

Martin DEXHEIMER, Landau

Strahlensätze im Mathematik-Labor – Ergebnisse einer Pilotstudie

Der außerschulische Lernort „Mathematik-Labor“ ist, wie viele andere Lernumgebungen auch, mit der Erwartung eines sich daraus ergebenden mathematikdidaktischen Mehrwerts verbunden (vgl. Vollrath, Roth 2012, 148-150). Durch die eigenständige Beschäftigung und den aktiv-experimentellen Umgang mit gegenständlichen Modellen sowie die Nutzung von Simulationen zur Erschließung mathematischer Sachverhalte soll eine positive Wirkung auf die Motivation von Schülerinnen und Schülern (im Folgenden Schüler genannt) für die Beschäftigung mit mathematischen Phänomenen und einen Kompetenzzuwachs beim mathematischen Argumentieren und Begründen erreicht werden. Ziel des Mathematik-Labors ist, dass Schüler wirklich „Mathematik treiben“ und nicht vorgegebene Schemata bzw. Algorithmen abarbeiten.

Doch lässt sich dieser mathematikdidaktische Mehrwert empirisch belegen? Dieser Frage wird seit dem Wintersemester 2011/12 im Rahmen des Mathematik-Labors „Mathe ist mehr“ (www.mathe-labor.de) der Universität Koblenz-Landau am Campus Landau unter der Leitung von Jürgen Roth nachgegangen. Erste Ergebnisse einer Pilotstudie werden in diesem Beitrag vorgestellt.

1. Forschungsfragen

Die Untersuchungen, die im Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ geplant sind, verfolgen im Wesentlichen sechs zentrale Forschungsfragen (vgl. auch: Appell, Roth, Weigand 2008)

- 1) Lassen sich durch die Beschäftigung der Schüler im Mathematik-Labor mathematische Inhalte „vermitteln“? Lässt sich ein mathematischer Wissenszuwachs bei den Schülern feststellen?
- 2) Werden die für die Mathematik unerlässlichen Kompetenzen des Argumentierens und mathematischen Begründens ausgebaut? Haben die Schüler wirklich „Mathematik betrieben“?
- 3) Die Schüler erleben die Mathematik beim Arbeiten im Mathematik-Labor als nützliches Werkzeug zum Lösen von Problemen in unserer Umwelt. Verändert sich dadurch die Wahrnehmung von bzw. die Einstellung zur Mathematik?
- 4) Kann durch den aktiv-experimentellen Umgang mit gegenständlichen Modellen ein Interesse für die Beschäftigung mit mathemati-

schen Phänomenen geweckt und damit die Motivation für eine Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten gesteigert werden?

- 5) Wie können Laborstationen als Lernumgebung optimiert werden, um den didaktischen Mehrwert möglichst zu maximieren?
- 6) Wie kann das Mathematik-Labor als außerschulischer Lernort sinnvoll und effektiv an den regulären Schulunterricht angebunden werden? Wie sollte eine ideale Schnittstelle zwischen Schule und Mathematik-Labor gestaltet sein?

Um diesen Fragen nachzugehen soll in Zukunft eine Reihe von Erhebungsinstrumenten genutzt werden, darunter ein Online-Vor- und -Nachtest für Schüler, die Untersuchung der Arbeit an den Laborstationen mit Hilfe von Videoaufzeichnungen, die Analyse der Laborprotokolle (Arbeitshefte) sowie Lehrerinterviews im Anschluss an die Laborerkundung.

2. Untersuchungsdesign der vorgestellten Pilotstudie

Im Rahmen einer ersten Pilotstudie wurde die Erkundung der Laborstation „Strahlensätze“ (vgl. Roth 2012a und Roth 2012b) mit einem Online-Vor- und -Nachtest evaluiert. Dabei lag der Fokus bei den Fragen der Optimierung (vgl. Forschungsfragen 5 und 6). Im Rahmen der Pilotstudie ging es auch um die Passung des konzipierten Untersuchungsdesigns im Hinblick auf die Beantwortung der Forschungsfragen.

Im Zeitraum Oktober 2011 bis Januar 2012 haben insgesamt vier neunte Klassen einer rheinland-pfälzischen Realschule sowie drei neunte Klassen eines rheinland-pfälzischen Gymnasiums am jeweils 20-minütigen Vor- und Nachtest teilgenommen.

Im Vortest wurde insbesondere das für die Laborstation nötige Vorwissen (Ähnlichkeit, zentrische Streckung, Verhältnismäßigkeiten) untersucht.

Während die vier Klassen der Realschule die Laborstation „Strahlensätze“ in drei aufeinanderfolgenden Wochen insgesamt sechs Unterrichtsstunden lang erkundete, wurden die drei Klassen des Gymnasiums als Kontrollklassen in gewohnter Weise in ihrer Klasse zum Thema Strahlensätze unterrichtet.

Im Anschluss daran wurden im Nachtest sowohl identische Items zum Vorwissen aus dem Vortest als auch Aufgaben zum neu behandelten Inhalt bearbeitet. Die Schüler der Realschule wurden außerdem dazu befragt, wie sie die Arbeit im Mathematik-Labor erlebt haben, was ihnen gut bzw. weniger gut gefallen hat sowie welche Verbesserungsvorschläge sie haben.

Die Auswertung der Items erfolgte dichotom, das heißt, nur wenn bei einer Multiple-Choice-Frage alle korrekten Auswahlmöglichkeiten und keine falsche ausgewählt wurde, wurde der Wert 1 vergeben, ansonsten 0. Aufgrund des Ergebnisses im Vortest (Mittelwert über die Auswertung der drei Item-Gruppen zum Vorwissen) wurden „matched samples“ gebildet, also Schülerpaare, die jeweils aus einem Schüler der Laborklasse und einem der Kontrollklasse bestehen, die das gleiche Vortest-Ergebnis aufweisen. Daraus konnte eine Laborgruppe und eine Kontrollgruppe gebildet werden, die aus je 53 Schülern bestehen. Durch das Matching sollten Störvariablen reduziert und parallelisierte Untersuchungsgruppen geschaffen werden.

3. Ergebnisse

Die Auswertung der Items zum Thema „Strahlensätze“ zeigte, dass die Kontrollgruppe mit einem Mittelwert von 0,53 trotz der Parallelisierung deutlich besser abschnitt als die Laborgruppe (Mittelwert: 0,29). Allerdings ist dieses Ergebnis mit deutlicher Vorsicht zu betrachten, da die Untersuchung von zwei bedeutenden Schwierigkeiten geprägt war:

- Die Klassen der Realschule wiesen enorme Lücken im Vorwissen auf, das unabdingbar für die erfolgreiche Bearbeitung der Laborstation war. Rund die Hälfte (48,6%) ihrer Schüler konnte keine einzige Frage zum Vorwissen korrekt beantworten, während sich die Leistungsverteilung bei den Kontrollklassen als relativ gleichmäßig erwies.
- Während in der Laborgruppe in den Unterrichtsstunden außerhalb des Labors keine Sicherungs- und Übungsphase stattfand, ist davon auszugehen, dass diese in den Kontrollklassen vorhanden waren. (Der Unterricht der Kontrollklassen wurde nicht erfasst.)

Sehr aufschlussreich war die Untersuchung insbesondere im Bereich der Optimierung der Laborstation und der Schnittstelle zwischen Unterricht und Mathematik-Labor (n=108):

- 48 der Schüler gaben an, dass sie die Gruppenarbeit als bereichernd empfanden, 43 fanden den Praxisanteil (Messung mit dem Jakobsstab) und 24 die Nutzung verschiedener Medien (insb. Simulationen) gut.
- Bei den Verbesserungsvorschlägen äußerten 20 Personen, dass sie mehr Unterstützung durch persönliche Ansprache sowie ein Feedback zu ihren Lösungen gut fänden, 9 wünschten sich eine frühere Einbindung von gegenständlichen Modellen in die Laborarbeit.

4. Fazit und Ausblick

In der Pilotstudie hat sich gezeigt, dass die Art der Leistungsmessung optimiert werden muss, um Aussagen zur Wirksamkeit der Laborstation treffen zu können. Unter anderem müsste der Vorwissenstest mehr Items aufweisen und der Nachtest insbesondere auch Aufgaben beinhalten, die mathematisches Argumentieren und Begründen erfordern. Außerdem sollten die Labor- und Kontrollgruppen möglichst von derselben Schule oder zumindest Schulform stammen.

Im Hinblick auf die Fragen der Optimierung war die Pilotstudie sehr aufschlussreich und gab damit bedeutsame Impulse für die zukünftige Entwicklung des Mathematik-Labors: Die Laborstationen sollten so gestaltet sein, dass sie den Schülerinnen und Schülern die nötige Unterstützung (etwa durch Checkups/Selbstlernkontrollen sowie kurze Zusammenfassungen) bieten als auch den möglichst frühzeitigen Umgang mit den Modellen ermöglichen. Auch die Schnittstelle zwischen Schulunterricht und Laborarbeit sollte dahingehend optimiert werden, dass auch bei den Laborgruppen Festigungs- und Übungsphase Einzug in den Unterricht finden und Lehrerinnen und Lehrern Unterstützung bei der Vor- und Nachbereitung des Laborbesuchs geboten wird.

Mit dieser Weiterentwicklung des Mathematik-Labors „Mathe ist mehr“ am Campus Landau wird ein wichtiger Schritt begangen, um dem mit ihm intendierten didaktischen Mehrwert ein bedeutendes Stück näher zu kommen.

Literatur

- Appell, K.; Roth, J.; Weigand, H.-G. (2008): Experimentieren, Mathematisieren, Simulieren – Konzeption eines Mathematik-Labors. In: Vásárhelyi, Eva (Hrsg.): Beiträge zum Mathematikunterricht 2008. Münster: WTM-Verlag, 25-28.
- Roth, Jürgen (2012a): Ähnlichkeit verstehen – Den Jakobsstab nutzen. In: Mathematik lehren, Heft 173, August 2012. Verfügbar unter: http://www.dms.uni-landau.de/roth/veroeffentlichungen/2012/roth_aehnlichkeit_verstehen_jakobsstab_nutzen.pdf, 19.03.2012)
- Roth, Jürgen (2012b): Geometrie selbstständig erarbeiten – Das Beispiel Strahlensätze. In: Kleine, M.; Ludwig, M. (Hrsg.): Beiträge zum Mathematikunterricht 2012. Münster: WTM-Verlag.
- Vollrath, Hans-Joachim; Roth, Jürgen (2012): Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe. 2.Auflage. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.