FRIEDHELM PADBERG

Additionsstrategien von Erstkläßlern – eine empirische Untersuchung

1

Amerikanische Untersuchungen belegen, daß schon *Schulanfänger* ihre Zählkompetenz geschickt zur Lösung von geeignet formulierten Additionsaufgaben einsetzen, und zwar oft *mit*, aber zum Teil auch schon *ohne* Materialbenutzung (vgl. Hendrickson in Padberg [1992]). So lösen fast 90% der untersuchten *amerikanischen Schulanfänger* die Aufgabe 2 + 7 erfolgreich, lösen überraschenderweise immer noch fast 50% dieser Schulanfänger die anspruchsvolle Aufgabe 8 + 13 (in der Einkleidung: Lege acht von deinen Klötzen vor dich hin. Wenn ich dir dreizehn von meinen Klötzen gebe, wieviel hast du dann insgesamt?) richtig, und zwar sofort oder spätestens nach dem – bei ursprünglich zögerlicher oder falscher Antwort gegebenen – Hinweis: „Benutze die Klötze." Grundlage für die Lösung derartiger Additionsaufgaben sind nach Untersuchungen von Carpenter/Moser (1984) verschiedene *Zählstrategien*, die die untersuchten *amerikanischen Schüler* zu Schulbeginn, aber auch noch *später* einsetzen. Folgende *Zählstrategien* – geordnet nach zunehmender Komplexität – lassen sich hierbei unterscheiden (für genauere Details vgl. Padberg [1992]):

- Vollständiges Auszählen (i. a. mit Materialbenutzung),
- Weiterzählen vom ersten Summanden aus,
- Weiterzählen vom größeren Summanden aus,
- Weiterzählen vom größeren Summanden aus in größeren Schritten.

Zur *Entwicklung der Additionsstrategien während der ersten drei Schuljahre* gibt eine von Carpenter/Moser (1984) in den USA durchgeführte Längsschnittuntersuchung folgende Hinweise: Die *Zählstrategien* nehmen während dieses Zeitraumes insgesamt deutlich ab, und zwar besonders massiv die Strategie des vollständigen Auszählens, während gleichzeitig der Einsatz von *auswendig beherrschten 1 + 1-Fakten* sowie von hierauf basierenden *heuristischen Strategien* stark zunimmt.[1] Am *Ende des ersten Schuljahres* (wie auch zu Beginn des zweiten Schuljahres) setzt jedoch noch der *weit überwiegende Teil* der untersuchten *amerikanischen* Schüler *Zählstrategien* ein, und zwar vor allem die Strategie des vollständigen Auszählens, daneben auch in geringerem Umfang die Strategie des Weiterzählens vom ersten bzw. größeren Summanden aus. *Nur rund 15% der Schüler* benutzen zu diesem Zeitpunkt schon *andere* Strategien (1 + 1-Fakten, heuristische Strategien).

Dieser nach unserer Einschätzung überraschend *geringe Anteil der weiterführenden Strategien am Ende des ersten Schuljahres* sowie auch ihr nur allmählicher Anstieg während der nächsten beiden Schuljahre veranlaßte uns, eine eigene Untersuchung über den *Einsatz verschiedener Additionsstrategien am Ende des ersten Schuljahres* durchzuführen, wobei insbesondere auch die verschiedenen benutzten *heuristischen Strategien* sowie die Abhängigkeit ihres Einsatzes von der *Leistungsfähigkeit* der Schüler und von verschiedenen *Aufgabentypen* genauer analysiert werden sollte. Die Untersuchungsbefunde von Hendrickson über die Additionsleistungen von *Schulanfängern* scheinen uns dagegen – aufgrund der von R. Schmidt (1982) in einer umfassenden und gründlichen Untersuchung nachgewiesenen hohen Zählkompetenz der Schulanfänger – grundsätzlich auch für Deutschland plausibel zu sein.

1. Bemerkungen zur Untersuchung

Wir untersuchten 31 Schüler aus 8 Klassen von drei Grundschulen in drei verschiedenen Städten Westfalens in Form von *Einzelinterviews*[2] (Dauer je Schüler jeweils etwa 20 bis 25 Minuten) im Zeitraum von Ende Mai bis Mitte Juni 1991, also gegen Ende des ersten

Schuljahres.[3] Hierbei interviewten wir *nicht* sämtliche Schüler der jeweiligen Klasse, sondern wählten jeweils *einen leistungsstarken* Schüler, *zwei durchschnittliche Schüler* und einen *schwachen Schüler* aus. Maßstab für die Einordnung war das Urteil des betreffenden Klassenlehrers. Insgesamt interviewten wir so 8 leistungsstarke, 16 durchschnittliche und 7 schwache Schüler.[4]
Für die Einzelinterviews stand uns jeweils ein *eigener Raum* außerhalb des Klassenzimmers zur Verfügung. Wegen der besseren Konzentration führten wir sämtliche Interviews während der *drei ersten* Unterrichtsstunden durch, zur möglichst weitgehenden Vermeidung eines unerwünschten Informationsaustausches testeten wir jeweils sämtliche Schüler *einer* Klasse an ein und demselben Vormittag. Bei der Lösung der Testaufgaben lagen jeweils – den Schülern aus dem Unterricht vertraute – *Plättchen* auf dem Tisch, die *bei Bedarf* benutzt werden konnten.
Der selbst erstellte Additionstest[5] besteht aus 11 Additionsaufgaben mit verschiedener Zielsetzung. Bei jeder Aufgabe können verschiedene Lösungsstrategien eingesetzt werden.

Im folgenden Abschnitt stellen wir exemplarisch die Lösungsstrategien dar von
- einer Aufgabe *im vertrauten Zahlenraum* (7 + 9 =),
- zwei Aufgaben (etwas) *außerhalb des vertrauten Zahlenraums* (19 + 8 =, 21 + 4 =),
- einer Aufgabe mit *drei Summanden* (9 + 8 + 3 =) und
- einer *Ergänzungsaufgabe* (7 + □ = 13),

wobei die beiden letzten Aufgaben sich wiederum innerhalb des vertrauten Zahlraumes bewegen. Ergänzend gehen wir an geeigneter Stelle auf Ergebnisse weiterer entsprechender Aufgaben des Tests ein.
Wir ließen die Schüler die Aufgaben der Reihe nach lösen und stellten direkt nach jeder Aufgabe jeweils die Frage nach der Art der Berechnung, sofern unsere Beobachtung nicht schon eindeutige Schlüsse ermöglichte. Die entsprechenden Antworten sowie unsere Beobachtungen bei der Lösung gaben uns gut brauchbare Hinweise auf die benutzten Additionsstrategien. Zur besseren Dokumentation zeichneten wir die Gespräche mit einem Cassettenrecorder auf. Beachtlich war das Bestreben aller untersuchten Schüler, sämtliche Aufgaben richtig zu lösen und die hierbei – gerade auch von schwächeren Schülern – gezeigte Anstrengungsbereitschaft. Dies lag zum Teil sicher auch an der entspannten, angstfreien Atmosphäre, die wir uns bemühten herzustellen, und bei der gegebenenfalls ganz selbstverständlich auf die bereitliegenden Plättchen zurückgegriffen wurde.
Wir vermuteten, daß *im Unterricht behandelte Lösungsstrategien* von erheblichem Einfluß auf das Lösungsverhalten der Schüler sind. In diesem Zusammenhang spielt das eingeführte *Schulbuch* zweifelsohne eine äußerst wichtige Rolle. Zwischen den beiden – an den untersuchten Schulen eingeführten – Schulbüchern[6] lassen sich in diesem Bereich *keine* größeren Unterschiede feststellen. Beide Schulbücher erarbeiten zunächst während eines großen Teils des ersten Schuljahres gründlich den *Zahlenraum bis 10.* Erst später in der zweiten Schuljahreshälfte schließt sich die Erarbeitung des *Zahlenraumes bis 20* an (ab Seite 73 bzw. 72 bei insgesamt 111 bzw. 112 Seiten). Zum Untersuchungszeitpunkt befanden sich die Schüler von *zwei* Schulen (6 Klassen, 24 untersuchte Schüler) auf den Seiten 88/89 bzw. 94 ihres Schulbuches. Im Verlauf des Schuljahres hatten diese Schüler bislang mehr oder weniger ausführlich folgende *Lösungsstrategien bei der Addition* kennengelernt (für genauere Details bezüglich dieser Lösungsstrategien vgl. gegebenenfalls Padberg [1992]):
- Tauschaufgaben,
- Nachbaraufgaben,
- Analogieaufgaben,
- Zerlegung einer Aufgabe bei Zehnerüberschreitung in zwei leichtere Teilaufgaben mit 10 als Bezugsbasis.

Die Schüler *einer* Schule (2 Klassen, 7 untersuchte Schüler) waren dagegen in ihrem Schulbuch – trotz einer Untersuchung erst am Ende unseres Untersuchungszeitraums! – nur bis zur Seite 79 bzw. 81 vorgedrungen. Sie hatten so nur *relativ wenige und einfache* Additionsaufgaben im Zahlenraum bis 20 kennengelernt, die Zerlegung bei Aufgaben mit Zehnerüberschreitung war noch *nicht* thematisiert worden. Ursächlich für diesen unterschiedlichen Stand der Schulen waren deutliche Unterschiede im Anteil der Schüler mit potentiellen *Sprachproblemen*: Während in der letztgenannten Schule der Anteil der Aussiedler- und Ausländerkinder um 50% lag, lag er bei den beiden übrigen Schulen *nur* um 10%.

Bei der Darstellung der Untersuchungsergebnisse im folgenden Abschnitt unterscheiden wir daher nach

- dem allgemeinen *Leistungsstand* im Mathematikunterricht (leistungsstark, durchschnittlich, schwach)
- *Typen von Additionsaufgaben* und *Vertrautheit mit dem Zahlenraum* (Aufgaben im vertrauten Zahlenraum, Aufgaben [etwas] außerhalb des vertrauten Zahlenraums, Aufgaben mit drei Summanden, Ergänzungsaufgaben)
- dem *Aussiedler- und Ausländeranteil* (niedrig [um 10%], hoch [um 50%]).

Wir vermuten, daß in Abhängigkeit von diesen drei Gesichtspunkten *Unterschiede* im Einsatz von Additionsstrategien *festzustellen* sind.

2. Ergebnisse der Untersuchung

Wir gliedern die Darstellung der Ergebnisse *zunächst* nach den *Typen von Additionsaufgaben* und der *Vertrautheit* mit dem betreffenden *Zahlenraum*. Innerhalb der einzelnen Abschnitte differenzieren wir jeweils genauer noch nach der *Leistungsstärke der Schüler* und dem *Aussiedler-/Ausländeranteil*. Einleitend stellen wir jeweils *mögliche Lösungsstrategien*[7] für die betreffende(n) Aufgabe(n) zusammen. Als Kürzel für die Schüler aus Klassen mit *geringem* Aussiedler-/Ausländeranteil benutzen wir GA, mit *hohem* Aussiedler-/Ausländeranteil HA.

2.1 Aufgabe im vertrauten Zahlenraum

Aufgabe: $7 + 9 =$

Mögliche Lösungsstrategien:

- (1) Vollständiges Auszählen (mit Material)
- (2) Weiterzählen vom ersten Summand
- (3) Weiterzählen vom größeren Summand
- (4) Weiterzählen in größeren Schritten
  ($7 + 9 = 7 + 3 + 3 + 3$)
- (5) Tauschaufgabe (falls diese bekannt)
- (6) Gegensinniges Verändern → vertraute Verdoppelungsaufgabe
  ($7 + 9 \rightarrow 8 + 8$)
- (7) Rückgriff auf vertraute Verdoppelungsaufgabe
  ($7 + 9 \rightarrow 7 + 7 + 2$)
- (8) Zerlegung in zwei leichtere Teilaufgaben (Bezugsbasis 10)
  ($7 + 9 = 7 + 3 + 6 = 10 + 6 = 16$)
  Hinweis: Die Lösung kann gegebenenfalls auch erklärt werden durch die Strategien (5) und (6) (gegensinniges Verändern)
  ($7 + 9 \rightarrow 10 + 6$)

- (9) Zunächst Tauschaufgabe, dann (8)
  (7 + 9 = 9 + 7 = 9 + 1 + 6 = 10 + 6 = 16)
  Hinweis: Auch (9) ist deutbar mittels der Strategie (6)
  (9 + 7 → 10 + 6)
- (10) Zunächst Tauschaufgabe, dann Übergang zur leichteren Nachbaraufgabe (10 + 7)
  (7 + 9 = 9 + 7 = 10 + 7 − 1 = 17 − 1 = 16)
- (11) 5 als Bezugsbasis
  (7 + 9 = 5 + 5 + 2 + 4 = 10 + 6 = 16)

Benutzte Lösungsstrategien:

	GA[8]	HA[9]
– *leistungsstarke Schüler*		
– (8)	4	–
– (9)	2	–
– (2) ohne Finger	–	2
– *durchschnittliche Schüler*	GA	HA
– (8)	6	–
– (9)	2	–
– (10)	1	–
– (11)	1	–
– (2) ohne Finger	2	–
– (2) mit Finger	–	2
– (1) mit Material	1	1
– *schwache Schüler*	GA	HA
– (9)	1	–
– (2) mit Finger	2	–
– (1) mit Material	2	2
	24	7

2.2 Aufgaben (etwas) außerhalb des vertrauten Zahlenraumes

Aufgaben: 19 + 8 =
21 + 4 =

Mögliche Lösungsstrategien:

- (1) Vollständiges Auszählen (mit Material)
- (2) Weiterzählen vom ersten Summand
- (3) Weiterzählen in größeren Schritten
  (19 + 2 + 2 + 2 + 2, 19 + 4 + 4, 21 + 2 + 2)
- (4) Gegensinniges Verändern → leichtere Aufgaben (20 + 7; 20 + 5)
  (19 + 8 = 20 + 7 = 27; 21 + 4 = 20 + 5 = 25)
  Hinweis: Insbesondere bei 19 + 8 kann die Lösung auch gewertet werden als Zerlegung in zwei leichtere Teilaufgaben (Bezugsbasis: Zehnerzahl)
  (19 + 8 = 19 + 1 + 7 = 20 + 7 = 27)
- (5) Analogie
  (1 + 4 = 5 → 21 + 4 = 25)

- (6) Übergang zu leichterer Nachbaraufgabe (20 + 8; 20 + 4)
  (19 + 8 = 20 + 8 − 1 = 28 − 1 = 27
  20 + 4 = 24 → 21 + 4 = 25)
- (7) Übergang zu leichterer Aufgabe (Addition von 10)
  (19 + 8 = 19 + 10 − 2 = 29 − 2 = 27)

Benutzte Lösungsstrategien:	Aufgabe 19 + 8 =		Aufgabe 21 + 4 =	
– *leistungsstarke Schüler*	GA	HA	GA	HA
– (4)	6	–	–	–
– (5)	–	–	3	–
– direkt addiert	–	–	3	–
– (2) ohne Finger	–	2	–	2
– *durchschnittliche Schüler*				
– (4)	7	–	–	–
– (5)	–	–	6	–
– (6)	–	–	1	–
– direkt addiert	–	–	1	–
– (2) ohne Finger	2	–	3	1
– (2) mit Finger	3	1	–	1
– (1) mit Material	1	2	2	1
– *schwache Schüler*				
– (4)	1	–	–	–
– (7)	1	–	–	–
– (2) mit Finger	2	–	2	1
– (1) mit Material	1	2	3	1
	24	7	24	7

2.3 Aufgabe mit drei Summanden

Aufgabe: 9 + 8 + 3 =

Mögliche Lösungsstrategien:

- (1) Vollständiges Auszählen (mit Material)
- (2) Schrittweises Weiterzählen vom ersten Summanden aus
- (3) Teilweises Weiterzählen in größeren Schritten (bei 9 + 8)
- (4) Geschicktes Zerlegen (Bezugsbasis 10)
- (4a) 9 + 1 + 7 + 3
- (4b) 9 + 1 + 8 + 2
- (4c) 8 + 2 + 9 + 1
  Hinweis: (4) kann zum Teil auch durch die Strategie des gegensinnigen Veränderns erklärt werden.
- (5) Übergang zu leichterer Nachbaraufgabe (10 + 8) bei 9 + 8
  ((10 + 8) − 1 + 3 = 18 − 1 + 3 = 17 + 3 = 20)

– (6) Geschicktes Zusammenfassen der Summanden
(9 + 3 = 12, 12 + 8 = 20)

Benutzte Lösungsstrategien:

– *leistungsstarke Schüler*

	GA	HA
– (4a)	5	–
– (4c)	1	–
– (6) plus Weiterzählen (12 + 8) ohne Finger	–	1
– (2) ohne Finger	–	1

– *durchschnittliche Schüler*

	GA	HA
– (4a)	4	–
– (4b)	1	–
– (5)	1	–
– (4a) (9 + 1 + 7) plus Weiterz. (17 + 3) ohne Finger	2	–
– (4a) (9 + 1 + 7) plus Weiterz. (17 + 3) mit Finger	1	–
– (2) ohne Finger	2	–
– (2) mit Finger	1	1
– (1) mit Material	1	2

– *schwache Schüler*

	GA	HA
– (2) mit Finger	4	–
– (1) mit Material	1	2
	24	7

2.4 Ergänzungsaufgabe

Aufgabe: 7 + □ = 13

Mögliche Lösungsstrategien:

– (1) Vorwärtszählen
– (2) Rückwärtszählen (bei 13 – 7)
– (3) Übergang zu leichterer Nachbaraufgabe (Verdoppeln)
(7 + 7 = 14, also 7 + 6 = 13)
– (4) Zerlegung in zwei leichtere Teilaufgaben (Bezugsbasis 10)
– (4a) Addition
(7 + 3 = 10, 10 + 3 = 13, also 7 + 6 = 13)
– (4b) Subtraktion
(13 – 3 = 10, 10 – 3 = 7, also 13 – 6 = 7, daher 7 + 6 = 13)

Benutzte Lösungsstrategien:

– *leistungsstarke Schüler*

	GA	HA
– (4a)	3	–
– (4b)	2	–
– (3)	1	1
– (1) ohne Finger	–	1

	GA	HA
– *durchschnittliche Schüler*		
– (4a)	6	–
– (1) ohne Finger	4	–
– (1) mit Finger	1	2
– (1) mit Material	2	1
– *schwache Schüler*	GA	HA
– (1) mit Finger	5	–
– keine Lösung (trotz Material)	–	2
	24	7

3. Schlußfolgerungen

Zusammenfassend können wir festhalten:

– Die von uns untersuchten Schüler „normaler" Klassen (GA) benutzen je nach ihrer *Leistungsstärke äußerst unterschiedliche* Strategien: Während die *leistungsstarken* Schüler die Testaufgaben schon ausnahmslos mit *heuristischen* Strategien lösen, benutzen die *leistungsschwachen* Schüler noch weit überwiegend oder ausschließlich (bei 2.3 und 2.4) *Zählstrategien* – und zwar unter Einsatz der *Finger* oder von *Material*. Die *durchschnittlich leistungsstarken* Schüler verwenden schon je rund zur Hälfte *heuristische* Strategien (nur bei der 1. Aufgabe [2.1] liegt der Anteil deutlich höher) bzw. *Zählstrategien* – jedoch oft schon *ohne* Einsatz von Fingern oder von Material. Rechnen wir diese Anteile auf *vollständige Klassen* hoch, so benutzen in unserer Untersuchung *wesentlich mehr* Schüler am Ende des ersten Schuljahres weiterführende Strategien als bei der eingangs zitierten *amerikanischen* Untersuchung.

  Genauer gilt bezüglich der GA-Klassen:

  Trotz der – verglichen mit der amerikanischen Untersuchung – *wesentlich größeren* Zahlen am *Rand* oder (etwas) *außerhalb des vertrauten Zahlenraumes* bis 20 lösen im Durchschnitt 64% der Schüler die Aufgaben aus 2.1 und 2.2 mit *heuristischen Strategien* (73% bei der leichtesten Aufgabe 7 + 9, 59% bei der schwierigeren Aufgabe 19 + 8), 23% mit *Zählstrategien* und nur 13% durch *vollständiges Auszählen*. Bezüglich der *Zähl*strategien liefern uns zwei Aufgaben weitere interessante Hinweise: Die ebenfalls im Test gestellte Aufgabe 7 + 18 = wird von *keinem* Schüler mehr durch Weiterzählen vom *ersten* Summanden aus gelöst, sondern es wird allgemein schon vom *größeren* Summanden aus weitergezählt. Bei der Aufgabe 7 + □ = 13 setzen die Schüler nur *Vorwärts-* und keine Rückwärtszählstrategien ein.

– Der in den Aufgaben benutzte *Zahlenraum* (vertrauter Zahlenraum; [etwas] außerhalb des vertrauten Zahlenraumes) wirkt sich je nach *Leistungsvermögen* der Schüler (GA) *unterschiedlich* aus: Während bei den *leistungsstarken* Schülern bei diesen Aufgaben *keine* Effekte feststellbar sind – sie lösen, wie erwähnt, sämtliche Aufgaben mit heuristischen Strategien – können wir bei den *durchschnittlichen* Schülern *deutliche* Effekte feststellen: Bei den Aufgaben *außerhalb* des vertrauten Zahlenraumes und an seinem *Rand* werden *heuristische* Strategien deutlich *seltener* eingesetzt. Man fällt stärker auf die einfacheren *Zähl*strategien zurück, wobei häufig *Finger* oder Material *eingesetzt werden. Ähnliche Tendenzen kann man auch bei den schwachen* Schülern beobachten. Ferner ist die *Variationsbreite* der benutzten Strategien *innerhalb* des vertrauten Zahlenraumes i. a. weitaus *größer* als außerhalb.

– Der *Aufgabentyp* beeinflußt ebenfalls die eingesetzten heuristischen Strategien. Während bei der Aufgabe 21 + 4 = die Strategie der *Analogie* stark eingesetzt wird, dominiert bei den übrigen Aufgaben die Strategie des gegensinnigen Veränderns bzw. die Strategie des *Zerlegens* der Aufgabe in zwei leichtere Teilaufgaben mit einer *Zehnerzahl als Bezugsbasis*.

- Unverkennbar ist auch der starke Einfluß des *Unterrichts* – und damit indirekt auch des *Schulbuchs* – auf die Auswahl von Lösungsstrategien. So dominieren beispielsweise bei der Aufgabe 7 + 9 unter den heuristischen Strategien die Zerlegungsstrategien (8) und (9), die kurz vor dem Test im Unterricht der „normalen" Klassen (GA) behandelt wurden. Dagegen setzen selbst die *leistungsstarken* Schüler der HA-Gruppe diese Strategien *überhaupt nicht* ein – vermutlich, weil sie bei ihnen bis zum Testzeitpunkt noch *nicht* im Unterricht thematisiert wurden. Dieser Sachverhalt läßt es auch „frag"würdig erscheinen, wie weit die Schüler zur Lösung von Additionsaufgaben den „Stützpunkt" 10 selbständig ansteuern oder wieweit dies erst das Ergebnis eines entsprechenden Unterrichts ist.
- Eine Analyse der in den HA-Klassen benutzten Strategien zeigt, daß diese Schüler bei keiner der untersuchten Aufgaben – bis auf eine Ausnahme – *heuristische* Strategien einsetzen. Leistungsstarke und übrige Schüler unterscheiden sich jedoch darin, daß die leistungsstarken Schüler Zählstrategien *ohne* Fingerbenutzung einsetzen, während die schwachen meist zusätzlich auf *Material* zurückgreifen müssen. Ein Vergleich der GA- und HA-Klassen legt die Vermutung nahe, daß die *Zähl*strategien im Verlaufe des ersten Schuljahres *keineswegs von selbst* in *heuristische* Strategien übergehen, sondern daß hierzu vielmehr eine *gezielte Behandlung heuristischer Strategien* im Unterricht erforderlich ist. Allerdings ist die HA-Gruppe in unserer Untersuchung zahlenmäßig relativ klein. Weitere Untersuchungen sind daher notwendig.

4. Anmerkungen

1 In der Darstellung dieser Untersuchung wird leider nicht der Anteil der auswendig beherrschten 1+1-Fakten und der heuristischen Strategien getrennt ausgewiesen.

2 Für die Durchführung der Einzelinterviews bin ich Frau Lucia Schmidt, Werl, zu Dank verpflichtet.

3 1991 endete das Schuljahr in Nordrhein-Westfalen Mitte Juli.

4 In einer Klasse konnten wir aus Zeitgründen nur *einen durchschnittlichen* Schüler testen. Ferner erwies sich die ursprüngliche Einschätzung *eines* Schülers als *schwach* als nicht zutreffend (seine Leistungen waren vielmehr *durchschnittlich*). Diese Fehleinschätzung beruhte darauf, daß der Klassenlehrer diesen Schüler erst seit einigen Wochen unterrichtete.

5 Im Anschluß an den Additionstest führten wir jeweils noch einen Subtraktionstest durch. Die Ergebnisse dieses Tests erscheinen in: F. Padberg (Hrsg).: Emeritierungsschrift für M. Glatfeld, 1994.

6 In zwei Schulen wurde das Schulbuch *Die Welt der Zahl*, Ausgabe Nordrhein-Westfalen (1990), in einer Schule das Schulbuch *Denken und Rechnen*, Ausgabe Nordrhein-Westfalen (1984) benutzt.

7 Die Auflistung umfaßt nicht alle theoretisch denkbaren Lösungsstrategien, sondern nur von uns vermutete bzw. bei der Untersuchung beobachtete Lösungsstrategien.

8 GA: Klassen mit geringem Aussiedler-/Ausländeranteil (um 10%)

9 HA: Klassen mit hohem Aussiedler-/Ausländeranteil (um 50%)

5. Literaturhinweise

Carpenter, Th./Moser, J.: The Acquisition of Addition and Subtraction concepts in Grades one through three. In: Journal for Research in Mathematics Education, 3/1984, S.179–202

Padberg, F.: Didaktik der Arithmetik, Mannheim[2] 1992

Schmidt, R.: Die Zählfähigkeit der Schulanfänger. Ergebnisse einer Untersuchung. In: Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 10/1982, S. 371–376

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Friedhelm Padberg, Schultenstr. 2, 33790 Halle