den Laboren didaktische Anregungen direkt aus der Wissenschaft. Und angehende Lehrkräfte können ihre Kompetenzen praxisnah in einem geschützten Raum testen und dabei ihren forschenden Blick auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler verfeinern.

Den Verbundhochschulen, die in den vergangenen fünf Jahren so engagiert zusammengearbeitet haben, danke ich an dieser Stelle ganz herzlich für ihre Pionierleistung. Ich bin zuversichtlich, dass die gesammelten Erkenntnisse einen festen Platz in der Lehrerbildung der Zukunft finden werden. Allen Leserinnen und Lesern wünsche ich eine aufschlussreiche Lektüre.

Dr. Ekkehard Winter

Geschäftsführer Deutsche Telekom Stiftung



Inhaltsverzeichnis

- 1 Das Lehr-Lern-Labor als Ort der Lehrpersonenbildung – Ergebnisse der Arbeit eines Forschungs- und Entwicklungsverbands 1**
Jürgen Roth und Burkhard Priemer

Teil I Lehr-Lern-Labore – Begriffsklärung und Ziele

- 2 Lehr-Lern-Labore im MINT-Bereich – eine konzeptionelle Einordnung und empirischkonstruktive Begriffskennzeichnung 13**
Ann-Katrin Brüning, Friedhelm Käpnick, Birgit Weusmann, Hilde Köster und Volkhard Nordmeier
- 3 Lehr-Lern-Labore in der Praxis: Die Vielfalt realisierter Konzeptionen und ihre Chancen für die Lehramtsausbildung 27**
Birgit Weusmann, Friedhelm Käpnick und Ann-Katrin Brüning

Teil II Konzepte und Veranstaltungsformate rund um Lehr-Lern-Labore

- 4 Vernetzung als Schlüssel eines erfolgreichen Transfers – Zentrum für Bildung und Forschung an Außerschulischen Lernorten 49**
Marie Schehl, Björn Risch und Jürgen Roth
- 5 Theorie-Praxis-Verzahnung durch Lehr-Lern-Labore – das Landauer Konzept der mathematikdidaktischen Lehrpersonenbildung 59**
Jürgen Roth

6	Die Kieler Forschungswerkstatt – ein Lehr-Lern-Labor mit Fokus auf aktuelle Forschungsthemen	85
	Irene Neumann, Stefan Sorge, Knut Neumann, Ilka Parchmann und Julia Schwanewedel	
7	Forschendes Lernen im zyklischen Prozess – Entwicklung eines neuen Lehr-Lern-Formats im Studienfach Sachunterricht	99
	Hilde Köster, Tobias Mehrtens, Martin Brämer und Jan Steger	
8	Frühe Praxiserfahrungen in einem Lehr-Lern-Labor	113
	Gabriela Ernst, Burkhard Priemer und Johannes Schulz	
9	Interdisziplinarität erfahrbar machen – eine Seminarkonzeption zur Anregung des interdisziplinären Dialogs in der MINT-Lehrpersonenbildung	123
	Felix Lensing, Burkhard Priemer, Annette Upmeier zu Belzen, Sabine Meister und Johannes Meister	
10	Erkenntnisgewinnung durch Forschendes Lernen im Lehr-Lern-Labor Humboldt Bayer Mobil	141
	Ronja Wogram, Katharina Nave und Annette Upmeier zu Belzen	
Teil III Studien zur Professionalisierung von Lehramtsstudierenden im Rahmen von Lehr-Lern-Laboren		
11	Ein kurzer Überblick über den Stand der fachdidaktischen Forschung der MINT-Fächer an Lehr-Lern-Laboren	159
	Burkhard Priemer	
12	Professionalisierung angehender Lehrkräfte durch die Verzahnung von Theorie und Praxis in Lehr-Lern-Laboren	173
	Ann-Katrin Brüning und Friedhelm Käpnick	
13	Die Verknüpfung von Theorie und Praxis im Lehr-Lern-Labor-Blockseminar als Unterstützung der Professionalisierung angehender Lehrpersonen	191
	Réne Dohrmann und Volkhard Nordmeier	
14	Förderung von Prozessen der Selbstreflexion bei Lehramtsstudierenden des Faches Technik – Repertory-Grid-Interviews als Reflexionsinstrument im Kontext des Lehr-Lern-Labors	209
	Menke Saathoff und Peter Röben	

15	Diagnostische Fähigkeiten Lehramtsstudierender – Förderung mit Videovignetten und Anwendung im Lehr-Lern-Labor	223
	Sabine Meister, Sandra Nitz, Julia Schwanewedel und Annette Upmeier zu Belzen	
16	Diagnose- und Reflexionsprozesse von Studierenden im Lehr-Lern-Labor	249
	Corinna Höhle, Bianca Kuhlemann und Antje Saathoff	
17	Zyklisches Forschendes Lernen im Oldenburger Studienmodul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“	263
	Steffen Smoor und Michael Komorek	
Teil IV Wahrnehmung der Lehr-Lern-Labore durch Studierende		
18	Lehr-Lern-Labore als Vorbereitung auf den Lehrberuf – die Perspektive der Studierenden	285
	Stefan Sorge, Irene Neumann, Knut Neumann, Ilka Parchmann und Julia Schwanewedel	
19	Video- und Transkriptvignetten aus dem Lehr-Lern-Labor – die Wahrnehmung von Studierenden	299
	Marie-Elene Bartel und Jürgen Roth	
20	Evidenzbasierte Entwicklung eines Lehr-Lern-Labor-basierten Seminars zur Förderung von Teilfähigkeiten des formativen Assessments	317
	Verena Zucker und Miriam Leuchter	
	Stichwortverzeichnis	333

Autorenverzeichnis

Marie-Elene Bartel Institut für Mathematik, Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen), Universität Konzenz-Landau, Landau, Deutschland

Martin Brämer Didaktik des Sachunterrichts, Freie Universität Berlin, Berlin, Deutschland

Ann-Katrin Brüning Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Münster, Deutschland

Réne Dohrmann Didaktik der Physik, Freie Universität Berlin, Berlin, Deutschland

Gabriela Ernst Didaktik der Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Corinna Höble Didaktik der Biologie, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg, Deutschland

Friedhelm Käpnick Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Münster, Deutschland

Michael Komorek Institut für Physik, AG Didaktik und Geschichte der Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg, Deutschland

Hilde Köster Didaktik des Sachunterrichts, Freie Universität Berlin, Berlin, Deutschland

Bianca Kuhleemann Didaktik der Biologie, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg, Deutschland

Felix Lensing Mathematik, Freie Universität Berlin, Berlin, Deutschland

Miriam Leuchter Institut für Bildung im Kindes- und Jugendalter, Universität Koblenz-Landau, Landau, Deutschland

Tobias Mehrrens Didaktik des Sachunterrichts, Freie Universität Berlin, Berlin, Deutschland

Johannes Meister Fachdidaktik und Lehr-/Lernforschung Biologie, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Sabine Meister Fachdidaktik und Lehr-/Lernforschung Biologie, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Katharina Nave Fachdidaktik und Lehr-/Lernforschung Chemie, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Irene Neumann Didaktik der Mathematik & Didaktik der Physik, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel, Kiel, Deutschland

Knut Neumann Didaktik der Physik, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel, Kiel, Deutschland

Sandra Nitz AG Biologiedidaktik, Universität Koblenz-Landau, Landau, Deutschland

Volkhard Nordmeier Didaktik der Physik, Freie Universität Berlin, Berlin, Deutschland

Ilka Parchmann Didaktik der Chemie, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel, Kiel, Deutschland

Burkhard Priemer Didaktik der Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Björn Risch AG Chemiedidaktik, Universität Koblenz-Landau, Landau, Deutschland

Peter Röben Fakultät V Institut für Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg, Deutschland

Jürgen Roth Institut für Mathematik, Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen), Universität Koblenz-Landau, Landau, Deutschland

Antje Saathoff Didaktik der Biologie, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg, Deutschland

Menke Saathoff Fakultät V / Institut für Physik / Arbeitsgruppe Technische Bildung, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg, Deutschland

Marie Schehl Zentrum für Bildung und Forschung an Außerschulischen Lernorten, Universität Konlenz-Landau, Landau, Deutschland

Johannes Schulz Didaktik der Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Julia Schwanewedel Sachunterrichtsdidaktik, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Steffen Smoor Institut für Physik, AG Didaktik und Geschichte der Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg, Deutschland

Stefan Sorge Didaktik der Physik, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik an der Universität Kiel, Kiel, Deutschland

Jan Steger Didaktik des Sachunterrichts, Freie Universität Berlin, Berlin, Deutschland

Annette Upmeier zu Belzen Fachdidaktik und Lehr-/Lernforschung Biologie, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Birgit Weusmann Institut für Biologie und Umweltwissenschaften/AG Biologie-didaktik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg, Deutschland

Ronja Wogram Fachdidaktik und Lehr-/Lernforschung Biologie, Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Deutschland

Verena Zucker Institut für Bildung im Kindes- und Jugendalter, Universität Koblenz-Landau, Landau, Deutschland



Das Lehr-Lern-Labor als Ort der Lehrpersonenbildung – Ergebnisse der Arbeit eines Forschungs- und Entwicklungsverbunds

1

Jürgen Roth  und Burkhard Priemer 

Inhaltsverzeichnis

1.1	Entwicklungsverbund „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“	2
1.2	Der Beitrag von Lehr-Lern-Laboren zur MINT-Lehrpersonenbildung	5
1.3	Modell des zyklischen Forschenden Lernens	7
1.4	Fazit	10
	Literatur	10

Abstract

Wie kann es gelingen, Studierenden nicht nur theoriebasiertes und deshalb möglicherweise eher träges didaktisches Wissen zu vermitteln, sondern ihnen bereits im Studium die Möglichkeit zu bieten, professionelle Kompetenzen von MINT-Lehrpersonen im Wechselspiel zwischen Theorie und Praxis aufzubauen? Ein aussichtsreicher Ansatz sind sogenannte Lehr-Lern-Labore an Universitäten, in denen Schülerinnen und Schüler sowie Lehramtsstudierende gemeinsam lernen und arbeiten. Schülerinnen und Schüler setzen sich in einer Laborumgebung weitgehend selbstständig aktiv mit Fragestellungen der Mathematik, der Informatik, der Naturwissenschaften bzw. der Technik auseinander. Angehende Lehrpersonen sammeln hier praktische Erfahrungen in einem organisierten und überschaubaren Rahmen: Sie bereiten theoriegeleitet Labor-Lernumgebungen vor, begleiten Schülerinnen und Schüler bei deren Arbeit an diesen Lernumgebungen, beobachten und analysieren das Lernen der Schülerinnen und Schüler und reflektieren das eigene Handeln als Lehrperson.

J. Roth (✉)

Institut für Mathematik, Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen), Universität Koblenz-Landau Landau, Deutschland

E-Mail: roth@uni-landau.de

B. Priemer

Didaktik der Physik, Humboldt-Universität zu Berlin
Berlin, Deutschland

E-Mail: priemer@physik.hu-berlin.de

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020

B. Priemer und J. Roth (Hrsg.), *Lehr-Lern-Labore*,

https://doi.org/10.1007/978-3-662-58913-7_1

1

Ein Verbund aus sechs Universitäten hat sich, unterstützt von der Deutsche Telekom Stiftung, zum Ziel gesetzt, Lehr-Lern-Labore zu einem integralen Bestandteil der Lehrpersonenbildung in den MINT-Fächern **M**athematik, **I**nformatik, **N**aturwissenschaften und **T**echnik zu machen. Um das zu erreichen, haben sie aus den verschiedenen fachdidaktischen Perspektiven der MINT-Fächer einen Beitrag für eine theoretisch fundierte und empirisch abgesicherte Weiterentwicklung von Lehr-Lern-Laboren geleistet. In diesem Sammelband werden Ergebnisse der gemeinsamen Arbeit vorgestellt.

1.1 Entwicklungsverbund „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“

Lehrpersonenbildung ist eine fortwährende Aufgabe, die sich über drei Phasen erstreckt: das Lehramtsstudium, das Referendariat sowie die Fort- und Weiterbildung. Bereits diese bekannte Feststellung macht deutlich, dass die Lehrpersonenbildung sich nicht in der Vermittlung theoretischen Wissens erschöpfen darf, sondern insbesondere auch die Ausbildung professioneller Kompetenzen bei (angehenden) Lehrpersonen unterstützen und fördern muss, denn diese sind es, auf die Lehrpersonen in ihrer Berufspraxis zurückgreifen. In den letzten Jahren haben insbesondere in der MINT-Lehrpersonenbildung immer mehr Hochschulstandorte erkannt, dass die Nutzung von Schülerlaboren als Lehr-Lern-Labore eine echte Chance bietet und die Lehramtsstudiengänge bereichert. Vielfach wird dabei auf deren inhaltliche sowie strukturelle Verankerung im Curriculum geachtet und beispielsweise die Arbeit in den Lehr-Lern-Laboren auch in den Modulhandbüchern abgebildet. Im Rahmen des von der Deutsche Telekom Stiftung initiierten und finanziell geförderten Entwicklungsverbunds „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore: Forschungsorientierte Verknüpfung von Theorie und Praxis in der MINT-Lehrerbildung“ haben in den Jahren 2014 bis 2018 die Universitäten Kiel, Koblenz-Landau, Münster und Oldenburg sowie die Freie Universität Berlin und die Humboldt-Universität zu Berlin gemeinsam an Fragen rund um die MINT-Lehramtsausbildung in Lehr-Lern-Laboren gearbeitet. Ein Ziel war es, zunächst einen Überblick über die Lehr-Lern-Labor-Landschaft in Deutschland zu gewinnen und beispielsweise Typen von und Konzeptionen für Lehr-Lern-Labore systematisch zu erfassen und zu beschreiben. Auf dieser Basis und zurückgreifend auf die Vorerfahrungen der Projektpartner wurde ein abgestimmtes Programm für eine forschungsorientierte Weiterentwicklung bestehender Ansätze im Verbund entwickelt.

In einer Vielzahl von lokalen Arbeiten der Verbundpartner wurde z. B. unter den spezifischen Bedingungen des Standorts untersucht, wie wirksam die Lehre in Lehr-Lern-Laboren hinsichtlich der Professionalisierung der angehenden Lehrpersonen ist oder wie diese Lehrformate von Studierenden wahrgenommen werden. Wesentlich ist aber natürlich auch die Frage, inwiefern sich die Erfahrungen der verschiedenen Verbundpartner auf andere Lehr-Lern-Labor-Standorte übertragen lassen. Dazu hat der Verbund auf drei Aspekte der gemeinsamen Arbeit fokussiert. Erstens wurde eine detaillierte Bestandsaufnahme und Dokumentation der Einbindung von Schülerlaboren in die Lehrpersonenausbildung mittels mehrfacher

Erhebungswellen unter allen Verbundpartnern vorgenommen. Dabei trat die Vielfalt der Lehrformate und -angebote der Partner des Verbundes z. B. bezüglich der studentischen und schulischen Zielgruppen, der adressierten Lehrkompetenzen, der Dauer der Interaktion mit den Schülerinnen und Schülern oder der bearbeiteten inhaltlichen Themen zutage. Zweitens wurde verbundweit erhoben, inwieweit bei Studierenden die Teilnahme an Lehrveranstaltungen in einem Lehr-Lern-Labor den wahrgenommenen Praxisbezug des Studiums sowie die Einschätzung der Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des eigenen Lehrhandelns verändert. Bei beiden Konstrukten wird erwartet, dass Veranstaltungen in Lehr-Lern-Laboren positiven Einfluss haben. Drittens bilden sogenannte Videovignetten einen zentralen Aspekt der Verbundarbeit. Hierbei handelt es sich um Videosequenzen, die im Lehr-Lern-Labor aufgezeichnet werden und auf denen die Interaktion von Schülerinnen und Schülern zu sehen ist. Diese werden dann beispielsweise in Vorlesungen und Seminaren gezeigt bzw. in eigens dafür entwickelten Online-Lernumgebungen wie ViviAn (vgl. Kap. 5 von Roth sowie Bartel und Roth 2017) individuell von Studierenden bearbeitet. Auf diese Weise können diagnostische Fähigkeiten trainiert und theoriebasiert reflektiert werden. So kann die begleitende Lehr-Lern-Labor-Arbeit sogar bei Großveranstaltungen mit mehreren Hundert Studierenden gewinnbringend genutzt werden.

Der Entwicklungsverbund hat erstmalig in Deutschland die Arbeit mehrerer Hochschulen bei der Entwicklung und Evaluation des Ausbildungsformats „Lehr-Lern-Labore“ der Lehrpersonenbildung zusammengeführt. In diesem Sammelband werden einige Ergebnisse dieser Arbeit dargestellt. Dies geschieht anhand der Abschnitte „Begriffsklärung und Ziele“, „Konzepte und Veranstaltungsformate“, „Studien zur Professionalisierung von Lehramtsstudierenden“ sowie „Wahrnehmung der Lehr-Lern-Labore durch Studierende“, wobei der Einsatz von *Videovignetten zur Schulung prozessdiagnostischer Fähigkeiten* als weiterer Aspekt querschnittlich mit abgebildet wird.

Begriffsklärung und Ziele

Eine Aufgabe bestand darin, zu sichten, wie Lehr-Lern-Labore an den verschiedenen Standorten gesehen und ausgestaltet werden, sowie darin, auf dieser Basis eine Arbeitsdefinition für Lehr-Lern-Labore zu erstellen. Einen Überblick über die diesbezüglichen Ergebnisse der Verbundarbeit geben in Teil I *Lehr-Lern-Labore – Begriffsklärung und Ziele* in diesem Band Kap. 2 von Brüning, Kämpnick, Weusmann, Köster und Nordmeier sowie Kap. 3 von Weusmann, Kämpnick und Brüning.

Konzepte und Veranstaltungsformate

In Teil II dieses Bandes werden in einzelnen Beiträgen *Konzepte und Veranstaltungsformate rund um Lehr-Lern-Labore* zusammengetragen. Diese führen deutlich vor Augen, wie vielfältig die Lehr-Lern-Labor-Landschaft hinsichtlich der Zielgruppen, der Ausgestaltung, der Art der Einbindung in das Lehramtsstudium und der Zusammenarbeit über mehrere Lehr-Lern-Labore hinweg ist. So berichten Schehl, Risch und Roth in Kap. 4 etwa vom *Zentrum für Bildung und Forschung an außerschulischen Lernorten*, das als zentrale wissenschaftliche

Einrichtung der Universität Koblenz-Landau ein strukturelles Dach über alle außerschulischen Lernorte – wie etwa auch die Lehr-Lern-Labore – dieser Universität spannt. Eine andere Art der Vernetzung wird in Kap. 5 von Roth beschrieben. Hier geht es darum, die gesamte mathematikdidaktische Lehramtsausbildung über ein Lehr-Lern-Labor zu verzahnen. Dies geschieht u. a. über Videovignetten aus Schülerarbeitsprozessen in Lehr-Lern-Laboren, die parallel zu fachdidaktischen Veranstaltungen von Studierenden bearbeitet und analysiert werden. In Kap. 6 von Neumann, Sorge, Neumann, Parchmann und Schwanewedel wird die Kieler Forschungswerkstatt beschrieben, in der mehrere Lehr-Lern-Labore strukturgleich zu ganz verschiedenen naturwissenschaftlichen Themen arbeiten und untereinander vernetzt sind. Von der Entwicklung eines neuen Lehr-Lern-Formats im Studienfach Sachunterricht berichten Köster, Mehrtens, Brämer und Steger in Kap. 7. Ein ganz anderes Konzept, nämlich die Einbindung eines Lehr-Lern-Labors in einer sehr frühen Phase des Lehramtsstudiums, stellen Ernst, Priemer und Schulz in Kap. 8 vor. Eine weitere Möglichkeit der Nutzung von Lehr-Lern-Laboren zeigen Lensing, Priemer, Upmeyer zu Belzen, Meister und Meister in Kap. 9, wenn sie vom an der HU Berlin praktizierten interdisziplinären Zugang zur Lehr-Lern-Labor-Arbeit berichten. Dass Lehr-Lern-Labore nicht ortsfest sein müssen, wird in Kap. 10 von Wogram, Nave und Upmeyer zu Belzen deutlich; dort wird das Humboldt Bayer Mobil beschrieben, ein in einen Sattelaufleger eines Lkws eingebautes Lehr-Lern-Labor, das die Schulen anfährt.

Studien zur Professionalisierung von Lehramtsstudierenden

Ein weiterer Arbeitsbereich des Entwicklungsverbands bestand darin, in empirischen Studien Fragen zur Wirksamkeit der *Professionalisierung von Lehramtsstudierenden im Rahmen von Lehr-Lern-Laboren* zu beantworten. In Teil III werden solche Studien aus dem Entwicklungs- und Forschungsverbund vorgestellt. Zunächst wird in Kap. 11 von Priemer ein Überblick über den Stand der fachdidaktischen Forschung an Lehr-Lern-Laboren in den MINT-Fächern gegeben. In Kap. 12 von Brüning und Käpnick wird auf die Frage eingegangen, inwiefern Professionalisierung angehender Lehrpersonen durch die Verzahnung von Theorie und Praxis in Lehr-Lern-Laboren gelingt. Dohrmann und Nordmeier gehen in Kap. 13 der Frage nach, inwiefern ein Lehr-Lern-Labor-Blockseminar als Ausgangspunkt erster Professionalisierungsschritte zu Beginn des Lehramtsstudiums zielführend ist. Kap. 14 von Saathoff und Röben untersucht mithilfe von Repertory-Grid-Interviews, wie Selbstreflexionsprozesse bei Lehramtsstudierenden des Faches Technik gefördert werden können. Im Zusammenhang mit Lehr-Lern-Laboren werden immer stärker auch diagnostische Fähigkeiten von Lehramtsstudierenden gefördert. In Kap. 15 berichten Meister, Nitz, Schwanewedel und Upmeyer zu Belzen von einer Studie, in der eine Förderung dieser Fähigkeiten im Lehr-Lern-Labor verglichen wird mit einer Förderung ohne Lehr-Lern-Labor, aber mithilfe von Videovignetten. Kap. 16 von Hößle, Kuhleemann und Saathoff setzt sich mit Diagnose- und Reflexionsprozessen von Studierenden in einem Lehr-Lern-Labor auseinander. Die Frage, wie zyklisches Forschendes Lernen in einem Lehr-Lern-Labor-Seminar gelingt, wurde in einer Studie untersucht, die in Kap. 17 von Smoor und Komorek dargestellt wird.

Wahrnehmung der Lehr-Lern-Labore durch Studierende

Auch die Frage nach der *Wahrnehmung von Lehr-Lern-Labor-Angeboten durch Studierende* wurde im Entwicklungsverbund untersucht. In Teil IV werden drei Studien und deren Ergebnisse zu diesem Themenkomplex vorgestellt. Sorge, Neumann, Neumann, Parchmann und Schwanewedel berichten in Kap. 18 von der Wahrnehmung der Studierenden zur Frage, inwiefern das Arbeiten in Lehr-Lern-Laboren auf den Lehrberuf vorbereitet. In der Studie von Bartel und Roth in Kap. 19 wird untersucht, wie Studierende eine Schulung ihrer diagnostischen Fähigkeiten mit Video- bzw. Transkriptvignetten aus Schülergruppenarbeitsprozessen in einem Lehr-Lern-Labor wahrnehmen. Zucker und Leuchter beschreiben in Kap. 20 das Vorgehen einer evidenzbasierten Entwicklung eines Lehr-Lern-Labors zur Förderung von Teilfähigkeiten des formativen Assessments anhand von Wahrnehmungen teilnehmender Studierender.

Die 20 Beiträge bieten zusammen einen umfassenden Einblick in den Stand der Entwicklung und Evaluation von Lehr-Lern-Laboren in Deutschland. Sie fußen dabei auf Vorarbeiten der Verbundpartner sowie auf den Ergebnissen dieses Entwicklungsverbunds und weiterer Quellen. Damit kann bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt vorsichtig eingeschätzt werden, welchen Beitrag Lehr-Lern-Labore zur MINT-Lehrpersonenbildung leisten und wie die Arbeit in einem Lehr-Lern-Labor im Sinne eines Good Practice gestaltet werden kann. Einige Antworten auf diese Fragen werden in Abschn. 1.2 und 1.3 zusammenfassend dargestellt (siehe auch Kap. 11 von Priemer). Selbstverständlich kann diese Darstellung keine abschließende sein. Dennoch erscheint es aber angemessen, nach vier Jahren Projektarbeit im Entwicklungsverbund ein Zwischenfazit zu ziehen.

1.2 Der Beitrag von Lehr-Lern-Laboren zur MINT-Lehrpersonenbildung

Welchen Beitrag können Lehr-Lern-Labore zur MINT-Lehrpersonenbildung leisten? Welche wesentlichen Kompetenzen ihrer späteren Profession können Lehramtsstudierende in den darin konzipierten Lernsituationen erwerben, die mit alternativen Angeboten (Vorlesungen, klassische Seminare, Schulpraktika, Praxissemester, Referendariat und anderem) kaum oder nur schwer zu erreichen sind? Diese Fragen nach dem Mehrwert von Lehr-Lern-Laboren lassen sich aus sehr verschiedenen Perspektiven beantworten. Im Folgenden werden ausgewählte Antworten auf diese Fragen skizziert, um als Einführung zu den Beiträgen in diesem Sammelband das Themenfeld mit seinen vielen Facetten zu umreißen.

Ein *Lehr-Lern-Labor* besteht aus drei Säulen, die sich gegenseitig befruchten (siehe Kap. 5 von Roth und Kap. 2 von Brüning, Kämpnick, Weusmann, Köster und Nordmeier): Zunächst handelt es sich um ein *Schülerlabor*, in dem Schülerinnen und Schüler gefördert werden. Dabei arbeiten sie in einer Labor-Lernumgebung im Sinne eines entdeckenden oder Forschenden Lernens (vgl. Roth und Weigand 2014) an MINT-Fragestellungen. Darüber hinaus dient es als *Forschungslabor* der Grundlagen- und Entwicklungsforschung in den MINT-Fachdidaktiken. Schließ-

lich werden hier auch Lehramtsstudierende ausgebildet, die ihr Wissen und ihre Fähigkeiten in einem komplexitätsreduzierten und klar strukturierten Rahmen in der Praxis mit Schülerinnen und Schülern erproben und diese Erprobung nach verschiedenen Gesichtspunkten reflektieren. Diese dritte Säule konstituiert ein Lehr-Lern-Labor. Dementsprechend wird – im Sinne des Pars pro Toto – die ganze Einrichtung nach dieser Säule *Lehr-Lern-Labor* genannt.

Gerade das Zusammenspiel dieser drei Säulen eines Lehr-Lern-Labors zeigt die Chancen und den Wert dieser Einrichtung auf. Im Zentrum steht zunächst die Förderung von Schülerinnen und Schülern auf der Basis einer soliden didaktischen Auseinandersetzung mit Instruktion. Dies ist ein wesentlicher Aspekt, weil so sichergestellt wird, dass das Agieren der Lehramtsstudierenden in Form von professionellen Tätigkeiten von Lehrpersonen erfolgt und nicht zu einem ziellosen Handeln ohne klare Perspektive wird. Die Tatsache, dass ein Lehr-Lern-Labor auch ein Forschungslabor ist, sichert das theoriebasierte Vorgehen, ermöglicht den Lehramtsstudierenden aber auch die direkte Beteiligung an der Gewinnung von empirischen Forschungsergebnissen. Letzteres kann sie dazu anregen, auch in ihrem späteren Berufsalltag systematisch Erkenntnisse zu ihrem eigenen Handeln als Lehrperson und dessen Auswirkung auf die Schülerinnen und Schüler zu gewinnen. Dass ihr eigenes Handeln als angehende Lehrperson sowie das Lernen der Schülerinnen und Schüler dabei immer im Mittelpunkt steht, ist bei dieser Art der Gestaltung der universitären Lehramtsausbildung allen Beteiligten fortwährend präsent.

Mit Blick auf die genannten drei Säulen möchten wir schlaglichtartig auf sechs zentrale Aspekte von Lehr-Lern-Laboren hinweisen, die deren speziellen Charakter verdeutlichen:

- *Theoriegeleitete Entwicklung von Lernumgebungen*
Die fachlich und fachdidaktisch fundierte Gestaltung von Lernumgebungen mit klaren Zielvorgaben in einem strukturierten äußeren Rahmen ist Teil vieler Seminare in Lehr-Lern-Laboren. Dies erleichtert es den Studierenden, theoriegeleitet zu agieren und die theoretische Perspektive, auch durch die systematische Beratung durch Dozentinnen und Dozenten, im Prozess nicht aus den Augen zu verlieren.
- *Erkennen der engen Verzahnung von Theorie und Praxis*
Durch die theoriegeleitete Entwicklung und Gestaltung von Lerngelegenheiten für die Unterrichtspraxis sowie durch diagnostische Tätigkeiten bereits bei der Vorbereitung und in der Durchführung von Instruktionen mit Schülerinnen und Schülern können Studierende direkt erfahren, wie ihnen Theorieelemente in der Praxis helfen können. Dies kann zu einer Einsicht in die Relevanz einer Auseinandersetzung mit fachdidaktischen Theorien und zu einem reflektierten Umgang mit diesen führen.
- *Komplexitätsreduktion*
Praxiserfahrungen zeichnen sich in Praktika oft dadurch aus, dass Lehramtsstudierende unvermittelt mit der vollen Komplexität einer Unterrichtssituation im Klassenverband konfrontiert werden. Im Rahmen eines Lehr-Lern-Labors kann durch die äußere Gestaltung dafür gesorgt werden, dass nicht die volle Komple-

xität zum Tragen kommt, sondern Schwerpunkte auf verschiedene Aspekte der Lehrpersonentätigkeit gesetzt werden können.

- *Schulung prozessdiagnostischer Fähigkeiten*
Für die Schulung prozessdiagnostischer Fähigkeiten im Rahmen des Lehramtsstudiums sind die Möglichkeit der systematischen Beobachtung realer Schülerinnen und Schüler, eine klare Rahmung sowie ein enger Diagnosefokus notwendig. Dies alles kann durch ein Lehr-Lern-Labor gewährleistet werden.
- *Interventionen in Arbeitsprozesse von Schülerinnen und Schülern*
Interventionen von Lehrpersonen bei Arbeitsprozessen von Schülerinnen und Schülern müssen häufig recht spontan erfolgen. Gerade zu Beginn ihrer Lehrtätigkeiten fehlt Studierenden aber mangels Erfahrung oft die Fähigkeit, in solchen Situationen Handlungsoptionen aus der Theorie abzuleiten. Hier besteht die Gefahr, dass unreflektiert „aus dem Bauch heraus“ oder auf der Basis des Lehrpersonenerlebens aus der eigenen Schulzeit agiert wird. Auch hier kann ein Lehr-Lern-Labor dazu beitragen, den Studierenden die Möglichkeit zur Reflexion mit Theorieabgleich zu bieten.
- *Systematische Selbst- und Fremdrelexion*
Instruktionen in Lehr-Lern-Laboren, die in der Regel in festen Räumlichkeiten an Universitäten stattfinden, lassen sich so organisieren, dass eine Protokollierung der Interaktion zwischen Schülerinnen und Schülern, aber auch zwischen Lehramtsstudierenden und Schülerinnen und Schülern relativ einfach möglich ist. Dies kann z. B. durch Videoaufzeichnungen oder systematische Beobachtungen erfolgen. Ferner liegen den Studierenden alle Arbeitsmaterialien der Schülerinnen und Schüler, einschließlich der von diesen erstellten Produkte, vollständig vor. Dies ermöglicht eine tiefgehende Selbst- und Fremdrelexion.

Ergänzend zu dieser Liste spezieller Charakteristika von Lehr-Lern-Laboren möchten wir abschließend noch einen weiteren sehr wichtigen Aspekt detaillierter ausführen. Im Entwicklungsverbund „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“ wurde mit einem theoretischen Modell gearbeitet, das den Kompetenzerwerb der Studierenden durch zyklisches Forschendes Lernen beschreibt.

1.3 Modell des zyklischen Forschenden Lernens

Das Modell des zyklischen Forschenden Lernens in Lehr-Lern-Laboren wurde – basierend auf einer Arbeit von Hornung und Schulte (2011) – im Entwicklungsverbund „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“ entwickelt und erstmals im Verbundantrag (vgl. Nordmeier et al. 2014) vorgestellt. Im Folgenden wird dieses Modell anhand der Darstellung in Abb. 1.1 erläutert.

Das Modell beschreibt einen forschungsähnlichen Ablauf der Erkenntnisgewinnung der Studierenden bezüglich der Lernsituationen für Schülerinnen und Schüler. Dabei werden wesentliche professionelle Kompetenzen von Lehrpersonen (vgl. die Kästen (a) bis (e) in Abb. 1.1) aufeinander aufbauend gefördert, indem die zugehörigen Tätigkeiten der Lehrpersonen wiederholt in einem Kreislauf – dem zyklischen

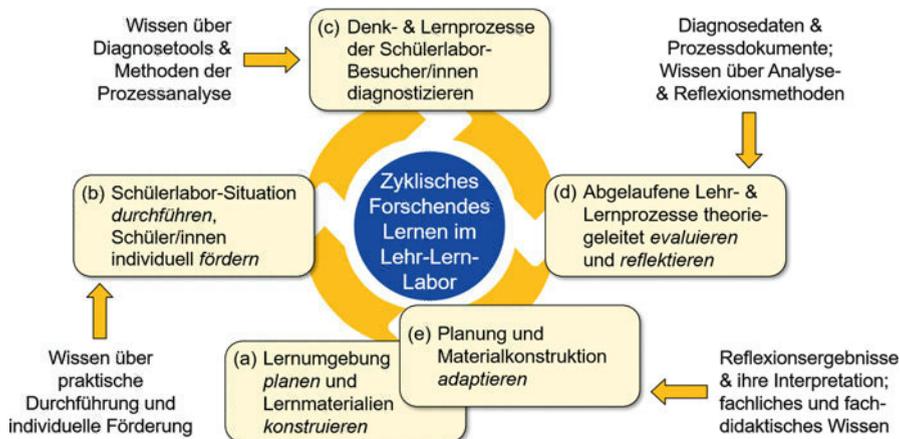


Abb. 1.1 Zyklisches Forschendes Lernen im Lehr-Lern-Labor: Theoretisches Modell, das im Entwicklungsverbund „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“ entwickelt wurde. (Vgl. Nordmeier et al. 2014; Designidee: M. Komorek)

Prozess – in der Praxis durchgeführt werden. Eine Randbedingung für ein zielgerichtetes Arbeiten ist dabei, dass jede der Tätigkeiten spezifisches Wissen voraussetzt (vgl. die Pfeile, die in Abb. 1.1 auf die Kästen verweisen). Das Modell gibt dabei nicht vor, an welcher Stelle des zyklischen Prozesses Lehrveranstaltungen beginnen sollten. Je nach dem Ziel des Seminars im Lehr-Lern-Labor, dem Vorwissen der Studierenden und deren praktischen Erfahrungen sind unterschiedliche Startpunkte und Teilzyklen möglich. In der hier gewählten Darstellung wird mit der Planung der Labor-Lernumgebung und der Konstruktion der jeweiligen Lernmaterialien begonnen, weil dies vielfach am Beginn eines Durchlaufs steht.

a) *Lernumgebungen planen und Lernmaterialien konstruieren*

Damit Schülerinnen und Schüler in einem Lehr-Lern-Labor arbeiten können, sind zunächst Lern- und Forschungsziele festzulegen. Darauf aufbauend werden Labor-Lernumgebungen geplant sowie Lern- bzw. Arbeitsmaterialien für die Schülerinnen und Schüler entwickelt. Voraussetzung dafür sind einerseits fachwissenschaftliches und fachdidaktisches Wissen zu den Inhalten der Lernumgebung. Hierzu zählen z. B. die Kenntnis „typischer“ Probleme und relevanter Schülervorstellungen. Darüber hinaus werden aber auch Kenntnisse zur Gestaltung von Arbeitsaufträgen, Hilfestellungen, Medieneinsatz usw. benötigt. Diese genannten Voraussetzungen lassen sich weitgehend durch theoretisches Wissen erfüllen. Sicherheit und Routine werden aber erst erworben, wenn bereits reflektierte Erfahrungen aus vorhergehenden Arbeitsprozessen mit Schülerinnen und Schülern vorliegen, aus denen Handlungsempfehlungen für das Erstellen zukünftiger Lernumgebungen hervorgegangen sind.

b) *Schülerlabor-Situation durchführen sowie Schülerinnen und Schüler individuell fördern*

Liegt eine Labor-Lernumgebung vor, kann sie von den Studierenden mit Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden. Diese sollten bei ihrer Arbeit in der Labor-Lernumgebung angeleitet und individuell gefördert werden. Wenn Studierende dies umsetzen sollen, benötigen sie Wissen über methodische Fragen der Durchführung von Instruktion sowie Kenntnisse darüber, wie eine individuelle Förderung geeignet erreicht werden kann. Auch dies erfordert grundlegende theoretische Kenntnisse, deren Wert durch praktische Erfahrungen ergänzt wird.

c) *Denk- und Lernprozesse der Schülerlabor-Besucherinnen und -Besucher diagnostizieren*

Während der Arbeit der Schülerinnen und Schülern haben die Studierenden die Gelegenheit, deren Denk- und Lernprozesse zu diagnostizieren. Das bedeutet z. B. nach Bartel und Roth in Kap. 19, Besonderheiten im Lernprozess wahrzunehmen, diese zu beschreiben, ihre Ursachen zu erklären und daraus abgeleitete Entscheidungen für die Gestaltung von Interventionen zu treffen. Um das adäquat umsetzen zu können, ist theoretisches Wissen über Diagnosemethoden und Methoden der Prozessanalyse notwendig. Auch hier sind reflektierte praktische Erfahrungen sehr hilfreich.

d) *Abgelaufene Lehr- und Lernprozesse theoriegeleitet evaluieren und reflektieren*

Nach Ablauf von Lehr- und Lernprozessen in einem Lehr-Lern-Labor erfolgt eine theoriegeleitete Evaluation und Reflexion der gesamten Instruktion und der erzielten Ergebnisse. Erst auf dieser Basis können das Konzept und die Umsetzung der erarbeiteten Lernumgebung sowie die Diagnose- und Unterstützungsmaßnahmen im Prozess tiefgehend analysiert und bewertet werden. Dafür ist eine Dokumentation der abgelaufenen Prozesse – etwa durch Videoaufzeichnung, Protokollierung oder Beobachtungserfassung – notwendig, aus der relevante Diagnosedaten gewonnen werden. Mithilfe dieses Materials sowie mit Wissen über Analyse- und Reflexionsmethoden kann eine kritisch-konstruktive Auseinandersetzung mit den Lehrerfahrungen erfolgen. Auch dieser Prozess kann durch vorhergehende praktische Erfahrungen unterstützt werden.

e) *Planung und Materialkonstruktion adaptieren*

Das Forschende Lernen im Lehr-Lern-Labor ist erst dann vollständig, wenn die Erkenntnisse aus den Erfahrungen mit vorhergehenden Erprobungen genutzt werden, um die Planung der Labor-Lernumgebung sowie die Materialkonstruktion zu adaptieren und zu verbessern. Dies kann natürlich nur auf der Grundlage von Reflexionsergebnissen und deren Interpretation sowie des Abgleichs mit fachlichem sowie fachdidaktischem Wissen gelingen.

Wirklich zyklisch wird das Forschende Lernen im Lehr-Lern-Labor aber erst dann, wenn die Adaption der Planung und der Materialkonstruktion zum Ausgangspunkt einer erneuten Erprobung der Lerneinheit wird. Der in Abb. 1.1 dargestellte Zyklus wird dann wiederholt durchlaufen. Auf diese Weise können Studierende zum einen ihre professionellen Lehrpersonen-Kompetenzen weiterentwickeln und auch die Labor-Lernumgebung optimieren. Zum anderen eröffnet sich auch

die Möglichkeit, dass Studierende im Sinne der fachdidaktischen Entwicklungsforschung (vgl. Prediger et al. 2012) anhand eigener Fragestellungen forschend tätig sind.

Das Modell stellt einen Ansatz vor, wie ein Seminar in einem Lehr-Lern-Labor prinzipiell realisiert werden kann. Die konkreten Umsetzungen können je nach Rahmenbedingungen an den Standorten jedoch sehr unterschiedlich sein.

1.4 Fazit

Sechs Hochschulstandorte der MINT-Lehrpersonenbildung – die alle über langjährige Erfahrung mit Lehr-Lern-Laboren verfügen – haben im Zeitraum 2014 bis 2018 den Entwicklungsverbund „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“ gebildet. Damit wurde erstmals in Deutschland eine Entwicklungs- und Forschungskoooperation initiiert, die sich systematisch, theoriegeleitet und evidenzbasiert mit der Integration von Schülerlaboren in die Lehrpersonenbildung befasst. Die Arbeit im Verbund hat zum einen die lokalen Lehr-Lern-Labore ausgebaut und maßgeblich weiterentwickelt. Zum anderen erfolgte aber auch eine umfassende standortübergreifende Forschung, mit deren Ergebnissen nun auch Aussagen möglich werden, die sich nicht nur auf ein spezielles Lehr-Lern-Labor beziehen. Aufgezeigt wurden z. B. die vielfältigen Umsetzungen von Lehrveranstaltungen in Lehr-Lern-Laboren, die Bedeutung von Videovignetten als Begleitinstrument der Lehre sowie die Wirkungen der Teilnahme von Studierenden an Seminaren in Lehr-Lern-Laboren auf ihre empfundene Lehrwirksamkeit. Damit kann der Verbund wichtige Impulse für alle Standorte der MINT-Lehrpersonenbildung geben, die das Potenzial von Schülerlaboren für die Lehre entfalten möchten. Anregungen dazu bieten die vielfältigen Beiträge in diesem Sammelband.

Literatur

- Bartel, M.-E., & Roth, J. (2017). Diagnostische Kompetenz von Lehramtsstudierenden fördern. Das Videotool ViviAn. In J. Leuders, T. Leuders, S. Prediger & S. Ruwisch (Hrsg.), *Mit Heterogenität im Mathematikunterricht umgehen lernen. Konzepte und Perspektiven für eine zentrale Anforderung an die Lehrerbildung* (S. 43–52). Wiesbaden: Springer.
- Hornung, M., & Schulte, C. (2011). *ProspectiveTeachers@Research – CS Teacher Education Revisited. Proceedings of the 11th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (S. 138–143). New York: AMC.
- Nordmeier, V., Käpnick, F., Komorek, M., Leuchter, M., Neumann, K., Priemer, B., Risch, B., Roth, J., Schulte, C., Schwanewedel, J., Upmeyer zu Belzen, A., & Weusmann, B. (2014). *Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore: Forschungsorientierte Verknüpfung von Theorie und Praxis in der MINT-Lehrerbildung*. Unveröffentlichter Projektantrag
- Prediger, S., Link, M., Hinz, R., Hußmann, S., Ralle, B., & Thiele, J. (2012). Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. *MNU*, 65(8), 452–457.
- Roth, J., & Weigand, H.-G. (2014). Forschendes Lernen – Eine Annäherung an wissenschaftliches Arbeiten. *Mathematik lehren*, 184, 2–9.

Teil I

Lehr-Lern-Labore – Begriffsklärung und Ziele



Lehr-Lern-Labore im MINT-Bereich – eine konzeptionelle Einordnung und empirischkonstruktive Begriffskennzeichnung

2

Ann-Katrin Brüning, Friedhelm Käpnick, Birgit Weusmann, Hilde Köster und Volkhard Nordmeier

Inhaltsverzeichnis

2.1	Einleitung	14
2.2	Klärung der Begriffsbausteine	15
2.3	Empirisch-konstruktive Bestimmung des Begriffs „Lehr-Lern-Labor“	17
2.4	Abgrenzung und Fazit	24
	Literatur	25

Abstract

Lehr-Lern-Labore im MINT-Bereich verknüpfen die theoretische Ausbildung angehender Lehramtsstudierender mit reflektierter Praxis in Form vielfältiger Interaktionen zwischen Studierenden und Schülerinnen und Schülern. Sie bieten somit große Potenziale für die Förderung professioneller Kompetenzen von

A.-K. Brüning (✉) · F. Käpnick
Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik, Westfälische Wilhelms-Universität
Münster
Münster, Deutschland
E-Mail: a.bruening@uni-muenster.de

F. Käpnick
E-Mail: kaepni@uni-muenster.de

B. Weusmann
Institut für Biologie und Umweltwissenschaften/AG Biologiedidaktik, Carl von Ossietzky
Universität Oldenburg
Oldenburg, Deutschland
E-Mail: birgit.weusmann@uni-oldenburg.de

H. Köster
Didaktik des Sachunterrichts, Freie Universität Berlin
Berlin, Deutschland
E-Mail: hilde.koester@fu-berlin.de

V. Nordmeier
Didaktik der Physik, Freie Universität Berlin
Berlin, Deutschland
E-Mail: volkhard.nordmeier@fu-berlin.de

Lehrpersonen. Zugleich ermöglichen Lehr-Lern-Labore eine reichhaltige fachdidaktische wie auch interdisziplinäre Forschung. Im folgenden Beitrag werden aus historischer Perspektive wichtige Aspekte zur spezifischen Kennzeichnung dieser besonderen Organisationsform erörtert – mit dem Ziel, eine vertiefende wissenschaftliche Diskussion zu einer sinnvollen, auf einem breiten Konsens basierenden Definition anzuregen.

2.1 Einleitung

Die Verzahnung von Theorie und reflektierter Praxis wird in zahlreichen nationalen und internationalen Studien für die professionelle Kompetenzentwicklung angehende Lehrpersonen als besonders wichtig und effizient hervorgehoben (z. B. Ball und Cohen 1999; Bromme und Tillema 1995; Hascher und Zordo 2015; König und Rothland 2015; Levine 2006; Neuweg 2016; Schoen 1983). Durch die Verknüpfung der Förderung von Schülerinnen und Schülern mit der Ausbildung von Lehramtsstudierenden sind Lehr-Lern-Labore in den MINT-Studienfächern demgemäß als eine im Vergleich zu Vorlesungen, Seminaren oder Übungen sehr effektive Organisationsform im Hinblick auf den Erwerb von Professionskompetenzen von Lehramtsstudierenden einzuschätzen (z. B. Haupt und Hempelmann 2015; Käpnick et al. 2016; Dohrmann und Nordmeier 2018; Schmidt et al. 2011; Völker und Trefzger 2011). Was ein Lehr-Lern-Labor kennzeichnet, wird jedoch von Lehr-Lern-Labor-Leitenden verschiedener Fächer und Standorte sowie innerhalb des von der Deutsche Telekom Stiftung (DTS) geförderten Entwicklungsverbunds „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“ unterschiedlich definiert (Kiper 2011; vgl. andere Beiträge in diesem Band). Grundsätzlich wird im Namen des Verbunds eine strukturelle und inhaltliche Nähe zu Schülerlaboren hervorgehoben. Vertreterinnen und Vertreter von Schülerlaboren betonen ebenfalls die konzeptionelle Verwandtschaft zu Lehr-Lern-Laboren und liefern eine in der aktuellen Diskussion viel beachtete Definition des Lehr-Lern-Labors (Haupt und Hempelmann 2015, S. 20):

Lehr-Lern-Labore arbeiten in der Regel wie klassische Schülerlabore. Der Unterschied ist aber, dass hier Studierende im Rahmen ihrer universitären Ausbildung lernen, gemeinsam mit Schülern zu experimentieren. Dabei können die Studierenden neue Experimente entwickeln und diese anschließend bei der Betreuung im Schülerlabor [sic] erproben. Hierbei reflektieren sie auch ihre eigenen Fähigkeiten und lernen somit häufig auf zweifache Weise. Sie lernen das Lehren (Schwerpunkt Fachdidaktik) oder vertiefen durch das Lehren zugleich selbst fachspezifische Inhalte (Schwerpunkt Fachwissenschaft). ... Lehr-Lern-Labore sind Bestandteil des Pflicht- oder Wahlpflichtangebots entsprechender Lehramts-Studiengänge. Sie orientieren sich an den Lehrplänen der Schulen – eine Gemeinsamkeit mit klassischen Schülerlaboren. Lehr-Lern-Labore werden zunehmend auch in die empirische Unterrichts-/Fachdidaktik-Forschung einbezogen.

Je nach Perspektive werden Lehr-Lern-Labore aber auch mit einer veränderten universitären Lehramtsausbildung assoziiert, z. B. in Anlehnung an die Arbeit in Lernwerkstätten (z. B. Müller-Naendrup 1997) oder an das Konzept des Microteaching (Allen und Ryan 1974), mit einer speziellen Förderung von Schülerinnen

und Schülern in den MINT-Fächern an Universitäten, einer besonderen, projektartigen Form des Unterrichts an Schulen, außerschulischen Lernorten wie botanischen Gärten, Museen oder Videotheken oder einer reichhaltigen Forschungslandschaft (vgl. auch Rehfeldt et al. 2018). Mit dieser Vielfalt lässt sich begründen, dass eine lediglich aus dem Konstrukt „Schülerlabor“ abgeleitete Definition des Lehr-Lern-Labors zu kurz greift, da sie wesentliche Potenziale außer Acht lassen würde. Darüber hinaus werden keine Hinweise auf die – u. a. gemäß Kiper (2011) existierende – vielfältige Umsetzung von Lehr-Lern-Labor-Konzeptionen geliefert.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit einer Definition des Begriffs „Lehr-Lern-Labor“, die sowohl die Gemeinsamkeiten und Unterschiede verwandter Organisationsformen differenziert herausstellt als auch den breiten Konsens unter Expertinnen und Experten widerspiegelt und somit den aktuellen Ist-Zustand hinsichtlich der Begriffsverständnisse und Umsetzungsformen von Lehr-Lern-Laboren abbildet. Zur Realisierung dieses Ziels erwies sich eine empirisch-konstruktive Untersuchung zu Begriffsverständnissen von Expertinnen und Experten auf diesem Gebiet (vgl. Abschn. 2.3) als sinnvoller methodologischer Ansatz.¹

2.2 Klärung der Begriffsbausteine²

Aufgrund der kaum zu überschauenden inhaltlichen und organisatorischen Vielfalt der in den letzten Jahren zahlreich entstandenen Lehr-Lern-Laboren an deutschen Universitäten erscheint es u. E. sinnvoll, Grundannahmen dieses Begriffskonstrukts zu bestimmen. Dies kann die Orientierung für alle beteiligten Personengruppen (Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bzw. Dozentinnen und Dozenten, Studierende, Schülerinnen und Schüler) erleichtern, sowohl im Hinblick auf Standardanforderungen als auch hinsichtlich der Verdeutlichung der Vielschichtigkeit des Begriffs.

Unser Ausgangspunkt der Begriffsbestimmung ist eine sprachlich-inhaltliche Klärung des Begriffskonstrukts „Lehr-Lern-Labor“:

- Der erste Baustein „**Lehr**“ bezieht sich als Abkürzung des Verbs „lehren“ im allgemeinen Sprachgebrauch auf das Vermitteln von Kenntnissen bzw. spezifischer auf das Unterrichten eines bestimmten Fachs und das Unterweisen in einer bestimmten Tätigkeit (Dudenredaktion 2017). Unter Berücksichtigung des Settings „Universität“ lässt sich dieser Baustein entweder auf die Lehrtätigkeiten des zuständigen Dozierenden oder auf das Erproben von Lehrkompetenzen der teilnehmenden angehenden Lehrpersonen im Rahmen dieser Lehrveranstaltung beziehen. Mit der Implementierung von Lehr-Lern-Laboren in die Lehramtsaus-

¹ Eine deutlich differenziertere Darstellung der theoretisch-analytischen sowie empirisch-konstruktiven Bestimmung des Begriffs „Lehr-Lern-Labore“ kann in Brüning (2018) nachgelesen werden.

² Wesentliche Inhalte von Abschn. 2.2 und 2.3 entstammen der 2018 eingereichten Dissertation von Brüning (2018).

bildung erscheint die zweite Interpretation von besonderer Bedeutung (Völker und Trefzger 2011).

- Der zweite Baustein „**Lern**“ beschreibt den Erwerb von Kompetenzen, und zwar in Bezug auf zwei Personengruppen: auf die an der Lehrveranstaltung teilnehmenden Studierenden und – unter Berücksichtigung der inhaltlichen Nähe zu Schülerlaboren – auf die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler.
- Der dritte Begriffsbaustein „**Labor**“, spricht: ein „Arbeitsraum für wissenschaftliche und technische Versuche, Messungen usw.“ (Brockhaus 2014), erzeugt Assoziationen zu naturwissenschaftlichen und technischen Fachwissenschaften. Zugleich beschreibt der Begriff eine künstliche – im Sinne einer durch Menschen geschaffenen – Umgebung, in der unter Einbezug bestimmter Utensilien möglichst authentische, wissenschaftliche Experimente durchgeführt werden, um zu neuen Erkenntnissen zu gelangen (Schmidgen 2011). Im historischen und ikonologischen Sinn bilden Labore außerdem Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Forscherinnen und Forscher aus (a. a. O.). Komorek (2011) fasst den Laborbegriff im Zusammenhang mit Lehr-Lern-Laboren weiter und geht von „dauerhaften oder temporär herbeigeführte[n] Situationen mit dem Zweck, Lernen zu ermöglichen und zu untersuchen“ (S. 7) aus.

Aus der Klärung der Begriffsbausteine sowie deren zusammenhängender Betrachtung können folgende Grundannahmen zur Kennzeichnung von Lehr-Lern-Laboren abgeleitet werden, die zugleich als Ausgangspunkt für die empirisch-konstruktive Begriffsbestimmung dienen:

- A1 An einem Lehr-Lern-Labor nehmen sowohl Schülerinnen und Schüler als auch Studierende teil.
- A2 Die am Lehr-Lern-Labor teilnehmenden Studierenden können in Laborsituationen mit Schülerinnen und Schülern Lehrkompetenzen erwerben bzw. weiterentwickeln.
- A3 Im Zusammenhang mit dem Aspekt des „Lehrens“ steht das Forschende Lernen von Studierenden zu fachdidaktischen Inhalten im Fokus.
- A4 Neben dem Lehren nimmt das Lernen eine zentrale Position ein. Da es sich um ein Lernen im Labor handelt (siehe A5), kann das Lernen als aktiv forschend charakterisiert werden.
- A5 Im Sinne der Labordefinition handelt es sich bei einem Lehr-Lern-Labor um eine spezifisch gestaltete, aber dennoch authentische Lernumgebung sowohl für Schülerinnen und Schüler als auch für Studierende.
- A6 Zudem bieten Lehr-Lern-Labore, ebenfalls bezogen auf den Laborbegriff, vielfältige Potenziale für verschiedene interdisziplinäre Forschungsaktivitäten der Dozentinnen und Dozenten.

2.3 Empirisch-konstruktive Bestimmung des Begriffs „Lehr-Lern-Labor“

Im Rahmen eines ersten Austausches der Lehr-Lern-Labor-Leitenden im Entwicklungsverbund „Schülerlabore als Lehr-Lern-Labore“ der DTS wurde die Vielfalt der an den mitwirkenden Universitäten bestehenden Schülerlabore und der entwickelten Lehrveranstaltungen zur Theorie-Praxis-Verknüpfung im Lehramtsstudium deutlich. Angesichts der in Abschn. 2.1 gekennzeichneten Problemlage erwuchs hieraus das Ziel, eine konsensfähige Definition des Begriffs „Lehr-Lern-Labor“ zu bestimmen, was in zwei Durchgängen systematischer Erhebungen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden vorgenommen wurde. Diese berücksichtigten neben der Kennzeichnung der Kernmerkmale von Lehr-Lern-Laboren auch deren Vielfalt und Individualität (vgl. hierzu Weusmann, Kämpnick und Brüning, Kap. 3).

2.3.1 Anlage und Kerneergebnisse der ersten Erhebung

In der ersten Studie wurden im Frühjahr 2015 im Sinne einer Expertenbefragung die individuellen Definitionsauffassungen aller Verbundpartnerinnen und Verbundpartner in den verschiedenen MINT-Fachdidaktiken und Universitäten³ abgefragt („Was verstehen Sie unter einem Lehr-Lern-Labor? Bitte nennen Sie wesentliche Merkmale“). Es wurden zehn individuelle Definitionen des „Lehr-Lern-Labors“, die sowohl von Einzelpersonen als auch in Form von Gruppenergebnissen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern formuliert wurden, mittels qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Im Ergebnis der Analysen der zehn zurückgemeldeten Definitionen konnten fünf „mehrheitsfähige“ Merkmale von Lehr-Lern-Laboren festgehalten werden: 1) Lehr-Lern-Labore sind eine **besondere Organisationsform** der universitären/fachdidaktischen Lehramtsausbildung. 2) Im Rahmen von Lehr-Lern-Laboren **nehmen Schülerinnen und Schüler aktiv teil** (im Sinne einer Förderung der Schülerinnen und Schüler durch aktives Lernen). 3) Lehr-Lern-Labore knüpfen insbesondere durch **Forschendes Lernen der Schülerinnen und Schüler** an die Tradition der Labor- bzw. Werkstattarbeit an. 4) Lehr-Lern-Labore **verknüpfen die Förderung von Schülerinnen und Schülern** (wie in Schülerlaboren) **mit der Qualifikation von Studierenden** im Rahmen der Lehramtsausbildung. 5) Lehr-Lern-Labore bieten **komplexitätsreduzierte, aber authentische**

³ Mit der Einbeziehung aller beteiligten Leiterinnen und Leiter von Lehr-Lern-Laboren des Entwicklungsverbunds sollte die reale Vielfalt der aktuell bestehenden Lehr-Lern-Labore und der hiermit im Zusammenhang stehenden verschiedenen Perspektiven auf das Konstrukt „Lehr-Lern-Labor“ erfasst und berücksichtigt und ein hierauf basierender breiter Konsens einer sinnvollen Bestimmung wesentlicher Merkmale für Lehr-Lern-Labore erreicht werden. Ein unvermeidbares Problem dieses Vorgehens besteht aber darin, dass eine solche Begriffsbestimmung in vielerlei Hinsicht nur eine Kompromisslösung darstellen kann, die auch Gefahren terminologischer Ungenauigkeiten und unausgewogener Schwerpunktsetzungen in sich birgt. Trotz dieser methodologischen „Schwachpunkte“ erscheint uns die Vorgehensweise für das Erreichen des Ziels, einen theoretisch und empirisch fundierten Diskussionsvorschlag für die Kennzeichnung des Begriffs „Lehr-Lern-Labor“ im MINT-Bereich zu entwickeln, sinnvoll.

Lernsituationen mit Schülerinnen und Schülern als Basis für studentische Lehr-Lern-Aktivitäten.

Neben diesen Gemeinsamkeiten wurden jedoch auch Merkmale genannt, die nicht mehrheitlich als charakteristisch für Lehr-Lern-Labore identifiziert wurden, wie die Verankerung der Lehr-Lern-Labor-Aktivitäten in die Studienordnung, sowie Merkmale, die die Individualität der Profile hervorheben, wie beispielsweise der genaue Ort und die Ausstattung eines Lehr-Lern-Labors oder die Anzahl der am Lehr-Lern-Labor teilnehmenden Schülerinnen und Schüler. Darüber hinaus konnte in den Analysen festgestellt werden, dass die befragten Standorte Lehr-Lern-Labore aus zwei verschiedenen Traditionen heraus definieren: zum einen als Weiterentwicklung von Schülerlaboren oder (Lern-)Werkstätten für Schülerinnen und Schüler, deren inhaltliche und didaktische Leitideen in die Lehramtsausbildung integriert werden, und zum anderen als Weiterentwicklung traditioneller universitärer Lehrveranstaltungen wie Seminare, Vorlesungen oder Übungen durch die Einbindung von Schülerinnen und Schülern. An dieser Stelle wurden eindeutige Parallelen zu den in der Literaturanalyse als Verwandte von Lehr-Lern-Laboren gekennzeichneten Konzeptionen „Schülerlabor“, „Lernwerkstatt“ und „Microteaching“ deutlich (Brüning 2018, S. 113–161).

2.3.2 Anlage und Ergebnisse der zweiten Studie

Auf der Basis der ersten explorativen Erhebung wurde ein Jahr später eine zweite Studie zur standardisierten Erhebung der Begriffsdefinition unter den Expertinnen und Experten im Entwicklungsverbund in Form von Fragebögen durchgeführt und ausgewertet. Der Hauptgrund für die zweite Erhebung waren das Anliegen, die in der ersten Studie bestimmte Definition zu untermauern und zugleich eventuelle Veränderungen der Auffassungen durch die inzwischen noch intensiveren und stärker reflektierten Tätigkeiten in den Lehr-Lern-Laboren zu erfassen.

Die Konstruktion der Fragen erfolgte in einem induktiv-deduktiven Verfahren zunächst durch eine Literaturanalyse wichtiger Kriterien des Begriffs „Lehr-Lern-Labor“. Weiterhin wurden die Ergebnisse der ersten Erhebung zu Definitionsauffassungen im Rahmen des Entwicklungsverbundes in die Analyse charakteristischer Aspekte von Lehr-Lern-Laboren einbezogen. Insgesamt konnten 27 mehr oder weniger trennscharfe Items formuliert werden, in denen jeweils ein Merkmal von Lehr-Lern-Laboren dargestellt wird (Tab. 2.1). Sie beleuchten verschiedene inhaltliche, strukturelle und organisatorische Aspekte der Lehr-Lern-Labor-Arbeit, wie die Ziele hinsichtlich der Ausbildung der Studierenden, den Einbezug von Schülerinnen und Schülern in die Lehr-Lern-Labor-Arbeit und die Raumausstattung. Diese Items sollten anhand einer Nominalskala bewertet werden, mit den Antwortmöglichkeiten „wesentlich“, „wichtig“, „unwichtig“ und „nicht einschätzbar“.

Die sechswöchige Erhebungsphase (Dezember 2016 bis Februar 2017) wurde mit dem Versand des Fragebogens per E-Mail an 14 Verbundpartnerinnen und -partner gestartet. In diesem Zeitraum wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer einmalig an die Teilnahme erinnert. Insgesamt antworteten elf der 14 angeschriebenen

nen Lehr-Lern-Labor-Leiterinnen und -Leiter, sodass eine sehr gute Rücklaufquote von 79 % verzeichnet werden konnte. In der Stichprobe der Untersuchung sind alle Verbundhochschulen durch mindestens eine Person sowie die MINT-Fachdidaktiken, mit Ausnahme des Bereichs Technik, vertreten.

Die Analyse der Ergebnisse zeigt zunächst, dass *erstens* einige Merkmale durch die Befragten eindeutig als wesentlich für Lehr-Lern-Labore charakterisiert werden, *zweitens* viele Merkmale als wichtig für Lehr-Lern-Labore bezeichnet werden – die mit den zuvor genannten Merkmalen in Verbindung stehen –, *drittens* die Bewertung einiger weiterer Items sehr unterschiedlich ausfällt und *viertens* lediglich ein Merkmal überwiegend als unwichtig eingeschätzt wird. Hinsichtlich der Einordnung der Items in die Antwortkategorien wurden zwölf Merkmale als „wesentlich“, neun Merkmale als „wichtig“ und sechs Merkmale als „unwichtig“ eingestuft.

Zunächst fallen drei Items auf, die von mindestens zehn der Befragten als wesentlich eingestuft wurden. Diese Expertinnen und Experten einigten sich darauf,

Tab. 2.1 Items des Fragebogens, sortiert nach den prozentualen Häufigkeiten der gewählten Antworten. Grau unterlegt: wesentliche Merkmale, kursiv: wichtige Merkmale, normal: unwichtige Merkmale, fett: von den Befragten genannte Merkmale. $N = 11$

Lehr-Lern-Labore sind charakterisiert durch ...	Wesentlich	Wichtig	Unwichtig	Nicht einschätzbar
eine spezielle Organisationsform der Lehramtsausbildung, in der (außer-)schulisches Lernen <i>und</i> studentische Lehramtsausbildung miteinander verknüpft werden	100			
eine aktive Teilnahme von Schülerinnen und Schülern	90,9			
den Erwerb von Handlungskompetenzen und Professionswissen der Studierenden	90,9			9,1
eine theoriebasierte Reflexion der Lehr-Lern-Aktivitäten	81,8	18,2		
den Erwerb von Diagnose-, Förder- und Reflexionskompetenzen der Studierenden	81,8	9,1	9,1	
das Verknüpfen der Förderung von Schülerinnen und Schülern (Schülerlabor) mit der Qualifikation von Studierenden (Lehramtsausbildung)	72,7	18,2		9,1
komplexitätsreduzierte Lernsituationen mit Schülerinnen und Schülern als Basis für die studentischen Lernaktivitäten	63,6	27,3		
zyklische bzw. iterative Lernprozesse bei den Studierenden	54,5	36,4		9,1
die Verankerung in den Lehramtsstudienordnungen	54,5	45,5		
eine direkte Interaktion zwischen Studierenden und Schülerinnen und Schülern	54,5	45,5		
Forschendes Lernen bei den Studierenden	63,6	27,3	9,1	
die Leitung durch in der Lehramtsausbildung tätige Dozent/innen	54,5	36,4	9,1	