

Sara MALIK, Paderborn

## **Die curriculare Entwicklung der Anforderungen von anwendungsbezogenen Aufgaben**

Aufgaben, in denen Bezüge zu außermathematischen Kontexten in Text- oder Bildform bestehen, werden als anwendungsbezogene Aufgaben bezeichnet. Sie stellen einen zentralen Aufgabentyp des Mathematikunterrichtes dar, welcher mit einer „didaktischen, auf die Mathematik orientierten Zielsetzung formuliert [...] [wird]“ (Franke & Ruwisch, 2010, S. 61). Dieser Aufgabentyp wird oftmals als „schulische Kunstform“ (ebd., S. 61) bezeichnet und lässt sich als spezifisches Genre des Mathematikunterrichts ansehen. Dabei ist ein Genre ein Muster der kulturell-sozialen Interaktion in einem bestimmten Kontext (vgl. Rezat & Rezat, 2017, S. 4193). Anwendungsbezogene Aufgaben stellen Lernende aller Altersgruppen vor besondere *Herausforderungen* auf verschiedenen Ebenen. *Schwierigkeitsgenerierende Merkmale* können dabei auf mathematischer, sachlich-semantischer und sprachlich-syntaktischer Ebene liegen (vgl. z.B. Franke & Ruwisch, 2010, S. 80 ff). Der Großteil der Studien zu *schwierigkeitsgenerierenden Merkmalen* von anwendungsbezogenen Aufgaben ist auf bestimmte Schüler- und Altersgruppen beschränkt. Die Ergebnisse können daher nicht bedenkenlos verglichen bzw. generalisiert werden (vgl. Daroczy et al., 2015). Es ist bislang nicht klar, wie sich die Anforderungen und damit auch die schwierigkeitsgenerierenden Merkmale von anwendungsbezogenen Aufgaben im Laufe der Schulzeit entwickeln. Daher bedarf es einer systematischen Analyse, in der bereits bestehende wissenschaftliche Erkenntnisse zu Anforderungen und schwierigkeitsgenerierenden Merkmalen von anwendungsbezogenen Aufgaben strukturiert und Desiderata aufgezeigt werden.

Aufbauend auf die einschlägigen Erkenntnisse zu spezifischen sprachlichen und mathematischen *Anforderungen* von anwendungsbezogenen Aufgaben soll im Rahmen des Dissertationsprojektes die Entwicklung der Anforderungen von anwendungsbezogenen Aufgaben in Mathematikschulbüchern der Primar- und Sekundarstufe 1 aufgezeigt werden. Dabei wird das Ziel verfolgt Anforderungsprofile, die Lernende erfüllen müssen, abzuleiten. Da das Mathematikschulbuch im schulischen Alltag die wichtigste Quelle für anwendungsbezogene Aufgaben ist (vgl. Rezat, 2009), dient es als Datengrundlage für die Analyse.

## **Die Präsentationsform als ein Merkmal des Genres der anwendungsbezogenen Aufgaben**

Der Schwerpunkt in diesem Beitrag liegt zunächst auf sprachlichen Anforderungen. Rezat & Rezat (2017) haben ein *model of genre features* entwickelt, mit dem systematisch Genremerkmale von verschiedenen Textsorten bestimmt werden können. Ein Genre wird in diesem Modell als Zusammenhang zwischen dem *type of act* und dem *text type* beschrieben. Die Autoren führen hierzu an: „The type of act directs the expectation of the text type while features of the text type, especially the formulation patterns, indicate the type of act.“ (ebd., S. 4196). Die Hauptkategorie *type of act* wird durch den sozialen Sinn der Textsorte bestimmt. Der Hauptkategorie *text type* werden strukturelle und sprachliche Merkmale der Textsorte zugeordnet (vgl. ebd., S. 4196). Im vorliegenden Beitrag wird exemplarisch die Analyse eines Genremerkmals vorgenommen. Dazu wird die Präsentationsform, welche neben dem Sequenzmuster des Textes die strukturelle Gestaltung des Genres bestimmt, fokussiert.

Anwendungsbezogene Aufgaben liegen als Printmedien in Schulbüchern vor und werden in unterschiedlichen Formen präsentiert. Sie können in Form einer bildlichen Darstellung vorhanden sein, wie es eingangs in Schulbüchern der Primarstufe der Fall ist. Sie können aber auch ausschließlich in Textform oder in Mischformen wie Bild-Textaufgaben vorliegen (vgl. Franke & Ruwisch, 2010). Neben dem Inhalt und dem Situationskontext der Aufgabe beeinflusst die Präsentationsform das Lösungsverhalten der Lernenden (vgl. ebd., S. 62).

Die Darstellung von verschiedenen Präsentationsformen fordert von den Lernenden, dass die jeweilige Form der Repräsentation analysiert und in die bereits bestehende Wissensstruktur integriert wird. Abhängig von dem Zeichensystem, in dem die Darstellung zu verorten ist, wird die kognitive Verarbeitung der Lernenden beeinflusst (vgl. Schnotz, 2001, S. 314). Aus diesem Grund zeigt sich eine besondere Relevanz, die Form der Präsentation der anwendungsbezogenen Aufgaben der Primar- und Sekundarstufenschulzeit näher zu analysieren. Dabei wird das Ziel verfolgt die Anforderungen, die im Rahmen von anwendungsbezogenen Aufgaben durch Mathematikschulbücher der Primar- und Sekundarstufe 1 an die Lernenden herangetragen werden, aufzuzeigen. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll, die Organisation der Lerninhalte in den Blick zu fassen und näher zu analysieren, wie die unterschiedlichen Präsentationsformen in den unterschiedlichen Schulbüchern der jeweiligen Jahrgangsstufen repräsentiert sind. Die rein bildlichen Darstellungen der Anwendungsbezüge stellen eine erste Abstraktionsstufe für Lernende der Primarstufe dar (vgl. Franke & Ruwisch, 2010,

S. 56). Um bildliche Darstellungen zu erschließen, können Lernende auf Schemata ihrer alltäglichen Wahrnehmung zurückgreifen (vgl. Schnotz, 2010, S. 303). Anwendungsbezogene Aufgaben, die ausschließlich in Textform vorliegen, stellen für Lernende eine andere Abstraktionsstufe dar. Hier ist die Kohärenz innerhalb des Textes mental zu konstruieren (vgl. ebd., S. 301). Im Rahmen von Bild-Textaufgaben sind sowohl der Text als auch das Bild zu enkodieren, was auf unterschiedliche Weisen geschieht. Die dabei entstandenen Repräsentationen müssen vereint werden. Bildliche Darstellungen, die anwendungsbezogenen Aufgaben zugehörig sind, können unterschiedliche Funktionen erfüllen (vgl. Elia & Philippou, 2004). Dabei kann zwischen vier Funktionen unterschieden werden: dekorativ, repräsentativ, organisatorisch und informativ (vgl. ebd., S. 328). Dekorative Bilder sind für den Lösungsprozess irrelevant. Repräsentative Bilder stellen einen Teil oder den gesamten Inhalt des mathematischen Problems dar. Durch organisatorische Bilder können z.B. Anweisungen vermittelt werden, wie eine Lösung erarbeitet werden kann. Informative Bilder liefern wichtige Informationen für den Lösungsprozess des mathematischen Problems. Im Rahmen einer qualitativen Untersuchung, in der Interaktionsprozesse von vier Schülerpaaren der sechsten Klasse mit hohem mathematischen Wissen analysiert wurden, konnte gezeigt werden, dass repräsentative, organisatorische und informative Bilder einen deutlichen Einfluss auf den Lösungsprozess des mathematischen Problems haben (vgl. ebd., 328 ff).

Dewolf et al. (2014) untersuchen ebenfalls, ob neben der textlichen Darstellung Illustrationen und/oder Warnungen den Schülern helfen können ein Situationsmodell zu entwickeln. Außerdem überprüfen sie, ob durch die Integration von Bildern und Warnungen realistische Denkweisen beim Bearbeiten von anwendungsbezogenen Aufgaben gefördert werden. Die Autoren führten hierzu zwei ähnliche Datenerhebungen, eine in der Türkei mit 402 Grundschulern (10 und 11 Jahre) und eine in Belgien mit 233 Grundschulern (10 und 11 Jahre) durch. Die beiden Schülergruppen haben im Rahmen der Studien anwendungsbezogene Aufgaben mit repräsentativen Illustrationen der Problemsituation bearbeitet. Bei einigen Aufgaben wurde eine zusätzliche Warnung formuliert, dass bestimmte Aspekte der Situation nicht dem Standard entsprechen. Entgegen der Erwartungen der Autoren ließen sich in beiden Studien keine positiven Effekte durch den Einsatz von repräsentativen Abbildungen und Warnungen sowie deren Kombination im Hinblick auf realistische Bearbeitungen zeigen. Auf der Grundlage der exemplarisch diskutierten Studien zeigen sich konträre Ergebnisse. Dewolf et al. (2004) verweisen darauf, dass das Fehlen der positiven Effekte nicht allein auf überlastete kognitive Verarbeitungsprozesse zurückzuführen ist. Sie sehen den so-

ziokulturellen und mathematikdidaktischen Kontext, in dem die Schülerinnen und Schüler gelernt haben, anwendungsbezogene Aufgaben zu bearbeiten, ebenfalls als Prädiktor des negativen Effekts.

## Fazit und Ausblick

Die Präsentationsform von anwendungsbezogenen Aufgaben ist ein Genremerkmal, das neben anderen sprachlichen Merkmalen differenzierter zu analysieren ist, um die Entwicklung der Anforderungen des Aufgabentyps in Mathematikschülerbüchern der Primar- und Sekundarstufe 1 nachzeichnen zu können. Vor dem Hintergrund des *model of genre features* ist dabei immer der *type of act* der anwendungsbezogenen Aufgaben zu berücksichtigen. Dieser ist auf die Funktionen des Sachrechnens im Sinne Winters (1985) zurückzuführen. Lernende sollen zur Umwelterschließung befähigt werden, indem sie Anwendungsbezüge als Lernstoff, Lernprinzip und Lernziel kennenlernen. Um erste Erkenntnisse über diese Entwicklung der Anforderungen gewinnen zu können, soll in einem nächsten Schritt analysiert werden, in welcher Art und Häufigkeit sowie in welcher Funktion die unterschiedlichen Präsentationsformen von anwendungsbezogenen Aufgaben in den Mathematikschulbüchern zu verzeichnen sind.

## Literatur

- Daroczy, G., Wolska, M., Meurers, W. D. & Nuerk, H.-C. (2015). Word problems: a review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in Psychology*, 6(348), 1–13.
- Dewolf, T., Van Dooren, W., Cimen, E. E. & Verschaffel, L. (2014). The impact of illustrations and warnings in solving mathematical word problems realistically. *The Journal of Experimental Education*, 82(1), 103–120.
- Elia, I. & Philippou, G. (2004). The functions of pictures in problem solving. In M. J. Hoines & A. B. Fuglestad (Hrsg.), *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, S. 327–334). Bergen, Norwegen: University College.
- Franke, M. & Ruwisch, S. (2010). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule*. Heidelberg: Springer.
- Rezat, S. (2009). *Das Mathematikbuch als Instrument des Schülers*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Rezat, S. & Rezat, S. (2017). Subject-specific genres and genre awareness in integrated mathematics and language teaching. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(7b), 4189–4210.
- Schnotz, W. (2001). Wissenserwerb mit Multimedia. *Unterrichtswissenschaft*, 29, 292–318.
- Winter, H. (1985). *Sachrechnen in der Grundschule*. Bielefeld: Cornelsen-Velhagen & Klasing.