

## **Zur Darstellung von Arithmetik bei der Gestaltung von Software für den Anfangsunterricht**

### **1 Zum Hintergrund**

Den Anlass, sich tiefer mit der Darstellung von Arithmetik bei der Gestaltung von Software für den Anfangsunterricht zu beschäftigen, gab eine empirische Untersuchung zum Umgang von Erst- und Zweitklässlern mit ausgewählter Software, die im Herbst 2006 stattfand (Ladel 2007). Über einen Zeitraum von zehn Wochen arbeiteten insgesamt 60 Kinder zweimal pro Woche je 15 bis 20 Minuten mit ein- und derselben Software. Hierfür wurde die Software „Blitzrechnen 1/2“, „Mathematikus 1/2“ sowie „die Förderpyramide 1/2“ ausgewählt. Eine Frequenzanalyse der in Anspruch genommenen Hilfen ergab, dass die Kinder am häufigsten auf die Hilfen der Software zurückgriffen. Diese enthalten entweder Erklärungen zu Aufgabenstellungen oder Veranschaulichungen zur jeweiligen Aufgabe. Eine Vertiefung der Forschungsarbeit erfolgte in Richtung der Veranschaulichungen und Repräsentationsformen.

### **2 Darstellung arithmetischer Inhalte bei ausgewählter Software für den Anfangsunterricht Mathematik**

Arithmetische Aufgaben werden bei Software meistens symbolisch gestellt und bearbeitet. Eine Ausnahme stellt die Software „Blitzrechnen“ dar. Beim Auswählen einer Aufgabe durch die Schülerinnen und Schüler erscheint diese zunächst in einer Kombination von symbolischer und ikonischer Darstellung. Die Kinder können dann von sich aus auf die symbolische Darstellung wechseln. Von dieser geht die Beschreibung im Folgenden aus.

Bei einem Repräsentationswechsel am Computer sind zwei Dinge von Interesse:

- Erfolgt der Darstellungswechsel automatisch oder manuell?
- Erfolgt der intermodale Transfer automatisch oder muss er vom Nutzer geleistet werden?

Ein automatischer Wechsel erfolgt meist dann, wenn die Kinder ein- oder mehrmals falsche Antworten eingegeben haben. So wechselt die Software „die Förderpyramide“ nach dem zweiten Fehler auf die ikonische Darstellungsform. Der intermodale Transfer wird dabei ebenfalls automatisch geleistet, sodass der Lösungsweg der zuvor symbolisch repräsentierten Aufgabe ikonisch veranschaulicht wird. Eine solche Hilfe zur Lösung erfolgt bei „Mathematikus 1“ erst nach dem dritten Fehler. Der automatische Wechsel der Darstellung kann auch innerhalb der symbolischen Repräsentation erfolgen. So stellt z.B. „Mathematikus 2“ die Aufgabe nochmals symbolisch, jedoch auf andere Art dar.

Aus didaktischer Sicht interessieren besonders die manuellen Repräsentationswechsel. Diese werden den Kindern bei der Software „Blitzrechnen“ sowie „Mathematikus 1“ angeboten. Bei „Blitzrechnen“ werden die Kinder visuell durch das Aufblinken eines Plättchen-Icons darauf hingewiesen auf die kombinierte ikonische und symbolische Darstellungsform zu wechseln. Der intermodale Transfer in diese Richtung wird automatisch vom Programm geleistet. Bei „Mathematikus 1“ erfolgt der Hinweis auditiv und fordert auf, die gestellte Aufgabe mit Plättchen zu legen – entweder am PC oder mit dem konkreten Material. Hier muss der intermodale Transfer von der Schülerin bzw. dem Schüler geleistet werden.

### **3 Wie gehen Kinder mit den Repräsentationsformen und -wechseln um? Ergebnisse einer empirischen Untersuchung**

Beide Möglichkeiten des manuellen Repräsentationswechsels wurden von den Kindern kaum in Anspruch genommen, obwohl bei den automatischen Wechseln deutlich wurde, dass diese durchaus hilfreich sein können. Theoretisch könnte dieses Ignorieren dadurch erklärt werden, dass die Schülerinnen und Schüler die mathematischen Operationen bereits sehr gut verinnerlicht haben und sie sich auf der vorletzten Stufe des mathematischen Lernprozesses, dem Rechnen mit reinen Ziffern, befinden. Letztendlich ist bei der Software „Blitzrechnen“ der Schritt zur letzten Stufe, der Automatisierung, auch als Ziel gedacht. Gegen diese Annahme sprechen jedoch diverse Beobachtungen und Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler. Die Gründe für die fehlende manuelle Nutzung der Wechselmöglichkeit müssen demnach eher in der Gestaltung der Repräsentationen und deren Wechsel am PC liegen.

Beim Umgang der Schülerinnen und Schüler mit der Software konnten v.a. zwei Dinge festgestellt werden:

Zum einen sehen die Kinder die ikonische Repräsentationsform nur für nicht so leistungsstarke Kinder als geeignet an. Wie es auch im Unterricht ohne das Medium PC der Fall ist, möchte man keine „Nachhilfe“ in Anspruch nehmen. Hier ist also zu überlegen, wie Software auf nicht-symbolische Art und Weise gestaltet werden kann, so dass deren Nutzung von den Kindern nicht als „Schwäche“ gesehen wird und sie motivierend wirkt.

Zum andern hatten die Schülerinnen und Schüler teilweise Probleme den Zusammenhang, also den intermodalen Transfer, zu sehen und gedanklich nachzuvollziehen.

Dafür werden zwei Dinge als verantwortlich angesehen. Einerseits ändert sich die Art der symbolischen Darstellung der Aufgabe, indem die zuvor in einem Aufgabenblock präsentierte Aufgabe nun von diesem losgelöst und einzeln

präsentiert wird. Andererseits ist es in manchen Fällen zudem der Fall, dass sich das Hintergrundbild ändert.

Daraus folgernd werden zwei Gestaltungsprinzipien formuliert:

- Die Darstellung einer Aufgabe sollte bei einem Repräsentationswechsel gleich bleiben.
- Bei einem Aufgabentyp sollte die Bildschirmgestaltung immer gleich bleiben.

Die Bildschirmgestaltung betrifft dabei nicht nur das Hintergrundbild, sondern generell die Repräsentationsformen. Es macht einen Unterschied, ob auf der Bildschirmseite ständig ein Platz für die jeweils andere Repräsentationsform „reserviert“ ist, sie also räumlich simultan vorhanden ist, oder ob diese auf Wunsch erst hinzukommt.

- Verschiedene Repräsentationsformen sollten räumlich simultan nebeneinander stehen ohne sich gegenseitig zu behindern.

Eine solche „Behinderung“ ist bei „Mathematikus 1“ der Fall, dadurch dass das Zwanzigerfeld mit den Plättchen die Eingabeleiste für die Lösung verdeckt. Zur Eingabe der Antwort müssen die Schülerinnen und Schüler die virtuell-enaktive Ebene entweder schließen oder an eine andere Stelle des Bildschirms verschieben.

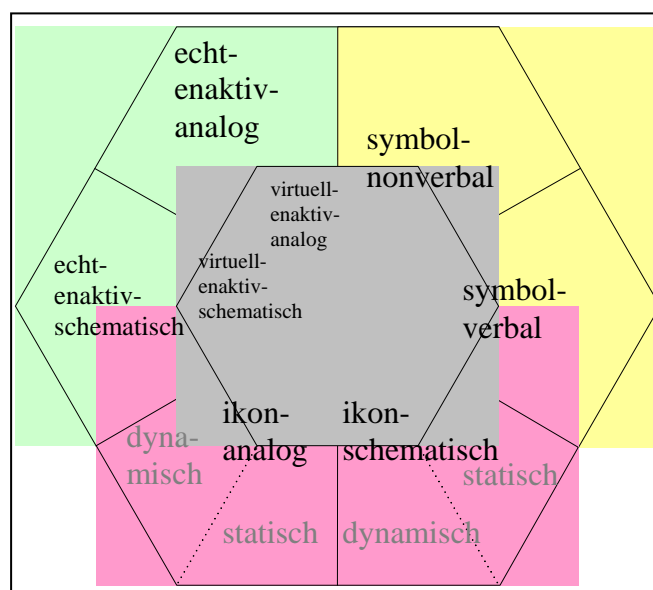
Eine weitere Beobachtung betrifft die virtuell-enaktive Tätigkeit der Kinder am PC. Die Plättchen müssen einzeln gezogen und korrekt im Zwanzigerfeld platziert werden, was sehr viel Zeit in Anspruch nimmt. Es gilt demnach:

- Eine virtuell-enaktive Darstellung sollte möglichst schnell realisierbar sein.

#### 4 Repräsentationsmodell

Die Untersuchung der Gestaltung von Repräsentationsformen und deren Wechsel bei der Darstellung und Bearbeitung von Aufgaben am PC führte dazu, die Repräsentationsformen im Hinblick auf den Computer näher zu betrachten. Ausgehend vom E-I-S-Modell nach Bruner erfolgte eine theoriebasierte Weiterentwicklung zu nebenstehendem Repräsentationsmodell.

Das große Sechseck stellt die Lernumgebung dar, das graue



bezieht sich auf den Computer als Arbeitsmittel, dessen Vorteil zum einen darin liegt, ikonische Darstellungen auf ganz andere Art und Weise z.B. durch Animationen zu repräsentieren. Des Weiteren gilt:

*„Der Computer stellt ein Werkzeug dar, das es erlaubt, Darstellungen „auf Knopfdruck“ zu erzeugen, in einfacher Weise zwischen Darstellungen zu wechseln, gleichzeitig mehrere Darstellungen auf dem Bildschirm zu erzeugen, die zudem interaktiv miteinander verknüpft sind, oder Darstellungen zu verändern“ (Weigand/Weth 2002).*

## **5 Folgerungen aus dem mathematischen Lernprozess**

Diese von Weigand und Weth formulierten Möglichkeiten des Computers stellen eben die Eigenschaften dar, die ein Arbeitsmittel braucht, um laut Aebli den Prozess der Verinnerlichung zu fördern:

*„Im Prozess der Verinnerlichung gilt daher die folgende Regel: Jede neue, symbolischere Darstellung der Operation muß mit der vorangehenden, konkreteren in möglichst enge Verbindung gebracht werden“ (Aebli 1987).*

An dieser Stelle setzt die weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeit des Projekts an. Unter Beachtung der gefundenen Gestaltungsprinzipien und auf der Grundlage des Prozesses der Verinnerlichung wird an einem Beispiel aufgezeigt, wie Software für den Anfangsunterricht Mathematik zu gestalten ist, um diesen Prozess zu fördern.

## **Literatur**

- [1] Aebli, H. (1987): Zwölf Grundformen des Lehrens. Stuttgart: Klett-Cotta
- [2] Ladel, S. (2007): Erst- und Zweitklässler arbeiten mit ausgewählter Mathematik-Lernsoftware - Eine Untersuchung zum Kommunikationsverhalten und zur Nutzung von softwarespezifischen Hilfen. In: Beckmann, A. (Hg.): Ausgewählte Unterrichtskonzepte im Mathematikunterricht in unterrichtlicher Erprobung. Band 4 Lernen an Stationen, S. 89 – 117.
- [3] Weigand, H-G.; Weth, T. (2002): Computer im Mathematikunterricht: neue Wege zu alten Zielen. Akademischer Verlag. Heidelberg. Berlin