

Edyta NOWINSKA, Osnabrück

## **Monitoring-Aktivitäten als Hilfe zur Erhöhung der Nachhaltigkeit von mathematischen Lernprozessen**

### **1. Einleitung**

Die in (Cohors-Fresenborg, 2009) diskutierten Ergebnisse über die Bedeutung von Monitoring-Aktivitäten für den Lernerfolg von Schülern stellen die Unterrichtswissenschaft vor die Aufgabe, nach Methoden der Verankerung einer die Monitoring-Aktivitäten der Lernenden fördernden Unterrichtskultur zu suchen. Diese Problematik soll in den Debatten über die Möglichkeiten der Verbesserung der Unterrichtsqualität mehr Beachtung finden. Im Folgenden wird gezeigt, dass man beim konstruktiven Umgang mit Schülerfehlern durch die Konstruktion geeigneter Aufgaben die Monitoring-Aktivitäten der Schüler auslösen kann. Diese Maßnahme hat sich bewährt, um die Nachhaltigkeit des Mathematiklernens in der Realschule zu verbessern.

Die Überlegungen werden an Beispielen aus dem Projekt KogMaL-R (Kognitionsorientiertes Mathematik-Lehren in der Realschule) zur Verbesserung der Nachhaltigkeit des Realschulmathematikunterrichts erläutert. Als ein Ergebnis aus KogMaL-R findet man (in Nowinska, 2008) einen Hinweis darauf, dass bei der Verankerung einer die metakognitiven Aktivitäten der Lernenden fördernden Unterrichtskultur das unterrichtliche Handeln, das kompetente Tun des Lehrers sowie das Wertschätzen metakognitiver Aktivitäten durch die Lehrkräfte eine zentrale Rolle spielen.

Ausgangspunkt des Projektes KogMaL-R waren forschungsbasierte Ergebnisse über schulformspezifische Unterschiede in den Leistungen und Lernzuwächsen von Schülern (Sommer, 2008). Sie haben gezeigt, dass die Realschüler in einem Schuljahr bei solchen Items nur sehr geringe Lernzuwächse erzielen, die das Verstehen (Formalisierung von Wissen) und das Handhaben formal notierter Mathematik (Formelhandhabung) sowie die Sinnentnahme aus einem umgangssprachlich formulierten Aufgabentext (Sprachlogische Komplexität) verlangen. Eine zuverlässige Handhabung formaler Ausdrücke sowie semantisches Interpretieren eines Aufgabentextes erfordern insbesondere Monitoring-Fähigkeiten. In KogMaL-R wurde daher den denkbegleitenden Aktivitäten der Realschüler bei mathematischen Lernprozessen und den Kompetenzen der Schüler zur Selbstüberwachung ein besonderes Augenmerk gewidmet. Um die Nachhaltigkeit des Realschulmathematikunterrichts zu verbessern, wurde KogMaL-R für eine inhaltliche Ausrichtung des Realschulmathematikunterrichts gesorgt. Dem Funktionsbegriff mehrerer Veränderlicher kommt dabei eine zentrale Rolle

zu. Diese Maßnahme soll durch methodische Änderungen ergänzt werden: Die Denk- und Verstehensprozesse der Lernenden sollen im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen.

## 2. Monitoring-Aktivitäten bei den Fehleranalyseaufgaben

Ausgehend von folgender Aufgabe aus einer Klassenarbeit in Klasse 6 einer Realschule wird gezeigt, dass sich beim konstruktiven Umgang mit den Schülerfehlern die Fähigkeiten der Lernenden zum Praktizieren von Monitoring fördern lassen.

Aufgabe: Herr und Frau Schmidt und ihre drei Kinder planen in den Sommerferien in die Schweiz zu fahren. (...) Sie haben sich für die Ferienanlage in Leysin am Genfer See entschieden.

<i>Ferienanlage Leysin</i> :	Mietpreis pro Woche:	900 SFR
	Kosten für Endreinigung:	75 SFR
	Haustier pro Woche:	60 SFR

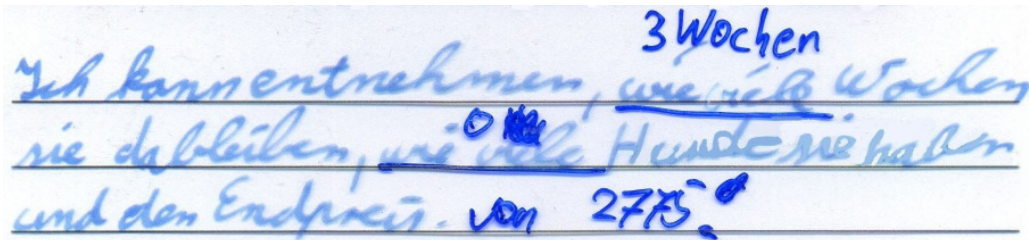
- Schreibe eine Funktionsgleichung, mit der sich der Gesamtpreis für den Aufenthalt in der Ferienanlage Leysin in SFR ausrechnen lässt:  
 $x_1$ : Anzahl der Wochen, die man buchen möchte  
 $x_2$ : Anzahl der Haustiere, die man mitnehmen möchte  
 $p_{\text{Leysin}}(x_1, x_2) =$
- Herr Müller hat sich auch für diese Ferienanlage entschieden. Für seine Familie hat er folgende Berechnung durchgeführt:  $p_{\text{Leysin}}(3, 0) = 2775$ . Notiere, welche Informationen du der Gleichung entnehmen kannst.

Der Schwierigkeitsgrad dieser Aufgabe liegt weit über dem üblichen Niveau des Realschulmathematikunterrichts. Die Funktionsgleichung, die bei a) zu erstellen ist, kann so aussehen:  $p_{\text{Leysin}}(x_1, x_2) = 900 \cdot x_1 + x_2 \cdot 60 \cdot x_1 + 75$ . Der Funktionsgleichung im Aufgabenteil b) kann man entnehmen, dass der Urlaub für drei Wochen geplant ist, keine Haustiere mitgenommen werden und dass man für ihn 2775 SFR bezahlen muss. Beide Aufgabenteile erfordern genaues Lesen, präzises Schreiben und Selbstkontrolle. Der Genauigkeit der Monitoring-Aktivitäten kommt hier eine wichtige Rolle zu. Mangel an diesen Tätigkeiten – und nicht nur Mangel am Sachwissen – scheint der Grund für die Schülerfehler und für das Scheitern bei der Aufgabe zu sein.

Die Schülerlösungen zu dieser Aufgabe wurden zum Anlass, nach Möglichkeiten eines konstruktiven Umgangs mit Schülerfehlern zu suchen. Die gesuchten Maßnahmen sollen die Monitoring-Aktivitäten fördern und fördern. Von den Schülerfehlern aus der Klassenarbeit ausgehend wurde eine neue Aufgabe konzipiert: Je drei fehlerhafte Schülerantworten zu beiden Aufgabenteilen wurden in neue Aufgabe eingespeist. Die Schüler sollen die

Antworten kontrollieren und die aufgedeckten Fehler korrigieren und begründen.

Folgende fehlerhafte Schülerantwort zu dem Aufgabenteil b) wurde im Unterricht von Adam berichtet „*Ich kann entnehmen, wie viele Wochen sie da bleiben, wie viele Hunde sie haben und den Endpreis.*“ Adam zeigt den Mitschülern eine Folie mit seinem Korrekturvorschlag:



Ich kann entnehmen, wie viele Wochen  
sie da bleiben, wie viele Hunde sie haben  
und den Endpreis. von 2775.

Adam hat die Schülerlösung um genaue Werte für die Anzahl der Wochen, für die Anzahl der Hunde und für den Endpreis ergänzt. Dennoch bleiben in der Antwort weitere von ihm nicht aufgedeckte Fehler. Es handelt sich nicht um die Anzahl der *Hunde*, die die Familie Müller *hat*, sondern um die Anzahl der *Haustiere*, die in den Urlaub *mitgenommen werden*. Es ist zu vermuten, dass in der zur Korrektur gestellten Antwort eine Diskrepanz zwischen dem Geschriebenen und dem Gemeinten vorliegt. Diese wurde durch den die Antwort korrigierenden Schüler nicht behoben. Adam kommentiert seinen Korrekturvorschlag wie folgt:

Adam: Ähm, hier muss man ja unterstreichen, was falsch ist, und das Richtige drüberschreiben. Ähm, das war auch meine Lösung. Ich hatte jetzt falsch gemacht, ich hatte jetzt die Zahl nicht hingeschrieben, deswegen mussten n-, mussten noch 3 Wochen, muss man '3 Wochen' hinschreiben, null Hunde, eher gesagt, Haustiere. Und den Endpreis hab ich nicht hingeschrieben, das war falsch.

Hier liegt ein besonderer Fall vor: Der Schüler hat seine *eigene* Antwort kontrolliert und berichtigt die vermeintlichen Fehler. Er nutzt das kognitive Potential der Aufgabe, um das Ergebnis seines Denkprozesses zu kontrollieren und zu präzisieren. Die Erkenntnis, zu der er dabei kommt, scheint für ihn wichtig zu sein, sodass er sogar vorab mitteilt, dass das seine Antwort war. Der Kern der Äußerung besteht im Monitoring: Adam kontrolliert die Präzision und die Adäquatheit seiner Antwort. Er sagt, dass es sich nicht um Hunde sondern eher um Haustiere handelt. Damit hebt er einen Unterschied zwischen Geschriebenem und Gemeintem hervor. Es bleibt aber noch ein Fehler, den er nicht thematisiert. Dazu äußert sich Tim:

Tim: Und da ist noch falsch, ähm wiew- also, da, das 'haben', da steht ja, 'wie viel Hunde sie haben' [*betont*], aber das heißt, (muss heißen) (...) Ja, und e-, das muss heißen 'wie viel Hunde sie mitnehmen' [*betont*].

Tim zeigt in seinem Beitrag Monitoring-Aktivitäten. Seine Präzision veranlasst den Schüler Adam dazu, die fehlerhafte Formulierung auf der Folie zu korrigieren: Adam streicht die Formulierung „wie viele *Hunde* sie *haben*“ durch und schreibt darüber „wie viele *Haustiere* sie *mitnehmen*“.

Das Beispiel zeigt, dass man von Schülerfehlern ausgehend, mit Hilfe geeigneter Aufgaben die Fähigkeiten der Lernenden, Fehleranalyse vorzunehmen und Monitoring zu praktizieren, fördern kann. Auf diese Weise lernen die Schüler, die Ergebnisse von (eigenen) Denkprozessen zu kontrollieren.

### **3. Nachhaltigkeit der durchgeführten Maßnahmen**

Um die Effektivität der im KogMaL-R umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit des Realschulmathematikunterrichts, insbesondere des Bemühens um die Förderung von Monitoring-Aktivitäten der Lernenden einzuschätzen, wurden zwei Tests zur Diagnose mathematischen Wissens der Schüler eingesetzt (zu Beginn und am Ende des Schuljahres 2007/08). An diesen Tests haben 29 Schüler aus dem Projekt KogMaL-R (KogMaL) und 111 Schüler aus allen anderen Klassen des 6. Jahrgangs der Realschule (VerglGr) teilgenommen. Der Vortest weist keine signifikanten Unterschiede im mathematischen Wissen der beiden Gruppen auf (KogMaL: 62%, VerglGr: 57%;  $s = 0,079$ ). Nach einem Jahr der Realisation des Projektes KogMaL-R ist der Unterschied zugunsten der Gruppe KogMaL statistisch signifikant (KogMaL: 69%, VerglGr: 59%;  $s < 0,01$ ).

### **4. Fazit**

Die Ergebnisse aus KogMaL-R zeigen, dass die Förderung der Monitoring-Aktivitäten der Schüler mit der Verbesserung der mathematischen Kompetenzen der Schüler einhergeht. Dem Wertschätzen und dem Willen zum Praktizieren dieser Aktivitäten kommt hierfür eine zentrale Rolle zu. Die Monitoring-Fähigkeiten der Lernenden können mit Hilfe geeigneter Aufgaben angeregt und gefördert werden. Auf die Dauer ist diese Maßnahme nur tragfähig, wenn das Bemühen um die Genauigkeit und Präzision ein integrierter Bestandteil der Unterrichtskultur ist.

### **Literatur**

- Cohors-Fresenborg, E. (2009). Zum Zusammenhang des Wertschätzens und Praktizierens von Monitoring-Aktivitäten mit mathematischer Leistung (in diesem Band).
- Nowinska, E. (2008). KogMaL-R: Kognitionsorientiertes Mathematik-Lehren in der Realschule. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2008*. Münster: WTM, S. 621-624.
- Sommer, N. (2008): Lernzuwachs und kognitive Aufgabenanforderungen – Untersuchungen am PISA-E-2000-Datensatz. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29 (1), 3–19.