

SEBASTIAN REZAT, Gießen

Mathematikbuch und Schüler – Ergebnisse einer Studie zur Schulbuchnutzung in den Sekundarstufen und Implikationen für die Schulbuchkonzeption

Trotz des Einzugs der neuen Technologien in die Klassenzimmer gelten Mathematikschulbücher nach wie vor als die zentralen Hilfsmittel schulischen Lehrens und Lernens von Mathematik. Gründe für diese Stellung der Schulbücher sind u. a. die vielfältigen Funktionen, die Schulbücher im Rahmen schulischer Lehr- und Lernprozesse einnehmen. Für Lehrer vermitteln sie zwischen curricularen Vorgaben und konkretem Unterricht: In Schulbüchern werden abstrakte curriculare Vorgaben so konkretisiert, dass Lehrer sie im Unterricht verwenden können (vgl. Valverde *et al.* 2002).

Schulbücher sind jedoch nicht nur Werkzeuge für Lehrer zur Implementierung des Curriculums. Sie werden offiziell als ‚Schülerbücher‘ bezeichnet und in Deutschland in Klassensätzen angeschafft, um sie Schülern zur Verfügung zu stellen. Damit ist das Schulbuch für Schüler vielfach die zentrale zur Verfügung stehende Fachliteratur und unverzichtbares Hilfsmittel selbstregulierten Lernens.

Umso mehr verwundert es, dass die Nutzung der Mathematikschulbücher im Gegensatz zur Nutzung neuer Technologien wenig wissenschaftliches Interesse erregt hat. Ob Mathematikbücher von Schülern im Rahmen des Lernens von Mathematik verwendet werden und wie diese Verwendung aussieht, ist bislang ebenso wenig untersucht wie die Frage, was es heißt, dass Schulbücher tatsächlich schülergerecht gestaltet sind.

Die traditionelle wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Schulbüchern besteht im Wesentlichen in der inhaltlichen Analyse. Die alleinige Auseinandersetzung mit dem Buch an sich – unabhängig von seiner Nutzung – steht jedoch im Widerspruch zu einer konstruktivistischen Auffassung vom Lernen, die heute Grundlage der Forschung und Theoriebildung in Pädagogik, Psychologie und den Fachdidaktiken ist. Auf das Verstehen und Aneignen von Inhalten im Schulbuch bezogen besagt die zentrale These des Konstruktivismus, dass Textverstehen kein passives Aufnehmen eines Textinhalts ist, sondern eine aktive, konstruktive Tätigkeit. Demnach enthalten Texte genau besehen keinen Sinn in der Weise, dass dieser durch Handlungen wie ‚Verstehen‘ oder ‚Interpretieren‘ ans Tageslicht gefördert werden kann. Vielmehr ist der Akt der Sinnstiftung ein Prozess, der als Interaktion zwischen dem Text und dem Leser modelliert werden kann. Demnach kann die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Schulbüchern, die i. d. R. auch mit der Diskussion um die Optimierung der Schul-

bücher verbunden ist, nicht allein auf der Optimierung der Inhalte der Bücher beruhen, sondern muss die Interaktion zwischen dem Text und dem Leser berücksichtigen. Eine zentrale Rolle in der Interaktion zwischen Text und Leser kommt der Struktur der Bücher zu. Insbesondere Mathematikschulbücher sind durch eine ausgesprochen spezifische Struktur gekennzeichnet. Die Lerneinheiten der Bücher sind aus verschiedenen Strukturelementen bausteinartig zusammengesetzt (vgl. Rezat 2008). Typische Strukturbausteine sind *Einstiegsaufgaben*, *Kästen mit Merkwissen*, *Musterbeispiele*, *Übungsaufgaben*. Jedem dieser Strukturbausteine werden bestimmte Funktionen im Rahmen des Lernprozesses zugeschrieben. Durch eine unterschiedliche typographische Gestaltung werden die Strukturelemente visuell voneinander abgegrenzt. Damit einher geht die Möglichkeit, gezielt auf bestimmte Strukturelemente mit bestimmten Funktionen und Eigenschaften zugreifen zu können. In diesem Sinne kann die Struktur der Bücher als Schnittstelle zwischen dem Leser und dem Text betrachtet werden, die es dem Leser ermöglicht, bestimmte Abschnitte aus dem Buch entsprechend der eigenen Ziele auszuwählen.

Der Struktur der Bücher als Schnittstelle zwischen dem Nutzer und dem Buch wird wissenschaftlich wenig Beachtung geschenkt. Insbesondere wurde bislang nicht untersucht, ob die Struktur so gestaltet ist, dass sie Schülern eine effektive Nutzung des Mathematikbuches gestattet. Diese Überlegung bildet den Ausgangspunkt der Untersuchung.

Das zentrale Anliegen der Untersuchung bestand darin, empirische Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie Schüler ihre Mathematikbücher als Instrumente zum Lernen von Mathematik verwenden. Die Annäherung an diese Frage erfolgte von zwei Seiten: Einerseits wurde die Schnittstelle zwischen Leser und Buch – die Struktur von Mathematikbüchern – eingehend analysiert (vgl. Rezat 2008). Andererseits wurde auf dieser Grundlage die tatsächliche Nutzung und damit die Interaktion von Schülern der Sekundarstufen I und II mit ihrem Mathematikbuch auf der Ebene der Schnittstelle empirisch untersucht. Leitend für die Untersuchung waren im Einzelnen Fragen wie: Wozu nutzen Schüler ihr Mathematikbuch? Wie wählen sie Inhalte im Buch aus? Welche Strukturbausteine nutzen Schüler in bestimmten Situationen? Lassen sich typische Verwendungsweisen in bestimmten Situationen feststellen?

Antworten auf diese Fragen wurden im Rahmen eines qualitativen Forschungsansatzes gesucht, der grundsätzlich den Prinzipien der Grounded Theory (vgl. Strauss & Corbin 1996) verpflichtet ist. Auf der Grundlage einer innovativen Methodik, bei der die Schüler darum gebeten wurden, die genutzten Ausschnitte im Buch zu markieren und in einem Heft den Grund

ihrer Nutzung zu kommentieren, wurden Daten von insgesamt 74 Schülern der Jahrgangsstufen 6 und 12 am Gymnasium erhoben. Parallel wurde im Zeitraum der Datenerhebung der Unterricht beobachtet. Den Beobachtungsschwerpunkt bildete die Schulbuchnutzung durch den Lehrer sowie die Schüler im Klassenzimmer. Im Anschluss an die Dokumentation der Schulbuchnutzung wurden Interviews mit ausgewählten Schülern zu spezifischen Nutzungen im Sinne des Stimulated Recall durchgeführt. Die Auswertung der Daten erfolgte anhand der Kodiervorgaben der Grounded Theory. Konzepte wurden im Hinblick auf den instrumentellen Ansatz der kognitiven Ergonomie (vgl. Rabardel 2002) entwickelt. Um bei der Analyse nicht auf der Ebene des Individuellen und Einzigartigen zu verbleiben, wurden auf der Grundlage der empirisch begründeten Typenbildung (Kluge 1999) typische Verwendungsweisen des Buches analysiert. Ausgewählte Ergebnisse der empirischen Untersuchung der Nutzung von Mathematikbüchern durch Schüler werden im Folgenden kurz dargestellt.¹

1. Ergebnisse zur Nutzung von Mathematikbüchern durch Schüler

Schüler nutzen ihre Mathematikschulbücher selbständig, d. h. über die vom Lehrer initiierten Nutzungen des Buches hinaus, zum Lernen von Mathematik. Dies ist ein wesentliches Ergebnis der vorliegenden Untersuchung. Die Bücher nehmen also tatsächlich die Rolle eines Hilfsmittels im Zusammenhang mit dem selbstregulierten Lernen ein.

Erstens konnten vier Nutzungszusammenhänge unterschieden werden: Schüler nutzen das Mathematikbuch selbständig, 1. um Hilfen für das Bearbeiten von Aufgaben zu erhalten, 2. um Inhalte des Unterrichts zu wiederholen und zu üben, 3. um sich selbständig Wissen anzueignen, das noch nicht Gegenstand des Unterrichts war, sowie 4. interessenmotiviert.

Zweitens konnte der Auswahlprozess von Schulbuchinhalten auf der Grundlage empirischer Daten modelliert werden. Dabei zeigt sich, dass Schüler zunächst einen relevanten Bereich bestimmen, in dem sie anschließend gezielt einzelne Inhalte auswählen. Die Auswahl eines relevanten Bereichs kann 1. auf die Nutzung des Buches im Unterricht durch den Lehrer zurückzuführen sein, kann 2. mit Hilfe des Inhalts- oder Stichwortverzeichnisses erfolgen oder 3. einfach durch Blättern im Buch. Innerhalb des relevanten Bereichs wählen Schüler nicht nur – wie von der Struktur der Bücher nahegelegt – bestimmte Strukturbausteine aus. Die Studie zeigt, dass Schüler Inhalte in Mathematikbüchern auch aufgrund ihrer spezifischen Lage auswählen. Typisch ist hier die Auswahl von Aufgaben, die benachbart zu Aufgaben sind, die im Unterricht bearbeitet wurden bzw. die

¹ Eine ausführliche Darstellung der Methode und der Ergebnisse findet sich in Rezat (2009a).

Auswahl von Inhalten am Anfang der Lerneinheit unmittelbar unterhalb der Überschrift. Die Daten zeigen, dass Schüler aufgrund der Lage auf spezifische Eigenschaften des Strukturelements schließen, z. B. ‚benachbarte Aufgaben sind sich ähnlich‘ bzw. ‚am Anfang einer Lerneinheit befinden sich die wichtigen Informationen zum Thema‘. Darüber hinaus wählen Schüler auch auf rein äußerlicher Ebene Ausschnitte im Buch aus, die ‚ins Auge springen‘ bzw. auf den ersten Blick bestimmte Eigenschaften mit der gesuchten Information gemeinsam haben.

Drittens konnten empirisch typische Nutzungsweisen der Schüler rekonstruiert werden, die Grundlage für eine Nutzertypologie des Mathematikbuches darstellen. In der Nutzertypologie werden die Schüler hinsichtlich ihrer typischen Verwendungsweise des Mathematikbuches kategorisiert. Insgesamt konnten sieben Nutzertypen unterschieden werden:

1. der *unselbständige Nutzer*, der keine eigenständige Nutzung des Buches zeigt. Alle Nutzungen sind nur auf den Lehrer zurückzuführen.
2. der *interessemotivierte Lerner*, der nur aus Interesse in das Buch schaut. Vielfach schaut sich dieser Nutzertyp nur Bilder im Buch an, so dass ein Zusammenhang zum Lernen von Mathematik fraglich ist.
3. der *Festigungstyp*, der das Buch ausschließlich zum Wiederholen und Üben nutzt;
4. der *Regellerner*, der nur die Kästen mit den Regeln verwendet, um sich die Regeln einzuprägen;
5. der *Nachschlager*, der im Zusammenhang mit dem Bearbeiten von Aufgaben bestimmte Begriffe oder Regeln im Buch nachschlägt;
6. der *Aufgabenbearbeiter*, der das Buch ausschließlich zum Bearbeiten von Aufgaben verwendet und unterschiedliche Nutzungsweisen in diesem Zusammenhang aufweist;
7. der *Experte*, der das Buch im Rahmen unterschiedlicher Nutzungszusammenhänge gebraucht und ein Repertoire an verschiedenen Nutzungsweisen zeigt.

Diese Ergebnisse betreffen die faktische Nutzung von derzeit auf dem deutschen Markt befindlichen Mathematikschulbüchern. Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten theoretischen und methodischen Ansätze sind für die mathematikdidaktische Forschung im Speziellen und die Schulbuchnutzungsforschung im Allgemeinen von Bedeutung. Darüber hinaus haben die im Rahmen dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse wesentliche Implikationen für Lehrer, Schulbuchautoren und –verleger sowie für die Schuladministration. Auf die Implikationen für Lehrer und die Lehreraus-

bildung wurde bereits in den Beiträgen zum Mathematikunterricht 2009 eingegangen (Rezat 2009b). In diesem Beitrag sollen einige Implikationen für Schulbuchautoren und –verleger erörtert werden.

2. Implikationen für Schulbuchautoren und –verleger

Für Schulbuchautoren und –verleger ist ein zentrales Ergebnis der Studie, dass Schüler ihre Mathematikbücher selbständig zum Lernen von Mathematik verwenden. Schüler sollten daher bei der Entwicklung von Mathematikbüchern maßgeblich als Zielgruppe berücksichtigt werden und nicht hinter Lehrer als Zielgruppe zurücktreten.

Grundsätzlich ist vor dem Hintergrund der Ergebnisse dieser Studie zu fragen, ob die Bücher tatsächlich den Umgang mit Mathematik fördern, der im heutigen Mathematikunterricht angestrebt wird. Wenn die Nutzung des Buches als Interaktion zwischen dem Leser und dem Buch aufzufassen ist, dann ist nicht nur die Frage zu stellen, wie das Buch genutzt wird, sondern auch, welche Auswirkungen die spezifische Gestaltung von Mathematikbüchern auf den Nutzer hat. Jedes Werkzeug bietet seinem Nutzer durch seine spezifische Gestaltung einerseits bestimmte Nutzungsweisen an, andererseits ist es für bestimmte Zwecke aufgrund der spezifischen Gestaltung ungeeignet. Dies lässt sich am Beispiel eines Hammers, aber auch an modernen ‚Werkzeugen‘ wie einem iPhone einsehen. Ein Hammer bietet sich aufgrund seines Gewichtes, seiner Härte und seiner Form dazu an, in die Hand genommen und auf etwas geschlagen zu werden. Aufgrund seiner rechtwinkligen Form und der Länge seines Stiels bietet er sich eventuell auch an, als Hebel zu fungieren. Er bietet sich aber sicherlich nicht dazu an, eine Schraube in die Wand zu drehen, da ihm die spezifischen Eigenschaften fehlen, die eine Schraube erfordert. Ein iPhone bietet seinem Nutzer zunächst wenige Verwendungsweisen an. Es besitzt keine Tasten, auf die der Nutzer drücken könnte und keine sonstigen markanten Eigenschaften, die eine Verwendung zu einem bestimmten Zweck nahelegen. Durch die Abbildung von Tasten auf dem Display wird dem Nutzer jedoch nahegelegt, auf das Display zu fassen und auf diese Weise das iPhone zu bedienen. Auf diese Weise erhält der Nutzer Zugang zu einer Vielfalt von Einsatzmöglichkeiten, die die eines gewöhnlichen Telefons weit überschreiten. Darüber hinaus zeigt sich, dass dieses Display nicht nur Tasten imitieren kann, sondern auf die vielfältigsten Berührungen sehr unterschiedliche Funktionen erfüllen kann: Es kann vergrößern, verkleinern, scrollen und vieles mehr.

Am Beispiel des iPhones wird deutlich, dass die Frage, welche Verwendungsweisen dem Nutzer nahegelegt werden, eine Frage der spezifischen

Gestaltung des Displays – also der Schnittstelle zwischen Nutzer und ‚Werkzeug‘ ist. In Bezug auf die Schnittstelle von Mathematikschulbüchern lässt sich analog die Frage stellen, ob sie durch ihre spezifische Gestaltung bestimmte Nutzungsweisen nahelegt bzw. einschränkt. In diesem Zusammenhang ist – wie weiter oben dargestellt – die Struktur von Mathematikschulbüchern von besonderem Interesse. Welche Auswirkungen hat die Struktur von Mathematikschulbüchern auf den Nutzer und die Nutzung der Bücher? Diese Frage zu thematisieren, ist gerade vor dem Hintergrund des Ergebnisses der Schulbuchanalyse, dass die Strukturen der verschiedenen Mathematikschulbücher sehr ähnlich sind (vgl. Rezat 2008), in Verbindung mit dem Phänomen, dass die Nutzerfreundlichkeit bzw. Ergonomie dieser Struktur nicht anhand von Nutzerstudien erforscht wird, lohnend. Weiterhin ist darüber nachzudenken, ob die nahegelegten Nutzungsweisen dem Umgang mit Mathematik entsprechen, der im heutigen Mathematikunterricht angestrebt wird.

Welche Nutzungsweisen legt die Struktur des Mathematikbuchs nahe? Wird die Struktur von Mathematikbüchern unter diesem Aspekt betrachtet, dann deuten insbesondere die Kästen und Musterbeispiele darauf hin, dass hinter der Struktur von Mathematikbüchern eine Idee vom Lernen von Mathematik steht, die Howson (1995, S. 19) pointiert beschreibt: „this is how it is done, now go and do it for yourself“. Dies spiegelt sich in der Nutzungsweise der Schüler. Sie nutzen bevorzugt Strukturbausteine, wie z. B. Kästen und Musterbeispiele, die ihnen konkrete Information dazu geben, wie mit einem bestimmten mathematischen Problem umzugehen ist. Der Kommentar einer Schülerin ist in diesem Zusammenhang kennzeichnend: Während der selbstentdeckenden Erarbeitung einer Regel auf der Grundlage von bereits vorhandenen Kenntnissen schaut sie in das Buch mit der Begründung, dass sie es „schon einmal vorher wissen wollte“.

In diesem Sinne lässt sich ein Widerspruch feststellen zwischen dem Bild vom Lernen von Mathematik, das der Struktur von Mathematikschulbüchern implizit ist, und dem Verständnis vom Lernen von Mathematik, das im heutigen Mathematikunterricht angestrebt wird. In einigen neueren Büchern wird versucht diesem Bild von Mathematik durch ein wachsendes Angebot an Aktivitäten entgegenzuwirken, die Schülern ermöglichen, mathematische Konzepte selbst zu erarbeiten und zu entdecken, um sie damit für sich bedeutsam zu machen und mit Sinn zu erfüllen. Im Anschluss daran finden sich jedoch genau die Strukturbausteine, die ‚zeigen, wie es gemacht wird‘. Die Bemühungen, den Schülern Mathematik als lebendige Wissenschaft zu vermitteln, müssen scheitern, wenn auf das Erkunden und Entdecken von Mathematik das Zeigen, wie es ‚richtig‘ geht, folgt.

Die Studie belegt darüber hinaus, dass selbstentdeckende und -erkundende Einstiege in den Büchern von Schülern nicht im intendierten Sinne genutzt werden. Die Nutzung von Einstiegsaufgaben zur Aktivierung und Hinführung ließ sich nicht in den Daten feststellen. Zudem zeigt sie, dass auch die Platzierung dieser Einstiegsaufgaben am Anfang einer Lerneinheit gegenläufig zu den Verwendungsweisen von Schülern steht. Schüler erwarten am Anfang der Lerneinheit keine hinführenden Aktivitäten, sondern wesentliche Informationen zum Thema. Ihre Vorstellung vom Aufbau einer Lerneinheit entspricht damit nicht der Idee des gefrorenen Unterrichts, die sich in der Abfolge der einzelnen Strukturbausteine spiegelt (vgl. Rezat 2008), sondern eher der Konzeption eines Fachbuches, bei der die Inhalte unterhalb der entsprechenden Überschrift zunächst dargestellt werden. Der im Zusammenhang mit vielen Büchern gültige Schluss von der Lage des Schulbuchinhalts „Anfang der Lerneinheit“ auf dessen Funktion „wesentliche Informationen zum Thema“ ist im Zusammenhang mit der Struktur von Mathematikschulbüchern nicht gültig, denn die Struktur orientiert sich am Verlauf des Unterrichts bzw. des Lernprozesses.

Die vorangehenden Überlegungen beantworten bereits teilweise die zweite Frage in diesem Zusammenhang: Welche Nutzungsweisen werden durch die Struktur der Mathematikschulbücher eingeschränkt? Zunächst ist es erfreulich, dass Schüler das Mathematikbuch interesselmotiviert nutzen. Nutzungen in diesem Zusammenhang deuten darauf hin, dass Schüler versuchen, Mathematik für sich selbst bedeutsam zu machen, indem sie nach Anknüpfungspunkten für eigene Interessen Ausschau halten. Ein Schüler betrachtet das Bild eines Basketballspielers, da er „selber Basketball spielt“. Eine Schülerin betrachtet ein Kochrezept mit der Begründung „ich koche und backe gerne“. Eine genauere Untersuchung der interesselmotivierten Nutzungen zeigt jedoch, dass dieses Interesse offenbar nicht lange anhält. Selbst wenn etwas Interesse erweckt, wird in der Regel der Kontext, in dem es steht, und damit die Mathematik, die mit dem jeweiligen Interesse verbunden ist, nicht weiter zur Kenntnis genommen. Die Bücher sind offenbar nicht so gestaltet, dass das Interesse aufrecht erhalten wird.

Neben der Frage, welche Einflüsse die Struktur auf die Nutzung der Bücher durch Schüler hat, verweist die vorliegende Untersuchung auf die hervorragende Rolle von Bildern im Zusammenhang mit der Auswahl von Inhalten im Schulbuch. Die Rekonstruktion der Auswahlprozesse von Schülern lässt darauf schließen, dass Bilder eine maßgebliche Orientierungsfunktion beim Auffinden relevanter Inhalte im Schulbuch haben. Bilder visualisieren prototypisch bestimmte mathematische Inhalte und erhalten damit die Funktion eines Zeichens, das auf einen bestimmten mathematischen Inhalt

verweist. Mit Hilfe dieser Zeichen orientieren sich die Schüler im Buch. In der einschlägigen Literatur lassen sich weder Anhaltspunkte dafür finden, dass diese Rolle von Bildern Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen ist, noch, dass sie im Rahmen der Entwicklung von Schulbüchern berücksichtigt wird. Dass Bilder eine maßgebliche Bedeutung bei der Auswahl von Schulbuchinhalten haben, ist daher als wichtiges Ergebnis der Arbeit anzusehen.

Fazit

Die vorliegende Studie konzentrierte sich auf die Untersuchung der Nutzung des Mathematikbuches durch Schüler. Damit ist nur ein kleiner Teil der schulischen Wirklichkeit von Schülern erfasst. Sie setzt jedoch ein Zeichen, das für die Forschung und Entwicklung im Zusammenhang mit sämtlichen Lernmaterialien in allen Fächern gilt: Die Konzentration auf die Schülerperspektive. Diese wird nach wie vor bei der Entwicklung von Lernmaterialien unzureichend berücksichtigt. Theorie und Methode der vorliegenden Untersuchung haben zur Gewinnung wesentlicher Einsicht in die Lerntätigkeiten von Schülern beigetragen und sind von einer Allgemeinheit, dass sie in anderen fachlichen Kontexten zur Erforschung der Nutzung von verschiedenen Lernmaterialien eingesetzt werden können.

Literatur

- Howson, G. [1995]: Mathematics Textbooks: A Comparative Study of Grade 8 Texts. Vancouver: Pacific Educational Press.
- Kluge, S. [1999]: Empirisch begründete Typenbildung. Zur Konstruktion von Typen und Typologien in der qualitativen Sozialforschung. Opladen: Leske + Budrich.
- Rabardel, P. [2002]: People and Technology: a cognitive approach to contemporary instruments. Abgerufen am 02.01.2008 von http://ergoserv.psy.univ-paris8.fr/Site/default.asp?Act_group=1.
- Rezat, S. [2008]: Die Struktur von Mathematikschulbüchern. In: Journal für Mathematikdidaktik, 29(2008)1, 46-67.
- Rezat, S. [2009a]: Das Mathematikbuch als Instrument des Schülers. Eine Studie zur Schulbuchnutzung in den Sekundarstufen. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.
- Rezat, S. [2009b]: Das Mathematikbuch im Unterricht - Wohl oder Übel? In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2009. Vorträge auf der 43. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 02.03. bis 06.03.2008 in Oldenburg. Münster: WTM, S. 811-814.
- Strauss, A. & Corbin, J. [1996]: Grounded Theory: Grundlagen Qualitativer Sozialforschung. Weinheim: Beltz, Psychologische Verlags Union.
- Valverde, G. A.; Bianchi, L. J.; Wolfe, R. G.; Schmidt, W. H. & Houang, R. T. [2002]: According to the Book - Using TIMSS to investigate the translation of policy into practice through the world of textbooks. Dordrecht: Kluwer.