

Kurzbericht Schulbegleitforschungsnetzwerk 2007 – 2010

Mathematische Lernumgebungen für heterogene Kindergruppen

Zahlreiche Studien belegen inzwischen, dass sich Kinder einer jeden Klasse auch im Hinblick auf ihre mathematischen Leistungen z. T. sehr deutlich unterscheiden. Dennoch fällt es gerade im Fach Mathematik vielen Lehrerinnen und Lehrern nicht leicht Lernprozesse so anzuregen und zu organisieren, dass ihre „bildungsrelevanten Wirkungen auch tatsächlich alle Kinder erreichen“ (Krauthausen/Scherer 2007, S. 225).

Wir beobachten vielfach Versuche die Unterrichtsqualität durch veränderte methodisch-organisatorische oder pädagogische Arrangements (wie z.B. Wochenplan, Freiarbeit, individuelle Lernhefte, Lernen an Stationen etc.) zu verbessern. Viele Maßnahmen zur Öffnung des Unterrichts stellen sich bei genauerem Hinsehen als unfruchtbar im Hinblick auf eine optimale Förderung der mathematischen Lernmöglichkeiten von Kindern heraus. Nicht selten wird durch die Konzentration auf äußere Aspekte einer offenen Unterrichtsorganisation der Sachanspruch des Unterrichts vernachlässigt: Die Strukturen kleinschrittigen Lernens wirken nämlich innerhalb dieser offenen Formen häufig fort (vgl. Wittmann 1996, S. 5).

Eine Öffnung vom Fach aus ermöglicht hingegen Konzepte, die fachlich und fachdidaktisch gefüllt und begründet sind. Der Begriff der Lernumgebung ist zwar vielfach pädagogisch und unterrichtsorganisatorisch dominiert, wir verwenden ihn im Rahmen unseres Projekts aber in dem von Wollring (2006) präzisierten Sinn. In Erweiterung des für den Mathematikunterricht üblichen Begriffs der „Aufgabe“ beschreibt die Lernumgebung eine Arbeitsituation als Ganzes mit folgenden kennzeichnenden Leitideen (vgl. Wollring 2006):

- Gegenstand und Sinn
- Artikulation, Kommunikation, soziale Organisation
- Differenzierung
- Logistik
- Evaluation
- Vernetzung mit anderen Lernumgebungen

In Anlehnung an aktuelle Veröffentlichungen (Hengartner u.a. 2006; Hirt; Wälti 2008) haben wir Lernumgebungen entwickelt und erprobt, die es Kindern mit unterschiedlichen Voraussetzungen ermöglichen dieselbe Aufgabenstellung auf verschiedenen Lernniveaus zu bearbeiten (Prinzip der natürlichen Differenzierung).

Die Lernumgebungen wurden an allen am Netzwerk beteiligten Schulen mit sehr unterschiedlichen Einzugsgebieten (Grundschule Andernacher Str., Grundschule an der Gete, St.-Marien-Schule) in vergleichbarer Weise erprobt. Für die Evaluation der konzipierten Lernumgebungen haben wir – über die Beteiligung von Studierenden - exemplarisch die Lernentwicklung einzelner Kinder analysiert, die bezogen auf die mathematischen Leistungen einen Querschnitt der jeweiligen Lerngruppe repräsentieren. Neben Unterrichtsbeobachtungen und Schülerdokumenten aus dem Unterricht wurden z. T. auch Daten aus Interviews mit den Kindern herangezogen.

Da es gerade im Bereich der Arithmetik bereits zahlreiche veröffentlichte Beispiele von Lernumgebungen gibt, sind vornehmlich Themen aus anderen mathematischen Inhaltsbereichen der Bildungsstandards (KMK 2005) zum Zuge gekommen. Im Fall der Kombinatorik haben wir uns zudem exemplarisch für eine spiralig verbundene Folge von Lernumgebungen entschieden und diese in unterschiedlichen Klassenstu-

fen ($1/2$; $2/3$ und $3/4$) angeboten, so dass wir hier die Lernentwicklung über einen längeren Zeitraum verfolgen konnten. Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht über die erprobten Lernumgebungen.

Inhaltsbereich	Thema	Klasse	Dauer
Zahlen und Operationen: In Kontexten rechnen	Kombinatorik I	1 bzw. 2	ca. 8 h
	Kombinatorik II	2 bzw. 3	ca. 8 h
	Kombinatorik III	3 bzw. 4	ca. 8 h
Zahlen und Operationen: In Kontexten rechnen	Rechengeschichten zum Hören	1	ca. 6 h
	Offene Sachaufgaben	1	ca. 6 h
	Problemhaltige Sachaufgaben	2 bzw. 3	ca. 8 h
	Fermi-Aufgaben (zu Flächeninhalt und Volumen)	3 bzw. 4	ca. 10 h
Muster und Strukturen	Muster geometrischer Figuren	1	ca. 12 h
	Figurierte Zahlen	3	ca. 8 h
Raum und Form	Würfelnetze (Förderung der Raumvorstellung)	3	ca. 10 h

Mit Lernumgebungen unterrichten

In der überwiegenden Zahl haben wir den Unterricht innerhalb der Lernumgebungen nach folgendem Muster strukturiert:

- Pro Woche eine Unterrichtsstunde (z. T. als Doppelstunde)
- Vorstellung der Lernaufgabe
- Längere Phase der Eigenaktivität, wobei die Kinder über ihren Lösungsweg, den Einsatz von Hilfsmitteln und die Art der Dokumentation selbst entscheiden (Sozialform war meist frei wählbar, themenspezifisch war in einigen Fällen für eine erste Auseinandersetzung Einzelarbeit verpflichtend)
- Inhaltsbezogener Austausch über unterschiedliche Bearbeitungen und Reflexion

Vielfach wird der Heterogenität innerhalb einer Lerngruppe durch ein differenziertes Angebot an leichten und schwierigeren Aufgaben Rechnung getragen. Das geht dann häufig zu Lasten eines gemeinsamen Austausches über die Bearbeitungswege, das für den Lernprozess ebenso wichtige Moment des voneinander Lernens kommt zu kurz. Von daher haben wir vor allem solche Aufgaben ausgewählt, an der alle Kinder der Klasse gemeinsam Mathematik treiben, jedoch auf jeweils unterschiedlichen Niveaus. Wittmann (1994) bezeichnet dies als *natürliche Differenzierung*, Büchter, Leuders (2005) sprechen von *selbstdifferenzierenden* Aufgaben.

Darüber hinaus werden bewusst nur wenige Aufgaben angeboten. Es ist eben nicht Ziel, möglichst viele Aufträge in möglichst kurzer Zeit zu erledigen, sondern dass alle Kinder Einsicht in die mathematischen Strukturen gewinnen können. Das unterschiedliche Lern- und Arbeitstempo der Kinder zeigt sich bei jeder Lernumgebung in seiner ganzen Breite. Als Lehrkraft muss man zulassen, dass am Ende nicht alle Schülerinnen und Schüler gleich weit sind.

Für viele Aufgabenstellungen ist eine längere Phase, in der die Schülerinnen und Schüler sich eigenständig mit der Aufgabenstellung beschäftigen, sinnvoll. Bei einem Vorgehen in Kleingruppen besteht oftmals die Gefahr, dass stärkere Kinder die Richtung vorgeben und schwächere Kinder dies nicht nachvollziehen können. Bei der alleinigen Bearbeitung können die Schülerinnen und Schüler demgegenüber auf der Basis ihrer Vorkenntnisse einen Weg einschlagen, der an ihrem individuellen Verständnis am besten anknüpft. Daher sollten die Kinder über mögliche Hilfsmittel und auch die Art der Dokumentation selbst entscheiden. In dieser Phase unterstützt die Lehrkraft die Eigenaktivität der Kinder ohne allerdings inhaltliche Hilfestellungen anzubieten. Wichtig ist aber das grundlegende Interesse der Lehrkraft an und die wertschätzende Haltung gegenüber den individuellen Zugängen der Kinder.

Ein unverzichtbares Element der Lernumgebungen stellt der soziale Austausch über die entstandenen Produkte dar. Die Kinder präsentieren und erklären dann ihre verschiedenen Lösungswege. Damit erfahren die individuellen Wege Würdigung und durch den Vergleich können Kinder zugleich neue Anregungen bekommen, von denen sie ggf. bei der Bearbeitung nachfolgender Aufgaben profitieren können. Vielfach haben wir in der Lernumgebung über einige Stunden bewusst mathematisch strukturgleiche Aufgaben verwendet um schwächeren Schülerinnen und Schülern eine Chance zur Konsolidierung bzw. Weiterentwicklung selbstständig erarbeiteter Zugänge zu bieten und stärkeren anspruchsvollere Transferleistungen zu ermöglichen.

Für Kinder, die die Aufgabe in deutlich kürzerer Zeit bearbeiteten, stand eine Anschlussaufgabe zur Verfügung.

Orientiert an dem Spiralmodell der Handlungsforschung (Lewin 1948) durchlief das Team mehrere Zyklen der Erkenntnisgewinnung und Handlungsveränderung: Erkenntnisse bei Durchführung und Beobachtung des Unterrichts führten ggf. zu Veränderungen der weiteren Planung innerhalb der Lernumgebung, in einem Fall wurde die Lernumgebung auch im Nachhinein deutlich überarbeitet und dann erneut in einer anderen Klasse erprobt.

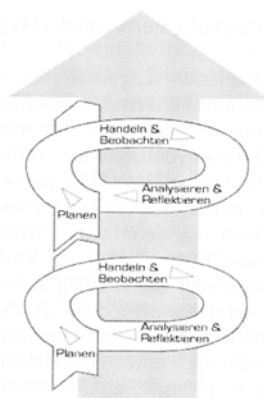


Abb.: Spiralmodell der Handlungsforschung (nach Lewin 1948)

Zusammenfassung der Ergebnisse

Über die einzelnen Lernumgebungen hinweg konnten wir im Hinblick auf die Lernentwicklung der Kinder große Unterschiede feststellen. Bei lernschwächeren Kindern manifestieren sich Lernfortschritte vornehmlich in einem zunehmend systematischeren Herangehen, leistungsstärkere verbessern sich insbesondere im Bereich der Verbalisierung und mathematischen Argumentationsfähigkeit sowie des Transfers. Die Lernentwicklung kann zudem in den unterschiedlichen mathematischen Inhaltsbereichen individuell sehr unterschiedlich verlaufen. Ein Kind mit besonderen Stär-

ken im Bereich der Würfelnetze kann sich mit den problemhaltigen Sachaufgaben durchaus schwer tun.

Aufgrund der Vielzahl von Lernumgebungen konnten wir nicht in allen Fällen mit einer genauen Standortbestimmung starten. Für die Würfelnetze konnten wir allerdings in allen Klassen bereits zu Beginn ein erstaunlich hohes Maß an Vorkenntnissen und Vorerfahrungen einzelner Kinder nachweisen.

Auch die von uns genutzten Formen der Differenzierung haben sich i.W. als tragfähig erwiesen: Die Unterrichtsbeobachtungen bestätigten insgesamt unseren Eindruck einer gelungenen Balance zwischen genügend Anforderungen für leistungsstärkere und notwendiger Unterstützung für leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler. Zudem war der inhaltliche Rahmen in allen beteiligten Klassen gleich.

Die jeweils exemplarisch durchgeführten Analysen der Lernentwicklung einzelner Kinder belegen, dass der Unterricht für die Kinder zu inhaltsbezogenen Lernfortschritten geführt hat, wenngleich in einem recht unterschiedlichen Ausmaß. Bestätigt wird dies auch durch die Rückmeldungen der Kinder, die sich über die Klassen hinweg positiv äußern. Auch eher innermathematisch motivierte Themen (wie z.B. die Kombinatorik oder die problemhaltigen Sachaufgaben) stießen auf große Resonanz, was wir nicht zuletzt auf erlebte eigene Kompetenzerfahrungen zurückführen. In Verbindung mit der Wertschätzung von Teilleistungen wurden die Kinder in ihren Selbstkonzepten gestärkt, welches eine zentrale Grundlage erfolgreichen Lernens darstellt.

Eine genauere Dokumentation der Lernumgebungen mit Anmerkungen zu den Lernentwicklungen der Kinder findet man in unserem Forschungsportfolio.

Transfer

Ausgewählte Lernumgebungen wurden mit Blick auf die Lernentwicklung der Kinder auf mathematikdidaktischen Tagungen und Tagungen des Nordverbundes Schulbegleitforschung vorgestellt. Darüber hinaus wurden im Verlauf der Projektlaufzeit Fortbildungsangebote für Lehrkräfte angeboten (Landesinstitut für Schule Bremen, Forum Lehren und Lernen der Universität Bremen).

In allen drei Schulen sind die Lernumgebungen den Kolleginnen und Kollegen in den Fachkonferenzen vorgestellt und von einigen auch in deren eigener Klasse durchgeführt worden. Einige grundlegende Aspekte der Lernumgebungen sind in das schulinterne Curriculum übernommen worden. Darüber hinaus waren an dem Projekt über 30 Studierende mit Abschlussarbeiten beteiligt, die meisten haben sowohl die Bachelor- als auch die MA-Arbeit in dem Projekt geschrieben. Die intensive Beobachtung des Unterrichts, die reflektierte Auseinandersetzung mit der Unterrichtspraxis und der Austausch mit den Lehrerinnen bedeutete auch für die Studierenden einen Schritt zu deutlich mehr Professionalisierung. In zwei Schulen hatten zudem Referendarinnen die Möglichkeit die entwickelten Lernumgebungen auszuprobieren und sich mit der vorgegebenen Arbeitsweise im Unterricht auseinanderzusetzen.

Literatur

Büchter, A.; Leuders, T. (2005): Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Lernen fördern – Leistung überprüfen. Berlin: Cornelsen Scriptor

- Hengartner, E. u. a. (2006). Lernumgebungen für Rechenschwache bis Hochbegabte. Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht. Zug: Verlag Klett und Balmer
- Hirt, U.; Wälti, B. (2008): Lernumgebungen im Mathematikunterricht. Seelze: Friedrich Verlag
- KMK (Hg., 2005): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich. Beschluss vom 15.04.2004. München
- Krauthausen, G./Scherer, P. (2007): Einführung in die Mathematikdidaktik. 3. Aufl., München: Elviesier
- Lewin, Kurt (1948): Action research and minority problems. In: Resolving social conflicts, New York
- Wittmann, E. Ch. (1996): Offener Mathematikunterricht in der Grundschule – vom FACH aus. In: Grundschulunterricht, Heft 6, S. 3-7
- Wittmann, E. Ch. et al. (1994): Das Zahlenbuch. Mathematik im 1. Schuljahr. Lehrband. Stuttgart, Klett-Verlag
- Wollring, B. (2006): Kennzeichnung von Lernumgebungen für den Mathematikunterricht in der Grundschule. In: Kasseler Forschergruppe (Hrsg.): Lernumgebungen auf dem Prüfstand. Bericht 2 der Kasseler Forschergruppe Empirische Bildungsforschung Lehren – Lernen – Literacy, S. 9-26. Kassel: Kassel University Press GmbH.