

Jenny KUROW, Halle (Saale)

## **Mathematik und Musik: Schülerinnen und Schüler entdecken das Monochord – zur Vernetzung von Schule und Universität**

Seit dem letzten Jahrzehnt wird die Vernetzung von Schule und Universität im Bereich der Mathematik als ein neuer Weg der Förderung von Schülerinnen und Schülern besonders vorangetrieben (vgl. Vogt, S. 53). Es haben sich an den Hochschulen verschiedene Ansätze zur Realisierung entwickelt. Der Fokus liegt dabei vorrangig auf mathematisch begabten Schülerinnen und Schülern. Dagegen werden für allgemein mathematisch Interessierte bisher nur vereinzelte Angebote für eigenständiges, offenes und kreatives Arbeiten gemacht. Außerdem ist bei aktuellen Vernetzungsansätzen der Aspekt zu inspirierender Zusammenarbeit oft noch ausbaufähig.

### **Forschungsfragen**

Im Folgenden wird ein Forschungsprojekt zur Vernetzung von Schule und Hochschule im Bereich der Mathematik mit dem Schwerpunkt der Förderung von mathematisch interessierten Schülerinnen und Schülern vorgestellt. Das Projekt besteht aus drei Teilschritten: es beginnt mit von der Hochschule gestalteten Arbeitsgemeinschaften, wird fortgeführt mit der Durchführung der AGs im Tandem Schule-Hochschule (inklusive begleitender Lehrerfortbildung) und endet mit der auf den Unterricht orientierten Phase, wobei hier die Gestaltung durch die Schulen autark, aber weiterhin im Forschungsaustausch mit der Hochschule erfolgt. Die im Folgenden vorgestellte Fallstudie, die in den ersten Schritt eingebettet war, soll Aufschluss zu folgenden Forschungsfragen geben:

- Gelingt es, eine gegenseitig inspirierende Anregung von Schule und Hochschule zu erreichen? Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Schule bzw. Hochschule?
- Erreicht man mit dem neuen Vernetzungsansatz eine Änderung des subjektiven Verständnisses von Mathematik der Beteiligten?
- Was sind geeignete Ansätze zur Förderung von mathematisch interessierten Schülerinnen und Schülern?
- Kann eine wissenschaftlich orientierte Arbeitsweise so faszinierend sein, dass sie Lernende nachhaltig für Mathematik motiviert?

### **Untersuchungsdesign**

Die Untersuchung dieser Forschungsfragen mit Hilfe einer Fallstudie erstreckt sich über die Schuljahre 2012/13 und 2013/14. Zunächst wurden In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 679–682). Münster: WTM-Verlag

drei Mathematik - Arbeitsgemeinschaften an verschiedenen Schulen ohne mathematisch-naturwissenschaftlichem Schwerpunkt von einer Vertreterin der Hochschule durchgeführt. Die Teilnahme an den Arbeitsgemeinschaften war freiwillig, nicht beschränkt und richtete sich bewusst an alle Schülerinnen und Schüler der Klassen sieben bis neun. Ziel der Arbeitsgemeinschaft war es, ihnen eine langfristige Möglichkeit zu geben, Mathematik *authentisch* zu erleben und sich eigenständig und kreativ mit Mathematik auseinanderzusetzen (vgl. Vollrath & Roth 2012, S. 24-25). Die Grundlage der Arbeitsgemeinschaft bildete das Konzept des forschenden Lernens (vgl. Bönsch 1991, S. 199-202). Dies ermöglichte zudem, dass die Schülerinnen und Schüler den Verlauf der Arbeitsgemeinschaft mitbestimmten. Ein weiterer Teil der Untersuchung findet derzeit im zweiten Halbjahr des Schuljahres 2013/2014 statt. Ziel ist es, die gegenseitig beratende, unterstützende, einander anregende und gemeinsam forschende Zusammenarbeit zwischen Lehrerinnen und Lehrern und Dozentin verstärkt in den Mittelpunkt zu rücken. Dazu wird eine Mathematik-Arbeitsgemeinschaft gemeinsam, gleichberechtigt als Tandem vorbereitet, durchgeführt und reflektiert.

Zu Beginn der Arbeitsgemeinschaft wurden alle Jugendlichen mit Hilfe eines Leitfadens interviewt und Zeichnungen zu ihrem Verständnis von Mathematik angefertigt. Eine weitere Befragung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfolgte am Ende des Schuljahres 2012/2013 und des Schulhalbjahres 2013/2014. Weitere Auswertungsinstrumente sind das Lerntagebuch, das die Schülerinnen und Schüler während der gesamten Zeit führten, und die teilnehmende Beobachtung. Am Ende des ersten Halbjahres des Schuljahres 2013/2014 wurden außerdem Interviews mit den Mathematik-lehrerinnen und -lehrern durchgeführt.

### **Alles Zahl oder was? - Schülerinnen und Schüler entdecken das Monochord**

Exemplarisch wird im Folgenden eine der AGs der Fallstudie vorgestellt – um den Kern der Untersuchung und erste Ergebnisse vorzustellen. Sie macht deutlich, dass der Forschungsansatz erfolgreich ist und das Aufdecken wichtiger Kernfragen im Kontext ermöglicht.

Ausgangs- und Mittelpunkt der Arbeitsgemeinschaft mit Schülerinnen und Schülern der achten Klasse eines Gymnasiums im Umland von Halle (Saale) war das Monochord, ein antikes Versuchsinstrument, das mit Saiten bespannt ist. Das Monochord übernimmt als Instrument die Funktion der Visualisierung und der Vermittlung eines akustischen Höreindrucks (vgl. Näf 1999, S.11). Es trägt folglich zum Erleben des Sachverhalts mit allen Sinnen bei.

Nach einem ersten Impuls durch die AG-Leiterin warfen die Schülerinnen und Schüler der Arbeitsgemeinschaft erste Fragen, das Instrument und dessen Erfinder betreffend, auf. Sie untersuchten das Monochord auf dessen Bestandteile und deren Funktion und recherchierten das Leben und Lebenswerk von Pythagoras und den Pythagoreern. Ein Resultat dieser Recherche war der Leitsatz: Alles ist Zahl! Diese These war dann Ausgangspunkt der Frage: Wie viel und welche Mathematik steckt im Monochord? Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Arbeitsgemeinschaft versuchten gemeinsam nach Antworten zu suchen. Ausgangspunkt ihrer Experimente am Monochord war ihr musiktheoretisches Wissen aus dem Schulunterricht. So entdeckten sie die Mathematik in Intervallen, Stimmungen und Obertönen auf dem Monochord. Fazit der Untersuchungen war: Musik ist vertonte Mathematik! Fasziniert von der Arbeitsweise und den Ergebnissen, planten die Schülerinnen und Schüler abschließend einen Workshop für andere Schülerinnen und Schüler, die die Experimente-Werkstatt Mathematik in Halle (Saale) besuchten.

### **Erste Ergebnisse**

Die Fallstudie ist noch nicht abgeschlossen. Trotzdem ergeben sich bereits interessante Forschungsansätze.

Als Anlass für den Besuch der Arbeitsgemeinschaft gaben die Schülerinnen und Schüler vordergründig an, Mathematik von einer anderen Seite kennen lernen zu wollen und dabei Spaß zu haben. Andere Motive waren das Themeninteresse und die Verbesserung im Fach Mathematik.

Es lassen sich auch Rückschlüsse auf die Nachhaltigkeit der Motivation ziehen. Zum Schuljahreswechsel gaben alle Schülerinnen und Schüler an, die Arbeitsgemeinschaft weiter besuchen zu wollen. Die Interviews machen deutlich, dass dabei die Arbeitsweise, Thematik und Weitergabe an andere Schülerinnen und Schüler wichtige Kriterien waren.

Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Interesse an Mathematik und den Emotionen zum Fach? Es zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler an Mathematik interessiert sind. Eine Schülerin äußerte sich so: „So kann man erstmal verschiedene Wege finden und man auch mal von allein auf den richtigen Weg kommen, auf die richtige Idee, anstatt einfach nur alles gesagt zu bekommen!“

Empfinden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Arbeitsgemeinschaft Mathematik zu Beginn als kompliziert und anstrengend, zeigen die Adjektive am Ende der Arbeitsgemeinschaft ein deutlich anderes Bild auf. Hier beschrieben die Schülerinnen und Schüler Mathematik als logisch, lustig, abstrakt, nützlich, kreativ, spannend und interessant. Zudem hat sich auch

ihr Bedeutungsverständnis von Mathematik durch eine Beispielsituation verändert. Anfangs bestand Mathematik nur aus Zahlen. In den Abschlussinterviews sagte ein Schüler: „Mathematik ist eine Naturwissenschaft. Bei einer Naturwissenschaft erforscht man ja irgendwas und wir haben das Verhältnis zwischen Mathe und Musik erforscht.“ Diese Äußerung zeigt auch, dass Mathematik als ein kreatives Werkzeug verstanden wird.

Ist die Motivation an das spezielle Thema gebunden? Gibt es eine Beziehung zwischen Thema und Arbeitsweise? Zu Beginn der Arbeitsgemeinschaft stand das Monochord verstärkt im Mittelpunkt. Im Verlauf des Schuljahres nahm die Faszination des Instruments ab, das eigenständige Experimentieren begeisterte zunehmend. Die Faszination von Wissenschaft als Beschaffen von Wissen wurde zum zentralen Aspekt der Arbeitsgemeinschaft.

Ein weiterer zentraler Punkt der Arbeitsgemeinschaft war die Eigentätigkeit. Anfangs waren die Schülerinnen und Schüler irritiert darüber, *selbst* kreativ zu arbeiten. Diese Rollenverteilung war ihnen bisher ungewohnt. Im Verlauf der Arbeitsgemeinschaft nahmen sie ganz selbstverständlich eine aktive Rolle ein: sie recherchierten eigenständig, planten ihre Untersuchungen und brauchten nur noch einen kleinen Grad fachlicher Unterstützung bei der Bewältigung mathematischer Aufgaben.

### **Fazit und Ausblick**

Im Rahmen der Fallstudie zeigte sich, dass forschendes Lernen einen Beitrag zur Förderung von mathematisch interessierten Schülerinnen und Schülern leistet und eine gegenseitig anregende Beziehung zwischen Schule und Hochschule ermöglicht. Aus den Befragungen der Lehrerinnen und Lehrer ergaben sich weitere Anregungen für die Vernetzung von Schule und Hochschule im Bereich der Mathematik. Ein Ansatz kann das Tandem sein, der eine aktive Beziehung zwischen Lehrerinnen und Lehrer, Dozentinnen und Dozenten und Schule ermöglicht. Im Rahmen des Tandemkonzeptes sollen zukünftig auch Lehrerfortbildungen stattfinden.

### **Literatur**

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

Näf, F. (1999). *Das Monochord*. Bern: Lang.

Vogt, T. (2010). Schule + Hochschule = Netzwerkprojekt – Die Vernetzung von Schule und Hochschule im Bereich Mathematik. *Mitteilungen der Deutschen Mathematik-Vereinigung*, 18, S. 53-54.

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