

Heike Wiesner und Andreas Wiesner-Steiner

2.1 Einleitung

Lernpfade können – geschickt eingesetzt – eine Hilfe sein, um sowohl mathematische Handlungstypen wie Modellieren, Operieren und Interpretieren zu unterstützen und neue Zugänge zu mathematischen Inhalten zu finden, als auch überfachliche Kompetenzen wie etwa die Sozialkompetenz zu fördern.

Im Rahmen der von den Initiativen ACDCA, GeoGebra, mathe online und der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich durchgeführten Projekte stehen zahlreiche Computerwerkzeuge sowie eine große Anzahl unterschiedlich aufbereiteter Lehr- und Lernmaterialien als Lernpfade zur Verfügung.

Um herauszufinden, wo die Stärken der verschiedenen Werkzeuge, Medien und Materialien innerhalb der Lernpfade liegen, und wie ein optimales Zusammenspiel in einem zeitgemäßen Mathematikunterricht aussehen kann, wurde eine Experten-Befragung und eine Evaluation ausgesuchter Lernpfade in mehreren Klassen im Zeitraum von 2009 bis 2013 durchgeführt. Die Ergebnisse der empirischen Erhebungen wurden systematisch ausgewertet und zu allgemeinen Gestaltungshinweisen für Lernpfade aufbereitet. Es ist wichtig hervorzuheben, dass sowohl die Expertenbefragung als auch die empirischen Lernpfaderhebungen mit den beteiligten Lehrer/innen und Schülerinnen und Schüler aus

H. Wiesner (✉)

Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, FB 1 Studiengang Wirtschaftsinformatik,
Campus Schöneberg, Badensche Straße 52, 10825 Berlin, Deutschland
E-Mail: wiesner@hwr-berlin.de

A. Wiesner-Steiner

Technische Hochschule Wildau [FH], Hochschulring 1, 15745 Wildau, Deutschland
E-Mail: andreas.wiesner-steiner@th-wildau.de

den verschiedenen Klassenkontexten nicht in zwei aufeinander aufbauenden Erhebungszeiträumen erfolgt ist, sondern sich, als begleitende formative Evaluation, etappenweise über insgesamt 4 Jahre erstreckt hat. Ziel des gesamten formativen Evaluationsvorhabens war es, die überarbeiteten Lernpfade mit Hilfe der befragten Expertinnen und Experten, Lehrenden und Lernenden immer wieder neu zu testen um die Lernpfade, insbesondere mit Blick auf konkrete Lernszenarien im Schulalltag, in mehreren Evaluationsschleifen didaktisch neu aufzubereiten und weiterzuentwickeln.

2.2 Die Expertenbefragung

Insgesamt wurden acht Expertinnen und Experten per Telefon oder in einem face-to-face-Interview zu je zwei ausgewählten Lernpfaden befragt.¹ Kriterium bei der Auswahl der Expertinnen und Experten war, dass es sich ausschließlich um Professorinnen und Professoren aus der Mathematik handelt, die zusätzlich einen didaktischen, diversity-/genderorientierten oder medienwissenschaftlichen Schwerpunkt hatten (Tab. 2.1).

Als Methode wurde das Leitfadenterview gewählt (Vgl. Mayring 2010, S. 26 ff). Dazu wurde ein Gesprächsleitfaden entwickelt, der den Interviewten die Gelegenheit bot, ihre Auffassungen, Erfahrungen mit und Anforderungen an die ausgewählten elektronischen Mathematiklernpfade zu explizieren. Inhaltlich wurde der Leitfaden für die Expertenbefragung in drei Schwerpunkte unterteilt. Neben technischen Fragestellungen wurden allgemein didaktische aber auch spezifisch fachlich-inhaltliche Fragestellungen entwickelt. Im späteren Erhebungszeitraum wurden vermehrt Fragestellungen aufgenommen, die auf das Geschlechterverhältnis und auf gendersensitive Aufgabenstellungen abgehoben haben. (Siehe Anlage: Expertenleitfaden Beispiel: Pythagoras)

Die ca. 45 Min. dauernden Interviews wurden anschließend vollständig transkribiert und im Sinne der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring ausgewertet. Dabei wird das Material schrittweise theoriegeleitet mit am Material entwickelten Kategoriensystemen bearbeitet (Vgl. Mayring 2010, S. 63 ff.)

Im Folgenden werden die Kommentare der Expertinnen und Experten nach den Aspekten Technik, Didaktik sowie Diversity/Gender zusammenfassend dargestellt.

2.2.1 Technik

Bezüglich der technischen Möglichkeiten werden die (ausgewählten) Lernpfade von den Expertinnen und Experten insgesamt als bereits sehr ausgereift bewertet. Computeranimationen und interaktive Darstellungen regen zum experimentellen Vorgehen an und können eine wichtige Komponente im Lernprozess sein (E2-E8).

¹ Übersicht der evaluierten Lernpfade siehe <http://wikis.zum.de/medienvielfalt/Hauptseite> (Zugriffsdatum 16.2.2014).

Tab. 2.1 Expertinnen und Experten mit Lernpfadzuordnung (anonymisiert)

Experte/ Expertin	Volks- schule SEK 1	Direkte und indirekte Proportionalität	Trigono- metrische Funktionen	Quadratische Funktionen	Wurzel- funktion	Schwerpunkt Mathematik
(E1)		x		x		Didaktik
(E2)	x			x		Diversity
(E3)		x	x			Medieneinsatz
(E4)	x	x				Medieneinsatz
(E5)		x	x			Didaktik
(E6)	x			x		Medieneinsatz
(E7)			x		x	Didaktik
(E8)			x		x	Didaktik

Lediglich das Verwenden von englischsprachigen Applets, die von fremden Seiten geladen wurden, wurde von einer Person (E1) kritisiert.

Bei der Entwicklung von Lernpfaden sollte darauf geachtet werden, dass diese einen hohen Anteil an Interaktivität und Partizipation beinhalten. Die hierfür bereitgestellte Technikpalette mit zeitgemäßen Werkzeugen, u. a. GeoGebra, Tabellenkalkulation, Wiki, etc. wurden von den Expertinnen und Experten sehr positiv beurteilt.

Die dynamischen Aspekte der Lernpfade sind aus Sicht der Befragten immer dann besonders gut gelungen, wenn theoretische Konzeptionen nicht nur statisch visualisiert werden, sondern den Schülerinnen und Schülern ein qualitativer Zugang ermöglicht wird. Gerade durch den in den Lernpfaden umgesetzten Einsatz von GeoGebra und der dynamischen Vorgehensweise ließe sich dieses qualitative Verständnis verstärkt erzielen.

Da kein Medium nur Vorteile bietet, wird der Einsatz von elektronischen Lernpfaden und interaktiven Medien immer dann von den Expertinnen und Experten als sinnvoll erachtet, wenn der PC seine Vorteile auch ausspielen kann, wenn also Elemente vorhanden sind, mit denen die Schülerinnen und Schüler etwas explorativ untersuchen können, und ein schnelles Feedback bekommen. Die Bedeutung von automatisierten Feedback-Funktionen wurde dabei besonders hervorgehoben, denn Lernende benötigen stets eine zeitnahe Rückmeldung, sonst besteht die Gefahr, dass ein Lernpfad schnell abgebrochen wird. Das Feedbackniveau insgesamt zu steigern, sollte somit Ziel eines jeden Lernpfads sein.

Der hohe technische Aufwand, der für elektronische Lernpfade erforderlich ist, wird von manchen Expertinnen und Experten zwar kritisch betrachtet, gleichzeitig aber auch als alternativlos erachtet. Betrachtet man die Handlungsempfehlungen für die einzelnen Lernpfade, so werden weniger technische Empfehlungen als fachliche und didaktische Vorschläge zur Optimierung der Lernpfade gemacht. In diesem Kontext werden die Lernpfade nicht als Allzweckmittel, sondern als eine Option unter verschiedenen Lernmethoden interpretiert. Dazu eine typische Aussage:

Es ist weniger wichtig, (an der Technik) jetzt noch mehr herumzufeilen. Viel wichtiger ist es, zu sehen: was ändert sich am Verständnis der Schüler und Schülerinnen bei einem Thema, wenn man mit so einem Lernpfad arbeitet. (...) So, wie es halt verschiedene Schulbücher gibt, wird es dieses Angebot geben. Mit allen Vorteilen, aber auch Nachteilen des Mediums. Es gibt ja kein Medium, das nur Vorteile bietet. (E1)

2.2.2 Didaktik

Die Befragten stimmen darin überein, dass Lernpfade, die unterschiedliche Lerntypen² ansprechen, besonders erfolgreich sind. (Looß 2001: 186–198). So gäbe es z. B. Lernende, die mit der Technik lieber kleinschrittig vorgehen und einen linearen Aufbau bevorzugen. Andere schätzen einen interaktiven bzw. intuitiven Aufbau, arbeiten lieber alleine oder bevorzugt in der Gruppe. Einige Schülerinnen und Schüler nähern sich der Mathematik über Begriffsbildung an, wieder andere über Formeln. Einige spielen und probieren lieber etwas aus. Schülerinnen und Schüler sind vielseitig und lernen daher vielfältig. Findet sich diese Vielfalt in den Lernpfaden wieder, ist dies sicherlich von Vorteil. Lernpfade, die Aufgabenstellungen beinhalten, die – etwa was den Grad und die Art der Interaktivität angeht – verschiedene Lerntypen berücksichtigen, wurden von allen Expertinnen und Experten daher besonders wertgeschätzt.

Für einen sinnvollen didaktischen Einsatz der Lernpfade und seiner Werkzeuge ist es nach Ansicht einiger Expertinnen und Experten insbesondere wichtig, dass der cognitive load der Lernenden nicht zu groß wird, die Schülerinnen und Schüler also nicht überlastet werden. Dass sich mit anderen Worten „nicht zu viel bewegt“, es zu viele Möglichkeiten gibt. Diese Einschätzung geht auch einher mit den Annahmen von Paas et al. (2003) zur Cognitive Load Theory (CLT). Je schwieriger das Lernmaterial ist, desto höher sei die intrinsische Belastung. Unter intrinsischer Belastung wird die Art der kognitiven Belastung verstanden, die durch das Lernmaterial (und der Komplexität des Lernmaterials) selbst bedingt ist (Paas et al. 2003, S. 1–5).

Die interaktiven Möglichkeiten der Technik sind hier zwar eine wichtige Komponente im Lernprozess, um im Umgang mit ihnen Lernerfahrungen zu machen, müssen sie aber auf sinnvolle Aufgabenstellungen abgestimmt werden, und nicht umgekehrt. Für das Erlangen mathematischen Verständnisses muss Technologie somit situativ und aufgabenspezifisch adaptiert und eingesetzt werden. Über das Experimentieren hinaus müssen diese Aufgabenstellungen mathematisch reflektiert werden (E5 u. a.). Insgesamt wird von den Expertinnen und Experten betont, dass der erfolgreiche Einsatz von Lernpfaden immer konkret davon abhängt, mit welchen technischen und didaktischen Ermöglichtungen, Freiheitsgraden und Einschränkungen verschiedene Sozialformen wie Partner- und Gruppenarbeit mit Interaktivität, Eigentätigkeit und Experimentieren jeweils verknüpft werden.

² Eine Übersicht über verschiedenen Lerntypen und den daran gekoppelten Diskurs auch nachzulesen in: Looß 2001, 186–198; Wisniewski/Vogel (Hg.) 2013.

Eine zentrale Frage im Rahmen der Expertengespräche war in diesem Zusammenhang die Frage nach den Kompetenzen, die man durch den Lernpfad erwirbt, danach also, was durch den Lernpfad konkret vermittelt, gestärkt und schließlich gelernt wird. Aus Sicht der Expertinnen und Experten wurde dabei in den meisten Lernpfaden der Kompetenzerwerb (u. a. rechnen, operieren, modellieren, kommunizieren) transparent abgebildet.

Einer der Hauptkritikpunkte zweier Expertinnen und Experten (E7 und E8) am Lernpfad „Wurzelfunktion“ war jedoch, dass Kompetenzen und Handlungsdimensionen hier z. T. nur sehr einseitig abgebildet werden. Insbesondere das Rechnen und Operieren würden hier zu stark betont werden:

(...) [Wenn] ich also in Richtung kommunikative Aspekte der Mathematik gehe, und somit den verständnisorientierten Ansatz durchführe, dann ist hier aus meiner Sicht viel zu viel Übung und Operatives vorhanden. (E7).

Daran schließt sich für den Experten auch eine Teilkritik an den innermathematischen Aufgabenstellungen an. Bei diesen entsteht für ihn phasenweise der Eindruck einer Aneinanderreihung von Übungen, die von den Schülerinnen und Schülern bearbeitet werden, ohne dass sie etwas reflektieren müssen.

Eine weitere Expertin (E8) sieht die Kompetenzorientierung des Lernpfades „Wurzelfunktion“ ebenfalls kritisch: Kompetenzen auf einer höheren Ebene – etwa Problemlösen – werden auch aus ihrer Sicht nicht angeregt (*„In kleinsten Häppchen muss man speisen (...) Modellieren, Interpretieren, Begründen entfällt.“*). Auch das Fehlen von metakognitiven Elementen wurde an dem Lernpfad bemängelt. Gemeint ist, *(...) dass ein Schüler selber seinen Lernprozess strukturiert. Das ist hier alles fertig“*. (E8)

Die formulierte Kritik an einseitiger Kompetenzbetonung hängt für den Experten E7 letztlich am derzeit fachdidaktisch diskutierten Kompetenzmodell: *„Der Lernpfad [Wurzelfunktion A. d. A.] bezieht sich ja auf die Sekundarstufe 2. Und die Kompetenzen, die hier abgebildet sind, sind insbesondere welche aus dem M8-Modell³, wo es darum geht, dass Darstellen und Modellbilden zusammengespannt wird, wo Rechnen und Operieren, wo Argumentieren und Begründen zusammengespannt sind. Aus meiner Sicht ist der Kompetenzbegriff in der Sekundarstufe zu erweitern und darf sich nicht nur eingeschränkt auf jenen der Sekundarstufe 1 beziehen.“*

Die formulierte Kritik an einseitiger Kompetenzbetonung ist für einige Expertinnen und Experten auch eine Folge der derzeit fachdidaktisch diskutierten Kompetenzmodelle. Damit lässt sich aus den Aussagen der Expertinnen und Experten auch ein prinzipieller Auftrag an die Fachdidaktik ableiten, den Kompetenzbegriff mit Blick auf die Sekundarstufen in Richtung Modellieren, Interpretieren, Begründen zu erweitern.

³ Das M – 8 Kompetenzmodell für Mathematik ist ein dreidimensionales Modell, das Handlungsdimension, Inhaltsdimension und Komplexitätsdimensionen beinhaltet. (Vgl. Institut für Didaktik der Mathematik der Universität Klagenfurt, Standards für die mathematischen Fähigkeiten österreichischer Schülerinnen und Schüler am Ende der 8. Schulstufe2; Stand 2013; Zugriffsdatum 14.2.2014.)

Damit auch fortgeschrittene Lernende interessiert bleiben, wird in diesem Zusammenhang eine situative, aufgabenspezifische und stufenweise Steigerung von Kompetenzen als sinnvoll erachtet, bei der der Einsatz von Interaktivität oder Gruppenarbeit jeweils sinnvoll adaptiert werden muss. Dieser Aspekt wird u. a. besonders gut im Lernpfad „Pythagoras“ und im Lernpfad „Direkte und indirekte Proportionalität“ umgesetzt, da beide auf entdeckendes Lernen und einen erweiterten Kompetenzbegriff abheben:

(...) gerade der [Lernpfad] „Pythagoras“ führt ganz klar weg vom Auswendiglernen irgendwelcher Sätze hin zum Ausprobieren, Selbst-Erarbeiten, Selbst-Erkennen. (E2)

Der Lernpfad „direkte/indirekte Proportionalität“ nützt m. E. noch viel mehr die Möglichkeiten, nicht linear, d. h. hintereinander, also konsekutiv zu arbeiten, sondern parallel zu arbeiten. Also immer diesen vorgegebenen Lernpfad zu verlassen, und dann zu schauen, und wieder zurückzukehren. (E1)

Positiv bewertet wird insgesamt, dass in den analysierten Lernpfaden verschiedene Medien eingesetzt und auch die Sozialformen (z. B. Einzel- und Gruppenarbeit) gewechselt werden können. Eine pauschale Bewertung der Lernpfade sei jedoch wenig sinnvoll, da sie sich aus Sicht der interviewten Expertinnen und Experten nicht nur inhaltlich, sondern z. T. auch didaktisch deutlich voneinander unterscheiden. Ein hoher Grad an interaktiven Features ist nicht zwangsläufig ein Qualitätskriterium. Die anfängliche These der Entwicklerteams, dass Lernpfade mit einem sehr hohen Grad an Interaktivität, Multioptionalität und Flexibilität aus didaktischer Perspektive besser bewertet werden als linear aufbauende kleinschrittige Lernpfade, wurde nur in Teilen von den Expertinnen und Experten bestätigt. Vielmehr hat sich die Aussage „es kommt darauf an“ tendenziell durchgesetzt, die den Blick weg vom eingesetzten Medium hin zu innermathematischen Fragestellungen fokussiert. Dazu ein typischer O-Ton, der diesen Sachverhalt pointiert verdeutlicht:

(...) nur um auf eine richtige Zahl zu kommen, dazu brauche ich die Interaktivität nicht. (...) Gruppenarbeit hängt für mich von der Aufgabenstellung ab. Für manche Dinge muss ich selbst üben und machen. Typisches Beispiel ist geometrische Konstruktion (...) oder Rechenverfahren lernen. Da ist Gruppenarbeit weniger sinnvoll. Ich kann das dann aber wieder andeuten, anregen, indem ich z. B. Ergebnisse vergleiche oder Wege vergleichen lasse. (...) Bei Entdeckungen wie den trigonometrischen Funktionen, da ist Gruppenarbeit sehr sinnvoll. Da soll ja gerade Diskussion, Kommunikation angeregt werden. (E3)

Die bisherigen Zitate zeigen, dass Lernpfade entlang mathematischer Fragestellungen entwickelt werden sollten. Der Grad der Interaktivität entscheidet keinesfalls über den Erfolg eines Lernpfades. So wird Interaktivität zwar durchaus hoch bewertet, aber als Garant für einen erfolgreichen Lernpfadeinsatz kann Interaktivität nicht dienen. Auch die Einbindung von Gruppenarbeit wird als wichtig erachtet, aber auch hier gilt die Einschränkung, dass die Gruppenarbeit in einem mathematischen (und kommunikativen) Sinnzusammenhang stehen muss. Gemeint ist, dass die jeweiligen Lerngruppen sich beispielsweise über

mathematische Beweise austauschen bzw. diskutieren können. Lässt sich dieser Aspekt nicht ausreichend entfalten, macht eine Gruppenarbeit weniger Sinn.

2.2.3 Diversity/Gender

Bei der Entwicklung der Lernpfade wurde stark darauf geachtet, möglichst alltagsnahe Anwendungsbeispiele zu verwenden. Die Expertinnen und Experten (u. a. E7, E8, E2) haben in ihren Aussagen gerade diesen Aspekt mehrfach sehr positiv herausgehoben „[Was]...hier abläuft, ist etwas (...), was ich auch im täglichen Leben antreffen kann.“ (E7). Insbesondere schülernahe Beispiele werden als besonders gelungen hervorgehoben, da die Schülerinnen und Schüler direkt davon angesprochen werden (u. a. Handy-, Tier- und Sektglas-Beispiele).

Mit Blick auf die Genderproblematik ist für die Expertinnen und Experten auch die bildliche Darstellung der Themen ausgezeichnet gelungen. So gibt es verschiedene Möglichkeiten wie die optisch sehr ansprechenden Blüten, den Ferrari und den Fußball, was beide Geschlechter anspricht, ohne diese zu stark stereotypisch zuzuweisen: Dazu zwei typische O-Töne:

Aber das [Geschlecht A. d. A.] wird nicht thematisiert, was ich auch gut finde. Dann kann jeder und jede aussuchen, was gefällt. (E2)

Die Blütenbilder verdoppeln sich ebenso wie die Autobilder; und die Kinder dürfen sich entscheiden, ob sie Blüte oder Auto nehmen. (E6)

Beide Geschlechtsgruppen im Blick zu behalten, wurde dabei als besonders wichtig hervorgehoben. Einen Lernpfad nur auf eine Geschlechtsgruppe hin auszurichten, z. B. durch die durchgängige Verwendung eines Autoexamples wird als problematisch und nicht gendersensitiv eingestuft (E8, E2, E6, u. a.). Werden hingegen beide Geschlechtsgruppen gleichzeitig angesprochen, wird der Lernpfad als gelungen eingestuft, da er auf die vielfältigen Interessenlagen von Jungen wie Mädchen ausgerichtet wurde. Den Expertinnen und Experten fällt dabei nicht nur auf, dass die Lernpfade Jungen wie Mädchen gleichermaßen ansprechen, nach ihrer Auffassung wurde darauf sogar extrem geachtet.

Zwei Expertinnen und Experten (E2, E8) sind jedoch punktuelle Stereotypisierungen mit Blick auf die Kategorie Geschlecht aufgefallen.⁴

Mit Blick auf die Genderproblematik fiel einer Expertin z. B. auf, dass in einem Lernpfad der Ferrari nicht Auto, sondern Ferrari heißt, während der Vogel etwa nicht als Buchfink dargestellt wird. „Das Qualitätsmerkmal des Autos wird hervorgehoben.“ (E2). Dieser Aspekt lässt sich auch in Schulbuchanalysen häufig herausarbeiten, dass tendenziell „weiblich konnotierte“ Beispiele in ihren Beschreibungen und Ausführungen eher bana-

⁴ U. a. Lernpfad „Trigonometrische Funktionen“.

lisiert werden und männlich konnotierte Beispiele durch dezidierte Beschreibungen eine geschlechtshierarchische (indirekte) Aufwertung erfahren (vgl. u. a. Moser et al. 2013; Kriege 1995).

Andererseits wurde von einer anderen Expertin (E8) in einem Lernpfad die dualistische Konzeption kritisiert: In der sogenannten Experimentierecke eines Lernpfads⁵ sind die Anwendungen der Physik für die Jungen vorgesehen, während Marie und ihre Freundinnen sich u. a. mit Riesenrädern beschäftigen sollen. Dieser Aspekt wurde von ihr daher als unzureichend kritisiert: *„Das ist aus meiner Sicht ein – männlicher? – Versuch, Frauen zu integrieren. (...) Ist es notwendig, immer so zu differenzieren? (...) Oder gibt es da Möglichkeiten (diesen Lernpfad) genderneutral zu formulieren?“*

An dieser Stelle spricht die Befragte ein grundsätzliches Problem in der Mathematikdidaktik an, die zwar einen reflektierten Zusammenhang von Geschlecht und Lerntyp einfordert, aber nur eine geschlechtsdualistische Stereotypisierung als Antwort bereitzustellen scheint.

In den letzten Jahren wurde neben den Einzug von Alltagsbeispielen in der Mathematik zunehmend darauf geachtet, mathematische Lehrbücher unter dem Blickwinkel von Stereotypisierungen zu (de-)konstruieren (vgl. u. a. Moser et al. 2013; Wiesner 2004; Kriege 1995). Gemeint ist, dass Aufgabenstellungen und Beispiele sich nicht mehr entlang kultureller bzw. geschlechtsspezifischer Stereotypisierungen darstellen sollten. Die sicherlich gängigen Beispiele sind Statusstereotypisierungen (Manager/Assistentin, Arzt/Patientin) oder Beispiele, die kulturelle bzw. geschlechtsspezifische Dualismen perpetuieren. Dazu zählen u. a. die Verwendung von einerseits Raumschiff- bzw. Auto-Beispielen oder andererseits Barbiepuppen- bzw. Ponyhof-Beispiele um gezielt Jungen bzw. Mädchen anzusprechen. Mittlerweile gibt es jedoch technikdidaktische Ansätze, die einen „mittleren Raum“ stärken, der beispielsweise bezogen auf Geschlechterkonstruktionen Jungen wie Mädchen gleichermaßen in den Bann zieht (vgl. dazu u. a. Wiesner 2004; Wiesner-Steiner et al. 2008; Moser et al. 2013). Diesen mittleren Raum markieren u. a. Zirkus-, Fahrrad-, Handy- oder Tierbeispiele, die nicht mehr mit einem bestimmten Geschlecht assoziiert werden.

Die Anforderung „Stärkung des mittleren Raums“ erfüllen die meisten analysierten Lernpfade, wenngleich sich einige Expertinnen und Experten für manche Beispiele und Applikationen in den Lernpfaden noch lebensnähere Kontexte gewünscht hätten.⁶

Im Kern geht es um vielfältige Angebote für Schülerinnen und Schüler aus unterschiedlichen sozialen und kulturellen Kontexten, die sowohl entsprechend, aber auch quer zum Lerntypendiskurs mit seinen auditiven, visuellen, kommunikativen und motorischen Typen liegen. (Vgl. Wisniewski und Vogel 2013) Punkt vor der Klammer nach hinten verschieben.

Aus Sicht der meisten Befragten werden sowohl Männer als auch Frauen durch die Aufbereitung der Lernpfade angesprochen, keine Personengruppe wird generell bevor-

⁵ Lernpfad „Trigonometrische Funktionen“.

⁶ So wurde von einem Befragten das Befüllen eines Swimmingpools bemängelt, da die darin eingebettete Aufgabenstellung nicht unbedingt den Lebensalltag von allen Kindern widerspiegelt, sondern sich tendenziell an der Mittelschicht orientiere.

zugt. Ein Experte hat dabei weniger auf Geschlechtskategorien denn auf Lerntypen abgehoben: *„Wobei dieser Genderaspekt für mich nicht notwendigerweise nur Mann/Frau ist, (...) insofern es sich auf Lerntypen erweitern könnte. (...) Und in meiner Durchsicht (...) habe ich (...) erkannt, dass diese unterschiedlichen Lerntypen durch die unterschiedliche Aufbereitung entsprechend angesprochen werden.“* (E7)

Aufgefallen ist einigen Befragten ebenfalls, dass insbesondere die Genderproblematik in den Begleittexten für die Lehrpersonen nicht in allen Lernpfaden explizit thematisiert wird. Dies wird jedoch als wichtig erachtet, da dies ein Problempunkt ist, der speziell beim Arbeiten mit dem Rechner auftritt. So stellen Untersuchungen zum Einsatz von Rechnern unter Genderaspekten im Schulunterricht fest, dass immer noch die Jungen einen direkteren Zugang haben und auch gerne die handelnden Personen sind (vgl. Dickhäuser 2001; Thoma 2004).

(...) Man kann das nur schwer durch die Lerninhalte in den Lernpfaden steuern. Es ist ganz schwierig, diese Rollenmuster aufzubrechen. Aber die Lehrpersonen müssen eben davon wissen, damit sie entsprechend reagieren können. (E2)

Diese Zitate verdeutlichen, dass Diversity-Aspekte nicht nur auf der Inhaltsebene verwirklicht, sondern im Rahmen des didaktischen Konzepts und auch von den Lehrkräften reflektiert werden müssen. So sollte bei gemischtgeschlechtlichen Gruppen darauf geachtet werden, dass keine Teilung der Geschlechter entlang technischer und inhaltlicher Aspekte vorgenommen werden. Durch gezielten Rollenwechsel oder die Maßnahme einer „reflexiven Koedukation“ (zeitweise Trennung der Geschlechter) profitieren beide Geschlechter im hohen Maße durch die Schulung sogenannter vernachlässigter Kompetenzen innerhalb der Gruppenarbeit. Gerade die Stärkung der Ergebnisdokumentation innerhalb der Lernpfade wurde mit Blick auf das Geschlechterverhältnis als Jungenförderung mehrfach positiv hervorgehoben (E5, E7, E2, E8). Diese erscheint für beide Geschlechter förderlich und notwendig.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass unter den drei analysierten Dimensionen (Technik, Didaktik und Diversity/Gender) die analysierten Lernpfade in der Summe positiv von den Expertinnen und Experten bewertet wurden. Kritisiert wurden die Lernpfade eher punktuell, z. B. bezogen auf einzelne didaktische oder technische Beispiele samt ihres Zusammenspiels oder mit Blick auf ein erweiterbares Kompetenzerwerbsprofil in Richtung modellieren und interpretieren (insbesondere im Lernpfad „Wurzelfunktion“). Für einen Experten (E7) liegen die Stärken der begutachteten Lernpfade dabei zusammengefasst *„(...) in der Summe der Aufbereitung. Der didaktische Kommentar, die Kurzinformationen, die formulierten Voraussetzungen und das deutlich-machen der Lerninhalte bzw. Lernziele. Gleichzeitig ist auch eine der Stärken, dass diese Kompetenzen, die dahinterstecken, herausgegriffen werden (...)“* (E7).

Tab. 2.2 Lehrer- und Schülerbefragung mit und ohne Lernpfad (anonymisiert)

Lehrer/ in	Mit Lernpfad Potenzfunktion	Ohne Lernpfad Potenzfunktion	Mit Lernpfad Differentialrechnung	Ohne Lernpfad Differentialrechnung
Herr S.				<i>Klasse 10 b</i> 28 S; 22 J und 6 M Befragte: 4M/2J
Frau E.	<i>Klasse 9 b</i> 31 S, ½ J, ½ M Befragte: 4M/2J		<i>Klasse 10c</i> 31 S, ½ J, ½ M Befragte: 3 J/1M	
Herr B.		<i>Klasse 9c</i> 35 S, 2/3 J 1/3 M Befragte: 6M/6J		

2.3 Die Lehrer – und Schülerbefragung

Im nun folgenden Teil stehen die Ergebnisse einer Lehrer- und –Schülerbefragung an einem Berliner Gymnasium zu zwei ausgewählten Lernpfaden („Potenzfunktion“ und „Einführung in die Differentialrechnung“) im Fokus der Betrachtung. Als Methode wurde wiederum das Leitfadeninterview gewählt. Die Befragungen wurden zudem in starker Anlehnung an die Expertinnen und Expertenbefragung entwickelt. Dazu wurde ein aufbauender Gesprächsleitfaden entwickelt, der den interviewten Lehrkräften, Schülerinnen und Schülern – diesmal aus der Praxissituation heraus – die Gelegenheit gab, ihre Erfahrungen mit den Themen „Potenzfunktion“ und „Einführung in die Differentialrechnung“ jeweils mit und ohne elektronischen Lernpfad zu verdeutlichen. Fragen, die sich um die Infrastruktur, Einsatzszenarien, Betreuung, Binnendifferenzierung und Diversity rankten, standen im Zentrum der Befragung. Die empirische Exploration wurde im Zeitrahmen April 2013 bis Juni 2013 durchgeführt. In der Übersichtstabelle können die interviewten Lehrenden, Klassen- und befragte Schülerkohorten – aufgeteilt nach Geschlecht – entnommen werden (Tab. 2.2).⁷

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der empirischen Exploration entlang verschiedenen Dimensionen (u. a. Infrastruktur, Einsatzszenarien, Betreuungsumfang etc.) zusammenfassend dargelegt.

⁷ Die Interviews mit den Lehrerinnen und Lehrern dauerten zwischen 30 bis 60 min. Die Lernpfade wurden – unabhängig davon, ob sie in der empirischen Exploration erprobt wurden oder nicht – von allen befragten Lehrkräften begutachtet. Die „Vorher- und Nachher-Interviews“ mit den Lehrer/innen wurden vollständig transkribiert und inhaltlich ausgewertet. Alle Lehrenden wurden insgesamt zweimal interviewt. Herr B. unterrichtet Mathematik und Physik, Herr S. unterrichtet Mathematik und Politik und Frau E. unterrichtet die Kombination Mathematik und Physik. Die ca 20–30 min dauernden Gruppeninterviews mit im Schnitt 6–8 Schülerinnen und Schüler wurden insbesondere im Mai und Juni 2013 durchgeführt und nur inhaltsbezogen (teiltranskribiert) ausgewertet.

Medienvielfalt im Mathematikunterricht

Lernpfade als Weg zum Ziel

Roth, J.; Süss-Stepancik, E.; Wiesner, H. (Hrsg.)

2015, X, 184 S., Softcover

ISBN: 978-3-658-06448-8