PETRA SCHERER, Bielefeld, GÜNTER KRAUTHAUSEN, Hamburg

Ausgestaltung und Zwischenergebnisse des EU-Projekts NaDiMa (Partner Deutschland)

Dieser Beitrag ist Teil 2 zu Krauthausen/Scherer (2010a, in diesem Band).

1. Inhaltliche & Methodische Umsetzung

In der deutschen Projektgruppe wurden arithmetische Lernumgebungen für verschiedene Schuljahre konzipiert und erprobt. Dies geschah in drei zentralen Etappen (Pilotstudie, 1. & 2. Feldtest). Alle Unterrichtsstunden der Pilotstudie und des 1. Feldtests wurden videografiert und transkribiert. Erhebungen zur Motivation erfolgten über unterschiedliche, sich ergänzende Instrumente (in Abhängigkeit von der Projektphase oder vom Alter der Schüler: standardisierter Test SELLMO-S zur Lern- und Leistungsmotivation in der Schule; Items aus TIMSS 2007 zum Mathematikunterricht bzw. ihre Adaption für die eingesetzten Lernumgebungen; halbstandardisierte Interviews mit einzelnen Kindern, u. a. zu Lieblingsfächern, Einschätzung der Schwierigkeit des Mathematikunterrichts und analogen Fragen zur speziellen Lernumgebung, jeweils mit Begründungen).

Für den 1. Feldtest wurde im 2. & 4. Schuljahr die Lernumgebung Rechendreiecke (vgl. z. B. Krauthausen/Scherer 2010b) gewählt und in ca. acht Unterrichtsstunden u. a. mit folgenden Inhalten erprobt: einführende und offene Aufgaben, operative und problemorientierte Übungen (vgl. Scherer/Krauthausen 2010). Den Lehrpersonen wurden neben Hintergrundliteratur mögliche Stundenverlaufspläne inkl. Arbeitsblätter als Gerüst zur Verfügung gestellt. Ihnen war es freigestellt, aus den Einzelthemen auszuwählen oder diese auch zu modifizieren.

2. Natürliche Differenzierung bei offener Aufgabe

Bei offenen Aufgaben kann grundsätzlich auf individuellem Niveau gearbeitet werden. In welcher Form aber wird diese Offenheit *tatsächlich* genutzt? Zwei Probleme sind typisch: (a) eine grundsätzliche Unsicherheit bei offeneren Situationen, denn ein sachgerechter Umgang mit Offenheit im Unterricht muss von *allen* Beteiligten gelernt werden, um Beliebigkeit zu vermeiden. (b) Die Wahl eines angemessenen Schwierigkeitsgrads. Abgesehen davon, dass ›Schwierigkeit‹ ein subjektiver Begriff ist, gibt es bei der selbstständigen Wahl Kinder, die sich dabei systematisch und offensichtlich unterfordern. Wirksam ist hier u. U. das Selbstkonzept, speziell, ob ein Kind eher erfolgs- oder misserfolgsmotiviert ist: So wählen Misserfolgsmotivierte häufiger als Erfolgsmotivierte leichte Aufgaben, um sich den Erfolg von vornherein zu sichern, oder aber sie setzen sich unrealistisch hohe Ziele, so dass das Nichterreichen durch die große Aufgabenschwierigkeit erklärt werden kann (vgl. Lauth/Schwarz 1980, 172 f.). Andere Kinder – nicht nur die Leistungsstarken (vgl. z. B. Grossman 1975; Scherer 2007) – wählen bei offenen Aufgaben gezielt Zahlenmaterial oder Aufgaben (und dies erfolgreich), die im Unterricht noch nicht thematisiert wurden. Dies weist eher in die Zone der nächsten Entwicklung und kann deutlich zur Aufrechterhaltung der Motivation beitragen.

Bei unserer Erprobung sollten die Kinder ihre Rechendreiecke entsprechend der Kategorien *leicht*, *schwer* und *besonders* wählen (vgl. Krauthausen/Scherer 2011; auch van den Heuvel-Panhuizen 1996). Es zeigte sich für jede Kategorie ein recht weites Spektrum, wobei in den Kategorien leicht/schwer v. a. die Größe der Zahlen bzw. die erforderliche/›gefühlte‹ Rechenfertigkeit das Zuordnungskriterium waren. Dass es auch noch andere Kriterien gibt, macht u. a. den Reiz der (bewusst vorab nicht näher konkretisierten) Kategorie ›besondere‹ aus, die zu zahlreichen interessanten Lösungen und Begründungen führte (vgl. Krauthausen/Scherer 2011).

3. Natürliche Differenzierung bei problemorientierter Aufgabe

Im Projekt wurde u. a. der folgende Forschungsauftrag in Form von Behauptungen ›virtueller‹ Kinder eingesetzt: *Lisa behauptet: »Es gibt keine Rechendreiecke mit drei geraden Außenzahlen!« und Mehmet behauptet: »Es gibt keine Rechendreiecke mit drei ungeraden Außenzahlen!« Wer hat Recht? Probiere aus und erkläre!* Bewusst wurden hier eine wahre und eine falsche Behauptung kombiniert, um evtl. unterschiedliches Argumentationsverhalten der Schüler zu analysieren. Für die Ablehnung der ersten Behauptung reichte vielen die Angabe eines Gegenbeispiels. Bezogen auf die Fragestellung ist dies zunächst auch nahe liegend (hinreichend). Offen blieb dann aber eine Begründung bzw. die generalisierende Betrachtung *aller* Fälle, in denen ausschließlich gerade Außenfelder entstehen können (drei gerade oder drei ungerade Innenfelder). Im Unterricht, insbesondere bei der Reflexion im Plenum, muss hier die Lehrperson geeignete Impulse setzen und zur Diskussion auf der Meta-Ebene anregen. Die zweite Behauptung zu bewerten, war anspruchsvoller, da man zwangsläufig unterschiedliche Fälle untersuchen musste und unter Verwendung natürlicher Zahlen keine drei ungeraden Außenfelder möglich sind. Die Äußerungen wiesen hier ein breites Spektrum auf; einige Schüler hatten wenig Erfahrung mit unlösbaren Aufgaben und konnten diese nur schwer aushalten. So suchten einige nach Alternativen und Variationen, die die Aufgabe lösbar machten, und mündeten in andere Zahlbereiche (Brüche) oder Variationen des Formats (Änderung der Operation zur Multiplikation, in eine symmetrische Figur, z. B. Viereck, Sechseck; vgl. Krauthausen/Scherer 2010b).

4. Fazit & Perspektiven

Die Projekterprobungen konnten zeigen, dass die den Lernumgebungen innewohnende Substanz, die ein Arbeiten auf unterschiedlichen Niveaus ermöglicht, von den Schülern auch angenommen wird. Die jeweiligen Aufgabentypen (offene Aufgaben, offenere Forschungsaufträge, gezielte Problemstellungen) zeigten unterschiedliche Effekte und ließen sowohl inhalts- als auch prozessbezogene Kompetenzen integrativ zum Tragen kommen – ausdrücklich und von der Sache her nahe liegend.

So zeigte sich die natürliche Differenzierung u. a. in der *Wahl des Zahlenmaterials* (bei der problemorientierten Aufgabe geschickterweise kleine Zahlen, was auch reflektiert werden sollte) und durch die Anzahl der bearbeiteten Beispiele. Differenzierungen ergeben sich auch hinsichtlich der Problemlösestrategien (z. B. von den Innen- oder den Außenzahlen ausgehen; Beziehung Summe der Innenzahlen zur Summe der Außenzahlen untersuchen). Festzustellen waren Argumentationen anhand konkreter Zahlenbeispiele oder in allgemeiner Form. Das Spektrum reichte von der Betrachtung von Einzelfällen über Fallunterscheidungen, bis hin zur Vollständigkeit. Insgesamt kann durch solche Forschungsaufgaben ein grundsätzliches Begründungs- und Beweisbedürfnis geweckt werden (Winter 1983).

Der Vorteil substanzieller Lernumgebungen besteht darin, dass Anforderungsniveaus nicht vorab festgelegt sind und mit fließenden Übergängen in natürlicher Weise ermöglicht werden. In der von uns eingesetzten Form – mit dem Zusammenspiel individueller Zugänge und Bearbeitungen, Partner- und Kleingruppenarbeit, aber eben auch mit zentralen Reflexions- und Integrationsphasen – wird auch das soziale Lernen nicht vernachlässigt.

Die ersten Ergebnisse zeigten, dass die Motivation für den Mathematikunterricht und das Mathematiklernen insgesamt recht hoch ist, nicht nur bei leistungsstarken Schülern. Speziell wurde zu den eingesetzten Lernumgebungen geäußert, dass diese Aufgaben mehr Spaß gemacht haben, weil dort Muster auftraten, weil man selbst etwas aussuchen konnte oder weil man erfolgreicher war als sonst im Mathematikunterricht. Im Verlauf des Projekts werden die Motivationsaspekte noch genauer auszuwerten sein. Die Beispiele dokumentieren aber eindrücklich, dass intrinsische Motivation nicht zwingend an Anwendungsorientierung gebunden ist. Entscheidender als die Frage, ob Realitätsbezüge oder innermathematische Strukturen, scheint das Merkmal der enthaltenen Substanz zu sein, für die es die Kinder (u. U. neu) zu sensibilisieren gilt.

Hinsichtlich der Lehrerrolle sind insbesondere wesentlich: die eigene mathematische Durchdringung der Problemstellung, eine antizipierende Reflexion möglicher Strategien und Niveaus und die Analyse tatsächlicher Schülerbearbeitungen, Überlegungen zur Integration verschiedener Lösungen und Begründungen und damit verbunden auch die Fähigkeit, Plenumsdiskussionen angemessen zu moderieren. Dem Umgang mit den verschiedenen Schülerbeiträgen, ob verbal oder schriftlich, kommt eine zentrale Bedeutung zu: Da diese oft unvollständig oder nicht unbedingt mathematisch korrekt sind, muss die Lehrperson über ein vielfältiges Repertoire verfügen, wie z. B.: um Präzisierung nachfragen, insistieren, die Schüleräußerung zurückspiegeln (*»Ich habe dich jetzt so verstanden …«*), ggf. mit dem bewussten Durchspielen eines Missverständnisses, um dadurch Konflikte zu erzeugen, die erneutes, präziseres Formulieren erfordern. Insgesamt ist eine Unterrichtskultur erstrebenswert mit einem durchgängigen und expliziten Modellverhalten der Lehrperson und der gewohnheitsmäßigen Initiierung und Aufrechterhaltung von Metakommunikation (z. B. über den Schwierigkeitsgrad von Aufgaben und entsprechende Wertmaßstäbe).

Literatur

Grossman, R. (1975). Open-ended lessons bring unexpected surprises. *Mathematics Teaching*(71), 14-15.

Krauthausen, G./Scherer, P. (2010a). Heterogenität, Differenzierung, Individualisierung – Hintergründe des EU-Projekts NaDiMa. (in diesem Band)

Krauthausen, G./Scherer, P. (2010b). *Umgang mit Heterogenität. Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht der Grundschule*. Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen. Kiel: IPN-Materialien. http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Krauthausen-Scherer.pdf

Krauthausen, G./Scherer, P. (2011). Natürliche Differenzierung durch offene Aufgaben im Rahmen substanzieller Lernumgebungen. Erscheint in: *Grundschulunterricht*(1).

Lauth, G./Schwarz, H. (1980). Anspruchsniveau im Vergleich von Schülern der Grundschule und der Schule für Lernbehinderte. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 31(3), 169-173.

Scherer, P. (2007). Offene Lernumgebungen im Mathematikunterricht – Schwierigkeiten und Möglichkeiten lernschwacher Schülerinnen und Schüler. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 58(8), 291-296.

Scherer, P./Krauthausen, G. (2010). Natural Differentiation in Mathematics – The project NaDiMa. Erscheint in M. van Zanten & al. (Hrsg.), *Proceedings of 28th Panama Conference*. Utrecht: Freudenthal Institute.

Van den Heuvel-Panhuizen, M. (1996). *Assessment and realistic mathematics education*. Utrecht: Freudenthal Institute.

Winter, H. (1983). Zur Problematik des Beweisbedürfnisses. *Journal für Mathematik-Didaktik*(1), 59-95.

Das Projekt NaDiMa wird gefördert unter 142453-LLP-1-20089-1-PL-COMENIUS-CMP (vgl. www.nadima.eu).