

Landauer Beiträge
zur mathematikdidaktischen Forschung

RESEARCH

Tim Lutz

Diagnose und Förderung in der elementaren Algebra

Entwicklung eines
Diagnoseinstrumentes und
Vorbereitung eines Förderkonzeptes

MOREMEDIA



Springer Spektrum

Landauer Beiträge zur mathematikdidaktischen Forschung

Reihe herausgegeben von

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

Stephanie Schuler, Institut für Mathematik, University of Koblenz and Landau,
Landau, Nordrhein-Westfalen, Deutschland

In der Reihe werden exzellente Forschungsarbeiten zur Didaktik der Mathematik an der Universität Koblenz-Landau publiziert. Sie umfassen das breite Spektrum der Forschungsarbeiten in der Didaktik der Mathematik am Standort Landau, das in der einen Dimension von empirischer Grundlagenforschung bis hin zur fachdidaktischen Entwicklungsforschung und in der anderen Dimension von der Unterrichtsforschung bis hin zur Hochschuldidaktischen Forschung reicht. Dabei wird das Lehren und Lernen von Mathematik vom Kindergarten über alle Schulstufen und Schulformen bis zur Hochschule und zur Lehrerbildung beleuchtet. In jedem Fall wird konzeptionelle Arbeit mit qualitativen und/oder quantitativen empirischen Studien verbunden. In der Reihe erscheinen neben Qualifikationsarbeiten auch Publikationen aus weiteren Landauer Forschungsprojekten.

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/15787>

Tim Lutz

Diagnose und Förderung in der elementaren Algebra

Entwicklung eines
Diagnoseinstrumentes und
Vorbereitung eines Förderkonzeptes



Springer Spektrum

Tim Lutz
Heidelberg University of Education
Heidelberg, Deutschland
<https://tim-lutz.de/aldiff>

Diese Arbeit wurde als Dissertation von Tim Lutz an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg erstellt und am 13.01.2021 mit summa cum laude abgeschlossen.

Die Arbeit berichtet die Ergebnisse eines Forschungsvorhabens über die Entwicklung automatisiert auswertbarer Diagnose mit sich anschließenden Förderkonzepten.

Gefördert wurde das Projekt von der internen Forschungsförderung der Pädagogischen Hochschule Heidelberg in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Guido Pinkernell, Prof. Dr. Markus Vogel (1. Gutachter) und Prof. Dr. Augustin Kelava (Universität Tübingen, 2. Gutachter).

ISSN 2662-7469 ISSN 2662-7477 (electronic)
Landauer Beiträge zur mathematikdidaktischen Forschung
ISBN 978-3-658-34207-4 ISBN 978-3-658-34208-1 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-34208-1>

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

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung der Verlage. 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.

Planung/Lektorat: Marija Kojic
Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Kommentar:

Die Absicht, eine Diagnose „fachgerecht“ erstellen zu können, gründet sich auf dem Wunsch, ein Defizit, das man glaubt erkannt zu haben, in Folge so umfassend diagnostizieren zu können, dass in einer sich anschließenden „Therapie“ die Aussicht besteht, den Mangel zu bessern.

*Ärzte schreiben unleserliche Rezepte,
wenn*

sie ihrer Diagnose nicht sicher sind.

*Wolfram Weidner (*1925, dt.
Politikjournalist) (1999, S. 109)*

Danksagung

Die Zeit der Dissertation ist eine einmalige wertvolle Zeit.

Danken möchte ich den Menschen, die mich durch diese Zeit hindurch begleitet haben.

Prof. Dr. Guido Pinkernell, dem Schöpfer des Projektes *aldiff* und

Prof. Dr. Markus Vogel, dem weiteren Projektleiter des Projektes *aldiff*.

Beide haben mich begleitet von den aufregenden Anfängen der Vorüberlegungen über die Umsetzung der Hauptstudie bis hin zum Abfassen von Artikeln.

In der Zeit meiner Arbeit an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg konnte ich vielfältige Erfahrungen im Bereich wissenschaftlichen Arbeitens sammeln. Dafür möchte ich beiden Professoren in ganz besonderer Weise danken. Die Arbeit mit beiden wird mein zukünftiges berufliches Leben prägen.

Ich möchte Dank aussprechen an Prof. Dr. Augustin Kelava. Herr Prof. Kelava betreute diese Arbeit von Beginn an für den Bereich der quantitativen statistischen Ausführungen, angefangen vom Forschungsdesign über Expertenrat möglicher Auswertungsstrategien bis hin zu Tipps zur Qualitätssicherung der Ergebnisse.

Mein weiterer Dank gilt Prof. Dr. Jürgen Roth, für dessen Rücksichtnahme in der Zeit, die für die Fertigstellung dieser Arbeit nötig war.

Mein größter Dank gilt meiner Familie, die mir während der Zeit meiner Dissertation nach hinten den Rücken von Banalem freigehalten hat und nach vorne gerichtet den Blick auf das Elementare (nicht nur der Algebra) geschärft hat.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Struktur der Arbeit	3
2.1	Glossar der wichtigsten Begriffe und Abkürzungen	3
2.2	Ziel der Arbeit	4
2.3	Überblick über die Struktur der Arbeit	5
2.3.1	Die Struktur der Arbeit als graphische Übersicht	10
3	Theorie	13
3.1	Allgemeiner Theorieteil	13
3.1.1	Allgemeine Testgütekriterien	13
3.1.2	Gütekriterien für Schulische Diagnose in der elementaren Algebra nach Meyer	14
3.1.3	Eigenschaften von Förderdiagnose nach Meyer	15
3.2	Theorie a)	17
3.2.1	Theorie a) Teil 1: „Standards“ und andere Formen von Anforderungslisten	17
3.2.2	Fazit Theorie a) Teil 1: Anforderungskataloge	35
3.2.3	Theorie a) Teil 2: Expertenbefragungen für Anforderungslisten	36
3.2.4	Fazit Theorie a) Teil 2: Experten aus der Praxis	46
3.2.5	Fazit Theorie a) Teil 1 und Teil 2	47
3.3	Theorie b)	47
3.3.1	Theorie b) Teil 1: Verschiedene bestehende Tests und Aufgabensammlungen und deren indirekter Vergleich mit den Algebratestaufgaben in aldifff	47

3.3.2	Fazit Theorie b) Teil 1: Aufgabensammlungen und Tests	92
3.3.3	Theorie b) Teil 2: Exkurs: Verortung des Projektes aldif in den Anwendungsbereich Vorkurse	93
3.3.4	Fazit Theorie b) Teil 2: Fokus der Zielgruppe des Projektes aldif	100
3.3.5	Fazit Theorie b) Teil 1 und Teil 2	102
3.4	Theorie c)	102
3.4.1	Theorie c) Teil 1: Testkürzung	102
3.4.2	Theorie c) Teil 2: Automatische Auswertung	104
3.4.3	Fazit Theorie c) Teil 1 und Teil 2	108
3.5	Theorie d)	108
3.5.1	Einstimmung: Warum überhaupt Fördermaterialien bereitstellen/organisieren?	108
3.5.2	Ableich von aldif mit zwei bestehenden Förderangeboten im Bereich Algebra am Übergang Schule-Hochschule	109
3.5.3	Fazit Theorie d)	112
4	Forschungsfragen	113
4.1	Forschungsfragen zu Forschungsstrang a)	113
4.2	Forschungsfragen zu Forschungsstrang b)	114
4.3	Forschungsfragen zu Forschungsstrang c)	114
4.4	Forschungsfragen zu Forschungsstrang d)	115
5	Methodik und Auswertung der Forschungsstränge	117
5.1	Methodik a) Übersicht	117
5.1.1	Dreiteilige Untersuchung zur Verständlichkeit – delphiähnlich	117
5.1.2	Akzeptanz des Vereinfachten Modells	118
5.1.3	Nebenfragestellungen	119
5.2	Schritt 0: Erstellung der ersten Version des Vereinfachten Modells (Version 1)	119
5.2.1	Beschreibung der Struktur der SUMEdA-Tabelle	120
5.2.2	Zusammenfassung der Struktur von SUMEdA zu 6 vereinfachten Kategorien	121
5.3	Methodik a) Schritt 1: Verständnisbefragung an Studierende (a1), a1*), a1**))	125
5.3.1	Erstellung der Verständnisbefragung an Studierende	125

5.4	Auswertung a) Schritt 1: Verständnisbefragung an Studierende (a1), a1*), a1**))	126
5.4.1	Beschreibung der Stichprobe der Verständnisbefragung an Studierende	126
5.4.2	Beschreibung allgemeiner Auffälligkeiten bei der Bearbeitung	127
5.4.3	Häufigkeitsanalysen der Bearbeitungen der Verständnisbefragung an Studierende	127
5.4.4	Antwort auf Forschungsfrage a1**): Ein Indiz für die inhaltliche Validierung des Vereinfachten Modells	128
5.4.5	Analyse der Häufigkeiten und Abwanderungsbewegungen	128
5.4.6	Betrachtung der Ergebnisse der Verständnisbefragung an Studierende nach Kategorien	129
5.4.7	Zusammenfassung der Analyse nach Kategorien	131
5.4.8	Zusammenfassung der Analysen der Verständnisbefragung an Studierende	134
5.4.9	Vereinfachtes Modell (Version 3), erstellt aufgrund der Ergebnisse der Verständnisbefragung an Studierende	135
5.5	Vereinfachtes Modell (Version 4) im Hinblick auf die Vorbereitung der Expertenbefragung	136
5.6	Zusammenfassung der Ergebnisse in Forschungsstrang a) vor Beginn der Expertenbefragung	139
5.7	Methodik a) Schritt 2: Expertenbefragung (a1), a2))	139
5.7.1	Methodik zum ersten Teil der Expertenbefragung	140
5.7.2	Methodik zum zweiten Teil der Expertenbefragung	141
5.7.3	Vergleich der Methodik der Expertenbefragung mit der Methodik der Verständnisbefragung an Studierende	146
5.7.4	Methodik zum dritten Teil der Expertenbefragung	146
5.8	Auswertung a) Schritt 2: Expertenbefragung (a1), a2))	147
5.8.1	Zusammensetzung der Expertenrunde	147
5.8.2	Auswertung der Daten aus der Einstimmung in die Befragung	148

5.8.3	Auswertung der Beispiele aus der Praxis („fast weißes Blatt“)	150
5.8.4	Fazit zur Auswertung der Beispiele aus der Praxis	151
5.8.5	Auswertung des Hauptteils der Expertenbefragung	152
5.8.6	Fazit zur Auswertung des zweiten Teils (Hauptteil) der Expertenbefragung	155
5.8.7	Auswertung des dritten Teils der Expertenbefragung	157
5.8.8	Vereinfachtes Modell (Version 5, final) (Lutz et al. 2020)	160
5.9	Methodik a) Schritt 3: Doktorandenbefragung (a*, a2))	160
5.10	Auswertung a) Schritt 3: Doktorandenbefragung (a*,a2))	161
5.10.1	Auswertung a) Doktorandenbefragung Teil 1 (a*)	161
5.10.2	Fazit Teil 1 der Doktorandenbefragung (a*)	164
5.10.3	Auswertung a) Doktorandenbefragung Teil 2 (a2)	164
5.10.4	Fazit Teil 2 der Doktorandenbefragung (a2)	166
5.11	Fazit Forschungsstrang a)	171
5.12	Methodik b) Voruntersuchung der Aufgabe AU28 (b***)	172
5.13	Auswertung b) Voruntersuchung der Aufgabe AU28 (b***)	173
5.13.1	Gruppen von Personen mit ähnlichen Strategien	173
5.13.2	Auswirkungen der Voruntersuchung AU28 auf die Auswertung	175
5.14	Methodik b) Algebratest: Testzusammenstellung (b1, b1*),b*), b***)	176
5.14.1	Allgemeines zur Testzusammenstellung	176
5.14.2	Fragen zur Person im Erhebungsbogen des Algebratests	178
5.14.3	PISA-Testaufgaben (b***)	179
5.14.4	Testversionen	181
5.14.5	Zielgruppe	182
5.14.6	Analysemethoden (b1) b1*))	182
5.14.7	Aufgabenzuordnungen durch die Projektleitung	183
5.14.8	Auswahl der Datensätze für Analysen des Gesamt-Tests	185
5.15	Auswertung b) Algebratest (b1, b1*),b*), b***)	190
5.15.1	Datenbereinigung und Aufgabenbewertung zum Erhalt der Analysedaten	190
5.15.2	Übersicht über den Datensatz	191

5.15.3	Auswertung b) Algebratest (b*) Vergleich mit Küchemann N = 522	197
5.15.4	Vergleich einer Aufgabe mit den Ergebnissen bei Oldenburg (2013b) (b*)	201
5.15.5	Analyse der Lösungsraten der PISA-Aufgaben (b**)	202
5.15.6	Suche nach Strukturen über Clusterbildung der Fälle (b1))	203
5.15.7	Suche nach Strukturen über explorative Faktorenanalyse der Aufgaben (b1))	213
5.15.8	Zwischenfazit: Auswahl des 2-Faktorenmodells zur Übernahme in die Förderung (b1*))	216
5.16	Auswertung b) Erstellung eines 6-Faktorenmodells (b1) b1*))	216
5.16.1	Arbeitsweise konfirmatorischer Faktorenanalysen im Vergleich	217
5.16.2	Zuordnung der Algebratestaufgaben zu Kategorien verschiedener theoretischer Modelle	218
5.16.3	Erstellung eines 6-Faktorenmodells der elementaren Algebra auf Basis der Zuordnung von Wissens/Könnenselementen nach SUMEdA	219
5.16.4	Rückbezug des empirischen 6-Faktorenmodells auf das Vereinfachte Modell	235
5.17	Auswertung b) Erstellung eines 2-Faktoren-Teilmodells (b1*))	237
5.18	Methodik c) Erstellung einer Testkürzung (c1))	240
5.18.1	Schema zur Kürzung des Testes	241
5.19	Durchführung der Testkürzung (c1))	243
5.19.1	6-Faktorenmodell von aldiff (gekürzt)	248
5.19.2	Betrachtung des 2-Faktorenmodells B in Bezug auf die Testkürzung	250
5.19.3	Methodik c) Probelauf der Testkürzung (c1.1) c2)) ...	252
5.19.4	Auswertung c) Probelauf der Testkürzung (c1.1) c2))	252
5.20	Methodik d) Entwicklung eines Förderkonzeptes	258
5.21	Förderschema bei aldiff	260
5.22	Auswertung d)	261
5.22.1	Beurteilung der Förderempfehlungen	261

5.22.2	Beispieldiagnose eines Probanden der aldiff Studie	263
5.23	Mögliche Anknüpfungspunkte für die Erstellung von Fördermaterialien auf Basis von aldiff	264
5.23.1	Förderung am Übergang Schule-Hochschule als „Wiedererlernen“	264
5.24	Fazit Forschungsstrang d)	266
6	Gesamtschau	267
6.1	Reflexion der allgemeinen Testgütekriterien als rückbezogene Betrachtung	267
6.1.1	Zusammenschau der Gütekriterien, die bereits ausgeführt wurden	267
6.1.2	Gütekriterien, die abschließend noch einmal ergänzend aufgegriffen werden	269
6.1.3	Gütekriterium Fairness	272
6.2	Vergleich der Forschungsstrategien bei aldiff mit anderen Forschungsstrategien am Beispiel von Feldt-Caesar (2017)	273
7	Ausblick	275
8	Schlusswort Kurzes persönliches Résumé der Arbeit am Projekt	277
	Verzeichnis von Abbildungen aus Fremdquellen	279
	Literaturverzeichnis	281



Einleitung

1

aus: Aristoteles, „Περὶ ἑρμηνείας“ (Über die Deutung), zweiter Teil des Werkes Organon.

altgriechisches Original herausgegeben von: Minio-Paluello (1949)

Übersetzung angefertigt von: Tim Lutz.

Ἔστι μὲν οὖν τὰ ἐν τῇ φωνῇ τῶν ἐν τῇ ψυχῇ παθημάτων σύμβολα,

Nun also sind die Zeichen in der gesprochenen Sprache Vorstellungen in der Seele,

Erläuterung: Nun also sind die Zeichen in der (gesprochenen) Sprache (im Weiteren φωνῇ als „Worte“) Empfindungen (gemeint: Vorstellungen) in der Seele,

καὶ τὰ γραφόμενα τῶν ἐν τῇ φωνῇ.

und die geschriebenen Zeichen sind Zeichen von den gesprochenen Worten.

Erläuterung: und die geschriebenen (hier elliptisch:) Zeichen sind (elliptisch:) Zeichen von den (gesprochenen) Worten (wörtl: Sprache, synchron zu vorderer Satzteil).

καὶ ὅσπερ οὐδὲ γράμματα πᾶσι τὰ αὐτά, οὐδὲ φωναὶ αἱ αὐταί

So wie nun die Schriftzeichen nicht bei Allen (meint: Menschen) dieselben sind, sind auch die (gesprochenen) Worte nicht bei Allen dieselben.

ᾧ μέντοι ταῦτα σημεῖα πρώτων,

Frei: **Was allerdings beiden gemeinsam ist:**

Erläuterung: Wessen Zeichen allerdings die ersten-vorgenannten sind:

ταὐτὰ πᾶσι παθήματα τῆς ψυχῆς,

Die Empfindungen der Seele sind bei Allen dieselben,

καὶ ὅν ταῦτα ὁμοιώματα πράγματα ἤδη ταῦτά.

und unmittelbar die Dinge sind dieselben, von welchen die Abbilder die Vorstellungen sind.

Erläuterung: und unmittelbar die Dinge (elliptisch:) sind dies (gemeint: dieselben), derer (gemeint: von welchen) die Abbilder die Empfindungen (gemeint: Vorstellungen) sind.

Bedeutung des Zitats für das Projekt aldiff:

Algebra als formale Sprache der Mathematik schafft Zeichen.

Warum Algebra in der Schulmathematik wichtig ist:

„Der Untersuchung von Lernschwierigkeiten in der Algebra kommt eine besondere Bedeutung zu. Die Algebra hat eine Art Schlüsselstellung innerhalb der Sekundarstufenmathematik, insofern als in ihr grundlegende mathematische Begriffe und formale Qualifikationen vermittelt werden.“ (Tietze 1988, S. 196)

In der vorliegenden Arbeit wird das Wissen und Können im Bereich „elementarer Algebra“ aufgrund ihrer Relevanz für den Übergang Schule-Hochschule untersucht, da sie dort als formale Sprache der Mathematik ihre Bedeutung beibehält.

„Lernschwierigkeiten auch in der Sekundarstufe II lassen sich wesentlich auf eine mangelhafte algebraische Kompetenz zurückführen (vgl. HAYEN 1983).“ (Tietze 1988, S. 196)



2.1 Glossar der wichtigsten Begriffe und Abkürzungen

aldiff (Algebra differenziert fördern): In dieser Dissertation beschriebenes Projekt

DiaLeCo: Vorgängerprojekt von aldifi

SUMEdA (Sinnstiftender Umgang mit Elementen der Algebra): entstanden im Projekt DiaLeCo. Theoriebasiertes Modell der elementaren Algebra auf Basis einer systematischen Literaturrecherche bestehender fachdidaktischer Literatur. SUMEdA wurde im Rahmen einer Expertenbefragung inhaltlich validiert. Informationen zu SUMEdA sind erhältlich bei Prof. Guido Pinkernell, Prof. Markus Vogel, Christian Düsi.

Projektleitung, Vorgaben der Projektleitung: An bestimmten Stellen im Projekt hatte der Autor nicht die Möglichkeit einer Einflussnahme. Diese Stellen waren, wie vorgefunden, bzw. vorgegeben, einend in das Gesamtkonzept einzubinden und sind jeweils durch einen Hinweis entsprechend gekennzeichnet.

SUMEdX: Erweiternd zu SUMEdA sollen analog theoretische Modelle zu weiteren mathematischen Themengebieten entstehen. „Sinnvoller Umgang mit Elementen der X (wobei X = Algebra, Arithmetik, Funktionen, Raum und Form bzw. Messen).“ (Pinkernell 2019)

SUMEdA Tabelle: Graphische Übersicht über die 10 Kategorien des Modells SUMEdA (Erklärungen zur Tabelle finden sich bei „Schritt 0: Erstellung der ersten Version des Vereinfachten Modells (Version 1)“)

SUMEdA Tabelle

SUMEdA Tabelle

(Sum) Sinnstiftender Umgang mit... ...Elementen der Algebra (EdA)	Wissen	Können			
		Strukturieren			
Variable inkl. Parameter	keine sinnvollen Wissens- oder Könnensaspekte formulierbar		(3) Umformungs- möglichkeiten erkennen	(4) Operationale Hierarchien erkennen	(7) Variablen und Parameter deuten
	(1) Bezeichnungen und Umformungsregeln ange- ben	(2) mithilfe gegebener Regeln umformen	(5) berechnen oder vergleichen		(8) zwischen al- gebraischen Ausdrücken und inner- mathema- tischen Si- tuationen wechseln
	(6) (effizient) umformen			(9) zwischen al- gebraischen Ausdrücken und Tabellen bzw. Graphen wechseln	(10) zwischen al- gebraischen Ausdrücken und außer- mathema- tischen Si- tuationen wechseln
Terme und Gleichungen					

Aufgabenpool SUMEdA: SUMEdA und der Aufgabenpool aus SUMEdA haben den Anspruch umfänglich die elementare Algebra abzubilden. Der Aufgabenpool aus dem Vorgängerprojekt DiaLeCo zum Modell SUMEdA wurde entwickelt von Prof. Guido Pinkernell, Prof. Markus Vogel, Christian Düsi und bildet die Grundlage der empirischen Untersuchungen der vorliegenden Arbeit.

2.2 Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines Diagnoseinstrumentes der elementaren Algebra nach SUMEdA (10-Kategorien-Modell aus Vorgängerprojekt DiaLeCo). Alle Aufgaben aus SUMEdA bilden in Ihrer Gesamtheit die elementare Algebra vereint im Modell SUMEdA des Vorgängerprojektes. Diese „elementare Algebra nach SUMEdA“ ist Gegenstand der empirischen Untersuchungen dieser Arbeit.

Das Projekt aldiff arbeitet mit einer eigens für die Entwicklung eines Diagnoseinstrumentes erstellten Vereinfachung dieses Modells (6-Kategorien-Modell).

Dieses Diagnoseinstrument wird explizit für den Übergang Schule-Hochschule konzipiert und ist zum Einsatz in Vorkursen bestimmt. Zur Konfiguration des Diagnoseinstrumentes wird u. a. ein Algebratest durchgeführt, zusammengesetzt aus Aufgaben, die aus dem Vorgängerprojekt für SUMEdA vorliegen. Basierend auf den Ergebnissen des Algebratest wird das Diagnoseinstrument finalisiert.

Für die Analysen des Algebratests werden zum einen Modelldefinitionen vorgenommen, welche sich aus theoretischen Aufgabenkategorien zusammensetzen. Zum anderen werden "rein" explorative Untersuchungen des Algebratests vorgenommen.

Die Untersuchungen zur Diagnoseinstrumententwicklung haben zum Ziel eine differenzierende Diagnose zu ermöglichen.

Die Bemühungen um Ansätze einer auf den Untersuchungen dieser Arbeit aufbauenden Folgeforschung haben zum Ziel eine Diagnose zu ermöglichen, die „Förderung ausreichend differenziert“.

Zur Definition von Diagnose, die „Förderung ausreichend differenziert“, wird der Begriff der „Einzelausfallerscheinung“ als auswertungstechnische Idee eingeführt, um individuelle Förderempfehlungen auszusprechen.

Die Faktoren der erstellten Modelle sind schon durch die Wege, die zu ihrer Entstehung führen an SUMEdA rückgebunden.

Als Anregung für Folgeforschung, der Umsetzung einer Förderung, wird auf Basis der Ergebnisse aus aldifff auf weiterführende Literatur und zum Teil auch mögliche Fördermaterialien verwiesen.

Mit dem letzten Abschnitt der Arbeit sollen empiriegestützte Empfehlungen ausgesprochen werden. Eine auf die Resultate von aldifff aufbauende Fördermaterialentwicklung für die erstellten Modelle und die Förderwirksamkeitsforschung sollen so vorbereitet werden.

2.3 Überblick über die Struktur der Arbeit

Algebra bildet die "formale Sprache der Mathematik" ab. Das "Wissen und Können" im Bereich der "Schulalgebra" am Übergang Schule-Hochschule ist von studienrelevanter Bedeutung.

Hier greift das Projekt aldifff an: Es soll ein Diagnoseinstrument erstellt werden, ausgerichtet auf die Zielgruppe Übergang Schule-Hochschule und basierend auf den Aufgaben aus SUMEdA.

Theorieteil allgemein:

Im allgemeinen Theorieteil werden vielfältige Anforderungen zusammengetragen, die ein Diagnoseinstrument erfüllen sollte.

Im Verlauf der Projektentwicklung bestimmte die Projektleitung, welche der Anforderungen nur als Setzungen weiterzuführen waren und welche der Anforderungen weiterverfolgt untersucht werden sollten.

Die erarbeitete Diagnose im Projekt aldifff wird letztendlich zur Einordnung in die klassischen Gütekriterien Stellung nehmen.

Im allgemeinen Theorieteil der Arbeit wird über allgemeine Testgütekriterien hinaus der Begriff "Förderdiagnose" als das verbindende Element der vier Forschungsstränge in aldifff aufgebaut.

Ausführung der vier Forschungsstränge in aldifff:

Theorieteil a)

Der erste Abschnitt von Theorieteil a) beschreibt zunächst bestehende Anforderungskataloge, die sich an Studienanfänger richten. Die elementare Algebra in ihrer Funktion als Grundlage mathematischen Wissens und Könnens am Übergang Schule-Hochschule wird unter Verweis auf die Anforderungslisten plausibel und, wo möglich, mit den aus SUMEdA vorliegenden Aufgaben in Verbindung gebracht. Häufig basieren Anforderungslisten auf Dozentenbefragungen. Im zweiten Abschnitt von Theorieteil a) wird die Begriffsbedeutung „Experte“ und der literaturbasiert hergeleitete Ausdruck „Experte aus der Praxis“ näher untersucht, um eine Dozentenbefragung für das Projekt aldifff vorzubereiten.

Theorieteil b)

Im ersten Abschnitt von Theorieteil b) werden in Strukturanalogie zum ersten Abschnitt in Theorieteil a) einige bestehende Aufgabensammlungen und Tests, die elementare Algebra beinhalten, beschrieben. Dabei werden zwei Zielsetzungen verfolgt: 1. Die Aufgaben aus SUMEdA sollen zumindest indirekt vergleichbar gemacht werden mit Aufgaben, die frei zugänglich sind. Diese Vorgehensweise ist nötig, da der Vorgabe der Projektleitung zu folgen war, die im Fundus von SUMEdA enthaltenen Aufgaben nicht zu veröffentlichen.

2. Es wird festgestellt: In keinem der aufgeführten Beispiele bestehender Aufgabensammlungen und Tests sind alle Aspekte der Aufgaben aus SUMEdA enthalten.

Daraus begründet sich die Motivation einer empirischen Untersuchung der SUMEdA Aufgaben am Übergang Schule-Hochschule.

Im zweiten Abschnitt von Theorieteil b) erfolgt ein Exkurs in den Themenbereich "Vorkurse". Der Exkurs verfolgt zwei Zielsetzungen:

1. Darstellung der Heterogenität der Studierendenschaft am Übergang Schule-Hochschule

2. Beschreibung der Heterogenität an bestehenden Vorkursangeboten. Damit wird schließlich eine Einordnung des in dieser Arbeit entwickelten Algebratests in mögliche Einsatzszenarien vorgenommen.

Theorieteil c)

Theorieteil c) beschäftigt sich im ersten Teil, strukturanalog zu a) und b), mit bestehenden Testkürzungsverfahren. Der zweite Teil von Theorieteil c) thematisiert die Umsetzung der automatischen Auswertung des Algebratests.

Diese beiden Elemente von c) bilden die theoretische Grundlage für die Nutzung der Ergebnisse aus b).

Die Frage nach der Relevanz für die Erstellung eines Diagnoseinstrumentes sieht Theorieteil c) bereits in den Ausführungen aus den Theorieteilen a) und b) beantwortet.

Theorieteil d)

Theorieteil d) beschäftigt sich, ebenfalls strukturanalog zu den anderen drei Theorieteilen, mit bestehenden differenzierenden Förderangeboten am Übergang Schule-Hochschule (u. a. im Bereich der elementaren Algebra). Theorieteil d) stellt eine Problematik bezüglich der Diagnose fest: Es sind zwar viele differenzierte Diagnosen vorhanden, die detailgenaue Aussagen treffen über den Lernstand des jeweiligen Probanden; diese nutzen jedoch am Übergang Schule-Hochschule nicht das Potential, Förderung in „ausreichendem Maße“ zu differenzieren.

Theorieteil d) motiviert die auswertungstechnische Idee der Definition „Einzelausfallerscheinung“ als möglichen Ausweg und wird sich damit als verwandtes Konzept zu anderen technischen Definitionen, wie bei Feldt-Caesar (2017), zeigen. Die Untersuchung des empirischen Vorkommens von Einzelausfallerscheinungen, sowie Untersuchung im Zusammenspiel mit den Ergebnissen aus b) bzw. c) bestimmen den Forschungsstrang d).

Im Anschluss an die Theorieteile werden die Forschungsfragen formuliert.

Die Reihenfolge der Bearbeitung der Forschungsfragen folgt in weiten Teilen der Arbeit der chronologisch erstellten Auswertungsfolge.

Die Bearbeitung der Forschungsfragen folgt bewusst dem Schema:

Auf die Darstellung der Methodik folgt direkt im Anschluss die jeweilige Auswertung. Dies soll einen sinntragenden Lesefluss befördern.

Eine Ausnahme bildet Forschungsstrang a). Dieser verfolgt selbst ein delphi-ähnliches zyklisch aufgebautes Unternarrativ, um den Charakter des Forschungsstranges a) beizubehalten.

Eine weitere Eigenschaft von Diagnoseinstrumenten für die Förderdiagnose ist die Verständlichkeit der Diagnose für den Probanden (und erweitert, auch für potentielle Etablierer der Diagnose, d. h. Hochschullehrer; hier ist auch Akzeptanz wichtig).

Hierzu wird Forschungsfragenabschnitt a) definiert. Eine Expertenbefragung eingebettet, in zwei weitere Befragungen, untersucht die Bereiche „Akzeptanz“ und „Verständlichkeit“ empirisch.

Um die Expertenbefragung zu motivieren, einzuordnen und umzusetzen werden in Theorie a) bestehende Anforderungslisten in Bezug auf elementar algebraische Inhalte untersucht. Es werden Zusammenhänge zwischen Anforderungslisten und Expertenbefragungen in Mathematik am Übergang Schule-Hochschule aufgezeigt.

aldiff arbeitet mit einem Algebratest, der aus Aufgaben des Vorgängerprojektes zusammengestellt ist. Auf Anweisung der Projektleitung sind die Aufgaben des Algebratests nicht zur Veröffentlichung bestimmt. Ausgewählte Aufgaben des Algebratests, die an anderer Stelle veröffentlicht sind, sind hiervon ausgenommen. Dies gibt jedoch nur einen sehr kleinen Teil der Algebratestaufgaben wieder. Es wird daher eine Übersicht über bestehende Aufgabensammlungen und Tests gegeben, die elementare Algebraaufgaben beinhalten, um Ähnlichkeiten zu den Testaufgaben in aldiff herauszuarbeiten. Als Teil der Theorie b), jedoch inhaltlich auch c) zuordenbar, werden die potentiellen Adressaten eines Diagnoseinstrumentes der elementaren Algebra untersucht: bestehende Vorkurszenarien.

Es wird festgestellt, dass elementare Algebra im Zuge der zunehmenden Relevanz von Sekundarstufe I Inhalten in Vorkursen im Schnitt immer mehr an Bedeutung gewinnt. Längst nicht allen Vorkurskonzepten liegen genuin mathematikdidaktische Modelle zugrunde. Selbst die Vorkurskonzepte, die z. B. Kompetenzmodelle zugrunde legen, sind (zumindest auf den ersten Blick) nicht so detailliert und breit theoretisch abgestützt wie SUmEdA. Damit wird die praktische Relevanz, ein Diagnoseinstrument der elementaren Algebra zu entwickeln, plausibel. Die Verwendung der Aufgaben aus SUmEdA ist inhaltlich-theoretisch äußerst valide.

Die Aufgabenzusammenstellung umfasst nach Auffassung des Vorgängerprojektes umfänglich den Kern der elementaren Algebra. Die Aufgaben aus dem Vorgängerprojekt eignen sich daher, um das Wissen und Können der elementaren Algebra am Übergang-Schule-Hochschule empirisch zu untersuchen.

Zur empirischen Untersuchung der Durchführung des Algebratests formuliert aldiff mehrere empirisch gestützte Modelle.

Ein Teil der Untersuchung widmet sich dem Vergleich der empirischen Untersuchung mit bekannten Lösungsraten bei Küchemann und Oldenburg.

Rein explorative Analysen untersuchen die Daten der empirischen Haupterhebung.

Die Übernahme in weitere Untersuchungen wird von der Nützlichkeit für die Vorbereitung einer differenzierenden Diagnose mit anschließender Förderempfehlung beurteilt.

Explorative Analysen unter Zuhilfenahme konfirmatorischer Hilfsmittel verbinden theoretische Vorannahmen mit Gütekriterien empirischer Akzeptanz. Die theoretischen Vorannahmen sind auf Basis von Einteilungen ähnlicher Inhalte u. a. mit SUMEdA getroffen. Eine klare Zuordnung aller Aufgaben in das Modell von SUMEdA war nicht mehrheitsfähig unter der Projektleitung. Eine Einteilung nach dem Vereinfachten Modell war mehrheitsfähig. Die Untersuchungen ergeben ein Modell, welches u. a. Faktoren des Vereinfachten Modells enthält.

Ein Kriterium, die Praxistauglichkeit eines Diagnoseinstruments zu beurteilen, ist der Aufwand zur Durchführung eines Tests (Ressourcen der Tester) und die Testdauer (Ressourcen des Getesteten). Am Übergang Schule Hochschule, gibt es im Fach Mathematik bereits diverse Themengebiete, die für einen Vorkurs relevant werden. Eine Übersicht hierzu wird schon in Theorie b) gegeben. Forschungsstrang c) beschäftigt sich damit, die Ergebnisse aus Forschungsstrang b) durch eine Testkürzung für den Einsatz in Vorkursszenarien u. a. datenbasiert zu optimieren. Hierbei ist die Verortung im Bereich der Vorkurse treibende Kraft zur Anstrengung einer Testkürzung (Bezug zur Theorie b), Ressourcen des Getesteten).

Forschungsstrang c) beschäftigt sich ebenfalls damit, wie der dann gekürzte Algebratest, möglichst valide automatisiert ausgewertet werden kann. Dies ist nötig, da die meisten Aufgaben des Algebratests „offen“ gestellt sind, (siehe b).

Resultat des Forschungsstranges c) ist ein automatisiert auswertbarer Diagnose-Test (trotz vieler offener Aufgabenstellungen und einer frei zu formulierenden “Begründungsaufgabe”). Hohe Objektivität in der Bewertung kann so erreicht werden.

Förderdiagnose muss so beschaffen sein, dass Diagnose Förderempfehlung ermöglicht und an der Wirksamkeit von Förderung gemessen wird. Förderdiagnose muss ursachenhypothesengeleitet sein. Passgenauer Zuschnitt auf den Probanden (basierend auf dessen Diagnose, z. B. aber auch dessen Lernverhalten) ist unumgänglich, um Erfolg in Aussicht zu stellen. Der Forschungsstrang d) beschäftigt sich mit einem Ansatz, wie auf Basis der Ergebnisse in b)

eine möglichst auf den Lernenden passende Förderung erfolgen könnte. Im Forschungsstrang d) wird deshalb ausgehend von der Darstellung bestehender Förderangebote der auswertungstechnische Begriff der Einzelausfallerscheinung motiviert und in der Methodik d) definiert. Ein auf diesem Begriff aufbauendes Konzept zum Aussprechen der individuellen Förderempfehlung wird formuliert. Außerdem werden Empfehlungen für die Relevanz bestimmter Faktoren der untersuchten Modelle ausgesprochen. Diese Empfehlungen könnten für die Erstellung von Fördermaterialien auf Basis der empirischen Modelle dienen.

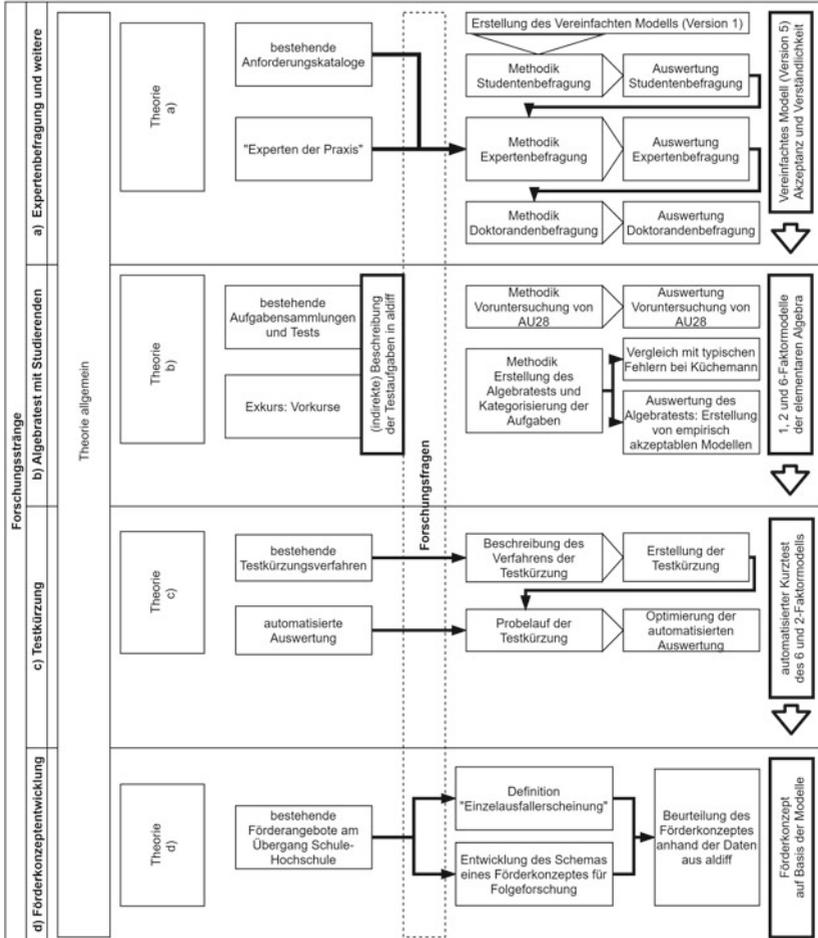
In der sich anschließenden Gesamtschau wird auf die Gütekriterien, die zu Beginn formuliert werden, resümierend Bezug genommen.

In einem abschließenden Ausblick werden die grundlegenden, im Rahmen der Arbeit formulierten, möglichen weiterführenden Forschungsansätze zusammengetragen.

2.3.1 Die Struktur der Arbeit als graphische Übersicht

Zur besseren Erfassung der Struktur der Arbeit wurde eine graphische Gesamtübersicht erstellt (siehe nachfolgende Abbildung).

Graphische Gesamtübersicht der Arbeit





3.1 Allgemeiner Theorieteil

Im allgemeinen Theorieteil werden Anforderungen zusammengetragen, die ein Diagnoseinstrument erfüllen sollte. Im Verlauf der Projektentwicklung bestimmte die Projektleitung, welche der Anforderungen nur quasi als plausible Setzungen weiterzuführen waren und welche der Anforderungen aktiv weiterverfolgt untersucht werden sollten.

3.1.1 Allgemeine Testgütekriterien

Bei der Erstellung von Testinstrumenten sind allgemeine Testgütekriterien zu beachten: (Moosbrugger und Kelava 2012, S. 8)

1. Objektivität
2. Reliabilität
3. Validität
4. Skalierung
5. Normierung (Eichung)
6. Testökonomie
7. Nützlichkeit

Elektronisches Zusatzmaterial Die elektronische Version dieses Kapitels enthält Zusatzmaterial, das berechtigten Benutzern zur Verfügung steht
https://doi.org/10.1007/978-3-658-34208-1_3.

8. Zumutbarkeit
9. Unverfälschbarkeit
10. Fairness

Die im Rahmen des Projektes aldiff zu erarbeitende Diagnose muss sich letztendlich auch der Einordnung in diese klassischen Gütekriterien stellen.

Dies wird rückblickend in der Gesamtschau am Ende dieser Arbeit thematisiert.

3.1.2 Gütekriterien für Schulische Diagnose in der elementaren Algebra nach Meyer

Die Entwicklung des Diagnoseinstrumentes im Projekt aldiff wird bezugnehmend auf Meyer (2015) und Meyer und Fischer (2013) verortet.

Meyer entwickelt für eine etwas andere Zielpopulation (Schüler und Lehrer) und mithilfe anderer Diagnoseverfahren eine Diagnose der elementaren Algebra.

Der theoretische Teil von Meyers Arbeit wird genutzt, um zunächst das Ziel von Diagnose im Projekt aldiff herauszuarbeiten und dann die Forschungsstränge von aldiff über die Theorie der „Förderdiagnose“ miteinander zu verbinden.

Meyer beschreibt (Schulische) Diagnose:

„Diagnose ist die kriterienorientierte, systematische Erfassung und Beschreibung der Ressourcen und Defizite eines Lernalters, mit dem Ziel einer möglichst individuellen, fachlich orientierten Förderung des Lernens.“ (Meyer 2015, S. 69)

Meyer ermittelt 4 zentrale Funktionen von Diagnose in der Sekundarstufe: Selektions- und Qualifikationsfunktion, Bewertungsfunktion, didaktische Funktion und Förderfunktion.

Für das Projekt aldiff sind die beiden letzten Funktionen von Bedeutung:

„3. Didaktische Funktion. Eine Diagnose hat zum Ziel zu ermitteln, wie Schülerinnen und Schüler im Unterricht bei ihrem Vorwissen abgeholt werden können, so dass ausgehend von ihrem Vorwissen unterrichtet werden kann. So kann etwa ermittelt werden, ob Lernende wesentliche Aspekte eines Unterrichtsthemas verstanden haben oder ob Aspekte wiederholt werden müssen.“

4. Förderfunktion. Eine Diagnose hat zum Ziel, die besonderen (Lern-) Bedürfnisse von Lernenden zu ermitteln und von diesen Bedürfnissen ausgehend eine Förderung zu gestalten. Diese Diagnose kann iterativ gestaltet sein, d. h. der Erfolg einer Förderung

wird durch erneute Förderdiagnosen bestimmt (Kleber, 1992; Ingenkamp & Lissmann, 2005 [...])“ (Meyer 2015, S. 70)

aldiff nimmt die Förderfunktion, in diesem Zusammenhang aber auch die didaktische Funktion, als theoretische Grundlage für die Entwicklung eines Diagnoseinstrumentes.

aldiff wird eine defizitorientierte Förderdiagnose entwickeln, mit dem Ziel eine anschließende Förderung der defizitären Bereiche vorzubereiten. Dabei kann der Algebratest teilweise auch der didaktischen Funktion zugeordnet werden.

Für die Förderdiagnose gilt:

„Wichtige Kennzeichen solcher Diagnosen sind eine präzierte, möglichst theoriegeleitete Problemstellung, eine systematische Datenerhebung mit geeigneten Methoden sowie eine an Kriterien orientierte Datenreduktion (vgl. Thomas, 2007, S. 83).“ (Meyer 2015, S. 73)

Förderung auf Faktorebene muss Ursachen für die fehlerhafte Bearbeitung von Aufgaben suchen (siehe Meyer (2015, S. 74)). Die Analyse von „typischen Fehlern“ könnte hier erste Ergebnisse liefern. Als typischer Fehler gilt ein gehäuft in einer Population auftretendes strukturell verwandtes Fehlerbild, dessen Ursachen zu ergründen sind. Die Analyse dieser typischen Fehler wird in aldifff jedoch nur bei einem Teil der Aufgaben durchgeführt. (Für nicht zur Veröffentlichung freigegebene Aufgaben wäre eine Einzelaufgabenanalyse zur Bestimmung typischer Fehler für den Leser nicht nachvollziehbar).

3.1.3 Eigenschaften von Förderdiagnose nach Meyer

„Im Fokus der Förderdiagnose steht die Förderung des Einzelnen mit eher kurzfristigen, dafür situationsgerechten Fördermaßnahmen.“ (Meyer 2015, S. 73)

Die Diagnose im Projekt aldifff soll eine passgenaue Förderung der elementaren Algebra nach SUMEdA ermöglichen.

Kennzeichen einer solchen Förderdiagnose sind nach Meyer (2015, S. 73):

- präzierte, möglichst theoriegeleitete Problemstellung
- systematische Datenerhebung mit geeigneten Methoden
- an Kriterien orientierte Datenreduktion.

aldiff nimmt die „inhaltliche Adaptivität“ bei Meyer mit in die Überlegungen in Forschungsstrang d) auf.

Inhaltliche Adaptivität definiert Meyer über Prediger bzw. Helmke:

„bei möglichst vielen Schülern ein Optimum erreichbarer Lernfortschritte zu bewirken [...], indem die fachdidaktisch-inhaltliche Passung der Lernangebote zu den Lernständen und Lernbedürfnissen der Lernenden im Vordergrund steht (Prediger et al., 2013, S. 172), darin zitiert (Helmke, 2010)“ (Meyer 2015, S. 80)

Meyer setzt noch weitere Gütekriterien an:

„Ein Diagnoseverfahren, welches die Förderung der Schülerinnen und Schüler zum Ziel hat, muss transparent sein und die Schülerin/den Schüler als gleichberechtigten Partner einer Diagnose anerkennen. Zugleich muss ein solches Verfahren es ermöglichen, die Ergebnisse einer Diagnose verständlich an die Schülerinnen und Schüler zurück zu melden.“ (Meyer 2015, S. 95)

Bei einer Förderdiagnose können positive Auswirkungen auf die Motivation von Lernenden resultieren, wenn sich die Lernenden als Partner der Diagnose wahrnehmen (Meyer 2015, S. 73).

Übertragen auf das Diagnoseinstrument, welches in aldiff entwickelt wird, folgt, dass die Diagnose für alle Beteiligten verständlich in Bezug auf Formulierung und inhaltlicher Erfassbarkeit sein sollte. Die Modelle, die im Rahmen der Auswertungen entwickelt werden, sollten sich möglichst dieser Aufforderung annähern.

Forschungsstrang a) wird sich neben anderen Fragestellungen mit der Eigenschaft „Verständlichkeit der Diagnose für Dozenten und Studenten“ (in delphi-ähnlicher Weise) auseinandersetzen.

„Es muss also das Ziel einer Förderdiagnose sein, ein möglichst geeignetes, auf die einzelne Schülerin/auf den einzelnen Schüler zugeschnittenes Lernangebot bereit zu stellen, und zwar auf der Basis von Hypothesen über die kognitiven Hintergründe der Stärken und Schwächen des Lernalters.“ (Meyer 2015, S. 94–95)

In **Forschungsstrang c)** wird auf Basis der Ergebnisse aus **Forschungsstrang b)** ein Diagnoseinstrument erstellt, welches Empfehlungen für die Erstellung eines solchen zugeschnittenen Lernangebots ermöglichen soll. **Forschungsstrang d)** wird versuchen die Ergebnisse aus c) für die Erstellung eines Konzepts einer individuellen Förderung zu nutzen. Hypothesen über die kognitiven Hintergründe

der Schwächen eines Probanden werden dabei durch die Auswahl eines für den Probanden möglichst passenden empirisch gestützten Modells formuliert.

Die Stärken des Probanden hingegen finden sich aufgrund des defizitorientierten Settings in aldifff gegebenenfalls nur indirekt durch die Auslassung einer Förderempfehlung. Im Rahmen des Projektes aldifff werden die Stärken von Probanden im Bereich der elementaren Algebra nicht im Sinne der didaktischen Funktion von Diagnose nach Meyer Beachtung finden.

Im Forschungsstrang d) werden die Fallzahlen der ausgesprochenen Förderempfehlungen auf Basis der Daten aus Forschungsstrang b) beurteilt.

Meyers Ausführungen zu Diagnose und Förderdiagnose im Hinblick auf elementare Algebra lassen sich nicht in allen Aspekten auf aldifff anwenden. Dies liegt an Meyers Fokus auf „Diagnose durch eine Lehrkraft“. Meyer arbeitet jeweils auf qualitative Untersuchungen von Problemlöseszenarien und die Identifizierung von Indikatoren hin. Diese deutlich komplexeren Diagnosesituationen erfordern bei Meyer weitere Theorie, die auf aldifff nicht anwendbar ist.

aldifff wird nach Projektplan in schriftlicher (digitaler) Testform erheben. Der Fokus bei aldifff liegt somit auf „automatisierter Diagnose“ in Analyse des Algebratests.

Anhand des theoretischen Teils der Arbeit von Meyer wurde aufgezeigt, inwiefern die vier Forschungsstränge von aldifff Einfluss auf die Entwicklung des Diagnostetests und die damit verknüpften Empfehlungen nehmen werden und wie folglich die Forschungsstränge zueinander in Beziehung stehen.

Nun beginnt mit dem Theorieteil a) die Arbeit am Forschungsstrang a)

3.2 Theorie a)

3.2.1 Theorie a) Teil 1: „Standards“ und andere Formen von Anforderungslisten

Elementare Algebra in den KMK Bildungsstandards

Die Kultusministerkonferenz beschloss 1997 (Konstanzer Beschluss), das deutsche Schulsystem regelmäßig international zu vergleichen (*Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz*). Dies geschah auch als Reaktion auf die in diesem Zeitraum veröffentlichte TIMSS-Studie (*Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife* 2012).

Im gleichen Kontext wie die Bildungsstandards der KMK stehen ebenso gemeinsam verantwortete Werke wie „Bildungsstandards Mathematik: konkret“ (enthält z. B. ein Grußwort der Präsidentin der KMK)