

Michael GAIDOSCHIK, Wien

Die Entwicklung von Lösungsstrategien zu den additiven Grundaufgaben im Laufe des ersten Schuljahres

1. Problemlage und Forschungsfragen

Die Automatisierung der additiven Grundaufgaben zumindest im Zahlenraum bis 10 wird in der aktuellen deutschsprachigen Fachdidaktik als ein wichtiges Unterrichtsziel bereits des ersten Schuljahres formuliert. Es existieren bis dato aber kaum Studien darüber, ob bzw. bis zu welchem Grad dieses Ziel im deutschen Sprachraum üblicherweise erreicht wird. Bei US-amerikanischen Schüler/innen ist zählendes Rechnen am Ende des ersten Schuljahres die bei weitem vorherrschende Lösungsstrategie (Henry & Brown 2008, S. 164ff). Die chinesischen Schüler/innen in der Vergleichsstudie von Geary, Bow-Thomas, Liu & Siegler lösten dagegen am Ende des ersten Schuljahres 91% der additiven Grundaufgaben im Zahlenraum bis 20 durch Faktenabruf, weitere 6% durch Ableitung aus einer bereits automatisierten Aufgabe auf Grundlage eines operativen Zusammenhangs, etwa als Nachbar- oder Umkehraufgabe (Geary u.a. 1996, S. 2034). Auch andere Studien machen deutlich, dass die Entwicklung von Rechenstrategien nicht nur individuell (mit großen Unterschieden zwischen in dieser Hinsicht leistungsstarken und leistungsschwachen Schüler/innen), sondern auch national höchst unterschiedlich verläuft.

Vor diesem Hintergrund verfolgte die hier vorgestellte Dissertation zwei Hauptinteressen: Zum einen wurde zum ersten Mal auch für die *österreichische* Schulwirklichkeit an einer repräsentativen Stichprobe erhoben, in welchen Varianten und Häufigkeiten Kinder schon zu Beginn ihres ersten Schuljahres Lösungsstrategien für additive Grundaufgaben mitbringen und wie sie diese im Laufe des ersten Schuljahres weiter entwickeln oder beibehalten. Dies wurde ins Verhältnis gesetzt zur parallel erhobenen didaktischen Qualität des Arithmetikunterrichts, den diese Kinder im Laufe ihres ersten Schuljahres erfahren haben. Angestrebt war also eine Erhebung des *Status Quo des (nieder-)österreichischen Arithmetikunterrichts im ersten Schuljahr* bezüglich „Input“ (Wie weit entsprechen Didaktik und Methodik des Arithmetikunterrichts den diesbezüglichen Empfehlungen der aktuellen Fachdidaktik?) und „Output“ (Wie weit erreichen die so unterrichteten Kinder die von der aktuellen Fachdidaktik mit Bezug auf Rechenstrategien formulierten Ziele?). Zum anderen ging es der Dissertation um die möglichst detailreiche *qualitative Erforschung der Entwicklung von Ableitungsstrategien* im Bereich der additiven Grundaufgaben, wozu bislang auch international nur wenige empirische Studien vorliegen.

2. Design und Stichprobe

Zur Erfassung der Rechenstrategieentwicklung wurden anfangs 160, durchgehend 139 Kinder (Zufallsauswahl) aus 20 unterschiedlichen niederösterreichischen Grundschulen in je drei qualitativen Interviews (zu Beginn, Mitte und gegen Ende ihres ersten Schuljahres) beim Lösen von ausgewählten Additionen und Subtraktionen im Zahlenraum bis 10 und 20 beobachtet und zu ihren Lösungsstrategien befragt. Die didaktisch-methodische Qualität des Mathematikunterrichts dieser Kinder konnte nur indirekt erfasst werden. Zum einen erfolgte eine qualitative Inhaltsanalyse der fünf im Unterricht der Kinder verwendeten Mathematik-Schulbücher. Zum anderen wurden die Lehrkräfte der Kinder zur Gestaltung ihres Mathematikunterrichts im Allgemeinen, zum Umgang mit zählenden und nicht-zählenden Lösungsstrategien im Besonderen befragt.

3. Einige qualitative Ergebnisse

An dieser Stelle möglich ist lediglich ein *Überblick über die sechs Typen*, welche sich innerhalb der Kinder mit Bezug auf ihre Strategiepräferenzen am Ende des ersten Schuljahres empirisch begründen lassen (für Details dieser Typologie und weitere Ergebnisse zur Entwicklung von Ableitungsstrategien sowie eine umfassende Diskussion vgl. Gaidoschik, in Vorb.):

Typus *„Faktenabruf und fortgesetztes Ableiten“* (Häufigkeit innerhalb der Stichprobe: etwa 33%): Kinder dieses Typus lösen nicht-triviale additive Grundaufgaben im Zahlenraum bis 10 am Ende des ersten Schuljahres vorwiegend (d.h. zu mehr als zwei Drittel) durch Nutzung von Zahlenfakten, wobei direkter Faktenabruf überwiegt. (Als „trivial“ gewertet wurden die Verdoppelungsaufgaben und Aufgaben mit 1 als Summanden bzw. Subtrahenden.) Noch nicht automatisierte Aufgaben im Zahlenraum bis 10 sowie Aufgaben mit Zehnerübergang werden von den Kindern dieses Typus mehrheitlich durch Ableitungsstrategien gelöst.

Typus *„Hohe Merkleistung ohne Ableitung“* (Häufigkeit: etwa 2%): Kinder dieses Typus wissen die Grundaufgaben im Zahlenraum bis 10 am Ende des ersten Schuljahres vorwiegend auswendig, setzen aber daneben keine Ableitungsstrategien ein. Nicht automatisierte Aufgaben (etwa solche mit Zehnerübergang) werden also zählend gerechnet.

Typus *„Vorwiegend zählendes Rechnen ohne Ableiten“* (Häufigkeit: etwa 24%): Kinder dieses Typus wissen am Ende des ersten Schuljahres weniger als ein Drittel der nicht-trivialen Aufgaben auswendig. Sie wenden durchgehen *keine* Ableitungsstrategien an. Die nicht-trivialen Grundaufgaben im Zahlenraum bis 10 werden von diesen Kindern noch am Ende des ersten Schuljahres vorwiegend (zu mehr als zwei Dritteln) zählend gelöst.

Typus „*Strategie-Mix mit hohem Anteil von Zählstrategien ohne Ableiten*“ (Häufigkeit: etwa 17%): Diese Kinder unterscheiden sich von jenen des Typus „*Vorwiegend zählendes Rechnen ohne Ableiten*“ im Wesentlichen durch einen höheren Anteil von *nicht-zählenden Fingerstrategien* und einen entsprechend niedrigeren Anteil von *fingergestützten Zählstrategien*. Auch sie wissen aber weniger als ein Drittel der nicht-trivialen Aufgaben auswendig und wenden keine Ableitungsstrategien an.

Typus „*Ableiten und persistierendes zählendes Rechnen*“ (Häufigkeit: etwa 20%): Diese Kinder kombinieren am Ende des ersten Schuljahres im Zahlenraum bis 10 Faktenabruf und Ableitungsstrategien mit Zählstrategien (letztere bei mindestens einem Drittel der Aufgaben).

Typus „*Vorwiegend zählendes Rechnen mit Ableiten*“ (Häufigkeit: etwa 3%): Diese Kinder unterscheiden sich von jenen des Typus „*Ableiten und persistierendes zählendes Rechnen*“ im Wesentlichen dadurch, dass sie nur einzelne nicht-triviale Aufgaben im Zahlenraum bis 10 auswendig wissen und mehr als zwei Drittel zählend lösen. Daneben wenden aber auch diese Kinder Ableitungsstrategien an.

Die *qualitative Inhaltsanalyse* der fünf in den teilnehmenden Klassen verwendeten Mathematik-Schulbücher macht deutlich, dass alle fünf Schulbücher in wesentlichen Fragen der Didaktik und Methodik des arithmetischen Erstunterrichts gegen Empfehlungen verstoßen, die in der aktuellen deutschsprachigen Fachdidaktik weitgehend einhellig formuliert werden. So werden etwa in allen fünf Schulbüchern die Zahlen bis 10 kleinschrittig eingeführt; es wird nicht erkennbar auf nicht-zählende Rechenstrategien (Ableitungsstrategien) hin gearbeitet, im Gegenteil: zählendes Rechnen wird durch unstrukturierte Veranschaulichungen in Kombination mit Übungsaufgaben, denen keine operative Struktur zugrunde liegt, über weite Strecken geradezu provoziert; und unstrukturierte Übungsaufgaben überwiegen (mit Anteilen bis zu 91 Prozent) in allen fünf Schulbüchern.

Als ein wesentliches Ergebnisse der Lehrer/innenbefragung ist nun aber festzuhalten, dass die Lehrer/innen sich in didaktisch-methodischer Hinsicht jeweils eng an diesen Schulbüchern orientiert haben. Konsequenterweise gaben die Lehrer/innen an, dass sie zählendes Rechnen mehrheitlich zumindest bis zum Ende des ersten Schulhalbjahres (in zumindest sechs der 22 Klassen während des gesamten ersten Schuljahres) gezielt geübt, Ableitungsstrategien aber gar nicht oder nur am Rande behandelt haben.

4. Interpretation und Ausblick

Die in Kapitel 3. zusammengefasste Typologie macht deutlich, dass die von der aktuellen Fachdidaktik formulierte Zielvorgabe, dass *möglichst alle*

Kinder *möglichst alle* additiven Aufgaben zumindest im Zahlenraum bis 10 im Laufe des ersten Schuljahres automatisieren sollten (vgl. Schipper 2005), in den untersuchten Klassen *bei weitem nicht erreicht* wurde. Zugleich liefern Schulbuchanalyse und Lehrer/innenbefragung deutliche Hinweise dafür, dass der Arithmetikunterricht in diesen Klassen in zentralen Bereichen *nicht* den Empfehlungen entsprach, die von der aktuellen Fachdidaktik weitgehend übereinstimmend formuliert werden. Es erscheint plausibel, dass gerade diese Unterrichtsgestaltung maßgeblich dazu beigetragen hat, dass nur etwa ein Drittel der Kinder das von der aktuellen Fachdidaktik formulierte Ziel der Automatisierung im Zahlenraum bis 10 zumindest annähernd erreicht, aber ca. 27% der Kinder die Aufgaben im Zahlenraum bis 10 noch am Ende des ersten Schuljahres vorwiegend zählend lösen, mit absehbar negativen Konsequenzen für ihre weitere mathematische Entwicklung. In jedem Fall ist zu bedenken, dass die dargestellte Typologie keine allgemeinen Aussagen über *die* arithmetische Entwicklung *der* Kinder erlaubt, sondern eine Typologie der Strategieentwicklung *unter den oben charakterisierten, als ungünstig zu bewertenden Unterrichtsbedingungen* darstellt.

Als *Desiderate künftiger Forschung* ergeben sich unter anderem Längsschnittstudien, die die arithmetische Entwicklung über das erste Schuljahr hinaus verfolgen. Forschungsethisch vertretbar erscheinen solche Studien freilich nur dann, wenn sie als *Interventionsstudien im Interesse der teilnehmenden Kinder* konzipiert sind. Solche Studien sollten also zur Evaluation von Unterrichtsmaßnahmen dienen, bei denen Grund zur Annahme besteht, dass sie der arithmetischen Entwicklung der Kinder förderlich sind. Auf Basis der vorliegenden Studie gehören dazu jedenfalls Maßnahmen, die Kinder gezielt beim Entdecken und Anwenden von Ableitungsstrategien unterstützen.

Literatur

- Gaidoschik, M. (in Vorbereitung): *Die Entwicklung von Lösungsstrategien zu den additiven Grundaufgaben im Laufe des ersten Schuljahres*. Dissertation. Universität Wien.
- Geary, D. C., Bow-Thomas, C. C., Fan, L., Siegler, R. S. (1996): Development of Arithmetical Competences in Chinese and American Children: Influence of Age, Language, and Schooling. *Child Development*, 67, 2022 - 2044.
- Henry, V. J., Brown, R. S. (2008): First-Grade Basic Facts: An Investigation into Teaching and Learning of an Accelerated, High-Demanding Memorization Standard. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39/2, 153 - 183.
- Schipper, W. (2005): Schulische Intervention und Prävention bei Rechenstörungen. *Die Grundschulzeitschrift*, 182, 6 - 10.