

Silke LADEL, Karlsruhe

Förderung allgemeiner mathematischer Kompetenzen durch den Einsatz digitaler Medien in der Primarstufe

Die inhaltlichen Kompetenzen stellen häufig eine Voraussetzung für den Erwerb allgemeiner mathematischer Kompetenzen dar. Kinder, bei denen die inhaltlichen Kompetenzen nur ungenügend ausgebildet sind, haben aus diesem Grund kaum die Chance entdeckend tätig zu werden. In diesem Beitrag wird der Frage nachgegangen inwiefern ein *computational offloading* des reinen Rechnens zu einer Förderung allgemeiner mathematischer Kompetenzen für alle Kinder beitragen kann.

1. Inhaltsbezogene und allgemeine mathematische Kompetenzen

In den Bildungsstandards für das Fach Mathematik für den Primarbereich (KMK 2004) werden inhaltsbezogene und allgemeine mathematische Kompetenzen unterschieden. Mathematisches Lernen darf nicht auf die inhaltsbezogenen Kompetenzen reduziert werden, sondern beinhaltet auch die Art und Weise sich mit mathematischen Fragestellungen auseinander zu setzen. Diese allgemeinen mathematischen Kompetenzen stellen einen wesentlichen Teil der mathematischen Grundbildung dar. Ob nun ein Kind eine bestimmte Kompetenz erworben hat, zeigt sich darin, ob es eine entsprechende Leistungsanforderung bewältigen kann (vgl. Grassmann et al. 2010, 14). Dabei bilden die inhaltlichen Fähigkeiten häufig eine Voraussetzung, um überhaupt erst Entdeckungen machen zu können.

„Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rechnen – hier sind Automatismen ausdrücklich eingeschlossen – spielen deshalb keine geringere Rolle, sie sind vielmehr eine wesentliche Voraussetzung: Wer beim Lösen substanzieller Aufgabenformate noch mühsam zählt, wird die diesen Aufgaben innewohnenden Zusammenhänge nur schwer oder gar nicht entdecken.“ (Grassmann et al. 2010, 23)

Eine Verknüpfung inhaltlicher und allgemeiner Kompetenzen ist in vielen Fällen gut und sinnvoll. So lauten Aufgabenstellungen häufig *„Rechne und ...“*. Diese Verknüpfung hat jedoch auch zur Folge, dass allgemeine Kompetenzen häufig nur im Sinne einer zeitlichen Differenzierung eingesetzt und erworben werden können. Kinder, welche ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten im Rechnen jedoch noch nicht automatisiert haben, benötigen im Unterricht dafür so viel Zeit, dass sie meist nicht dazu kommen irgendwelche Entdeckungen anzustellen. Aus diesem Grund bleibt für diese Schülergruppe das Bild von Mathematik immer auf das reine Rechnen beschränkt und stellt für sie eine *„zeitraubende und anstrengende Angelegenheit“*

(Krauthausen & Lorenz 2011, 171) dar. Deshalb ist vorab zu bestimmen, auf welche Kompetenzen eine Aufgabe zielt. Sollen vorrangig allgemeine mathematische Kompetenzen erreicht werden, so ist es durchaus legitim, das reine Rechnen zu delegieren:

„Die in solchen Fällen dann sekundäre Tätigkeit des Ausrechnens, Zeichnens oder allgemein Herstellens von Untersuchungsmaterial kann sinnvollerweise an den Computer delegiert werden.“ (Krauthausen & Lorenz 2011, 171)

Dieses Delegieren wird im Folgenden unter dem Blickwinkel des *computational offloadings* betrachtet.

2. Computational Offloading

Die bewusste Verarbeitung von Informationen, sei es die Konstruktion neuer Schemata oder die Verbindung neuer Schemata mit bereits vorhandenen aus dem Langzeitgedächtnis, findet im Arbeitsgedächtnis statt. Dieses ist beim Menschen in seiner Verarbeitungskapazität jedoch begrenzt. So kann immer nur eine begrenzte Anzahl an Informationen aufrecht erhalten werden. Sind Verarbeitungsprozesse, wie z.B. das Rechnen automatisiert, so umgehen sie das Arbeitsgedächtnis und tragen dazu bei, dass kognitive Kapazitäten für andere Funktionen, wie z.B. das Durchdringen mathematischer Zusammenhänge oder das Verstehen und Anwenden von Regeln und Gesetzmäßigkeiten bereitgestellt werden können (vgl. Rasch & Schütte 2011, 73).

Das Herstellen von Zusammenhängen erfordert einen hohen *cognitive load*, da Informationen gleichzeitig verarbeitet werden müssen. So müssen die Kinder, um Muster und Strukturen entdecken zu können, zunächst die Aufgaben lösen. Meist erfordert diese Aktivität so viel *cognitive load*, dass nicht mehr ausreichend Kapazität frei ist, um sich auf die Zusammenhänge zu konzentrieren. Nun gibt es Möglichkeiten die *cognitive load* durch ein *computational offloading* zu verringern. Darunter versteht Rogers (2004) *„the extent to which external representations can reduce the amount of cognitive effort required to solve a problem.“*

In unten stehenden Beispielen wird das Berechnen von Summen und das Anzeigen von Anzahlen dem Computer übergeben, so dass die Kinder sich auf die Zusammenhänge konzentrieren können.

3. Förderung allgemeiner Kompetenzen durch digitale Medien

Im Folgenden wurden die drei substantiellen Aufgabenformate Rechendreieck, Zahlenmauer und Magisches Quadrat gewählt.

Rechendreieck	Zahlenmauer	Magisches Quadrat

Die Kinder haben in der computerbasierten Lernumgebung die Möglichkeit die Punkte in den Feldern zu verschieben. Diese sind automatisch mit den Zahlen verknüpft, sodass diese sich entsprechend den Veränderungen der Kinder anpassen. Das Berechnen der Summen ist an den Computer ausgelagert, sodass die Kinder ihre Kapazität ganz auf das Entdecken und Herstellen von Zusammenhängen verwenden können. Neben dem Ziel computerbasierte Lernumgebungen zur Förderung allgemeiner mathematischer Kompetenzen zu erstellen und diesbezüglich gute Aufgaben zu formulieren, ist die Fragestellung, ob und inwieweit das *computational offloading* der rechnerischen Fertigkeiten hierzu beiträgt und sinnvoll ist.

Eine erste Erprobung fand mit Schülerinnen und Schülern einer zweiten Klasse, die jeweils zu zweit an einem PC arbeiteten, statt. Zunächst sollten die Kinder herausfinden, wie die Zahlen zustande kommen und wie sie sich verändern, wenn Punkte verschoben werden. In einem zweiten Schritt sollten sie gezielt Punkte so verschieben, dass sie einen vorgegebenen Endzustand erhielten. Beim Rechendreieck und der Zahlenmauer konnte eine hohe Kommunikation und Argumentation festgestellt werden. Das operative Denken der Kinder war ebenfalls sehr hoch. Dies zeigte sich v.a. in den zahlreichen Aussagen der Form „wenn ..., dann ...“. Solche Überlegungen wurden erst mental vollzogen, bevor sie überprüft wurden. Die Kinder stellten also Hypothesen auf, wie z.B. „Ich glaube wenn ..., dann...“ und überprüften diese anschließend durch entsprechendes Verschieben der Plättchen. Beginnend bei dem Rechendreieck, dessen Struktur den Kindern bislang nicht bekannt war, versuchten die Schülerinnen und Schüler den Zusammenhang zwischen dem Verschieben der Punkte und den Zahlen festzustellen. Dabei wurden die Punkte teilweise zu Beginn erst gar nicht in Verbindung zu den Zahlen gebracht, sondern so verschoben, dass z.B. eine korrekte Additionsaufgabe aus den drei Zahlen gebildet werden konnte.

Da die Zahlenmauer den Kindern bereits aus dem herkömmlichen Unterricht bekannt war wurden hier folgende Fragen gestellt: „Verschiebe die Punkte, so dass der Deckstein möglichst groß wird.“ Diese Aufgabe zeigte

sich jedoch als weniger geeignet, da sie allein durch Probieren gelöst werden konnte. Ob die Kinder zusätzlich auch die Lösung begründen konnten, konnte jedoch in einem anschließenden Gespräch mit den Kindern festgestellt werden. Das unterstreicht nochmals die Bedeutung der Lehrkraft, deren Kompetenz insbesondere in computerbasierten Lernumgebungen gefordert ist. Dennoch konnten auch mit diesem Aufgabenformat Lösungsstrategien wie rückwärts arbeiten und auch vorausschauendes Denken beobachtet werden. Als besser geeignet für eine computerbasierte Lernumgebung mit dem Aufgabenformat Zahlenmauer erscheint jedoch die systematische Variation der Startzahlen oder Aufgabenstellungen zur Grundidee der Algebraisierung (vgl. Schipper 2009, 314 f.). Während eine systematische Variation der Startzahlen in herkömmlichen Lernumgebungen eher statischer Natur ist, erhält sie am Computer eine Dynamik. Es handelt sich hier nicht um beispielsweise drei unterschiedliche Zahlenmauern, die miteinander verglichen werden, sondern um eine einzelne, bei der eine Veränderung eintritt und beobachtet werden muss. Ebenso lässt sich die Grundidee der Algebraisierung im Sinne von „Was geschieht, wenn eine der Startzahlen um n größer wird?“ sehr gut veranschaulichen.

Das magische Quadrat erwies sich als sehr komplex, da sich das Verschieben eines Punktes auf bis zu sieben Zahlen auswirkt. Aus zeitlichen Gründen kamen leider nur wenige Kinder bis zu diesem Aufgabenformat. Bei diesen konnte jedoch eine sehr hohe Konzentration und mentale Aktivität beobachtet werden. Insgesamt haben sich die Ansätze computerbasierter Lernumgebungen mit dem *computational offloading* rechnerischer Fertigkeiten als sehr vielversprechend erwiesen und bergen hohes Potential, dem es im Weiteren nachzugehen gilt.

Literatur

- Grassmann, M. & al. (2010): Mathematikunterricht. Band 5 der Reihe: Kompetent im Unterricht der Grundschule.
- Krauthausen, G. & Lorenz, J.-H. (2011): Computereinsatz im Mathematikunterricht. In G. Walther & al. (Hrsg.): Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret. Berlin: Cornelsen, 162 – 183.
- Rasch, R. & Schütte, S. (2011): Zahlen und Operationen. In G. Walther & al. (Hrsg.): Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret. Berlin: Cornelsen, 66 – 88.
- Rogers, Y. (2004): New Theoretical Approaches for Human-Computer Interaction, Annual Review of Information Science and Technology.
- Schipper, W. (2009): Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen. Braunschweig: Schroedel.