
Interaktive Tafeln im naturwissenschaftlichen Unterricht

Bernhard F. Sieve

Interaktive Tafeln im naturwissenschaftlichen Unterricht

Entwicklung und Evaluation einer
Fortbildungsmaßnahme
für Chemielehrkräfte



Springer Spektrum

Bernhard F. Sieve
Hannover, Deutschland

Dissertation Leibniz-Universität Hannover, 2014

Gutachter: Prof. Dr. S. Schanze, Hannover; Prof. Dr. J. Groß, Bamberg;
Prof. Dr. H. Butenschön, Hannover
Tag der Prüfung: 19. Dezember 2014

ISBN 978-3-658-09945-9 ISBN 978-3-658-09946-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-658-09946-6

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 Fachmedien Wiesbaden 2015

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 Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

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.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Fachmedien Wiesbaden ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all denjenigen von Herzen danken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt und begleitet haben.

Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Sascha Schanze, der mir die Bearbeitung des Themas ermöglichte und dabei stets die Freiheiten zugestand, die für meine eigene Schwerpunktsetzung bei der Planung und Umsetzung der Studie nötig waren. Für die ausgezeichneten Arbeitsbedingungen und die intensive Betreuung danke ich ihm herzlichst.

Danken möchte ich auch Herrn Prof. Dr. Jorge Groß für die Übernahme der Position des Zweitgutachters und Herrn Prof. Dr. Holger Butenschön für Übernahme der Position des Drittprüfers. Danken möchte ich auch Frau Prof. Dr. Sabine Fechner für ihre Beratung in Fragen der statistischen Aufbereitung und Auswertung der quantitativen Daten.

Ein weiterer Dank gilt den zahlreichen Lehrkräften, die sich aktiv an dieser Studie beteiligt haben. Für die an der Interventionsmaßnahme beteiligten Lehrkräfte gilt dabei mein besonderer Dank für ihre Geduld beim Bearbeiten der Vielzahl an Fragebögen und ihre Bereitwilligkeit in der Bereitstellung von Produkten aus dem Unterricht. Ein großer Dank gilt auch den an der Datenaufnahme und -aufbereitung beteiligten studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräften Franziska Hund, Rebecca Sonntag und Dominic Böhm. Letzterem möchte ich besonders für seine Mitgestaltung und tatkräftige Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung der Lehrerfortbildung danken. Seine tutorielle Betreuung wurde von den Lehrkräften sehr geschätzt. Ebenfalls danke ich Nina Ulrich, Ingmar Klappauf und im Besonderen Holger Hinxlage, die im Rahmen ihrer Qualifikationsarbeiten den Fortschritt der Studie unterstützt haben.

Den Mitarbeitern des IDN, vor allem Renate Rusteberg und Frank Schrader, danke ich für ihre stets schnelle und bereitwillige Hilfe bei organisatorischen Fragen. Bei Dr. Sabine Struckmeier möchte ich mich besonders für ihr immer offenes Ohr und die wertvollen Diskussionen bedanken, die für den Fortschritt der Arbeit von großem Wert waren.

Neben allen diesen Personen möchte ich den Dank an meine Familie nicht vergessen. Zunächst meinen Eltern, die mir den Weg bis hierher über weite Strecken ermöglicht haben. Sie hätten dieses nun abgeschlossene Kapitel sicherlich gerne miterlebt.

Mein weiterer Dank gilt meinen Kindern Antonia und Julia. Sie mussten sich gerade in letzter Zeit häufig in Geduld üben. Abschließend möchte ich meiner Frau Irina danken. Sie hat nicht nur sämtliche Teile der Arbeit korrekturgelesen, sie hat vielmehr alle Phasen mit mir durchlebt und mich dabei immer geduldig und aufmunternd unterstützt. Dies ist ihr hoch anzurechnen. Danke.

Inhalt

Danksagung	V
Kurzfassung.....	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
Einleitung.....	1
Theoretische Grundlagen	5
1. Digitale Tafeln als innovative Werkzeuge für den Chemieunterricht ...	5
1.1 Die Verbreitung digitaler Tafeln in Schulen	5
1.2 Begriffliche Ausschärfungen	8
1.3 Ein Blick in die Technik digitaler Tafeln.....	11
1.4 Potenziale digitaler Tafeln für den Chemieunterricht	22
1.5 Empirische Befunde zur Nutzung digitaler Tafeln im Unterricht	46
1.6 Fazit: Die klaffende Lücke zwischen Theorie und Praxis.....	53
2. Wandel ist stetig – die Implementation von Innovationen in der Organisation Schule	55
2.1 Begriffliche Ausschärfungen	55
2.2 Die Organisation Schule – eine Herausforderung für die Implementation von Innovationen?.....	58
2.3 Die Implementation digitaler Werkzeuge in der Organisation Schule – ein besonders beschwerlicher Weg?.....	66
2.4 Lehrerfortbildungen als geeignete Maßnahmen für die Implementation von digitalen Werkzeugen?.....	78
2.5 Fazit: Die Implementation digitaler Tafeln als Herausforderung.....	96
3. Erfassen der Lehrerperspektive in der Organisation Schule	99
3.1 Überblick über das Concerns-Based Adoption Model.....	99
3.2 Unterstützung der Implementation von Innovationen durch CBAM.....	109
3.3 Fazit: Erfassen der Lehrerperspektive als Voraussetzung für die Unterstützung von Implementationsprozessen.....	112

Das Forschungsvorhaben	113
4. Intention und Design des Forschungsvorhabens	113
5. Forschungsteil 1 – Erhebung der Ausgangslage	117
5.1 Forschungsfragen	117
5.2 Anforderungen an die zu erhebenden Daten	118
5.3 Instrumente und Auswertungsstrategien	119
5.4 Durchführung und Ergebnisse der Erhebung der Ausgangslage.....	143
5.5 Fazit: Handlungsfelder und Leitlinien für die Gestaltung von Lehrerfortbildungen zum Einsatz digitaler Tafeln im Chemieunterricht	225
6. Konzeption einer Fortbildung zum Einsatz digitaler Tafeln für Chemielehrkräfte	233
6.1 Organisatorische Vorüberlegungen.....	233
6.2 Modulstruktur der Lehrerfortbildung	234
6.3 Weitere Unterstützungselemente der Lehrerfortbildung	241
6.4 Überblick über den Verlauf der Lehrerfortbildung	243
7. Forschungsteil 2 – Evaluation der Fortbildung	247
7.1 Forschungsfragen	247
7.2 Anforderungen an das Design und die zu erhebenden Daten	248
7.3 Instrumente und Auswertungsstrategien	251
7.4 Durchführung und Ergebnisse der Lehrerfortbildung zum Einsatz digitaler Tafeln im Chemieunterricht.....	258
7.5 Fazit: Die IWB-Lehrerfortbildung im Projekt iWnat – ein Erfolg?.	301
8. Zusammenfassung und Ausblick	309
8.1 Zusammenfassung	309
8.2 Ausblick	313
9. Literaturverzeichnis	319

Kurzfassung

Interaktive Whiteboards (IWB) ersetzen bzw. ergänzen international wie auch seit einigen Jahren hierzulande insbesondere in den naturwissenschaftlichen Fachräumen die klassischen Präsentationsmedien. Es besteht jedoch zwischen den Potenzialen dieser digitalen Tafeln für Vermittlungsprozesse und dem Vermögen der Lehrkräfte, diese Potenziale im Fachunterricht umzusetzen, eine große Implementationslücke. Lehrerfortbildungen sind eine häufig propagierte Form der Unterstützung von Lehrkräften, deren Wirksamkeit allerdings häufig infrage gestellt wird.

Die vorliegende Arbeit untersucht, inwiefern das im Rahmen des Projekts iWnat entwickelte Fortbildungsangebot Chemielehrkräften mit unterschiedlichen Voraussetzungen und Interessen gerecht wird und sie in ihrer Kompetenzentwicklung wirksam unterstützen kann. Dazu wurden in einer ersten Feldstudie die Dimensionen *Einstellungsmuster zu* und *Einsatzweisen von digitalen Tafeln* bei 360 Lehrkräften aus 29 weiterführenden Schulen in Niedersachsen erhoben. Grundlage bildete dabei das *Concerns-Based Adoption Model* (CBAM) (Hall und Hord 2006). Die Ergebnisse dieses ersten Forschungsteils belegen einerseits, dass die Implementation digitaler Tafeln sich in einer frühen Phase befindet und die Lehrkräfte unabhängig von der Fachdomäne auf einer niedrigen Kompetenzentwicklungsstufe hinsichtlich beider Dimensionen stehen. Andererseits liegt diesbezüglich eine große Heterogenität vor, was eine differenzierende Ausrichtung von Unterstützungsmaßnahmen nach sich zieht.

Die Ergebnisse dieses Forschungsteils dienten als Grundlage für die Entwicklung der spezifischen Fortbildung für Chemielehrkräfte im Rahmen des Projekts iWnat. Die Wirksamkeitsprüfung der Fortbildung erfolgte in einer Feldstudie mit 59 Chemielehrkräften im Rahmen eines Vergleichsgruppendesigns, wobei 30 Lehrkräfte die Fortbildung absolvierten. Die Ergebnisse weisen eine deutliche Kompetenzentwicklung infolge der Teilnahme an der Lehrerfortbildung hinsichtlich der Einstellungsmuster, der Kooperationsbereitschaft und vor allem der Einsatzweisen digitaler Tafeln im Chemieunterricht auf. Die Bewertungen zur Akzeptanz, zum Inhalt und zur Gestaltung der chemiespezifischen Lehrerfortbildung fielen überwiegend sehr positiv aus.

Schlagworte: Interaktive Whiteboards, Lehrerfortbildung, *Concerns-Based Adoption Model*

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AM	Arithmetisches Mittel
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CBAM	<i>Concerns-Based Adoption Model</i>
CU	Chemieunterricht
et al.	und andere
etc.	<i>et cetera</i>
f.	die folgende
ff.	die folgenden
ggf.	gegebenenfalls
Gym	Gymnasium
Hrsg.	Herausgeber
HS	Hauptschule
IDN	Institut für Didaktik der Naturwissenschaften
IG	Interventionsgruppe
IGS	Integrierte Gesamtschule
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IWB	Interaktives Whiteboard
KG	Kontrollgruppe
KGS	Kooperative Gesamtschule
KMK	Kultusministerkonferenz
KS	Kolmogorov-Smirnov
LoU	<i>Levels of Use</i>
<i>N</i>	Anzahl
NaWi	Naturwissenschaften
OS	Oberschule
resp.	respektive
RS	Realschule
S.	Seite
SD	Standardabweichung
SoC	<i>Stages of Concern</i>
sog.	sogenannt(e)
Tab.	Tabelle
TM	Trade Mark
u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
vgl.	vergleiche
vs.	<i>versus</i>
z.B.	zum Beispiel

Einleitung

Seit einigen Jahren werden, vielfach unterstützt durch Förderoffensiven wie das Konjunkturpaket II, auch an deutschen Schulen immer häufiger die klassischen Kreidetafeln durch digitale Tafeln, auch interaktive Whiteboards (IWB) genannt, ersetzt oder aber als zusätzliches Medium installiert. Dies gilt besonders für die naturwissenschaftlichen Fachräume (Initiative D21 2011, 8). Mit der digitalen Tafel gelangt ein Hilfsmittel in den Unterricht, das gleich mehrere der etablierten Medien wie Wandtafel, Tageslichtprojektor (OHP) oder auch Film-, Audio- und Videogeräte ersetzen kann und im Vermittlungsprozess gleichsam als Bindeglied zwischen den digitalen Ressourcen der Lehrkraft und denen der Lernenden fungieren kann. Für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht, in dem zunehmend mittels Computer und Internet, digitale Messwerterfassung oder grafikfähige Taschenrechner Daten in digitaler Form erzeugt werden, die innerhalb der Lerngruppe kommuniziert werden müssen, offenbaren digitale Tafeln besondere Potenziale (Schanze und Sieve 2013, 446). Kontroverse Diskussionen in Lehrerforen (z.B. www.lehrerfreund.de), vor allem aber in internationalen Fachpublikationen (z.B. Smith et al. 2005, 91ff.; Slay et al. 2008, 1321ff.) belegen, dass Lehrkräfte die Nutzungsweisen der herkömmlichen Tafel auf die neue Technologie übertragen und die digitale Tafel in erster Linie als Tafelersatz sowie Projektionsfläche nutzen und dadurch einen lehrerdominierten Unterricht befördern. Es zeigt sich also eine deutliche Implementationslücke zwischen den Potenzialen und dem Vermögen, diese in die Praxis umzusetzen, auf (Rolff 1998, 308), wie auch bereits Egeberg et al. (2011) konstatieren:

„Technology in itself will not necessarily create better teaching. The quality and value depends on how the teacher uses the technology.“ (Egeberg et al. 2011, 103)

Digitale Tafeln zu installieren, führt nicht zwangsläufig zu besserem Unterricht. Die Lehrkräfte müssen vielmehr wissen, wie sie digitale Tafeln in ihrem Unterricht so einsetzen, dass ihr Mehrwert für die Vermittlung deutlich wird. In zahlreichen internationalen Studien wird demzufolge ein hoher und vor allem stetiger Schulungsbedarf betont, die Wirksamkeit der dort beschriebenen Fortbildungsangebote mitunter in Frage gestellt, weil die Angebote primär auf die allgemeine Nutzung der Technologie und nicht auf die didaktisch-methodischen Potenziale abzielen (Glover & Miller 2001, 261; Irion 2012, 190). Dies ist nur fach- bzw. domänenspezifisch möglich, woraus sich die Forderung nach fach-

spezifischen und somit adressatengerechten Unterstützungsmaßnahmen zum Einsatz digitaler Tafeln erhebt. Zur Entwicklung entsprechender Angebote müssen zunächst die Eingangsvoraussetzungen von Lehrkräften im Umgang mit digitalen Tafeln erfasst werden. Für Deutschland liegen diesbezüglich nur vereinzelte und zudem wenig gesicherte Daten vor (vgl. Irion 2012, 190), wobei die Datenlage für die naturwissenschaftlichen Fächer noch schlechter ist (Obst 2013, 2f.). Aus diesem Desiderat leiten sich die vornehmlichen Ziele bzw. Forschungsschwerpunkte dieser Studie ab, die in das Projekt „interaktive Whiteboards im naturwissenschaftlichen Unterricht“ (iWnat) im Fachgebiet Chemiedidaktik des IDN der Leibniz Universität Hannover eingebunden ist. So gilt es zunächst auf einer möglichst breit angelegten Feldstudie mit explorativem Charakter die Lehrerperspektive zur Verwendung digitaler Tafeln zu erfassen, um einerseits Fragen nach den vorherrschenden Einstellungen, Kenntnissen und Bedürfnissen von Lehrkräften bezüglich dieser Technologie beantworten zu können und andererseits einen Überblick über die aktuellen Nutzungsweisen des IWB zu erhalten. Die Stichprobe dieser Feldstudie umfasst 360 Lehrkräfte von 29 weiterführenden Schulen aus Niedersachsen. Eine Eingrenzung auf Lehrkräfte mit dem Fach Chemie wird in diesem Forschungsteil bewusst nicht angestrebt, um ein breites Bild zum Einsatz digitaler Tafeln jenseits der Fachgrenzen zu erhalten. Die zu vermutende große Variabilität der Ergebnisse erfordert nachgeordnet ein Herausarbeiten von Spezifika der IWB-Nutzung in den naturwissenschaftlichen Fächern bzw. für Lehrkräfte mit Chemie als Unterrichtsfach und eine Reflexion vor den Befunden aus anderen Fachdomänen. Auf der Basis der chemiespezifischen Einstellungs- und Nutzungsmuster werden Leitlinien für die Entwicklung eines IWB-Fortbildungsangebots für Chemielehrkräfte abgeleitet und mit Empfehlungen zur Gestaltung wirksamer Lehrerfortbildungen (Lipowsky und Rzejak 2012, 2ff.) sowie den fachdidaktischen und fachmethodischen Besonderheiten des Fachs Chemie rückgekoppelt, wodurch die Leitlinien theorie- und evidenzbasiert sind. Als inhaltliche Schwerpunkte der konzipierten IWB-Lehrerfortbildung für Chemielehrkräfte wurden die Potenziale digitaler Tafeln zur Unterstützung der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten sowie beim Umgang mit Visualisierungen auf den drei Repräsentationsebenen gewählt.

An die Konzeptionierung der Fortbildungsmaßnahme schließt sich deren wirkungsorientierte Evaluation an (Beywl et al. 2004, 39ff.). Die Frage nach den Auswirkungen der Teilnahme an der IWB-Lehrerfortbildung auf die im ersten

Forschungsteil erfassten Einstellungsmuster und Kenntnisse von Chemielehrkräften gegenüber digitalen Tafeln sowie der Nutzung dieses Werkzeugs im realen Unterricht bildet zwecks Prüfung der Anschlussfähigkeit der Fortbildungsinhalte den zweiten Forschungsschwerpunkt dieser Arbeit. Für eine derartige Wirksamkeitsprüfung eignet sich eine Interventionsstudie im Vergleichsgruppendesign mit Datenerhebungen zu mindestens zwei Testzeitpunkten (Bortz und Döring 2006, 120ff.). Die Stichprobe dieser Feldstudie umfasst 59 Chemielehrkräfte, die sich auf 13 Chemiefachgruppen weiterführender Schulen aus Niedersachsen verteilen.

Die vorliegende Arbeit sucht gesamt betrachtet Anhaltspunkte für die Beantwortung der folgenden allgemein formulierten Forschungsfragen. Eine endgültige Festschreibung der Forschungsfragen erfolgt jeweils nach den umfassenden theoretischen Betrachtungen zu beiden Forschungsteilen.

Für den Forschungsteil 1 ergeben sich als Forschungsfragen:

Wie nutzen Lehrkräfte digitale Tafeln im Unterricht?

Welche Einstellungen, Interessen, Bedenken, Kenntnisse und Bedürfnisse weisen Lehrkräfte gegenüber digitalen Tafeln auf?

Mit Blick auf die wirkungsorientierte Evaluation der konzipierten Lehrerfortbildung folgen als Forschungsfragen für den Forschungsteil 2:

Wie ändern sich Einstellungsmuster und Nutzungsweisen von Chemielehrkräften gegenüber digitalen Tafeln nach der Teilnahme an der IWB-Fortbildung?

Wie beurteilen die fortgebildeten Lehrkräfte die IWB-Fortbildung?

Die Arbeit ist in acht Teile gegliedert: In Kapitel 1 werden nach der Aus-schärfung der in dieser Arbeit zu verwendenden Termini Aspekte zur Technik digitaler Tafeln erläutert und deren Potenziale für den Chemieunterricht beleuchtet. Dabei erfolgt eine fachdidaktische Diskussion über den Mehrwert dieser Technologie für die Unterstützung von experimentellen Phasen im Chemieunterricht und für den Umgang mit Visualisierungen und multimodalen sowie multicodalen Repräsentationen. Empirische Befunde zum Einsatz digitaler Tafeln aus internationalen Studien runden die fachliche Darstellung zu diesem multimediafähigen Werkzeug ab. Das Kapitel 2 richtet den Blick auf die Erkenntnisse aus der Forschung zur Implementation von Innovationen allgemein

und speziell zu der von digitalen Werkzeugen. Dabei werden besonders die verschiedenen hemmenden und fördernden Faktoren für einen nachhaltigen Transfer digitaler Technologien beleuchtet und vor dem Hintergrund der Erkenntnisse zur Implementation digitaler Tafeln reflektiert. Lehrerfortbildungen als besonders wertige Form zur Unterstützung von Implementationsprozessen werden ebenfalls in diesem Kapitel betrachtet, wobei ein besonderes Augenmerk auf die aus zentralen Studien bekannten Bedingungen für erfolgreiche Lehrerfortbildungen zu digitalen Werkzeugen gelegt wird. Kapitel 3 beschreibt das für die Erfassung der Lehrerperspektive geeignete *Concerns-Based Adoption Model* (CBAM) von Hall und Hord (2006) inklusive der zwei maßgeblichen diagnostischen Dimensionen *Stages of Concern* (SoC) und *Levels of Use* (LoU). Damit sind die zentralen Inhaltsfelder zur Fokussierung des Forschungsvorhabens (Kapitel 4) sowie für die Erhebung der Ausgangslage in Forschungsteil 1 (Kapitel 5) gelegt. In diesem Kapitel werden sowohl die für die Beantwortung der Forschungsfragen verwendeten Instrumente diskutiert als auch die erhaltenen Ergebnisse dargestellt und vor dem Hintergrund der Forschungsfragen diskutiert. Letzteres mündet in der Ableitung von Handlungsfeldern bzw. Leitlinien für die Gestaltung von IWB-Fortbildungen für Chemielehrkräfte. In Kapitel 6 werden diese Leitlinien aufgegriffen und konzeptionell umgesetzt, sodass die Eckpfeiler der IWB-Lehrerfortbildung sowie der strukturelle Aufbau verdeutlicht werden.

Die Erprobung und die damit einhergehende wirkungsorientierte Evaluation der Fortbildung wird in Kapitel 7 erläutert, wobei wiederum die verwendeten Instrumente begründet werden und die Ergebnisdarstellung unter Rückbezug auf die formulierten Forschungsfragen erfolgt. In diesem Zusammenhang findet auch eine Produktoptimierung des Fortbildungskonzepts statt. Die Arbeit schließt mit der Reflexion der durchgeführten Studien (Kapitel 8), diskutiert Konsequenzen für die Unterrichtspraxis sowie für die Lehrerbildung und stellt Implikationen für weitere fachdidaktische Forschung heraus.