

Entwicklung und Erprobung einer internetgestützten einjährigen Lehrerfortbildung „Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit“ für Primarstufenlehrpersonen

6

Hans-Dieter Sill und Grit Kurtzmann

Zusammenfassung

Ziel der Fortbildung ist die Entwicklung fachlicher und fachdidaktischer Kompetenzen von Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern der Primarstufe zur inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenz „Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit“ der Bildungsstandards im Fach Mathematik. Zwischen den vier Präsenzveranstaltungen, die der direkten persönlichen Kommunikation über ausgewählte Inhalte dienen, finden drei Online-Arbeitsphasen statt. In diesen erproben die Lehrpersonen ihr neu erworbenes Wissen im Unterricht und stellen ihre Ergebnisse auf einer E-Learning-Plattform in Form von Erfahrungsberichten vor. Die Entwicklung und Erprobung des Kurses erfolgte nach der Methode der konstruktiven Entwicklungsforschung von Wellenreuther (2000). Im Beitrag werden die Forschungsmethode, Ziele und Inhalte im Kurskonzept, die Phasen der Kurskonzeptentwicklung und Ergebnisse der Erprobung des Kurses dargestellt. Aus den gesammelten Erfahrungen werden Thesen zur wissenschaftlich fundierten Entwicklung eines Fortbildungskurses für Primarstufenlehrpersonen im Bereich Mathematik abgeleitet.

H.-D. Sill (✉) · G. Kurtzmann
Universität Rostock
Rostock, Deutschland
E-Mail: hans-dieter.sill@uni-rostock.de

G. Kurtzmann
E-Mail: grit.kurtzmann@uni-rostock.de

6.1 Zielgruppen und Entwicklung des Kurses

6.1.1 Stochastik in der Primarstufe und in der Primarstufenlehraus- und -fortbildung

Schon in den 70er-Jahren wurden erste Versuche unternommen, die Stochastik in den Unterricht der Grundschule zu integrieren (Winter 1976). Trotzdem hat es noch fast 30 Jahre gedauert, bis Elemente der Stochastik mit dem Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.10.2004 durch die Bildungsstandards Mathematik der Primarstufe (KMK 2005) eine Verbindlichkeit erfahren sollten. Wie eine unveröffentlichte Analyse des Arbeitskreises Stochastik der Gesellschaft der Didaktik der Mathematik zu den im Schuljahr 2001/02 gültigen zentralen Plänen (Lehrpläne, Rahmenrichtlinien u. a.) für die Primarstufe in allen Bundesländern gezeigt hat, waren nur in acht Plänen Elemente der Beschreibenden Statistik und nur in zwei Plänen Elemente der Wahrscheinlichkeitsrechnung enthalten. Mit der Umsetzung der Bildungsstandards hat sich diese Situation grundlegend geändert. Eine Analyse der Grundschullehrpläne der verschiedenen Bundesländer im Jahre 2012 ergab, dass alle Pläne Inhalte zur Beschreibenden Statistik und bis auf drei Bundesländer auch zur Wahrscheinlichkeitsrechnung enthalten, wobei zwei dieser drei Pläne noch vor Beschluss der Bildungsstandards in Kraft gesetzt wurden und sich diese derzeit schon in einer Überarbeitungsphase befinden bzw. bereits verändert wurden (Kurtzmann und Sill 2012). Die Grundschullehrpersonen in allen Bundesländern stehen also vor der Aufgabe der Integrationen dieser neuen Inhalte in den Unterricht, auf die sie in ihrer Ausbildung nur in wenigen Fällen vorbereitet wurden.

In Deutschland besteht durch die Länderhoheit im Bildungsbereich eine extreme Heterogenität in der Grundschullehrerausbildung (DMV et al. 2012). Es erhalten nicht alle zukünftigen Grundschullehrerinnen und Grundschullehrer eine solide fachmathematische Ausbildung. Der Anteil der Mathematikausbildung schwankt zwischen 3 und 33 % des Gesamtstudiums, wobei in einigen Ausbildungsgängen die Mathematik nur ein fakultativer Bestandteil ist (DMV et al. 2012, S. 2). Um einen Eindruck von der aktuellen Situation der Stochastikausbildung in der Lehrerbildung zu gewinnen, haben wir 2014 eine Stichprobe von neuen Modulhandbüchern für die Grundschule von 14 lehrerbildenden Einrichtungen analysiert¹. Wir haben nur die Fachmodule bzw. kombinierte Module Fach-Didaktik untersucht und erhielten folgende Ergebnisse.

Von den 14 Einrichtungen gab es

- in drei Einrichtungen keine Module oder Inhalte zur Stochastik,
- in sechs Einrichtungen Inhalte zur Stochastik nur als Anteil in Modulen, davon in drei nur in sehr geringem Maße² und

¹ Es handelt sich um folgende Einrichtungen: Uni Siegen, LMU München, PH Ludwigsburg, PH Heidelberg, PH Karlsruhe, Uni Regensburg, Uni Halle, TU Braunschweig, PH Weingarten, Uni Duisburg-Essen, Uni Koblenz-Landau, Uni Kassel, TU Dortmund, Uni Wuppertal.

² In der Modulbeschreibungen betrafen nur 2 von 19, 2 von 14 bzw. 2 von 9 Zielangaben Elemente der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung.

- nur in fünf Einrichtungen ein Extramodul zur Stochastik im Umfang von 2 bis 4 SWS, teilweise in Kombination mit der fachdidaktischen Ausbildung.

Ein weiteres Problem sind die Konsequenzen der Grundschullehrerausbildung in der DDR. In Mecklenburg-Vorpommern waren 2011 ca. 73 % der Grundschullehrpersonen 45 Jahre und älter und haben damit eine Ausbildung zur Grundschullehrerin oder zum Grundschullehrer in der DDR absolviert. Hier waren stochastische Inhalte nicht in den Plänen der Schule und der Lehrerausbildenden Einrichtungen integriert. Auch in der Lehrerfortbildung der DDR gab es keine entsprechenden Angebote, obwohl es ansonsten ein sehr ausgebautes und umfangreiches System fachlicher und didaktischer Fortbildungen für Lehrpersonen aller Schularten gab, an dem alle Lehrpersonen regelmäßig teilnahmen (Pietzsch 2003).

Angesichts dieser Defizite in der bisherigen und z. T. noch aktuellen Lehrerausbildung und -fortbildung ist eine fachliche und fachdidaktische Qualifizierung der Mehrzahl der Primarstufenlehrpersonen in Deutschland auf diesem Gebiet unbedingt erforderlich.

6.1.2 Konzeption der Kursentwicklung

Beim gegenwärtigen Stand der fachdidaktischen Forschung und schulpraktischer Erfahrungen zum Stochastikunterricht in der Primarstufe gibt es zu vielen konkreten Fragen der inhaltlichen, didaktischen und methodischen Gestaltung noch keine hinreichend abgesicherten Forschungsergebnisse und verallgemeinerbaren Erfahrungen. Sowohl die Ziele des Stochastikunterrichts in der Primarstufe als auch viele Fragen seiner Gestaltung befinden sich gegenwärtig noch in der Diskussion (vgl. Krüger et al. 2015, S. 23 ff.). Dies trifft im bestimmten Maße auch für andere Probleme der Gestaltung des Mathematikunterrichts zu. Generell sind wir darüber hinaus der Auffassung, dass jeder Fortbildungskurs didaktische Theorien bereichern und zu neuen Erkenntnissen und Einsichten führen kann. Fortbildungskurse, insbesondere anspruchsvolle schuljahresbegleitende Kurse sollten deshalb nicht unter dem Paradigma der Wissensvermittlung durch die Kursleiterinnen und Kursleiter konzipiert werden. Wir sehen die Kurse als gemeinsame Projekte der Interaktion von Wissenschaft und Praxis im Sinne einer temporären Lerngemeinschaft an.

Die Ziele, Inhalte und auch die Methoden eines Fortbildungskurses sollten in einer phasenweisen und zirkulären Entwicklungsarbeit entstehen (Kurtzmann 2017). In Ermangelung entsprechender Konzepte aus dem Bereich der Lehrerbildungsforschung haben wir als theoretische Grundlage die Methode des „design research“ bzw. der konstruktiven Entwicklungsforschung verwendet, die sich für die Entwicklung curricularer Materialien für den Unterricht bewährt haben und die im Folgenden genauer ausgeführt werden.

Verwendete Methode

In den neunziger Jahren prägte sich im englischsprachigen Raum im Bereich der Bildung die Bezeichnung „design research“ heraus. Dabei geht es um die Entwicklung und Erforschung neuer Lerninhalte bzw. Lehrmethoden und die Verbindung von Theorie und

Praxis. In der deutschsprachigen Literatur gibt es analoge Forschungsmethoden wie die didaktische Entwicklungsforschung (Kahlert 2005; Einsiedler 2011) mit den besonderen Richtungen der konstruktiven Entwicklungsforschung (Wellenreuther und Zech 1992; Wellenreuther 2000) bzw. der fachdidaktischen Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell (Prediger et al. 2012). Unterschiede der Forschungsansätze gibt es nicht in den Grundlagen, sondern meist nur im Ablauf eines Forschungsvorhabens. Dies ist vor allem den unterschiedlichen wissenschaftlichen Richtungen geschuldet, in denen dieser Forschungsansatz eingesetzt werden kann.

Die konstruktive Entwicklungsforschung wurde vor allem innerhalb der didaktischen Entwicklungsforschung durch Kahlert et al. (2005) weiterentwickelt und zielt „... u. a. auf kreatives Erfinden, Entdecken sinnvoller Handlungsmöglichkeiten und auf ‚aufgeklärtes Probieren‘ ...“ (Einsiedler 2011, S. 57).

Diese Methode wurde zum Beispiel beim Curriculumprojekt „Stochastik in der Hauptschule“ (Schupp 1979) und in einem Fortbildungskurs für Mathematiklehrkräfte (Zech 1978) verwendet. Hellmig (2012) setzte die Forschungsmethode der konstruktiven Entwicklungsforschung ein, um die Wirksamkeit von Mathematiklehrerfortbildungen am Beispiel polyvalenter Aufgaben zu untersuchen.

Wellenreuther unterscheidet bei der Entwicklung eines neuen Kurses vier Hauptschritte:

1. Problemfindung
2. Entwicklung: Entwurf einzelner Teilstücke, formative Evaluation, Überarbeitung, erneute Evaluation usw.
3. Erprobung des Programms: Summative Evaluation und abschließende Überarbeitung
4. Implementationsphase: Übertragung und Anwendung, zuerst in kleinem, danach – bei entsprechendem Erfolg – in größerem Maßstab (Wellenreuther 2000, S. 232).

Eine Besonderheit der Entwicklung eines Fortbildungskurses für Lehrpersonen sehen wir darin, dass nicht einzelne Teilstücke gesondert erprobt werden können. Deshalb haben wir am Ende der Entwicklungsphase eine Gesamterprobung durchgeführt und diese evaluiert.

Ablauf der Entwicklung des Kurskonzeptes

Ein Kurskonzept beinhaltet die Angabe der Ziele, wesentlichen Inhalte und Grundanforderungen an die Gestaltung des Unterrichts, Teilkonzepte für die einzelnen Kursphasen, die Darstellung der fachlichen Grundlagen, eine Angabe von Aufgaben, die zur Realisierung der Ziele eingesetzt werden können sowie die Bereitstellung von Unterrichtsmitteln (vgl. Sill 2000).

Nach der Analyse der aktuellen Situation in der Stochastikausbildung für das Lehramt an Grundschulen und dem Stand des Stochastikunterrichts in der Primarstufe (Problemfindung) wurde Anfang 2012 mit der Entwicklung der Konzeption eines Fortbildungskurses und insbesondere einer kursbegleitenden Handreichung begonnen, die fachliche Grundlagen und Hinweise zur Unterrichtsgestaltung enthält und letztlich einen Umfang von

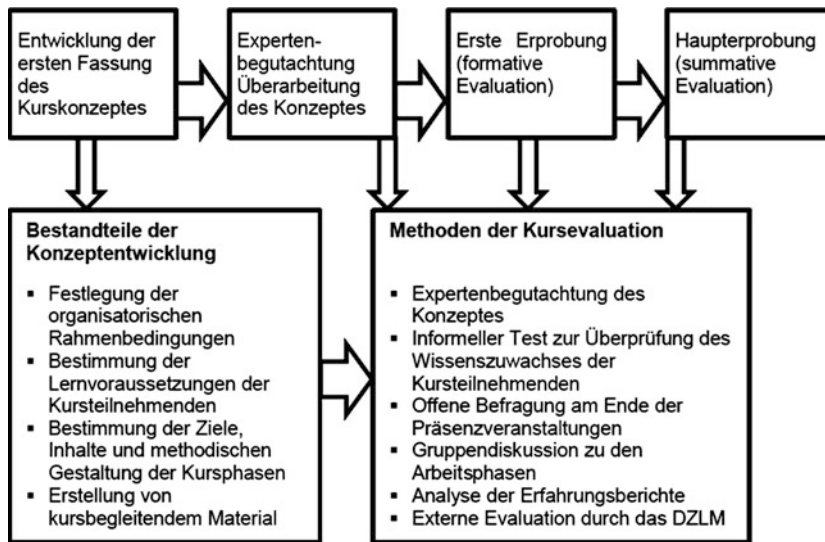


Abb. 6.1 Darstellung der Kursentwicklung und der Evaluationsmethoden

80 Seiten hatte. Parallel dazu wurden die Ziele und Inhalte der einzelnen Kursphasen bestimmt (s. u.) und die methodische Gestaltung der Präsenzveranstaltungen festgelegt. Im Ergebnis aller Arbeiten lag dann die erste Fassung des Kurskonzeptes vor.

Dieses Konzept wurde im Schuljahr 2012/13 mit 12 Lehrpersonen aus dem Bereich des Schulamtes Rostock erprobt, formativ evaluiert und bereits teilweise modifiziert. Nach der Erprobung erfolgte eine Begutachtung des Kurskonzeptes durch fachdidaktische Experten und Experten aus dem Schulbereich, die an dem Kurs teilgenommen hatten. Auf der Grundlage der Ergebnisse der Expertenbegutachtung und der gemeinsamen Betrachtung der Ergebnisse der unterschiedlichen formativen Evaluationen wurde eine neue Fassung des Kurskonzeptes erstellt. Insbesondere wurde die begleitende Handreichung überarbeitet und mit der Entwicklung einer ergänzenden Aufgabensammlung begonnen.

Im Schuljahr 2013/14 fand die Haupterprobung in Mecklenburg-Vorpommern an vier Schulstandorten mit insgesamt fünf Kursen statt. Nach dieser Erprobung erfolgte dann im Ergebnis der summativen Evaluation eine abschließende Überarbeitung des gesamten Kurskonzeptes. Die Phasen der Kursentwicklung und die eingesetzten Evaluationsmethoden enthält die Abb. 6.1.

6.2 Ziele und Inhalte der Fortbildung

Ziel- und Inhaltsüberlegungen des Fortbildungskonzeptes folgten den Empfehlungen des Arbeitskreises Stochastik der GDM von 2012 für die Stochastikausbildung von Lehrpersonen an Grundschulen. Der stoffliche Inhalt bezieht sich dabei im Wesentlichen auf die

Empfehlungen des Arbeitskreises von 2003 für das Abschlussniveau in der Sekundarstufe I (Arbeitskreis Stochastik der GDM 2003).

Ein Grundanliegen des Kurses, das auch den Empfehlungen des AK Stochastik entspricht, besteht in der Modellierung stochastischer Situationen mit der Methode der Prozessbetrachtung. Weiterhin sollte nach unserer Auffassung der Anwendungsbereich stochastischer Betrachtungen weit über den in der Schule gegenwärtig dominierenden Glücksspielbereich hinausführen und Phänomene aus dem Alltag von Schülerinnen und Schülern sowie von naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Erscheinungen umfassen. Um dieses Anliegen umzusetzen, mussten wir eigene Vorschläge zur Unterrichtsgestaltung entwickeln.

In Auswertung der formativen Evaluation der ersten Erprobung wurde eine deutliche Veränderung der Wertigkeit der Ziele vorgenommen. Dabei wurden vor allem die primarstufen- und orientierungsstufenrelevanten Fachinhalte als Mindestwissen ausgewiesen und verstärkt in den Präsenzveranstaltungen gefestigt. Dagegen wurden Fachinhalte wie Erwartungswerte und Varianz nur exemplarisch vorgestellt. Weiterhin wurden Fachinhalte, die zunächst nur exemplarisch vorgestellt wurden, in das Mindestwissen aufgenommen. Dies betrifft vor allem Inhalte aus der Kombinatorik, die wir eigentlich nicht zur Stochastik zählen. Im Ergebnis der Gesamtentwicklung haben sich dann folgende Ziele und Inhalte der einzelnen Phasen herausgebildet.

Ziele des Kurses

Wir haben den Kurs in vier zeitliche Abschnitte unterteilt. Mit Ausnahme des vierten besteht jeder Abschnitt aus einer Präsenzveranstaltung, einer Arbeitsphase und einer Auswertung der Arbeitsphase in der nächsten Präsenzveranstaltung. Im vierten Abschnitt findet lediglich eine Präsenzveranstaltung statt. Im Folgenden geben wir die kognitiven Ziele der einzelnen Abschnitte an.

Ziele des 1. Abschnitts

Die Lehrpersonen

- kennen Kontexte und Bedeutungen der Verwendung des Zufallsbegriffs in der Umgangssprache und in der Mathematik,
- können einige Erscheinungen in der Natur, der Gesellschaft und dem Denken, in denen der Zufall eine Rolle spielt, erkennen und analysieren,
- können sicher Strichlisten und Häufigkeitstabellen für eindimensionale Daten anfertigen und relative Häufigkeiten berechnen,
- kennen unterschiedliche Datenarten und deren Auswirkung auf eine Skala im Diagramm,
- kennen sicher Möglichkeiten der grafischen Darstellung von eindimensionalen Daten (Streifendiagramm, Streckendiagramm, Kurvendiagramm, Kreisdiagramm und Piktogramm),
- können vorliegende grafische Darstellungen lesen und interpretieren,
- kennen exemplarisch Merkmale fehlerhafter Darstellungen.

Ziele des 2. Abschnitts

Die Lehrpersonen

- können das arithmetische Mittel als Ausgleichswert und Schwerpunkt einer Häufigkeitsverteilung interpretieren, es mithilfe der inhaltlichen Aspekte ermitteln, es formal berechnen sowie angemessen einsetzen,
- können den Modalwert und den Median interpretieren, ermitteln und angemessen einsetzen,
- verstehen qualitativ das Problem der Streuung, können sicher die Spannweite interpretieren und kennen exemplarisch weitere Streuungsmaße,
- kennen Probleme bei der Verwendung stetiger Daten, die Notwendigkeit zur Gruppierung der Daten und können in einfachen Fällen eine Klassenbildung vornehmen.

Ziele des 3. Abschnitts

Die Lehrpersonen

- haben sichere Kenntnisse zum komparativen Aspekt des Wahrscheinlichkeitsbegriffs und können sie in realen Sachkontexten anwenden,
- können Wahrscheinlichkeiten für wiederholbare reale Vorgänge in der Natur oder der Gesellschaft sicher interpretieren, insbesondere als Prognose für den Grad der Möglichkeit des Eintretens von Ergebnissen und als Prognose für erwartete Häufigkeiten bei mehrfacher Wiederholung des Vorgangs unter vergleichbaren Bedingungen,
- können exemplarisch die Verwendung von Wahrscheinlichkeiten als Grad der Sicherheit einer Person, die als Aussagen (Hypothesen) über einen eingetretenen aber unbekannten Zustand geäußert werden und die von den Kenntnissen der Person sowie von Informationen über den Zustand abhängen, interpretieren,
- kennen die Laplace-Regel und können Berechnungen im Modell der Gleichwahrscheinlichkeit durchführen.

Ziele des 4. Abschnitts

Die Lehrpersonen

- können die Prozessbetrachtung sicher sowohl im Zusammenhang mit der Analyse von Daten als auch bei der Ermittlung und Interpretation von Wahrscheinlichkeiten anwenden,
- können Fragen stellen, die sich mithilfe von statistischen Untersuchungen beantworten lassen,
- beherrschen grundlegende Vorgehensweisen bei der Planung einer statistischen Untersuchung,
- können auf der Grundlage von Daten Schlussfolgerungen und Prognosen qualitativ herleiten und bewerten, insbesondere nach Beziehungen zwischen der Ausprägung der Bedingungen und der Verteilung der Daten suchen, begründete Vermutungen aufstellen, neue Fragen formulieren und dazu entsprechende neue Untersuchungen planen,

- können Beziehungen zwischen realen zufälligen Erscheinungen und dazu vorliegenden Daten (z. B. relative Häufigkeiten, arithmetisches Mittel) und Begriffen und Zusammenhängen auf der Modellebene (z. B. Zufallsexperiment, Ereignis, Wahrscheinlichkeitsraum, Urne, Erwartungswert) herstellen,
- können die Wahrscheinlichkeit bei zusammengesetzten (mehrstufigen) Vorgängen mithilfe von Baumdiagrammen und Pfadregeln berechnen,
- kennen grundlegende Methoden zur Berechnung von Anzahlen und können für einfache Sachverhalte Anzahlen mithilfe von Baumdiagrammen und der Produktregel berechnen.

In allen Präsenzveranstaltungen werden eng verbunden mit der Vermittlung der fachlichen Inhalte Möglichkeiten und Probleme der schrittweisen Entwicklung des betreffenden Wissens und Könnens der Schülerinnen und Schüler diskutiert. In den drei Arbeitsphasen erproben die teilnehmenden Lehrpersonen ausgewählte Themen in ihren Klassen und verfassen Erfahrungsberichte, die auf einer Internetplattform eingestellt und zu Beginn der nächsten Präsenzveranstaltung diskutiert werden.

6.3 Methodische Umsetzung

Bei der Entwicklung der methodischen Gestaltung des Kurses wurden die Gestaltungsprinzipien des DZLM (Kramer und Lange 2014) umgesetzt. So zeichnet sich die **Teilnehmerorientiertheit** der Fortbildung u. a. dadurch aus, dass wir eine offene und partnerschaftliche Atmosphäre zwischen den Teilnehmenden und der beiden die Moderation übernehmenden Personen erzeugen möchten. Nicht unwesentliche Faktoren sind für uns dabei das Angebot zu einem „Dienst-Du“ im Rahmen der Veranstaltung und die Bereitstellung von Kaffee, Gebäck oder Obst bei jedem Treffen. Die **Fallbezogenheit** zeigt sich darin, dass die erlernten fachlichen Inhalte der Präsenzveranstaltung in der darauffolgenden Arbeitsphase im Unterricht erprobt werden. Die Lehrpersonen stellten ihre Erfahrungsberichte aus der Erprobung auf der E-Learning Plattform (moodle) allen Teilnehmenden zur Verfügung. Dadurch erfolgt schon in der Arbeitsphase ein **kooperationsfördernder** Austausch zwischen den Teilnehmenden. In der Gruppendiskussion zu Beginn einer jeden Präsenzveranstaltung werden die erprobten Unterrichtsstunden reflektiert und die Lehrpersonen konnten so Schlussfolgerungen aus diesen Erprobungen ziehen. Das Gestaltungsprinzip „**selbstreflexionsannehmend**“ setzt sich im Einsatz von Feedbackspinnen zur Einschätzung der eigenen Erreichung der Ziele am Ende jeder Präsenzveranstaltung fort. Die unterschiedlichen Lehr-Lern-Angebote, vor allem eine anschauliche, handlungsorientierte Vertiefung der Lerninhalte an praktischen Beispielen wie z. B. bei der lebendigen Statistik (Biehler und Frischemeier 2015, S. 133) und eine Vorbereitung der Arbeitsphase in kleinen Arbeitsgruppen spiegelt vor allem ein **vielfältiges und kompetenzorientiertes** Arbeiten im Fortbildungskurs wieder.

Im Ergebnis der ersten Erprobung stellte sich heraus, dass die am Kurs Teilnehmenden neben den Beispielen in der Broschüre weiteres Material für ihren Unterricht benötigen, da sie in Schullehrbüchern, Arbeitsheften und anderen Materialien keine ausreichende Anzahl von geeigneten Aufgaben fanden. Dieses Aufgabenmaterial hat sich im Laufe der Zeit zu einem wesentlichen Bestandteil des Kurses entwickelt.

Im Sinne einer möglichst großen Praxisnähe, haben wir für alle Bestandteile des stochastischen Wissens und Könnens Entwicklungsprozesse von Klasse 1 bis zur Klasse 4 konzipiert. Dabei ging es uns darum, zunächst das Mindestniveau des Wissens und Könnens zu bestimmen. Diese Herangehensweise wurde von den Teilnehmenden sehr positiv aufgenommen.

Bei der Auswertung der Erfahrungsberichte und im Rahmen der nächsten Präsenzveranstaltung mussten wir immer wieder feststellen, dass die zahlreichen neuen Begriffe und Verfahren von den Teilnehmerinnen und Teilnehmer oft noch unzureichend beherrscht wurden. Wir haben uns deshalb entschlossen, einen Selbsttest auf der Plattform moodle zu entwickeln, mit dem die Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Anschluss an eine Präsenzveranstaltung an einfachen Aufgaben grundlegende Begriffe und Verfahren selbstständig wiederholen können. Aufgrund von technischen Problemen in unserem Land konnte dieser Test nur eingeschränkt eingesetzt werden, so dass nur wenige Erfahrungen damit vorliegen.

6.4 Ergebnisse der Evaluation

Entsprechend der konstruktiven Entwicklungsforschung (Wellenreuther 2000) wurde nach der Entwicklung des Kurskonzeptes die formative Evaluation mit der ersten Erprobung des Fortbildungskurses im Schuljahr 2012/13 mit 12 Lehrpersonen und die summative Evaluation mit der Haupterprobung im Schuljahr 2013/14 mit insgesamt 57 Lehrpersonen in vier Fortbildungskursen durchgeführt.

In diesen beiden Phasen der Evaluation wurden folgende Evaluationsmethoden im Sinne des Methodenpluralismus herangezogen:

- Expertenevaluation (nur vor bzw. während der ersten Erprobung)
- Informeller Test zur Überprüfung des Wissenszuwachses der Lehrpersonen
- Offene Befragung am Ende der Präsenzveranstaltungen
- Gruppendiskussion zu den Arbeitsphasen
- Dokumentenanalyse der Erfahrungsberichte der Teilnehmenden
- Externe Evaluation durch das DZLM (nur in der Haupterprobung)

Die Wahl der Evaluationsinstrumente folgte den Empfehlungen der Methode der konstruktiven Entwicklungsforschung (Wellenreuther 2000, S. 237–240). Dabei dienen die Evaluationsmethoden nicht primär der Prüfung der Effektivität, sondern der Verbesserung des Programms.

Im Folgenden werden die eingesetzten Evaluationsmethoden mit einigen wesentlichen Ergebnissen vorgestellt. Ausführlicher wird dabei auf die Evaluation der Erfahrungsberichte eingegangen.

Expertenevaluation

Zur Evaluation eines Programmes ist es zunächst erforderlich, dieses vor der ersten Erprobung von Experten begutachten zu lassen. Dabei wird „im Wesentlichen versucht, die Stimmigkeit zwischen dem vorgelegten Entwurf und den vereinbarten theoretischen Gesichtspunkten zu prüfen“ (Zech und Wellenreuther 1992, S. 162). Die in der Entwicklungsphase entstandene Broschüre zur Fortbildung enthält das Kurskonzept mit den fachlichen und fachdidaktischen Inhalten. Diese wurde durch zwei Expertinnen und Experten für die Didaktik der Stochastik, zwei Expertinnen und Experten aus dem schulischen Umfeld als Spezialisten für die Stochastik in der Schule und drei Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Vorerprobung des Kurses als Experten für den Bereich Grundschule begutachtet. Die Gutachten spielten eine wesentliche Rolle bei der Verbesserung der Qualität der Broschüre und damit auch des Kurskonzeptes. Insbesondere wurde auf eine fachliche Überforderung der Zielgruppe und eine mangelnde Verständlichkeit aufmerksam gemacht.

Informeller Test zur Überprüfung des Wissenszuwachses der Lehrpersonen

Für die Überprüfung der Entwicklung der fachlichen Leistungen der Lehrpersonen in der Fortbildung sollte eine objektive Messung der kognitiven Leistungen vorgenommen werden. In der Phase der Entwicklung des Kurses geht es zum einen um eine diagnostische Überprüfung der Eingangsvoraussetzungen und im Anschluss an die Fortbildung um eine Feststellung der Zielerreichung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Der Einsatz eines standardisierten Testes ist hier nicht sinnvoll, da weder die Voraussetzungen der Teilnehmenden noch die möglichen Ziele gesichert waren. Wir haben einen informellen Test verwendet. Informelle Tests dienen vor allem der Ermittlung eines individuellen Lernzuwachses der Lehrpersonen verbunden mit der Bestimmung einer realistischen Zielsetzung und der inhaltlichen Gestaltung des Kurses. Das vornehmliche Ziel informeller Testverfahren beschreibt Jürgens (2010) als die Bestimmung von Lernzielen. Dabei sieht er auf der Ebene der Lernenden die individuelle Erfolgskontrolle und die Möglichkeit eines klassenbezogenen Vergleichs. Auf der Ebene der Lehrenden können Rückmeldungen über curriculare und didaktische Entscheidungen des Unterrichts gegeben werden. Der informelle Test bildet damit ein Instrument der Unterrichtsbewertung (Jürgens 2010, S. 119). Im Fortbildungskurs wurde der gleiche Test zu Beginn und am Schluss des Kurses eingesetzt und die Ergebnisse ausgewertet. Wir haben alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer über ihre Ergebnisse in beiden Tests nach Abschluss des Kurses informiert. Zu Beginn des Kurses zeigte sich, dass die Teilnehmenden erhebliche Lücken in den fachlichen Voraussetzungen aufwiesen. Die Modifizierung des Konzeptes führte in der Haupterprobung zu einer Verbesserung der Testergebnisse am Ende des Kurses bei den meisten Kursteilnehmerinnen und Kursteilnehmern.

Offene Befragung am Ende der Präsenzveranstaltungen

Für die Entwicklung eines Fortbildungskonzeptes ist eine ständige Kommunikation zwischen den Entwicklern des Fortbildungskonzeptes und den beteiligten Lehrpersonen nötig, um Schwachstellen des Konzeptes schnell zu erkennen und verändern zu können (Zech und Wellenreuther 1992). Auch bei Wirksamkeitsuntersuchungen in der Lehrerfortbildung ist die Befragung eine der am häufigsten eingesetzten Methode (Lipowsky 2010). Am Ende einer jeden Präsenzveranstaltung wurde eine schriftliche Befragung zur Einschätzung der Veranstaltung durchgeführt. Dabei konnten in einer offenen Befragung die Lehrpersonen sowohl Positives als auch Kritik äußern. Auch hier gab es in der ersten Erprobung Hinweise auf einen zu hohen Theorieumfang und ein Fehlen von konkreten Vorschlägen für den Unterricht. In der Haupterprobung wurde die offene Befragung durch die Methode der „Zielscheibe“ unterstützt, auf der die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihr erworbenes Wissen und Können auf einer fünfstufigen Skala selbst einschätzen konnten. Dies stellt eine subjektive Selbsteinschätzung der Lehrpersonen dar und die Ergebnisse verstärkten die Aussagen aus der offenen Befragung. Durch die Veränderungen im Kurskonzept nach der ersten Erprobung zeigte sich in der Haupterprobung eine positivere Einschätzung in den Rückmeldungen. Besonders wurde die Verbindung zwischen Theorie und Praxis und die anschauliche Darstellung der Fachinhalte und das praktische Ausprobieren lobend hervorgehoben.

Gruppendiskussion zu den Arbeitsphasen

Für die Nachbereitung der Präsenzveranstaltungen und in Vorbereitung auf die Durchführung der Erprobung in ihrer Klasse erhielten die Lehrpersonen für die Arbeitsphase unterschiedliche Aufgaben. Neben der Erprobung der fachlichen Inhalte im Unterricht mit dem Schreiben eines Erfahrungsberichtes sollten sie zunächst ihr eigenes Wissen festigen, indem sie die entsprechenden Artikel in der Handreichung durcharbeiten und verschiedene Übungsaufgaben lösen. Weiterhin war angedacht, dass die Teilnehmenden ihre Erfahrungsberichte auf der Internetplattform moodle veröffentlichen und dann mit Hilfe der Möglichkeit der asynchronen Kommunikation auf Berichte antworten und dadurch mit den anderen Teilnehmenden auch während der Arbeitsphase in Kontakt zu bleiben. Für die Auswertung dieser Arbeitsphase wurde die Methode der Gruppendiskussion eingesetzt. In der Phase der Evaluation des Fortbildungskonzeptes dient die Gruppendiskussion sowohl der Meinungserhebung als auch dem diagnostischen Zweck, ob die Inhalte aus der vorhergehenden Präsenzveranstaltung und Arbeitsphase verstanden wurden. Die Diskussion wurde in vier Schwerpunkte unterteilt. Die Schwerpunkte „Nachbereitung der Präsenzveranstaltung“ und „Durchführung der Erprobung“ bezogen sich vor allem auf die Evaluation der vergangenen Arbeitsphase. Der Schwerpunkt „Erwartungen an die heutige Fortbildung“ diente der Evaluation der Vorbereitung der Arbeitsphase während der Präsenzveranstaltung. In einem vierten Schwerpunkt „Kommunikation im Netz“ sollte herausgefunden werden, ob der Meinungsaustausch auf der Internetplattform moodle für die Teilnehmenden sinnvoll ist, um den Kontakt während der Arbeitsphase auch aufrechtzuerhalten.

Die Gruppendiskussion der ersten Erprobung ergab, dass sich die meisten Teilnehmenden in der Arbeitsphase zeitlich überfordert fühlten. Das geforderte Arbeitspensum war nicht zu bewältigen und wurde im Zuge der Überarbeitung des Kurses modifiziert.

Dokumentenanalyse

Die Teilnehmenden hatten die Aufgabe, die erlernten fachlichen Inhalte und deren fachdidaktische Umsetzung in den drei Arbeitsphasen in ihrem eigenen Unterricht zu erproben und zu dokumentieren. Für die Dokumentation der Erprobung wurde in Anlehnung an Hellmig (2012, S. A33) folgende Gliederung benutzt (s. Abb. 6.2).

Für eine Darstellung der Auswertung der Erfahrungsberichte wurde exemplarisch die zweite Arbeitsphase gewählt. In der ersten Erprobung haben von den 12 Teilnehmenden nur sechs Teilnehmer einen Bericht geschrieben, in der Haupterprobung waren es 21 Berichte, die dann mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring 2015) ausgewertet wurden. Sowohl für die formative als auch für die summative Evaluation waren zwei Kriterien für die weitere Kursentwicklung von Bedeutung, die „Auswahl der Aufgaben“ und der vermittelte „mathematische Inhalt“. Es ging hier darum zu überprüfen, ob die vermittelten fachlichen Inhalte verstanden wurden und nun folgerichtig auf die Anwendung im Unterricht übertragen werden konnten.

Zunächst wurde in beiden Erprobungen die Aufgabenauswahl untersucht. Für den Bereich der Überprüfung der Darstellungen zur Unterrichtserprobung der einzelnen Lehrpersonen wurden für den Bereich „Auswahl der Aufgaben“ drei Kategorien herausgearbeitet, die Angabe der Klassenstufe und der Vorkenntnisse (A1), die Auswahl der Aufgabe (A2) und die Schwierigkeit der Aufgabe (A3).

Auch die Verwendung und Vermittlung der mathematischen Inhalte spiegelt das mathematische Verständnis der Lehrperson wider. Aus den Berichten konnten hier induktiv die Kategorien Mathematischer Inhalt (B1), Umsetzung der mathematischen Inhalte (B2) und Effekte im Unterricht (B3) herausgearbeitet werden.

Abb. 6.2 Vorgegebene Gliederungspunkte für den Erfahrungsbericht

Angaben zur Klassenstufe und den Vorkenntnissen

Was wurde schon vorher behandelt?

Darstellung der Aufgabenstellung

Hier steht die von mir erprobte Aufgabe.

Funktionen der Aufgabe für das Lernen der Schüler

Welche Kenntnisse, Zusammenhänge, Fertigkeiten, Fähigkeiten sollten mit der Aufgabe vermittelt, geübt, vertieft oder wiederholt werden?

Gestaltung des Unterrichts

Wie habe ich den Unterricht organisiert?

Schülerantworten

Kurze Darstellung typischer und besonderer Schülerlösungen

Resümee

Welche Schwierigkeiten sind aufgetreten? Was ist gut gelungen?

Weitere Bemerkungen

Was wurde durch die vorherigen Punkte nicht erfasst?

Zunächst werden hier nun die Ergebnisse der ersten Erprobung des Fortbildungskurses dargestellt. Es gab zwei Unterrichtsversuche in Klasse 1, einen Unterrichtsversuch in Klasse 2 und drei Unterrichtsversuche in Klasse 4. In zwei vierten Klassen gab es schon Vorerfahrungen bezüglich der Berechnung des arithmetischen Mittels.

In der Auswertung der Aufgaben in den Unterrichtsstunden ist festzustellen, dass nur eine Lehrperson eine in der Präsenzveranstaltung vorgestellte Aufgabe übernommen hat, eine Lehrperson hat sich von den vorgestellten Übungen inspirieren lassen. Vier Lehrpersonen wählten sich eine neue Aufgabe.

In der Auswertung der mathematischen Inhalte ist festzustellen, dass neben der Vorgabe, inhaltliche Vorstellungen zum arithmetischen Mittel bei den Schülerinnen und Schülern mithilfe der drei Interpretationen Ausgleichswert, Umstapeln und Schwerpunkt zu entwickeln, dieses in zwei Klassen auch berechnet wurde. In der Auswertung der Art der mathematischen Inhalte war auch zu erkennen, dass die Lehrpersonen in ihrer Unterrichtsstunde möglichst alles ausprobieren wollten. Deswegen nutzten sie mehrere Interpretationsmöglichkeiten gleichzeitig. Nur zwei der sechs Lehrpersonen wendeten ihr fachliches Wissen korrekt an. Die Berichte der anderen vier Lehrpersonen zeigten fachliche Ungenauigkeiten bis hin zu gravierenden fachlichen Fehlern.

Aus den Schwierigkeiten in der ersten Erprobung ergaben sich wesentliche Konsequenzen für die Haupterprobung. In den Erfahrungsberichten, aber auch in den Reaktionen der Teilnehmenden in der Gruppendiskussion und in der Auswertung der Befragungen am Ende der Präsenzveranstaltung wurde deutlich, dass vor allem die Festigung der fachlichen Inhalte für viele Teilnehmenden noch nicht ausreichend berücksichtigt wurde. Als direkte Konsequenz auf die vielen fachlichen Unsicherheiten der Lehrpersonen wurde in den Präsenzveranstaltungen mehr Zeit zur gemeinsamen Erarbeitung der Unterrichtsversuche eingeplant. Die Lehrpersonen konnten nun in kleinen Gruppen sich mit der anstehenden Unterrichtserprobung auseinandersetzen und über verschiedene Möglichkeiten diskutieren. Dafür wurden in den Präsenzveranstaltungen vorbereitete Aufgaben in Form einer Aufgabensammlung zur Verfügung gestellt. Außerdem wurde für das entsprechende Thema der Präsenzveranstaltung ein curricularer Vorschlag für den Unterrichtseinsatz gemacht. Nach der Gruppenarbeit wurden die Unterrichtsvorschläge gemeinsam diskutiert und schon an dieser Stelle mögliche Schwierigkeiten oder Probleme ausgeräumt. Die Lehrpersonen konnten am Ende der Präsenzveranstaltung schon mit einer Unterrichtsidee und einer groben Planung der Unterrichtsstunde in die Arbeitsphase gehen.

In der Haupterprobung führten die meisten Lehrpersonen ihren Unterrichtsversuch in der dritten oder vierten Klasse durch. Das bessere mathematische Verständnis der Lehrpersonen wurde in der Umsetzung der mathematischen Inhalte deutlich. Alle Lehrpersonen gaben an, dass die Schülerinnen und Schüler keine Vorkenntnisse im Umgang mit den Mittelwerten hatten. Somit handelte es sich um eine Erarbeitungsstunde in der Thematik. Dafür wurde in der Präsenzveranstaltung die Interpretation des arithmetischen Mittels über den Ausgleichswert oder die lebendige Statistik vorgeschlagen. In der Umsetzung der Erprobung haben zehn Lehrpersonen das arithmetische Mittel über den Ausgleichswert und neun Lehrpersonen die lebendige Statistik gewählt. Es gab weiterhin auch neun

Erprobungen der anderen Interpretationen des arithmetischen Mittels, die teilweise als zweite Aufgabe in der Stunde eingesetzt wurden. Nur eine Lehrkraft hat das arithmetische Mittel berechnen lassen.

Auch in der Umsetzung der mathematischen Inhalte gab es nach den Änderungen im Kurskonzept in der Haupterprobung eine deutliche Veränderung. Während in der ersten Erprobung nur ein Drittel der Lehrpersonen in der Unterrichtsstunde mathematisch korrekt arbeitete, waren es in der Haupterprobung schon zwei Drittel. Nur vier Berichte von Lehrpersonen zeigten grobe fachliche Fehler.

Externe Evaluation durch das DZLM

Im Rahmen der Wirkungsmessungen von Fortbildungskursen beim DZLM wurden in der Haupterprobung zu drei Messzeitpunkten Fragebögen für die Teilnehmenden eingesetzt. Diese wurden in Ausschnitten für die summative Evaluation des Fortbildungskonzeptes eingesetzt.

Eine weitere Befragung erfolgte ein Jahr nach Beendigung der Fortbildungskurse. In dieser Befragung ging es vor allem um die Nachhaltigkeit. Auch hier wurden ausschnitt-

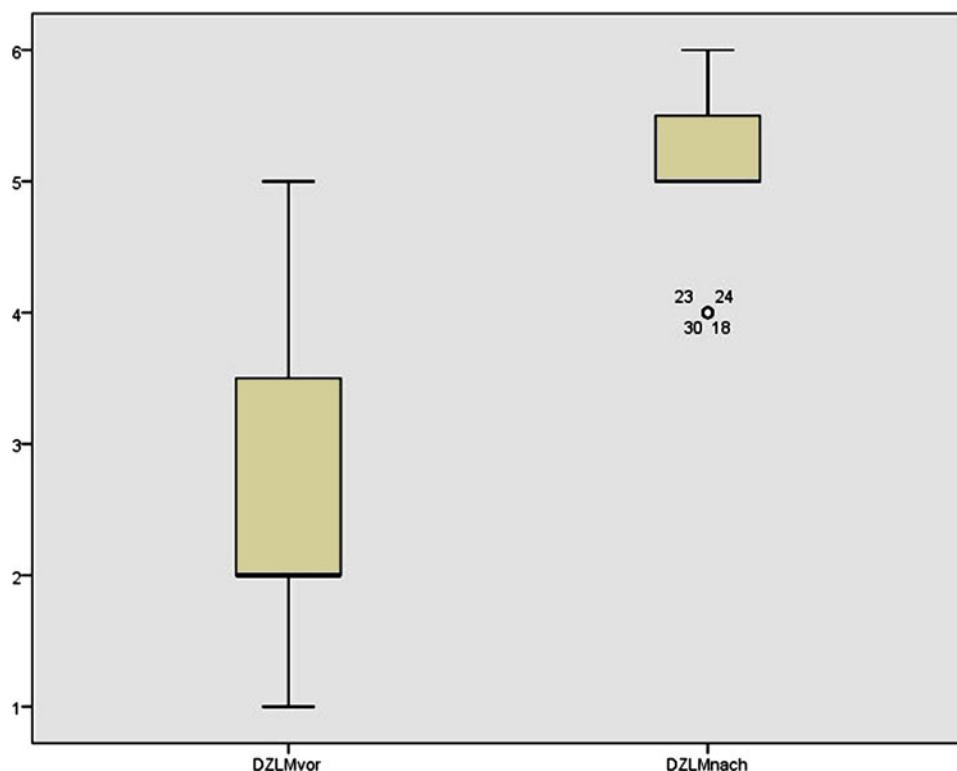


Abb. 6.3 Externe Evaluation DZLM – Subjektive Einschätzung der spezifischen Kompetenzen zu den Mittelwerten der Teilnehmenden ($n = 33$) in der Haupterprobung

weise einzelne Fragen, welche sich vor allem auf einen nachhaltigen Einsatz im Unterricht beziehen, zur Evaluation mitverwendet.

In der Wirkungsmessung des DZLM wurde nach einer subjektiven Einschätzung der fachspezifischen Kompetenzen gefragt. Die Lehrpersonen sollten zum Messzeitpunkt eine Einschätzung darüber vornehmen, wie sie ihre Kompetenzen vor und nach der Fortbildung einschätzen. Dies geschah auf einer ordinalen Skala von „trifft nicht zu“ bis „trifft zu“ in sechs Abstufungen. Zum zweiten Messzeitpunkt sollten bezüglich der Mittelwerte von den Lehrpersonen ihre Kompetenzen zu den drei vermittelten Mittelwerten und der Spannweite subjektiv eingeschätzt werden.

In allen Kursen zeigte sich eine deutliche Verschiebung der Verteilung nach rechts in der Einschätzung dieser Kompetenzen nach der Fortbildung. Deutlich ist dies in der Veränderung der Spannweite zu erkennen (vgl. Abb. 6.3).

6.5 Diskussion und Ausblick

Die von uns verwendete Methode der konstruktiven Entwicklungsforschung hat sich mit den genannten Modifikationen zur Entwicklung eines Fortbildungskurses bewährt. Uns ist dabei bewusst geworden, dass die Entwicklung eines Fortbildungskurses eine sehr anspruchsvolle Aufgabe ist, die nur im Rahmen eines wissenschaftlichen Forschungsprojektes bearbeitet werden kann. Im Folgenden wollen wir noch einige verallgemeinernde Erfahrungen aus der Kursentwicklung zur Diskussion stellen.

Wir halten die Bereitstellung eines schriftlichen Basismaterials für einen Fortbildungskurs für notwendig. Eine fortbildungsbegleitende Handreichung in Form einer Zusammenstellung aller zu vermittelnden fachlichen Inhalte mit entsprechenden fachdidaktischen Hinweisen unterstützt die Lehrpersonen in ihrem Lernprozess und erleichtert die Vertiefung und Wiederholung der vermittelten Inhalte. Aufgrund der in der Regel sehr zahlreichen Literaturquellen ist es für die Teilnehmenden eine wesentliche Erleichterung, wenn sie in zusammengefasster Weise die wesentlichen Kursinhalte in schriftlicher Form erhalten. Sie können dieses Material zum Nachlesen nutzen und werden außerdem wieder an die Arbeit mit wissenschaftlicher Literatur herangeführt. Die Kursleiterinnen und Kursleiter werden gezwungen, die Inhalte des Kurses in komprimierter und verständlicher Form darzustellen. Wir mussten uns zum Beispiel mit solchen anspruchsvollen Themen wie den Begriffen Zufall und Wahrscheinlichkeit, den Aspekten der Mittelwerte oder den Anforderungen beim Erstellen und Lesen von Diagrammen beschäftigen.

Weitere günstige Rahmenbedingungen, die bereits erwähnt wurden, sind eine ergänzende Aufgabensammlung sowie Selbsttests zu den Präsenzveranstaltungen. Eine Zusammenstellung von Aufgabenbeispielen für den Unterrichtseinsatz ist nur dann notwendig, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

1. In der Fortbildung werden Aufgaben eines neuen Typs vorgestellt, die den Lehrpersonen nicht bekannt sind und/oder

2. Es werden neue didaktische Konzepte vorgestellt oder gemeinsam entwickelt, zu denen noch keine oder zu wenige Aufgaben vorhanden sind.

Ebenso hat sich die Durchführung von Tagesveranstaltungen bewährt. Für die Teilnehmerinnen und Teilnehmer war ein wichtiges Motiv der Teilnahme, sich aus dem alltäglichen Unterrichtsgeschäft für einen Tag herauslösen und in Ruhe mit Kolleginnen und Kollegen über Erfahrung im Unterricht sprechen zu können. Wir haben auch den Ort der Fortbildung öfter gewechselt, um das Leben an anderen Schulen kennen zu lernen.

Es zeigte sich, dass Grundschullehrpersonen vor allem an Themen interessiert sind, die einen unmittelbaren Bezug zur eigenen Tätigkeit haben. Die von uns geplante ausführliche Behandlung von Inhalten zu Erwartungswerten, Simulation und zu anderen Themen der oberen Klassen in der Sekundarstufe I, wurde von den Teilnehmerinnen und Teilnehmer nicht befürwortet.

Unsere Erfahrungen haben uns darin bestärkt, Fortbildungskurse als temporäre Lerngemeinschaften von Moderatorinnen und Moderatoren und Kursteilnehmenden zu gestalten. In unserem Fall sind die Erfahrungen der Teilnehmenden bei der Umsetzung der Vorschläge aus den Präsenzveranstaltungen in ihrem eigenen Unterricht eine wesentliche Quelle für weitere didaktische Erkenntnisse und Forschungen. Wir können bei den Kursen in immer stärkerem Maße auf die Erfahrungen in den vorherigen Kursen zurückgreifen und so die Qualität der Veranstaltungen kontinuierlich erhöhen. Die gesammelten Erfahrungen der Teilnehmenden sind für uns eine wichtige Grundlage für die in Entstehung befindlichen didaktischen Publikationen und Unterrichtsmaterialien.

Bewährt hat sich in unseren Kursen auch die Orientierung auf Mindeststandards. Gerade in der Stochastik gibt es zahlreiche Möglichkeiten für anspruchsvolle Aufgaben, vertiefende Inhalte und größere Projekte. Da sich der Stochastikunterricht in der Primarstufe noch in den Anfängen befindet, sollte man aber zuerst wesentliche Grundlagen für das weitere Lernen der Schülerinnen und Schüler sichern, bevor ergänzende Inhalte und größere Projekte in Angriff genommen werden.

Auf folgende Fragen haben wir noch keine befriedigenden Antworten gefunden und wollen sie abschließend als Ausblick angeben.

Das Verhältnis von Inhalt und Umfang eines schriftlichen Basismaterials und einer ergänzenden Aufgabensammlung sollte weiter untersucht werden. Die Lehrpersonen sind vor allem an den Aufgaben interessiert, sie sollten aber auch angeregt werden, sich mit bestimmten Problemen theoretisch vertieft zu beschäftigen. Damit im Zusammenhang steht das Problem, die Teilnehmerinnen und Teilnehmern zum weiteren Selbststudium nach den Veranstaltungen anzuregen. Die genannten Selbsttests können dazu eine Möglichkeit sein.

Als problematisch sehen wir weiterhin das Verhältnis von Aufgaben für Teilnehmenden und für Schülerinnen und Schüler an. Wir haben sehr oft mit den Teilnehmenden Aufgaben gelöst, die für Schülerinnen und Schüler gedacht sind. Dies ist angesichts der geringen stochastischen Kenntnisse der Teilnehmenden durchaus sinnvoll, führt aber auch bei einigen zu Unterforderungen.

Einige Teilnehmende haben sich gewünscht, dass der Kontakt zu dem Moderatorenteam über die Internetplattform auch nach Ende des Kurses aufrechterhalten wird. Wir haben dieses angeboten, aber letztlich haben nur sehr wenige davon Gebrauch gemacht. Für ein nachhaltiges Lernen wäre ein solch langfristiger Kontakt sicher sinnvoll.

A Quellen/Materialien

Während der Entwicklung des Fortbildungskurses ist eine Broschüre entstanden, die wir zur weiteren Verwendung auf der Webseite www.mathe-mv.de unter Publikationen/Primarstufe zur Verfügung gestellt haben. Die Broschüre beinhaltet fachliche und fachdidaktische Grundlagen mit Hinweisen für den Unterricht in der Primarstufe. Diese Broschüre entspricht dem Kurskonzept und wurde in einer ersten Fassung von Experten begutachtet. Weiterhin ist auf der Webseite ein Material mit einem neuen Zugang zum Wahrscheinlichkeitsbegriff enthalten, das wir mit Erfolg im Kurs eingesetzt haben.

Literatur

- Arbeitskreis Stochastik der GDM (2003). Empfehlungen zu Zielen und zur Gestaltung des Stochastikunterrichts. *Stochastik in der Schule*, 23(3), 21–26.
- Biehler, R., & Frischemeier, D. (2015). Förderung von Datenkompetenz in der Primarstufe. *Lernen und Lernstörungen*, 4(2), 131–137.
- DMV u. a. (2012). Mathematik in der Grundschule – Chaos in der Lehrerbildung. Aufruf von DMV, GAMM, GDM, KMathF und MNU. www.madipedia.de/images/f/fc/12-Aufruf_Grundschule.pdf. Gesehen 17.01.2017.
- Einsiedler, W. (Hrsg.) (2011). *Unterrichtsentwicklung und Didaktische Entwicklungsforschung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hellmig, L. (2012). *Gestaltung und Evaluation einer Mathematiklehrer-Fortbildung zu polyvalenten Aufgaben*. Münster: WTM, Verl. für Wiss. Texte und Medien (Hochschulschriften zur Mathematikdidaktik, Bd. 3).
- Jürgens, E. (2010). *Leistung und Beurteilung in der Schule. Eine Einführung in Leistungs- und Bewertungsfragen aus pädagogischer Sicht*. 7., überarb. Aufl. Sankt Augustin: Academia-Verl.
- Kahlert, J. et al. (2005). Zwischen den Stühlen zweier Referenzsysteme. Zum Umgang mit heterogenen Erwartungen bei der Evaluation schulnaher Disziplinen in Lehramtsstudiengängen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 51(6), 840–855.
- KMK (2005). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich*. München: Luchterhand.
- Kramer, J., & Lange, T. (2014). Das Deutsche Zentrum für Lehrerbildung Mathematik (DZLM). In T. Wassong, D. Frischemeier, P. R. Fischer, R. Hochmuth & P. Bender (Hrsg.), *Mit Werkzeugen Mathematik und Stochastik lernen – Using Tools for Learning Mathematics and Statistics* (S. 487–497). Wiesbaden: Springer.
- Krüger, K., Sill, H.-D., & Sikora, Ch. (2015). *Didaktik der Stochastik in der Sekundarstufe*. Berlin, Heidelberg: Springer.

- Kurtzmann, G., & Sill, H.-D. (2012). Vorschläge zu Zielen und Inhalten stochastischer Bildung in der Primarstufe sowie in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften. In M. Ludwig (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012. Vorträge auf der 46. Tagung für Didaktik der Mathematik*, Bd. 2 (S. 1005–1008). Münster: WTM, Verl. für wiss. Texte u. Medien.
- Kurtzmann, G. (2017). *Entwicklung eines Internetgestützten einjährigen Lehrerfortbildungskurses für Primarstufenlehrpersonen (igeL) „Daten Häufigkeit Wahrscheinlichkeit“*. Diss. Universität Rostock.
- Lipowsky, F. (2010). Lernen im Beruf – Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In F. H. Müller, A. Eichenberger, M. Lüders & J. Mayr (Hrsg.), *Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung* (S. 51–72). Waxmann Verlag.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 12., vollständig überarbeitete und aktualisierte Aufl. Weinheim: Beltz.
- Pietzsch, G. (2003). Institutionen und Inhalte der Aus- und Weiterbildung von Mathematiklehrern. In H. Henning & P. Bender (Hrsg.), *Didaktik der Mathematik in den alten Bundesländern – Methodik des Mathematikunterrichts in der DDR*. – Otto-von Guericke-Universität Magdeburg, Universität Paderborn (S. 76–84).
- Prediger, S. et al. (2012). Lehr-Lernprozesse initiieren und erforschen – Fachdidaktische Entwicklungsforschung im Dortmunder Modell. In *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 65(8), 452–457.
- Schupp, H. (1979). Evaluation eines Curriculums. *Der Mathematikunterricht*, 25, 22–42.
- Sill, H.-D. (2000). Ziele und Methoden einer Curriculumforschung. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2000* (S. 611–614). Hildesheim: Franzbecker.
- Wellenreuther, M. (2000). *Quantitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*. Weinheim, München: Juventa-Verlag.
- Winter, H. (1976). Erfahrungen zur Stochastik in der Grundschule (Klasse 1–6). *Didaktik der Mathematik*, 1, 22–37.
- Zech, F. (1978). *Mathematikunterricht nach lehr-lerntheoretischer Orientierung: Entwicklung eines Theorie und Praxis verbindenden Kurses für Mathematiklehrer*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Zech, F., & Wellenreuther, M. (1992). Konstruktive Entwicklungsforschung. eine zentrale Aufgabe der Mathematikdidaktik. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 13(2), 143–198.