

Projekt

„Lernumgebungen für Langsame bis Hochbegabte: Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht“

Das Projekt wurde im Studienjahr 1999-2000 an der Höheren Pädagogischen initiiert als eine konstruktive Antwort auf Ergebnisse des Vorgängerprojekts „Standorte und Denkwege von Kindern im Mathematikunterricht“ (1994-2000). Während des Studienjahres 2000-2001 folgten detaillierte Planungen und Absprachen mit den beteiligten Schulgemeinden Thalheim AG, Lupsingen BL und Heimberg BE. Die Ausführungen zu Zielen (1.), Begründungen (2.) und Vorprojekten (3.) sind den Eingaben an die Bildungsdirektionen der Kantone Aargau (Vittorio E. Sisti) und Basel-Landschaft (Beat Wirz) entnommen (Juni 2001). Unter Stand der Projektarbeit (4.) werden Angaben zu inhaltlichen Schwerpunkten, beteiligten Personen und ersten Ergebnissen der Projektarbeit zusammengefasst.

1. Projektziel

Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Erprobung von Lernumgebungen. Lernumgebungen sind Aufgaben, die eine niedere Eingangsschwelle für langsamer lernende Kinder anbieten, die auch für Kinder mit Lernschwächen zugänglich sein sollen. Zugleich enthalten die gleichen Aufgaben dank ihrer Reichhaltigkeit aber auch Forderungen für schnell lernende und für mathematisch hochbegabte Kinder bereit. Mit der Entwicklung von Lernumgebungen kann das Problem der Heterogenität für zentrale Themenkreise des Mathematikunterrichts angegangen und integrativ (das heißt innerhalb des Klassenunterrichts) gelöst werden. Das Projekt „Lernumgebungen“ ist eine Fortsetzung des Projekts „Standorte und Denkwege im Mathematikunterricht“ (1994 bis 2000): Es setzt gewonnene Erkenntnisse in Entwicklungsarbeiten für die Praxis um.

2. Begründung und Bezüge

Heterogenität als Herausforderung

Es gibt kaum ein zweites Fach auf der Primarstufe, welches durch herkömmliche Lehrmittel so rigide durchgeplant erscheint wie der Mathematikunterricht. Je kleinschrittiger die Planung und je mehr sie die gleichen Aufgaben für alle enthält, desto mehr gerät sie in Widerspruch zum Lernen der Kinder als einer aktiven Sinnkonstruktion. Die Orientierung am imaginären Durchschnitt einer Klasse führt überdies zu Problemen mit zwei Extremgruppen von Kindern, nämlich den besonders langsam und den sehr schnell lernenden. Nun erhalten Kinder, die viel langsamer vorankommen als die andern, oft besondere Hilfe - sei es in sonderpädagogisch betreuten Gruppen oder durch therapeutischen Einzelunterricht. Es gibt für sie seit Langem institutionalisierte Lösungen und eine eigene sonderpädagogisch ausgerichtete Didaktik.

Am andern Ende des Leistungsspektrums sind nicht nur Hochbegabte, sondern auch Kinder, die in Mathematik als Frührechner (und in Sprache als Frühleser) bezeichnet wurden (vgl. Stamm 1998 und 1999). Frühes Rechnen und Lesen kann ein Merkmal von besonderer Begabung sein, evt. auch von

Hochbegabung. Für solche Kinder hat der bisherige Mathematikunterricht in der Regel weder besondere Angebote bereitgestellt noch ist eine Didaktik angemessener Förderung entwickelt worden. Sie sind in der traditionellen Didaktik vernachlässigt worden. Es mehren sich Stimmen, die auch für sie besondere Fördermaßnahmen (z.B. Enrichment-Programme) fordern, teils in eigenen Gruppierungen und unter professioneller Anleitung. Die Vorstellungen und Forderungen gehen bis hin zur teilweisen oder gar völligen Separation.

Der Lösungsansatz von „mathe 2000“

Nun liegt mit dem Projekt „mathe 2000“ ein Lösungsansatz vor, der es ermöglicht, die Probleme beider Extremgruppen besser anzugehen und *sie innerhalb des Klassenunterrichts* - das heißt *integrativ* zu lösen. In einer mehr als zehnjährigen Forschungs- und Entwicklungsarbeit haben die Professoren Wittmann und Müller an der Universität Dortmund mit einer Projektgruppe Aufgaben für den Mathematikunterricht der Primarstufe bereitgestellt, welche für langsame Lerner und Lernerinnen zugänglich sind, die aber „Rampen“ für eine Bearbeitung auf höheren Niveaus - auch jenem von Hochbegabten - enthalten. Die Ergebnisse für die Praxis wurden zunächst in zwei Handbüchern produktiver Rechenübungen veröffentlicht (Wittmann/ Müller 1990 und 1992) und sodann in ein Schulbuch umgesetzt, das Zahlenbuch (Wittmann u.a. 1993 - 1997). Eine für die Schweiz bearbeitete Ausgabe des Zahlenbuchs liegt zur Zeit bis zum 6. Schuljahr vor (hrsg. von Hengartner/ Wieland 1995-1998). Für das 5. und 6. Schuljahr handelt es sich um Neuentwicklungen. Mit unserem Projekt schließen wir an das Projekt „mathe 2000“ an.

Lernumgebungen für alle Fähigkeitsgruppen

Zu den zentralen Themenkreisen der Primarschulmathematik sollen Lernumgebungen weiterentwickelt und gezielt erprobt werden, die durch ihre Reichhaltigkeit eine Vielfalt von Aktivitäten auf verschiedenen Niveaus anbieten. Die Lernumgebungen sollen so gestaltet sein, dass sie nach sorgfältiger Einführung durch die Lehrperson von den Kindern her differenzieren. Bauersfeld nannte dies „Differenzierung im Lösungsvollzug“; Wittmann bezeichnet sie als „natürliche Differenzierung“. Die Aufgaben sollen für alle Kinder – auch für die langsamsten unter ihnen – einen Einstieg anbieten, sodann aber Bearbeitungsmöglichkeiten für alle Fähigkeitsstufen – auch für jene der Hochbegabten – öffnen. Beispiele solcher Lernumgebungen finden sich in den Abbildungen 1 und 2: Zahlenmauern als Übungsformat zeigen eindrücklich die Heterogenität in einer ersten Klasse. Und die zwei Aufgabenbeispiele zur Zahlraumerweiterung – Zahlen an der Stellentafel bilden und Geldbeträge bilden – stehen für Lernumgebungen mit einer tiefen Eingangsschwelle und zahlreichen höheren Anforderungen dank der zugrunde liegenden Struktur.

Wenn solche Aufgaben zu den zentralen Rahmenthemen flächendeckend vorliegen, Aufgaben, deren Bearbeitungsniveaus über 3 bis 4 Schuljahre streuen, dann ist das Postulat einer differenzierten Förderung langsamer und schneller Kinder innerhalb der Klasse erfüllt. Wir gehen das Problem der Heterogenität demnach über eine veränderte Didaktik von Lernumgebungen an. Die Differenzierung innerhalb gemeinsamer Aufgaben für alle hebt sich von einer

Didaktik der Zusatzprogramme ab. Die Inszenierung von Lernumgebungen gibt den Lehrpersonen Freiräume für Beobachtung und individuelle Betreuung.

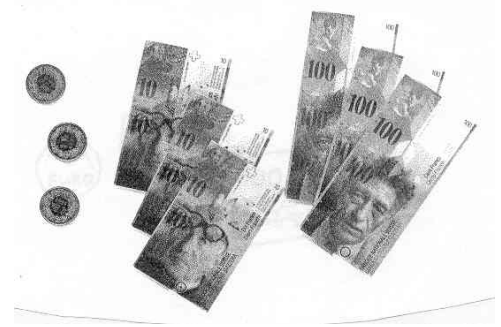
<p>Vorlage im Lehrmittel</p>	<p>Lukas</p>	<p>Michael</p>
<p>Shelly</p>		<p>Hike</p>
<p>Sibana</p>	<p>Guido</p>	<p>LINO</p>

Abbildung 1: Beispiel Zahlenmauern im 1. Schuljahr – In den Eigenproduktionen der Kinder spiegelt sich eindrücklich die Heterogenität der Leistungen, welche, gemessen an den schulischen Lernzielen, über 3 bis 4 Schuljahre streuen.

GELDBETRÄGE BILDEN

Ziel: Dekadische Struktur des Zahlraums innerhalb einer kombinatorischen Problemstellung

Material: Spielgeld



Aufgaben:

- Nimm immer *drei* Stücke. Welche Geldbeträge kannst du bilden? Ordne die Geldbeträge nach Größe. Wie viele verschiedene Beträge kannst du legen?
- Versuche jetzt dasselbe mit immer *zwei* Stücken, mit *einem* Stück, mit immer *vier*, mit *fünf*, *sechs*, ... *acht* Stücken. Welche Beträge kannst du jedes Mal legen? Und wie viele verschiedene sind es jedes Mal?
- Teile die Geldbeträge unter neun Kinder: Was fällt auf?
- Was geschieht, wenn du noch Tausendernoten dazu nimmst?

ZAHLEN AN DER STELLENTAFEL BILDEN

Ziel: Dekadische Struktur des Zahlraums innerhalb einer kombinatorischen Problemstellung

Material: Stellentafel und Legeplättchen



H	Z	E

Aufgaben:

- Lege mit *drei* Plättchen Zahlen an der Stellentafel. Du musst immer alle drei Plättchen legen. Ordne die gefundenen Zahlen nach der Größe. Wie viele verschiedene Zahlen kannst du finden?
- Versuche jetzt dasselbe mit immer *zwei* Plättchen, mit *einem* Plättchen, mit *fünf*, *sechs*, ... *acht* Plättchen. Wie viele Zahlen kannst du jeweils bilden?
- Dividiere die gefundenen Zahlen durch 9: Was fällt auf?
- Was geschieht, wenn du noch den Stellenwert für Tausender dazu nimmst?

	H	Z	E
21		2	1
120	1	2	0

Abbildung 2. Lernumgebungen zur Zahlraumerweiterung bis 1000 (3. Schuljahr) – Aufgabe a. bietet für alle einen Einstieg, die Aufgaben b. bis d. enthalten Forderungen für höhere Niveaus.

3. Vorprojekte im Rahmen des Projektstudiums an der HPL

Das mehrjährige Projekt „Standorte und Denkwege im Mathematikunterricht“ hat in eindrücklicher Weise gezeigt, wie unterschiedlich die Kenntnisse und Fähigkeiten innerhalb einer Klasse und zwischen den Klassen sind und welcher Vielfalt von Denkwegen man begegnet (vgl. den Sammelband Hengartner 1999). Der festgestellten Heterogenität wollen wir durch die Entwicklung und Erprobung von Lernumgebungen gerechter werden; das ist der Projektplan. Er basiert auf den Erkenntnissen zweier Vorprojekte.

Entwicklung eines Forschungsdesigns: Vorprojekt 1999/ 2000:

In diesem Vorprojekt haben Studierende im Rahmen des Projektstudiums mit Kindern des zweiten und vierten Schuljahres gearbeitet. Es wurden auf jeder Klassenstufe lediglich zwei Lernumgebungen erprobt: Mit je zwei Kindern, die von den Lehrpersonen als eher langsam, als mittel und als sehr schnell bezeichnet wurden, sind klinische Interviews entlang der Lernumgebungen durchgeführt worden. Bei den „schnellen“ Kindern waren stets Kinder dabei, die als Hochbegabte abgeklärt worden waren (Gutachten von Dr. Stednitz). In diesem Vorprojekt ging es um die Weiterentwicklung eines Forschungsdesigns für die Erprobung von Lernumgebungen (Egloff/ Kleiner 2000 und Tschanz u.a. 2000).

Lernumgebungen zur Zahlraumerweiterung 1.- 4. Klasse: Vorprojekt 2000/2001:

Gemeinsam mit acht Lehrpersonen des 1. bis 4. Schuljahres (einschließlich EK) erprobten 15 Studierende im Rahmen des Projektstudiums und der Diplomarbeit *Lernumgebungen zur Zahlraumerweiterung* bzw. zu Zugängen zur Zahlenwelt im 1. Schuljahr. Der Akzent lag nun vermehrt auf einer breiteren Entwicklungsarbeit in einem wichtigen Rahmenthema. Ausgewertet wurden Lern- und Unterrichtsprozesse über Schülerdokumente und klinische Interviews mit ausgewählten Kindern zu besonderen Aufgaben.

In diesem Vorprojekt waren Lehrpersonen aus den Kantonen Aargau (Zofingen, Oberentfelden und Möhlin), Luzern (Wikon und Reiden) und Basel-Landschaft (Rickenbach bei Gelterkinden) beteiligt.

4. Stand der Projektarbeit (Studienjahr 2001-2002)

Ausweitung auf alle Themenkreise der Primarschulmathematik

Die laufenden Entwicklungs- und Erprobungsarbeiten sollen nun auf *alle zentralen Rahmenthemen der Primarschulmathematik ausgeweitet* werden. Die Ergebnisse des Vorprojekts „Lernumgebungen zur Zahlraumerweiterung“, dazu gehören die Lernumgebungen selbst, aber auch das Erprobungsdesign und die Auswertungsmöglichkeiten, wurden an neue Lehrpersonen und die beteiligten Studierenden vermittelt. Diese konnten damit einen bereits erprobten Anfang machen, sich einarbeiten und neue Rahmenthemen bearbeiten.

Mitwirkung von Projektgemeinden und Studierenden

Wir suchten für das Hauptprojekt *Lehrerkollegien*, die bereit waren, über einen Zeitraum von 2 bis 3 Jahren am Projekt mitzuarbeiten. Die Mitwirkung eines ganzen Schulhauses erleichtert Fortbildung, Koordination, Begleitung, Auswertung und Entwicklung. Da die zu entwickelnden Aufgaben in ihren Anforderungen über mehrere Schuljahre streuen, sollten die beteiligten Lehrpersonen aller 5 Primarklassen in der Planung zusammenarbeiten. Diese ist ja vom Ansatz her schulstufenübergreifend. Konkrete Zielsetzungen und der Zeitrahmen wurden im Schulhausteam diskutiert und vereinbart.

Im *Kanton Aargau* arbeiten sechs Lehrpersonen verschiedener Schulgemeinden mit. Das Projekt ist hier dezentral organisiert.

Im *Kanton Basel-Landschaft* waren die Lehrpersonen der Schulgemeinde Lupsingen zur Mitwirkung im Projekt bereit. Es handelt sich um eine kleine Schulgemeinde mit drei 3 Jahrgangsklassen und einer Zweiklassenabteilung. Die Lehrpersonen unterrichten seit Sommer 2001 mit dem Zahlenbuch, was eine wichtige Voraussetzung für die Projektarbeit war.

Eine weitere Mitarbeit hat sich mittlerweile seitens des Verantwortlichen für Fortbildung in Primarschulmathematik des *Kantons Bern* angebahnt. Die Einrichtung und Begleitung des Projekts wird dort von Ueli Hirt kantonsintern organisiert. Als Schulgemeinden wirken Heimberg bei Thun und Rümliigen mit.

Am Projekt wirken Studierende der Fachhochschule-Pädagogik, Aargau und des Lehrerinnenseminars Liestal im Rahmen von Projektstudien mit (zur Zeit mit den Tutoren Beat Wälti, Elmar Hengartner, René Koch und Hans Röthlisberger). Die Arbeit der Studierenden in den Klassen und die Begleitung der Projektarbeit konzentrieren sich auf die Entwicklung von Lernumgebungen und die Auswertung von Schülerdokumenten und gelegentliche Videoaufnahmen. Diese Arbeiten stehen an der Fachhochschule in Verbindung mit der Diplomarbeit. Die Mitwirkung der Studierenden versteht sich als intensive Form fachdidaktischer Qualifizierung.

Zu erwartende Ergebnisse des Projekts

Für das Problem, dass wir im Mathematikunterricht langsame, mittlere, schnelle und hochbegabte Kinder fordern und fördern sollten, kann das geplante Projekt folgende Lösungsansätze und Hilfen bereitstellen:

1. ein Instrumentarium bestehend aus reichhaltigen *Lernumgebungen*, die für das ganze Begabungsspektrum Forderungen bereithalten;
2. eine *Didaktik der natürlichen Differenzierung* für den Umgang mit unterschiedlichen Lernwegen und Lernniveaus;
3. Lehrpersonen, die durch eigene Unterrichtsarbeit und Planung im Team über einen längeren Zeitraum *Kompetenzen für einen Unterricht mit Lernumgebungen* erworben haben und diese auch weitergeben können.

Bis zum Sommer 2002 wurden vorerst etwa 20 bis 30 Lernumgebungen erprobt sein und Lehrerinnen und Lehrern zur Verfügung gestellt werden. In den folgenden zwei Jahren – das Projekt dauert voraussichtlich bis 2004 – werden weitere Lernumgebungen hinzukommen, sodass schliesslich etwa 60 bis 80 Lernumgebungen zu den zentralen Themen der Primarschulmathematik veröffentlicht werden können.

Es handelt sich um ein Entwicklungsprojekt mit Anteilen begleitender Forschung, dessen Ergebnisse der Verbesserung des Mathematikunterrichts dient.

Erwähnte Literatur:

Egloff, M. / Kleiner, S. (2000): *Lernumgebungen zu „Zahlenmauern“ und „Geld“*, 2. Schuljahr. Unveröffentl. Diplomarbeit. HPL: Zofingen.

Hengartner, E. (Hrsg., 1999): *Mit Kindern lernen. Standorte und Denkwege im Mathematikunterricht*. Klett und Balmer: Zug.

Stamm, M. (1998): *Frühlesen und Frührechnen als soziale Tatsachen?* Schlussbericht. Institut für Bildungs- und Forschungsfragen im Schulbereich: Aarau.

Tschanz, Cl. u.a. (2000): *Lernumgebungen zur Multiplikation*, 4. Schuljahr. Unveröffentl. Diplomarbeit. HPL: Zofingen.

Wittmann, E. Ch./ Müller, G.N. (1990/ 1992): *Handbuch produktiver Rechenübungen. Bd. 1: Vom Einspluseins zum Einmaleins. Bd. 2: Vom halbschriftlichen zum schriftlichen Rechnen*. Klett: Stuttgart/ Leipzig.

Wittmann, E. Ch./ Müller, G. N. u.a. (1999-2001): *Das Zahlenbuch*, 1. bis 4. Schuljahr. Klett: Leipzig (Neubearbeitung der Ausgabe B ab 2001).

Zofingen, im Februar 2002-02-14

Elmar Hengartner