

Jürgen Roth

Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“

Forschendes Lernen im Schülerlabor mit dem Mathematikunterricht vernetzen

Das Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ ist ein Schülerlabor¹ der Arbeitsgruppe Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen) der Universität Koblenz-Landau am Campus Landau. Es hat sich zum Ziel gesetzt, Schüler/innen der Sekundarstufen ein authentisches Bild der Mathematik zu vermitteln, indem sie anhand von entsprechenden Lernumgebungen forschend lernen, also mathematischen Fragestellungen selbstständig, problem- und handlungsorientiert nachgehen. In der Öffentlichkeit wird Mathematik immer wieder als formales und kalkülorientiertes Fach wahrgenommen, das im Alltag fast keine Rolle spielt. Im Mathematik-Labor kann Lernenden und Lehrenden (wieder) deutlich werden: „Mathe ist mehr“! Hier soll durch experimentellen Umgang mit Materialien, gegenständlichen Modellen und Computersimulationen sowohl das Verständnis von Phänomenen aus dem Alltag und der Mathematik als auch das mathematische Grundlagenwissen verbessert werden. Dabei geht es nicht um die Phänomene als solche, sondern um deren mathematische Durchdringung. Wesentlich bei der Konzeption des Mathematik-Labors „Mathe ist mehr“ ist die Vernetzung mit dem Mathematikunterricht am Lernort Schule. Dies wird unter anderem damit erreicht, dass die Schüler/innen im Mathematik-Labor an Lehrplanthemen arbeiten. So lässt sich verhindern, dass sich der Besuch eines Schülerlabors nur als nettes Erlebnis ohne nachhaltigen Lerneffekt darstellt.

Das Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ ist darüber hinaus ein Lehr-Lern-Labor. Als solches dient es der praxisnahen Ausbildung von Studierenden, der Weiterbildung von Lehrkräften und der Unterrichtsentwicklung im Fach Mathematik. Nicht zuletzt ist das Mathematik-Labor aber auch eine Einrichtung, in der fachdidaktische Entwicklungsforschung vorangetrieben wird.

1 Mathematik authentisch erleben – forschend Lernen und Arbeiten

Ein wesentlicher Auftrag der Vermittlung von Mathematik besteht darin, Schüler/inne/n authentische Erfahrungen mit der Mathematik als Disziplin zu ermöglichen (vgl. Vollrath/Roth 2012, S. 24-33). Diese Auseinandersetzung mit Mathematik kann gelingen, wenn Schüler/innen selbst experimentieren, entdecken, strukturieren, Phänomene mathematisieren, Probleme lösen und auf diese Weise ihr mathematisches Weltbild erweitern. Dabei sollte sich eine Haltung herausbilden, die als „forschend“ charakterisiert werden kann.

1.1 Forschend Lernen

Die Arbeitsweise bzw. Arbeitshaltung von Schüler/innen, die für das Arbeiten im Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ charakteristisch ist, nennen wir „forschend Lernen“. Der Begriff „forschendes Lernen“ lässt sich mit Blick auf die Literatur eingrenzen. Die Bundesassistentenkonferenz (BAK) hat z. B. folgende Kennzeichen forschenden Lernens für die Hochschullehre herausgearbeitet (vgl. BAK 1970, S. 14-15):

- selbständige Themen- und „Strategie“-Wahl
- unbegrenztes Risiko (Irrtümer, Umwege), aber auch Chance für Zufallsfunde, „fruchtbare Momente“
- Notwendigkeit, dem Anspruch der Wissenschaft zu genügen (Forschungsansatz bis zu einem Ergebnis durchhalten, vorhandene Kenntnisse und Instrumente ausreichend prüfen)
- Prüfung des Ergebnisses
- Resultat darstellen

Für das Arbeiten in Schülerlaboren, mit ihrem begrenzten zeitlichen Rahmen (Im Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ wird drei Doppelstunden à 90 Minuten an einem Thema gearbeitet.), sind die selbständige Themen- und Strategiewahl nur eingeschränkt umsetzbar. Insbesondere das unbegrenzte Risiko Umwege zu gehen ist nur schwer mit dem Erreichen von Inhaltszielen des Lehrplans vereinbar. Die Notwendigkeit, dem Anspruch von Wissenschaft zu genügen, stellt für fast alle Schüler/innen eine Überforderung dar (vgl. Aepkers 2002, S. 86). Aus diesen Gründen fasst Bönsch (1991) forschendes Lernen für den schulischen Unterricht offener: „Mit dem Terminus ‚forschendes Lernen‘ sind Lernmöglichkeiten gemeint, die Lernende in Lernsituationen bringen, in denen sie für sie subjektiv Neues erforschen und auf diese Weise zu ihrem Lernbesitz machen. (...) Forschendes Lernen wird (...) als die Möglichkeit verstanden, Schüler einen ihnen unbekanntem Sachverhalt mit Denk- und Experimentierprozessen erforschen zu lassen.“ (Bönsch 1991, S. 199/202)

„Forschend Lernen“ ist eine Lern- und Arbeitshaltung, die es auszubilden und zu entwickeln gilt. Dies kann gelingen, wenn grundlegende Lernprozesse von Schüler/innen angebahnt und gefördert werden. Dabei arbeiten die Schüler/innen selbständig in Gruppen und kommunizieren über ihre Vorgehensweise und die Inhalte. Arbeitsphasen, in denen forschend gelernt wird umfassen insbesondere folgende Aspekte:

- Ziele setzen
- Systematisch experimentieren und beobachten
- Beobachtungen und Entdeckungen strukturieren
- Prozesse und Ergebnisse darstellen
- Prozesse und Ergebnisse reflektieren

Im Folgenden werden die genannten Aspekte des forschenden Lernens anhand der Laborstation „Aktivurlaub“ des Mathematik-Labors „Mathe ist mehr“ erläutert, in der es um die Erarbeitung von Grundvorstellungen zu funktionalen Zusammenhängen geht (vgl. www.mathe-labor.de/stationen/aktivurlaub/). „Ziele setzen“ muss nicht unbedingt bedeuten, dass die Schüler/innen sich ihre Forschungsziele komplett selbst wählen. Es kann sich bei den von den Schüler/innen gesetzten Zielen auch um eher kleinere Zwischenziele handeln, die sich aus Entscheidungen im Rahmen des Erkenntnisprozesses ergeben. Beim „Graphen laufen“ setzen sich die Schüler/innen anhand ihrer eigenen Bewegungen, die von einem Bewegungssensor aufgezeichnet und in einem Zeit-Ort-Diagramm ausgegeben werden, mit der Frage auseinander, wie der Verlauf eines Funktionsgraphen zu interpretieren ist und wie ein vorgegebener Graph hergestellt werden kann. Dabei entscheiden sie jeweils gemeinsam, welche Aspekte des Graphen sie aktuell betrachten und welche Graphen gelaufen werden, sie setzen sich also Teilziele selbst und legen ihre Vorgehensweise fest.

Für **das systematische Experimentieren und Beobachten** ist es notwendig, dass den Schüler/inne/n für ihre selbständige Arbeit geeignete Lernumgebungen zur Verfügung gestellt werden, die Arbeitsaufträge, Medien, Materialien und Hilfestellungen umfassen, die sie bei Bedarf nutzen können (vgl. Vollrath/Roth 2012, S. 150f). Für das Erfassen des funktionalen Zusammenhangs zwischen der verstreichenden Zeit und der Pulsfrequenz des Läufers nach einem anstrengenden Treppenlauf ist es notwendig systematisch Daten aufzunehmen, diese in einer Tabelle zu erfassen und anschließend in einen geeigneten Graph umzusetzen. Auf dieser Basis können funktionale Zusammenhänge für verschiedene Läufer miteinander verglichen und deren Verlauf, auch im Hinblick auf die jeweilige Fitness, interpretiert werden. Eine Lernumgebung, die nicht nur geeignete Messinstrumente (Puls- und Stoppuhr) zur Verfügung stellt sondern auch Anregungen zur Art der Beobachtungen gibt, ist sehr wichtig für Schüler/innen die gerade für sich entdecken, was es bedeutet forschend zu lernen.

Zur **Strukturierung der Beobachtungen und Entdeckungen** ist die Kommunikation in Kleingruppen hilfreich und für viele Schüler/innen sogar unabdingbar. Dies wird z. B. sehr deutlich, wenn die Schüler/innen sich mit der gesprochenen Reportage zu einem Kartrennen auseinandersetzen und dabei den funktionalen Zusammenhang zwischen dem auf der Kartbahn zurückgelegten Weg und der jeweiligen Geschwindigkeit des Karts strukturieren und in Form eines skizzierten Funktionsgraphen darstellen sollen. Hier wird gemeinsam intensiv diskutiert, interpretiert und auf dieser Basis strukturiert. Nachdem die Skizze eines Graphen produziert wurde, die den funktionalen Zusammenhang darstellt, können die Schüler/innen anhand einer auf dem dynamischen Mathematiksystem GeoGebra basierenden Simulation (vgl. Abbildung 1) ihre eigenen Ergebnisse noch einmal hinterfragen, nachstrukturieren und den Verlauf des Graphen inhaltlich interpretieren.

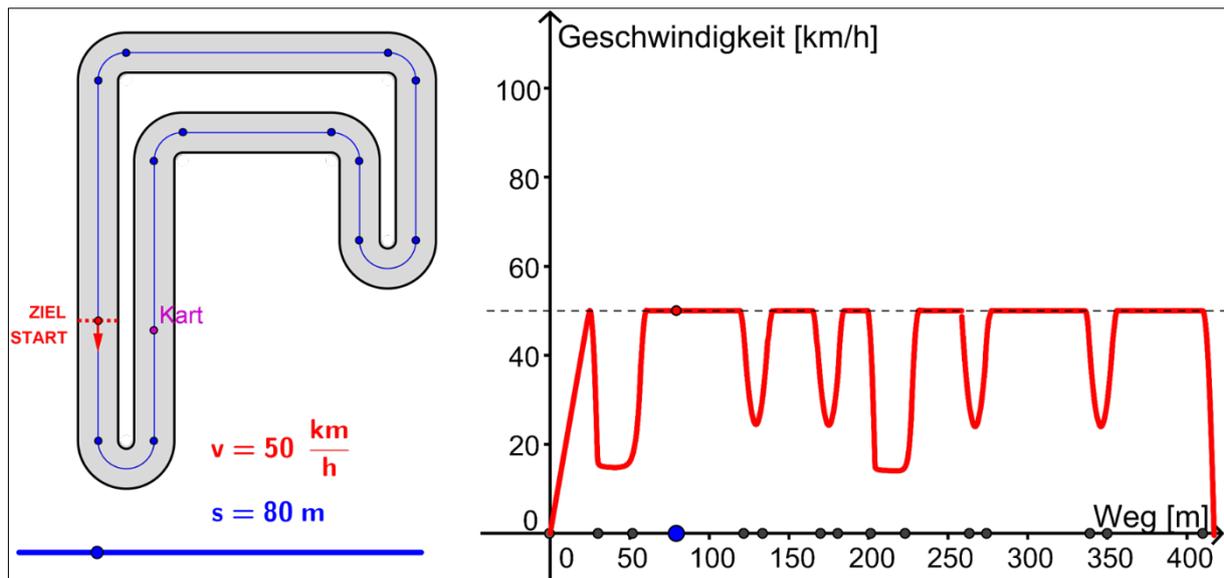


Abb. 1: Simulation zum Kartrennen

Forschend Lernen lebt ganz wesentlich davon, dass die Beobachtungen und Entdeckungen in Laborprotokollen festgehalten werden. Das **Darstellen von beobachteten Prozessen** und den daraus resultierenden **Ergebnissen** erfordert die Konzentration auf das Wesentliche des Erkenntnisprozesses sowie die Nutzung geeigneter Repräsentationen, hilft beim Strukturieren, initiiert eine sinnvolle Reflexionstiefe und ermöglicht schließlich eine rückblickende Bewertung der Ergebnisse und Arbeitsprozesse. Aus diesem Grund werden die Schüler/innen in ihren Arbeitsheften dazu aufgefordert, jeweils ihre Arbeitsprozesse und -ergebnisse individuell darzustellen und festzuhalten.

Wenn forschend Lernen zu nachhaltiger Wissens- und Fähigkeitsentwicklung führen soll, dann müssen die Schüler/innen ihre (Lern-) **Prozesse und Ergebnisse reflektieren**. Nach Phasen in denen sich die Schüler/innen forschend mit wesentlichen Aspekten funktionaler Zusammenhänge auseinandergesetzt haben, werden sie aus diesem Grund dazu aufgefordert, ihre wichtigsten Ergebnisse noch einmal gemeinsam zu diskutieren, sich ggf. gegenseitig zu erklären und schließlich in einer gemeinsam ausgehandelten Weise festzuhalten.

Wie anhand der Beispiele deutlich wurde, sind geeignete Lernumgebungen unabdingbar für das forschende Lernen von Schüler/innen.

1.2 Gestaltung der Labor-Lernumgebung

Im Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ sind die Labor-Lernumgebungen nach festen Prinzipien gestaltet. Die Schüler/innen arbeiten grundsätzlich in Kleingruppen selbständig an schriftlichen Arbeitsaufträgen. Sie setzen sich dabei mit Materialien, gegenständlichen Modellen, Simulationen und ggf. Videos auseinander, rufen bei Bedarf die zur Verfügung gestellten Hilfestellungen ab,

kommunizieren in der Gruppe über ihre Beobachtungen, strukturieren und dokumentieren ihre Arbeitsprozesse sowie -ergebnisse und reflektieren diese.

Selbständig arbeiten

Die Schüler/innen arbeiten selbständig anhand von schriftlichen Arbeitsaufträgen. Für eine authentische Erfahrung mit der Mathematik und die Entwicklung einer forschenden Arbeitshaltung ist es wesentlich, dass die Anleitungen nicht durch Lehrpersonen erfolgen. Nur wenn Schüler/innen auf sich selbst gestellt sind, besteht wirklich die Möglichkeit, dass sie sich den Gegenständen selbständig-forschend nähern und sie explorieren. Andernfalls stellt sich schnell die Haltung ein, auf Inputs von Lehrkräften zu warten. Die von Schüler/innen gewünschte Unterstützung durch Betreuer im Mathematik-Labor muss sich insofern auf Motivations-, Rückmelde- sowie ggf. allgemeinstrategische Hilfen beschränken und sollte keine inhaltlichen Hilfen umfassen. Um die selbständige Arbeit der Schüler/innen zielführend zu gestalten, wird eine Reihe von Maßnahmen umgesetzt.

Vernetzung von Medien und Materialien

Durch das Zusammenwirken und Vernetzen verschiedener Medien ergeben sich wesentliche Impulse für eine schülerzentrierte, eigenständige Erarbeitung von mathematischen Inhalten. Ein geeigneter, individuell verantworteter Einsatz verschiedener Medien kann eine entscheidende Komponente bei Problemlöseprozessen sein. Im Mathematik-Labor werden auf der Basis des dynamischen Mathematiksystems GeoGebra erzeugte Simulationen, Materialien und gegenständliche Modelle sowie natürlich „Papier und Bleistift“ als Medien eingesetzt. Vereinzelt kommen Videos hinzu, die in der Regel den Einstieg in einen Phänomenbereich beim forschenden Lernen erleichtern sollen. Die Medien stehen als Angebote zur Verfügung. Die Schülerinnen können selbst entscheiden, ob und ggf. welche sie zur Problemlösung nutzen wollen.

Enaktiv nutzbare Materialien haben sich als fruchtbar für den experimentellen Zugang zu inhaltlichen Aspekten des betrachteten Phänomens erwiesen. Simulationen spielen ihre Stärken insbesondere dann aus, wenn Schüler/innen Beziehungen zwischen dem betrachteten Phänomen und dem mathematischen Gehalt herausarbeiten. Dazu kann gerade die Möglichkeit zum bewussten Ansteuern von Spezial- oder Grenzfällen beitragen, die mit gegenständlichen Modellen häufig gar nicht realisierbar wären. So lassen sich Vermutungen überprüfen, die sich aus dem Arbeiten mit dem enaktiv handhabbaren Material ergeben haben und neue Hypothesen aufstellen. Dabei ist es u. a. hilfreich, dass in Simulationen Fokussierungshilfen (z. B. farbliche oder gestalterische Hervorhebungen wesentlicher Aspekte) realisierbar sind, die ein- und wieder ausgeblendet werden können. Dies ist insbesondere für den Aspekt „systematisch experimentieren und beobachten“ des forschenden Lernens wesentlich. In den Abbildungen 2 und 3 werden exemplarisch für die Station Jakobsstab & Co., in der die Strahlensätze erarbeitet werden, eine Simulation und ein gegenständliches Modell (der Jakobsstab) gegenübergestellt. Hier dient die Simulation zur Vorstrukturierung und mathematischen Durchdringung der Höhenmessung mit dem Jakobsstab.

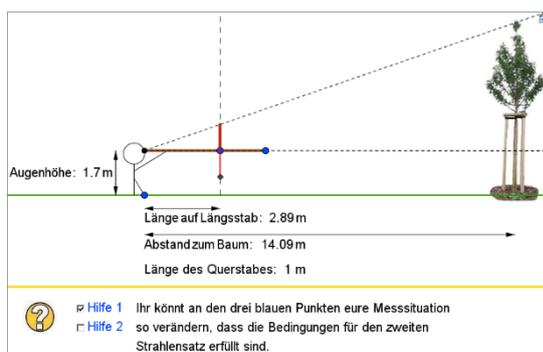


Abb. 2: Simulation zur Messung mit dem Jakobsstab



Abb. 3: Jakobsstab

Das Arbeiten mit Medien und Materialien ist nur dann im Sinne der angestrebten Inhalts- und Prozessziele längerfristig produktiv, wenn die *Beobachtungen strukturiert* werden. Um diesen Mathematisierungsprozess auch bei aufkommenden Schwierigkeiten am Laufen zu halten, stehen Hilfen zur Verfügung, die bei Bedarf von den Schüler/inne/n genutzt werden können. Sie sind als Hilfehefte realisiert bzw. können innerhalb von Simulationen abgerufen werden. Die Hilfen sind jeweils als gestufte Impulse bzw. Impulsfragen gestaltet, die es den Schüler/inne/n ermöglichen sollen bei entstehenden Hürden selbständig weiterzuarbeiten, enthalten jedoch keine Lösungen.

Gruppenarbeit und Kommunikation

Bei anspruchsvollen Mathematisierungsprozessen ist Gruppenarbeit sehr hilfreich. Durch das Zusammenführen der Ideen und Fähigkeiten der Gruppenmitglieder können die Schüler/innen zu Ergebnissen kommen, die sie alleine oft nicht erreichen würden. Im Mathematik-Labor wird grundsätzlich in *Vierergruppen* gearbeitet (vgl. Abb. 4). So ist gewährleistet, dass eine *Kommunikation* über die gerade bearbeiteten Inhalte zwischen den Schüler/inne/n der Gruppe stattfinden kann.



Abb. 4: Gruppentisch im Mathematik-Labor

Aus demselben Grund gibt es nur einen Laptop an jedem Gruppentisch. Da so immer nur ein/e Schüler/in die Maus bedient und die anderen beobachten, Vorschläge für das weitere Vorgehen machen, die Aufgabenstellungen im Blick haben und die Ergebnisse der Arbeit festhalten können, werden Simulationen erfahrungsgemäß deutlich zielgerichteter manipuliert und die Beobachtungen besser inhaltlich diskutiert und reflektiert.

Dokumentation und Reflexion der Arbeitsprozesse und -ergebnisse

Selbständig-experimentelles Arbeiten kann nur dann gewinnbringend für den Lernprozess sein, wenn die Prozesse und Beobachtungsergebnisse in geeigneter Weise dokumentiert werden. Da die Schüler/innen dies in der Regel nicht von sich aus tun, werden im Mathematik-Labor die Reflexion und Dokumentation des jeweiligen Arbeitsstands in einem mehrstufigen Prozess eingefordert. Dies geschieht zunächst über das Arbeitsheft, das von allen Schüler/innen individuell geführt wird. In diesem Heft stehen die Arbeitsaufträge, die durch die Laborstation leiten, und es wird, u. a. mit Hilfe entsprechender Logos (vgl. Abb. 5), auf vorhandene Medien, Materialien und Hilfen verwiesen. In den Arbeitsaufträgen werden die Schüler/innen explizit dazu angehalten, zunächst Hypothesen zu formulieren und später ihre Ergebnisse unter Nutzung geeigneter Repräsentationen festzuhalten sowie gemeinsam zu reflektieren. Dies ist notwendig um eine geeignete Reflexionstiefe zu erreichen und ein Weiterarbeiten mit den erzielten Resultaten und erarbeiteten Methoden zu ermöglichen. Erst auf dieser Grundlage kann die Mathematisierung der Phänomene gelingen.



Abb. 5: Logos und deren Bedeutung im Arbeitsheft.

Immer dann, wenn ein inhaltlicher Sinnabschnitt beendet ist, werden die Schüler/innen in ihren Arbeitsheften aufgefordert die wesentlichen Erkenntnisse im „Gruppenergebnisheft“ festzuhalten. So ergibt sich noch einmal ein Anlass zur vertieften Reflexion und gleichzeitig entsteht eine Zusammenfassung der wesentlichen gemeinsam erarbeiteten Inhalte und Methoden. Dieser Aushandlungsprozess bzgl. der Darstellung der erzielten Ergebnisse hat sich als gewinnbringend herausgestellt. Hier werden ggf. noch offene Fragen identifiziert, in der Gruppe geklärt und so ein Grundverständnis der erforschten Phänomene und ihrer mathematischen Grundlagen gesichert.

2 Vernetzung des Schülerlabors mit dem schulischen Unterricht

Die Nachhaltigkeit außerschulischen Lernens hängt entscheidend von der Vor- und Nachbereitung im Unterricht ab. Negative empirische Befunde zur Lernwirksamkeit von Schülerlaboren (vgl. Schmidt, Di Fuccia, Ralle 2011) sind auch auf die oft mangelnde Einbindung in den Unterricht zurückzuführen. Die Vernetzung des Mathematik-Labors „Mathe ist mehr“ mit dem Lernort Schule wird deshalb durch vielfache Maßnahmen gefördert.

Breitenförderung an Lehrplanthemen

Das Mathematik-Labor spricht nicht nur spezielle Schülergruppen (etwa besonders interessierte oder leistungsfähige Schüler/innen) an, sondern setzt auf Förderung in der Breite. Deshalb werden ganze Schulklassen zum forschenden Lernen ins Labor eingeladen. Dies ist auch im Hinblick auf die gemeinsame Vor- und Nachbereitung im Mathematikunterricht wichtig. An jeder Laborstation bearbeiten die Schüler/innen ein *Kernthema des Lehrplans*, so dass die Vernetzung mit dem Lernort Schule bereits aus inhaltlichen Gründen unverzichtbar ist. So hat der Laborbesuch direkten Unterrichtsbezug und wird nicht als beiläufiges Ereignis (wie z. B. ein Museumsbesuch) betrachtet. Interessierte Lehrkräfte der Sekundarstufen suchen sich auf der Internetseite des Mathematik-Labors unter www.mathe-labor.de ein Lehrplanthema aus, zu dem sie ihre Klasse drei Doppelstunden lang selbständig-forschend im Mathematik-Labor arbeiten lassen wollen.

Vorbereitung im Klassenverband

Zur Vorbereitung der Laborarbeit im Klassenverband gibt es zu jeder Station ein Informationsblatt für Lehrkräfte, in denen die notwendigen Lernvoraussetzungen sowie die Inhaltsziele der Laborarbeit dargestellt werden. Daneben wird ein Informationsblatt mit allgemeinen Hinweisen zur Planung und Durchführung eines Laborbesuchs bereitgestellt. Die Lehrkräfte melden sich über ein Online-Formular für die entsprechende Station mit Terminwunsch an und bereiten auf der Grundlage der Informationen die Schülerlaborarbeit im Unterricht vor. Dazu liegen ihnen nicht nur die Informationsblätter sondern auch sämtliche Arbeitsmaterialien, die die Schüler/innen an der Laborstation erhalten, in elektronischer Form auf den Internetseiten des Mathematik-Labors vor. Im Idealfall werden die Schüler/innen auch bereits im Unterricht an schülerzentrierte Arbeitsweisen gewöhnt.

Durchführung der Laborarbeit

Die eigentliche Laborarbeit erfolgt an drei aufeinanderfolgenden Wochen jeweils für eine Doppelstunde in Kleingruppen im Schülerlabor. Bei weiten Anreisen kann die Laborarbeit als Projekttag organisiert werden, den die Klasse am Campus Landau der Universität Koblenz-Landau verbringt. Die Betreuung der Schüler/innen wird von wissenschaftlichen Mitarbeitern der Arbeitsgruppe Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen) sowie von Studierenden der Lehramtsstudiengänge Mathematik übernommen. Die Lehrkräfte haben auf diese Weise die Möglichkeit, ihre Schüler/innen bei der selbständig-forschenden Gruppenarbeit zu beobachten (vgl. Abb. 6). Dies führt häufig zu neuen Erfahrungen bzgl. der Leistungen, zu denen Schüler/innen in einem solchen methodischen Rahmen fähig sind und eröffnet diagnostische Einblicke in noch vorhandene Schwierigkeiten, auf die im Rahmen der Nachbereitung im Unterricht eingegangen werden kann.



Abb. 6: Betreuung der Arbeit im Mathematik-Labor

Um der Heterogenität der Schüler/innengruppen hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit zu begegnen, liegen an den Gruppentischen Hilfehefte aus. Da die Schüler/innen im jeweils eigenen Tempo arbeiten, gibt es am Ende jeder Doppelstunde optionale Aufgaben, die die Unterschiede in der Bearbeitungsgeschwindigkeit der Gruppen ausgleichen. Um eine kontinuierliche Auseinandersetzung mit den Stationsinhalten auch in der Zeit zwischen zwei Laborbesuchen zu ermöglichen, erhalten die Schüler/innen am Ende jeder Doppelstunde eine Hausaufgabe, die im schulischen Mathematikunterricht von der Lehrkraft kontrolliert wird.

Nachbereitung im Unterricht

Auch die Nachbereitung im Unterricht wird vom Team des Mathematik-Labors unterstützt. Dazu werden Leistungstests vor und nach den Laborbesuchen durchgeführt und deren Ergebnisse den Lehrkräften als Diagnoseinstrument zur Verfügung gestellt. So können noch vorhandene Defizite zielgerichtet im Unterricht thematisiert werden. Des Weiteren erhalten die Lehrkräfte Materialien und Anregungen für die Weiterarbeit im Unterricht. Zur Station „Mathematik und Kunst“, bei der es um die Erarbeitung von Grundvorstellungen zu Bruchzahlen und der Bruchrechnung geht, gibt es z. B. eine Bastelanleitung für enaktives Material auf der Grundlage eines regulären Sechsecks (Exis), einen Artikel zur inhaltlichen Einführung in das Material sowie Beispielaufgaben zum Arbeiten mit Exis im Unterricht. Diese erlauben die strukturgleiche Weiterführung der Laborarbeit im Unterricht im Rahmen der Vertiefung und ggf. der Erarbeitung neuer Inhalte (vgl. Schumacher/Roth 2013). Darüber hinaus werden die Gruppenergebnishefte eingescannt und für alle Gruppenmitglieder ausgedruckt, so dass den Schüler/innen ein Heft mit den Ergebnissen ihrer Gruppendiskussion für die weitere Arbeit im Unterricht zur Verfügung steht.

Erste empirische Ergebnisse (vgl. Dexheimer 2013, S. 63-70) zeigen, dass Inhaltsziele im Mathematik-Labor genauso gut und sogar etwas nachhaltiger erreicht werden, wie in einem lehrerzentrierten Unterricht im Klassenverband innerhalb derselben Unterrichtszeit. Dies ermutigt dazu, die weiteren potentiellen Vorteile gezielt zu nutzen und auszubauen, die sich durch das besondere Lernen und Arbeiten im Mathematik-Labor für den Mathematikunterricht ergeben.

3 Das Mathematik-Labor als Lehr-Lern-Labor

Das Mathematik-Labor möchte Mathematik als authentisches Fach für Schüler/innen erfahrbar werden lassen und zur Unterrichtsentwicklung beitragen. Aus diesem Grund werden Lehrerfortbildungen zur Konzeption des Mathematik-Labors, zur Einbindung von Laborbesuchen in den Unterricht, aber auch zum Aufgreifen dieser Idee für die Gestaltung des schulischen Mathematikunterrichts angeboten. Um den Kolleginnen und Kollegen an den Schulen den Einstieg zu erleichtern, werden alle Materialien für die Laborstationen auf der Internetseite zum Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ unter www.mathe-labor.de bei jeder Station auch als bearbeitbares Word-Dokument zur Verfügung gestellt. Auf diese Weise können in einem ersten Schritt Ideen aufgegriffen und für den eigenen Unterricht angepasst werden. Die Simulationen lassen sich über das Internet von den Schüler/innen zuhause und in der Schule direkt im Browser nutzen. Darüber hinaus werden bei Stationen, die mit aufwändigen gegenständlichen Modellen arbeiten, entsprechende Bastelbögen für Pappmodelle bereitgestellt. Auf diese Weise können wesentliche Konzepte auch im schulischen Unterricht umgesetzt werden. So trägt das Mathematik-Labor zur Unterrichtsentwicklung bei.

Das Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ ist als Lehr-Lern-Labor ein wesentlicher Bestandteil der Lehramtsausbildung Mathematik am Campus Landau der Universität Koblenz-Landau. Auf der Grundlage der fachdidaktischen, fachmathematischen und bildungswissenschaftlichen Ausbildung im Bachelorstudiengang sowie der ersten praktischen Erfahrungen in den Schulpraktika entwickeln die Studierenden im Rahmen ihres Masterstudiums im *Didaktischen Seminar* jeweils eine Laborstation grundlegend neu oder optimieren diese. Dazu müssen sie sich in Gruppen mit den fachlichen und fachdidaktischen Inhalten vertraut machen sowie die gesamte Lernumgebung mit allen Arbeitsmaterialien (Arbeitsheften, Hilfestellungen, Simulationen, ...) konzipieren und umsetzen. Bei der Durchführung ihrer Station mit einer Schulklasse sammeln sie anschließend Erfahrungen in der Beobachtung und Betreuung von Schülergruppen sowie in der Diagnose von Arbeitsprozessen. Dabei lernen sie u. a. auch, wie wichtig es ist, nicht vorschnell gut gemeinte inhaltliche Hilfen anzubieten, sondern den Schüler/innen wirklich die Gelegenheit zu geben, selbst forschend zu lernen. Im Rahmen eines anderen Seminartyps setzen sich Studierende mit Forschungsfragen im Zusammenhang mit der Laborarbeit auseinander. Dazu werten sie etwa Videoaufzeichnungen von Gruppenarbeitsphasen aus, um Lernprozesse genauer zu untersuchen, setzen sich mit den Eigenproduktionen der Schüler/innen auseinander oder entwickeln Leistungstests zu fachlichen Inhalten und werten die Ergebnisse aus. Bei Interesse können Studierende ihre Erfahrungen im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten noch vertiefen.

Das Mathematik-Labor bietet für Studierende ein weites Feld um die Ausbildungsanteile des Studiums im Sinne des forschenden Lernens praxisrelevant zu vernetzen sowie reflektierte Erfahrungen zur Entwicklung und Evaluation von Lernumgebungen zu sammeln. Sie erleben auf diese Weise während ihres Studiums hautnah, wie fachdidaktische Entwicklungsforschung funktioniert und zu ihren Ergebnissen kommt.

Literatur

Aepkers, M. (2002): Forschendes lernen – Einem Begriff auf der Spur. In M. Aepkers, S. Liebig: Entdeckendes, Forschendes und Genetisches Lernen. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 69-87.

Jürgen Roth (2013): Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ – Forschendes Lernen im Schülerlabor mit dem Mathematikunterricht vernetzen. In: Der Mathematikunterricht, 59/5, S. 12-20

Baum, S.; Roth, J.; Oechsler, R. (2013): Schülerlabore Mathematik – Außerschulische Lernstandorte zum intentionalen mathematischen Lernen. Der Mathematikunterricht, 59/5.

Bönsch, M. (1991): Forschendes Lernen. In M. Bönsch: Variable Lernwege – Ein Lehrbuch der Unterrichtsmethoden. Paderborn: Schöningh, S. 197-211.

Bundesassistentenkonferenz (BAK) (1970): Forschendes Lernen – Wissenschaftliches Prüfen. Bonn: BAK (Schriften der BAK 5).

Dexheimer, M. (2013): Empirische Untersuchung zur Wirksamkeit einer optimierten Station des Mathematik-Labors. Masterarbeit im Fach Mathematik, Universität Koblenz-Landau, Campus Landau. Online verfügbar unter www.juergen-roth.de/za/mathelabor/Dexheimer_Empirische_Untersuchung_zur_Wirksamkeit_einer_optimierten_Station_des_Mathematik_Labors.pdf (Zuletzt abgerufen am 05.04.2013)

Schmidt, I., Di Fuccia, D. S., Ralle, B. (2011): Außerschulische Lernstandorte – Erwartungen, Erfahrungen und Wirkungen aus der Sicht von Lehrkräften und Schulleitungen. In MNU 64/6, 362-369.

Schumacher, S.; Roth, J. (2013): Bruchzahlbegriff und Bruchrechnung – Grundvorstellungen im Schülerlabor erarbeiten. In: Greefrath, G.; Käpnick, F.; Stein, M. (Hrsg.): Beiträge zum Mathematikunterricht 2013. Münster: WTM-Verlag.

Vollrath, H.-J., Roth, J. (2012): Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

ⁱ Der Begriff Schülerlabor Mathematik wird im Artikel von Baum, Roth und Oechsler (2013) in diesem Heft definiert.