

Jennifer POSTUPA, Nürnberg

Analyse der Gestaltung von Mathematikschulbüchern durch Merkmalskombinationen

Um die didaktische Gestaltung von Mathematikschulbüchern näher untersuchen und vergleichen zu können, wurde ein Instrument zur Analyse von Mathematikschulbüchern entwickelt. Auf Basis von 32 Einzelmerkmalen für Abbildungen, Aufgaben und Erklärungen können zeitliche Veränderungen und Unterschiede in Mathematikschulbüchern einer statistischen Auswertung zugänglich gemacht werden (vgl. Postupa, 2019). Die erhobenen Einzelmerkmale sind dabei so gewählt, dass durch die Kombination mehrerer Merkmale auch sehr spezifische Fragen zur Schulbuchgestaltung untersucht werden können. Damit unterscheidet sich das vorliegende Analyseinstrument von anderen Arbeiten zur (quantitativen) Schulbuchanalyse nicht nur durch die Vielzahl der erfassten Merkmale (vgl. u.a. Reichmann, 2008, Valverde et al., 2002), sondern auch durch die Möglichkeit der statistischen Auswertung solcher Merkmalskombinationen. So lassen sich nicht nur die Typen, Funktionen oder intendierten Schüleraktivitäten rund um Abbildungen, Aufgaben und Erklärungen isoliert bestimmen, sondern auch Aussagen darüber treffen, welche Typen welche Funktionen bedienen und was deren spezifische Schüleraktivität ist. Im Folgenden werden Möglichkeiten zur Auswertung solcher Merkmalskombinationen dargestellt.

Als Grundlage dienen rund 21.000 Datensätze von 14 Schulbüchern der bayerischen Hauptschule aus den Jahren 1935 bis 2011. Dieser Datenpool ermöglicht es, die Anwendung des Analyseinstruments zu zeigen und erste Hypothesen aufzustellen. Diese müssen dann in einem weiteren Schritt durch die Analyse zusätzlicher Schulbücher bestätigt werden.

Angabe von absoluten und relativen Häufigkeiten

Erste Einsichten in Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Merkmalen liefert die Angabe absoluter und relativer Häufigkeiten in Kreuztabellen. Dies sei exemplarisch für Abbildungen gezeigt. Die Analyse von Abbildungen – zunächst nur hinsichtlich des Merkmals *Abbildungstyp* – zeigt seit den 50er Jahren einen starken Anstieg an Abbildungen an sich, insbesondere aber des Abbildungstyps *Zeichnungen konkreter Objekte*. Hier stellt sich die Frage, warum gerade dieser Typ so stark zunimmt und wie dieser im Schulbuch eingesetzt wird. Erste Interpretationsansätze ergeben sich, wenn man zusätzlich zum *Abbildungstyp* das Merkmal *Abbildungsfunktion* betrachtet.

| | | Abbildungsfunktion | | | | |
|---------------|-----------------------------|--------------------|--------------|-------------------|----------------|------------------|
| | | Illustration | Orientierung | Veranschaulichung | Bereitstellung | Texterschließung |
| Abbildungstyp | Zeichnung konkreter Objekte | 488 (10,1%) | 267 (5,5%) | 105 (2,2%) | 363 (7,5%) | 161 (3,3%) |
| | geometrische Zeichnungen | 2 (0,0%) | 1 (0,0%) | 169 (3,5%) | 689 (14,2%) | 355 (7,3%) |
| | Tabellen | 2 (0,0%) | 0 (0,0%) | 28 (0,6%) | 995 (20,6%) | 67 (1,4%) |
| | Sonstige | 104 (2,1%) | 0 (0,0%) | 270 (5,6%) | 623 (12,9%) | 150 (3,1%) |

Abb. 1: Häufigkeiten der Merkmalskombinationen Abbildungstyp und Abbildungsfunktion bei den knapp 5000 analysierten Abbildungen

Hier wird zunächst erkennbar, dass einzelne Abbildungsfunktionen, wie *Illustration* und *Orientierung* nahezu ausschließlich durch ein oder maximal zwei Abbildungstypen umgesetzt werden. Während Abbildungen, die der *Illustration* dienen, vorwiegend durch *Fotos* und *Zeichnungen konkreter Objekte* realisiert sind, werden bei Abbildungen, die den Lernenden die *Orientierung* im Schulbuch erleichtern sollen, ausschließlich *Zeichnungen* eingesetzt. Weiterhin fällt auf, dass der Abbildungstyp *Tabellen* zum größten Teil zur *Bereitstellung* von Zahlenmaterial im Rahmen von Aufgaben eingesetzt wird.

Klassifizierung

Mit Hilfe solcher Merkmalskombinationen können auch Klassifizierungen vorgenommen werden, indem etwa nach den am häufigsten auftretenden Kombinationen aus zwei und mehr Merkmalen gefragt wird. So lässt sich beispielsweise bei Abbildungen untersuchen, welche Kombinationen der fünf erhobenen Merkmale am häufigsten auftreten. Dies sind *bunte Zeichnungen* konkreter Objekte, die der *Illustration* dienen und *keinerlei Auseinandersetzung* mit der Abbildung erfordern. Diese Sorte Abbildungen tritt mit 7,4% aller analysierten Abbildungen am häufigsten auf. Ausgehend von den relativen Häufigkeiten der Einzelmerkmale wären bei dieser Kombination lediglich 0,3% aller Abbildungen zu erwarten gewesen. Durch Test auf Gleichverteilung kann nachgewiesen werden, dass es sich dabei um einen signifikanten Unterschied handelt. Den zweitgrößten Anteil nehmen mit 6,8% aller analysierten Abbildungen *bunte Tabellen* ein, die der *Bereitstellung* von Daten dienen und die *explizite Entnahme der Daten* erfordern. Dass sich diese Hauptabbildungssorten im Laufe der Zeit verändern, zeigt sich, wenn man die beiden häufigsten Abbildungsklassen für die Schulbücher der 50er und 60er Jahre sowie für die ab 2000 erschienenen Bücher getrennt bestimmt. Während die oben genannten Zeichnungen in den neuesten Büchern einen noch etwas größeren Anteil einnehmen (8,6%), spielen sie in den Büchern der 50er und 60er Jahre mit 1,3% eine deutlich geringere Rolle. Die bunten Tabellen zur Bereitstellung erscheinen in den 50ern und 60ern mit 4,3% nur geringfügig seltener. Allerdings machen in dieser

Zeit *schwarz-weiße Tabellen zur Bereitstellung* von Daten, die *explizit entnommen* werden müssen, 25,2% aller Abbildungen aus und stellen damit die wichtigste Abbildungsklasse dar.

Vergleiche und Zusammenhangsmaße

Um genauere Aussagen über Zusammenhänge zwischen mehreren Merkmalen treffen zu können, bieten sich Vergleiche an. So lässt sich beispielsweise untersuchen, ob im Schulbuch Formel 7 (2004) ein Zusammenhang zwischen dem *Kontext* einer Aufgabe, deren *Typ* und den intendierten *Schüleraktivitäten* besteht. Vergleicht man dazu zunächst die Verteilung der *Aufgabentypen* für die unterschiedlichen *Aufgabenkontexte*, ergibt sich folgende Darstellung:

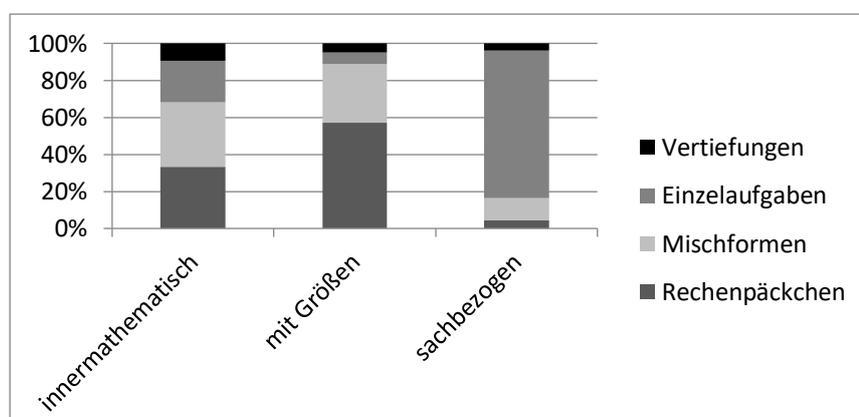
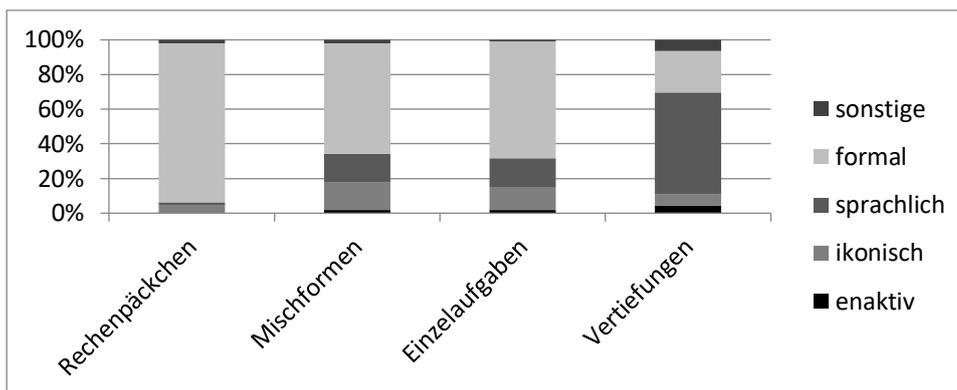


Abb. 2: Anteile der Aufgabentypen bzgl. des Aufgabenkontexts in Formel 7 (2004)

Die offensichtlichen Unterschiede in der Verteilung der *Aufgabentypen* bei *innermathematischen* und *sachbezogenen* Aufgaben lassen sich für das Schulbuch Formel 7 (2004) auch statistisch als hochsignifikant bestätigen. Darüber hinaus kann mit einem Kontingenzkoeffizienten Cramer's V von .43 von einem mittleren Zusammenhang zwischen dem *Kontext* einer Aufgabe und dem *Aufgabentyp* ausgegangen werden. Interessiert man sich dafür, ob sich die *Aufgabentypen* oder der *Aufgabenkontext* stärker auf die *Schüleraktivitäten* auswirken, hilft erneut ein Blick auf den Kontingenzkoeffizienten Cramer's V. So zeigt sich, dass zwischen dem *Aufgabenkontext* und den *Schüleraktivitäten* kein Zusammenhang besteht (Cramer's V .10). Obwohl die Verteilungen der *Schüleraktivitäten* bei den einzelnen *Aufgabentypen* hochsignifikant voneinander abweichen, ergibt sich auch hier nur ein schwacher Zusammenhang (Cramer's V .25).

Betrachtet man zusätzlich die standardisierten Pearson-Residuen, lässt sich vermuten, dass die Abweichungen der *Schüleraktivitäten* bei den unterschiedlichen *Aufgabentypen* vor allem durch die unterschiedlichen Anteile *sprachlicher und formaler Schüleraktivitäten* bei *Rechenpäckchen* und *Vertiefungsaufgaben* ausgelöst werden.



Anteile der Schüleraktivitäten bezogen auf den Aufgabentyp in Formel 7 (2004)

Auch im obigen Beispiel der Abbildungen kann gefragt werden, ob ein Zusammenhang zwischen den *Abbildungstypen* und den *Abbildungsfunktionen* besteht beziehungsweise wie groß dieser ist. Hier liefert das Analyseinstrument mit Cramer's V von .41 einen mittleren Zusammenhang.

Zusammenfassung

Einer der Vorteile des vorliegenden Analyseinstrumentes zur Gestaltung von Mathematikschulbüchern (vgl. Postupa, 2019) besteht darin, dass die erhobenen Merkmale nicht nur isoliert ausgewertet und interpretiert werden können, sondern dass Merkmalskombinationen möglich sind. Dies erlaubt zum einen die genauere Beschreibung der Merkmale, da diese durch Berücksichtigung weiterer Merkmale genauer spezifiziert werden können. Zum anderen kann die Stärke des Zusammenhangs zwischen zwei Merkmalen beschrieben und damit vergleichbar gemacht werden. Weiterhin können durch die Merkmalskombinationen aber auch Klassifizierungen vorgenommen werden und damit häufig auftretende, typische Gestaltungselemente aufgespürt werden. Es bliebe zu untersuchen, ob fehlende oder selten auftretende Merkmalskombinationen (wie etwa konkrete Zeichnungen zur Veranschaulichung mathematischer Zusammenhänge) logische Konsequenzen aus der Definition der Merkmale darstellen oder ob hier ein Entwicklungspotential für neue Schulbücher liegt.

Literatur

- Postupa, J. (2019). Mathematikschulbücher im Vergleich – Entwicklung und Erprobung eines Instruments zur quantitativen Analyse von Mathematikschulbüchern unter didaktischen Gesichtspunkten. In St. Krauss (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2019*. Münster: WTM-Verlag.
- Reichmann, K. (2008). Das Schulbuch im Mathematikunterricht. Entwicklungstendenzen zwischen 1870 und 2000. *MNU* 61/6, 326-332.
- Sailer, W. et al. (Hrsg.) (2004). *Formel 7. Mathematik*. Bamberg: C. C. Buchner.
- Valverde G. et al. (2002). *According to the book*. London: Kluwer.