

VORVERSION EINES GLEICH LAUTENDEN ARTIKELS, ERSCHIENEN IN

Biehler, R., Lange, T., Leuders, T., Rösken-Winter, B., Scherer, P. & Selter, C. (2018, Hrsg.), *Mathematikfortbildungen professionalisieren – Konzepte, Beispiele und Erfahrungen des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik*. Wiesbaden: Springer.

KONZEPTIONELLES UND BEISPIELE

AUS DER ARBEIT DES PROJEKTS PIKAS (STAND JANUAR 2017)

Christoph Selter, TU Dortmund, & Martin Bensen, WWU Münster

Kurzfassung: Eine qualitätsvolle Lehrerbildung in der Ersten und der Zweiten Phase, gleichermaßen adressatenorientierte wie wissenschaftsbasierte Literatur für Lehrpersonen sowie die Entwicklung und Erforschung qualitätsvoller Unterrichtskonzepte, Materialien oder Lernumgebungen kann man für die Umsetzung von Bildungsstandards und Lehrplänen nicht hoch genug einschätzen. In der Praxis spielt aber auch die „dritte Phase der Lehrerbildung“ eine immer wichtigere Rolle: Für die breitenwirksame und nachhaltige Entwicklung des Mathematikunterrichts bedarf es zusätzlich der Intensivierung und Systematisierung der Lehrerfortbildung, verknüpft mit Maßnahmen zur Förderung der fachbezogenen Schulentwicklung und dem Aufbau professioneller Netzwerke auf unterschiedlichen Ebenen. Im vorliegenden Beitrag berichten wir über diesbezügliche Erfahrungen aus dem von der Deutsche Telekom Stiftung und dem Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW geförderten Projekt PIKAS, in dem versucht wird, Erkenntnisse aus Innovations- und Schulentwicklungsforschung im mathematikdidaktischen Kontext so weiterzuentwickeln, dass Bildungsstandards und Lehrpläne die Unterrichtspraxis noch besser erreichen können.

1. Der neue Lehrplan Mathematik als Anlass von PIKAS

Der Anlass für die Gründung des Projekts PIKAS war die Einführung eines neuen Mathematiklehrplans für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen zum Schuljahr 2008/09 und die damit verbundene Intention, Lehrpersonen an 3.400 Grundschulen dabei zu unterstützen, die damit verbundenen Neuerungen im Unterricht umzusetzen. Zur Annäherung an die Bewältigung dieser Aufgabe wurde in PIKAS zunächst auf Ergebnisse der sog. Innovationsforschung zurückgegriffen.

Innovationsforschung befasst sich – originär als Teildisziplin der Wirtschaftswissenschaften – damit, unter welchen Bedingungen und in welchen sozioökonomischen Prozessen Innovationen zustande kommen und wie diese Prozesse gezielt unterstützt werden können. Von diesem Ausgangspunkt sind deren Erkenntnisse in der Folge für diverse andere Disziplinen adaptiert worden. Folgt man der Argumentation eines der Hauptvertreter der Innovationsforschung, Everett Rogers, dann verbreiten sich viele Innovationen – auch im Schulkontext – nicht von selbst, sondern verlaufen unbegleitet häufig langsam oder stockend (Rogers 2003). Neuerungen werden von den Lehrpersonen nicht immer als vorteilhaft betrachtet (Vollstädt et al. 1999). Denn viele Veränderungen sind schlecht mit deren bisherigen Überzeugungen oder subjektiven Theorien in Einklang zu bringen. Zahlreiche Studien aus dem Bildungsbereich, die sich mit der Verbreitung neuer Curricula oder Unterrichtskonzepte befassen, stützen diesen Befund (neben anderen, vgl. Euler und Sloane 1998; Schellenbach-Zell et al. 2008).

Diverse Studien befassen sich mit den Ursachen dieser sog. ‚Innovationsträgheit‘ (vgl. Gräsel et al. 2006; Rogers, 2003). Die herausgearbeiteten Gründe werden oft im Fehlen einer wissenschaftlichen Autorität im Bildungssystem, einem Mangel an „change agents“, die für neue Ideen werben, organisatorischen Spezifika sowie dem Fehlen ökonomischer Anreize gesehen. Auch neuere Studien zur Rezeption der Bildungsstandards zeigen auf, dass diese zwar von den Lehrpersonen häufig prinzipiell begrüßt und anerkannt werden, dass dieser vergleichsweise hohen Zustimmung nach Auskunft befragter Lehrpersonen aber eine vergleichsweise geringe Umsetzung in der eigenen Unterrichtspraxis gegenübersteht. Als Gründe werden neben Zeitmangel fehlende Unterstützung und nicht hinreichend auf die Unterrichtspraxis bezogene Konkretisierungen angegeben (Böttcher und Dicke 2008, S.146; Lindner et al. 2009).

Folgt man der Argumentation von Oelkers und Reusser (2008, S. 9) so kann man festhalten, dass sich die Implementation komplexer schulischer Neuerungen nicht nur mit Transfer zu tun hat, sondern immer auch mit Problemen der Übersetzung – verstanden als Entwicklungsprozess – rechnen muss. „Das zu vermittelnde Konzept muss als Innovation überzeugen und kann nicht einfach verordnet werden. Adressaten von Implementationsstrategien sind dabei nicht nur die Lehrkräfte und die Bildungsverwaltung, sondern auch die Eltern, die Schülerinnen und Schüler, die Medien und nicht zuletzt die lokale Öffentlichkeit. In der Kommunikation mit diesen verschiedenen Akteursgruppen muss je nach Vorverständnis und Erwartungen mit divergierenden Interpretationen gerechnet werden“ (ebd.). Und einige Zeilen weiter heißt es: „Zwischen den Ebenen der Implementation muss es Verknüpfungen geben, die den Prozess unterstützen und ihm nicht entgegenarbeiten. Die Verknüpfungen müssen sich einspielen, sie lassen sich nicht einfach verordnen“ (ebd., S. 10). Die zentralen Merkmale transferfreundlicher Innovationen lassen sich somit wie folgt zusammenfassen (vgl. Oelkers 2009):

- **Systemsensibilität:** Innovationen, die die verschiedenen Ebenen der Implementation nicht beachten, sind wirkungslos. Das entscheidende Problem ist die Abstimmung zwischen den Ebenen.
- **Adressatenbezug:** Die zentrale Ebene ist die der Akteure; was hier nicht ankommt, geht verloren.
- **Marketing:** Innovationen werden nicht einfach „umgesetzt“, sondern müssen aufwendig kommuniziert werden und Akzeptanz finden.
- **Relevanz:** Mit der Innovationen müssen sich für die Akteure Vorteile verbinden, die zusätzlichen Belastungen müssen Sinn machen, und nach einer Weile müssen sich auch Erfolge einstellen.

Insofern bedurfte und bedarf es Unterstützungsmaßnahmen, die über die Veröffentlichung des Lehrplans hinausgehen, um die zentralen Aussagen des Lehrplans und die wesentlichen Leitideen zeitgemäßen Mathematikunterrichts noch stärker in der Unterrichtspraxis zu verankern. Diese Erkenntnisse finden sich in der Konzeptionierung des Projekts PIKAS wieder, welche im Weiteren beschrieben werden soll.

Die aus der Innovationsforschung gewonnenen Erkenntnisse führten Anfang 2009 dazu, dass mit Unterstützung durch die Deutsche Telekom Stiftung und das Ministeriums für Schule und Weiterbildung NRW von den beteiligten Wissenschaftlern das Projekt PIKAS gegründet wurde.

Primäre Zielsetzung des Projekts war zunächst die Bereitstellung von Unterstützungsleistungen und die Entwicklung von Unterstützungsmaterialien auf den folgenden Ebenen:

Entwicklung von Fortbildungsmaterialien, die von Mitgliedern der Kompetenzteams, den Fachleiterinnen und anderen Multiplikatoren bei ihrer Aus- und Fortbildungstätigkeit genutzt werden können.

Durchführung von Fortbildungen für Multiplikatoren, um das entwickelte Fortbildungsmaterial vorzustellen und um sich über Schwerpunkte und Probleme der Fortbildungsarbeit auszutauschen.

Entwicklung von Unterrichtsmaterialien, die auf der Grundlage des neuen Lehrplans entwickelt wurden, und Bereitstellung auf der Website des Projekts.

Zusammenarbeit mit den Kooperationsschulen zur Erprobung der entwickelten Unterrichtsmaterialien und zur Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts unter Perspektive des neuen Lehrplans.

Erstellung von Informationsmaterial mit dem Ziel, Eltern und allen Interessierten die Entwicklung des Mathematikunterrichts und die Zielsetzungen des neuen Lehrplans zu verdeutlichen.

Entwicklung von Informations- und Anregungsmaterial für Schulleitungen, Fachgruppen und weitere an der Unterrichtsentwicklung Interessierte.

Insgesamt bietet PIKAS ein **inhaltlich breites und leicht zugängliches Angebot** in Form von Unterrichts-, Fortbildungs-, Informations- und Schulentwicklungsmaterialien. Allerdings reicht es nicht aus, Konzeptionen und Materialien für den Unterricht zur Verfügung zu stellen, sondern die Nutzung derselben muss aktiv unterstützt werden. Die Weiterentwicklung des Unterrichts wird als Ziel von Schulentwicklungsmaßnahmen verstanden, zu deren Gelingen Unterstützungsmaßnahmen auf verschiedenen Ebenen erforderlich sind (vgl. Helmke 2012; Bonsen 2010; Prenzel und Fischer 2009). Daher besteht PIKAS aus zwei eng miteinander verzahnten Teilprojekten: dem Projekt PIK (Prozessbezogene und Inhaltsbezogene Kompetenzen) mit mathematikdidaktischem Schwerpunkt und dem Projekt AS (Anregung von fachbezogener Schulentwicklung) mit dem Schwerpunkt in Fragen der Schulentwicklung, die in den folgenden beiden Kapiteln dargestellt werden sollen.

2. Das Teilprojekt PIK

2.1 Konzeptionelle Leitvorstellungen von PIK

Die konzeptionellen Leitvorstellungen des Projekts kommen durch die Anordnung der Materialien auf der Website in zehn „Häusern“ (H1 bis H 10) zum Ausdruck, die jeweils einem zentralen Thema der Unterrichtsentwicklung gewidmet sind (<http://pikas.tu-dortmund.de/pik>). Zielvorstellung ist ein Mathematikunterricht, der ...

sowohl prozessbezogene als auch inhaltsbezogene Kompetenzen fördert (H 1),

den langfristigen Kompetenzaufbau von der Vorschule bis in der Sekundarstufe im Blick hat (H 2),

eine unterrichtsintegrierte Prävention, Diagnose und Förderung im Kontext von Rechenschwierigkeiten realisiert (H 3),

Sprachförderung als eine zentrale Aufgabe auch des Mathematikunterrichts ansieht (H 4),

eine Balance zwischen eigenen Denkwegen und vorgegebenen Kompetenzerwartungen hält (H 5),

die Heterogenität der Lernstände von Schülerinnen und Schülern durch Konzepte wie das der ‚natürlichen Differenzierung‘ produktiv nutzt (H 6),
ergiebige Aufgaben verwendet, die Schülerinnen und Schüler herauszufordern statt lediglich zu beschäftigen (H 7),
es Schülerinnen und Schülern ermöglicht, den Unterricht und ihren Lernprozess aktiv und selbstverantwortlich mit zu gestalten (H 8),
eine kontinuierliche und immer auch stärkenorientierte Lernstandsfeststellung als unverzichtbare Grundlage individueller Förderung ansieht (H 9) sowie
prozessorientierte Leistungsbeurteilung und dialogische Leistungsrückmeldung auch im Fach Mathematik realisiert (H 10).

Bewusst wurde hier nicht eine Strukturierung entlang von konkreten Themen (wie Symmetrie oder kleines Einmaleins) gewählt, sondern entlang von Querschnitts-Themen, die den gesamten Unterricht durchziehen. PIKAS bietet ein Rahmenkonzept mit exemplarischen, gut ausgearbeiteten sowie dokumentierten Materialien. PIKAS kann und soll nicht das Leitmedium des Unterrichts (in der Regel das Schulbuch) oder die Lehrer(aus)bildung ersetzen. Wohl aber kann das PIKAS-Angebot eine Grundlage für eine reflektierte Unterrichts- und Fortbildungspraxis bieten, welches flexibel auf die jeweils spezifischen Umsetzungsbedingungen vor Ort bezogen werden kann.

2.2 Materialentwicklung in PIK

In Anlehnung an das Projekt ‚Chemie im Kontext‘ (Demuth et al. 2008) wird in PIKAS die Implementation stets mit gedacht, was nicht nur an der Berücksichtigung von Ergebnissen der Schulentwicklungsforschung (vgl. Kap. 3) und der Fortbildungsforschung (Barzel und Selter 2015) ablesbar ist, sondern auch daran, dass die top-down-Strategie der Einführung eines neuen Lehrplans durch eine symbiotische Implementationsstrategie (auch bottom-up-Strategie) verfolgt wird (Gräsel und Parchmann 2004; Snyder et al. 1992), bei der Akteure mit unterschiedlichen Hintergründen und Perspektiven gemeinsam an der Umsetzung der Innovation arbeiten.

Alle Unterrichts- und Fortbildungsmaterialien sind in enger Kooperation von Mathematikdidaktikern, Bildungsforschern, den vom Ministerium abgeordneten PIKAS-Lehrerinnen und Lehrpersonen der Projektschulen entwickelt sowie in der Regel zwei- oder dreimal erprobt und überarbeitet worden (orientiert am Paradigma der Entwicklungsforschung, vgl. Gravemeijer und Cobb 2006; Prediger und Link 2012). Die Überarbeitungen erfolgten auf der Grundlage von Beobachtungen der Unterrichtsstunden bzw. der Fortbildungsveranstaltungen, der Analysen der schriftlichen Schülerergebnisse bzw. Auswertung der eingesetzten Evaluationsfragebögen sowie der Resultate gemeinsamer Nachbesprechungen der beteiligten Akteure im Anschluss an jede Erprobung. Hierbei gab es fünf Schulsets, in denen das PIK-Material für jeweils zwei der zehn Häuser entwickelt und erprobt wurde. Jedes Schulset bestand aus drei Schulen, in denen jeweils zwei bis drei Lehrerinnen aktiv an der Entwicklung und Erprobung beteiligt waren, jeweils einer abgeordneten PIK-Lehrerin sowie einer PIK-Wissenschaftlerin von der Universität. In zwei Sets wurde zudem zusätzliche Kapazität in Form von weiteren Abordnungen von Schulleiterinnen für entsprechende Aktivitäten im Kontext des AS-Materials hinein gegeben (vgl. Kap. 3).

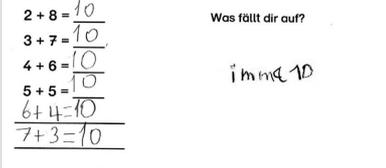
2.3 PIK-Materialien

Im Teilprojekt PIK wurden so drei Typen von Material entwickelt, die vielfältig aufeinander bezogen sind: Fortbildungs-, Unterrichts- und Informationsmaterialien.

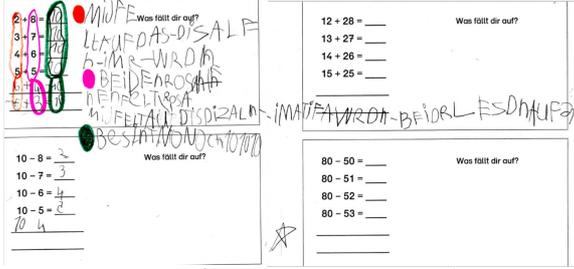
Die 42 Module des **Fortbildungsmaterials** enthalten Hintergrund-Informationen, Power Point-Präsentationen, Moderationspfade sowie Teilnehmermaterialien zu zentralen Themen wie Prävention von Rechenschwäche, Umgang mit Heterogenität im Anfangsunterricht oder Beurteilung prozessbezogener Kompetenzen, welche von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren genutzt und für die eigenen Zwecke modifiziert werden können.


Schülerlösungen zu „Entdecker-Päckchen“
 aus einer jahrgangübergreifend arbeitenden Klasse (1./2. Schuljahr)

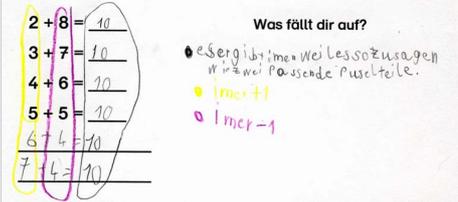
• Analysieren Sie die Vorgehensweisen: Was können die Kinder schon? Was noch nicht? Wie sind die Kinder vorgegangen, um Auffälligkeiten zu entdecken und zu beschreiben? Welche Darstellungsmittel haben sie genutzt?
 * Wie würden Sie mit diesen Kindern im Unterricht weiter arbeiten?



Paul (1. Schuljahr)



Klara (1. Schuljahr)



Antonia (2. Schuljahr)



Julia (2. Schuljahr)

Oktober 2009 © by PIK AS (<http://www.pikas.uni-dortmund.de/>) 

Abb. 1: Aktivitätsblatt zum Thema ‚Entdeckerpäckchen‘

Die Abb. 1 stellt ein repräsentatives Beispiel für ein ‚Aktivitätsblatt‘ dar, welches Fortbildende in einer Veranstaltung nutzen können. Es entstammt dem Fortbildungsmodul 1.2 (Haus 1, Modul 2), welches sich mit dem Thema befasst, wie die Entwicklung der prozessbezogenen Kompetenzen unterstützt werden kann (<http://pikas.dzlm.de/161>). Das Modul behandelt dieses Thema anhand des Beispiels der sog. Entdecker-Päckchen, auch als Schöne Päckchen bekannt, die einerseits durch ihre operative Struktur viele Möglichkeiten zum Entdecken, Beschreiben und Begründen aufweisen, die aber auch andererseits für Lernende wie für Lehrpersonen vergleichsweise leicht zugänglich sind. Das Aktivitätsblatt besteht aus vier Schülerlösungen sowie dazu gehörigen Anregungen zur Reflexion (Analysieren Sie die Schülerlösungen! ...), welches in einer Fortbildung eingesetzt werden kann.

Zu 55 mehrfach erprobten Lernumgebungen zur integrierten Förderung der prozess- und der inhaltsbezogenen Kompetenzen steht unmittelbar einsetzbares, auf die konkreten Gegebenheiten der jeweiligen Lerngruppe adaptierbares **Unterrichtsmaterial** in Form von Sachinformationen, Unterrichtsplanungen oder Arbeitsblättern zum Download zur Verfügung.

AB 2



Entdecker-Päckchen 3

Puzzle 3

- Schneide die Aufgabenkarten aus.
- Ordne die Aufgabenkarten. Es ergeben sich drei Entdecker-Päckchen.
- Klebe sie auf.
- Zu welchem Päckchen passt diese Beschreibung?

Die **erste Zahl** im Päckchen wird immer um **2 größer**.

Die **zweite Zahl** im Päckchen wird immer um **2 kleiner**.

Das **Ergebnis** bleibt immer **gleich**.

- Kreise das Päckchen ein.
- * Schreibe zu einem der anderen Entdecker-Päckchen eine passende Beschreibung.



$20 + 8 = \underline{\quad}$	$40 + 50 = \underline{\quad}$	$24 + 4 = \underline{\quad}$
$62 + 34 = \underline{\quad}$	$30 + 60 = \underline{\quad}$	$63 + 33 = \underline{\quad}$
$22 + 6 = \underline{\quad}$	$64 + 32 = \underline{\quad}$	$20 + 70 = \underline{\quad}$
$50 + 40 = \underline{\quad}$	$65 + 31 = \underline{\quad}$	$26 + 2 = \underline{\quad}$



** Erfinde selbst ein AB mit solchen Aufgaben.

Abb. 2: Entdeckerpäckchen-Puzzle

Wo immer es möglich war, wurde zum Fortbildungsmaterial passendes Unterrichtsmaterial zur Verfügung gestellt, so auch zum Thema Entdeckerpäckchen eine ausgearbeitete Unterrichtsreihe, in der u.a. verschiedene Maßnahmen angeboten werden, wie Kinder mit Hilfe von nonverbalen Forschermitteln (wie Markierungen mit Hilfe von Farben oder Pfeilen oder Materialhandlungen) oder Mathe-Sprachmitteln beim Entdecken, Beschreiben und Begründen unterstützt werden können (<http://pikas.dzlm.de/edp>). Die Abb. 2 zeigt ein Beispiel für eine solche Aktivität, bei der die Schülerinnen und Schüler insgesamt zwölf Aufgaben zu drei Entdeckerpäckchen zusammenstellen sollen. Anschließend besteht der Auftrag darin, herauszufinden zu welchem der Päckchen eine vorgegebene Beschreibung passt und in Anlehnung daran dann zu einem der beiden anderen Päckchen eine passende Beschreibung zu verfassen.

Durch das **Informationsmaterial** wird das Selbststudium beispielsweise anhand von 16 Informationsfilmen oder von mehr als 60 Texten zu verschiedenen fachdidaktischen Themen ermöglicht. Auch Materialien für die Elternarbeit (wie Elternbriefe oder Elternratgeber) sind dort abrufbar.

Das machen wir in Mathe!			
Thema:			
Probleme lösen	<ul style="list-style-type: none"> Entdecken, forschen, erfinden 	<ul style="list-style-type: none"> Zahlen kennen $10, 100, 1\ 000, 1\ 000\ 000$ Sicher rechnen $\begin{array}{r} 623 \\ -187 \\ \hline \end{array}$ Verstehen, wie man rechnet $6 \cdot 8$ Geschickt rechnen $71 - 69?$ $69 + _ = 71!!$ 	Zahlen und Rechnen
	<ul style="list-style-type: none"> Die Welt mit Mathe-Augen sehen <p>Ein Päckchen kostet 1,25€ 4 Päckchen für 5€. Ist das billiger?</p>	<ul style="list-style-type: none"> Geometrische Formen und Körper Im Kopf Wege gehen Spiegeln Zeichnen 	
begründen	<ul style="list-style-type: none"> Vermuten, überprüfen, beweisen $3+2 = _$ $4+1 = _$ $5+0 = _$	<ul style="list-style-type: none"> Maße und Messgeräte Rechnen mit Größen Sachaufgaben und Rechengeschichten schlau lösen und selbst erfinden 	Sachaufgaben
	<ul style="list-style-type: none"> Lösungswege und Rechentricks erklären und aufschreiben <p>Meine Idee war...</p>	<ul style="list-style-type: none"> Kalender, Schaubilder und Tabellen Wahrscheinlichkeit und Zufall: Sicher oder Glück? 	

Februar 2010 © PIK AS (<http://www.pikas.uni-dortmund.de>)

Abb. 3: Das-zählt-in-Mathe-Plakat

Die Abb. 3 zeigt beispielsweise das sog. ‚Das-zählt-in-Mathe‘-Plakat (<http://pikas.dzlm.de/007>). Die auch PIK-Plakat genannte Übersicht bietet eine schüler- und elterngerechte ‚Übersetzung‘ der im Fach Mathematik zu erwerbenden Kompetenzen. Die Gestaltung des Plakats orientiert sich dabei an der im Lehrplan befindlichen grafischen Übersicht. Dabei steht der ‚Forscher-PIKO‘ oben links auf dem PIK-Plakat für die prozessbezogenen und der ‚Aufgaben-PIKO‘ oben rechts für die inhaltsbezogenen Kompetenzen. Das PIK-Plakat kann sowohl den Kindern als auch den Eltern Transparenz darüber geben, welche inhaltlichen Schwerpunkte im Mathematikunterricht im Verlauf der vier Grundschuljahre thematisiert werden und welche Kompetenzen die Kinder erwerben werden.

Die Materialentwicklung im Projekt PIK erfolgt, wie weiter oben dargelegt, unter Berücksichtigung zentraler Erkenntnisse der Innovationsforschung. Zusätzlich wird im Projektkonzept die Dissemination bzw. Anwendung des innovativen Materials nicht nur als Aufgabe der individuellen Lehrkraft, sondern als Aufgabe der Schulentwicklung verstanden. Grundlegend ist hierbei die Einsicht, dass pädagogische Innovationen im Schulsystem nicht zentral vorgegeben werden können, sondern ihre operative Umsetzung im Unterricht (d.h. auf der ‚Mikroebene‘) von Präferenzen und Handlungsbedingungen innerhalb der Einzelschule bzw. des Kollegiums (d.h. auf der ‚Mesoebene‘) beeinflusst und mitbestimmt wird (Fend 2006): Zentral entwickelte pädagogische Innovationen müssen, um in die Praxis zu gelangen, in der Regel den örtlichen Besonderheiten angepasst werden und innerhalb der Schule konsensfähig sein. Externe Vorgaben und Anregungen werden dabei nicht einfach umgesetzt, sondern den jeweiligen Handlungsbedingungen vor Ort

angepasst (ebd.). Dabei werden Innovationen nur dann dauerhaft in den Arbeitsalltag der Schule übernommen, wenn sie Teil des selbstverständlichen Handlungsrepertoires der Lehrerinnen und Lehrer und der schulischen Kultur werden (ebd.; Reynolds 2005).

Die Innovation des Mathematikunterrichts erfordert daher Schulentwicklung bzw. die aktive Veränderung und Entwicklung pädagogischen Handelns und organisatorischer Strukturen unter einem professionellen Anspruch (vgl. Holtappels 2005, 28). Daher wird in PIKAS die innovative Unterrichtspraxis mit PIK-Materialien als eine Herausforderung verstanden, welche neben der traditionellen Lehrerfortbildung auch Schul- und Unterrichtsentwicklung erfordert.

3 Das Teilprojekt AS

Im Teilprojekt AS geht es um die Frage, wie Schulen fachbezogene Unterrichtsentwicklung im Sinne von PIKAS vorantreiben können und welche Maßnahmen jenseits traditioneller Fortbildungsangebote die Übernahme von PIK-Materialien unterstützen können.

3.1 Unterrichtsentwicklung durch Lehrerfortbildung?

Als Unterrichtsentwicklung werden innerschulische Prozesse zur Verbesserung der Lern- und Arbeitsbedingungen im Unterricht beschreiben, die sowohl auf individuellen, als auch auf gemeinsamen Anstrengungen von Lehrern fußen können (Meyer, Feindt & Fichten 2007). Helmke (2012) bezeichnet als Unterrichtsentwicklung alle Aktivitäten und Initiativen, „die sich auf Verbesserung des eigenen Unterrichts und des dafür notwendigen professionellen Wissens und Könnens beziehen.“ (ebd., S. 305). Mit dieser Definition vertritt Helmke eine im Kern psychologische Perspektive, in der motivationale Aspekte des Lehrerhandelns, das professionelle Selbstverständnis, die Bereitschaft zur Selbstreflexion und Kooperation sowie die Selbstwirksamkeitserwartung die Bereitschaft zur Veränderung von Unterricht beeinflussen (ebd., S. 314). Die Planung und Umsetzung von Unterrichtsveränderungen selbst, hängt schließlich wesentlich von der professionellen Kompetenz der Lehrkräfte (vgl. Brunner et al. 2006, S. 523) ab: Da Unterrichtsentwicklung sich in der Regel auf Kerndimensionen des Lehrerhandelns bezieht und von Lehrkräften teilweise fundamentale Veränderungen in ihrem Handeln erfordert, setzt dies voraus, dass die Lehrkräfte theoretische Annahmen, die angestrebten Veränderung zugrunde liegen, kennen und verstehen (Shulmann & Sherin 2004).

Die Entwicklung professioneller Kompetenz in der Fläche ist eine große Herausforderung. Da über eine Veränderung der Lehrer-Erstausbildung Veränderungen erst nach 10 bis 15 Jahren zu erwarten sind (Terhart 2004), jedoch Innovationen auch den Unterricht von bereits unterrichtenden Lehrkräfte erreichen soll, werden unterrichtliche Reformen häufig von Lehrerfortbildungen begleitet. Inwieweit Lehrerfortbildung jedoch tatsächlich ein probates Mittel zur Veränderung von Unterricht darstellt, ist angesichts der Forschung zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung (vgl. Lipowsky 2011) kritisch zu hinterfragen.

Traditionell gestaltete Lehrerfortbildungen setzen auf externe Impulse: Lehrkräfte erhalten in Fortbildungen Informationen und Beispiele zu curricularen Veränderungen, neuen Inhalten oder innovativen Unterrichtsmethoden. Diese Inhalte werden in der Regel extern vorgegeben und

müssen nach der Fortbildung nur noch im Unterricht umgesetzt werden. Diese Art der traditionellen Lehrerfortbildung geht von einer defizitären Unterrichtspraxis aus, welche dadurch verbessert wird, dass Lehrkräfte die in der Fortbildung vermittelten Innovationen in der Praxis umsetzen.

Traditionelle Fortbildungsveranstaltungen sind in der Regel kurze, eher theoretisch ausgerichtete Fortbildungsmaßnahmen, die fern des Arbeitsplatzes in geradezu künstlichen Settings angeboten werden (Darling-Hammond & Richardson 2009, S. 46). Im Anschluss an solche Veranstaltungen werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sich selbst überlassen. Ob überhaupt oder was und wie sie die Impulse der Fortbildung in den eigenen Unterricht tragen wollen, bleibt der Lehrkraft selbst überlassen. Sogenannte *follow up-Aktivitäten* bilden die Ausnahme (vgl. Butler et al. 2004). Dieses klassische Fortbildungsmodell, hat sich als eingeschränkt erfolgreich erwiesen – zumindest wenn man den Transfer der Fortbildung und die tatsächliche Veränderung der pädagogischen Praxis zum Maßstab nimmt. Ergänzt werden sollte dieses Modell daher um Maßnahmen, die den Transfer unterstützen und Lehrkräften helfen, die Innovationen im eigenen Unterricht zu erproben.

3.2 Lehrerfortbildung als reflexiv-kollaborative Professionalisierung

Während in der deutschsprachigen Literatur häufig von Lehrerfortbildung die Rede ist, spricht man im englischsprachigen Raum eher von *professional development*. Nimmt man den Begriff der Professionalisierung ernst, so kommt dies einem Paradigmenwechsel gleich, wie die Forschung zeigt. Nach Darling-Hammond und Richardson (2009) stützt die Forschung Lehrerprofessionalisierung, die

- inhaltliches Wissen von Lehrkräften und seine Vermittlung an Schüler vertieft,
- Lehrkräften hilft, zu verstehen, wie Schüler bestimmte Inhalte lernen,
- Gelegenheiten aktiven Lernens durch eigenes Mitmachen schafft,
- Lehrkräften Wissenszuwächse, deren praktische Umsetzung, und die kollegiale Reflexion der entstehenden Resultate ermöglicht,
- Teil einer Schulreform ist, die Lehrplan, Leistungsbewertung und Standards an professionelles Lernen knüpft,
- kooperativ und kollegial ist,
- intensiv und langandauernd ist.

Hingegen zeigt die Forschung, dass Professionalisierungsmaßnahmen eher nicht erfolgreich sind, wenn sie (ebd.)

- auf Workshops nach dem *one-shot-Modell* aufbaut,
- sich ausschließlich auf das Training neuer Methoden und auf Verhaltensweisen von Lehrkräften konzentriert,
- unabhängig von den spezifischen Kontexten und Curricula der Lehrkräfte ist,
- episodisch und fragmenthaft ist,

- von Lehrkräften erwartet, Veränderungen isoliert und ohne Unterstützung herbeizuführen,
- keine langandauernden Lerngelegenheiten für Lehrkräfte über viele Tage und Wochen hinweg bietet.

Diese Erkenntnisse der empirischen Lehrerfortbildungsforschung erfordern den Übergang vom traditionellen Fortbildungsmodell zu einem eher kollaborativ-reflexiven Modell (Bonsen & Frey 2014). In diesem werden Gruppen von Lehrkräften in einen langfristigen Veränderungsprozess eingebunden, in dem sie ihre eigene Unterrichtspraxis und ihre dieser zugrundeliegenden Überzeugungen reflektieren. Beispiele für kollaborativ-reflexive Professionalisierungsansätze sind die Idee der „lesson study“ (Kullmann 2012) sowie das Konzept der „Professionellen Lerngemeinschaft“ (Bonsen & Rolff 2006). Diese Ansätze sind in einem zentralen Punkt den klassischen Fortbildungsangeboten klar überlegen: Das Lernen findet im Kontext der eigenen Schule und des eigenen Unterrichts statt und ist nicht an einen schulfernen Fortbildungskontext gebunden. Durch eine maximale Passung zwischen Lernsituation und späteren Anwendungssituation bleibt das erlernte Wissen der Lehrerinnen und Lehrer nicht „träge“ (Renkl 2001), sondern ist anwendungsnah. Die Lehrkräfte arbeiten kooperativ an authentischen Problemen, es entsteht ein professioneller sozialer Austausch. Es kommt zu einer Betrachtung unterrichtlicher Phänomene aus verschiedenen Perspektiven, die Erarbeitung von Lösungen ist komplexer und facettenreicher als in Einzelarbeit.

Aus diesen Überlegungen heraus unterstützt PIKAS Schulen dabei, den Mathematikunterricht durch die Arbeit in professionellen Lerngemeinschaften zu entwickeln. Die hierzu erarbeiteten Materialien zur Unterstützung der fachbezogenen Unterrichtsentwicklung richten sich primär an Schulleiterinnen und Schulleiter sowie an Personen, die – wie Fachkonferenzleiter – mit der kollegialen Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts in Einzelschulen oder Schulverbänden befasst sind. Auf der PIKAS-Webseite finden sich praktische Instrumente zur Schulentwicklung: An PIKAS-Kooperationsschulen wurden - gemeinsam mit den Lehrkräften - Beispielkonzepte dazu erarbeitet, wie unterrichtsbezogene Lehrerkooperation in der Praxis aussehen kann. Hierzu haben Schulleiterinnen die Unterrichtsentwicklungsprozesse an ihren Schulen chronologisch dokumentiert, was interessierte Personen als Impuls für die Entwicklungsarbeit an ihrer eigenen Schule nutzen können. Es gibt einen Kurzfilm, der zeigt, wie drei Lehrerinnen kooperieren und welche Themen sie bearbeiten. Neben Beschreibungen des Konzeptes der Professionellen Lerngemeinschaft findet sich auf der PIKAS-Homepage Material, das zur Einrichtung kooperativer Arbeitsweisen genutzt werden kann (z.B. Vordrucke für Arbeitsprotokolle und Planungsbögen). Lehrkräften und Schulleitungen erhalten außerdem Anregungen zur kollegialen Hospitation mit anschließendem Feedback. Hierzu wurden ebenfalls Beispiel-Protokollbögen entwickelt.

4 Transfer von PIKAS

Das Projekt PIKAS ist dreiphasig angelegt. In der dreijährigen **Entwicklungsphase** (Februar 2009 bis Januar 2012) erfolgten zunächst die konzeptionelle Arbeit sowie der Großteil der Entwicklung, Erprobung und Überarbeitung des Materials. Die **Verbreitungsphase** (Februar 2012 bis Juli 2014) war neben dem Abschluss der konzeptionellen Arbeit und der Entwicklungstätigkeiten vorrangig

Zielgruppe: Schulleiter, Lehrer oder Moderatoren; thematisch breit oder mit einem Fokus-Thema)

Zur Organisation der Mathe-Tage wurden und werden drei Modelle realisiert.

Modell 1 für Schulleitungen und Fachkonferenz-Vorsitzende (Mathe-Expertinnen)

1. PIK-Vortrag (Schwerpunkt Mathematik)
2. PIK-Workshop-Runde (ein- oder zweimalige Durchführung)
3. AS-Vortrag (Schwerpunkt fachbezogene Schulentwicklung)

Modell 2 für Schulleitungen und Fachkonferenz-Vorsitzende (Mathe-Expertinnen)

1. AS-Vortrag
2. PIK-Workshop-Runde (zweimalige Durchführung)

Modell 3 für Lehrerinnen

1. PIK-Vortrag (Schwerpunkt Mathematik)
2. PIK- und AS-Workshop-Runde (zweimalige Durchführung): Zusätzlich zu den PIK-Workshops erfolgt das Angebot eines AS-Workshops.

Darüber hinaus wurden Einführungsveranstaltungen in die Konzeption des Projekts PIKAS im Rahmen von Schulleiter-Dienstbesprechungen durchgeführt, und es erfolgte Unterstützung und Beratung von Moderatoren auf Schulumtsebene. Der folgende Leitfaden zur Organisation der Kooperation wurde dabei im Verlauf des Projekts entwickelt.

Leitfaden zur Kooperation mit den Schulämtern

Allgemeines

- Zunächst sollte eine Klärung im Schulumt bzw. mit den Mitgliedern der Kompetenzteams (KT) erfolgen, dass PIKAS ‚kein Konkurrenz-Unternehmen‘ darstellt. Die Mitglieder des KT sollten zusammen mit PIKAS das verantwortliche Team bilden und sich von Anfang an beteiligen.
- Zur Erleichterung der Organisation ist es aus der Sicht von PIKAS günstig, eine weitere Person neben der KT-(Co-)Leitung als Ansprechpartner zu haben.
- Wichtig ist von vornherein eine Klärung der Zuständigkeiten zur Organisation: Das KT bzw. Schulumt ist zuständig für Anwesenheitslisten, Teilnehmer-Listen, Anmeldung und Werbung, Medien etc., auch für Fahrtkosten-Erstattung der Teilnehmer.
- Eingangs sollte Transparenz hergestellt werden, indem die Erwartungen der verschiedenen Akteure (PIKAS, Schulumt, Lehrpersonen, Schulleitungen, KT, ggf. beteiligte Studienseminare ...) sowohl im Hinblick auf die Zielsetzungen als auch auf die Inhalte klar formuliert und kommuniziert werden. Ein gemeinsames, realistischer Weise erreichbares Konzept muss zwischen Schulumt, KT und PIKAS erarbeitet und auf 1 bis 2 Seiten schriftlich fixiert werden. Förderlich ist es, wenn die Schulaufsicht über ein Unterrichtsentwicklungskonzept verfügt.
- Ein hinreichender zeitlicher Vorlauf (ein Schulhalbjahr) ist für die Planung der Maßnahme (und deren Nachhaltigkeit und Breitenwirkung) notwendig.
- Vor der Durchführung von Maßnahmen hat sich eine Vorabinformation über PIKAS in der Schulleiter-Dienstbesprechung als günstig erwiesen, um die von dort aus Unterstützung für die

schulinterne, mathematikbezogene Unterrichtsentwicklung zu erhalten und den Schulleiter eine bessere Einschätzung zu ermöglichen, wer zum Mathe-Tag bzw. in den Mathe-Arbeitskreis entsandt wird. Für die Verankerung in der Schule ist es günstig, Tandems von einer Schule zu schicken. Auch ist es möglich, in den Schulleiter-Dienstbesprechungen Elemente des AS-Teils zu platzieren.

- Wichtig in der Schulleiter-Dienstbesprechung ist zudem zu klären, wie die MAK-Lehrerinnen ihre Erfahrungen weitergeben können (Schaffung oder Nutzung eines ritualisierten Forums in Konferenz, durch Steuergruppen, Professionelle Lerngemeinschaften oder ähnliches).
- In Schulleiter-Dienstbesprechungen sollte zudem besprochen werden, welche Strukturen an den Schulen gegeben sein müssen (Konferenzstrukturen, gemeinsame Arbeitszeit, ggf. Entlastungsstunde, ...), damit die Implementation in der jeweiligen Schule durch die Lehrerinnen leistbar ist, die am MAK teilnehmen.
- Im Weiteren sollte das Thema PIKAS bzw. die Weiterentwicklung des MU regelmäßig in Schulleiter-Dienstbesprechungen aufgegriffen werden.
- Grundsätzlich ist die Durchführung eines Mathetags vor Gründung bzw. Weiterführung eines Mathe-Arbeitskreis als günstig zu sehen.

Mathe-Tage

- Möglichst ist es sowohl, ein gemeinsames Oberthema zu wählen (z. B. Sprachförderung) als auch ein offenes Angebot vorzusehen.
- Bei der Planung und insbesondere auch bei der Durchführung des Mathe-Tages sollten möglichst Personen vor Ort einbezogen werden (Kompetenzteam, Studienseminar, Fachberater, ...).
- Sofern eine AS-Komponente als Bestandteil des Mathe-Tages vorgesehen ist, sollte diese primär von Schulleitungen bzw. an Schulentwicklung Interessierten besucht werden, da Lehrpersonen häufig andere Erwartungen haben.

Mathe-Arbeitskreise

- Zielsetzung von Mathe-Arbeitskreisen kann sowohl die persönliche Professionalisierung von einzelnen Lehrkräften als auch die systemische Entwicklung von Schulen (Fachkonferenzen, Jahrgangsstufenteams, ...) sein.
- Mathe-Arbeitskreise sollten möglichst von Beginn an gemeinsam mit zuständigen KT-Mitgliedern bzw. Mathematik-Moderatoren des Schulamts geplant und durchgeführt werden. Auch Teilnehmer können als Experten für bestimmte Themen fungieren.
- Die erste Sitzung dient der Orientierung und befasst sich mit einem vorab gesetzten inhaltlichen Schwerpunkt (ggf. in Absprache mit dem Schulamt), anschließend sollten die Themenwünsche der Teilnehmer erhoben werden.
- Als Zeitrahmen haben sich drei Zeitstunden günstig erwiesen, mit jeweils ca. vier Terminen pro Halbjahr und 20 bis max. 30 Teilnehmenden.

- Wichtig ist es, die Kooperation untereinander auch schulübergreifend zu stiften; eingangs z.B. die Teilnehmer-Liste zu erweitern um die Kennzeichnung des Mathe-Jahrgangs bzw. des verwendeten Schulbuch.
- Teilnehmende sollten Anregungen zur Umsetzung in der Unterrichtspraxis erhalten, die sie ggf. auch ‚verpflichtend‘ – und nach Möglichkeit in Tandems – bis zur nächsten Sitzung ausprobieren sollen. In den Sitzungen sollte dann jeweils auch genügend Zeit zum themenbezogenen Erfahrungsaustausch eingeräumt werden.
- Je nach Intention des MAK kann die Veranstaltung auch niederschwellige Anregungen zum Weitertragen ins Kollegium oder ins Jahrgangsstufenteam enthalten, sofern die organisatorischen Rahmenbedingungen in den Schulen gegeben sind.

5 Projektbegleitende Evaluation

Im Rahmen von PIKAS wurden in den Jahren 2010 und 2011 in Nordrhein-Westfalen zwei große Lehrerbefragungen zur Umsetzung des Lehrplans im Mathematikunterricht durchgeführt. Hierfür wurden 10% der Grundschulen zufällig ausgewählt. An der freiwilligen und anonymen schriftlichen Befragung nahmen 1502 Grundschullehrkräfte aus 218 Grundschulen in Nordrhein-Westfalen teil. 330 Lehrkräfte nahmen an beiden Befragungen teil. Eine ausführliche Beschreibung von Stichprobe, Methoden und Ergebnissen findet sich in Hübner-Schwartz (2013).

Inhaltlich setzten beide Befragungen unterschiedliche Schwerpunkte: Die erste Erhebung fokussierte stärker auf den neuen Mathematiklehrplan, die Umsetzung dieses Lehrplans durch die Lehrkräfte sowie auf Faktoren auf Lehrkraftebene, von denen ein Effekt auf die Implementation der Innovation vermutet wurde. Der Fokus der zweiten, kürzeren Befragung lag auf Veränderungen, die Lehrkräfte hinsichtlich der Lehrplaninnovationen an ihrer Schule sowie ihrem Unterricht wahrnehmen sowie auf dem konkreten Information-, Fortbildungs- sowie Unterrichtsmaterial, das im Rahmen des Projektes entwickelt wurde.

Insgesamt zeigen die Befragungsergebnisse aus der Anfangsphase von PIKAS eine gute Passung zwischen den von Lehrkräften damals geäußerten Unterstützungsbedarfen und dem PIKAS-Angebot: Wichtige Themen für Lehrkräfte waren individuelle Förderung, gute Aufgaben, Leistungsbeurteilung, wichtige Angebote aus ihrer Sicht Fortbildungen und Fortbildungsmaterial sowie unterrichtsnahe und direkt einsetzbare Angebote (Arbeitsblätter, Lehrerkommentare von Schulbüchern, Unterrichtsvorlagen). Exakt diese von den Lehrkräften genannten Themen und Unterstützungsformen wurden von Beginn an auf der PIKAS-Homepage zur Verfügung gestellt (z.B. Häuser 5 und 6 „themenbezogene Individualisierung“, Haus 7 „gute Aufgaben im Mathematikunterricht“, Häuser 9 und 10 „ergiebige Leistungsfeststellung“). Als am hilfreichsten wurden die Materialien für den direkten Einsatz im Unterricht und für die Unterrichtsvorbereitung eingeschätzt. Lehrkräfte aus PIKAS-Schulen, also Schulen, an denen die Schul- und Unterrichtsentwicklung durch unterstützende Workshops begleitet wurde, nutzten die Materialien deutlich häufiger als andere Schulen. Die Lehrkräfte aus den PIKAS-Schulen bewerteten das Material auch insgesamt als hilfreicher. Auch die Bekanntheit der hauptsächlich über das Internet verbreiteten Materialien war bereits 2010 und 2011 hoch: PIKAS war bereits damals bei 70% der in NRW befragten Lehrkräfte bekannt.

Seit Ende 2014 werden regelmäßig Befragungen in den PIKAS-Fortbildungen durchgeführt, mit denen Informationen zum Transfer der Fortbildungsinhalte in den Schulalltag evaluiert werden sollen. Da PIKAS, wie weiter oben ausgeführt, die Professionalisierung von Lehrkräften in kooperativen Settings unterstützen möchte, liegt hierin ein Schwerpunkt der Datenerhebung.

Hierzu wurde ein Befragungskonzept entwickelt, in dessen Mittelpunkt nicht nur die Zufriedenheit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer selbst, sondern auch der genannte Lerntransfer in die Schulpraxis der Teilnehmenden steht. Da sich ‚Lerntransfer‘ nicht nur durch eine einzelne Befragung erfassen lässt, sieht das Konzept drei Befragungstypen und mindestens drei Befragungszeitpunkte vor: eine *Kontextbefragung*, mindestens eine *Zwischenbefragung* sowie eine *Abschlussbefragung*. Vor jeder PIKAS-Veranstaltung und mit Beendigung der gesamten Fortbildungsreihe, werden die teilnehmenden Lehrkräfte gebeten die entsprechenden Fragebögen zu bearbeiten. Welcher Befragungstypus wann zum Einsatz kommt, hängt von der konkreten Anlage der jeweiligen Fortbildungsreihen ab und kann aufgrund der modularen Struktur der Evaluation flexibel angepasst werden. Die drei Befragungstypen fokussieren unterschiedliche Schwerpunkte:

- Die *Kontextbefragung* soll Informationen darüber liefern, unter welchen individuellen und institutionellen Bedingungen die Lehrkräfte an der jeweiligen PIKAS-Fortbildung teilnehmen. Erhoben werden hierzu die persönlichen Erwartungen an die Fortbildung, Einschätzungen zur Bedeutung von Fortbildungen allgemein, das individuelle Vorwissen zu PIKAS, die individuelle Fortbildungsmotivation sowie bestehende Kooperationsaktivitäten der Befragten.
- Die *Zwischenbefragung* kann mehrmals im Verlauf einer Fortbildungsreihe durchgeführt werden. Fokussiert wird hier auf die ‚Transferphase‘ zwischen jeweils zwei Arbeitskreis-Workshops, in der die Lehrkräfte das im Arbeitskreis-Workshop neu erlernte in ihrer eigenen Praxis erproben können. Befragt werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dazu, wie sie den jeweils letzten von ihnen besuchten Arbeitskreis-Workshop empfunden haben, wie gut ihnen die Umsetzung der dort vermittelten Inhalte in die Praxis gelingt und welche Auswirkungen ihr neu erworbenes Wissen auf ihr professionelles Umfeld hat.
- In der *Abschlussbefragung* werden die Lehrkräfte summativ befragt und sollen Einschätzungen über alle PIKAS-Termine hinweg vornehmen. Die Lehrkräfte sollen hier die gesamte Fortbildungsreihe bewerten, und ihren persönlichen Lernerfolg sowie die Auswirkung der Fortbildung auf ihren Unterrichtsalltag einschätzen.

Nach Abschluss der Datenerhebung, ist es möglich, die einzelnen Befragungen anonym jeweils einer Person zuzuordnen. Somit lassen sich längsschnittliche ‚Befragungsprofile‘ mit einer ‚Kontextbefragung‘, einer oder mehrerer ‚Zwischenbefragungen‘ und jeweils einer ‚Abschlussbefragung‘ erstellen.

6 Schlussbemerkungen

Die wesentlichen Strukturmerkmale von PIKAS lassen sich folgendermaßen zusammenfassen.

Mathematikdidaktik und Schulentwicklung: Kennzeichnend für PIKAS ist die enge Zusammenarbeit von Personen aus der Mathematikdidaktik und der Schulentwicklungsforschung. Das Teilprojekt PIK zielt auf die Bereitstellung von Unterstützungsleistungen und die Entwicklung

von Unterstützungsmaterialien für die Vielzahl der an der Weiterentwicklung kompetenzorientierten Mathematikunterrichts beteiligten Akteure. Das Teilprojekt AS ergänzt die fachdidaktische Komponente durch Unterstützungsangebote für die Unterrichtsentwicklung. AS richtet sich damit primär an Schulleiterinnen und Schulleiter sowie Personen, die – wie Fachkonferenzleiter – mit der kollegialen Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts in Einzelschulen oder Schulverbänden befasst sind.

Lehrerfortbildung und Unterrichtsentwicklung: Unterrichtsentwicklung und Lehrerfortbildung sind in PIKAS von Anfang an integriert gedacht worden. Es wurden drei, miteinander verwobene Typen von Material entwickelt, die sich sowohl an Multiplikatoren als auch an Lehrpersonen richten. Bei den in 35 Fortbildungsmodulen organisierten Fortbildungsmaterialien handelt es sich um Hintergrund-Informationen, Power Point-Präsentationen, Moderationspfade sowie Teilnehmermaterialien, die von Multiplikatoren genutzt und für die eigenen Zwecke modifiziert werden können. Die dazu passenden Unterrichtsmaterialien – Sachinformationen, Unterrichtsplanungen, Arbeitsblätter, Mathe-Plakate, etc. zu 55 Lernumgebungen – stehen ebenfalls zum Download zur Verfügung. Ergänzend werden dazu passende Informationsmaterialien (Informationsfilme, Elternratgeber, fachliche Hintergrundinformationen, ...) bereit gestellt.

Wissenschaft und Praxis: Alle Unterrichts- und Fortbildungsmaterialien sind in enger Kooperation von Mathematikdidaktikern, Bildungsforschern, der und Lehrpersonen, z.T. aus PIKAS-Projektschulen, entwickelt sowie in der Regel zwei- oder dreimal erprobt und überarbeitet worden. Lehrpersonen waren also bei der Entwicklung und Erprobung von Material von Anfang an gestaltend beteiligt.

Entwicklung und Implementation: Das Projekt PIKAS nicht nur ein Entwicklungsprojekt, sondern ist von Beginn an in unterschiedlichen Fortbildungsfeldern tätig gewesen und hat dabei in Veranstaltungen bislang etwa 26.000 Personen erreicht. Lehrpersonen und Multiplikatoren können darüber hinaus vom kostenfreien, offen zugänglichen Fortbildungs- und Informationsangebot auf der Website profitieren.

In PIKAS wird eine symbiotische Implementationsstrategie verfolgt, bei der Akteure mit unterschiedlicher Perspektive gemeinsam an der zunehmend breiteren Umsetzung von Innovationen arbeiten. So wird in der Implementationsphase seit 2012 mit den fünf Bezirksregierungen in NRW sowie exemplarisch mit 44 der insgesamt 53 Schulämter in NRW kooperiert. Außerdem bestehen Kooperationsbeziehungen mit Ministerien bzw. Landesinstituten in weitere acht Bundesländer. Orientiert an den eingangs erwähnten Ausführungen von Oelkers und Reusser (2008) ist die Implementationsstrategie von PIKAS durch vier Leitideen geprägt:

- In der Zusammenarbeit mit Schulämtern, Ministerien oder Landesinstituten werden flexible Kooperationsmodelle realisiert, die immer ausgehen von den gegebenen Strukturen und den Zielvorstellungen der beteiligten Partner. Ohne eine solche **Systemsensibilität** würde das Projekt PIKAS auf Akzeptanzprobleme stoßen.
- Es werden unterschiedliche ‚Vermittlungsformate‘ verwendet, um möglichst viele Personen zu erreichen, insbesondere Lehrkräfte und Multiplikatoren, um so den **Adressatenbezug** zu gewährleisten.

- Es werden vielfältige Formen der Information und der Vernetzung realisiert. Mailinglisten, Newsletter, Projektinformationen, Projektpräsentationen, persönliche Treffen mit Akteuren und nicht zuletzt die frei zugänglichen zahlreichen Materialien auf der Website sind Bestandteile des **Marketing**-Konzepts.
- Durch die durchgängige Verwendung von leicht zugänglichen und einsetzbaren Beispiele können die Adressaten die **Relevanz** der dahinter liegenden Theorie für ihr unterrichtliches oder fortbildnerisches Handeln erkennen.

Literatur

- Barzel, B. & Selter, Ch. (2015). Die DZLM-Gestaltungsprinzipien für Lehrerfortbildungen. *Journal für Mathematikdidaktik* 36(2), 259-284.
- Böttcher, W. & Dicke, J.N. (2008). Implementation von Standards. Empirische Ergebnisse einer Umfrage bei Deutschlehrern. In W. Böttcher, W. Bos, H. Döbert & H.G. Holtappels (Hrsg.), *Bildungsmonitoring und Bildungscontrolling in nationaler und internationaler Perspektive* (S. 143-156). Münster: Waxmann.
- Bonsen, M. (2010). Schulleitung als Unterrichtsentwickler. In H.-G. Rolff (Hrsg.), *Führung, Steuerung, Management* (S. 99-132). Seelze: Kallmeyer.
- Bonsen, M. & Frey, K. A. (2014). Lernen im Kontext des eigenen Unterrichts. Von der Fortbildungsforschung zu neuen Formen wirksamer Lehrerprofessionalisierung. *Lernende Schule*, 17(68), 13-15.
- Bonsen, M. & Rolff, H.-G. (2006). Professionelle Lerngemeinschaften von Lehrerinnen und Lehrern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(2), 167-185.
- Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Dubberke, T., Jordan, A., Klusmann, U., Tsai, Y. & Neubrand, M. (2006). Welche Zusammenhänge bestehen zwischen dem fachspezifischen Professionswissen von Mathematiklehrkräften und ihrer Ausbildung sowie beruflichen Fortbildung? *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9, 521-544.
- Butler, D. L., Lauscher, H. N., Jarvis-Selinger, S. & Beckingham, B. (2004). Collaboration and self-regulation in teachers' professional development. *Teaching and Teacher Education*, 20(5), 435-455.
- Darling-Hammond, L. & Richardson, N. (2009). Teacher Learning: What matters? *Educational Leadership*, 66(5), 46-53.
- Demuth, R., Gräsel, C., Parchmann, I. & Ralle B. (Hrsg.). (2008). *Chemie im Kontext – Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzepts*. Münster: Waxmann.
- Euler, D., & Sloane, P. (1998). Implementation als Problem der Modellversuchsforschung, *Unterrichtswissenschaft* 26(4), 312-326.
- Fend, H. (2006). *Neue Theorie der Schule - Einführung in das Verstehen von Bildungssystemen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung – oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft* 32, S. 196-214.
- Gräsel, C., Fußangel, K., & Pröbstel, C. (2006b). Die Anregung von Lehrkräften zur Kooperation – eine Aufgabe für Sisypchos? *Zeitschrift für Pädagogik* 52(2), 205-219.
- Gravemeijer, K. & Cobb, P. (2006). Design research from the learning design perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Hrsg.), *Educational design research* (S.17-51). London: Routledge.
- Helmke, A. (2012). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze: Kallmeyer.
- Holtappels, H. G. (2005). Bildungsqualität und Schulentwicklung. In H. G. Holtappels & K. Höhmann (Hrsg.), *Schulentwicklung und Schulwirksamkeit* (S. 27-47). Weinheim, München: Juventa.
- Hübner-Schwartz, C. (2013). *Vom Lehrplan zum Unterricht. Die Implementation einer Lehrplaninnovation an Grundschulen in Nordrhein-Westfalen am Beispiel des Fachs Mathematik*. Münster: WV Wiss.
- Kullmann, H. (2012). Lesson Study - eine konsequente Form unterrichtsbezogener Lehrerkooperation. In S. G. Huber & F. Ahlgrimm (Hrsg.), *Kooperation. Aktuelle Forschung zur Kooperation in und zwischen Schulen sowie mit anderen Partnern*. (S. S. 69-88). Münster u.a.: Waxmann.

- Lindner, M., Ammann, A. & Overath, C. (2009). Effektivität der Implementation der Bildungsstandards in den Naturwissenschaften in Schleswig-Holstein - Ergebnisse einer Interviewstudie. In Höttecke, D. (Hrsg.), *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung* (S. 327-329). Münster: LIT Verlag.
- Lipowsky, F. (2011). Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfort- und Weiterbildung. In E. Terhart, H. Bennewitz & M. Rothland (Hrsg.), *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf* (S. 398-417). Münster: Waxmann.
- Meyer, H., Feindt, A. & Fichten, W. (2007). Was wissen wir über erfolgreiche Unterrichtsentwicklung? Wirksame Strategien und Maßnahmen. In G. Becker, A. Feindt, H. Meyer, M. Rothland, L. Stäudel & E. Terhart (Hrsg.), *Guter Unterricht. Maßstäbe & Merkmale - Wege und Werkzeuge (Friedrich Jahresheft XXV)* (S. 66-70). Seelze: Erhard Friedrich Verlag.
- Oelkers, J. (2009). *Wann gelingen Bildungsreformen und wann nicht?*
<http://www.ife.uzh.ch/research/emeriti/oelkersjuergen/vortraegeprofoelkers/vortraege2009/BernLeBe.pdf> (retrieved: 24.10.15)
- Oelkers, J. & Reusser, K. (2008): Expertise: *Qualität entwickeln - Standards sichern - mit Differenz umgehen*. Unter Mitarbeit von E. Berner, U. Halbheer, St. Stolz. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
http://www.bmbf.de/pub/bildungsforschung_band_siebenundzwanzig.pdf (retrieved: 14.10.15).
- Prediger, S. & Link, M. (2012). Fachdidaktische Entwicklungsforschung – Ein lernprozessfokussierendes Forschungsprogramm mit Verschränkung fachdidaktischer Arbeitsbereiche. In H. Bayrhuber, U. Harms, B. Muszynski, B. Ralle, M. Rothgangel, L.-H. Schön, H.-J. Vollmer & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Formate Fachdidaktischer Forschung. Empirische Projekte – historische Analysen – theoretische Grundlegungen. Fachdidaktische Forschungen, Band 2* (S. 29-46). Waxmann, Münster.
- Prenzel, M. & Fischer, C. (2009). Lehrkräfte lernen in Gruppen und Organisationen. In O. Zlatkin-Troitschanskaia, K. Beck, D. Sembill, R. Nickolaus & R. Mulder (Hrsg.), *Lehrerprofessionalität. Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 577-588). Weinheim, Basel: Beltz.
- Renkl, A. (2001). Träges Wissen. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 717-721). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Reynolds, D. (2005). School Effectiveness: Past, Present and Future Directions. In H. G. Holtappels & K. Höhmann (Hrsg.), *Schulentwicklung und Schulqualität* (S. 11-25). Weinheim, München: Juventa.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. New York: The Free Press.
- Schellenbach-Zell, J., Rürup, M., Fussangel, K., & Gräsel, C. (2008). Bedingungen erfolgreichen Transfers am Beispiel von Chemie im Kontext. In R. Demuth, C. Gräsel, B. Ralle & I. Parchmann (Hrsg.), *Chemie im Kontext* (S. 81-121). Münster: Waxmann.
- Shulman, L. S. & Sherin, M. G. (2004). Fostering communities of teachers as learners: disciplinary perspectives. *Journal of Curriculum Studies*, 36(2), 135-140.
- Snyder, J., Bolin, F. & Zumwalt, K. (1992). Curriculum implementation. In P. W. Jackson (Hrsg.), *Handbook of research on curriculum* (S. 402-435). New York: MacMillan.
- Terhart, E. (2004). Struktur und Organisation der Lehrerbildung in Deutschland. In S. Blömeke, P. Reinhold, G. Tulodziecki & J. Wildt (Hrsg.), *Handbuch Lehrerbildung* (S. 37-59). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Vollstädt, W., Tillmann, K.-J., Rauin, U., Höhmann, K. & Tebrügge, A. (1999), *Lehrpläne im Schulalltag*. Opladen: Leske + Budrich.