

Jürgen ROTH, Landau, Heike WIESNER, Berlin

Lernpfade – Ein Weg zur selbständigen und sinnvollen Nutzung von digitalen Werkzeugen durch Schüler/innen

Pointiert formuliert geht es beim Einsatz von Computerwerkzeugen im Mathematikunterricht darum, die Selbsttätigkeit der Schüler/innen zu unterstützen und digitale Werkzeuge sinnvoll zu nutzen, um die Ziele des Mathematikunterrichts zu erreichen. Probleme die dabei in der Praxis auftreten, drehen sich um den Umgang mit digitalen Werkzeugen. „Umgang“ umfasst hier drei Aspekte, nämlich die Handhabung (Werkzeugkompetenz), die methodische Unterrichtseinbindung (Methodenkompetenz) und die technisch-organisatorische Verfügbarkeit. Ein Weg zur konstruktiven Auseinandersetzung mit diesen Problemen ist der Einsatz von Lernpfaden.

1. Lernpfade – digitale Werkzeuge selbständig und sinnvoll nutzen

Die Entstehung von Lernpfaden lässt sich im Zuge der Einbindung von Computerwerkzeugen zur selbständigen Nutzung durch Schüler/innen im Mathematikunterricht anhand von drei bis vier Schritten nachzeichnen. Der erste Zugang bestand darin, den Schüler/innen gleich zu Beginn *Computerwerkzeuge ohne Vorstrukturierung* zur Verfügung zu stellen. Hier müssen Schüler/innen die zur Bearbeitung der Aufgabenstellung notwendigen Konfigurationen von Grund auf selbst erstellen. Dies kann gerade zu Beginn dieser Arbeitsweise zu einer mathematikfreien „Produktschulung“ am Werkzeug führen. Als Reaktion auf diesen Befund haben etwa Elschenbroich/Seebach (1999) auf *vorgefertigte Konfigurationen* (sogenannte elektronische Arbeitsblätter) gesetzt, mit denen Schüler/innen angeleitet durch Arbeitsaufträge in Form einer Experimentierumgebung an mathematischen Fragestellungen arbeiten. Die daraus resultierende starke Modularisierung und Zergliederung in kleinste Einheiten führte zur Entwicklung von *dynamischen Lernumgebungen* bei denen mehrere elektronische Arbeitsblätter über Aufgabentexte, Bilder und Hyperlinks miteinander verknüpft wurden. Bereits hier ging es darum Schüler/innen selbstständig im eigenen Arbeitstempo arbeiten zu lassen und eine Dokumentation der Ergebnisse anzuregen (vgl. Ulm 2008). *Lernpfade* können als Weiterentwicklung von dynamischen Lernumgebungen gesehen werden. Kennzeichnende Eigenschaften werden in folgender Definition festgehalten.

Definition Lernpfad: Ein Lernpfad ist eine internetbasierte Lernumgebung, die mit einer Sequenz von aufeinander abgestimmten Arbeitsaufträgen strukturierte Pfade durch interaktive Materialien (z. B. Applets) anbietet, auf denen Lernende handlungsorientiert, selbsttätig und eigen-

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 1003–1006). Münster: WTM-Verlag

verantwortlich auf ein Ziel hin arbeiten. Da die Arbeitsaufträge eine Bausteinstruktur aufweisen, können die Lernenden jeweils für ihren Leistungsstand geeignete auswählen. Durch individuell abrufbare Hilfen und Ergebniskontrollen sowie die regelmäßigen Aufforderungen zum Formulieren von Vermutungen, Experimentieren, Argumentieren sowie Reflektieren und Protokollieren der Ergebnisse in den Arbeitsaufträgen wird die eigenverantwortliche Auseinandersetzung mit dem Lernpfad explizit gefördert.

Um das Arbeiten mit Lernpfaden möglichst einfach und übersichtlich zu gestalten, ist eine klare Navigationsstruktur notwendig. Dazu gehört insbesondere die Darstellung der Struktur des Lernpfades über ein verlinktes Inhaltsverzeichnis, die es ermöglicht den Lernpfad nicht nur linear abzuarbeiten, sondern auch ganz gezielt einzelne Unterpunkte anzuspringen. Es werden sprechende Navigations- und Hinweisicons eingesetzt von denen insbesondere die Icons, die eine Partnerarbeit bzw. das Ergänzen des Laborprotokolls anregen, von Bedeutung sind. Sie machen an vielen Stellen bewusst, wie wichtig die Diskussion und Reflexion der Arbeit am Lernpfad ist und dass die Ergebnisse und Vorgehensweisen unbedingt festgehalten werden müssen. Dies soll insbesondere auch der Entschleunigung des Arbeitens mit Computerwerkzeugen dienen und die Kommunikation zwischen den Schüler/inne/n aufrechterhalten. Beispiele für Lernpfade findet man unter der Internetadresse <http://lernpfade.mathematikunterricht.net>. Dort findet man neben Lernpfaden die in HTML programmiert und damit relativ unveränderlich sind auch solche, die in einem Wiki gestaltet wurden. Gerade bei letzteren ist die Zusammenarbeit zwischen Lehrkräften besonders gut möglich, weil hier Lernpfade jederzeit an die eigene Klassensituation und z. B. an das eingeführte Schulbuch angepasst werden können.

2. Einschätzung zu Lernpfaden – Eine Empirische Exploration

Im Rahmen der von den Initiativen ACDCA, GeoGebra, mathe online und der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich durchgeführten Projekte stehen eine große Anzahl Lernpfade zur Verfügung (vgl. <http://wikis.zum.de/medienvielfalt/Hauptseite>, Zugriff 21.3.2014).

Um herauszufinden, wo die Stärken und Schwächen der verschiedenen Werkzeuge, Medien und Materialien innerhalb der Lernpfade liegen, wurde eine *Experten-Befragung* und eine Evaluation ausgesuchter Lernpfade in mehreren Klassen (*Fallstudie*) im Zeitraum von 2009 bis 2013 durchgeführt.

Acht ausgesuchte Expert/innen aus den Bereichen Fachdidaktik Mathematik, Mediendidaktik und Diversity haben die Lernpfade aus ihrer Perspektive beurteilt. Eine zentrale Frage im Rahmen der *Expertengespräche* war die Frage nach den Kompetenzen, die man durch den Lernpfad erwirbt. Aus Sicht der Expertinnen und Experten wurde dabei in den meisten Lernpfaden der Kompetenzerwerb (u.a. rechnen, operieren, modellieren, kommunizieren) transparent abgebildet. Damit auch fortgeschrittene Lernende interessiert bleiben, wird eine situative, aufgabenspezifische und stufenweise Steigerung von Kompetenzen als sinnvoll erachtet, bei der der Einsatz von Interaktivität oder Gruppenarbeit jeweils adaptiert werden muss. Positiv bewertet wird insgesamt, dass in den analysierten Lernpfaden verschiedene Medien eingesetzt und auch die Sozialformen (z.B. Einzel- und Gruppenarbeit) gewechselt werden können. Ein hoher Grad an interaktiven Features ist nicht zwangsläufig ein Qualitätskriterium. Vielmehr hat sich die Aussage „es kommt darauf an“ tendenziell durchgesetzt. Es geht nicht um die Frage, wie vorhandene Medien gut eingesetzt werden können. Vielmehr wird ausgehend von den Zielen des Mathematikunterrichts, die angesteuert werden, gefragt, welche Medien das Erreichen dieser Ziele geeignet unterstützen.

Auch die im Rahmen der *Fallstudie* erhobenen Daten aus der Befragung der Lehrenden und Lernenden ergeben insgesamt einen positiven Befund. Obwohl sich zeigt, dass die Infrastruktur an Schulen vereinzelt noch Probleme verursacht, schätzen sowohl Lehrende als auch Lernenden die Lernpfade insbesondere wegen der dynamischen Lernobjekte, die eigenes Experimentieren ermöglichen. Darüber hinaus kommt der modulare und flexible Aufbau von Lernpfaden den Lehrenden entgegen. Schüler/innen wünschen sich, dass der Lernpfadeinsatz von Plenumsphasen begleitet wird und alltagsnahe Aufgabenstellungen angeboten werden.

Die Expert/inn/en fordern ein, dass Diversity-Aspekte nicht nur auf der Inhaltsebene, sondern gerade auch innerhalb des didaktischen Konzeptes mit seinen gewählten (Alltags-)Beispielen verwirklicht werden müssen. Mittlerweile gibt es technikdidaktische Ansätze, die einen „mittleren Raum“ stärken, der beispielsweise bezogen auf Geschlechterkonstruktionen Jungen wie Mädchen gleichermaßen in den Bann zieht. (vgl. u.a. Moser/Hannover/Becker 2013). Diesen mittleren Raum markieren u.a. Zirkus-, Fahrrad-, Handy- oder Tierbeispiele, die nicht mehr mit einem bestimmten Geschlecht assoziiert werden.

Die Antworten der Lehrer/innen gehen einher mit der Einschätzung der Expert/innen, dass die technischen Aspekte der Lernpfade ausgereift und hier keine wesentlichen Änderungen notwendig sind. Abweichungen lassen

sich in den Antwortmustern der Lehrenden und Expert/inn/en in den inhaltlichen Aspekten und der methodisch-didaktischen Vorgehensweise erkennen. So wurde insbesondere die methodisch-didaktische Vorgehensweise in den Lernpfaden von den Lehrkräften eher nicht in Frage gestellt, während die Expert/inn/en gerade in diesem Bereich Verbesserungsvorschläge eingebracht haben. Das kleinschrittige Vorgehen in einigen Lernpfaden wurde bei den Expert/inn/en eher bemängelt, während diese Vorgehensweise den befragten Lehrkräfte eher zusagte, da sich dadurch die Einbindungsmöglichkeiten auch in strukturierte Unterrichtskonzepte erhöhten. Ein modularer Aufbau von Lernpfaden, der Kürzungs- wie Erweiterungsmöglichkeiten zulässt, wäre hier hilfreich.

Um im Schulalltag leicht adaptierbar zu sein, müssen Lernpfade didaktisch und inhaltlich eine gewisse Flexibilität aufweisen und vor allem gut begleitet werden. Dies berührt insbesondere die in den Interviews mit den Fachlehrenden immer wieder thematisierte Problematik der Binnendifferenzierung: Gerade mit Blick auf unterschiedliche Lernniveaus, die durch das Abitur in 12 Jahren gestiegenen kognitiven Anforderungen an jüngere Schüler/innen und schulpraktisch zu umfangreiche Lernpfade sollten Lernpfade modular sowie themenspezifisch und/oder lernniveauspezifisch binnendifferenziert gestaltet werden.

Die empirische Exploration hat ferner ergeben, dass es beim eigenverantwortlichen Lernen mit Lernpfaden nicht nur um richtige oder falsche Lösungen oder um die Frage des Einsatzes von computergestützten und enaktiv nutzbaren Materialien geht, sondern insbesondere auch darum, wie Schüler/innen Ergebnisse und Vorgehensweisen formulieren, dokumentieren und dabei mathematische Begriffe einsetzen. Die Lernpfade können hier eine wichtige Brückenfunktion erfüllen und die Schüler/innen bei der Entwicklung der Fähigkeit zum Dokumentieren unterstützen.

Es zeigt sich, dass die Lernpfadentwicklung dann besonders gut gelingt, wenn Lehrende und Lernende als Akteure partizipativ und kontinuierlich in den Entstehungsprozess eingebunden werden.

Literatur

- Elschenbroich, H.-J., Seebach, G. (1999). *Dynamisch Geometrie entdecken. Elektronische Arbeitsblätter mit Euklid, Klasse 7/8*. Köln: Dümmler-Stam.
- Ulm, V. (2008). *Mathematikunterricht für individuelle Lernwege öffnen. Sekundarstufe* (3. Auflage). Seelze: Kallmeyer.
- Moser, F., Hannover, B. & Becker, J. (2013). *Subtile und direkte Mechanismen der sozialen Konstruktion von Geschlecht in Schulbüchern. Vorstellung eines Kategoriensystems zur Analyse der Geschlechter(un)gerechtigkeit von Texten und Bildern*. *Gender*, 3,77-93.