Nacherzählen von Rechengeschichten

Eine empirische Untersuchung des Effekts von Nacherzählungen auf das Lösungsverhalten von Textaufgaben bei Kindern zu Beginn des vierten Schuljahres

Dissertation
zur Erlangung des Grades Dr. rer. nat.
der Fakultät für Mathematik
der Universität Duisburg-Essen

vorgelegt von
Martina Velten
geboren in Essen

2017

Band I

1. Gutachter: Prof. Dr. Hans Niels Jahnke (Universität Duisburg-Essen)
2. Gutachterin: Prof. Dr. Silke Ruwisch (Leuphana Universität Lüneburg)
Datum der mündlichen Prüfung: 08.06.2017

Ein Wort des Dankes

Eine Studie mit 120 Kindern zu konzipieren und durchzuführen und die Ergebnisse in einer derartigen Arbeit aufzuschreiben – das ist ein „Projekt“, das nicht ohne die unterschiedliche Hilfe vieler Menschen erfolgreich durchgeführt und abgeschlossen werden kann. Daher möchte ich mich vorab bei denjenigen bedanken, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben.

Zunächst möchte ich meinem Betreuer Hans Niels Jahnke danken. Ohne ihn wäre mir nicht einmal der Gedanke gekommen, mich auf dieses Wagnis einzulassen. Daher möchte ich ihm für die Chance, diese Arbeit zu schreiben zu dürfen, so wie für die Rückmeldungen und Antworten auf die vielen Fragen zu dieser Studie und Arbeit danken.

Danken möchte ich auch den Mitgliedern des Forschungskolloquiums (ab dem Sommersemester 2007) sowie den Mitgliedern der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Hans Niels Jahnke (ebenfalls ab dem Sommersemester 2007), Alfred Skambraks und Monika Meise sowie Prof. Dr. Rolf Biehler, Prof. Dr. Detlev Leutner und Jessica Marschner und den Zuhörern der Vorträg in München 2010 und Freiburg 2011, die mir durch Rückmeldungen zum Design, Material (Rechengeschichten und Mathematiktest) und zu den statistischen Berechnungen Impulse für die weitere Gestaltung der Studie. Für die Hilfestellungen im Umgang mit Excel sei an dieser Stelle Michael Glaubitz, für Literaturhinweise sei Herrn Prof. Dr. Albert Bremerich-Vos, Frau Inge Bertelsmeier, Frau Cornelia Witzmann, Herrn Prof. Dr. Rudolf Sträßer, Herrn Prof. Dr. Clemens Kammler, Frau Catherine Thevenot, Herrn Santiago Vicente, Herrn Prof. Dr. Lieven Verschaffel und Herrn Prof. Dr. Gerhard Rupp gedankt.

Die Rechengeschichten wurden in den Interviews von einer Audio-Datei abgespielt. Für diese wurden die Rechengeschichten von Daniel Schiek und Arndt Scheidgen vorgelesen. Diesen beiden sowie Andrea Schäfer und Andreas Kempin, die mir die Möglichkeit zum Kontakt zu diesen beiden Lektoren ermöglichten, möchte ich ebenfalls danken. Auch möchte ich mich bei den Mitarbeitern den ZIM der Universität Duisburg-Essen für ihre Beratung bei der Zusammenstellung des technischen Materials zur Aufzeichnung der Interviews danken.

Besonders möchte ich mich auch bei Katharina Kraatz und Kathrin Neubert bedanken. Durch ihre Unterstützung als Test- und Interviewleiterinnen war es möglich, sowohl den Mathematiktest als auch die Interviews in einem relativ kurzen Zeitraum durchzuführen. Auch halfen sie beim Anfertigen der Transkripte sowie der Auswertung der Interviews, wodurch auch eine Prüfung der Auswertungskriterien möglich wurde.

Eine weitere – große – Gruppe muss noch genannt werden: die Kinder, deren Eltern und die Lehrerinnen und Lehrer der Grundschulen aus Essen, Hilden und Twisteden und des Gymnasiums aus Essen. Ohne die Bereitschaft, sich an der Vorstudie oder an der Hauptstudie durch Teilnahme an dem Mathematiktest oder den Interviews zu beteiligen, hätte diese Arbeit nicht angefertigt werden können. Gleichzeitig möchte ich auch den Personen danken, die mir bei der Herstellung von Kontakten zu den Schulen geholfen haben. Dazu gehören Stefanie Welzel, Stephanie Kiene-Lemke und ihre Kolleginnen an der Ostschule sowie Daniela Voß. Stephanie Kiene-Lemke möchte ich zudem für ihre Rückmeldungen zum Elternbrief danken, ohne den ich die Erlaubnis zur Durchführung der Interviews nicht erhalten hätte.

Da das Verfassen einer solchen Arbeit immer auch das Zusammenleben mit anderen Menschen betrifft, möchte ich mich auch bei meiner Familie und meinen Freunden bedanken: für aufmunternde Worte in Phasen des Zweifelns, für die Geduld in den Momenten, in denen ich nicht immer freundlich zu ihnen gewesen bin oder in denen ich sie mit der Aussage „ich habe keine Zeit“ abgespeist habe, und bei Vinzent Graw auch für das Korrekturlesen.

Leider besteht beim Danken immer die Gefahr, jemanden versehentlich zu vergessen und nicht zu nennen. Sollte ich dies getan haben, so bitte ich die Personen um Entschuldigung.

Inhaltsverzeichnis

Band I

Ein Wort des Dankes ii
Inhaltsverzeichnis iv
Abkürzungsverzeichnis viii
Abbildunsverzeichnis ix
Tabellenverzeichnis x

Einleitung 1
1. Lesen und Verstehen von Texten 3
1.1 Lesen und Verstehen von Texten – Modelle 3
1.1.1 Das Textverstehensmodell von Kintsch (CI-Modell) 3
1.1.2 Die Schematheorie 8
1.1.3 Die Theorie der mentalen Modelle 12
1.2 Anlass zum Textverstehen im Mathematikunterricht: Rechengeschichten 17
1.3 Lesen und Verstehen als Teilprozesse des Lösens von Textaufgaben 31
2 Textaufgaben lösen – Schwierigkeiten, ihre Ursachen und Hilfen bei Schwierigkeiten 50
2.1 Ursachen für Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben 50
2.1.1 Mängel im mathematischen, konzeptuellen Wissen als Ursache für Schwierigkeiten 51
2.1.2 Sprache und Situation als Schwierigkeitsquelle 51
2.2 Typische Fehler bei der Bearbeitung von Textaufgaben – Beobachtungen in der Mathematikdidaktik und empirische Belege 76
2.3 Bildungsziele von Textaufgaben 87
2.4 Ideen und Ansätze zur Förderung des Textaufgabenverstehens und -lösens 92
2.4.1 Förderung der Sachrechenkompetenz in der Mathematikdidaktik 93
2.4.2 Hollensteins Ansatz „Schreibanlässe im Mathematikunterricht“ (1996) 105
2.4.3 Lesestrategien der Deutschdidaktik 116
3 Nacherzählen und der Aufbau von Situationsmodellen 121

3.1 Begriffsklärung 121

3.2 Nacherzählen in der Deutschdidaktik 123

3.3 Die frühkindliche Entwicklung der Erzählkompetenz 129

3.3.1 Entwicklung der Erzählkompetenz 129

3.3.2 Zusammenhang von Erzählkompetenz und mathematischer Kompetenz 134

3.3.3 Mündliches vs. Schriftliches Erzählen 136

3.4 Nacherzählen als Methode des lauten Denkens in verschiedenen Disziplinen 137

3.5 Nacherzählen als Konstruktion 147

3.5.1 Heinrich von Kleists Beobachtungen über die Wirkung des Sprechens auf die Gedanken 147

3.5.2 Die Wirksamkeit, (sich) etwas (selbst) zu erklären 149

3.5.3 Eine Überlegung De Cortes und Verschaffels (1987a) 155

3.5.4 Nacherzählen – kein bloßes Wiedergeben von Auswendiggelerntem 158

3.6 Auswertungsmethoden von Nacherzählprotokollen 166

4 Fragestellung der Studie 170

4.1 Erfolgreiches Lösen von Rechengeschichten – mithilfe des mündlichen Nacherzählens? 170

4.2 Variablen 171

4.3 Wie verhält es sich in bestimmten Situationen? – Wirkung des mündlichen Nacherzählens bei verschiedenen Kontexten und Personengruppen 177

4.4 Weitere Beobachtungen 181

5 Nacherzählen von Sachtexten und Rechengeschichten – eine erste Vorstudie 182

5.1 Ziele und Zweck der Vorstudie 182

5.2 Methode und Design der ersten Vorstudie 184

5.2.1 Versuchspersonen 184

5.2.2 Material 184

5.2.3 Versuchsablauf 186

5.3 Auswertungsschemata 187

5.4 Ergebnisse der ersten Vorstudie 191

5.5 Diskussion der Ergebnisse – Konsequenzen für die Hauptstudie 203

6 Zweite Vorstudie 207

6.1 Inhalt und Sinn der zweiten Vorstudie 207
6.2 Entwicklung der Rechengeschichten 208
6.2.1 Eine erste Version der Rechengeschichten 208
6.2.2 Modifikationen der ersten Version und Prüfung von Version 2 217
6.2.3 Modifikationen der zweiten Version und Prüfung von Version 3 232
6.3 Der Mathematiktest 240
6.3.1 Eine erste Version des Mathematiktests 241
6.3.2 Modifikation und Prüfung der zweiten Version 243
7 Die Hauptstudie 248
7.1 Die teilnehmenden Kinder 248
7.2 Das Material 249
7.3 Durchführung und Auswertungskriterien des Mathematiktests 254
7.4 Die Vergleichsgruppen 258
7.5 Durchführung und Auswertungskriterien der Interviews 260
8 Ergebnisse 273
8.1 Ergebnisse bezüglich der zentralen Fragestellung 273
8.2 „Gute Nacherzählung, aber fehlerhafte Lösung“ oder „mäßige Nacherzählung, aber perfekte Lösung“? – Zusammenhang zwischen den verbalen Äußerungen und der Lösung der Aufgabe 277
8.3 Effekt des Kontextes 282
8.4 Jungen und Mädchen im Vergleich 291
8.5 Wirkung der Strategien in den Schulen des Essener Nordens und des Essener Südens 297
8.6 Wirkung der Strategien in den unterschiedlichen Leistungsgruppen 303
8.7 Interessante Beobachtungen in einzelnen Interviews 320
9 Diskussion 339
9.1 Zusammenfassung der Fragestellungen 339
9.2 Zusammenfassung der Ergebnisse 340
9.3 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse 340
9.4 Gedanken zu weiteren Forschungsvorhaben 367
9.5 Was ergibt sich für die Praxis? 370
Resümee 371
Zusammenfassung 373
Literaturverzeichnis 381

Eidesstattliche Erklärung

Band II

Anhang 1

A Anhang zu Vorstudie I 1

1. Texte der ersten Vorstudie 1
2. Interviewleitfäden zu den beiden Texten 2
3. Auswertungskriterien der Nacherzählungen und Beantwortung der Fragen 9
4. Textaufgabentest im September 2008 mit Auswertungskriterien 21
5. Transkripte einzelner Kinder, auf welche in dieser Arbeit verwiesen wurde 25

B Anhang zu Vorstudie II 34

1. Versionen der Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung“ 34
2. Versionen der Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ 37
3. Transkripte einzelner Kinder, auf welche in dieser Arbeit verwiesen wurde 40
   Transkripte zur Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext 40
   Transkripte zur Rechengeschichte mit vertrautem Kontext 108
4. Lösung von Kind D17 126
5. Interviewleitfäden 127
6. Vor-Versionen des Mathematiktests 130

C Anhang zur Hauptstudie 136

1. Rechengeschichten 136
2. Interviewleitfäden 138
3. Auswertungskriterien der Rechengeschichten 141
4. Übersicht über die Informationen der Rechengeschichten, für welche die Kinder Punkte erhalten 146
5. Transkripte einzelner Kinder, auf welche in dieser Arbeit verwiesen wurde 148
6. Markierungen einiger Kinder 254
7. Lösungen einiger Kinder 255
8. Mathematiktest und Auswertungskriterien 257

Abkürzungsverzeichnis

AAT	Aachener Aphasie Test[1]
abs.	absolut
abs. H.	absolute Häufigkeit
df	degrees of freedom
DM	„Detektivmethoden“ (Gold 2010/2007, S.71)
erw. H.	erwartete Häufigkeit
LS-A	„Lesestrategien Anwenden“ (ebd., z. B. S.127)
LS-M	„Metakognitives Wissen über Lesestrategien“ (ebd., z. B. S.127)
LS-V	„Lesestrategien Verstehen“ (ebd., z. B. S.127)
MOSIMA	„**M**aterialien für **o**ffene **S**ituationen **i**m **M**athematikunterricht“ (Hollenstein 1996, S.118; Hervorhebungen im Original)
n. d.	nicht definiert
n. s.	nicht signifikant
PIAT-R	„Peabody Individualized Achievement Test – Revised“ (O’Neill et al. 2004, S.149)
rel. H.	relative Häufigkeit
VERA	Vergleichsarbeiten

[1] https://www.ukaachen.de/kliniken-institute/klinik-fuer-neurologie/klinik/aphasiestation/behandlungsschema/logopaedische-intensivtherapie.html (zuletzt eingesehen 10.01.2017)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Diagramm mit den Werten in den Maßen „Detailliertheit der Nacherzählung“ und „Verständnis des Kerns des Textes“ (Rechengeschichte) 192
Abbildung 2: Übersicht über die Detailliertheit der Nacherzählung des Sachtextes und das Erwähnen von Oberthemen 193
Abbildung 3: Vergleich der Detailliertheit der Nacherzählungen von Rechengeschichte und Sachtext 194
Abbildung 4: Vergleich der Detailliertheit der Nacherzählung der Rechengeschichte mit den Antworten zu den Interviewfragen 194
Abbildung 5: Vergleich der Detailliertheit der Nacherzählung des Sachtextes mit den Antworten zu den Interviewfragen 195
Abbildung 6: Vergleich der Testergebnisse und der Detailliertheit der Nacherzählung im Fall des Sachtextes 200
Abbildung 7: Vergleich der Testergebnisse und der Detailliertheit der Nacherzählung im Fall der Rechengeschichte 200

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die in Kapitel 2.1 genannten Studien sowie Zuordnung ihrer Ergebnisse als Argumente für eine der beiden Hypothesen. 74
Tabelle 2: Übersicht über die Ergebnisse pro Kind in den Interviews zur Rechengeschichte 191
Tabelle 3: Übersicht über die Ergebnisse pro Kind in den Interviews zum Sachtext 191
Tabelle 4: Auszug aus dem Transkript zu Kind A15 196
Tabelle 5: Ergebnisse der Kinder im schriftlichen Textaufgabentest 198
Tabelle 6: Übersicht über den Lösungserfolg der einzelnen Aufgaben 199
Tabelle 7: Auszug aus dem Transkript zu Kind A13 – Vorstudie II 213
Tabelle 8: Übersicht über die angefertigten Lösungen und ihre Häufigkeit 217
Tabelle 9: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext nacherzählten 221
Tabelle 10: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche lösungsrelevante Informationen markierten 221
Tabelle 11: Auszug aus dem Transkript zu Kind B21 221
Tabelle 12: Auszug aus dem Transkript zu Kind B17 223
Tabelle 13: Auszug aus dem Transkript zu Kind B8 224
Tabelle 14: Übersicht über die angefertigten Lösungen und ihre Häufigkeit in den aufgezeichneten Videos zu Version 2-1 226
Tabelle 15: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche Version 2-1 von „Die Kolix-Bestellung“ nacherzählten 227
Tabelle 16: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder der Gruppe „Unterstreichen“ zu Version 2-1 von „Die Kolix-Bestellung“ 227
Tabelle 17: Übersicht über Lösungen und ihre Häufigkeit zur Rechengeschichte mit vertrautem Kontext 230
Tabelle 18: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext nacherzählten 230
Tabelle 19: Ergebnisse der Kinder der Gruppe „Unterstreichen“ zur Rechengeschichte mit vertrautem Kontext 230
Tabelle 20: Übersicht über die Art der Lösungsversuche und ihre Häufigkeiten in den rein schriftlichen Bearbeitungen 233
Tabelle 21: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext nacherzählten 235

Tabelle 22: Ergebnisse der Kinder der Gruppe „Unterstreichen“ zur Rechengeschichte mit vertrautem Kontext 235

Tabelle 23: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext nacherzählten 236

Tabelle 24: Ergebnisse der Kinder der Gruppe „Unterstreichen“ zur Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext 236

Tabelle 25: Übersicht über den Bearbeitungserfolg der Kinder bei den einzelnen Textaufgaben des Mathematiktests 243

Tabelle 26: Übersicht über den Lösungserfolg der Kinder bei den Textaufgaben der zweiten Version des Mathematiktests 245

Tabelle 27: Reliabilitätswerte für die Textaufgaben-Paare 246

Tabelle 28: Gegenüberstellung der beiden Rechengeschichten 251

Tabelle 29: Reliabilitätskoeffizienten für das Bewertungsschema der Textaufgaben 256

Tabelle 30: Reliabilitätskoeffizienten für das Bewertungsschema der Textaufgaben 256

Tabelle 31: Auswertungsschema für die Bewertung der Lösung der Rechengeschichte 263

Tabelle 32: Auswertungsschema der Nacherzählungen 266

Tabelle 33: Zahl der korrekten und inkorrekten Lösungen in den Vergleichsgruppen 275

Tabelle 34: Verteilung der Lösungen der Kinder auf die drei Werte der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, nach Strategiegruppen getrennt 276

Tabelle 35: Vergleich der Gruppen hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ 277

Tabelle 36: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Lösung der Rechengeschichte“ 279

Tabelle 37: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ 279

Tabelle 38: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ und „Lösung der Rechengeschichte“ 280

Tabelle 39: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ 281

Tabelle 40: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und der „Lösung der Rechengeschichte“ 281

Tabelle 41: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ 282

Tabelle 42: Zusammenhang zwischen den Variablen „Kontext“ und „Lösung der Rechengeschichte“ 283

Tabelle 43: Zusammenhang zwischen den Variablen „Kontext der Rechengeschichte“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ 284

Tabelle 44: Übersicht über Art und Häufigkeit des Auftretens der Fehler in den Lösungen zur Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung“ 285

Tabelle 45: Übersicht über Art und Häufigkeit des Auftretens der Fehler in den Lösungen zur Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ 285

Tabelle 46: Zusammenhang zwischen den Variablen „Kontext“ und „Qualität des Situationsmodells“ 286

Tabelle 47: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ und „Kontext“ 287

Tabelle 48: Zusammenhang der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Kontext der Rechengeschichte“ 287

Tabelle 49: Vergleich der Strategiegruppen hinsichtlich des Lösungserfolges im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext 288

Tabelle 50: Vergleich der Strategiegruppen hinsichtlich des Lösungserfolges im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext 289

Tabelle 51: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext 289

Tabelle 52: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext 290

Tabelle 53: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext 290

Tabelle 54: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext 291

Tabelle 55: Verteilung der Mädchen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ 292

Tabelle 56: Verteilung der Jungen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ 292

Tabelle 57: Verteilung der Mädchen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ 293

Tabelle 58: Verteilung der Jungen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ 293

Tabelle 59: Verteilung der Mädchen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ 294

Tabelle 60: Verteilung der Jungen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ 294

Tabelle 61: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Geschlecht“ und „Lösung der Rechengeschichte“ 295

Tabelle 62: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Geschlecht“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ 295

Tabelle 63: Vergleich der beiden Geschlechter hinsichtlich der Variablen „Qualität des Situationsmodells“ 296

Tabelle 64: Vergleich der Geschlechter hinsichtlich der Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ 297

Tabelle 65: Vergleich der beiden Geschlechter hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ 297

Tabelle 66: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ der Kinder, welche Schulen im Norden von Essen besuchen 298

Tabelle 67: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ der Kinder, welche Schulen im Süden von Essen besuchen 298

Tabelle 68: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ der Kinder, welche eine Schule im Norden von Essen besuchen 299

Tabelle 69: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ der Kinder, welche eine Schule im Norden von Essen besuchen 299

Tabelle 70: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ der Kinder, welche Schulen im Norden von Essen besuchen 300

Tabelle 71: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ der Kinder, welche Schulen im Norden von Essen besuchen 300

Tabelle 72: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Lage der Schule“ und „Lösung der Rechengeschichte“ 301

Tabelle 73: Vergleich der Kinder aus unterschiedlichen Gebieten der Stadt Essen hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ 301

Tabelle 74: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Lage der Schule“ und „Qualität des Situationsmodells“ 302

Tabelle 75: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Lage der Schule“ und „Qualität der Textverarbeitung“ 302

Tabelle 76: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Lage der Schule“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ 303

Tabelle 77: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Lösung der Rechengeschichte“ 304

Tabelle 78: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Leistungsgruppe bei VERA“ 304

Tabelle 79: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe bei VERA“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ 305

Tabelle 80: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ 306

Tabelle 81: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Qualität des Situationsmodells“ 307

Tabelle 82: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Qualität der Textverarbeitung“ 307

Tabelle 83: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ 308

Tabelle 84: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe bei VERA“ und „Qualität des Situationsmodells“ 309

Tabelle 85: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe bei VERA“ und „Qualität der Textverarbeitung“ 309

Tabelle 86: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Leistungsgruppe bei VERA“ 310

Tabelle 87: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe im Mathematiktest 311

Tabelle 88: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der mittleren Leistungsgruppe im Mathematiktest 311

Tabelle 89: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der oberen Leistungsgruppe im Mathematiktest 311

Tabelle 90: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe im Mathematiktest 312

Tabelle 91: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der mittleren Leistungsgruppe im Mathematiktest 312

Tabelle 92: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der oberen Leistungsgruppe im Mathematiktest 313

Tabelle 93: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der unteren Leistungsgruppe im Mathematiktest 313

Tabelle 94: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der mittleren Leistungsgruppe im Mathematiktest 314

Tabelle 95: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der oberen Leistungsgruppe im Mathematiktest 314

Tabelle 96: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe bei VERA 315

Tabelle 97: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der mittleren Leistungsgruppe bei VERA 316

Tabelle 98: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der oberen Leistungsgruppe bei VERA 316

Tabelle 99: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe bei VERA 317

Tabelle 100: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe bei VERA 317

Tabelle 101: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe bei VERA 318

Tabelle 102: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der unteren Leistungsgruppe bei VERA 318

Tabelle 103: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der mittleren Leistungsgruppe bei VERA 319

Tabelle 104: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der unteren Leistungsgruppe bei VERA 319

Tabelle 105: Auszug aus dem Transkript zu Kind 26 321

Tabelle 106: Auszug aus dem Transkript zu Kind 41 322

Tabelle 107: Auszug aus dem Transkript zu Kind 120 324

Tabelle 108: Auszug aus dem Transkript zu Kind 83 325

Tabelle 109: Auszug aus dem Transkript zu Kind 113 330

Tabelle 110: Auszug aus dem Transkript zu Kind 1 336

Einleitung

Nacherzählen von Rechengeschichten – so lautet der Kurztitel der hier vorliegenden Dissertation. Es ist ein Thema, was durchaus bei einzelnen Eltern oder Lehrern auf Interesse stößt. Zum einen weist es auf eine mögliche Verbindung des Mathematik- mit dem Deutschunterricht hin, es könnte folglich Ansatzpunkte für einen fächerübergreifenden Unterricht bieten. Zum anderen verweist der vollständige Titel aber vor allem darauf, dass mündliches Nacherzählen möglicherweise eine Hilfe für Kinder sein kann, Textaufgaben besser zu lösen (vgl. Velten 2010[2], S.875).

Im Vordergrund steht tatsächlich Letzteres. Ausgehend von einem Impuls, der sich bei De Corte & Verschaffel (1987a)[3] findet, wird der Frage nachgegangen, ob mündliches Nacherzählen als Strategie zum Lösen von längeren Textaufgaben – Rechengeschichten – hilfreich ist.

Im Rahmen der Arbeit wird zunächst in drei Kapiteln der theoretische Hintergrund dargelegt. Da das Nacherzählen eines Textes das Lesen dieses Textes voraussetzt, befasst sich Kapitel 1 mit Modellen des Textverstehens, um die Grundlagen des Lesens von Texten darzustellen. Ferner wird im Rahmen dieses Kapitels das Lesen im Mathematikunterricht dargestellt. Vorrangig spielt Lesen bei der Bearbeitung von Textaufgaben eine Rolle im Mathematikunterricht. Daher – und auch zur Erklärung des Begriffes „Rechengeschichte" – werden die unterschiedlichen Klassen von Textaufgaben kurz beschrieben. Auch werden in diesem Kontext die Schwierigkeiten, welche sich in der Forschung bei der Bearbeitung von Textaufgaben zeigen, erläutert. Diese Schwierigkeiten sowie die Anwendung fehlerhafter Strategien, welche sich ebenfalls in der Forschung zeigen und in Kapitel 2 vorgestellt werden, stellen eine Motivation dar, sich mit dem Thema der Dissertation zu befassen. In Kapitel 2 werden ferner Hilfsstrategien und Maßnahmen vorgestellt, die in der Fachdidaktik oder in der Forschung zur Bearbeitung von Textaufgaben vorgeschlagen werden. So stellt zum Beispiel die Arbeit von Hollenstein (1996)[4] einen Ansatz dar, durch Schreiben Mathematik besser zu verstehen.

---

[2] Velten, M. (2010). Nacherzählen von Rechengeschichte. In A. Lindmeier & S. Ufer (Eds.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010* (pp. 875-878). Münster: WTM.

[3] De Corte, E., & Verschaffel, L. (1987a). Using retelling data to study young children's word-problem-solving. In J. A. Sloboda & D. Rogers (Eds.), *Cognitive Processes in Mathematics* (pp. 42 - 59). Oxford: Oxford University Press.

[4] Hollenstein, A. (1996). *Schreibanlässe im Mathematikunterricht. Eine Unterrichtsform für den anwendungsorientierten Mathematikunterricht auf der Sekundarstufe. Theoretische Analyse, didaktischer Vorschlag und empirische Evaluation.* Bern; Stuttgart; Wien: Verlag Paul Haupt.

Kapitel 3 befasst sich mit dem Nacherzählen. Neben der Angabe einer Definition soll dargestellt werden, wie Nacherzählen in der Forschung eingesetzt wurde. In diesem Zusammenhang werden auch die oben bereits genannte Arbeit von De Corte & Verschaffel (1987a) sowie andere Arbeiten und ein Aufsatz von Kleist (1806/2010)[5] als Motivationsgrundlage für die Fragestellung angeführt. Im Rahmen dieses Kapitels wird außerdem auf das Ergebnis einer Arbeit von Boueke et al. (1995)[6] eingegangen, welches auf mögliche Probleme der Studie hinweist. Darüber hinaus werden Vorschläge anderer Arbeiten für eine Bewertung der Nacherzählungen beschrieben.

Gegenstand des vierten Kapitels sind die Fragestellungen der Dissertation. Daran schließt sich in Kapitel 5 eine Darstellung der sogenannten Vorstudie I an. In dieser wurde zwar bereits mündliches Nacherzählen eingesetzt, dennoch bestehen Unterschiede zum endgültigen Design. So wurden in der ersten Vorstudie die Kinder nicht aufgefordert, die Rechengeschichte anschließend zu lösen. Außerdem wurde neben einer Rechengeschichte auch ein Sachtext als Grundlage für die Nacherzählung verwendet. In Kapitel 6 wird anschließend Vorstudie II dargestellt. Darin werden auch Veränderungen beschrieben, welche zur Hauptstudie aufgrund der Erfahrungen in Vorstudie II vorgenommen wurden. Kapitel 7 beinhaltet die Darstellung der Hauptstudie. Die Ergebnisse werden ausführlich in Kapitel 8 beschrieben und in Kapitel 9 diskutiert.

[5] Kleist, H. v. (1806/2010). Über die allmählige Verfertigung der Gedanken beim Reden. In R. Reuß & P. Staengle (Eds.), *Heinrich von Kleist - Sämtliche Werke und Briefe* (Vol. II, pp. 284 - 289). München: Carl Hanser Verlag.

[6] Boueke, D., Schülein, F., Büscher, H., Terhorst, E., & Wolf, D. (1995). *Wie Kinder erzählen. Untersuchungen zur Erzähltheorie und zur Entwicklung narrativer Fähigkeiten*. München: Wilhelm Fink Verlag.

1 Lesen und Verstehen von Texten

Einen Text zu lesen ist eine Tätigkeit, die viele Menschen tagtäglich ausführen. Dies geschieht sowohl im normalen Alltag (z. B. Lesen der Zeitung) als auch in Beruf und Schule. Selbst im Mathematikunterricht ist es nicht immer möglich, dem Lesen auszuweichen. So erfordert bspw. das Bearbeiten von Text- und Sachaufgaben ein vorheriges Lesen der Aufgabe:

> „Wer eine mathematische Textaufgabe lösen will, steht vor einer Gegebenheit, die vorerst noch recht wenig mit Mathematik i. e. S. zu tun hat" (Reusser 1997, S.149).[7]

Was genau geschieht während des Lesens – allgemein und speziell beim Bearbeiten von Text- und Sachaufgaben? Dies ist Gegenstand des ersten Kapitels.

1.1 Lesen und Verstehen von Texten – Modelle

Das Lesen und Verstehen von Texten ist ein komplexer Prozess. Es lassen sich verschiedene Teilfertigkeiten bestimmen, über die ein Mensch verfügen muss, um einen Text zu verstehen. Der Prozess und das Ergebnis des Verstehens werden in der Forschung unterschiedlich modelliert. Im Folgenden werden drei bedeutende Theorien dargestellt, die das Lesen und Verstehen von Texten unterschiedlich modellieren.

1.1.1 Das Textverstehensmodell von Kintsch (CI-Modell)

Kintsch hat im Laufe mehrerer Jahre ein Textverstehensmodell entwickelt, welches von vielen Forschern in ihren Arbeiten eingesetzt wird. Ein erstes Vorläufermodell wurde bereits im Jahre 1978 von Kintsch und van Dijk entwickelt.[8] Bereits zu diesem gehörten die Darstellung der mentalen Repräsentation mittels Propositionen sowie die Unterscheidung zwischen der Makro- und der Mikrostruktur (vgl. Kintsch 1998, S.118[9]). Eine entscheidende Veränderung dieses Modells brachte die Theorie der mentalen Modelle von Johnson-Laird im Jahre 1983: Van Dijk & Kintsch ergänzten in ihrer Theorie des Textverstehens im gleichen Jahr die Komponente „Situationsmodell", welche dem mentalen Modell ähnlich ist (vgl. Kintsch 1998, S.118, s. auch Heinen 2001, S.11). Außerdem wurde die Notation von Propositionen modifiziert. 1988

---

[7] Reusser, K. (1997). Erwerb mathematischer Kompetenzen: Literaturüberblick. In F. E. Weinert & A. Helmke (Eds.), *Entwicklungen im Grundschulalter* (pp. 141 – 155). Weinheim: Psychologische Verlags Union.

[8] Eine Darstellung der verschiedenen Entwicklungsstufen des Modells wurde vorgelegt zum Beispiel von Heinen, S. (2001). *Der Einfluss von Vorwissen, Interesse und Arbeitsgedächtniskapazität auf die mentale Repräsentation von Texten.* Bielefeld: Universität Bielefeld.

[9] Kintsch, W. (1998). *Comprehension. A paradigm for cognition*. Cambridge u.a.: Cambridge University Press.

wurde die Theorie von Kintsch dahingehend verändert, dass den Bottom-up-Prozessen beim Lesen mehr Bedeutung zugemessen wurde durch die Annahme der Teilprozesse „Construction“ und „Integration“ während des Lesens (vgl. Kintsch 1998, S.118).

Kintsch bezeichnet sein Verstehensmodell daher als „Construction-Integration Model“ (ebd., S.5). Der Name ergibt sich aus den beiden Grund-Teilprozessen, die beim Lesen von Texten einsetzen. Zunächst wird durch Bottom-up-Prozesse eine inkohärente propositionale Repräsentation des Textes aufgebaut („Construction“), welche anschließend durch den Prozess „Integration“ zu einer kohärenten mentalen Repräsentation zusammengesetzt wird (vgl. ebd., S.6).

Damit ist das Textverstehensmodell von Kintsch in sehr groben Zügen beschrieben. Aber was verbirgt sich genau hinter diesen Prozessen „Construction“ und „Integration“, was ist eine propositionale Repräsentation und was beeinflusst den Leseprozess?

Propositionen stellen die Basis-Bausteine in Kintschs Theorie dar. Sie sind „the basic representational units at the narrative-language level (…).“ (ebd., S.30f.). Sie bestehen aus einem Prädikat und mindestens einem Argument und werden üblicherweise in der Form PRÄDIKAT[Argument,…] notiert (vgl. ebd., S.37, auch Heinen 2001, S.4). Das Prädikat stellt die Beziehung zwischen den Argumenten heraus (vgl. Heinen 2001, S.4). Somit sind Prädikate relationale Begriffe, die in der Sprache in der Regel in der Form von Verben, Adjektiven oder Adverbien vorkommen (vgl. Kintsch 1998, S.54). Da das Prädikat die Beziehung zwischen den Argumenten darstellt, bestimmt es auch die Zahl an Argumenten, die mit ihm verbunden sind (vgl. ebd., S.37).

Propositionen können in Netzwerken, die zur Beschreibung von Repräsentationen verwendet werden, auf unterschiedliche Weise miteinander verbunden sein. Es kann zwischen ihnen eine direkte oder eine indirekte Beziehung bestehen oder sie können einander untergeordnet sein (vgl. ebd., S.39f.). Letzteres zeigt sich unter anderem darin, dass eine Proposition ein Argument einer anderen Proposition ausmacht (vgl. ebd., S.38).

Wegen ihrer Eignung zur Beschreibung von Repräsentationen nutzt Kintsch die Propositionen zur Beschreibung der mentalen Repräsentation beim Lesen von Texten. Kintsch stellt heraus, dass es ungünstig sei, Sprache zu verwenden, um eine mentale Repräsentation von Sprache zu beschreiben (vgl. ebd., S.49). In diesem Fall ist es besser, die sprachlichen Ausdrücke und Bedeutungen mit Propositionen darzustellen:

> „They make explicit those aspects of the meaning of a text that are most directly relevant to how people understand a text.“ (ebd., S.49)

Die mentale Repräsentation, welche ein Leser bildet, lässt sich dem Situationsmodell gleichsetzen. Im Modell unterscheidet Kintsch (wie bereits in Vorgängerarbeiten) zwischen Mikro- und Makrostruktur sowie zwischen der Textbasis und dem Situationsmodell (vgl. ebd., S.49). Bereits das Modell von van Dijk & Kintsch (1983, zitiert nach Kintsch & Greeno, 1985, S.110[10]) nimmt an, dass die mentale Repräsentation eines Textes aus zwei wesentlichen Komponenten – einer propositionalen Repräsentation der Textinformation, auch Textbasis genannt, und einem Situationsmodell, welches auf der Basis des Textes konstruiert wird – besteht. Die Textbasis stellt Kintsch als die Menge an Propositionen dar, die direkt aus dem Text entnommen werden können (vgl. Kintsch 1998, S.49). Sie repräsentiert die Bedeutung des Textes (vgl. ebd., S.105; auch Heinen 2001, S.4/13) und lässt sich als Prädikat-Argument-Schema darstellen (vgl. Kintsch 1998, S.50). Die Textbasis erklärt Kintsch wie folgt:

> „The textbase consists of those elements and relations that are directly derived from the text. It is what would be obtained if a patient linguist or psychologist were to translate the text into a propositional network and then integrate this network cycle by cycle, as described earlier, but without adding anything that is not explicitly specified in the text.“ (ebd., S.103)

Es ist nachvollziehbar, dass dieses Ergebnis durchaus noch inkohärent ist (vgl. ebd., S.103). Die Kohärenz zwischen den Propositionen wird im Grunde durch den Leser geschaffen. Der Leser aktiviert in der Regel Vorwissen im Langzeitgedächtnis, welches in den Leseprozess einfließt, so dass zu den Propositionen aus dem Text weitere Propositionen hinzukommen (vgl. ebd., S.49). Der Leser verbindet im Leseprozess die Textbasis mit Wissen und Erfahrungen und ordnet und vervollständigt auf diese Weise das Netzwerk an Propositionen (vgl. ebd., S.103). Die Kombination aus Text- und Leserpropositionen definiert Kintsch (1998, S.49) als Situationsmodell. Es stellt eine Repräsentation dar, in welcher Informationen des Textes mit Vorwissen des Lesers verbunden sind (vgl. Heinen 2001, S.12/14). Das Situationsmodell lässt sich daher als Erweiterung der Textbasis verstehen: Die Textbasis stellt das Modell dar, das der Text bietet, das Situationsmodell dagegen enthält zusätzlich Vorwissen, Interpretationen und ähnliches.[11] Heinen (2001, S.11) formuliert dies mit „Textwissen“ und „Textweltwissen“:

> „Während die Textbasis Textwissen enthält, enthält das Situationsmodell Textweltwissen.“ (ebd., S.11)

---

[10] Kintsch, W., & Greeno, J. G. (1985). Understanding and Solving Word Arithmetic Problems. *Psychological Review, 92*(1), 109 - 129.
[11] In ähnlicher Weise in Velten (2010, S.875) zusammengefasst.

Umfang und Gestalt des Situationsmodells ist folglich vom Leser abhängig (s. auch Kintsch 1998, S.50). Sollte der Leser über keinerlei oder nur geringes Vorwissen verfügen, wird sein Situationsmodell annähernd der Textbasis entsprechen (Kintsch (1998) führt dazu auf S.50/51 Beispiele an). Je mehr Vorwissen dagegen ein Leser besitzt, umso umfangreicher und individueller wird sein Situationsmodell gegenüber der Textbasis sein. Daraus ergeben sich Schwierigkeiten, dieses zu modellieren (Näheres dazu in Kintsch 1998, S.53). Da verschiedene Leser unterschiedliches Vorwissen besitzen, bauen sie unterschiedliche Situationsmodelle des gleichen Textes auf (vgl. Heinen 2001, S.12). Das Situationsmodell scheint jedenfalls auf der Textbasis zu gründen. Diese wird durch Herstellen von Verbindungen zwischen indirekt verbundenen Propositionen oder durch elaborierende Inferenzen kohärent gemacht (vgl. Kintsch 1998, S.106). „A situation model is, therefore, a construction that integrates the textbase and relevant aspects of the comprehender's knowledge.“ (ebd., S.107) Eine ähnliche Beschreibung der Bildung des Situationsmodells findet man bei Kintsch & Greeno (1985):

> „The propositional structure, or text base, is obtained by constructing a coherent conceptual representation of the text, called a microstructure, and then deriving from the microstructure a hierarchical macrostructure that corresponds to the essential ideas expressed in the text. The situation model includes inferences that are made using knowledge about domain of the text information. It is a representation of the content of a text, independent of how the text was formulated and integrated with other relevant experiences.“ (Kintsch & Greeno 1985, S.110)

Die Unterscheidung zwischen Mikro- und Makrostruktur verläuft auf einer anderen Ebene. Unter der Mikrostruktur versteht Kintsch (1998, S.50) die lokale Struktur eines Textes, welche durch ein Lesen von Satz zu Satz wahrgenommen werden kann. Die Makrostruktur dagegen stellt die globale Struktur des Textes dar, die sich aus der Mikrostruktur ergibt (vgl. Kintsch 1998, S.50). Während sich die lokale Struktur auf einzelne Sätze bezieht, die Zusammenhänge der einzelnen Satzelemente bezeichnet und zum Verständnis lediglich die Beziehungen zwischen den einzelnen Satzteilen erfasst werden müssen (lokale Kohärenz), bezeichnet die globale Struktur den Zusammenhang zwischen mehreren Sätzen und Textabschnitten.[12] Mikro- und Makrostruktur der Textbasis müssen aufgrund der möglichen Unterschiede zwischen Textbasis und Situationsmodell nicht mit der Mikro- und Makrostruktur des Situationsmodells übereinstimmen (vgl. Kintsch 1998, S.50).

„We comprehend a text, understand something, by building a mental model.“ (ebd., S.93) Der Weg zu diesem Modell wird in den verschiedenen Theorien unterschiedlich

[12] Heinen (2001, S.5) spricht in diesem Zusammenhang von lokaler und globaler Ebene der Kohärenz.

beschrieben: Der Schematheorie zufolge leiten aktivierte Schemata den Verstehensprozess, es werden daher Informationen, welche dem Schema nicht entsprechen, geblockt, und Inferenzen werden nur auf der Basis des aktivierten Schemas gebildet (vgl. ebd., S.94, s. auch Kapitel 1.1.2). Diese Sichtweise sei Kintsch (1998, S.94) zufolge zu starr, außerdem werden top-down-Prozesse zu sehr in den Vordergrund gerückt (das Schema allein leitet den Verstehensprozess, nicht der Text), während bottom-up-Prozesse keine Beachtung finden. Zudem geht Kintsch davon aus, dass Verstehen eher „chaotisch" verläuft und sich eine Ordnung der Gedanken und Informationen erst einstellt, wenn man sich darüber bewusst wird (vgl. ebd., S.94). Seine Vorstellung über den Verlauf des Lese- und Verstehensprozesses bringt er daher in seinem „Construction-Integration Model" zum Ausdruck. Nach diesem werden Textpropositionen zunächst mit sämtlichen Bedeutungen aufgenommen und erst anschließend zu einer kohärenten und strukturierten Repräsentation zusammengesetzt[13] (vgl. ebd., S.94; Heinen (2001, S.16) stellt ebenfalls heraus, dass sämtliche Wissenskonzepte während des Lesens zunächst aktiviert werden).

Der Begriff „Construction" beschreibt die Prozesse der Entnahme von Informationen und der Bildung von Propositionen auf der Basis des Textes, welche durch einige „lockere" Regeln geleitet werden (vgl. Kintsch 1998, S.96). Diese Regeln beziehen sich auf die Konstruktion von Propositionen und auf die Herstellung von Verbindungen zwischen diesen sowie auf das Bilden von Inferenzen (vgl. ebd., S.96f.[14]). Heinen (2001, S.16) zufolge verläuft dieser Prozess (Construction) in vier Schritten. Zur Festigung und endgültigen Formung des Propositionennetzwerkes setzt der Prozess der Integration ein: Verbindungen zwischen Propositionen werden gefestigt, weniger passende Propositionen werden wieder entfernt (vgl. Kintsch 1998, S.99). Das Gesamtkonstrukt, welches am Ende des Leseprozesses steht, bezeichnet Kintsch (1998, S.103) als „episodic text memory", eine mentale Repräsentation, bestehend aus einem Netz von Propositionen, welches Textbasis und Situationsmodell umfasst.

Das Bilden von Inferenzen zur Konstruktion des Situationsmodells stellt im Grunde eine besondere Form des Heranziehens von Wissen dar (vgl. ebd., S.189). Es dient der Anreicherung des Situationsmodells mit Wissen des Lesers (vgl. Heinen 2001, S.12f.). So wird das Verstehen des Textes ermöglicht. Es lassen sich zwei Arten von Inferenzen unterscheiden, welche im Englischen mit „retrieval" und „generation" bezeichnet

[13] In diesem Prozess werden Bedeutungen, die weniger in den Kontext passen, zurückgedrängt.
[14] Dort werden diese Regeln auch mit Beispielen erklärt.

werden (vgl. Kintsch 1998, S.189). Die Namen beschreiben die Art, wie diese Inferenzen gebildet werden:

> „Retrieval adds preexisting information to a text from long-term memory. Generation, in contrast, produces new information by deriving it from information in the text by some inference procedure. Thus, although the term *inference* is suitable for information generation processes, it is a misnomer for retrieval processes." (ebd., S.189; Hervorhebung im Original)

Der Prozess „retrieval" hat den Vorteil, dass Inhalte des Kurzzeitgedächtnisses mit Inhalten des Langzeitgedächtnisses verknüpft werden, wodurch die Verarbeitungskapazität wächst (vgl. ebd., S.190). Allerdings geht dies nur, wenn dafür geeignetes Wissen bereits im Langzeitgedächtnis verfügbar ist. Inferenzen, die nicht aus dem Langzeitgedächtnis abgerufen werden, werden generiert (vgl. ebd., S.191).

1.1.2 Die Schematheorie

Der Prozess des Lesens kann ferner mithilfe der Schematheorie erklärt werden. Nach dieser lenken Schemata das Leseverstehen. Der Begriff des Schemas wird in der Literatur vorwiegend als Wissensstruktur definiert, in welcher allgemeines Wissen sowie Wissen über typische Zusammenhänge und Abläufe in bestimmten Situationen repräsentiert ist (vgl. Mandl et al. 1988[15], S.124f.; Pichert & Anderson 1977[16], S.314; Christmann & Groeben 1999[17], S.167; Heinen (2001, S.23) bezeichnet sie als „abstrakten Prototypen eines komplexen Konzepts"). Schemata zeichnen sich durch folgende Eigenschaften aus: Sie stellen abstrakte, kognitive Strukturen dar und können Ausschnitte aus der Realität sowie Aktionen beschreiben (vgl. Mandl et al. 1988, S.125; Pichert & Anderson 1977, S.314; Christmann & Groeben 1999, S.167). Schemata beinhalten Konzepte sowie deren Relationen (vgl. Christmann & Groeben 1999, S.167). Sie können ineinander verschachtelt und einander zugeordnet sein. „Elementare Schemata können in hierarchiehöhere Schemata eingebettet sein." (Mandl et al. 1988, S.125) Zu Schemata gehören Leerstellen, die während des Lesens, Lernens und Wahrnehmens mit entsprechenden Informationen gefüllt werden können (vgl. Mandl et al. 1988, S.125; Pichert & Anderson 1977, S.314; Christmann & Groeben 1999, S.167; Heinen 2001, S.23).

Mandl et al. (1988, S.125) stellen ferner heraus, dass Schemata zum einen generisches Wissen und zum anderen episodisches Wissen repräsentieren können. Auch

[15] Mandl, H., Friedrich, H. F., & Hron, A. (1988). Theoretische Ansätze zum Wissenserwerb. In H. Mandl & H. Spada (Eds.), *Wissenspsychologie* (pp. 123 - 160). München; Weinheim: Psychologische Verlags Union.
[16] Pichert, J. W., & Anderson, R. C. (1977). Taking Different Perspectives on a Story. *Journal of Educational Psychology, 69*(4), 309 – 315.
[17] Christmann, U., & Groeben, N. (1999). Psychologie des Lesens. In B. Franzmann, K. Hasemann, D. Löffler & E. Schön (Eds.), *Handbuch Lesen* (pp. 145 - 223). München: Saur.

„Scripts“, in denen Wissen über typische Zusammenhänge eines Realitätsbereiches repräsentiert ist (vgl. ebd., S.125), und die so genannten „story grammars“ (vgl. ebd., S.126; auch Christmann & Groeben 1999, S.168) lassen sich den schematheoretischen Ansätzen zuordnen. Sie sind Schemata, die ein spezifisches Wissen repräsentieren (vgl. Christmann & Groeben 1999, S.168). „Scripts“ beschreiben „Wissen über typische Ereignisabfolgen“ (Mandl et al. 1988, S.126), sie sollen „Wissen über routinisierte Verhaltens- und typische Ereignisabläufe in stereotypisierten Situationen (…) abbilden.“ (Christmann & Groeben 1999, S.168). Aufgrund dieses Wissens ist es uns möglich, je nach Situation gezielt zu handeln. „Scripts“ haben ferner Einfluss auf das Textverstehen. So ließ sich beobachten, dass aufgrund von „Scripts“ Texte verständlich werden, obwohl viele Informationen fehlen – diese fehlenden Informationen werden durch das aktivierte „Script“ ergänzt (vgl. Abbott et al. 1985, zitiert nach Christmann & Groeben 1999, S.168). Die „story grammars“ wurden im Rahmen der Arbeiten zur Textverarbeitung entwickelt (vgl. Mandl et al. 1988, S.126). Sie beinhalten Wissen über den Textaufbau. Christmann & Groeben (1999) präzisieren dieses Wissen:

> „Eine zweite für das Textverstehen besonders relevante Variante des Schemabegriffs sind sog. Geschichtengrammatiken (‚story grammars’), die im Sinne eines Rasters die globale Ordnung und Aufeinanderfolge von Textelementen bei einer spezifischen Textsorte, nämlich Erzähltexten beschreiben (Rumelhart 1975; Thorndyke 1977). Sie bestehen aus Kategorien, die angeben, aus welchen Komponenten eine Geschichte besteht (…), sowie aus Regeln, die spezifizieren, welche hierarchische und sequentielle Position diese Elemente in der Gesamtstruktur einnehmen.“ (Christmann & Groeben 1999, S.168)

Darin zeigt sich bereits, in welchen Bereichen schematheoretische Ansätze zum Tragen kommen. Zum einen erklären sie das Leseverstehen. Zum anderen werden Schemata als Voraussetzung für den Wissenserwerb gesehen (vgl. Mandl et al. 1988, S.124). Da in dieser Arbeit das Lesen und das Verstehen von Texten im Fokus stehen, wird hier lediglich auf die Wirkung von Schemata während dieses Prozesses eingegangen. Es gibt verschiedene Annahmen darüber, wie Schemata auf den Leseprozess wirken. Unbestritten ist, dass schematheoretische Ansätze stärker die top-down-Prozesse während des Lesens betonen, sie werden von Christmann & Groeben (1999, S.166f.) daher auch den leserorientierten Modellen zugeordnet. Aufgrund des Textes wird zwar zunächst ein Schema aktiviert, was einem bottom-up-Prozess entspricht, dieses lenkt ab diesem Zeitpunkt die Informationsaufnahme (vgl. Mandl et al. 1988, S.126/130).

So sieht die Hypothese der selektiven Aufmerksamkeit die Lenkung der Informationsentnahme derart, dass schemarelevanten Informationen während des Lesens oder der Textverarbeitung mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird als schemairrelevanten

Informationen (vgl. Christmann & Groeben 1999, S.167; Britton et al. 1979[18], S.497; Mandl et al. 1988, S.130f.; Heinen 2001, S.23). Mandl et al. (1988) stellen heraus, dass schemakonforme Informationen regelrecht gesucht werden:

> „Einmal aktivierte Schemata lösen Erwartungen aus (*top-down-Prozeß*), die dazu führen, daß gezielt nach jenen Informationen gesucht wird, die die eröffneten Leerstellen ausfüllen. Die schemabezogene Information erfährt (1) dadurch mehr Aufmerksamkeit und wird (2) dadurch auch besser behalten.“ (Mandl et al. 1988, S.130; Hervorhebung im Original)

Die Gültigkeit dieser Hypothese wurde von verschiedenen Forschern in Studien, von denen exemplarisch zwei angeführt werden, überprüft. So haben Pichert & Anderson (1977) mit ihrer Untersuchung über die Wirkung von verschiedenen Blickwinkeln beim Lesen eines Textes Ergebnisse geliefert, die für eine verstärkte Aufmerksamkeit auf schemarelevante Informationen sprechen. Sie nehmen an, dass die Perspektive, unter welcher ein Text gelesen wird, beeinflusst, welche Informationen als (sehr) wichtig erachtet werden und welchen Informationen dagegen weniger Bedeutung zugemessen wird (vgl. Pichert & Anderson 1977, S.309). Die Gewichtung der Bedeutung einer Information ist vom Schema, das den Leser des Textes leitet, abhängig. Während eine Information in einem Schema eher unbedeutsam ist, erhält sie im Rahmen eines anderen Schemas große Bedeutung und wird so besser gelernt (vgl. ebd., S.309). Die hohe Bedeutsamkeit einer Information hat im Sinne der Hypothese der selektiven Aufmerksamkeit nämlich die Konsequenz, dass sich der Leser intensiver mit dieser Information auseinandersetzt: „Furthermore, readers are more likely to pay careful attention to and deeply encode important elements.“ (ebd., S.309)

Im ersten Experiment von Pichert & Anderson (1977) mussten die Probanden zwei verschiedene Texte lesen und während des Lesens eine von zwei Perspektiven einnehmen oder in der Rolle der Kontrollgruppe fungieren; anschließend sollten sie Informationen der Texte hinsichtlich ihrer Bedeutsamkeit und Wichtigkeit bewerten (vgl. ebd., S.310f.). Die Ergebnisse sprechen für die Hypothese: Es zeigte sich, dass die Probanden die Bedeutsamkeit der Textinformationen in Abhängigkeit von ihrer Perspektive während des Lesens bewerteten (vgl. ebd., S.311). Wenn eine Information unter einer vorgegebenen Perspektive wichtig oder interessant ist, wurde sie entsprechend als bedeutsam eingestuft.

In einem zweiten Experiment wurden andere Probanden aufgefordert, die beiden Texte unter einer von zwei Perspektiven oder als Mitglied der Kontrollgruppe zu lesen

[18] Britton, B. K., Meyer, B. J. F., Simpson, R., Holdredge, T. S., & Curry, C. (1979). Effects of the Organisation of Text on Memory: Tests of Two Implications of a Selective Attention Hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 5*(5), 496 – 506.

und den Text einmal direkt im Anschluss an das Lesen sowie eine Woche später wiederzugeben („recall“) (vgl. ebd., S.311). Die Auswertung hinsichtlich der genannten Informationen zeigte, dass die Probanden, welche den Text zum Beispiel unter der Perspektive „Einbrecher“ gelesen hatten, häufiger Informationen nannten, die unter dieser Perspektive von besonderer Bedeutung oder großem Interesse waren (vgl. ebd., S.312).

Ferner sind auch Britton et al. (1979) der Gültigkeit der Hypothese der selektiven Aufmerksamkeit nachgegangen. Sie gehen davon aus, dass schemakonforme und dem Schema nach wichtige Informationen mehr Aufmerksamkeit in Form von einer längeren Lesezeit und einer erhöhten kognitiven Belastung während des Lesens erfahren (vgl. Britton et al. 1979, S.497). Danach lässt sich die Hypothese der selektiven Aufmerksamkeit auf zweierlei Weisen untersuchen: Zum einen müsste die Information – im Experiment von Britton et al. (1979) ein Textabschnitt – länger gelesen werden, wenn sie innerhalb des Textes wichtig ist und zum anderen müssten die Probanden aufgrund einer größeren kognitiven Belastung während des Lesens wichtiger Informationen auf andere Reize verzögert reagieren (vgl. ebd., S.497).

Um vorrangig die Hypothese der selektiven Aufmerksamkeit zu testen, haben Britton et al. (1979) folgendes Experiment durchgeführt (vgl. ebd., S.496-500, zur Beschreibung des Experimentes): Probanden wurden von vier Texten jeweils zwei Texte vorgelegt, je zwei Texte beinhalteten das gleiche Thema (vgl. ebd., S.496). Entscheidend war jeweils der dritte Abschnitt, dieser war in den Texten zum gleichen Thema identisch, und je nach Kontext hatten die Informationen dieses Abschnitts in einem Fall große Bedeutung für den gesamten Text, im anderen Fall dagegen enthielten sie weniger relevante Informationen (vgl. ebd., S.496). Um die Lesezeiten für diesen Textabschnitt gut messen zu können, wurde der Text so auf die Seiten eines Heftes verteilt, dass jeweils ein Textabschnitt auf einer Seite abgedruckt wurde (vgl. ebd., S.500). Ferner sollte die Größe der in Anspruch genommenen kognitiven Kapazität gemessen werden. Dazu wurde die so genannte „secondary-task technique“ eingesetzt (vgl. ebd., S.498). Den Probanden wurden daher zwei Aufgaben gegeben: Ihre erste Aufgabe bestand darin, den Text mit dem Ziel, möglichst viele Informationen zu behalten, zu lesen und anschließend wiederzugeben („recall“), und als zweite Aufgabe sollten sie auf ein Signalzeichen reagieren (vgl. ebd., S.500).

Die Ergebnisse sprechen zum Teil für die Hypothese der selektiven Aufmerksamkeit, zum Teil sprechen sie gegen sie. So zeigte sich, dass mehr Informationen im „free recall" notiert wurden, wenn diese im Zusammenhang des Textes von hoher Bedeutung waren, zugleich bestätigte sich aber nicht, dass der Textabschnitt in diesem Fall signifikant länger gelesen wurde (vgl. ebd., S.503). Britton et al. (1979) deuten ihre Ergebnisse daher eher als Hinweis für die so genannte „retrieval hypothesis" (vgl. ebd., S.504). Mandl et al. (1988) sehen die Ergebnisse nicht zwingend als Widerspruch zur Hypothese der selektiven Aufmerksamkeit. Sie erklären das Ergebnis der nicht signifikant längeren Lesezeiten damit, dass schemairrelevante Informationen gerade deswegen länger gelesen werden, weil sie nicht ins Schema passen und ggf. sogar ein anderes Schema aktivieren wollen (vgl. Mandl et al. 1988, S.132).

Damit ist eine zweite Wirkungsweise von Schemata angesprochen. Schemata haben Einfluss auf das Abrufen von Wissen (vgl. Mandl et al. 1988, S.130; Christmann & Groeben 1999, S.167; Pichert & Anderson 1977, S.314; auch angedeutet in Britton et al. 1979, S.497f.). Des Weiteren haben Schemata auch eine Hilfsfunktion bei der Integration von Wissen und Informationen. Sie „wirken bei der Enkodierung neuer Information als verständnis- und kohärenzstiftende Rahmen, die die *Integration* neuen Wissens in die bestehende Wissensbasis erleichtern." (Mandl et al. 1988, S.130; Hervorhebung im Original).

1.1.3 Die Theorie der mentalen Modelle

Die Überlegungen, wie der Prozess des Lesens geleitet wird, wie das Verstehen des Textes simuliert werden kann, wurden im Jahre 1983 durch die Theorie der mentalen Modelle ergänzt. Besonders durch Johnson-Lairds Buch aus dem Jahre 1983 mit dem Titel „Mental models" wurde die Theorie verbreitet. Auch Gentner und Stevens, die im selben Jahr einen Beitrag zu dieser Theorie herausgegeben haben, werden neben Johnson-Laird im Zusammenhang mit mentalen Modellen genannt (vgl. Heinen 2001, S.24).

Die Theorie versucht, die Textverarbeitung und das Leseverstehen als einen Prozess zu beschreiben, in dem sowohl bottom-up- als auch top-down-Prozesse wirken, Heinen (2001, S.28) zufolge „werden mentale Modelle gleichermaßen durch top-down und bottom-up-Prozesse aufgebaut."[19]. Die Theorie „stellt einen Versuch dar, sowohl die propositionalen Strukturmerkmale eines Textes als auch das Vor- und Weltwissen von Rezipienten/innen zu berücksichtigen." (Christmann & Groeben 1999, S.170) Das

[19] Auch Christmann & Groeben (1999, S.146f.) sehen Lesen als einen aus top-down- und bottom-up-Prozessen bestehenden Prozess an (vgl. auch Velten 2010, S.875).

Ergebnis des Leseprozesses stellt ein Modell des Textes dar, welches unten genauer beschrieben werden soll.

Die Grundidee ist, „daß Menschen interne Modelle der äußeren und inneren Realität aufbauen.“ (Mandl et al. 1988, S.146). Die Idee, dass Menschen mentale Modelle der Welt aufbauen, um diese zu verstehen und in ihr zu agieren, wurde bereits von Craik (1943, zitiert nach Johnson-Laird 1983[20], S.2) angenommen. Dieser nahm an, dass – z.B. im Verstehensprozess – eine mentale Abbildung der Realität aufgebaut wird, welche die Beziehungsstruktur der Komponenten der Realität widerspiegelt und somit die gleiche Beziehungsstruktur wie die Realität besitzt (vgl. Johnson-Laird 1983, S.11). Hier deutet sich bereits an, was unter einem mentalen Modell zu verstehen ist. Mentale Modelle bilden im Grunde einen Ausschnitt aus der Realität, den Inhalt eines Textes oder von Aussagen mental ab. Die Beziehungsstruktur, die zwischen den Elementen in der Realität oder des Textes besteht, wird in das mentale Modell übernommen, weshalb seine Beziehungsstruktur mit der Beziehungsstruktur dessen, was es repräsentiert, übereinstimmt (vgl. Mandl et al. 1988, S.146; Johnson-Laird 1983, S.419).

In Abgrenzung zu anderen Modellen der mentalen Repräsentation werden weitere Eigenschaften von mentalen Modellen deutlicher. Eine Theorie geht bspw. davon aus, dass Menschen bildliche Repräsentationen, Bilder von Situationen und Aussagen konstruieren (vgl. Johnson-Laird 1983, S.146). Es muss sich demnach um bildliche Darstellungen der Situation in den Gedanken der Menschen handeln. Johnson-Laird trennt seine Theorie von dieser bildhaften Vorstellung allerdings ab, da er in Frage stellt, was genau eigentlich Bilder sind (vgl. ebd., S.147). Bilder scheinen nicht hinreichend präzise definierbar zu sein. Dennoch kann man aufgrund der Ausführung von Johnson-Laird (1983) und auch den zusammenfassenden Darstellungen in Mandl et al. (1988) und Christmann & Groeben (1999) ausgehen, dass eine gewisse Beziehung zu diesen bildlichen Repräsentationen besteht. So stellt Johnson-Laird heraus, dass Bilder analoge Repräsentationen darstellen (im Gegensatz zu propositionalen Repräsentationen, die dagegen als digital bezeichnet werden; vgl. Johnson-Laird 1983, S.147f.).

> „Images (…) are analogical in that structural relations between their parts correspond to the perceptible relations between the parts of the objects represented.“ (ebd., S.147).

Diese Eigenschaft von Bildern nimmt Johnson-Laird auch von den mentalen Modellen an:

[20] Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models. Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

> „Johnson-Laird (1983) sieht mentale Modelle als Form einer analogen Repräsentation. Die Struktur eines mentalen Modells ist analog der Struktur des korrespondierenden Sachverhalts (…).“ (Mandl et al. 1988, S.146)

Die Eigenschaft „analog“ wird von Christmann & Groeben (1999) leicht unterschiedlich erklärt. Sie betonen:

> „Mentale Modelle sind dadurch gekennzeichnet, daß sie auf der Grundlage der Textinformation in funktionaler und struktureller Analogie zu einem Sachverhalt in der Realität gebildet werden; der jeweilige Realitätsausschnitt wird daher analog, ganzheitlich, inhaltsspezifisch und anschaulich repräsentiert.“ (Christmann & Groeben 1999, S.170)

Mit dieser Eigenschaft grenzen sich mentale Modelle von propositionalen Repräsentationen ab. Letztere sind abstrakter:

> „They are abstract in that they do not directly correspond to either words or pictures. Their structure is *not* analogous to the structure of the objects they represent.“ (Johnson-Laird 1983, S.148; Hervorhebung im Original)

Dass dennoch eine Beziehung zwischen mentalen Modellen und propositionalen Repräsentationen besteht, wird unten beschrieben.

Johnson-Laird (1983) geht von der Existenz verschiedener Typen mentaler Modelle aus. Er unterscheidet zwei Oberklassen an mentalen Modellen: physikalische Modelle, welche die physikalische Welt repräsentieren, und konzeptuelle Modelle, welche abstrakte Konzepte repräsentieren (vgl. ebd., S.422). Die Unterscheidung zwischen den beiden Oberkategorien sowie die Differenzierung verschiedener Unterkategorien machen deutlich, dass mentale Modelle von der Situation abhängig sind.

Mentale Modelle werden im Zusammenhang mit Texten, Diskursen, Aussagen vermutlich Satz für Satz aufgebaut. Dies lässt sich aus der Beschreibung der Bildung von Inferenzen im Rahmen der Theorie der mentalen Modellen schließen: Zunächst wird ein mentales Modell der ersten Aussage gebildet, in welches in einem zweiten Schritt die Informationen einer zweiten Aussage integriert werden und welches dann Grundlage für Inferenzen bildet (vgl. ebd., S.97f.). Dem Aufbau liegen verschiedene Teilprozesse zugrunde (vgl. ebd., S.249f. zur Beschreibung dieser Prozeduren):

(1) Ein erster Schritt besteht darin, den Aufbau eines mentalen Modells zu starten. Wie oben beschrieben, wird dazu der erste Satz mental repräsentiert.

(2) Weitere Informationen, die im weiteren Leseprozess dem Text entnommen werden, werden durch eine zweite Prozedur in das bereits konstruierte Modell integriert. Vorausgesetzt dafür wird, dass die neue Information sich integrieren lässt, also inhaltlich und der Bedeutung nach passt. Andernfalls wird vermutlich ein zweites Modell aufgebaut.

(3) Sollten mehrere mentale Modelle zu den verschiedenen Sätzen konstruiert worden sein, werden sie zusammengefügt.

(4) Ein weiterer Teilprozess besteht in der Prüfung des mentalen Modells hinsichtlich seiner Richtigkeit.

(5) Beziehungen werden in das mentale Modell der gegebenen Situation nach aufgenommen.

(6) Je nach Ausgang der in (4) genannten Prüfung werden ggf. Modifikationen vorgenommen.

Der Theorie der mentalen Modelle liegen verschiedene Annahmen zugrunde. Zwei dieser betreffen die Zahl der gebildeten mentalen Modelle und die Verschiedenheit von Texten (vgl. dazu ebd., S.246f.): (1) Der Verstehensprozess eines Textes oder Diskurses und der Aufbau eines mentalen Modells verlaufen unabhängig von der Art des Textes gleich. Das bedeutet, dass fiktionale Texte genauso „verstanden" werden wie nicht-fiktionale Texte, der Aufbau eines mentalen Modells ist in beiden Fällen gleich. (2) Zu jedem Text wird immer nur ein mentales Modell aufgebaut. Dass dieses von Person zu Person verschieden ist, ergibt sich aufgrund des Einflusses des Vorwissens.

Die zweite Annahme schließt nicht aus, dass zwischenzeitlich mehrere mentale Modelle aufgebaut werden können. Diese werden in einem Teilprozess miteinander verbunden (vgl. ebd., S.249). Mentale Modelle können schließlich auch ineinander verschachtelt sein. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn Aussagen über Gedanken oder Gefühle geäußert werden. Das Beispiel „The police chief believes that the hijackers are in the plane." (ebd., S.433) macht dies deutlich. Die Aussage des Relativsatzes stellt dar, was die im Hauptsatz genannte Person denkt. Die Aussage des Relativsatzes kann demnach als von der Figur des Hauptsatzes mental repräsentiert angenommen werden. Der Leser des Satzes baut dafür ein mentales Modell auf, in welchem das mentale Modell der Figur integriert ist (vgl. ebd., S.433).

Wie oben bereits angedeutet wird, besteht zwischen dem Verstehen und der Konstruktion eines mentalen Modells ein besonderer Zusammenhang. Verstehen lässt sich quasi der Konstruktion eines mentalen Modells gleichsetzen:

> „Understanding certainly depends on knowledge and belief. If you know what causes a phenomenon, what results from it, how to influence, control, initiate or prevent it, how it relates to other states of affairs or how it resembles them, how to predict its onset and course, what its internal or underlying 'structure' is, then to some extent you understand it. The psychological core of understanding, I shall assume, consists in your having a 'working model' of the phenomenon in your mind. If you understand (…), then you have a mental representation that serves as a model of an entity (…)." (ebd., S.2)

Verstehen bedeutet dem Zitat zufolge, dass man über ein Modell der Situation verfügt.

Mentale Modelle eignen sich nicht nur dazu, das Ergebnis des Leseprozesses zu beschreiben. Nachdem sie konstruiert wurden, sind verschiedene Aktivitäten möglich.

So helfen sie „Inferenzen zu ziehen, Vorhersagen zu machen, Phänomene zu verstehen, Entscheidungen über Handlungen zu treffen und ihre Ausführung zu überwachen sowie (…) Ereignisse stellvertretend zu erfahren." (Mandl et al. 1988, S.146) Sie ermöglichen es, Situationen und Abläufe mental zu simulieren (vgl. ebd., S.146; auch Christmann & Groeben 1999, S.170). Johnson-Laird hält fest:

> „It is now plausible to suppose that mental models play a central and unifying role in representing objects, states of affairs, sequences of events, the way the world is, and the social and psychological actions of daily life. They enable individuals to make inferences and predictions, to understand phenomena, to decide what action to take and to control its execution (…); they allow language to be used to create representations comparable to those deriving from direct acquaintance with the world; and they relate words to the world by way of conception and perception." (Johnson-Laird 1983, S.397)

Unterschiede und Gemeinsamkeiten des CI-Modells und der Theorie der mentalen Modelle

Wie oben bereits beschrieben, sind mentale Modelle von propositionalen Repräsentationen zu unterscheiden. Sie unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der Eigenschaft, analog oder digital zu sein, sondern auch hinsichtlich der Struktur. Propositionale Repräsentationen haben eine definierte Sprache, Grammatik, Struktur (vgl. Johnson-Laird 1983, S.155). Dies wird in der Beschreibung von Kintschs Theorie deutlich. Mentale Modelle sind dagegen anders:

> „Unlike a propositional representation, a mental model does not have an arbitrarily chosen syntactic structure, but one that plays a direct representational role since it is analogous to the structure of the corresponding state of affairs in the world (…)." (ebd., S.156)

Johnson-Laird geht daher auch kritisch auf die Theorie von Kintsch ein. Diese geht zwar auch von zwei Stufen der Repräsentation aus, allerdings sind beide Stufen in propositionaler Form gegeben – sowohl die Mikro- als auch die Makrostruktur werden in der Theorie von Kintsch und van Dijk als propositionale Repräsentationen gedacht (vgl. ebd., S.380).

Die Theorie von Kintsch und van Dijk (dargestellt in Kintsch 1998) und die Theorie der mentalen Modelle schließen sich zwar in diesem Punkt aus, haben aber auch Gemeinsamkeiten. Johnson-Laird geht ebenfalls von einer zweistufigen Repräsentation des Textes aus:

> „In the first, a superficial understanding of an utterance gives rise to propositional representation, which is close to the surface from a sentence. (…) The second stage of comprehension, which is optional, makes use of propositional representations as a partial basis for the construction of a mental model, whose structure is analogous to the state of affairs described by the discourse." (Johnson-Laird 1983, S.244)

Die erste Stufe stellt demnach eine propositionale Repräsentation dar. Diese wird aber genutzt, um davon ausgehend ein mentales Modell zu konstruieren.[21] In diesem zweiten Schritt vollzieht sich, dass der Leser quasi unter die Textoberfläche geht (vgl. Johnson-Laird 1983, S.243). Christmann & Groeben (1999) stellen dies als einen ineinander greifenden Prozess dar:

> „Texte werden nach der Theorie mentaler Modelle auf zwei Ebenen repräsentiert: auf propositionaler Ebene, auf der sie an sprachlichen Strukturen orientiert sind, und auf der Ebene mentaler Modelle, auf der sie den im Text beschriebenen Sachverhalt anschaulich und konkret abbilden. Im Verarbeitungsprozeß greifen beide Ebenen ineinander. Das mentale Modell wird durch die propositionale Repräsentation aktiviert und im Zuge des Verarbeitungsprozesses unter Rückgriff auf Vorwissensbestände sukzessive angereichert, verfeinert und/oder modifiziert.“ (Christmann & Groeben 1999, S.170)

Nun bezieht sich die Kritik von Johnson-Laird am Modell von Kintsch und van Dijk noch auf das Modell von 1978. Wie oben beschrieben, haben Kintsch und van Dijk in einer Überarbeitung des Modells die Annahme eines Situationsmodells integriert. Dieses weist zum mentalen Modell große Ähnlichkeit auf (vgl. Heinen 2001, S.25). Daher wird dieses Modell, dessen Gedanken Kintsch (1998) in seinem Construction-Integration-Modell im Grunde aufgreift (s. o.), von Christmann & Groeben (1999) der Theorie der mentalen Modelle zugeordnet, denn:

> „Textverstehen wird in diesem Modell als konstruktiver und interpretativer Vorgang aufgefaßt, bei dem die Textbedeutung in einem schrittweisen Prozeß (on-line-Annahme) auf der Grundlage von allgemeinem Weltwissen, Erwartungen und Überzeugungen aufgebaut wird. Texte werden zwar propositional repräsentiert, aber es wird zusätzlich ein Situationsmodell aufgebaut, das textbezogene Ereignisse, Handlungen, Personen, Situationen sowie frühere Erfahrungen enthält.“ (Christmann & Groeben 1999, S.171)

1.2 Anlass zum Textverstehen im Mathematikunterricht: Rechengeschichten

Lesen und Verstehen von Texten ist im Mathematikunterricht erforderlich, wenn Definitionen oder Sätze gelernt werden und vor allem auch in der Bearbeitung von Text-, Sach- oder Modellierungsaufgaben. Eine spezielle Form von Textaufgaben stellen Rechengeschichten dar, die in der hier vorliegenden Studie verwendet wurden. Im Rahmen dieses Kapitelabschnitts wird eine Klärung des Begriffs „Rechengeschichte“ vor dem Hintergrund der Arten von Textaufgaben vorgenommen.

Was sind eigentlich Rechengeschichten? Spricht man mit Personen, die nicht im Bereich der Mathematikdidaktik tätig sind, erntet man nur fragende Blicke, wenn man erzählt, man arbeite mit Rechengeschichten. Der Begriff *Textaufgabe* ist dagegen vertrauter.

[21] Heinen (2001, S.25) zufolge ist eine propositionale Repräsentation des Textes die Grundlage des Modells, welchem zusätzliches Wissen hinzugefügt wird.

Allgemein betrachtet stellen Textaufgaben als Aufgaben des Sachrechnens zunächst alle Aufgaben dar, die neben einem mathematischen Problem einen sachlichen Kontext besitzen (vgl. Franke 2003[22], S.31). Klöckener (1996)[23] schreibt dazu:

> „Aus der Sicht eines Mathematikers sind Sachaufgaben sprachlich codierte, mathematische Aufgabenstellungen. Es gilt dabei, aus der verbalen Verkleidung die mathematische Substanz zu extrahieren, die mathematische Struktur zu erkennen." (Klöckener 1996, S.1)

In der Literatur der Mathematikdidaktik findet sich eine Kategorisierung von Textaufgabentypen. Diese Typen sind allerdings nicht eindeutig voneinander zu trennen. Weiser (1981[24], S.9) stellt heraus, dass die Unterscheidung der verschiedenen Klassen an Textaufgaben in der Literatur eher unpräzise ist, die Grenzen teilweise fließend sind. Trotzdem unterscheidet er wie viele andere Autoren zwischen eingekleideten Aufgaben, Text- und Sachaufgaben (vgl. Weiser 1981, S.9; auch: Kalmbach 1994[25], S.101; Franke 2003, S.32).

Eingekleidete Aufgaben

Nach Kalmbach (1994, S.101) stellen eingekleidete Aufgaben die einfachste Form von Textaufgaben dar, die lediglich formuliert wurden, um eine Rechenaufgabe in Textform zu verpacken. Der Kontext dieser Aufgaben hat keine tiefere Bedeutung, er kann gegen jeden beliebigen anderen ausgetauscht werden (vgl. ebd., S.101; auch Franke 2003, S.32).

Die Art des Textes bestimmt sich aus der Absicht dieser Aufgaben. Eingekleidete Aufgaben verfolgen als Ziel „vorrangig das Anwenden von Rechenverfahren, das Festigen mathematischer Begriffe und das Erfassen von Zahlbeziehungen." (Franke 2003, S.32) Eingekleidete Aufgaben wurden bereits in der Reformpädagogik kritisiert, da sie inhaltlich uninteressant sind (vgl. ebd., S.9).

Textaufgaben

Der Typ Textaufgaben dominiert Kalmbach (1994, S.101; auch Franke 2003, S.62) zufolge die Schulbücher. Im Vergleich zur eingekleideten Aufgabe finden sich kaum

[22] Franke, M. (2003). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule*. Heidelberg; Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

[23] Klöckener, J. (1996). Schlüsselwörter in Sachaufgaben. *Mathematische Unterrichtspraxis, IV. Quartal*, 1 – 8.

[24] Weiser, G. (1981). *Sachrechnen in der Orientierungsstufe in Beispielen* (2. Auflage ed. Vol. 17). Donauwörth: Verlag Ludwig Auer.

[25] Kalmbach, H. (1994). Sachrechnen im dritten und vierten Schuljahr. In A. Abele & H. Kalmbach (Eds.), *Handbuch zur Grundschulmathematik. Anregungen und Beispiele zum Bildungsplan Baden-Württembergs* (Vol. 2 (3. & 4. Schuljahr), pp. 101 – 118). Stuttgart: Klett Verlag.

Unterschiede. Der Kontext ist austauschbar und darüber hinaus nicht unbedingt in jedem Fall realitätsnah (vgl. Kalmbach 1994, S.101). In Textaufgaben werden nach Kalmbach (1994, S.101) Sachverhalte quantifiziert, mathematische Zusammenhänge sollen verstanden werden.

Textaufgaben unterscheiden sich von eingekleideten Aufgaben im Ziel, welches hier „das Erfassen des Zusammenhangs zwischen den angegebenen Zahlen und das Zuordnen einer mathematischen Zeichenreihe (Term oder Gleichung)“ (Franke 2003, S.33) darstellt. Die Anforderung besteht hier bereits „im Übertragen der Textstruktur in eine mathematische Struktur.“ (ebd., S.33) Die Aufgaben sind in der Regel so gestaltet, dass sie alle notwendigen Informationen enthalten, normalerweise eindeutig lösbar sind und der Sachsituation nach nicht zwingend realistisch sein müssen (vgl. ebd., S.33). Franke (2003, S.33) unterscheidet hier allerdings ferner zwischen verbalisierten Zahlenaufgaben und Aufgaben, die in einen Kontext eingebettet sind. Zu Textaufgaben zählen nach Schütte (1997[26], S.6) auch Aufgaben in verbaler Form, welche Kinder und Jugendliche auch zu eigenen Rechenwegen anregen.

Für Weiser (1981) stellen Textaufgaben dagegen „eine schulische Kunstform“ (ebd., S.10) dar. Es handelt sich um eine Form, „die im Berufs- und Alltagsleben so nicht vorkommt“ (Weiser 1981, S.10). Diese Aufgaben erfordern vom Bearbeitenden nicht, dass er sich selbst um zusätzliche Informationen bemüht oder dass er sich über Vor- und Nachteile der Lösung Gedanken macht, sondern liefern direkt alle erforderlichen Daten (vgl. ebd., S.10). Weiser (1981) sieht in Textaufgaben demnach den „Zweck, die in der Aufgabe dargelegten Sachzusammenhänge zu erkennen, zu knüpfen und in mathematische Operationen umzusetzen, damit sie zahlenmäßig bestimmt werden können.“ (ebd., S.10) In dieser Aufgabe sieht er daher trotz der Kritik die Möglichkeit, „die Fähigkeit des logischen und funktionalen Denkens zu entwickeln, zu verfeinern, auszudifferenzieren.“ (ebd., S.10) In diesem Sinne bedeutet das Lösen von Textaufgaben für Weiser (1981, S.11) mehr als nur Rechnen. Er sieht darin:

> „Vielmehr sollte eine Textaufgabe nur Ausgangspunkt dafür sein, um den gesamten mathematischen Komplex, der in der Textaufgabe liegt, operativ zu durchschauen.“ (ebd., S.11)

Im Unterschied zu Sachaufgaben sieht Weiser (1981) bei „Textaufgaben eine mathematische Zielsetzung (…): die Schulung der Fähigkeiten logischen und funktionalen Denkens, die Ausdifferenzierung des Denkens und die Schulung des Umsetzens von Sachzusammenhängen in mathematische Operationen.“ (ebd., S.11) Will man dieses Ziel verfolgen, muss allerdings vorausgesetzt werden können, dass die Schülerinnen

---

[26] Schütte, S. (1997). Rechengeschichten statt Textaufgaben: Mathematik und Sprache verbinden. *Die Grundschulzeitschrift, 11*(102), 6 – 11.

und Schüler bereits über ein gewisses Maß an Rechenfertigkeiten verfügen (vgl. ebd., S.11).

Weisers (1981) Überlegungen kann man dahingehend deuten, dass Textaufgaben auch im Dienste des Sachrechnens stehen, indem sie unter anderem dazu dienen können, das Übertragen von Text in Mathematik zu trainieren. Das Lösen von Textaufgaben erscheint als Vorläufertätigkeit für das Lösen von Sachaufgaben:

> „Man kann grundsätzlich annehmen, daß die Bearbeitung von Textaufgaben die Fähigkeit, Sachaufgaben zu lösen, entwickelt." (ebd., S.11)

Kritik an Textaufgaben findet sich ferner bei Franke (2003). Franke (2003, S.62) kritisiert, dass die Texte zwar oft der Erfahrungswelt der Kinder entstammen oder fiktive Situationen beschreiben, aber dennoch oftmals zu unrealistisch wirken, was die Vernachlässigung der Sache begünstigt. Letzteres hat bedenkliche Folgen:

> „Wird der Sachverhalt vernachlässigt, suchen einige Kinder beim Lösen nach den sogenannten Signalwörtern und legen danach eine Rechenoperation fest. Berücksichtigen sie dabei die im Text beschriebenen Beziehungen nicht, kommt es zu Fehlern und zu falschen Verallgemeinerungen" (Franke 2003, S.62).

Darin wird bereits ein Problem der üblichen Textaufgaben angesprochen. Um das Problem zu umgehen, wurden in den 1980er Jahren Textaufgaben zum Teil ohne Frage formuliert, um so zu versuchen, die Kinder auf diese Weise zur Auseinandersetzung mit Text und gegebenen Informationen zu zwingen, um eine passende Frage zu finden, oder auch zur versuchen, Kinder zur weiteren Informationsbeschaffung zu motivieren und möglichst viele Fragen zu formulieren mit der möglichen Folge, dass verschiedene Lösungen angefertigt werden (vgl. ebd., S.62f.).

Auch Winter (1994[27]) kritisiert die typischen Textaufgaben. Er bemängelt, dass „(…) der Aufgabentext derart windschnittig auf eine bestimmte rechnerische Prozedur zugeschnitten ist, daß eine Auseinandersetzung mit der Sache kaum notwendig erscheint, vor allem dann nicht, wenn die Aufgabe aus einer Serie verwandter Aufgaben stammt und der Text durch Schlüsselworte auf die gewünschte Rechenprozedur hinweist." (Winter 1994, S.10) Die Sachsituation spielt im Grunde eine vollkommen der Mathematik untergeordnete Rolle, obwohl gerade diese durchaus interessant sein kann. Dies schildert Winter (1994, S.10f.) an einer Beispielaufgabe, in welcher das Gewicht einer Person berechnet werden soll, was zu weitergehenden Fragen nach Ideal- und Übergewicht oder gar sozialen Themen wie Hungersnot und deren Bekämpfung führen kann.

[27] Winter, H. (1994). Modelle als Konstrukte zwischen lebensweltlichen Situationen und arithmetischen Begriffen. *Grundschule, 26*(3), 10 – 13.

Sachaufgaben

Die Gruppe der Sachaufgaben lässt sich in zwei Kategorien aufteilen: Bei Kalmbach (1994, S.101) findet man die Unterscheidung „Sachaufgaben als Lerninhalte" und „echte Sachaufgaben". Erstere stellen Aufgaben dar, mit denen Wissen über Größen erworben werden kann, die Kindern des Weiteren aber auch ermöglichen, „Lösungsschemata wie Simplexe, Rechenbäume und Diagramme" zu erlernen (Kalmbach 1994, S.101). Ob man für Sachaufgaben tatsächlich Lösungsschemata erstellen kann, wird unten diskutiert, aber zumindest handelt es sich bei diesem Typ um Aufgaben, die an den Sachbereich heranführen, bei welchen demnach ein größeres Gewicht auf den Kontext gelegt wird.

Beim zweiten Typ der Sachaufgaben rückt die Mathematik in den Hintergrund. Sie wird vielmehr zum Werkzeug, mit dessen Hilfe das konkrete Problem bearbeitet werden kann (vgl. ebd., S.101). Die Aufgabe ist keineswegs mehr künstlich. Die Probleme ergeben sich zum Teil aus konkreten Situationen, sind in der Regel real. Sie gehen „von einer herausfordernden Situation aus." (ebd., S.101) Die Bearbeitung von derartigen Aufgaben ist mitunter sehr zeitaufwendig und erfordert oftmals das Zusammenspiel verschiedener Unterrichtsfächer sowie das Beschaffen zusätzlicher Materialien (vgl. ebd., S.101). Gerade dieser Aufgabentyp eignet sich für das Ziel, Mathematik sinnvoll zu erfahren, denn: „Mathematik soll nicht nur als abstraktes, von der Realität isoliertes Wissen im Unterricht dargeboten werden. Der Schüler soll sie auch als Instrument zur Beschreibung, Erfassung und Darstellung von Sachverhalten und Problemen aus seiner Umwelt erfahren." (ebd., S.101) Zum zweiten Typ dieser Sachaufgaben können auch offene Aufgaben gehören. Diese Aufgaben enthalten Lücken, in der Regel müssen weitere Informationen eingeholt werden, um sie zu lösen (vgl. ebd., S.113).

Weiser (1981, S.10) schreibt Sachaufgaben auch eine motivationsfördernde Wirkung zu, warnt aber zugleich davor, diese allzu sehr auszunutzen, um jede Einführung neuer Themen im Mathematikunterricht in eine solche Sachaufgabe einzukleiden. Sachrechnen sollte vielmehr sein, „daß Sachaufgaben im eigentlichen Sinne zum Informationserwerb für Urteilsfindungen und Entscheidungen gelöst werden." (Weiser 1981, S.10)

Sachaufgaben gehen in jedem Fall über das Ziel von Textaufgaben hinaus. Sie verfolgen zwar „ebenfalls das Mathematisieren von Sachbeziehungen und damit das Zuordnen einer adäquaten mathematischen Operation" (Franke 2003, S.34). Darüber hinaus ist aber auch die Sachsituation interessant und wichtig (vgl. ebd., S.34). Hier gilt:

> „Die Sache steht im Vordergrund. Die Mathematik ist nur Mittel zum Zweck." (ebd., S.34f.)

Sachtexte

Eine Textform, die keine Textaufgabe im eigentlichen Sinne darstellt, aber dennoch im Mathematikunterricht im Sachrechnen gelesen werden kann, stellen Sachtexte dar. Bongartz & Verboom (2007[28]) bezeichnen diese wie folgt:

> „Sachtexte sind ein Teil der verschrifteten Umwelt und beschreiben einen Ausschnitt auf der Lebenswirklichkeit. Sie enthalten authentische Zahlen und Größen und erschließen den Kindern so genannte Fernwelten (Franke 2003, S.64)." (Bongartz & Verboom 2007, S.12)

Direkte Fragen sind in der Regel nicht im Sachtext formuliert. Aufgrund der Informationen oder auch wegen der Zahlen können Fragen aufgeworfen werden (vgl. ebd., S.12). Zu den Sachtexten können nach Bongartz & Verboom (2007, S.12) auch Zeitungsberichte und Gebrauchstexte gehören.

Sachtexte eignen sich für den fachübergreifenden Unterricht:

> Sachtexte „bilden eine Brücke zwischen dem Mathematikunterricht und anderen Fächern, insbesondere dem Sachunterricht. Dabei wird sinnerschließendes Lesen gebraucht und gleichzeitig weiterentwickelt, Sachwissen erworben und damit den Kindern Fernwelten erschlossen sowie mathematische Kompetenzen angewendet und verbessert. Bei diesen Aufgaben werden authentische Zahlen aus der Umwelt verwendet. Die Kinder haben oft bereits beim Lesen der Texte einen Wissenszuwachs." (Franke 2003, S.64)

Kapitänsaufgaben

Eine weitere Form, die sich mitunter in jede der drei Klassen einordnen lässt, stellen die Kapitänsaufgaben dar. Franke (2003, S.40f.) zählt zu Kapitänsaufgaben neben Aufgaben, in denen Angaben fehlen oder diese nichts mit der Frage zu tun haben, auch solche Aufgaben, zu denen man zwar eine Lösung berechnen könnte, deren Ergebnis aber realitätsfremd ist.

Eine andere Kategorisierung der Textaufgabenarten

Die oben dargestellte traditionelle Unterscheidung empfindet Franke (2003, S.35) mittlerweile als unpassend, da die Verwendung bisher nicht einheitlich erfolgte und heute beide Komponenten – Mathematik und Text – gleichberechtigt sein sollten. Klassifiziert man aber die Aufgaben wie in der oben darstellten Kategorisierung, verliert entweder der Text oder die Mathematik an Bedeutung. Franke (2003, S.35) nimmt aus diesem Grunde eine andere Klassifizierung vor und unterscheidet Textaufgaben

---

[28] Bongartz, T., & Verboom, L. (Eds.). (2007). *Fundgrube Sachrechnen. Unterrichtsideen, Beispiele und methodische Anregungen für das 1. bis 4. Schuljahr*. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG.

daher hinsichtlich der beschriebenen Sachsituation, dem mathematischen Inhalt sowie der Präsentationsform.

Hinsichtlich der beschriebenen Situation lassen sich die Aufgaben unterscheiden in „Sachaufgaben zu *realen* Situationen aus dem Alltag der Kinder“ und „Sachaufgaben zu *fiktiven* Situationen“ (Franke 2003, S.36; Hervorhebungen im Original). Erstere lassen sich weiter klassifizieren in einfache Textaufgaben, Sachprobleme, Sachtexte und konkrete Projekte (vgl. ebd., S.36f.). Textaufgaben zu fiktiven Situationen haben zum Beispiel Märchen- und Phantasiefiguren als Akteure, können Knobel- oder Denkaufgaben darstellen (vgl. ebd., S.37/39). Aber auch Scherz- oder Kapitänsaufgaben (wobei beide Bezeichnungen mitunter dasselbe meinen) gehören zu den fiktiven Aufgaben (vgl. ebd., S.40/41).

Hinsichtlich des mathematischen Inhalts finden sich bei Franke (2003, S.46) vier Klassen: Textaufgaben zur Geometrie, zur Stochastik, zur Arithmetik und solche, die dem Aufbau des Wissens über Größen dienen. Die Aufgaben zur Arithmetik lassen sich hinsichtlich der arithmetischen (Simplex, Mehrfachsimplex oder Komplex) und der semantischen Struktur unterscheiden (vgl. ebd., S.53). Den arithmetischen Strukturen (Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division) werden semantische Strukturen zugeordnet. So unterscheidet man zum Beispiel bei additiven Aufgaben zwischen Kombinationsaufgaben, Austauschaufgaben, Vergleichsaufgaben und Ausgleichsaufgaben wahrgenommen (vgl. ebd., S.54[29]). Auch hinsichtlich der Multiplikation wurde eine Kategorisierung vorgenommen, man unterscheidet demnach zwischen Textaufgaben mit gleichen Gruppen, mit multiplikativem Vergleich, mit Rechtecksflächen und zum kartesischen Produkt (vgl. Franke 2003, S.55).

Die Textaufgaben lassen sich auch hinsichtlich der Präsentationsform unterscheiden, wobei Franke als Präsentationsform zählt: „(1) reale Phänomene (2) Authentische Materialien und Imitationen (3) Bildaufgaben (4) Bild-Text-Aufgabe (5) Textaufgaben (6) Sachtexte (7) Projekte“ (ebd., S.56).

Bildaufgaben stellen mitunter eine besondere Herausforderung dar. Es sind nicht immer eindeutige Lösungen möglich, zumal Bildern in der Regel eine Vereinbarung zugrunde liegt, welche Kinder noch lernen müssen (vgl. ebd., S.58).

---

[29] Diese Einteilung von einfachen Textaufgaben wurde näher untersucht von Riley, M. S., Greeno, J. G., & Heller, J. I. (1983). Development of Children’s Problem-Solving Ability in Arithmetic. In H. P. Ginsburg (Ed.), *The Development of Mathematical Thinking* (pp. 153 – 196). New York u.a.: Academic Press. (Kurznotation der Quelle: Riley et al. 1983) Auf die Ergebnisse dieser Forscher wird unten eingegangen.

Rechengeschichten

Rechengeschichten stellen eine Untergruppe der Textaufgaben dar. Was sich allerdings genau hinter diesem Begriff versteckt, ist schwierig zu fassen. In der Literatur findet sich keine eindeutige Definition oder Begriffsklärung (dies wurde auch von Voß (2009[30], S.7) beobachtet und belegen verschiedene Arbeiten, zum Beispiel Verboom (2008[31], S.4); Schütte (1997, S.6)). Man kann lediglich aus den Umschreibungen erahnen, was die Autoren mit dem Begriff verbinden.

Bongartz & Verboom (2007) definieren nicht direkt, was sie unter dem Begriff „Rechengeschichte“ verstehen. Sie sehen darin aber „sinnstiftende Mathematisierungsanlässe“ (Bongartz & Verboom 2007, S.13). Des Weiteren schreiben sie:

> „Rechengeschichten bilden für Kinder bedeutsame Situationen in sprachlicher Form ab. Sie beziehen sich auf die Erfahrungswelt der Kinder oder auch auf fiktive Welten (z. B. Märchen) und bieten den Kindern einen motivierenden, Identifikation stiftenden Rahmen für die Auseinandersetzung mit mathematikhaltigen Fragestellungen. Sie sind unter didaktischen Gesichtspunkten formuliert und rücken den mathematischen Modellierungsprozess in den Vordergrund. Es geht vorrangig darum, die beschriebene (Real-)Situation in die Sprache der Mathematik zu übersetzen.“ (ebd., S.13)

Die Rechengeschichten müssen Bongartz & Verboom (2007, S.13) zufolge nicht zwingend vom Lehrer gegeben werden, sondern können aus Gesprächen, die als Erzählanlass aufgegriffen werden, von Kindern entwickelt und erzählt werden. Weitere Anmerkungen – zum Beispiel über die Länge oder die Struktur des Textes – findet man bei Bongartz & Verboom (2007) nicht.

Häufig findet man auch die Bezeichnung Rechengeschichte für Bildaufgaben, welche oftmals als Bildgeschichten bezeichnet werden (vgl. Franke 2003, S.57[32]). Möglicherweise ließen sich Knobelaufgaben ebenfalls hierzu zählen. Franke (2003, S.39f.) zufolge haben Knobelaufgaben einen erzählenden Kontext, welcher für Kinder den Vorteil aufweist, dass er Verständnis erleichtert und zur Auseinandersetzung mit der Sache sowie zur Identifikation mit den Figuren motiviert.

Bei Spiegel (2008[33]) findet man ebenfalls keine Definition. Im Rahmen des Unterrichts lässt sie Erstklässler überlegen, welche Merkmale eine Rechengeschichte auszeichnen (vgl. Spiegel 2008, S.8). Der Zugang erfolgt zunächst über den Begriff „Geschichte“, mit welchem die Kinder Texte verbinden, die in Büchern aufgeschrieben

---

[30] Voß, D. (2009). *Nacherzählen von Rechengeschichten. Eine empirische Untersuchung*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

[31] Verboom, L. (2008). Eine spannende Rechengeschichte? *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 4 – 7.

[32] Dies beobachtet auch Voß (2009, S.7).

[33] Spiegel, B. (2008). Erstklässler erzählen Rechengeschichten. *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 8 – 11.

oder als Film aufgezeichnet wurden, in denen Menschen oder Tiere agieren und die von Gutem oder Bösem handeln (vgl. ebd., S.8). Zum Begriff „Rechengeschichte“ erhielt Spiegel (2008) von den Kindern folgende Antworten:

> „- wenn man in der Geschichte rechnet.
> - wenn man rechnet und dann daraus eine Geschichte macht.
> - Eine Geschichte, wo man fast die ganze Zeit rechnet.
> - Dass es da Bilder gibt zum Rechnen.
> - Eine Geschichte, wo Rechenaufgaben drin stehen.“ (ebd., S.8)

Ähnliche Beobachtungen äußern auch Hubben & Laferi (2008[34], S.38), die Kinder forderten von Rechengeschichten, „dass es sich um „richtige Geschichten“ handeln sollte (…).“

Rütten (2008[35]) liefert ebenfalls keine Definition von Rechengeschichten. In der Beschreibung einer Unterrichtsreihe stellt sie einige Kriterien heraus, die Rechengeschichten erfüllen sollten. Diese Kriterien wurden mit den Kindern des dritten Schuljahres, in welchem diese Unterrichtsreihe durchgeführt wurde, aufgestellt (vgl. Rütten 2008, S.29f.). Zu diesen Kriterien gehören die Verständlichkeit des Textes, der Realitätsbezug der beschriebenen Situation, die Möglichkeit der Fragenformulierung sowie präzise Angaben (vgl. ebd., S.30). Über die Länge oder konkrete Form wird nichts gesagt, so dass es durchaus möglich ist, dass auch die typischen Textaufgaben zu diesen Rechengeschichten gezählt werden.

In Radatz et al. (1996[36], S.149/154) zählen zu Rechengeschichten Erzählungen, aber es finden sich auch die Bezeichnungen „Bildgeschichten“ und „Wortgeschichten“. „Bildgeschichten (…) stellen Sachsituationen dar. An ihnen können die Kinder zur Sache diskutieren und mögliche mathematische Beziehungen und Operationen hineininterpretieren.“ (Radatz et al. 1996, S.154) Rechengeschichten werden von Radatz et al. (1996, S.159) als Vorläufer der Textaufgaben verstanden. Dies deutet an, dass sie darunter im Grunde nichts anderes fassen als Textaufgaben, was die Beispiele auf der angegebenen Seite auch stützen.

---

[34] Hubben, I., & Laferi, M. (2008). Rechengeschichten – schreiben, bearbeiten, rückmelden, bewerten. *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 36 – 41.

[35] Rütten, C. (2008). Was ist eigentlich eine gute Rechengeschichte? *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 28 – 31.

[36] Radatz, H., Schipper, W., Ebeling, A., & Dröge, R. (1996). *Handbuch für den Mathematikunterricht. 1. Schuljahr*. Hannover: Schroedel.

Radatz et al. (1998[37]; 1999[38]) definieren den Begriff „Rechengeschichte“ nicht, stellen ferner keine Kriterien zusammen, was Rechengeschichten von anderen Textaufgaben unterscheidet. Anhand der von Kindern formulierten Aufgaben, welche Radatz et al (1999, S.258) als Rechengeschichten bezeichnen, wird ein Unterschied zwischen Textaufgaben und Rechengeschichten nicht deutlich. Mitunter enthalten die Aufgaben mehrere Zahlen, erfordern demzufolge auch mehrere Rechenschritte zur gesuchten Lösung, ansonsten ist aber kein Unterschied festzustellen. Auch der in Radatz et al. (1998, S.185) als Rechengeschichte ausgewiesene Text hat die Form einer typischen Textaufgabe.

Verboom (2008, S.4) kritisiert, dass der Begriff „Rechengeschichte“ oftmals für die herkömmlichen Textaufgaben und Einkleidungsaufgaben verwendet wird, dass er lediglich eine andere, nettere oder – wie Verboom (2008, S.4) schreibt – „kindgemäßere“ Bezeichnung für Textaufgaben darstellt. Sie verweist allerdings auch auf die Schwierigkeit, eine eindeutige Grenze zwischen Textaufgaben und Rechengeschichten zu bestimmen (vgl. Verboom 2008, S.4). Verboom (2008) gibt aus diesem Grund ebenfalls keine Definition von Rechengeschichten, beschreibt aber einige Merkmale:

> „Der Begriff Rechen-„Geschichte“ weist allerdings darauf hin, dass bei dieser Textsorte die sprachliche Komponente eine besondere Rolle spielt. Rechengeschichten verbinden Aspekte der beiden Fächer Mathematik und Deutsch. Sie sind eine Form der mündlichen oder schriftlichen Darstellung von Handlungsverläufen, in denen mathematisierbare Inhaltselemente eine (entscheidende) Rolle spielen.“ (ebd., S.4)

Verboom (2008) sieht Rechengeschichten demnach als längere Texte an, in denen auch der Sprache größere Beachtung geschenkt wird. Eine ähnliche Vorstellung findet sich auch bei Schütte (1997). Genau wie Verboom (2008) kritisiert auch Schütte (1997) die „falsche“ Verwendung des Begriffs „Rechengeschichte“:

> „Heute wird in Schulbüchern und didaktischen Veröffentlichungen der Begriff „Rechengeschichte“ nicht genauer bestimmt und uneinheitlich gebraucht. Man findet „Bilder-Rechengeschichten“ als Vorläufer zu Sach- bzw. Textaufgaben vor allem im Anfangsunterricht ebenso wie die synonyme Verwendung von Rechengeschichte und Textaufgabe.“ (Schütte 1997, S.6)

Als ein Merkmal führt Schütte (1997, S.6) an, dass diese als „Rechengeschichten“ bezeichneten Textaufgaben kinderfreundlich durch die Nutzung von Kindern als Hauptfiguren gestaltet seien. Aufgrund der Vielfalt an Definitionen entscheidet sich Schütte (1997) für diese Begriffsklärung:

> „Wir meinen damit Geschichten, deren Erzählkomponente für Kinder einen motivierenden Rahmen bildet, sich mit mathematischen Fragestellungen zu beschäftigen. Es geht uns dabei jedoch nicht darum, dem Text eine dienende Funktion für die Mathematik zuzuweisen, vielmehr soll es

[37] Radatz, H., Schipper, W., Dröge, R., & Ebeling, A. (1998). *Handbuch für den Mathematikunterricht. 2. Schuljahr*. Hannover: Schroedel.
[38] Radatz, H., Schipper, W., Dröge, R., & Ebeling, A. (1999). *Handbuch für den Mathematikunterricht. 3. Schuljahr*. Hannover: Schroedel.

> um eine gegenseitig befruchtende Verbindung von Rechnen und kurzen oder längeren Geschichten oder auch Sprachspielen gehen.“ (ebd., S.6/7)

Deutlich wird, dass dem Text hier eine größere Bedeutung zukommt, obwohl es sich – anders als bei echten Sachaufgaben – nicht zwingend um einen Sachtext, sondern durchaus um eine fiktive Erzählung handeln kann (vgl. Schütte 1997, S.8; Voß 2009, S.8).

Kaufmann (2008[39], S.33) unterscheidet Rechengeschichten von herkömmlichen Textaufgaben darin, dass Textaufgaben üblicherweise lediglich aus den Sätzen bestehen, welche die notwendigen Angaben zur Lösung enthalten, Rechengeschichten dagegen mehr Sachgehalt aufzeigen. So schreibt sie über Rechengeschichten:

> „Anders ist dies bei Rechengeschichten, die nicht allein darauf abzielen, ganz bestimmte Rechenwege zu finden, sondern – zumindest teilweise – von Alltagssituationen ausgehen.“ (Kaufmann 2008, S.33)

In diesem Sinne erfüllen Rechengeschichten den Zweck, Identifikationsmöglichkeiten anzubieten und motivierender zu sein (vgl. ebd., S.32).

Was sind Rechengeschichten in dieser Studie?

Im Rahmen dieser Studie stellen Rechengeschichten Aufgaben dar, die einen größeren Textumfang als typische Textaufgaben aufweisen (vgl. auch Velten 2010, S.876). Die Texte besitzen einen Umfang von ca. 200 Wörtern (vgl. auch Velten 2011[40], S.856) und einen narrativen Charakter. Sie erfüllen somit die Forderung von Schütte (1997, S.6/7) nach Vorhandensein einer Erzählkomponente. Der Aufbau entspricht in etwa dem früheren formalen Aufbau von Geschichten (vgl. dazu Boueke et al. 1995, S.68): Nach kurzer Einleitung und Vorstellung der Hauptakteure („Anfang“) folgt der Kern der Geschichte („Mitte“ oder „Höhepunkt“), der in diesem Fall die mathematischen Informationen enthält und im Abschluss der Geschichte („Schluss“) endet. Die Texte erfüllen ferner die Bedingung, dass zueinander gehörende Ereignisse in einer kohärenten Folge angeordnet sind (ebenfalls ein Merkmal von Geschichten, s. Boueke et al. 1995, S.15). Nicht zwingend erfüllt ist das Merkmal des „Bruchs“ (ebd., S.15/73), welcher ein einschneidendes Ereignis darstellt und die Handlung plötzlich unterbricht und ggf. für Spannung sorgt.

Die zugrundeliegende mathematische Struktur lässt sich als komplex bezeichnen (im Vergleich zu üblichen Textaufgaben ist die mathematische Struktur komplexer, vgl. auch Velten 2010, S.876). Anders als in Textaufgaben sind die mathematischen

[39] Kaufmann, S. (2008). Üben von Teilfähigkeiten. *Grundschule Mathematik, 16*(1), 32 – 35.
[40] Velten, M. (2011). Rechengeschichten nacherzählen. In R. Haug & L. Holzäpfel (Eds.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011* (Vol. 2, pp. 855-858). Münster: WTM.

Informationen nicht sämtlich konzentriert in einem Absatz, sie folgen nicht unmittelbar aufeinander.

Welche Vorteile haben Rechengeschichten gegenüber üblichen Textaufgaben?
Aufgrund ihres Charakters sind Rechengeschichten anschaulich, sie bringen mathematische Ereignisse der Welt der Kinder zum Ausdruck (vgl. Verboom 2008, S.4). Außerdem fördern die erzählende Komponente und die kindgemäße Sprache die Motivation zum Lesen sowie das Textverstehen (vgl. ebd., S.5; auch Voß 2009, S.8).

Der Einsatz von Rechengeschichten im Mathematikunterricht bietet darüber hinaus aber auch die Möglichkeit, Kinder nicht in das Schema „Frage-Rechnung-Antwort" zu drängen, sondern sich durch diesen Aufgabentypus zu kreativen und individuellen Lösungswegen anregen zu lassen (vgl. Verboom 2008, S.6). Außerdem stellen Rechengeschichten Textaufgaben dar, bei denen es sich lohnt, diese nachzuerzählen, nachzuspielen, fortzusetzen oder zu variieren (vgl. ebd., S.6). Gerade dies – die Eignung zum Nacherzählen – ist für diese Studie ein interessanter Faktor, Rechengeschichten statt Textaufgaben zu verwenden.

Rechengeschichten eignen sich darüber hinaus bereits zum Einsatz im ersten Schuljahr, sie können in diesem Alter dazu motivieren, Mathematik in der Lebenswelt wahrzunehmen und sich mit dieser zu befassen (vgl. ebd., S.7; auch Spiegel (2008) plädiert für den Einsatz von Rechengeschichten im ersten Schuljahr). Sie genügen ferner der Anforderung an das Sachrechnen, sich mit Texten zu beschäftigen, die als lesenswert zu erachten sind und die mathematische Überlegungen initiieren (vgl. Franke 2003, S.20).

Exkurs: Einsatz fiktionaler Kontexte
Die in dieser Studie verwendeten Rechengeschichten besitzen unterschiedliche Kontexte[41]. Während zwei Kontexte (Rechengeschichte aus Vorstudie I, und eine Rechengeschichte der Hauptstudie) realitätsnah sind, lässt sich der Kontext der zweiten Rechengeschichte der Hauptstudie eindeutig als fiktional bezeichnen. Der Einsatz von fiktiven Textaufgaben wird in der Literatur unterschiedlich bewertet. Kalmbach (1994,

[41] Welche Kontexte können als vertraut gelten? Folgt man den Handreichungen von Radatz et al. (1996; 1998; 1999), so wird deutlich, dass der Größenbereich Geldwerte vom ersten Schuljahr an, aber auch Zeitdauern und der Größenbereich Zeit immer wieder in den Schuljahren thematisiert wird. Einkaufen ist eine typische Situation, welche ab dem ersten Schuljahr genutzt wird, aber auch das Thema „Zeit" wird bereits ab dem ersten Schuljahr empfohlen (in Radatz et al. 1996 (S.160/162) werden beide Bereiche angesprochen).

S.105) kritisiert derartige Textaufgaben, da diese von Schülerinnen und Schülern seiner Meinung nach zu denselben Fehllösungen wie herkömmliche Textaufgaben führen und darüber hinaus bei regelmäßigem Einsatz ebenso verbraucht erscheinen wie die klassischen Schulbuchaufgaben. Da er die Unvertrautheit des Kontextes als einen ausschlaggebenden Faktor für die Schwierigkeit einer Textaufgabe einschätzt (vgl. Kalmbach 1994, S.103), liefert er ein weiteres Argument gegen einen Einsatz von fiktiven Aufgaben.

Weiser (1981) hält aus einem anderen Grund an Aufgaben aus der Lebensumwelt der Kinder fest. Er sieht darin eine bessere Möglichkeit, geeignete Aufgabensituationen zu finden, zumal bei diesen Aufgaben ein größeres Vorwissen angenommen und größere Motivation erwartet werden kann (vgl. Weiser 1981, S.14). Die Überlegung Weisers (1981) deckt sich mit den Anforderungen, die an Sachrechnen gestellt werden. Dieses sollte von der Alltagserfahrungen der Kinder ausgehen (vgl. Franke 2003, S.20; Radatz et al. 1999, S.195). Radatz et al. (1996, S.154) sprechen sich ebenfalls für den Einsatz von Textaufgaben aus der Lebenswelt der Kinder aus.

Burmester & Bönig (1993[42]) sprechen sich angesichts des Umgangs von Kindern mit Kapitänsaufgaben gegen fiktionale Texte aus. Aufgrund des fiktiven Kontextes wird eine Plausibilitätsprüfung des Ergebnisses im Grunde unmöglich, da die Realität als Orientierungsmaßstab fehlt. Schülerinnen und Schüler zweifeln an ihren Lösungen zu unsinnigen Aufgaben nicht, sondern berufen sich auf den fiktionalen Charakter einiger Textaufgaben (vgl. Burmester & Bönig 1993, S.106). Somit kann der Einsatz von Phantasieaufgaben letztlich dazu führen, dass sich die Kinder daran gewöhnen, die Ergebnisse nicht zu prüfen, so dass sie grundsätzlich darauf verzichten (vgl. ebd., S.106). Anders stuft Schütte (1997) derartige fiktionale Aufgaben als unproblematisch ein.

Verschiedene Autoren plädieren folglich dafür, dass Textaufgaben der Lebenswelt der Kinder entstammen sollten, da einem vertrauten Kontext eine bessere Verständnis fördernde Wirkung zugesprochen wird als einem unvertrauten Kontext. Zugleich sprechen sich einzelne Autoren dafür aus, Rechengeschichten einzusetzen, die nicht zwingend die gleiche Realitätsnähe aufweisen müssen wie Sachaufgaben, sondern auch phantastische Züge aufweisen dürfen.

[42] Burmester, K., & Bönig, D. (1993). „Im Mathebuch ergeben alle Aufgaben einen Sinn…“ – warum lösen Schüler Kapitänsaufgaben? In K. P. Müller (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht. Vorträge auf der 27. Bundestagung für Didaktik der Mathematik vom 22. bis zum 26.3.1993 Freiburg, Schweiz* (pp. 104 - 107). Hildesheim: Verlag Franzbecker.

Welche Probleme sind abseits der gerade genannten Einwände bei fiktionalen Texten zu erwarten? In der Deutschdidaktik hat diese Fragestellung im Gegensatz zur Mathematikdidaktik einen anderen Stellenwert. Fiktionale Texte werden durchaus im Deutschunterricht gelesen oder verfasst[43]. Kann vorausgesetzt werden, dass Kinder bereits fiktionale Texte verstehen?

Untersuchungen aus den 1970er Jahren weisen diesbezüglich unterschiedliche Ergebnisse auf. Festzuhalten ist:

> „Kinder eignen sich diese Unterscheidung zwischen Fiktion und Wirklichkeit erst im Verlauf ihres Heranwachsens schrittweise an.“ (Spinner 1993[44], S.56).

Piagets (zitiert nach Spinner 1993, S.56) Theorie zufolge ist diese Entwicklung erst im Alter von 12 Jahren abgeschlossen. Die Studie von Applebee (1978, zitiert nach Spinner 1993, S.56) weist darauf hin, dass Kinder während der Grundschulzeit die Fähigkeit, Fiktionalität wahrzunehmen, entwickeln und am Ende der vier Grundschuljahre sicher über diese verfügen. Die Studie von Hurrelmann (1978, zitiert nach Spinner 1993, S.56f.) zeigte hingegen, dass dieses nicht gänzlich zutrifft und eine sichere Beherrschung der Unterscheidungsfähigkeit nicht zwingend am Ende des vierten Schuljahres angenommen werden kann. Ihren Ergebnissen zufolge gilt, „daß Kinder im 4. Schuljahr Erzählungen auf die Realität beziehen, aber einen graduellen Unterschied zwischen Wirklichkeitsbericht und „Geschichtenerzählung“ machen; sie stellen in Rechnung, daß der Autor dem realen Ereigniskern inhaltliche Elemente hinzufüge, um das Interesse des Lesers zu finden und aufrechtzuerhalten. Dem Autor wird nicht eine Täuschungsabsicht unterstellt, sondern zugestanden, daß es seine Aufgabe ist, einen Text unterhaltsam zu gestalten.“ (Spinner 1993, S.56f.) Eine weitere Untersuchung von Kreft (1984, zitiert nach Spinner 1993, S.57) bestätigt ebenfalls, dass von einer klaren Unterscheidung zwischen Fiktionalität und Realität am Ende der Grundschulzeit noch nicht sicher ausgegangen werden kann, sondern dass erst ab dem 10. Schuljahr dies als sicher gelten kann.

---

[43] Ein Blick in den Lehrplan Deutsch für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen macht zumindest deutlich, dass Kinder am Ende des vierten Schuljahres Phantasiegeschichten verfassen können sollen (vgl. Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Ed.) (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen*. Frechen: Ritterbach. (elektronisch verfügbar unter http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/grundschule/grs_faecher.pdf, zuletzt eingesehen am 06.09.2016, S.29)

[44] Spinner, K. H. (1993). Entwicklung des literarischen Verstehens. In O. Beisbart, U. Eisenbeiß, G. Koß & D. Marenbach (Eds.), *Leseförderung und Leseerziehung. Theorie und Praxis des Umgangs mit Büchern für junge Leser. (Hans E. Giehrl zum 65. Geburtstag)* (1 ed., pp. 55 - 64). Donauwörth: Ludwig Auer GmbH.

Zugleich sprechen Psychologen nicht zwingend gegen den Einsatz fiktionaler Texte. Gold (2010/2007[45]) äußert sich positiv dazu:

> „Lesekompetenz wird vor allem durch die ausgiebige Lektüre literarischer, insbesondere fiktionaler Texte in der Kindheit und im frühen Jugendalter erworben." (Gold 2010/2007, S.17)

Auch wenn nichts darüber gesagt wird, ob Kinder bereits mit der Fiktionalität der Texte umgehen können, so zeigt sich hier, dass sie derartige Texte lesen und dass sie durch das Lesen dieser Texte Lesekompetenz erwerben.

Auch in der Deutschdidaktik spricht sich zum Beispiel Karg (2007[46], S.47) für die Nutzung von Texten, die nicht zwingend der Lebenswelt der Kinder entnommen sein müssen, aus. Ihrer Auffassung nach sollte durch eine geeignete Vermittlung entsprechender Inhalte auch ein Einsatz von Texten mit eher unvertrautem Kontext möglich sein (vgl. Karg 2007, S.47).

1.3 Lesen und Verstehen als Teilprozesse des Lösens von Textaufgaben

> „Unter der Lösung einer Textaufgabe versteht man den von einer (expliziten oder impliziten) Problemfrage geleiteten planvollen Vorgang, bei welchem *aufgrund* von einem Problemtext eine sachhaltige Situationsvorstellung – also ein auf die Handlungs- und Prozeßstruktur der Aufgabe bezogenes mentales Situationsmodell – gebildet und schrittweise auf ein quantitatives Gerüst – das mathematische Problemmodell – reduziert wird." (Reusser 1997, S.153, Hervorhebung im Original)

In der kurzen „Definition" des Lösens von Textaufgaben wird deutlich, dass verschiedene Teilprozesse durchgeführt, unterschiedliche Anforderungen bewältigt werden müssen, verschiedene Phasen durchlaufen werden.[47]

Der Lösungsprozess von Textaufgaben wurde vielfach untersucht. Ein Ziel einiger Untersuchungen war, unterschiedliche Schwierigkeitsgrade in Textaufgaben zu erklären. Einige Studien dagegen hatten lediglich das Ziel, ein Modell des Textaufgabenlösens zu beschreiben.

Diese verschiedenen Modelle des Lösungsprozesses, die im Folgenden skizziert werden sollen, unterscheiden sich in der Art der Berücksichtigung der einzelnen Teilprozesse, die im Lösungsprozess zusammenwirken. Einige Modelle messen der sprachlichen Verarbeitung stärkere Bedeutung zu, andere der mathematischen.

---

[45] Gold, A. (2010/2007). *Lesen kann man lernen. Lesestrategien für das 5. und 6. Schuljahr* (2., bearbeitete und aktualisierte ed.). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

[46] Karg, I. (2007). Hermeneutik und Fortschritte im Verstehen. In H. Willenberg (Ed.), *Kompetenzhandbuch für den Deutschunterricht. Auf der empirischen Basis des DESI-Projekts* (pp. 37 – 48). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

[47] Eine vergleichbare kurze Zusammenfassung des Lösungsprozesses (Aufbau eines Situationsmdell als Ergebnis des Lesens der Aufgabe, Aufbau eines entsprechenden mathematischen Modells, Berechnung und Prüfung des Ergebnisses) findet sich in Velten (2010, S.875) und Velten (2011, S.855). Ebenso findet sich eine Kurzfassung in Greer (1997, S.301) (vollständige Quellenangabe: Greer, B. (1997). Modelling realitiy in mathematics classrooms: the case of word problems. *Learning and Instruction, 7*(4), 293 – 307.)

Das Modell von Riley et al. (1983)

Kennzeichnend für das Modell von Riley et al. (1983) ist die Annahme, dass „children's improved ability to solve word problems primarily involves an increase in the complexity of conceptual knowledge required to understand the situations described in those problems.“ (Riley et al. 1983, S.153) Riley et al. (1983, S.156) nehmen an, dass während des Lesens der Textaufgabe ein kohärentes Netzwerk aufgebaut wird, in welchem die Beziehungen zwischen den Zahlenangaben repräsentiert sind. Dieser Prozess wird allerdings durch andere Faktoren beeinflusst. So gehen Riley et al. (1983, S.155) davon aus, dass der Prozess durch das bereits existierende konzeptuelle Wissen gesteuert wird und dass somit konzeptuelles Wissen für das Lösen von Textaufgaben entscheidend ist. Belege sehen sie in Studien, in welchen einfache Textaufgaben, die sich hinsichtlich der Zahl an gegebenen Informationen nicht unterschieden, sich aber hinsichtlich der semantischen Relationen verschiedenen Aufgabentypen – Vergleichs-, Austausch- und Kombinationsaufgaben – zuweisen ließen, gelöst werden sollten (vgl. ebd., S.159). Es zeigte sich, dass trotz gleicher geforderter arithmetischer Operation die Aufgaben unterschiedlich erfolgreich gelöst wurden, weshalb Riley et al. (1983, S.162) zu dem Schluss kommen, dass die semantischen Strukturen den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe bestimmen[48]. Zusätzlich zur semantischen Struktur hat die gesuchte Menge Einfluss auf den Schwierigkeitsgrad (vgl. Riley et al. 1983, S.164). „In summary, word problems differ both in the semantic relations used to describe a particular problem situation and in the identity of the quantity that is left unknown.“ (ebd., S.165) Daher scheinen Wissen über semantische Strukturen und konzeptuelles Wissen den Lösungsprozess zu steuern.

Riley et al. (1983) unterscheiden drei Komponenten an Wissen, die beim Lösen von Textaufgaben einander ergänzen: Kenntnis von Problemschemata (Mengenbeziehungen, welche den Aufgaben zugrunde liegen), „action schemata“ und strategisches Wissen (vgl. ebd., S.165). Die Problemschemata wirken beim Lesen des Aufgabentextes ein, helfen in der Computersimulation von Riley et al. (1983), die drei Aufgabentypen zu verstehen und die Angaben des Textes in einem Netzwerk anzuordnen (vgl. ebd., S.166). Wenn das Problem verstanden wurde, führen die Schemata der Aktionen dazu, das Problem mit den möglichen Lösungsschemata abzugleichen (vgl. ebd., S.167). Ein solches Schema dient demnach der Auswahl einer geeigneten Operation oder sonstiger

[48] Auch Reusser (1997, S.146) verweist auf diese Studien, welche den unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad dieser drei Textaufgaben-Typen belegen konnten.

Lösungstätigkeit (vgl. ebd., S.168). Das strategische Wissen schließlich plant den Lösungsprozess (vgl. ebd., S.169).

Die Beobachtung, dass Textaufgaben unterschiedlich gut gelöst werden, führte Riley et al. (1983) zu der Annahme, dass sich das konzeptuelle Wissen langsam in mehreren Stufen entwickelt. Eine Simulation, welche Riley et al. (1983) entwickelt haben, repräsentiert diese Stufen in drei verschiedenen Modellen: Das erste Modell stellt die niedrigste Stufe dar (vgl. ebd., S.176). Es zeichnet sich dadurch aus, dass es einfache Textaufgaben lösen kann, welche folgendes erfüllen: „The actions required to solve the problems can be selected on the basis of local problem features, and the solution set is available for direct inspection at the time the question is asked." (ebd., S.176) Aufgaben, in denen die gesuchte Menge an erster oder zweiter Stelle im Text steht[49], sind demnach für dieses Modell nicht lösbar. Auf dieser ersten Stufe ist das Wissen über Teil-Ganze-Beziehungen noch nicht verfügbar. Daher können nur Aufgaben, die dieses Wissen nicht erfordern, sondern lediglich mit einfachen Zählstrategien gelöst werden können, von Kindern auf diesem Level erfolgreich bearbeitet werden (vgl. Stern 1993[50], S.8). Dies entspricht Aufgaben, die keinen Aufbau eines mathematischen Problemmodells zur Lösung erfordern (vgl. Reusser 1997, S.148).

Das zweite Modell verfügt bereits über ein größeres konzeptuelles Wissen. Es „represents internally additional information about the problem situation." (Riley et al. 1983, S.178) Auf dieser Stufe können Aufgaben gelöst werden, in welchen die zweite genannte Menge unbekannt ist, weil aus der Endmenge die Startmenge rekonstruiert werden kann (vgl. ebd., S.178). Da bereits in Ansätzen aus einer gegebenen Menge und der Endmenge die gesuchte Menge bestimmt werden kann, wird dieses Modell von Stern (1992[51], S.13; vgl. auch Reusser 1997, S.148) als rudimentäres Modell bezeichnet. Demnach ist bereits ein ausgeprägteres mathematisches Wissen auf dieser Stufe vorhanden, welches das Lösen bestimmter Textaufgaben ermöglicht. „Level 2 allows understanding of quantitative information that cannot be represented externally because knowledge about the relation between sets is required to make some inferences." (Stern 1993, S.8)

Das dritte Modell ist in der Lage, aufgrund seines Wissens mit top-down-Prozessen die Aufgabe zu verstehen und eine Repräsentation der Aufgabe aufzubauen, ohne sie

[49] Beispiele für diese Aufgaben werden in Riley et al. (1983) auf S.177 geboten.
[50] Stern, E. (1993). What makes certain arithmetic word problems involving the comparison of sets so difficult for children? *Journal of Educational Psychology, 85*(1), 7 – 23.
[51] Stern, E. (1992). Warum werden Kapitänsaufgaben „gelöst"? Das Verstehen von Textaufgaben aus psychologischer Sicht. *Der Mathematikunterricht, 38*(5), 7 – 29.

dabei bereits zu lösen (vgl. Riley et al. 1983, S.179). Auf dieser Stufe können daher alle Textaufgaben gelöst werden, da nun Wissen über die Beziehungen zwischen zwei Teilmengen und der Gesamtmenge verfügbar ist (Beispiele dazu in Riley et al. 1983, S.180-182). Zusammengefasst:

> „Riley assumes that, at the lowest level, the child's representations of problems are limited to the external displays of block; at an intermediate level there are schemata for representing, internally, additional information about the relationships between quantities; and at the most advanced level, schemata are available that direct problem representations and solutions in a more top-down manner. (…) Overall, the models seem to provide a reasonable first approximation to the nature of the increased skill that children showed in solving these problems." (ebd., S.183).

Das bedeutet: Erreicht ein Kind die dritte Stufe in seiner Entwicklung, verfügt es über Wissen über die Beziehung zwischen der Gesamt- und den Teilmengen, es kann somit flexibel Gleichungen aufstellen, in welchen die Beziehungen zwischen den Mengen zum Ausdruck kommt, was ihm ermöglicht, die Textaufgabe in eine angemessene Gleichung zu übertragen (vgl. Stern 1993, S.9).

Die Studie von Riley et al. (1983) hat im Grunde ein Exempel für die Klassifikation einfacher Additions- und Subtraktionstextaufgaben statuiert. Auf der Basis dieser Klassifikation lassen sich drei Schemata herausstellen, die Textaufgaben zugrunde liegen, nämlich das Transfer- oder Austauschschema, das Part-Whole- bzw. Teil-Ganze-Schema sowie das More(less)-than- bzw. Vergleichsschema (vgl. Kintsch 1998, S.35; Reusser 1997, S.145). Einfache Textaufgaben, in denen durch Anwendung von Addition oder Subtraktion in einem Rechenschritt die Lösung ermittelt wird, lassen sich diesen Schemata zuordnen.

Dass diese Schemata den Aufgaben zugrunde liegen, wird von vielen Forschern durchaus akzeptiert. So schreibt Kintsch (1998):

> „Word problems have their own schemas that have to be learned in school, recognized as relevant when the problem is being read, and used as an organizational basis for the text." (Kintsch 1998, S.334f.)

Allerdings muss eine Theorie auch berücksichtigen, wie die Schemata wahrgenommen werden. Dies wird in den folgenden Modellen, die auch das Sprach- und teilweise auch das Situationsverstehen berücksichtigen, deutlicher.

Das Modell von Kintsch und Greeno (1985)

Während das Modell von Riley et al. (1983) primär die mathematischen Modelle, die den Textaufgaben zugrunde liegen, in den Vordergrund stellen, verbindet das Modell von Kintsch und Greeno (1985) zwei Theorien miteinander. Es ist eines der ersten Modelle dieser Art, welche sowohl Textverstehen als auch die mathematische Entwicklung im Lösungsprozess berücksichtigen (vgl. Reusser 1997, S.149).

Das Modell von Kintsch & Greeno (1985, S.109f.) verbindet die Theorie des Textverstehens nach van Dijk und Kintsch aus dem Jahre 1983 (zitiert hier nach Kintsch & Greeno 1985) mit der Theorie von Riley et al. (1983). Durch das Aufgreifen der Theorie von van Dijk und Kintsch geht das Modell von Kintsch und Greeno (1985, S.110) davon aus, dass dem Ziel des Lesens entsprechende Lese- und Verstehensprozesse ablaufen sowie -strategien angewendet werden. Bei Textaufgaben sollten die Strategien dazu führen, eine konzeptuelle Repräsentation, welche die Beziehungen zwischen den gegebenen Mengen beinhaltet, aufzubauen, um die Lösung berechnen zu können (vgl. ebd., S.110). Die Strategien werden irgendwann im Laufe der Schulzeit erworben. Kintsch & Greeno (1985, S.110) nehmen an, dass die Erfahrung in der Arbeit mit Textaufgaben die Entwicklung eines Strategiewissens bewirkt, welches gezielt eingesetzt werden kann, um entsprechende Textaufgaben zu lösen.

Ähnlich wie die Theorie von van Dijk und Kintsch von einer zweifachen Textrepräsentation ausgeht (s. Kapitel 1.1.1), nimmt das Modell von Kintsch & Greeno (1985) an, dass im Lösungsprozess von Textaufgaben eine Repräsentation gebildet wird, die sich aus zwei Komponenten zusammensetzt:

> „On one side we have the text base representing the textual input, and on the other side an abstract-problem representation, the problem model, which contains the problem-relevant information from the text base in a form suitable for calculational strategies that yield the problem solution.“ (Kintsch & Greeno 1985, S.111)

Der Aufbau dieser mentalen Repräsentation sowie die Lösung der Aufgabe erfolgt in mehreren Schritten, welche zeitnah oder parallel zueinander ablaufen (vgl. ebd., S.111). Zunächst wird der sprachliche Input in eine konzeptuelle Repräsentation übertragen, welche die Bedeutung des Inhalts widerspiegelt und in Form von Propositionen sich darstellt (vgl. ebd., S.111). Dies geschieht nach Auffassung der Theorie von van Dijk und Kintsch. Auf der Basis dieses konzeptuellen Modells kann ein Problemmodell konstruiert werden. Dieses Problemmodell beinhaltet die Informationen, die zur Lösung der Aufgabe erforderlich sind (vgl. ebd., S.111). Der Aufbau dieses Modells erfordert je nach Aufgabe und Person intensive gedankliche Arbeit. Der Leser muss eventuell Informationen auf der Basis des Textes folgern, die nicht explizit enthalten sind, zugleich aber auch Informationen vernachlässigen, die nicht zur Lösung der Aufgabe erforderlich sind (vgl. ebd., S.111).

Hinsichtlich der Konstruktion des mathematischen Problemmodells gehen Kintsch & Greeno (1985, S.113) davon aus, dass die Modelle der Theorie von Riley et al. (1983) diesen Prozess bestimmen. Wie beschreibt das Modell von Kintsch und Greeno (1985) das Lösen von Textaufgaben? Es sieht verschiedene Schritte vor:

Der Aufbau des Problemmodells, welches zur Lösung der Textaufgabe erforderlich ist, erfolgt Schritt für Schritt. Das bedeutet, dass zunächst der erste Satz gelesen und in Propositionen repräsentiert wird. Diesen Propositionen werden Kategorien zugewiesen, nämlich Objekt, Anzahl und Spezifizierung. Es wird folglich mit dem Lesen des ersten Satzes bereits ein Mengenschema aktiviert. Die Rolle der Zahl des ersten Satzes bleibt dem Leser möglicherweise noch unbekannt. Beim Lesen des zweiten Satzes werden die nächsten Propositionen in das Modell aufgenommen. Mit dem Fragesatz zur Aufgabe werden weitere Propositionen in das Modell integriert. In diesem Moment klärt sich auch, welche Funktionen und Bedeutungen diese gegebenen Zahlen im Mengenschema, welches letztlich aktiviert wurde, einnehmen. Das Mengenschema und die ihm eingeordneten Propositionen und Zahlen bilden das Problemmodell, welches anschließend eine geeignete Rechenstrategie abruft, mit deren Hilfe das Ergebnis berechnet wird. (zur Beschreibung des Modells vgl. Kintsch & Greeno 1985, S.114[52])

Die Konstruktion von Situationsmodell und Problemmodell wird durch verschiedene Wissensstrukturen geleitet:

> „The model includes three sets of propositional frames, used in representing and solving problems. First there is a set of propositional frames, used in translating sentences into propositions. Second, there is a set of schemata that represent properties and relations of sets in general form (…) used in constructing macrostructures and problem models. Finally, there is a set of schemata that represent counting and arithmetic operations in general form (…) used in calculating the solutions of problems.“ (ebd., S.111)

Neben diesen Elementen des Modells, die den Aufbau von Situations- und Problemmodell leiten, stehen Strategien. Gerade beim Aufbau der Textbasis – das Bilden eines zusammenhängenden Propositionennetzwerkes auf der Basis entsprechender Mengenschemata – werden verschiedene Strategien eingesetzt, auch um das passende Mengenschema zu aktivieren (vgl. ebd., S.116). Grundsätzlich wird in jedem Fall das konzeptuelle (Mengen-)Schema, welches die Basisstruktur darstellt und wodurch jeder Satz einer einfachen Textaufgabe mental repräsentiert wird, aktiviert (vgl. ebd., S.116). Jeder Satz ist demnach als ein Mengenschema repräsentiert. Die Textbasis stellt eine Verbindung der Propositionen aller Sätze dar. Sie besteht demnach aus mehreren Mengenschemata, die durch bestimmte Beziehungen miteinander verbunden sind (vgl. ebd., S.116).

[52] In dem Modell voon Kintsch & Greeno (1985) wird nicht explizit angenommen, dass ein Situationsmodell aufgebaut wird (s. auch die entsprechenden Anmerkungen in der Beschreibung des Textaufgabenlösens mit dem CI-Modell).

Zur Konstruktion der mentalen Repräsentation werden verschiedene Strategien eingesetzt. Diese werden durch die Propositionen des Textes aktiviert (vgl. ebd., S.116). Dazu gehören (vgl. ebd., S.116-118 zur Beschreibung der vier Strategien):

- „*Make-Set*“: Sie wird durch eine quantitative Angabe im Text aktiviert. Mithilfe der Strategie wird die im Text genannte Zahl als eine definierte Menge in der mentalen Repräsentation integriert. Mitunter ist dazu ein Rückgriff auf bereits verarbeitete und im Gedächtnis verankerte Begriffe, Zahlen oder Propositionen notwendig.
- „*Transferset*“: Sie ordnet den Mengen in der Textaufgabe die Rollen „Startmenge“, „Austauschmenge“ oder „Ergebnismenge“ zu. Zur Anwendung dieser Strategie wird der Textaufgabenlöser durch eine Proposition des Gebens geführt. Ihr lässt sich die Unterstrategie „Resultset“ zuordnen. Diese bewirkt, dass einer Menge im Text die Rolle der Ergebnismenge zugewiesen wird.
- „*Difference Strategy*“: Sie ordnet den Zahlen im Text Rollen entsprechend des Vergleichsschemas zu. Ihre Anwendung wird ausgelöst durch Propositionen, die das Vergleichsschema aktivieren. Ihr sind zwei Unterstrategien zugeordnet, „largeset“ und „smallset“, welche den entsprechenden Zahlen im Text die Rollen der größeren bzw. der kleineren Menge zuordnen.
- „*Superset*“: Sie ordnet den Zahlen im Text Rollen gemäß des Teil-Ganze-Schemas zu und wird durch entsprechende Propositionen aktiviert. Sie besitzt die Unterstrategie, welche den entsprechenden Zahlen im Text die Eigenschaft „Teilmenge“ zuweist.

Neben den Strategien, die dazu dienen, den Text besser zu verstehen, wurden in das Modell von Kintsch & Greeno (1985, S.118) auch Zählstrategien aufgenommen, welche genutzt werden, um das gesuchte Ergebnis zu bestimmen. Man unterscheidet zwischen Strategien der Addition und der Subtraktion. Der Einsatz ist vom zugrunde liegenden Schema abhängig, wobei Aufgaben, denen das Teil-Ganze-Schema zugrunde liegt, nicht unter Anwendung von Zählstrategien gelöst werden können (vgl. ebd., S.119).

Die Verarbeitung erfordert kognitive Kapazität. Während des Leseprozesses kann ein bestimmter Teil des aufgebauten Modells im Arbeits- oder Kurzzeitgedächtnis gehalten werden. Wenn ein neues Mengenschema mit dem nächsten Satz aufgenommen wird, wird es entweder mit dem im Kurzzeitgedächtnis gespeicherten, bereits aufgebauten (Teil-)Modell verbunden oder – sofern es keine direkte Verbindung zwischen diesem und der neuen Proposition gibt – es verdrängt das bisher aufgebaute Modell und nimmt seinen Platz im Kurzzeitgedächtnis ein (vgl. ebd., S.120). Wenn letzteres geschieht, muss das bisher aufgebaute Modell in das Langzeitgedächtnis transferiert werden, von wo es bei Bedarf wieder abgerufen werden kann:

> „Whenever a proposition is completed that triggers one of the set-building strategies, the appropriate set is formed and the propositions currently being processed are assigned their places in various slots of the set schema. Propositions that are formed after a schema has been established are inserted into the existing schema if appropriate, or else they are held in the short-term buffer until a new schema is formed that will accept them. When a new set is formed, the former schema that was active in the buffer is displaced, unless the old set can be incorporated as a component of a higher order schema that is formed (…) Whenever a new chunk displaces unrelated old one from the short-term buffer, the displaced chunk is stored in episodic text memory. (…) Retrieval from episodic text memory is possible via pattern matching of some content cue, or via temporal cues that are effective for short delays.“ (ebd., S.120)

Kintsch und Greeno (1985) sehen ihr Modell allerdings noch verbesserungsfähig: Es berücksichtigt primär nur bottom-up-Prozesse, dagegen werden top-down-Prozesse bisher vernachlässigt (vgl. ebd., S.127). Daher müssten diese Prozesse in Erweiterungen aufgegriffen werden. Das Modell berücksichtigt auch nicht alle Strategien, die im Leseprozess angewendet werden. Zum Beispiel finden Makrostrategien wie Streichen überflüssiger Informationen im Modell bisher keinen Platz, da es sich primär auf kurze Textaufgaben bezieht, in denen diese Strategien keine Anwendung finden (vgl. ebd., S.127).

Das Lösen von Textaufgaben – erklärt mit dem CI-Modell von Kintsch

Kintsch (1998, S.347) hingegen ordnet das Modell von Kintsch & Greeno (1985) den top-down-orientierten Textverstehensmodellen zu. Er empfindet allerdings die Annahme, dass im Text enthaltene Impulse zur Aktivierung eines passenden Schemas, welches letztlich den weiteren Lösungsprozess leitet, führen, als ungeeignet zur Beschreibung des Lösungsprozesses (vgl. Kintsch 1998, S.347). Stattdessen beschreibt Kintsch (1998) den Bearbeitungsprozess von Textaufgaben mit Hilfe seines CI-Modells. Dieses Modell geht davon aus, dass beim Lesen der Textaufgabe verschiedene Schemata aktiviert werden (vgl. ebd., S.348). Dies ist mit der Schematheorie vereinbar. Allerdings geht das CI-Modell nicht davon aus, dass sofort mit dem Lesen des ersten Satzes ein einziges Schema als passend und den Leseprozess leitend ausgewählt wird, sondern dass vielmehr alle passenden Schemata aktiviert werden und das am besten passende am Ende des Leseprozesses ausgewählt wird (vgl. ebd., S.348).

Während allerdings das Modell von Riley et al. (1983) davon ausgeht, dass diese Aufgabenschemata, deren Existenz Kintsch (1998) nicht anzweifelt, zunächst erworben werden müssen, geht das CI-Modell von Kintsch auf diese Überlegung nicht ein. Es scheint vielmehr davon auszugehen, dass diese Schemata schon verfügbar sind (vgl.

Kintsch 1988, zitiert nach Kintsch 1998, S.354f.). Allerdings ließ sich belegen, dass diese Annahme nicht zutreffend ist:

> „Stern (1993b) showed convincingly that children in the early elementary school years do not have an abstract schema that they use to form problem models in the way we have surmised. Instead, their knowledge is more accurately characterized as a set of concrete, situation-bound principles about arithmetic that allow them to solve many problems and out of which abstract general schemas will eventually be constructed." (Kintsch 1998, S.355)

Vor allem die Beobachtung, dass Kinder zu schwierigen Aufgaben zwar eine Lösung, aber keinen Rechenweg angeben konnten (vgl. ebd., S.355) sowie in der Beobachtung, dass zwar mitunter Aufgaben, die *ein* bestimmtes Schema als Basis haben, gelöst werden können, Aufgaben, zu denen eine Kombination zweier Schemata verstanden sein muss, dagegen nicht (vgl. ebd., S.356f.), sprechen dafür, dass Schemata erst erworben werden müssen. Das CI-Modell müsste in dieser Hinsicht modifiziert werden, es müsste den langsamen Prozess des Erwerbs dieser Schemata berücksichtigen (vgl. ebd., S.357).

In dem CI-Modell ist die Vorstellung integriert, dass die Bearbeiter einer Textaufgabe ein Situationsmodell der Aufgabe konstruieren, zu welchem dann ein mathematisches Problemmodell aufgebaut wird (vgl. auch Velten 2010, S.875; Velten 2011, S.855). In diesem Punkt – die explizite Berücksichtigung des Situationsmodells – unterscheidet es sich von dem Modell von Kintsch und Greeno aus dem Jahre 1985. Da Kintsch (1998) von der parallelen Aktivierung verschiedener Schemata ausgeht, kann man annehmen, dass er auch von einem parallelen Aufbau von Situations- und mathematischem Problemmodell ausgeht.

Wie für das Textverstehen im allgemeinen werden die oben genannten Konstruktionsschritte des CI-Modells auch in der Bearbeitung von Textaufgaben ausgeführt: Je nach Vorwissen wird beim Lesen ein mehr oder weniger umfangreiches Situationsmodell konstruiert, welches den Aufbau eines entsprechenden mathematischen Modells bewirkt, das eng an das Situationsverständnis gebunden ist, wie folgende Anmerkung aus Kintsch (1998) deutlich macht:

> „It is necessary to constrain the formal problem model; if the situation model is incorrect because of some linguistic ambiguity or because of an unfamiliar domain, it is unlikely that a correct problem model will be constructed." (Kintsch 1998, S.347)

Die Bedeutsamkeit des Situationsverständnisses sieht Kintsch in den Experimenten von Cummins et al. (1988[53]) belegt[54]. In einem dieser Experimente konnte die verwendete Computersimulation 13 der 16 Aufgaben lösen, und mit den Fehlern von Kindern

[53] Cummins, D. D., Kintsch, W., Reusser, K., & Weimer, R. (1988). The Role of Understanding in Solving Word Problems. *Cognitive Psychology, 20*, 405 - 438.

[54] Für Kintsch (1998, S.346) ist der Aufbau eines angemessenen Situationsmodells für das Lösen von Textaufgaben wichtig (vgl. auch Velten 2010, S.875; Velten 2011, S.855).

deckungsgleiche Fehler traten verstärkt dann auf, wenn das linguistische Wissen, nicht aber das mathematische Wissen durch die Forscher manipuliert wurde (vgl. Kintsch 1998, S.346). Ferner stützt die Beobachtung, wie das Programm im Fall der drei Aufgaben, welche es nicht lösen kann, scheitert, Kintschs (1998) Überlegung. Zur Lösung dieser Aufgaben war linguistisches und Weltwissen erforderlich, über welches die Simulation aber nicht verfügte und daher die Situation der Textaufgabe nicht verstehen konnte (vgl. ebd., S.346). Kintsch schließt daraus:

> „What we see here is the central importance of situational understanding in word problem solving. The reader must have a correct and complete situation model of the various actions, objects, and events described in a story problem. In the textually simplest arithmetic problem, this amounts to little more than learning how to use correctly a few key words and phrases. As problem texts get richer, however, all kinds of linguistic and world knowledge may be required for the construction of an adequate situation model." (ebd., S.346)

Die Bedeutsamkeit des Aufbaus eines Situationsmodells zeigt sich auch bei Textaufgaben zur Algebra (vgl. ebd., S.358). In Untersuchungen von Hall et al. (1989, zitiert nach Kintsch 1998, S.358) zeigte sich die Rolle des Situationsmodells und des Situationsverständnisses:

> „(…) competent college students reason within the situational context of a story problem to identify the quantitative constraints required for a solution. They use the text to build, elaborate, and verify a situation model from which they derive their solution." (Kintsch 1998, S.358)

Dies deutet an, dass das Situationsmodell genutzt wird, um die Lösung zu finden.

Zusammengefasst: Mithilfe des CI-Modells lässt sich ebenfalls der Lösungsprozess von Textaufgaben gut modellieren. Kintsch greift zum einen auf die Ergebnisse von Riley et al. (1983) und Kintsch & Greeno (1985) zurück und nimmt wie diese an, dass den Textaufgaben bestimmte Mengenschemata zugrunde liegen. Diese sind Bestandteil des mathematischen Problemmodells, welches zur Lösung der Textaufgabe konstruiert wird. Es wird aber nicht nur aufgrund der Mengenschemata aktiviert und konstruiert. Hier greift das CI-Modell ein, denn Kintsch (1998) nimmt an, dass auch der Text und die Situation verstanden und mental repräsentiert werden müssen. Diesen Prozess beschreibt das CI-Modell.

Kintsch (1998) selbst sieht ferner Reussers Modell als ein geeignetes Modell, welches das Situationsverständnis beim Lösen von Textaufgaben berücksichtigt, und betont:

> „Reusser (1989) emphasizes the importance of another layer of representation intermediate between the textbase and the mathematization of the problem: the situation model that specifies actors, actions, states, and events in the problem in terms of everyday concepts." (Kintsch 1998, S.347)

Daher soll im Folgenden das Modell von Reusser dargestellt werden.

Das Modell SPS von Reusser

Ausgangspunkt für Reussers Modell scheint das Modell von Kintsch & Greeno (1985) zu sein, in welchem er bereits in Ansätzen eine geeignete Modellierung des Lösungsprozesses sieht, da es neben der Beachtung des mathematischen Modells auch eine Phase des Textverstehens berücksichtigt (vgl. Reusser 1990[55], S.479)[56]. Allerdings hat dieses Modell von Kintsch und Greeno seine Grenzen (vgl. Reusser 1990, S.479): Es eignet sich zwar, den Lösungsprozess von Textaufgaben im zweiten und dritten Schuljahr zu beschreiben, weniger aber für ältere Schülerinnen und Schüler, außerdem bezieht es sich auf verbal kümmerliche Textaufgaben, die relativ kurz und in denen alle relevanten Informationen offensichtlich gegeben sind.

Eine weitere Kritik am Modell von Kintsch & Greeno (1985) bezieht sich auf den Gedanken, dass im Modell eine direkte Verbindung zwischen Textbasis und mathematischem Modell besteht (vgl. Reusser 1997, S.150). Darin liegt nach Reusser (1990) auch der Hauptkritikpunkt: „However, the model's limitations – as well as its task specific efficiency – lies in the a priori mapping between the propositional structures of the textbase and the set structure of an abstract problem model containing, as its latent property, the solution equation.“ (Reusser 1990, S.479) Reusser (1990) kritisiert, dass das Textverstehen und vor allem das Situationsverstehen in diesem Modell zu kurz kommen. Es scheint im Modell von Kintsch & Greeno (1985) auszureichen, in der Textoberfläche die arithmetische Struktur zu entdecken: „The dual representation model of Kintsch and Greeno jumps directly from the propositional textbase to a set theoretic representation of the problem by applying powerful, cue-word driven arithmetic comprehension strategies.“ (Reusser 1990, S.479)

Reusser (1997, S.150) kritisiert dieses Modell folglich als noch nicht weitgreifend genug: Das Modell geht noch von einem direkten Übergang von der textlichen Repräsentation zum mathematischen Problemmodell aus. Nach Reusser (1997, S.150) existiert allerdings ein „Zwischenmodell“, welches er als „nicht-mathematisches Handlungs- und Situationsmodell“ bezeichnet und welches das Zentrum des Lösungsprozesses ausmacht.

[55] Reusser, K. (1990). From text to situation to equation: cognitive simulation of understanding and solving mathematical word problems. In H. Mandl, E. De Corte, N. Bennett & H. F. Friedrich (Eds.), *Learning and Instruction. European Research in an International Context* (Vol. 2.2, pp. 477 - 498). Oxford u.a.: Pergamon Press.

[56] Wie oben dargestellt, dominiert allerdings in diesem die Annahme, dass Schemata den Prozess später leiten.

Reusser hat daher versucht, ein Modell zu konstruieren, welches einen Schritt weitergeht als das Modell von Kintsch & Greeno (1985). Die Computersimulation SPS[57], die von Reusser entwickelt wurde, lässt sich als Ausdruck der Vorstellung von Reussers Modell des Textaufgabenlösens interpretieren. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie im Lösungsprozess von Textaufgaben besonders auch das Text- und Situationsverständnis modelliert (vgl. auch Staub & Reusser 1995[58], S.293). Die Simulation stellt den Prozess des Lösens von Textaufgaben schrittweise dar (vgl. Reusser 1989/1995[59], S.75). Sie repräsentiert den idealen Problemlöser (vgl. ebd., S.95).[60]

Die Simulation wurde entwickelt, um die beiden Elemente Textverstehen und Problemlösen miteinander zu verbinden. Das Modell stellt demnach eine Theorie dar, in welcher es „um die Interaktion und Integration von Textverstehen und Problemlösen" geht (ebd., S.75). Zum Lösen einer Textaufgabe gehört demnach mehr, als lediglich eine mathematische Gleichung aufzustellen:

> „Understanding a problem text is a language and knowledge intensive undertaking, requiring the skillful interaction of linguistic knowledge, world or content knowledge and mathematical knowledge." (Reusser 1990, S.477)

In dem Modell wird versucht, „die Beziehungen und Uebergänge zwischen sprachlichem und mathematischem Verstehen" (Reusser 1989/1995, S.85) zu erklären. Es nimmt im Gegensatz zum Modell von Kintsch & Greeno (1985) eine linguistisch-handlungstheoretische Sicht auf das Lösen von Textaufgaben ein (vgl. Reusser 1997, S.147). Dabei werden verschiedene Ebenen im Verstehensprozess angenommen (vgl. ebd., S.151).

[57] Die Abkürzung SPS steht für „Situation Problem Solver" (Staub & Reusser 1995, S.293 – vollständige Quellenangabe: s. folgende Fußnote).

[58] Staub, F. C., & Reusser, K. (1995). The Role of Presentational Structures in Understanding and Solving Mathematical Word Problems. In C. A. Weaver, S. Mannes & C. R. Fletcher (Eds.), *Discourse Comprehension. Essays in Honor of Walter Kintsch* (pp. 285 - 305). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

[59] Reusser, K. (1989/1995). *Vom Text zur Situation zur Gleichung. Kognitive Simulation von Sprachverständnis und Mathematisierung beim Lösen von Textaufgaben*. Habilitationsschrift Universität Bern, Neudruck: Zürich. (Neudruck der Habilitationsschrift (1989) von 1995, daher die zweifache Jahreszahlangabe)

[60] Der Ablauf der Simulation ist insofern ideal, als dass er verschiedene Ebenen annimmt und diese sämtlich in der gegebenen Abfolge durchläuft. Reusser (1989/1995, S.95) stellt selbst heraus, dass die Abläufe in SPS nicht hundertprozentig auf das Verhalten der Menschen übertragen werden können. So betont er, dass die Simulation SPS keine empirische Versuchsperson darstellt, welche durchaus auch weniger effektive, weniger zielführende Strategien anwendet oder fehlerhafte Modelle der Situation konstruiert (vgl. Reusser 1989/1995, S.95). Zum anderen betont Reusser: „Auch wenn diese Stufen im Simulationsmodell in stets vollständiger Sequenz durchlaufen werden, heisst das nicht, dass dies empirisch in jedem Fall so sein muss. Es wird im Gegenteil angenommen, dass ein Schüler, der eine mathematische Textaufgabe löst, nicht nur einzelne dieser Stufen auslassen kann (…), sondern in der Regel auch zwischen den Verstehensebenen oszilliert wird (…)." (ebd., S.95)

Im Gegensatz zum Modell von Kintsch & Greeno (1985) geht das Modell von Reusser nicht allein vom Aufbau einer Textbasis als einzige Form der Textverarbeitung und des Textverständnisses aus. So stützt sich die Simulation zunächst auf die Theorie des Textverstehens von van Dijk & Kintsch (1983, zitiert nach Reusser 1989/1995, vgl. ebd. S.85). Dieser zufolge wird zunächst eine Textbasis in Form einer propositionalen Repräsentation aufgebaut, welche die Bedeutung des Textes darstellt (vgl. Reusser 1989/1995, S.123). Der Prozess des Aufbaus kann in mehreren Zyklen verlaufen. Er erfolgt im Arbeitsgedächtnis, weshalb Reusser aufgrund der Kapazitätsbegrenzung dieses menschlichen Speichers von einem phasenweisen Aufbau ausgeht (vgl. ebd., S.134). Während Kintsch & Greeno (1985) in ihrem Modell davon ausgehen, dass die so repräsentierte Textbedeutung direkt in ein abstraktes mathematisches Modell übersetzt wird (vgl. Reusser 1990, S.479/485; Reusser 1997, S.150f.), geht das Modell von Reusser von einer tieferen Text- und Situationsverstehensphase aus. Über die Textbasis hinaus wird ein Situationsmodell aufgebaut. Es wird auf der Basis der Textbasis in SPS generiert (vgl. Reusser 1990, S.487; Reusser 1989/1995, S.98/138). Reusser (1989/1995, S.93) bezeichnet dieses als „episodisches Problem- oder Situationsmodell". An anderer Stelle umschreibt er es als „eine zwischen Text und mathematischer Struktur vermittelnde Verständnisebene" und als „kognitive Vergegenwärtigung der Aufgabensituation als episodische und sachliche Struktur." (Reusser 1997, S.150f.)

Als Definition des Situationsmodells findet man bei Reusser (1989/1995) folgende:

> „Unter einem Situationsmodell wird der semantische Zusammenhang verstanden, den eine Person in ihrem Geist erzeugt, wenn sie einen (narrativen) Text liest. (…) Das Situationsmodell ist jene personale kognitive Struktur, worauf sich der Verstehensvorgang richtet. Ein Situationsmodell ist das kognitive Korrelat der vom Autor eines Textes *gemeinten* bzw. von einem Leser *verstandenen* Situationsstruktur (Hörmann 1985). Situationsmodelle sind gleichermassen Ergebnis von und Ausgangspunkt zu (weiterführenden) Inferenzen und Elaborationen im Verstehensprozess." (ebd., S.136, Hervorhebung im Original).

Der Aufbau des episodischen Situationsmodells stellt somit das Ergebnis des Situationsverstehens dar, während der Aufbau der Textbasis das Textverstehen modelliert (vgl. Reusser 1990, S.487; Staub & Reusser 1995, S.293). Das Situationsmodell wird unter Anwendung verschiedener Makrostrategien konstruiert (vgl. Reusser 1989/1995, S.98/143; Reusser 1990, S.487). Es stellt zunächst „eine mentale Repräsentation des durch den Text konstruierten Wirklichkeitsausschnitts" (Reusser 1989/1995, S.138) dar. Ferner stellt es ein „Zwischenmodell" dar, welches zwischen der Textbasis und dem abstrakten mathematischen Modell steht. Es ist ein „nicht-mathematisches Handlungs- und Situationsmodell" (Reusser 1997, S.150).

Reusser (1989/1995) unterscheidet zwischen einem episodischen Situations- und einem episodischen Problemmodell. Der Unterschied besteht darin, dass im Situationsmodell (noch) keine mathematische Frage enthalten ist, während ein episodisches Problemmodell sämtliche für die mathematische Frage relevanten Informationen und Beziehungen zwischen diesen enthält (vgl. Staub & Reusser 1995, S.294). Während allerdings in Reusser (1989/1995) auch das episodische Problemmodell zum Situationsverständnis gezählt wird[61], zählen Staub & Reusser (1995, S.294) das episodische Problemmodell bereits im weitesten Sinne zur Phase der Mathematisierung. Hier findet sich die Beschreibung des Unterschieds in folgender Weise:

> „An (episodic) situation model, as a model of the real-world action or situation structure denoted by a problem text, can vary a great deal in elaboration and concreteness, and can be processed under very different operative perspectives. In contrast, the problem model implies a quantitative operative perspective. To finally build a mathematical problem model means to see the situation exclusively in the light of a quantitative processing goal. The problem model is a special case of a situation model: It may still be concrete in many ways, but it contains – if it turns out to be suitable for successful mathematization – all the problem-relevant information needed for quantification." (Staub & Reusser 1995, S.295)

Der Teilprozess der Mathematisierung knüpft an das episodische Problemmodell an. Ein mathematisches Modell kann auf der Basis des episodischen Problemmodells generiert werden (vgl. Reusser 1990, S.494; Reusser 1989/1995, S.94). Das episodische Problemmodell oder Situationsmodell enthält möglicherweise Elemente, welche für die mathematische Lösung irrelevant sind[62]. Diese irrelevanten Informationen werden ausgeschlossen. Zur Bildung des mathematischen Problemmodells werden lediglich mathematisch relevante Elemente des episodischen Problemmodells herausgefiltert (vgl. Reusser 1990, S.495), die Frage der Textaufgabe leitet diesen Prozess (vgl. Reusser 1989/1995, S.195). Das episodische Problemmodell wird so auf sein grundlegendes mathematisches und operatives Gerüst reduziert (vgl. ebd., S.94/197; auch Staub & Reusser 1995, S.295; ähnlich wird dieses auch in Greer 1997, S.301 geschildert).

Das mathematische Problemmodell ist bereits abstrakter als das episodische Problemmodell, aber:

> „Das MPM ist insofern *abstrakt*, als (in der Vergegenwärtigung) nur noch wenige Handlungsstrukturelemente fokussiert und zueinander in Beziehung gesetzt werden. Das abstrakte MPM bleibt aber *Handlungsmodell*, weil Zeitlichkeit und Funktionalität erhalten bleiben." (Reusser 1989/1995, S.197; Hervorhebungen im Original)

---

[61] Dies lässt zumindest die Aussage „(…) besteht *aber im Aufbau eines episodischen und perspektivischen Situationsmodells*. Ich nenne es episodisches Problem- oder Situationsmodell (…)." (Reusser 1989/1995, S.93; Hervorhebung im Original) vermuten.

[62] Es „besteht jede sprachlich verfasste mathematische Situationsaufgabe allgemein aus dem *mathematisch relevanten Strukturkern* und aus dem *mathematisch irrelevanten, episodisch-situativen Beiwerk*." (Reusser 1989/1995, S.196; Hervorhebungen im Original)

Ein zweiter Schritt im Mathematisierungsprozess setzt ein, der zu einer größeren Abstraktion führt. In diesem Schritt wird auf der Grundlage des mathematischen Problemmodells eine mathematische Gleichung entwickelt (vgl. ebd., S.95/197/201; auch Reusser 1990, S.495; Staub & Reusser 1995, S.295). Mit der so gewonnenen Gleichung kann das Ergebnis berechnet werden. Das Ergebnis wird abschließend wieder in den Kontext eingebettet[63]. Diese Phase bezeichnet Reusser „als die situationssemantische Deutung der Lösungszahl in Begriffen der Situation." (Reusser 1989/1995, S.211) Kurz gefasst verläuft der Lösungsprozess in folgender Weise:

> „Der Kern der sprachlich-sachlichen und mathematischen Verstehensarbeit besteht dabei im planvoll zielgerichteten (strategischen) Aufbau einer die episodisch-sachliche Gesamtsituation handlungsnah repräsentierenden Situationsvorstellung (episodisches Situations- oder Problemmodell) und deren schrittweise mathematisierender Reduktion auf ihr abstraktes, operativ-arithmetisches Gerüst (mathematisches Problemmodell ➔ Gleichung ➔ numerisches Ergebnis)." (Reusser 1997, S.151f.)

Dem Modell liegen einige Annahmen zugrunde: So ist das Modell von Reusser dem Konstruktivismus verpflichtet. Danach sind mentale Repräsentationen „nicht blosse Abbilder einer Reizgegebenheit in einem passiv aufnehmenden Subjekt, sondern mehr oder weniger verfestigte *Spuren* früherer wahrnehmungs- oder textinduzierter (Re-) Konstruktionsprozesse." (Reusser 1989/1995, S.78; Hervorhebung im Original) Das Modell geht ferner davon aus, dass Texte Bedeutung nicht einfach enthalten, sondern dass diese mithilfe von Welt-, Sprach- oder Handlungswissen dem Text aktiv entnommen wird (vgl. ebd., S.78). Der Verstehensprozess verläuft „on-line", was bedeutet, dass die Verstehensphasen nicht zeitlich aufeinander folgend ablaufen (vgl. ebd., S.79). Vielmehr verlaufen sie zeitlich parallel. Lesen und Verstehen erfolgen unter Anwendung bestimmter Strategien (vgl. ebd., S.82). Verstehen wird als ein mehrschichtiger Prozess gesehen. Es stellt keinen „Alles-oder-nichts-Prozess" dar, noch ist davon auszugehen, dass lediglich ein Ergebnis am Ende des Prozesses dasteht (vgl. ebd., S.83). Vielmehr kann man annehmen, dass Verstehensprozesse „(…) über mehrere Ebenen oder Stufen ablaufen und bezüglich ihrer Ergebnisse auch mehrdeutig oder komplex sein können. Dabei ist durchaus denkbar, dass eine ganze Reihe von Strategien *parallel* arbeiten und Textverstehen demnach als kontinuierlicher und einheitlicher Prozess (Johnson-Laird 1977) mit dem vom Beginn weg gegenwärtigen Ziel der Konstruktion eines mentalen Modelles gesehen werden kann. Dennoch ist es auch plausibel anzunehmen, dass ein Verstehensprozess verschiedene hierarchisch geordnete und durch Makrostrategien gesteuerte Verarbeitungsebenen durchläuft." (Reusser

---

[63] Greer (1997, S.301) nimmt dies zumindest im Idealfall an. Damit deutet sich bereits an, dass diese Prüfung möglicherweise nicht erfolgt. Auf diese Problematik wird in Kapitel 2.2 eingegangen.

1989/1995, S.83; Hervorhebungen im Original) Die letzte Annahme bezieht sich auf den Kontext, in welchem Lesen und Problemlösen stattfindet (vgl. ebd., S.84). Beim Lösen von Textaufgaben ist es vor allem der Kontext des Mathematikunterrichts, der Einfluss auf den Prozess hat. Schülerinnen und Schüler handeln in diesem, erfüllen Erwartungen, die der Mathematikunterricht an sie stellt, und haben aufgrund des Kontextes eigene Erwartungen an Textaufgaben (vgl. ebd., S.84).

Das Modell des kompetenten Problemlösers (De Corte & Verschaffel 1985)

De Corte & Verschaffel (1985[64], S.3) gehen davon aus, dass zunächst eine angemessene mentale Repräsentation der Textaufgabe aufgebaut werden muss. Dies wird in dem „competent problem-solving model“ (De Corte & Verschaffel 1985, S.4) deutlich, welches kurz skizziert werden soll. Das Modell, welches De Corte & Verschaffel (1985) als Ideal eines kompetenten Problemlösers betrachten, sieht fünf Schritte vor, in welchen die Bearbeiter einer Textaufgabe zur Antwort kommen (vgl. dazu ebd., S.4[65]):

1 – Ausgehend vom Text wird ein mentales Modell aufgebaut, welches die Textbedeutung repräsentiert.

2 – Auf der Basis des mentalen Modells wird eine geeignete Rechenoperation ausgewählt.

3 – Die Rechnung wird ausgeführt.

4 – Das Modell wird erneut aktiviert, um das berechnete Ergebnis in den Kontext einzubetten und eine Antwort zu formulieren.

5 – Abschließend folgt eine Validierung der Lösung.

Im ersten Schritt wird der Text in eine propositionale Textbasis übertragen, die wiederum zum mentalen Modell, welches die Beziehungen zwischen den gegebenen Informationen und Zahlen repräsentiert, erweitert wird (vgl. De Corte & Verschaffel 1985, S.4). Dieser Prozess wird auf zwei Weisen beeinflusst:

> „According to the model, two kinds of schemata that represent subject’s knowledge concerning the different relationships underlying addition and subtraction word problems and a more formal and general schema which involves the problem solver’s knowledge about the structure, the role, and the intent of word problems.“ (ebd., S.3f.)

Wie Riley et al. (1983) gehen sie davon aus, dass der kompetente Problemlöser über die Mengenschemata, welche den Aufgaben zugrunde liegen (Compare, Combine,

[64] De Corte, E., & Verschaffel, L. (1985). Beginning First Graders' Initial Representation of Arithmetic Word Problems. *The Journal of Mathematical Behavior, 4*, 3 - 21.

[65] Die Darstellung des Lösungsprozesses in Velten (2010, S.875) und Velten (2011, S.855) ist ähnlich dem Prozess von De Corte & Verschaffel (1985).

Change) verfügt, dass diese während des Lesens der Textaufgabe aktiviert werden, wobei das angemessene dominiert und als Lösungsschema gewählt wird (vgl. De Corte & Verschaffel 1985, S.5). Über die Mengenschemata hinaus hat aber den beiden Forschern zufolge das von ihnen so genannte „word problem schema“ (ebd., S.5/8, im Folgenden mit Textaufgaben-Schema übersetzt) Einfluss auf die Konstruktion eines mentalen Modells der Textaufgabe. Textaufgaben sind im Grunde eine eigene Textgattung, die wie andere Textarten das Leseverstehen des Textes beeinflusst (vgl. ebd., S.7). Das Textaufgaben-Schema bezeichnet das Wissen über diese Textgattung und trägt zur erfolgreichen Lösung bei. Dazu gehören Wissen über Absicht und Rolle von Textaufgaben, Wissen über die Struktur von Textaufgaben sowie Wissen über bestimmte Regeln und Annahmen im Kontext des Textaufgabenlösens, die nicht explizit im Text enthalten sind, wodurch es dem Löser der Textaufgabe möglich ist, auch Mehrdeutigkeiten und Unsinnigkeiten angemessen zu interpretieren (vgl. ebd., S.7f.).

Im Rahmen ihres Experimentes konnten De Corte & Verschaffel (1985) zeigen, dass die Annahme, dass neben semantischem Wissen auch Textaufgaben-Schemata einwirken, berechtigt ist. In ihrem Experiment wurden zu drei Zeitpunkten (zu Beginn, nach etwa einem halben Jahr und am Ende des Schuljahres) Erstklässler in Interviews getestet. In diesen Interviews wurden ihnen Textaufgaben vorgelesen, die sie zunächst nacherzählen, anschließend lösen, die Lösung erklären und begründen, sie zudem mit Material darstellen und abschließend einen Antwortsatz formulieren sollten (vgl. ebd., S.9). Mittels der Nacherzählung sollte ein Einblick darin gewonnen werden, wie die Kinder die Textaufgabe verstehen, wie die Aufgabe mental repräsentiert ist (vgl. ebd., S.9). Gerade hier zeigte sich, dass diese nicht immer angemessen war. Die Beispiele, die De Corte & Verschaffel (1985) geben, deuten darauf hin, dass das Textaufgaben-Schema tatsächlich Einfluss auf das Lösen von Textaufgaben hat. So stellte zum Beispiel die Aufgabe „Pete had 3 appels; Anne gave him 5 more apples; how many apples does Pete have now?“ (ebd., S.10) eine Aufgabe dar, welche Kinder mitunter nicht lösen können, weil der Aufgabe nicht entnommen werden kann, dass Anne überhaupt Äpfel besitzt, und den Kindern aufgrund ihrer geringen Erfahrung im Umgang mit Textaufgaben nicht bewusst ist, dass sie schlichtweg voraussetzen dürfen, dass Anne Äpfel besitzt (vgl. ebd., S.10).

Weitere Belege für die Existenz des Textaufgabenschemas lieferten die Versuche, Kinder eigene Textaufgaben formulieren zu lassen oder ihnen unlösbare Textaufgaben vorzulegen. Kinder, welche über lediglich geringe oder keine Erfahrungen mit Textaufgaben verfügen, sollten Schwierigkeiten haben, angemessene Textaufgaben zu formulieren, oder sich mit unlösbaren Textaufgaben beschäftigen (vgl. ebd., S.11). Genau dieses konnten De Corte & Verschaffel (1985, S.11) bei Kindern zu Beginn des ersten Schuljahres beobachten, wohingegen diese Kinder in der Mitte des Schuljahres – nachdem sie erste Erfahrungen mit Textaufgaben sammeln konnten und erste Schritte im Erwerb des Textaufgabenschemas gegangen waren – diese beiden Anforderungen besser meisterten als zu Beginn des Schuljahres.

Resümee

Wie im Rahmen dieses Kapitels deutlich wurde, besteht der Lösungsprozess von Textaufgaben aus verschiedenen Schritten, die durchlaufen werden, um zur Lösung zu gelangen. Während das Modell von Riley et al. (1983) das mathematisch-konzeptuelle Wissen berücksichtigt und demzufolge wie in der Schematheorie angenommen mathematische Schemata (z. B. das Teil-Ganze-Schema) den Prozess steuern, messen andere Forscher dem Textverstehen größere Bedeutung zu (s. Kapitel 2). So stellt das Lesen des Aufgabentextes einen wichtigen Schritt innerhalb des Prozesses dar. Zur allgemeinden Beschreibung dieses Teilprozesses bietet sich das CI-Modell von Kintsch (1998) an. Diesem zufolge wird, wie oben dargestellt, durch die Prozesse Construction und Integration auf der Grundlage der Textbasis ein Situationsmodell des Textes aufgebaut, ggf. angereichert mit vorhandenem Vorwissen des Lesers (vgl. auch Velten 2010, S.875; Velten 2011, S.855).

Wie oben deutlich wurde, betonen bereits Kintsch (1998) und zuvor Kintsch & Greeno (1985) – bei letzteren wird zunächst nur der Aufbau der Textbasis betont – die Bedeutung des Textverstehens (s. S.40). So stellt das Situationsmodell einen wichtigen Ausgangspunkt für das mathematische Problemmodell dar. Reussers Modell sieht ebenfalls den Aufbau eines (episodischen) Situationsmodells als wesentlichen Bestandteil des Lösungsprozesses an, fügt, wie oben dargestellt, zusätzlich den Aufbau eines episodischen Problemmodells hinzu. Dieses steht zwischen dem Situationsmodell und dem mathematischen Problemmodell, ist starker auf das mathematische Problem hin ausgerichtet, enthält aber noch Wesenszüge des Situationsmodells (vgl. Staub & Reusser 1995, S.295).

Die Annahme der oben dargestellten Modelle des Lösungsprozesses, dass ein Situationsmodell gebildet wird und die Grundlage für das mathematische Modell bildet[66],

[66] Wie oben dargestellt, verläuft der Lösungsprozess nicht zwangsläufig in der Reihenfolge „Text – Situationsmodell – mathematisches Modell – Lösung – Rückbezug zum Kontext“, sondern Sprünge

ist für die hier vorliegende Arbeit bedeutsam. Wie insbesondere in den Kapiteln 3 und 4 noch dargestellt warden wird, ist der Schritt vom Text zum Situationsmodell interessant. Allerdings existieren verschiedene Auffassungen darüber, ob tatsächlich das Situationsverständnis entscheidend für den Lösungserfolg ist oder ob andere Faktoren darüber bestimmen. Dies wird im folgenden Kapitel erörtert.

oder auch „Rückschritte“ sind möglich (s. S.45). Gerade bei Fehlern oder Ungereimtheiten im mathematischen Modell ist möglich, den Text wiederholt zu lesen und das Situationsmodell zu korrigieren.

2 Textaufgaben lösen – Schwierigkeiten, ihre Ursachen und Hilfen bei Schwierigkeiten

„What makes certain arithmetic word problems involving the comparison of sets so difficult for children?“ – so lautet der Titel eines Aufsatzes von Stern (1993). Diese Frage lässt sich im Grunde verallgemeinern: Was verursacht beim Lösen von sämtlichen Textaufgaben Schwierigkeiten? Sicherlich können die Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben auf verschiedenen Ebenen liegen, denn „Understanding and solving word problems demand the ability to access many different skills, such as language understanding, an understanding of the described situation, the ability to find an equation, and computation abilities (…).“ (Stern 1993, S.7)

In den 1960er und 1970er Jahren wurden vor allem Mängel in der Lesekompetenz oder unzureichende rechnerische Fertigkeiten als ausschlaggebende Unterschiede zwischen guten und weniger guten Textaufgabenlösern identifiziert (vgl. De Corte & Verschaffel 1985, S.3). Eine andere Fehlerquelle sah man in der Wahl einer falschen Rechenoperation zum Lösen der Textaufgabe (vgl. ebd., S.3). Worin liegen nun die Schwierigkeiten? Sind die Ursachen in den sprachlichen oder in den mathematischen Anforderungen zu suchen? Welche Fehler lassen sich beobachten? Dies ist Gegenstand dieses Kapitels.

2.1 Ursachen für Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben

Es ist leicht vorstellbar, dass theoretisch in jeder Phase des Lösungsprozesses Schwierigkeiten auftreten können. So hält Barwell (2001[67]) z. B. fest:

> „Students’ errors are caused by inappropriate or defective models, which may in turn relate to the way the problem is set out, or to the students’ background. Thus, some of the key variables which have been explored include: the semantic structure, clarity and word order of the problem (De Corte and Verschaffel 1991), the language of the test items (Yoshida, Verschaffel and De Corte, 1997) the mathematical proficiency and language backgrounds of the students (Bernardo 1999; Clarkson and Dawe, 1997) and the level of ‘real-world-knowlegde’ required (Verschaffel, De Corte and Lasure, 1994).“ (Barwell 2001, S.63)

In der Forschung zum Lösen von Textaufgaben haben sich zwei Richtungen hervorgetan, von denen eine die Ursachen stärker in den mathematischen Anforderungen sieht, die andere dagegen der Sprache Schwierigkeiten verursachende Wirkung zuschreibt – anders formuliert:

> „Explanantions generally fall into two camps: those that attribute improved solution performance to the development of logico-mathematical knowledge and those that attribute such improvement to the development of language comprehension skills.“ (Cummins et al. 1988, S.406)

---

[67] Barwell, R. (2001). Difficulties with mathematical word problems. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics, 21*(2), 63 – 74.

Riley et al. (1983) sehen die Mathematik als Quelle der Schwierigkeiten an, Reusser (1989/1995) und andere das Text- und Situationsverständnis. Welche Erklärung ist plausibler?

2.1.1 Mängel im mathematischen, konzeptuellen Wissen als Ursache für Schwierigkeiten

Von den oben genannten Richtungen wird erstere als „logico-mathematical development view" – im Folgenden nach Reusser (1997, S.147) mit „logisch-mathematische Erklärungshypothese" übersetzt – bezeichnet, welche die Annahme vertritt, dass Kinder Problemschemata erlernen, welche den Aufgaben zugrunde liegen und für das Lösen bekannt sein müssen (vgl. Kintsch 1998, S.339; Cummins et al. 1988, S.406). Diese mathematischen Schemata stellen die Anforderungen dar, deren Unkenntnis dazu führen kann, dass die Aufgabe nicht gelöst werden kann. Wenn Kinder nicht über das notwendige konzeptuelle Wissen verfügen, können sie die entsprechenden Textaufgaben nicht lösen (vgl. Cummins et al. 1988, S.406). Als Belege für diese Richtung werden die Studien von Riley et al. (1983), welche konzeptuelles Wissen als entscheidend herausstellten, und Briars & Larkin (1984, zitiert nach Kintsch 1998) angeführt (siehe Kintsch 1998, S.339; Cummins et al. 1988, S.406).

Auch Stern (1993) nennt sowohl diese beiden Forschergruppen als auch Riley & Greeno (1988, zitiert nach Stern 1993, S.8) als Vertreter dieser Richtung. Stern (1993) zufolge sehen diese Forscher vor allem in der Mathematik die Hauptschwierigkeit bei Textaufgaben:

> „These authors' basic assumption was that mathematical knowledge develops from action-based external modeling of quantitative information to reasoning on the basis of the quantitative part-whole schema." (Stern 1993, S.8)

Textaufgaben fordern unterschiedlich stark ausgeprägtes mathematisches Wissen, einfache Textaufgaben lediglich Fertigkeiten im Zählen, schwierigere Textaufgaben dagegen Wissen über Teil-Ganze-Beziehungen (vgl. ebd., S.8). Die Auslöser für Schwierigkeiten bei der Bearbeitung liegen demnach in der Mathematik und im Aufbau eines geeigneten mathematischen Modells.

2.1.2 Sprache und Situation als Schwierigkeitsquelle

> „Eltern und Lehrerinnen bzw. Lehrer stellen immer wieder fest, dass Kinder Schwierigkeiten beim Lösen von Sachaufgaben haben, die eher im Sprach- und Situationsverständnis als im Bereich des mathematischen Wissens begründet sind. Aus den verschiedensten Gründen gelingt es den Kindern nicht, ein dem geschilderten Sachverhalt entsprechendes Situationsmodell aufzubauen und daraus passende arithmetische Operationen abzuleiten." (Bongartz & Verboom 2007, S.19)

In diesem Zitat wird deutlich, dass außer den mathematischen Anforderungen auch sprachliche Anforderungen bzw. das Situationsverständnis der Grund für ein erfolgloses Bearbeiten von Textaufgaben sein können (vgl. auch Velten 2010, S.875).

Die Auffassung, dass Sprache und Formulierungen als Ursache für Schwierigkeiten gelten, ist Bestandteil der „linguistic development view“ (Kintsch 1998, S.339; Cummins et al. 1988, S.407; im Folgenden nach Reusser (1997, S.147) mit „linguistisch-semantische Erklärungshypothese“ übersetzt). Carpenter et al. (1980[68]) z. B. haben in ihrer Zusammenstellung von Ergebnissen aus einem nationalen Test aufgezeigt, dass Kinder Textaufgaben falsch lösen, aber die passende Aufgabe in Form einer Rechnung problemlos lösen können[69]. Kinder haben Schwierigkeiten, bestimmte sprachliche Wendungen zu verstehen, und lösen daher Textaufgaben nicht richtig (vgl. Kintsch 1998, S.339). Im Vordergrund steht die sprachliche Ausdrucksform in Textaufgaben als Ursache für Schwierigkeiten. So schreiben Cummins et al. (1988):

> „The linguistic development holds that certain word problems are difficult to solve *because they employ linguistic forms that do not readily map onto children's existing conceptual knowledge structures*.“ (Cummins et al. 1988, S.407; Hervorhebungen im Original)

Vertreter dieser Richtung konnten in Studien (s. u.) Belege finden, die gegen die Annahmen der logisch-mathematischen Erklärungshypothese sprechen. Zum Beispiel legen die Studien zu Umformulierungen von Textaufgaben nahe, „that difficulties with text processing rather than with access to mathematical knowledge may be what makes compare problems so difficult.“ (Stern 1993, S.9) Die Modelle zur Textverarbeitung sehen daher die Schwierigkeiten in der sprachlichen Präsentation der Aufgabe:

> „(…) the text-processing models assume that the language used in unknown reference set problems provides more difficulties in assigning the textual information to parts and wholes in an adequate way than does the language used in unknown compare set problems.“ (ebd., S.9)

Carpenter et al. (1980, S.8f.) konnten einerseits einen Zusammenhang zwischen dem Verständnis der Rechenoperationen und dem Verständnis der Textaufgaben beobachten. Sie konnten zum Beispiel beobachten, dass Neunjährige, welche die Multiplikation gerade erlernen und sie (noch) nicht beherrschen, entsprechende Textaufgaben nicht lösen konnten, Dreizehnjährige hingegen keine Schwierigkeiten beim Lösen dieser Textaufgaben zeigten (vgl. Carpenter et al. 1980, S.9). Diese Beobachtung spricht für die logisch-mathematische Erklärungshypothese. Andererseits traten bei Textaufgaben mit komplexer mathematischer Struktur sowie bei Textaufgaben, die nicht den

---

68 Carpenter, T. P., Corbitt, M. K., Kepner, J., Henry S., Lindquist, M. M., & Reys, R. E. (1980). Solving Verbal Problems: Results and Implication from National Assessment. *Arithmetic Teacher, 28*(1), 8 – 12.

69 Dies wird in Cummins et al. (1988), S.406, als wichtiges, für die „linguistisch-semantische Erklärungshypothese“ (Reusser 1997, S.147) sprechendes Ergebnis hervorgehoben.

Schulbuch-Textaufgaben entsprachen, auch bei den Dreizehnjährigen Probleme auf, sie konnten – obwohl ihnen die erforderlichen Grundrechenarten bekannt waren – die Aufgaben nicht korrekt lösen (vgl. Carpenter et al. 1980, S.10). Stattdessen versuchten sie, die komplexen Textaufgaben mit Anwendung einer einzigen Rechenoperation zu lösen, und verwendeten in Lösungen zu Textaufgaben, in welchen lösungsirrelevante Zahlen vorkamen, auch diese Zahlen (vgl. ebd., S.10). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass nicht allein die zugrundeliegende Mathematik Ursache für Schwierigkeiten in der Bearbeitung von Textaufgaben sein kann, sondern auch sprachliche Faktoren Einfluss nehmen und entsprechende Fertigkeiten erforderlich sind (vgl. Velten 2010, S.875).

Die vermutlich berühmteste Studie, die als Beleg für die linguistisch-semantische Erklärungshypothese angeführt wird, ist die Studie von Hudson aus dem Jahre 1983[70] (zitiert z. B. von Kintsch 1998, S.334/346, Cummins et al. 1988, S.408 Staub & Reusser 1995, S.289, Stern & Lehrndorfer 1992[71], S.262, Stern 1993, S.9). Er hat mit seinen Ergebnissen einen deutlichen Hinweis darauf gegeben, dass sprachliche Formulierungen das Verstehen und Lösen von Textaufgaben beeinflussen. Die Beispielaufgabe „There are 5 birds and 3 worms. How many more birds are there than worms?“ (Cummins et al. 1988, S.407) bereitete den an der Studie teilnehmenden Kindern Schwierigkeiten. Sie konnten die Frage nicht angemessen in eine mathematische Gleichung umsetzen. Die logisch-mathematische Erklärungshypothese sieht vor, dass Kinder nicht über das angemessene Verständnis der Beziehungen zwischen den Mengen – nicht über das Teil-Ganze-Schema – verfügen (vgl. ebd., S.407). Die Veränderung der letzten Frage, welche Hudson vornahm, führte dann aber zu besseren Ergebnissen und einer größeren Zahl an richtigen Lösungen – selbst Vorschulkinder, bei denen man annehmen kann, dass sie noch nicht über hinreichend konzeptuelles Wissen und diese mathematischen Schemata verfügen, kamen unter Verwendung von Zählstrategien zum richtigen Ergebnis (vgl. ebd., S.408; auch zu finden in Hudson 1983, S.88-90).

Hudson (1983) richtete in seinen Experimenten seinen Blick vor allem auf den oben genannten Aufgabentyp (Vergleichsaufgaben mit der Frage „Wie viele x mehr als y“, siehe oben zitiertes Beispiel). Angeregt wurde er durch die Beobachtungen anderer Forscher (von Hudson (1983) werden Riley, Greeno und Heller sowie Gibb als Beispiele gegeben, S.84), dass Kinder im ersten Schuljahr derartige Textaufgaben nicht

---

[70] Hudson, T. (1983). Correspondences and Numerical Differences between Disjoint Sets. *Child Development, 54*(1), 84 – 90.

[71] Stern, E., & Lehrndorfer, A. (1992). The Role of Situational Context in Solving Word Problems. *Cognitive Development, 7*, 259 – 268.

lösen können (vgl. Hudson 1983, S.84). Zur Erklärung dieser Ergebnisse wurde von den durchführenden Forschern in der Regel auf die Gedanken der logisch-mathematischen Erklärungshypothese zurückgegriffen, welche neben der Annahme der Existenz und Verfügbarkeit von Problemschemata ferner annimmt, dass Kinder zwischen zwei Mengen keine Eins-zu-eins-Beziehung herstellen können (vgl. Hudson 1983, S.84). Hudson wollte mit seinen Experimenten prüfen, ob diese Erklärungen tatsächlich zutreffen (vgl. ebd., S.84). Sollten seine Experimente zeigen, dass die Erklärungen und Annahmen der logisch-mathematischen Erklärungshypothese nicht bestätigt werden, sondern dieser Sicht widersprechen, kann dies als Argument für die linguistisch-semantische Erklärungshypothese gewertet werden.

In seinem ersten Experiment ließ Hudson (1983) Kinder des ersten Schuljahres verschiedene Textaufgaben lösen: Zum einen legte er allen Kindern Aufgaben vor, wie sie auch in Schulbüchern vorkommen (ein Beispiel dafür ist die oben bereits genannte Aufgabe mit Vögeln und Würmern), zum anderen Aufgaben, in denen die Frage umformuliert wurde (vgl. Hudson 1983, S.84). Die Umformulierung der Frage zur obigen Aufgabe lautete „How many birds won't get a worm?“ (ebd., S.85)

Es zeigte sich, dass 64% der Kinder die Aufgaben in der ersten Fassung richtig lösen konnten, dagegen 100% der Kinder zu der umformulierten Aufgabe eine richtige Antwort geben konnten (vgl. ebd., S.85)[72]. Dieser Ausgang des Experimentes deutet darauf hin, dass sprachliche Faktoren für das Verstehen der Aufgabe und damit für den Lösungserfolg bei einer Aufgabe ausschlaggebend sind (dies deutet auch Hudson (1983, S.85) an).

In einem zweiten Experiment ging Hudson ähnlich vor, stellte wiederum Aufgaben der oben genannten Formen und ergänzte das Experiment um einen weiteren Test, indem er Aufgaben stellte, in denen Kindergartenkinder[73] entscheiden mussten, ob eine Menge größer als eine andere ist und wie groß ggf. der Unterschied zwischen den Mengen ist (vgl. ebd., S.86). Es zeigten sich auch hier dieselben Effekte wie im ersten Experiment. Endete eine Aufgabe mit der üblichen Formulierung „How many x are there more than y“, waren deutlich weniger Kinder in der Lage, eine richtige Lösung anzugeben, als im Fall der Frage „How many x won't get one of the y“ (vgl. ebd., S.87). Andere Formulierungsänderungen der Frage halfen den Kindern dagegen bei der Bestimmung einer richtigen Lösung nicht, weshalb Hudson (1983) annimmt, dass

[72] Allerdings merkt Hudson (1983, S.85) hier an, dass die Leistung eines Kindes als richtig bewertet wurde, wenn es sechs von acht Aufgaben richtig beantworten lösen konnte.
[73] Den Angaben von Hudson (1983, S.86) zufolge müsste es sich um Vorschulkinder handeln.

nicht unbedingt das Verständnis des Wortes „mehr“ die Schwierigkeit darstellt (vgl. ebd., S.87).

In einem dritten Experiment konnte Hudson (1983, S.89) beobachten, dass Kindergartenkinder Zählstrategien in Ansätzen anwenden konnten[74]. Diese Zählstrategien basieren auf der Fähigkeit, eine Eins-zu-eins-Beziehung zwischen den Mengen herstellen zu können (vgl. ebd., S.89). Folglich müssen Kindergartenkinder diese Fähigkeit (zumindest in Ansätzen) bereits besitzen, was im Widerspruch zu den Annahmen der logisch-mathematischen Erklärungshypothese steht.

Nach Hudson (1983) haben auch De Corte et al. (1985[75]) die Frage nach der Wirksamkeit von Umformulierungen untersucht. Sie veränderten sprachliche Formulierungen der Textaufgaben, um die semantischen Relationen zwischen den Sätzen stärker zu betonen (vgl. Cummins et al. 1988, S.408). In einer anderen Studie konnten schließlich De Corte & Verschaffel (1985, S.12) beobachten, dass sich einzelne Fehler in den von ihnen geführten Interviews auf Mängel im semantischen Wissen zurückführen lassen. Diese Mängel können dazu führen, dass die mentale Repräsentation der Textaufgabe nicht angemessen ist (vgl. De Corte & Verschaffel 1985, S.12).

Ausgangspunkt waren bei De Corte et al. (1985) zunächst die Beobachtungen von Riley et al. (1983) und Carpenter & Moser (1982, zitiert nach De Corte et al. 1985), dass semantische Strukturen der Textaufgaben die Schwierigkeiten verursachen (vgl. De Corte et al. 1985, S.460). Neben den konzeptuellen, mathematischen Grundlagen erachten De Corte et al. (1985) weitere Faktoren als Ursachen für die Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben. So gehen sie zum Beispiel davon aus, dass die Reihenfolge der Angabe der Zahlen in der Textaufgabe für den Lösungserfolg entscheidend sein kann (vgl. ebd., S.461). Auch gehen sie davon aus, dass Umformulierungen, welche die Beziehungen zwischen den Mengen der Textaufgabe stärker betonen, ebenfalls zu besseren Lösungen führen (vgl. ebd., S.461). Dies deutet an, dass auch die Sprache und das Verstehen des Textes als für den Lösungserfolg relevant erachtet werden.

In ihrer Studie zur Wirkung von Umformulierungen stützen sich De Corte et al. (1985, S.462) auf das von De Corte & Verschaffel (1985) entwickelte Modell des kompetenten Problemlösers. Auf der ersten Stufe wird eine mentale Repräsentation der Textaufgabe in Interaktion von top-down- und bottom-up-Prozessen aufgebaut

[74] „In Ansätzen“ bedeutet, dass die Kinder die Strategien noch nicht mit absoluter Sicherheit beherrschen, sie aber bereits zur Lösung der Aufgaben anwenden konnten; eine Beschreibung findet sich bei Hudson (1983, S.89).

[75] De Corte, E., Verschaffel, L., & De Win, L. (1985). Influence of Rewording Verbal Problems on Children's Problem Representations and Solutions. *Journal of Educational Psychology, 77*(4), 460 - 470.

(vgl. De Corte et al. 1985, S.462). Bei Kindern (vor allem bei jüngeren Kindern) ist zu erwarten, dass ihnen die typischen Formulierungen in Schulbuch-Textaufgaben noch unvertraut sind und somit die erste Phase im Lösen dieser Aufgaben vorrangig durch bottom-up-Prozesse geleitet wird (vgl. ebd., S.463). Aus diesem Grund kann angenommen werden, dass Umformulierungen gerade dieser Gruppe helfen (vgl. ebd., S.463). Daher wurden Erst- und Zweitklässlern zwei Serien mit Textaufgaben gegeben, wobei eine Serie aus Textaufgaben, die in klassischer Weise formuliert waren, zusammengesetzt war, während die andere Serie aus umformulierten Textaufgaben bestand (vgl. ebd., S.463). Es zeigte sich, dass von den Probanden 90 Kinder eine größere Zahl an Aufgaben in der Serie der umformulierten Aufgaben richtig lösen konnten, 65 Kinder in beiden Serien vergleichbar gut waren und nur 18 Kinder die Aufgabenserie der klassischen Textaufgaben erfolgreicher bearbeiten konnten (vgl. ebd., S.464).

Während Cummins et al. (1988) die Ergebnisse von De Corte et al. (1985) allein für die linguistisch-semantische Erklärungshypothese deuten, sehen De Corte et al. (1985, S.468) nicht zwingend eine Abweichung von den Annahmen anderer Forscher, die eher der logisch-mathematischen Erklärungshypothese zuzuordnen sind. Ihre Ergebnisse lassen sich auch mit den Annahmen dieser Richtung erklären:

> „Young and inexperienced problem solvers have difficulties in understanding word problems that are stated in the usual condensed and sometimes even ambiguous form, probably because they have not yet sufficiently mastered the semantic processing underlying the problems. Therefore, they cannot, to the same extent as experienced problem solvers, apply top-down, conceptually driven semantic processing of the verbal text but are committed largely to bottom-up or text-driven processing to build up a representation of the problem. Rewording problems by making the semantic relations more explicit compensates for the less developed semantic schemata and facilitates appropriate bottom-up processing.“ (De Corte et al. 1985, S.469)

Ebenso ist aber auch eine Erklärung mit Schwierigkeiten im Textverstehen denkbar: Nach dem Modell von Kintsch & Greeno (1985, hier zitiert nach De Corte et al. 1985, S.469) wird eine Textbasis sowie ein Problemmodell aufgebaut. Sollten Textaufgaben, gegeben in der üblichen Formulierung, bearbeitet werden, können Kinder eventuell scheitern, weil sie Schwierigkeiten haben, aufgrund des Textes ein passendes Situationsmodell aufzubauen oder eine gute Textbasis zu konstruieren. Anders ist dies bei umformulierten Aufgaben:

> „The present model implies that modifications in the usual problem text (e.g. adding or changing words, expressions, or a sentence) give rise to a different text base. More specifically, our rewordings, which consist mainly in rendering the semantic relations between the sets in the problem statement more explicit, will result in a more elaborated text base. As a consequence, the construction of an appropriate mental representation of the problem situation starting from this more elaborated text base is facilitated.“ (De Corte et al. 1985, S.469)

Davis-Dorsey et al. (1991[76]) gehen ebenfalls davon aus, dass sprachliche Faktoren für den Lösungserfolg bei Textaufgaben entscheidend sind. Ihr Experiment diente vorrangig der Prüfung, ob Umformulieren und Einbringen von persönlichen Daten in Textaufgaben eine positive Wirkung auf das Lösen dieser Aufgaben haben (vgl. Davis-Dorsey et al. 1991, S.61), die Ergebnisse lassen sich aber auch als Argument für die linguistisch-semantische Entwicklungshypothese anführen.

Sie vermuteten, dass Kinder, die noch wenig Erfahrungen im Lösen von Textaufgaben haben oder nur über geringe mathematische Fertigkeiten verfügen, sowohl von Umformulierungen als auch von einem stärkeren persönlichen Bezug in Textaufgaben profitieren, während Kinder, die bereits erfahrener im Lösen von Textaufgaben sind, davon weniger profitieren, allenfalls noch von einem persönlichen Bezug (vgl. ebd., S.62). Um dies zu prüfen, nahmen Kinder des zweiten und des fünften Schuljahres an der Studie teil (vgl. ebd., S.62).

Zur Überprüfung dieser Annahme wurden zu vier Aufgabentypen jeweils eine Standardaufgabe, eine umformulierte, eine mit persönlichen Angaben sowie eine umformulierte und mit persönlichen Angaben versehene Aufgabe ausgewählt bzw. verfasst und den Kindern zur Bearbeitung vorgelegt (vgl. ebd., S.62). Die Ergebnisse fielen wie erwartet aus: Bei den Zweitklässlern führte die Kombination von Umformulierung und Verwendung persönlicher Daten zu besseren Lösungen, bei den Fünftklässlern dagegen erhöhte nur die Herstellung eines persönlichen Bezugs zu den Aufgaben den Lösungserfolg (vgl. ebd., S.66).

Dass Fünftklässler von der Umformulierung nicht profitierten, erklären Davis-Dorsey et al. (1991, S.67) damit, dass diese Kinder bereits vertraut mit Standardformulierungen sind und demnach gut das passende Schema entdecken, Umformulierungen daher durch Verdecken des Standardproblems diese Möglichkeit nehmen. Dennoch lassen die Ergebnisse des Experiments den Schluss zu, dass die Sprache einen wichtigen Faktor für das Lösen von Textaufgaben darstellt. Andernfalls hätten diese Veränderungen der Aufgaben keinen positiven Effekt gezeigt.

Cummins et al. (1988) sehen die Ergebnisse von De Corte et al. (1985), Carpenter et al. (1980) und Hudson (1983) als Indiz für die Bedeutung des Sprachverstehens in

[76] Davis-Dorsey, J., Ross, S. M., & Morrison, G. R. (1991). The Role of Rewording and Context Personalization in the Solving of Mathematical Word Problem. *Journal of Educational Psychology, 83*(1), 61 - 68.

Textaufgaben.[77] Besonders die Beobachtung des unterschiedlichen Lösungsverhaltens bei Textaufgaben und entsprechenden Rechenaufgaben ist ein Hinweis:

> „This discrepancy in performance on verbal and numeric format problems strongly suggests that factors other than mathematical skill contribute to problem solving success.“ (Cummins et al. 1988, S.406).

Damit stellen Cummins et al. (1988) heraus, dass die empirischen Ergebnisse dieser Studien für die linguistisch-semantische Erklärungshypothese sprechen und im Widerspruch zur logisch-mathematischen Erklärungshypothese stehen:

> „Empirical results such as these are damaging to the logico-mathematical explanation of solution difficulties. If children fail to solve certain problems because they do not possess the conceptual knowledge required to solve them, one would not expect minor wording changes to improve solution performance. (…) Instead, these results are entirely consistent with the linguistic development view of problem solving development, since they suggest that children find certain problems difficult because they cannot interpret key words and phrases in the problem text.“ (Cummins et al. 1988, S.408).

Mit ihren eigenen Ergebnissen liefern auch Cummins et al. (1988) Hinweise, die für die Annahme der linguistisch-semantischen Erklärungshypothese sprechen. Ziel ihrer Experimente war zu bestimmen, wie Kinder sprachliche Formulierungen missverstehen (vgl. Cummins et al. 1988, S.408). In ihren Experimenten ließen sie zum einen Kinder des ersten Schuljahres entweder vor oder nach der Lösung einer Textaufgabe sowie der Lösung einer passenden numerischen Aufgabe die Textaufgabe mündlich wiedergeben und verglichen diese Nacherzählungen mit den Lösungen (vgl. ebd., S.409). Zum anderen verwendeten sie eine Computersimulation, bei welcher mathematisches oder linguistisches Wissen verändert wurde, ließen diese ebenfalls die Textaufgaben lösen und verglichen die Fehler der Simulation mit denen der Kinder (vgl. ebd., S.409; siehe auch Kintsch 1998, S.339).

Die Wiedergaben der Textaufgaben dienten in diesem Experiment dem Nachweis, dass Kinder richtige Lösungen zu falsch verstandenen Textaufgaben anfertigen (vgl. Cummins et al. 1988, S.409[78]). Aus diesen Ergebnissen kann dann abgelesen werden, wie Kinder Textaufgaben verstehen und was sie falsch bzw. missverstanden haben.

Im Rahmen ihrer Experimente konnten Cummins et al. (1988) sechs verschiedene Klassen an Nacherzählungen (strukturkonform, strukturverletzend, Nonsens, mit zweimaligem Bezug zur Gesamtmenge, mit einer Frage nach einer nicht explizit gegebenen Menge, Sonstige, vgl. Cummins et al. 1988, S.414-416) sowie verschiedene Fehlertypen (Anwendung einer richtigen oder einer falschen Operation, Angabe einer

[77] Dass Cummins et al. (1988) das Textverstehen (sprachliche Faktoren) im Lösungsprozess als wichtiger erachten, wurde auch in Velten (2010, S.875) angegeben.
[78] Voß (2009, S.17) fasst dies ähnlich zusammen: Fehler sind „richtige Antworten zu missverstandenen Geschichten.“

Zahl aus der Aufgabe als Lösung, arithmetischer Fehler und nicht klassifizierbare Fehler, vgl. ebd., S.417) beobachten. Ferner konnten sie Zusammenhänge zwischen Fehler- und Nacherzählungstypen beobachten (siehe ebd., S.417-419).

Mithilfe einer Computersimulation sollte überprüft werden, was den Kindern Schwierigkeiten bereite – die mathematisch-konzeptuellen Schemata, welche den Textaufgaben zugrunde liegen, oder die sprachlichen Anforderungen (vgl. ebd., S.419). Die Computersimulation verfügte über mathematisches und zwei Arten von linguistischem Wissen (Wissen über Texte und Kenntnis von Bedeutungen einzelner Wörter), welche abwechselnd manipuliert wurden, so dass sie unter vier Versuchsbedingungen (sämtliches Wissen vorhanden, Mängel im mathematischen Wissen, Mängel in einem der beiden linguistischen Wissensarten) die Textaufgaben lösen sollte (vgl. ebd., S.419). Diese Computersimulation versteht und löst Textaufgaben ähnlich wie Menschen: Sie benötigt sowohl mathematisches als auch sprachliches Wissen, bildet ein Situations- und ein Problemmodell (vgl. ebd., S.419). Ohne Veränderungen des Wissens, ohne fehlerhaftes Wissen kann diese Simulation alle Aufgaben fehlerfrei lösen (vgl. ebd., S.421).

Bei Manipulation des Wissens der Simulation ließen sich folgende Lösungsübereinstimmungen beobachten: Eine Modifikation des mathematisch-logischen, konzeptuellen Wissens, die Veränderung der Verfügbarkeit mathematischer Problemschemata führte dazu, dass die Computersimulation vier Aufgabentypen mit den gleichen Fehlern wie die Kinder löste (vgl. ebd., S.421). Eine zweite Modifikation betraf eine der beiden linguistischen Wissensarten, in diesem Fall das Verständnis von Geschichten:

> „To test the contribution of story-comprehension components, we removed the schemata that correspond to Combine, Change, and Compare problems and restored its decontextualized conceptual knowledge. (…) This means that the simulation could not understand whole story situations, but instead could only search for key words and the like in order to trigger its conceptual knowledge concerning part-whole relations.“ (ebd., S.422f.)

Dies führte dazu, dass die Simulation bei sieben Aufgabentypen die gleichen Fehler produzierte wie die Kinder (vgl. ebd., S.423). Als dritte Modifikation wurden Veränderungen im linguistischen Wissen vorgenommen. Einige Wort- bzw. Phrasenbedeutungen wurden verändert, so dass die Computersimulation diesen Begriffen falsche Bedeutungen zuwies, wodurch der Begriff „some“ nicht mehr als Angabe einer Menge verstanden, sondern als Adjektiv wurde, „have-more-than“ lediglich als „have“ interpretiert wurde und „altogether“ dagegen als „each“ (vgl. ebd., S.424f.). Unter dieser Bedingung zeigte die Simulation bei 15 Aufgaben die gleichen Fehler wie die Kinder (vgl. ebd., S.425).

Diese Beobachtungen sprechen für die linguistisch-semantische Erklärungshypothese, liegen doch die meisten Übereinstimmungen in den Fehlern vor, wenn das Sprachverständnis der Simulation gestört ist. Mängel in den sprachlichen Prozessen führen demnach häufiger zu vergleichbaren Fehlern als Mängel im logisch-mathematischen, konzeptuellen Wissen (vgl. Cummins et al. 1988, S.426f.).

Das zweite Experiment von Cummins et al. (1988) liefert ebenfalls Ergebnisse, die für die linguistisch-semantische Erklärungshypothese sprechen. In diesem wurden zu vier Aufgabentypen aus der Studie von Riley et al. (1983) jeweils fünf längere Textaufgaben verfasst und als Material verwendet (vgl. Cummins et al. 1988, S.428). Diese mussten wiederum von den Kindern entweder erst wiedergegeben und dann gelöst oder erst gelöst und dann wiedergegeben werden, außerdem mussten zu einigen Aufgaben Fragen von den Kindern selbst formuliert werden (vgl. ebd., S.428).

Wie bereits im ersten Experiment wurden die Aufgaben wiederum von der Computersimulation gelöst „under conditions of full knowledge, deficient conceptual knowledge, deficient story situation knowledge, and deficient linguistic knowledge.“ (ebd., S.432f.) Trotz Problemen bei drei Aufgabentypen zeigten sich auch in diesem Experiment die meisten Übereinstimmungen in den Fehlern von Kindern und der Simulation, wenn linguistisches Wissen manipuliert und fehlerhaft war, die geringste Zahl an Fehlerübereinstimmung dagegen bei mangelhaftem mathematisch-konzeptuellen Wissen (vgl. ebd., S.433/435). Cummins et al. (1988) erklären das Phänomen der Simulation, drei Aufgabentypen nicht lösen zu können, damit:

> „The three that it could not handle proved troublesome because they required verbal inferences in order to comprehend them.“ (ebd., S.433)

In der Begründung des Scheiterns des Programms wird deutlich, dass ein tieferes Verstehen, eine angemessene Textverarbeitung, die auch Inferenzbildung einschließt, zum erfolgreichen Lösen von Textaufgaben – insbesondere von längeren – erforderlich ist. So halten Cummins et al. (1988) fest:

> „Experiment 2 demonstrated the importance of situational understanding to solution success.“ (ebd., S.437)

Insgesamt weisen demnach beide Experimente darauf hin, dass häufiger sprachliche und seltener mathematische Anforderungen die Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben auslösen[79]:

> „The results reported here suggest that text comprehension factors figure heavily in word problem difficulty. (…) Comprehension (…) appeared to be influenced by the nature of the language used in the problem text.“ (ebd., S.435)

[79] Dieses Beobachtung von Cummins et al. (1988) wird in Velten (2010, S.875) beschrieben.

Wie Kintsch (1998, S.345) betonen auch Cummins et al. (1988), dass nicht sprachliche Faktoren allein ausreichen, um Textaufgaben richtig lösen zu können:

> „Linguistic and resource factors, however, are not the whole story. How well children perform on word problem depends, of course, on their formal knowledge of the rules and operations in the problem domain and on their level of conceptual development." (Cummins et al. 1988, S.436)

Dennoch steht zunächst im Vordergrund, den Text der Aufgabe zu verstehen. Auch das Verständnis der Situation ist entscheidend, wie Cummins et al. (1988, S.437) und Kintsch & Greeno (1985) annehmen[80]. Im Gegensatz zu Riley et al. (1983) sieht daher das Modell von Kintsch & Greeno (1985) den Schritt des Textverstehens „im parallelen Aufbau einer *dualen* Problempräsentation, bestehend aus einer propositionalen *Textbasis* (die das Textverständnis des Textes 'als Text' abbildet) und einem *logisch-mathematischen Problemmodell*." (Reusser 1997, S.149 – Hervorhebungen im Original). Kintsch & Greeno (1985) vertreten insofern die gleiche Haltung wie Riley et al. (1983), wenn sie die Schwierigkeit der Textaufgaben in den zugrunde liegenden Wissensstrukturen sehen, über welche Schülerinnen und Schüler verfügen müssen, um die Aufgaben entsprechend lösen zu können (vgl. Kintsch & Greeno 1985, S.122). Aufgrund der Verbindung von Riley et al.'s Modell mit dem Textverstehensmodell von van Dijk und Kintsch wird deutlich, dass sie aber auch die Sprachkomponente als wichtig erachten. Zugleich schätzen sie aber weitere Faktoren als Ursache für Schwierigkeiten ein: „(…) differences in processing load appear to play a role as well. As the size of chunks that must be maintained in the short-term buffer increases, solution probabilities generally decrease." (Kintsch & Greeno 1985, S.122) Die Länge der Aufgabe – oder auch die Länge der zu verarbeitenden Informationseinheiten – hat demzufolge Auswirkungen auf die Lösungswahrscheinlichkeit. Je mehr Informationen verarbeitet werden müssen, umso mehr besteht die Möglichkeit, Fehler zu machen. Dass allerdings Fehler oder Probleme beim Abruf von bereits verarbeiteten Informationen aus dem Langzeitgedächtnis auftreten, konnten Kintsch & Greeno (1985) nicht beobachten. Sie führen dies allerdings auch auf die Kürze der üblichen Textaufgaben zurück, welche dazu führt, dass die Zeiten zwischen Verarbeitung einer Information und notwendigem Abruf dieser aus dem Langzeitgedächtnis nicht allzu lang sind, als dass sie sich auswirken könnten (vgl. ebd., S.122).

Stern & Lehrndofer (1992) gehen ebenfalls davon aus, dass nicht allein mathematische Faktoren für die Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben verantwortlich

[80] Dies entspricht auch Kintschs (1998, S.346) Auffassung, der den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells als für den Lösungserfolg entscheidend erachtet (vgl. auch Velten 2010, S.875; Velten 2011, S.855)

sind. Da Vergleichsaufgaben besonders schwierig zu sein scheinen – dies zeigten bereits andere Studien wie zum Beispiel Riley et al. (1983) (vgl. Stern & Lehrndorfer 1992, S.259) –, wählten Stern & Lehrndorfer (1992) diesen Aufgabentypus als Testmaterial. Aufgrund der Beobachtungen aus den oben genannten Studien nehmen Stern & Lehrndorfer (1992) ebenfalls an, dass Sprach- und Textverstehen die Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben auslösen (vgl. ebd., S.260).

Üblicherweise wird von der logisch-mathematischen Erklärungshypothese die Beobachtung, dass Vergleichsaufgaben mit unbekannter Differenzmenge schwieriger als andere zu sein scheinen, mit der Nichtverfügbarkeit, dem Nicht-Verstehen des Teil-Ganze-Schemas erklärt (vgl. Stern & Lehrndorfer 1992, S.261). Stern & Lehrndorfer (1992) sehen dagegen im Verstehen bzw. Nicht-Verstehen der Situation die Quelle für Schwierigkeiten mit Textaufgaben:

> „(…) situational understanding has the function of bridging the gap between language understanding and mathematical problem solving knowledge. To find out the adequate mathematical equation, one has to understand the situation described in the problem in order to reduce it to its gist.“ (ebd., S.261)

Dies ist auch eine Schlussfolgerung, welche Reusser (1997, S.142f.) aus Studien aus den 1970er/1980er Jahren, die die Wirkung sprachlicher Faktoren auf das Textaufgabenlösen untersuchten, zieht:

> „Was jedoch aus diesen frühen Untersuchungen bereits deutlich hervorgeht, ist, daß es nicht allein logisch-mathematische Faktoren sind, denen die Schwierigkeit von Textaufgaben zugeschrieben werden kann, und daß insbesondere dem einer richtigen oder falschen Lösung vorangehenden, sprachlich vermittelten Situations- und Problemverständnis eine wichtige Rolle zukommt.“ (Reusser 1997, S.143)

Diese Annahme unterstützt auch Reusser (1997):

> „Eine Theorie des Verstehens mathematischer Textaufgaben, welche nicht auf der Annahme kurz-schlüssiger, signalwortinduzierter Mathematisierung beruht, erfordert vor dem Abruf arithmetischer und algebraischer Operationen die Konstruktion einer zwischen Problemtext und mathematischer Verknüpfungsstruktur liegenden kognitiven *Repräsentation des Aufgabeninhaltes*.“ (ebd., S.144 – Hervorhebungen im Original)

Letztere Repräsentation beinhaltet auch das Verständnis der Situation. Die Annahme, dass das Verständnis der Situation im Lösungsprozess von Textaufgaben von Bedeutung ist, nutzen Stern & Lehrndorfer (1992, S.262) auch, um Ergebnisse der Studien, in welchen umformulierte Textaufgaben eingesetzt wurden, zu erklären: Durch die sprachlichen Änderungen wurde auch das Verstehen der Situation erleichtert, da zum Beispiel eine bildhafte Vorstellung der Situation ermöglicht wurde (als Beispiel geben Stern & Lehrndorfer (1992) Hudsons Aufgaben an).

Um ihre Annahme – dass das Verstehen der Situation einer Textaufgabe entscheidend ist – zu testen, wollten Stern & Lehrndorfer (1992) keine sprachlichen Formulierungen ändern, sondern betteten Vergleichsaufgaben in eine kurze Kontextgeschichte ein (vgl. Stern & Lehrndorfer 1992, S.262). Da der qualitative Vergleich selbst Erstklässlern bekannt sein sollte, wurden den quantitativen Vergleichsaufgaben Geschichten mit qualitativem Vergleich zwischen den beiden Hauptaktanten der Textaufgabe vorangestellt (vgl. ebd., S.263). Die Art der vorangestellten Geschichte unterschied sich auf dreierlei Weisen: Eine Gruppe von Kindern des ersten Schuljahres erhielt eine Geschichte und Aufgabe, in denen der qualitative und der quantitative Vergleich zusammenpassen (die Figur, welche die größere Menge besitzt, ist auch im qualitativen Vergleich gegenüber der andern Figur im Vorteil; kompatibel), eine andere Gruppe erhielt dagegen eine Geschichte und eine Aufgabe, in welcher qualitativer und quantitativer Vergleich nicht zusammenpassen (die Figur, welche die größere Menge besitzt, ist der anderen Figur gegenüber qualitativ benachteiligt; inkompatibel), und eine dritte Gruppe, die als Kontrollgruppe galt, bekam eine Geschichte, in der kein Vergleich angedeutet wird (vgl. ebd., S.264). Es zeigte sich, dass die Gruppe, welche den kompatiblen Text erhalten hat, bessere Lösungen zeigte als die anderen beiden Gruppen (vgl. ebd., S.264). Dies deutet darauf hin, dass die Einbettung von Vergleichsaufgaben in Kontextgeschichten, die das situationale Verständnis fördern, sich positiv auf die Lösungschance auswirkt, was bedeutet, dass das Verstehen der Situation einen wichtigen Faktor beim Lösen von Textaufgaben darstellt (vgl. ebd., S.266). Zugleich erklären Stern & Lehrndorfer (1992, S.266), dass damit nicht die Verwendung von abstrakter Sprache Fehler- und Schwierigkeitsursachen beim Lösen von Textaufgaben darstellt. Auch schließen Stern & Lehrndorfer (1992) eine Erklärung ihrer Ergebnisse mithilfe der Annahmen der logisch-mathematischen Erklärungshypothese nicht aus: Durch das Verstehen der Situation, des qualitativen Vergleichs wird Wissen über den quantitativen Vergleich aktiviert (vgl. Stern & Lehrndorfer 1992, S.267).

Stern (1993) verfolgt mit ihren Experimenten ebenfalls das Ziel, mögliche Ursachen für Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben zu untersuchen. Sie konzentriert sich auf folgende Schwerpunkte: Erstens möchte Stern (1993, S.9) die so genannte „consistency hypothesis“ überprüfen. Verschaffel et al. (1992, zitiert nach Stern 1993, S.10) haben drei Faktoren herausgestellt, die im Sinne dieser Hypothese für die Schwierigkeit von Textaufgaben verantwortlich sein können. Alle drei Faktoren beinhalten auch eine sprachliche Komponente, wie unten deutlich wird. Diese Faktoren möchte Stern (1993) untersuchen. Einer der Faktoren ist die Verwendung von Personalpronomen, die – wie sich in der von Stern genannten Studie zeigte – bei komplexen Texten zu Schwierigkeiten führten (vgl. Stern 1993, S.10). Personalpronomen stellen demnach eine mögliche Schwierigkeit im Verstehen von Textaufgaben dar.

Einen weiteren Faktor stellt die Verwendung von Schlüsselwörtern dar. So bietet sich die fehlerhafte Strategie an, den Text lediglich nach bestimmten Ausdrücken abzusuchen, die auf eine mathematische Operation hinweisen, ohne dass der Text während dieses Prozesses verstanden wird (vgl. ebd., S.10). Sich auf diese Strategie zu verlassen, kann in einigen Fällen zum Erfolg führen, in anderen Fällen dagegen nicht. Bei Vergleichsaufgaben mit unbekannter Vergleichsmenge lassen sich die Wörter „mehr“ und „weniger“ gut und richtig im Sinne von „addiere“ und „subtrahiere“ deuten – Sprache und Mathematik sind demnach „kongruent“ –, bei Vergleichsaufgaben mit unbekannter Referenzmenge ist diese Deutung hingegen falsch (vgl. ebd., S.10). Ob die Ursache für die Schwierigkeiten gerade beim Lösen von Vergleichsaufgaben mit unbekannter Referenzmenge in der Verwendung von Schlüsselwörtern liegt, ist ein weiteres Untersuchungsziel von Stern (1993, S.10).

Als dritter Faktor, der möglicherweise Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben verursacht, wird das Wissen über die Äquivalenz verschiedener Aussagen zu quantitativen Vergleichen genannt (vgl. ebd., S.11). Die Beziehung zwischen zwei Mengen unterschiedlicher Größe kann auf verschiedene Weise sprachlich beschrieben werden. Ein Satz kann lauten „x hat n Elemente mehr als y“ oder „y hat n Elemente weniger als x“, beide Formulierungen beschreiben dieselbe Beziehung zwischen den Mengen. Dieses Wissen liegt bei Kenntnis des Teil-Ganze-Schemas vor und ist eine Voraussetzung zur erfolgreichen Bearbeitung von Vergleichsaufgaben (vgl. ebd., S.11). Ob Kinder dies allerdings bereits erfassen können und derartige Sätze ohne Schwierigkeiten entsprechend umändern können, ist unsicher. Stern (1993, S.11) möchte daher untersuchen, ob Kinder über das Wissen über diese in der sprachlichen Formulierung verschiedenen Aussagen über die gleiche Mengenbeziehung verfügen und welche Auswirkung dieses Wissen auf das Lösen von Vergleichsaufgaben mit unbekannter Referenzmenge hat.

Drei Experimente zur Untersuchung der Wirkung von Personalpronomen in Vergleichsaufgaben zeigten, dass diese vermutlich nicht die Ursache für Schwierigkeiten beim Lösen dieser Textaufgaben sind. Im ersten Experiment wurden Kindergartenkindern Textaufgaben vorgelesen, in welchen statt Personalpronomen die Namen der Hauptfiguren wiederholt wurden (vgl. ebd., S.11). Allerdings profitieren die Kinder davon nicht:

> „However, the low solution rates for unknown compare set problems and the high rates of given-number errors in all problem types indicate that only a small proportion of the children were able to understand quantitative relational statements with *more* or *fewer* at all, and thus repeating the name rather than using a pronoun probably would not have had an effect for such young children.“ (ebd., S.12; Hervorhebungen im Original)

Um auszuschließen, dass möglicherweise das Alter für dieses Ergebnis verantwortlich ist, wurden in einem zweiten Experiment Erstklässler mit den gleichen Aufgaben[81] getestet (vgl. ebd., S.12). Zwar zeigte sich bei den Erstklässlern, dass Vergleichsaufgaben mit unbekannter Vergleichsmenge signifikant besser gelöst wurden als Vergleichsaufgaben mit unbekannter Referenzmenge, zwischen der Verwendung von Pronomen bzw. der Wiederholung der Personennamen zeigte sich allerdings kein signifikanter Effekt hinsichtlich der Lösung (s. ebd., S.13).

Das dritte Experiment – wiederum mit Erstklässlern – diente vor allem der Überprüfung, ob eventuell die Wiederholung von Personennamen zu künstlich sei und sich daher kein positiver Effekt einstelle (vgl. ebd., S.14). Aber auch ein Einsatz entsprechender Textaufgaben (s. ebd., S.14) zeigte keine positive Wirkung für die Vermeidung von Personalpronomina:

> „Overall, the data fail to show that use of pronouns in the second sentence is a source of children’s difficulty with unknown reference set problems.“ (ebd., S.15)

Die Frage, ob Kinder vielleicht wegen der Anwendung einer Schlüsselwortstrategie Vergleichsaufgaben mit unbekannter Vergleichsmenge besser lösen können als Vergleichsaufgaben mit unbekannter Referenzmenge, überprüft Stern (1993, S.16) mittels der Methode Nacherzählen („retell“). Sollten Kinder Schlüsselwortstrategien anwenden, lösen sie die Aufgaben ohne Verstehen der Aufgabe, was sich in ihrer Nacherzählung der Aufgabe widerspiegeln müsste (vgl. ebd., S.16). Stern (1993, S.16) erwartet, dass die Nacherzählungen zu beiden Vergleichsaufgabentypen ähnlich sind, wenn Kinder die Aufgaben mit Schlüsselwortstrategien lösen. Getestet wurden Erstklässler, die jeweils vier Textaufgaben dieser beiden Aufgabentypen erst nacherzählen und dann lösen sollten (vgl. ebd., S.16). Es zeigte sich, dass eine enge Beziehung zwischen Nacherzählung und Lösung bestand (vgl. ebd., S.17). Allerdings konnten die teilnehmenden Kinder die Vergleichsaufgaben mit unbekannter Vergleichsmenge richtig nacherzählen, was als Indiz dafür gewertet werden kann, dass sie sich nicht an Schlüsselwörtern orientieren (vgl. ebd., S.17).

Experiment 5 diente der Untersuchung, ob Kinder verstehen, dass die Beziehung zwischen zwei Mengen auf unterschiedliche Weise sprachlich zum Ausdruck gebracht werden kann. Stern (1993, S.17) zufolge ist dieses Wissen von der Symmetrie des Vergleichens notwendig, um Vergleichsaufgaben mit unbekannter Referenzmenge in den leichteren Aufgabentypus Vergleichsaufgabe mit unbekannter Vergleichsmenge

[81] Es wurden lediglich andere Zahlen verwendet (siehe Stern 1993, S.12).

zu überführen. Erstklässlern wurden daher Aufgaben dieser Form gestellt (zur Beschreibung der Aufgaben: vgl. Stern 1993, S.18): Den Kindern wurden Bilder mit zwei unterschiedlich großen Mengen an Tieren gezeigt. In der kleinen Geschichte zu diesen Bildern vergleichen zwei Personen die beiden Mengen. Beide machen eine Aussage über die Beziehung zwischen den Mengen, die entweder beide wahr, beide falsch oder eine wahr und eine falsch sind. Die Kinder sollten anschließend entscheiden, ob und wenn ja welche Aussagen wahr sind.

Im Versuch zeigten sich die folgenden Ergebnisse (vgl. ebd., S.19): Die Kinder trafen vor allem dann eine falsche Entscheidung, wenn beide Aussagen über die zu vergleichenden Mengen wahr waren. Daraus schließt Stern (1993):

> „(…) that although the majority of the children could understand each statement of the form “*x* has *n* more objects than *y*” and “*y* has *n* objects fewer than *x*,” they did not realize that these statements described the same event.“ (ebd., S.19)

In einem weiteren Experiment konnte sie dieses Ergebnis sichern. Auch hier zeigte sich, dass sich die Schwierigkeiten bei Vergleichsaufgaben mit unbekannter Referenzmenge auf das Nicht-Verstehen der unterschiedlichen Ausdrucksweisen des Vergleichs zurückführen lassen. Stern (1993) hält fest:

> „The results of Experiment 6 indicate that compare problems with an unknown reference set are difficult because children do not possess knowledge about the symmetry of comparison. (…) they did not seem to understand that the quantitative difference between the same sets could be expressed in parallel ways with *both* the terms *more* and *fewer*.“ (ebd., S.21, Hervorhebungen im Original)

Dies erschwert die Lösung von Vergleichsaufgaben mit unbekannter Referenzmenge.

Staub & Reusser (1995) stehen ebenfalls auf der Seite derjenigen, welche in der Sprache und im Textverstehen die Ursache für die Schwierigkeiten mit Textaufgaben sehen. Annahmen, dass allein Faktoren auf der Oberflächenstruktur für Schwierigkeiten bei der Bearbeitung von Textaufgaben verantwortlich sind oder dass der Text sofort in eine mathematische Gleichung umgesetzt wird (ohne zuvor ein Situationsmodell aufzubauen), werden von Staub & Reusser (1995, S.286-288) als unzureichend und das Situationsverständnis ausklammernd kritisiert. Staub & Reusser (1995) sehen vor allem in der Präsentationsform der Aufgaben die Schwierigkeitsursache:

> „(…) we argue that the linguistically cued representation of the situation denoted in a text must be viewed as a crucial step for the successful understanding and solving of word problems.“ (Staub & Reusser 1995, S.285)

Dabei sehen sie allerdings nicht allein die sprachliche Ebene als Schwierigkeiten bereitende Quelle an. So führen sie eine Studie zur Wirkung von umformulierten Aufgaben von Staub & Reusser (1992, zitiert nach Staub & Reusser 1995) an, welche im Vergleich zu den oben genannten Studien zu Umformulierungen gegenteilige Ergebnisse aufwies (vgl. Staub & Reusser 1995, S.290f.). Sprache allein kann demzufolge nicht die Ursache sein. Vielmehr gehen Staub & Reusser (1995) davon aus, „that students would be better helped by focusing attention on characteristics of the episodic situation and problem structure and on how they are presented in the text, rather than on matching linguistic cues or keywords to formal mathematical structures. (…) that the situational structures to be mathematized are a central source of problem difficulty.“ (ebd., S.285)

Der Theorie von Staub & Reusser (1995), welche sie zur Erklärung des Textaufgabenlösens nutzen, liegt auch das Modell von Reusser (1989/1995) zugrunde. Im Rahmen dieses Modells SPS wird die bedeutende Phase im Aufbau eines mentalen Modells (episodischen Situationsmodells) und der Reduktion dieses Modells auf ein mathematisches Modell gesehen (vgl. Staub & Reusser 1995, S.295).

Mithilfe der Simulation von Reusser sowie der Berücksichtigung der Präsentationsstruktur von Textaufgaben lassen sich die Effekte der Textmodifikationen (Umformulierungen) anders als oben erklären: Hudsons (1983) Ergebnisse führen Staub & Reusser (1995) nicht allein auf linguistische Unterschiede in den Aufgaben zurück, sondern stellen heraus, dass durch die Formulierungsänderung zwar keine Änderung des mathematischen Modells, wohl aber des Situationsmodells vorgenommen wurde (vgl. ebd., S.298). Somit entscheidet nach dieser Theorie das Situationsverständnis über Erfolg oder Misserfolg beim Lösen von Textaufgaben.

Dass Text- und Situationsverständnis für das Lösen von Textaufgaben ausschlaggebend sind, sehen auch Nathan et al. (1992[82]). Sie gehen in ihrer Untersuchung daher von der Annahme aus:

> „To comprehend a problem, the student must make a correspondence between the formal equations and the student's own informal understanding of the situation described in the problem.“ (Nathan et al. 1992, S.330)

Kritische Stimmen zu den Studien zu Umformulierungen von Textaufgaben

Vicente et al. (2007[83], 2008[84]) lassen sich eher der Seite der logisch-mathematischen Erklärungshypothese als der linguistisch-semantischen Erklärungshypothese zuordnen. Sie befassen sich in ihren Arbeiten allerdings auch mit der Umformulierung von Textaufgaben. Sie kritisieren die Ergebnisse aus Studien, in welchen Textaufgaben

[82] Nathan, M. J., Kintsch, W., & Young, E. (1992). A Theory of Algebra-Word-Problem Comprehension and Its Implications for the Design of Learning Environments. *Cognition and Instruction, 9*(4), 329 – 389.

[83] Vicente, S., Orrantia, J., & Verschaffel, L. (2007). Influence of situational and conceptual rewording on word problem solving. *British Journal of Educational Psychology, 77*, 829 – 848.

[84] Vicente, S., Orrantia, J., & Verschaffel, L. (2008). Influence of situational and mathematical informationon situationally difficult word problems. *Studia Psychologica, 50*(4), 337 – 356.

textlich modifiziert wurden und aufgrund der Modifikationen erfolgreicher bearbeitet wurden: Die Ergebnisse seien zum Teil inkonsistent oder widersprüchlich zu den Ergebnissen der anderen Studien (vgl. Vicente et al. 2007, S.834). Außerdem sind die Modifikationen des Textes in den anderen Studien angeblich nicht hinreichend operationalisiert, bewirken ferner teilweise auch eine Modifikation der mathematischen Struktur und werden nicht präzise genug zur Standardversion in Beziehung gesetzt (vgl. Vicente et al. 2008, S.338f.).

Argumente für ihre Kritik sehen Vicente et al. (2008, S.341) in den Studien von Moreau & Coquin-Viennot (2003, zitiert nach Vicente et al. 2008) und Coquin-Viennot & Moreau (2007, zitiert nach Vicente et al. 2008), welche ebenfalls Modifikationen des Aufgabentextes durch Ergänzung von Informationen zur Situation vornahmen, aber keine positiven Effekte dieser Änderungen auf den Lösungserfolg nachweisen konnten.[85] Ferner führten Vicente et al. (2007) selbst eine Studie mit modifizierten Textaufgaben durch. Ihre Untersuchung unterscheidet sich von den anderen Untersuchungen in mehreren Punkten (vgl. Vicente et al. 2007, S.834f., zur Beschreibung der Studie): Sie stellten zwei unterschiedlichen Modifikationsarten (situationale und mathematisch-konzeptuelle Modifikationen der Aufgabe) einander gegenüber und verglichen die Lösungen dieser Aufgaben mit Lösungen von Standardaufgaben. Sie nutzten zweischrittige Aufgaben und testeten eine ältere Population (Dritt- bis Fünftklässler).

Die Modifikationen liefern verschiedene Textaufgaben, die sich wie folgt unterscheiden (vgl. Vicente et al. 2007, S.835): Grundsätzlich lassen sie sich darin unterscheiden, ob konzeptuelle Modifikationen, die eine Hervorhebung der mathematischen Struktur mit sich bringen, oder situationale Modifikationen – Veränderungen derart, dass der Aufbau eines Situationsmodells leichter fallen sollte – vorgenommen wurden. Letztere Modifikationen werden von Vicente et al. (2007, S.835) weiter unterschieden in „depicting information (features of the protagonist), intentional information and information about actions“, ferner übernehmen sie eine Differenzierung von Reusser zwischen temporalen und kausalen Informationen. Positive Wirkung erwarteten Vicente et al. (2007, S.835) von sämtlichen Modifikationen, vor allem bei schwierigen Aufgaben.

[85] Vicente et al. (2008, S.341f.) weisen darauf hin, dass sich in diesen Studien nur unter bestimmten Umständen (bei Vergleichsaufgaben, in denen die zusätzlichen Informationen mit der Situation kompatibel sind, nicht aber bei Vergleichsaufgaben mit inkompatiblen zusätzlichen Informationen oder anderen Aufgabentypen) ein positiver Effekt von Modifiaktionen zeigte, dass aber zugleich keine Kontrollgruppe im Design integriert wurde, welche typische Standardaufgaben ohne Modifikationen löste, und somit keine Aussage über die Wirkung von Modifikationen auf den Lösungserfolg gegenüber dem Lösungserfolg bei Standardaufgaben gemacht werden kann.

Nach Auswertung der Bearbeitungen der Kinder zeigte sich, dass eine positive Wirkung der situationalen Modifikationen ausblieb, lediglich die konzeptuellen Veränderungen führten zu Erleichterungen beim Lösen von Textaufgaben in allen Altersgruppen, zumindest im Fall der schwierigen Textaufgaben (vgl. ebd., S.839f.).

Dass situationale Modifikationen keine positive Wirkung hinsichtlich der besseren Lösbarkeit zeigten, sahen Vicente et al. (2007, S.840) zunächst in der Komplexität und im Umfang des Aufgabentextes begründet. Eine zweite Studie sollte diese Erklärung prüfen, weshalb die hinsichtlich der Situation veränderten Textaufgaben nur noch mit temporalen und / oder kausalen Informationen variiert wurden (vgl. ebd., S.840f.). Zusammengefasst zeigten aber auch die Ergebnisse dieser Studie keine signifikante positive Wirkung der situationalen Modifikationen hinsichtlich des Lösungserfolgs (vgl. ebd., S.843). Als Erklärung nehmen Vicente et al. (2007, S.844) an, dass die konzeptuellen Textmodifikationen eine bessere Anbindung an das und Aktivierung des konzeptuellen Wissens ermöglichen, während situationale Modifikationen vielmehr zu einer Überfrachtung des Textes führen und so einen geringeren Lösungserfolg bewirken.

Möglicherweise liegt die Ursache der geringen Wirkung der situationalen Modifikationen auch darin, dass das Situationsverstehen eigentlich keine Schwierigkeiten bereitet. Bei Textaufgaben, wo dies dagegen nicht der Fall ist, die Situation also schwieriger zu verstehen ist, könnten Modifikationen des Textes hinsichtlich der Situation hilfreich sein, was Gegenstand der Studie von Vicente et al. (2008, S.342) war. Dritt- bis Fünftklässlern wurden daher neben Standardaufgaben auch Textaufgaben vorgelegt, in denen die Handlung und Mengen in einer Reihenfolge genannt wurden, die nicht der natürlichen Reihenfolge entsprach (vgl. Vicente et al. 2008, S.343). Variiert wurden neben der Schwierigkeit der Situation auch die Schwierigkeit auf der Ebene der Mathematik sowie die Art der zusätzlichen – mathematische, situationale oder keine – Informationen (vgl. ebd., S.343).

Die Auswertung der Ergebnisse zeigte, dass sowohl die Jahrgangsstufe als auch die mathematische Fähigkeit signifikant mit der Zahl an richtigen Lösungen korreliert (vgl. ebd., S.348). Hinsichtlich der Modifikationen zeigte sich: Die Modifikationen der mathematischen Informationen führten dazu, dass derartig veränderte Aufgaben signifikant häufiger richtig gelöst wurden als die entsprechenden Standardaufgaben (vgl. ebd., S.350). Situationale Modifikationen erwiesen sich dagegen auch in dieser Studie nicht als hilfreich (vgl. ebd., S.351f.). Diese Ergebnisse lassen Vicente et al. (2007, 2008) eher für die logisch-mathematische Erklärungshypothese sprechen.

Zugleich lässt sich bei Vicente et al. (2007, 2008) Skepsis gegenüber ihren Ergebnissen wahrnehmen. Wie oben dargestellt, wurde die zweite Studie von Vicente et al. (2007) durchgeführt, weil ihnen die Textaufgaben mit situationalen Modifikationen als möglicherweise zu umfangreich und linguistisch zu komplex erschienen (vgl. Vicente et al. 2007, S.840). Diese Vermutung konnten sie nicht bestätigen, weshalb sie nach einer Erklärung der Abweichungen ihrer Ergebnisse von anderen Studien suchten. Sie ziehen unter anderem die „cognitive load theory" von Sweller (1999, zitiert nach Vicente et al. 2007) heran, stellen allerdings fest, dass diese nicht gänzlich zu ihren Ergebnissen passt:

> „However, our results concerning the effect of situationally reworded problems do not fit perfectly with Cognitive Load Theory (and also contrasts to recent results showed by Reed, 2006), because although situational rewording was not effective in our studies, it did not harm performance in some conditions through cognitive overload (as Cognitive Load Theory would predict)." (Vicente et al. 2007, S.845)

Wie oben angedeutet, sehen Vicente et al. (2007, S.845) eine mögliche Erklärung auch darin, dass in den anderen oben angeführten Studien durch die Modifikationen von Text und Situation zugleich auch eine Hervorhebung von konzeptuellen Strukturelementen vorgenommen wurde.

Trotz dieser Erklärungen und ihrer Bewertung der Ergebnisse finden sich bei Vicente et al. (2007, 2008) Aussagen, dass sie die Idee der Bedeutung des Situationsmodells und -verständnisses nicht gänzlich verneinen. So nehmen sie bspw. an, dass Kinder bei weniger verständlichen oder unvertrauten Textaufgaben durchaus von situationalen Modifikationen profitieren könnten (vgl. Vicente et al. 2007, S.845). Ferner lehnen sie Reussers Modell explizit nicht ab und nehmen an, dass entsprechende Modifikationen je nach Aufgabe positive Effekte zeigen würden:

> „Does this mean that Reusser's model (Reusser, 1985; Staub & Reusser, 1992) and the (theoretical and educational) implications that we have derived from it, are wrong? The answer is no. (…) for other word problems, where the construction of a proper episodic situational model becomes a major challenge, efforts to elaborate the problem text with situational enrichments may yield the expected positive impact." (ebd., S.846)

Weitere Ursachen für Schwierigkeiten aus mathematikdidaktischer Sicht

Textaufgaben sind laut Literatur unabhängig vom Alter eines der schwierigsten Themengebiete im Mathematikunterricht, wie in vielen Arbeiten betont wird (vgl. z. B. Schütte 1997, S.6; Bongartz & Verboom 2007, S.19; Kalmbach 1994, S.102; Kurth

1992[86], S.30; Hošpesová & Budějovice 1993[87], S.197; Burmester & Bönig 1993, S.104; Bremer & Dahlke 1980[88], S.7; Franke 2003, S.5; Radatz et al. 1996, S.149; Cummins et al. 1988, S.405; Stern 1992, S.9). Die Ursachen dafür liegen in verschiedenen Faktoren, wie oben bereits dargestellt.

Bongartz & Verboom (2007, S.19) geben z. B. an, dass der Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe zu hoch sein kann. Der Schwierigkeitsgrad kann sich hinsichtlich dreier Ebenen bestimmen lassen (vgl. ebd., S.19f.; auch Franke 2003, S.97):

- Hinsichtlich der *semantischen Struktur* kann eine Aufgabe dann zu schwierig sein, wenn der Kontext unvertraut ist.
- Auf der *sprachlich-syntaktischen* Ebene können Fremdwörter, lange oder komplexe Texte oder komplexe Sätze den Schwierigkeitsgrad erhöhen.
- Die Schwierigkeit wird auch auf der *mathematischen* Ebene erhöht. Die Aufgabe könnte unvertraute Rechenoperationen erfordern oder noch unbekannte Größen enthalten, könnte aufgrund vieler Teilschritte zu komplex sein.

Als problematisch auf Seiten der Kinder und Jugendlichen – auch auf dieser Seite können Ursachen für Schwierigkeiten liegen – erachten Bongartz & Verboom (2007, S.20f.) die mangelnde Zeit der Kinder und Jugendlichen zum Entdecken der Umwelt, Mängel in der Lesekompetenz und ein eingeschränkter Wortschatz sowie das Festhalten an eingeübten Rechenwegen und der Verzicht auf Fragen bei Unsicherheiten.

Kalmbach (1994, S.103) sieht wie Bongartz & Verboom (2007) bestimmte Merkmale von Textaufgaben als Fehler verursachend an. Mit Stahl (1972, zitiert nach Kalmbach 1994) stellt er folgende Kriterien als Schwierigkeitsfaktoren heraus:

- Einige Faktoren sind mathematischer Natur und erschweren die Aufgabe, wozu die mathematische Struktur der Aufgabe, ihre Komplexität sowie die „Art“ der gesuchten Zahl zählen (vgl. Kalmbach 1994, S.103).
- Schwierigkeiten können auch aufgrund textlicher Faktoren wie z. B. aufgrund von Fachwörtern oder der Anzahl an überflüssigen Angaben auftreten (vgl. ebd., S.103).

[86] Kurth, W. (1992). Problemlösen als Informationsverarbeitung – zum Beispiel Textaufgaben. *Mathematikunterricht, 5*, 30 – 39.
[87] Hošpesová, A., & Budějovice, Č. (1993). Difficulties With Word Problems. In K. P. Müller (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht. Vorträge auf der 27. Bundestagung für Didaktik der Mathematik vom 22. bis zum 26.3.1993 Freiburg, Schweiz* (pp. 197 – 200). Hildesheim: Verlag Franzbecker.
[88] Bremer, U., & Dahlke, E. (1980). Schwierigkeiten im Prozeß des Lösens von Sachaufgaben. In H.-J. Vollrath (Ed.), *Sachrechnen. Didaktische Materialien für die Hauptschule* (pp. 7 - 21). Stuttgart: Klett.

Kaufmann (2008, S.32) sieht eine erste Fehlerquelle ebenfalls bereits auf der Ebene des Textverständnisses. Formulierungen, Wörter und Begriffe oder Sachkontexte können Quellen für Miss- und Unverständnis für Kinder darstellen (vgl. Kaufmann 2008, S.32). Eine Folgerung nach entsprechenden Änderungen sieht sie daher allerdings nicht:

> „Allerdings sollte diese Problematik nicht eine Vereinfachung in der Aufgabenformulierung und bei den Kontexten, sondern vielmehr die ausführliche Klärung von Begriffen und Situationen zur Folge haben." (ebd., S.32)

Prinzipiell ist aber jeder Teilschritt im Modellierungsprozess fehleranfällig, weshalb Kaufmann (2008, S.32) sich für eine Förderung isolierter Teilfertigkeiten ausspricht. Winter (1980[89], S.80f.) sieht die Hauptfehlerquelle im Mathematisierungsprozess. Damit ist nicht nur der Schritt zum mathematischen Modell gemeint, sondern:

> „Komplex ist dieser Prozeß deshalb, weil er nicht nur durch lokale Faktoren (Kenntnisse über den jeweils in Rede stehenden außermathematischen Sachverhalt, Verfügbarkeit über jetzt erforderliche Rechenfertigkeiten usw.) sondern auch – und noch mehr – von mehr globalen Faktoren bestimmt ist: u.a. Fähigkeit zum sinnerfassenden (d.h. adäquate Vorstellungen bildenden) Lesens [sic!], Fähigkeiten zum nachdenkenden Beobachten und Fragen und vor allem Fähigkeit zum Erfassen der in der Sachsituation obwaltenden Gesetzmäßigkeit(en)." (Winter 1980, S.81)

Aus diesem Grund müssen all diese Fähigkeiten geübt werden, wenn Kinder und Jugendliche Textaufgaben erfolgreich lösen sollen. Dabei gibt Winter (1980) zu bedenken:

> „es führt kein Weg daran vorbei, zuerst einmal die Sachsituation zu *verstehen*, d.h. ihr ein gedankliches Modell aufzuprägen." (ebd., S.81; Hervorhebungen im Original)

Fehler zeigen sich laut Winter (1980, S.81) besonders dann, wenn zu starke Betonung auf dem Rechnen liegt und der Kontext mehr aus dem Blick gerät.[90]

Lorenz (1994[91], S.14) sieht wie Kaufmann (2008) und Winter (1980) verschiedene Teilfertigkeiten als Voraussetzungen für das Arbeiten mit Sachaufgaben an. Dazu gehören eine hinreichend entwickelte Lesekompetenz, Verständnis des Zahlenraumes und von Zahlbeziehungen, rechnerische Fertigkeiten (Durchführung von Rechenalgorithmen), Sachwissen, sichere Kenntnis der Größenbereiche sowie die Fähigkeit zur Konstruktion von Handlungsvorstellungen auf der Basis des Textes (vgl. Lorenz 1994, S.14).

Ursachen für Fehler können aber auch in der inneren Einstellung der Kinder und Jugendlichen liegen. Böhmer (2000[92], S.15) berichtet, dass gerade im Übergang von

[89] Winter, H. (1980). Zur Durchdringung von Algebra und Sachrechnen in der Hauptschule. In H.-J. Vollrath (Ed.), *Sachrechnen. Didaktische Materialien für die Hauptschule* (pp. 80 – 123). Stuttgart: Klett.
[90] Winters (1980) Aussagen beziehen sich zwar auf Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I, haben aber allgemeingültigen Charakter und sind somit auch für die Grundschule relevant.
[91] Lorenz, J. H. (1994). Schwierigkeiten bei Sachrechen-Aufgaben. *Grundschule, 26*(3), 14 – 15.
[92] Böhmer, A. (2000). Variationen einer Textaufgabe. *mathematik lehren, 100*, 15 – 16.

der Grundschule zur weiterführenden Schule Schülerinnen und Schüler innerlich blockiert werden und die Inhalte aufgrund der Blockade nicht mehr verstehen können.

Hošpesová & Budějovice (1993, S.197) siedeln die Schwierigkeiten primär auf der mathematischen Ebene an, sehen aber auch in den angewendeten Methoden im Mathematikunterricht Ursachen für Schwierigkeiten sowie in der Tatsache, dass ein Algorithmus, der ein sicheres Transformieren des Textes in eine mathematische Gleichung garantiert, fehlt.

Bremer & Dahlke (1980) befassen sich mit Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern in der Hauptschule. Sie sehen das Hauptproblem bei der Bearbeitung von Textaufgaben darin, dass Schülerinnen und Schüler „allgemein die Umsetzung eines Aufgabentextes in einen mathematischen Operationszusammenhang nicht beherrschen." (Bremer & Dahlke 1980, S.7) Diesem Problem liegen verschiedene Faktoren zugrunde. Bremer & Dahlke (1980) nennen unter anderem „die Komplexität eines Aufgabentextes, die Textlänge, graphische Gestaltung des Textes und sprachliche Barrieren durch unbekannte Worte." (ebd., S.7) Diese Beobachtung bezieht sich zwar auf eine höhere Altersstufe, kann aber vermutlich auch für jüngere Kinder gelten.

Resümee zu Kapitel 2.1:

Wie in Kapitel 2.1 deutlich wurde, wurde vor allem in der Kognitionspsychologie nach Hauptursachen für Schwierigkeiten in der Bearbeitung von Textaufgaben gesucht. Die beiden Hypothesen – die logisch-mathematische und die linguistisch-semantische Erklärungshypothese – werden zur Klärung dieser Frage von den Forschern unterschiedlich präferiert oder durch ihre Ergebnisse unterstützt.

Die verschiedenen Forscher, deren Arbeiten oben angeführt wurden, lassen sich in drei Gruppen einordnen: Eine Gruppe vertritt die Auffassung, Mängel im mathematischen und konzeptuellen Wissen bilden die Ursache für Schwierigkeiten; eine weitere Gruppe sieht Schwierigkeiten eher durch sprachliche Formulierungen der Aufgabe bedingt. Die dritte Gruppe sieht das Situationsverstehen der Textaufgabe als „Knackpunkt" im Lösungsprozess an, ist allerdings nicht scharf von der zweiten Gruppe zu trennen, weshalb die beiden letzten Gruppen als Befürworter der linguistisch-semantischen Erklärungshypothese gezählt werden (s. Tabelle 1).

Die Ergebnisse der folgenden Forscher sprechen eher für die	
... logisch-mathematische Erklärungshypothese.	... linguistisch-semantische Erklärungshypothese.
Riley et al. (1983)	Carpenter et al. (1980)
Briars & Larkin (1984, zitiert nach Kintsch 1998)	Stern (1993)
Riley & Greeno (1988, zitiert nach Stern 1993)	Hudson (1983)
Vicente et al. (2007)	De Corte & Verschaffel (1985) *
Vicente et al. (2008)	Kintsch & Greeno (1985) *
	Davis-Dorsey et al. (1991)
	Cummins et al. (1988)
	Stern & Lehrndorfer (1992) *
	Staub & Reusser (1995)

Tabelle 1: Übersicht über die in Kapitel 2.1 genannten Studien sowie Zuordnung ihrer Ergebnisse als Argumente für eine der beiden Hypothesen.[93]

Die oben angeführten Ergebnisse der verschiedenen Studien werden dementsprechend in wenigen Fällen als Belege für die logisch-mathematischen Erklärungshypothese gewertet, in den meisten Fällen werden sie als Belege zugunsten der linguistisch-semantischen Erklärungshypothese angeführt. So deuten z. B. die Beobachtungen von Carpenter et al. (1980), dass Dreizehnjährige komplexe Textaufgaben trotz Kenntnis der zugrundeliegenden Mathematik nicht lösen konnten, darauf hin, dass ein angemessenes Textverständnis erforderlich sein muss. Auch die Ergebnisse der Studien von Hudson (1983), De Corte et al. (1985), De Corte & Verschaffel (1985), Davis-Dorsey et al. (1991) und Stern & Lehrndorfer (1992), in denen der Schwierigkeitsgrad von Textaufgaben durch Umformulierungen oder durch Einbettung der Textaufgaben in Kontextgeschichten herabgesetzt wurde, sprechen für die linguistisch-semantische Erklärungshypothese (auf die Ausnahmen – die Arbeiten von Vicente et al. (2007, 2008) – wurde oben eingegangen). Die Ergebnisse dieser Arbeiten stellen zumindest heraus, dass sprachliche Faktoren sowie das Situationsverständnis den Lösungsprozess von Textaufgaben stärker beeinflussen als mathematische Faktoren.

Ferner konnten Cummins et al. (1988) mithilfe einer Computersimulation nachweisen, dass vor allem sprachliche Faktoren und das Situationsverständnis das Lösen von (kürzeren und längeren) Textaufgaben beeinflussen. Ebenso lässt sich Sterns (1993) Beobachtung, dass Kindern die Äquivalenz von Sätzen wie „x hat n Objekte mehr als y" und „y hat n Objekte weniger als x" nicht bekannt ist, für die linguistisch-semantische Erklärungshypothese deuten.

[93] Wie oben beschrieben, deuten die mit * gekennzeichneten Autoren ihre Ergebnisse auch im Sinne der logisch-mathematischen Erklärungshypothese.

Eine absolute Trennung zwischen den Hypothesen ist selbstverständlich nicht möglich, da letztlich sowohl Text-, Situations- und mathematisches Verständnis zusammenspielen müssen:

> „Problem difficulty is analyzed as a complex interaction between semantic content structures (including textbase, situation model and problem model), the underlying mathematical structure, and the surface structures by which these are presented to a reader. There can be no simple theory of problem isomorphs: Problems can be similar (isomorphic) or different with regard to more than one level of structural descriptions. The solving of mathematical word problems is a language and knowledge intensive undertaking and should be seen as a skilful interaction of text comprehension (linguistic knowledge), situation comprehension (world-knowledge), and mathematical comprehension (mathematical knowledge)." (Staub & Reusser 1995, S.301)

Dass mathematisches Wissen natürlich gefordert ist, um eine Textaufgabe zu lösen, wird auch von den Vertretern der linguistisch-semantischen Erklärungshypothese nicht abgestritten. Reusser (1997) z. B. stellt die beiden Ansätze dagegen nicht als gegensätzlich einander gegenüber, sondern versteht sie vielmehr als sich ergänzend:

> „(…) daß es sich bei der logisch-mathematischen und bei der linguistisch-situationsbezogenen Hypothese nicht um gegenseitig sich ausschließende, sondern um komplementäre Ansätze zur Erklärung der Schwierigkeit mathematischer Textaufgaben handelt. Vollständige – und damit pädagogisch-psychologisch erwünschte – Mathematisierungsprozesse verlangen beides: Ein sprachlich vermitteltes, Weltwissen erforderndes qualitatives (…) Verständnis einer Situation *und* das Verständnis ihrer inhärenten logisch-mathematischen Struktur." (Reusser 1997, S.153).

Auch stellt Stern (1994[94]) heraus:

> „Drei mögliche Ursachen sind für die Schwierigkeiten der Kinder beim Lösen von Vergleichsaufgaben denkbar:
> (1) mangelnde Übung
> (2) Schwierigkeiten im Sprachverständnis und
> (3) Schwierigkeiten im mathematischen Verständnis." (Stern 1994, S.23)

Ähnlich wurde auch auf Seiten der Mathematikdidaktiker deutlich, dass grundsätzlich jeder Teilprozess beim Lösen von Textaufgaben fehleranfällig ist. Betont wurde dennoch oft, dass ein angemessenes Situationsverständnis erforderlich ist.

Die hier dargestellte Studie ist vorrangig durch eben diese Annahme beeinflusst: Zur erfolgreichen Bearbeitung von Textaufgaben trägt das Text- und Situationsverständnis wesentlich bei. Es wird nicht ausgeschlossen, dass Fehler im Übergang vom Situationsmodell zum mathematischen Modell auftreten können. Entscheidend erscheint aber zunächst der Schritt zu sein, den Text der Aufgabe angemessen zu verstehen und ein entsprechend angemessenes Situationsmodell aufgebaut werden (vgl. Kintsch 1998, S.346; auch Velten 2010, S.875; Velten 2011, S.855). Die oben angeführten Studien[95], welche für die linguistisch-semantische Erklärungshypothese sprechen, bestärken diese Überlegung.

[94] Stern, E. (1994). Die Erweiterung des mathematischen Verständnisses mit Hilfe von Textaufgaben. *Grundschule, 26*(3), 23 – 25.

[95] Die Studien wurden in den meisten Fällen mit Kindern des ersten Schuljahres oder Kindergartenkindern durchgeführt. Da aber z. B. Carpenter et al. (1980, S.10) auch bei Jugendlichen beobachten

2.2 Typische Fehler bei der Bearbeitung von Textaufgaben – Beobachtungen in der Mathematikdidaktik und empirische Belege

Aufgrund der oben genannten Ursachen und Schwierigkeiten werden Textaufgaben gelegentlich bis häufig inkorrekt gelöst. Die auftretenden Fehler lassen sich teilweise kategorisieren. So konnten folgende Fehlertypen identifiziert werden (vgl. dazu Franke 2003, S.114f.; Bongartz & Verboom 2007, S.21; Bremer & Dahlke 1980, S.13-19):

- Zum einen sind *Identifikationsfehler* möglich; hinter dieser Kategorie verbergen sich Fehler, bei welchen die gegebenen Zahlen falsch interpretiert werden.
- Des Weiteren unterlaufen *Fehler während des Strukturierens des Lösungsweges*.
- Das *Auslassen von Teilschritten im Lösungsweg* wird als eigene Klasse angeführt, steht aber in Beziehung zur vorhergehenden Fehlergruppe.
- Als letzte Fehlerklasse werden *Fehler bei der Formulierung der Antwort* genannt.

Für Franke (2003) stellen Fehler „ein Indiz dafür, dass zwischen den Anforderungen der Aufgabe und der Kompetenz des Schülers als Aufgabenlöser eine Lücke besteht.“ (Franke 2003, S.96) Fehler können hinsichtlich dreier Ebenen unterlaufen, hinsichtlich der sprachlich-syntaktischen, der semantischen und der mathematischen Struktur (vgl. ebd., S.97). Mitunter sind Missverständnisse des Textes oder auch die Unmöglichkeit, eine konkrete Vorstellung mit den Kontexten zu verbinden, Auslöser für Fehler (vgl. ebd., S.105f.).

Auslassen von Teilschritten im Lösungsplan

Diesen Fehlertypen, bei welchem relevante Teilschritte ausgelassen wurden, konnten Bremer & Dahlke (1980, S.13) beobachten[96]. Als Ursachen für diesen Fehler stellen sie drei Faktoren heraus:

> „- Der Sachzusammenhang wird unvollständig erfaßt.
> - Der Sachzusammenhang wird zunächst erfaßt, aber nicht bis zum Aufstellen des Lösungsplanes behalten.
> - Der Schüler ist nicht in der Lage, eine Teilaufgabe zu lösen und ignoriert sie deshalb im Gesamtlösungsplan.“ (ebd., S.14)

konnten, dass sprachliche Faktoren Auslöser für Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben darstellten, könnten die anderen Studien bei älteren Probanden möglicherweise zu ähnlichen Ergebnissen wie bei der Untersuchung mit jüngeren Kindern kommen.

[96] Wie oben bereits geschrieben, beziehen sich ihre Aussagen auf Hauptschülerinnen und -schüler. Die Aussagen sind mitunter aber auf Kinder im Grundschulalter übertragbar, da z. B. auch in dieser Altersgruppe die im folgenden Zitat genannten Fehler auftreten können.

Im Zusammenhang mit diesem Fehlertypen konnten Bremer & Dahlke (1980, S.14) beobachten, dass einige Schülerinnen und Schüler die Aussagen mit Zahlenwerten und somit auch den Lösungsplan änderten, indem sie zum Beispiel Vergleichswörter wie „mehr“ ausließen. Besonders häufig trat dieser Fehlertyp bei komplexeren Aufgaben auf: Zum einen konnten hier Teilschritte fehlerhaft aufgestellt werden, zum anderen war denkbar, dass zwar alle Teilschritte durchgeführt wurden, aber dennoch das eigentliche Zielergebnis verfehlt wurde (vgl. ebd., S.16).

Identifikationsfehler

Neben den bereits oben beschriebenen Fehlern, die zu dieser Fehlerklasse gezählt werden, zählen Bremer & Dahlke (1980, S.15) dazu auch die fehlerhafte Wahl von Formeln und Rechenoperationen, die besonders dann auftritt, wenn mehrere ähnliche Aufgaben gelöst werden, sowie die fehlerhafte Kombination verschiedener Lösungswege. Franke (2003, S.114) führt neben der Wahl der falschen Rechenoperation auch die Nutzung irrelevanter Angaben an.

Dass das Auftreten zusätzlicher Zahlen in Textaufgaben zu Verunsicherungen führt, belegen die von Carpenter et al. (1980, S.10) vorgestellten Ergebnisse. In diesen zeigte sich, dass ein Teil der Probanden versuchte, sämtliche Zahlen zu verrechnen (vgl. Carpenter et al. 1980, S.10).

Schwierigkeiten wegen inhaltlichen oder strukturellen „Besonderheiten“

Manche Aufgaben bereiten aufgrund inhaltlicher Aspekte Schwierigkeiten. Fehler können daher auftreten, „wenn die Reihenfolge der lösungsrelevanten Informationen nicht deren Verwendung in der formalen Rechenaufgabe entspricht“ (Franke 2003, S.111) oder „weil die Schüler *indirekte oder modifizierte Angaben* nicht berücksichtigen.“ (ebd., S.111; Hervorhebungen im Original) Während sich manche Fehler vielleicht lediglich als Lesefehler entpuppen, entstehen einige Fehler wegen der Unvertrautheit des Kontextes (vgl. ebd., S.112).

Anwendung von Schlüsselwortstrategien

> „Als Schlüsselwörter bzw. Schlüsselphrasen können dabei solche Textbestandteile bezeichnet werden, die ohne Einbezug des engeren oder weiteren semantischen Kontextes den Gedächtnisabruf formaler mathematischer Terme und Operationen erlauben.“ (Reusser 1997, S.144)

Fehler entstehen auch durch die Anwendung der so genannten Schlüsselwortstrategie. Das Phänomen wird in verschiedenen Arbeiten beschrieben. Reusser (1997, S.144) vermerkt z. B., dass verschiedene Studien den Einsatz von Schlüsselwortstrategien belegen. Auch bei Lorenz (1994) findet man die Anmerkung:

> „Zwar reagieren Kinder durchaus auf sprachliche Reize und versuchen, daran die arithmetische Operation abzulesen, lassen sich aber auch dementsprechend leicht irreführen. Kommt in der Aufgabe die Firma Minus oder der Kaufmann Mal vor, dann werden sehr häufig die entsprechenden Rechnungen durchgeführt." (Lorenz 1994, S.15)

Bei Franke (2003) findet sich ebenfalls ein Hinweis zu Schlüsselwörtern. Sie verweist auch auf die lediglich oberflächliche Bearbeitung der Kinder bei derartigen Aufgaben:

> „Teilweise setzen sich die Kinder gar nicht mit der Situation auseinander. Sie lassen sich von *typischen Formulierungen* leiten, die auf bestimmte Rechenoperationen hinweisen und übertragen das Sachproblem – teilweise unverstanden – in ein mathematisches Modell." (Franke 2003, S.80; Hervorhebung im Original)

Es entstehen Fehler dadurch, dass sich Kinder „beim Lösen von Sachaufgaben von Oberflächenmerkmalen leiten" (ebd., S.103) lassen. Vor allem die Verhältnisse der gegebenen Zahlen, bestimmte Signalwörter, der Rechenaufwand oder auch der Kontext der Präsentation (vgl. ebd., S.103) beeinflussen das Verhalten. Dieses ergibt sich als Konsequenz aus mangelnder Auseinandersetzung mit der Situation der Aufgabe, ein Situationsmodell wird nicht aufgebaut, was eine Bewertung des Ergebnisses eigentlich unmöglich macht (vgl. ebd., S.105).

Dieses Problem sieht auch Lorenz (1994, S.14): Kinder umgehen die Anforderungen, welche der Lösungsprozess an sie stellt, und lassen sich nicht erst auf die Sachsituation ein, sondern rechnen sofort. Die „Strategien", welche die Kinder verwenden, scheinen vielmehr auf „Raten" als auf Verständnis zu basieren: Die Kinder „wissen (…) meist, welche arithmetische Operation gerade dran ist oder verfallen auf Strategien wie „gleichgroße Zahlen werden addiert/subtrahiert, deutlich unterschiedlich große Zahlen werden multipliziert/dividiert"." (Lorenz 1994, S.14).

Auch Bremer & Dahlke (1980, S.16) konnten das direkte Übersetzen des Aufgabentextes in eine mathematische Gleichung beobachten. Hinzukommt, dass einige Schülerinnen und Schüler Strategien anwenden, die auf einer willkürlichen anstatt auf einer durchdachten Entscheidung beruhen, wie zum Beispiel die blinde Wahl einer Rechenoperation (vgl. Bremer & Dahlke 1980, S.17). Auch die „Rate-Strategien" konnten Bremer & Dahlke (1980) beobachten. Sie berichten, dass Schülerinnen und Schüler sich anhand der Größe der Zahlen oder der Anzahl an Zahlen für eine Rechenoperation entscheiden (vgl. ebd., S.19). Eine andere Strategie, die zwar keine Schlüsselwortstrategie darstellt, aber ebenfalls darauf hinweist, dass die Aufgabe nur oberflächlich betrachtet wird, stellt die Verfolgung mehrerer Ansätze dar, bei welcher zunächst verschiedene Rechenoperationen mit den Zahlen der Aufgabe durchgeführt werden und sich der Bearbeiter der Aufgabe für den Ansatz entscheidet, welcher ein realistisches Ergebnis liefert (vgl. ebd., S.19).

Die Orientierung an Schlüsselwörtern erweist sich vor allem in den Fällen problematisch, wenn die Wörter Rechenoperationen nahelegen, die allerdings nicht der mathematischen Struktur entsprechen (vgl. Franke 2003, S.109). Wenn noch hinzukommt, dass den Kindern solche Schlüsselwörter bewusst vermittelt werden, kann sich der Blick auf die Textaufgabe noch weiter einschränken, die Struktur der Aufgabe wird nicht weiter entschlüsselt (vgl. ebd., S.111).

Klöckener (1996, S.2) untersuchte, inwieweit sich Schülerinnen und Schüler an sprachlichen Oberflächenmerkmalen – an Schlüsselwörtern – orientieren. Dazu erhielten Grundschulkinder jeweils zwei Textaufgaben, von denen eine schwierig, eine leicht zu lösen war und bei denen in einem Fall Textoberfläche und mathematische Struktur übereinstimmten, in dem anderen Fall dagegen quasi einander widersprachen (vgl. Klöckener 1996, S.2). Im letzten Fall führt die Anwendung von Schlüsselwortstrategien zu einer falschen Lösung (vgl. ebd., S.2).

Bei der Auswertung war lediglich entscheidend, ob die richtige mathematische Operation gewählt wurde oder die falsche (vgl. ebd., S.4). Es zeigte sich, dass die schwierigen Aufgaben seltener richtig gelöst wurden als die leichten (vgl. ebd., S.4). Hinsichtlich der Vergleiche „Leistungsfähigkeit – Orientierung an Schlüsselwörtern" und „Schwierigkeitsgrad – Orientierung an Schlüsselwörtern" hält Klöckener (1996) zwei Beobachtungen fest:

> „Je schwächer das Denkvermögen, desto attraktiver die Schlüsselbegriffe. (…) Je schwieriger die Aufgabe, desto verführerischer die Signalwörter." (ebd., S.5)

Auch Wyndhamn & Säljö (1997[97]) beklagen:

> „In their interpretations of word problems, pupils seem to follow rules and use symbols without reflecting on, or analysing, what these rules and symbols imply in the specific context in which they are used." (ebd., S.362)

Des Weiteren beobachten auch sie, dass Weltwissen ausgeblendet wird (vgl. ebd., S.362) oder sinnlose Ergebnisse unreflektiert hingenommen werden (vgl. ebd., S.365).

Ausblenden der Realität

Wie Wyndhamn & Säljö (1997) beobachteten auch andere Forscher, dass Schülerinnen und Schüler Ergebnisse zum Teil unreflektiert notieren. Gemeint ist zum Beispiel,

---

[97] Wyndhamn, J., & Säljö, R. (1997). Word problems and mathematical reasoning – a study of children's mastery of reference and meaning in textual realities. *Learning and Instruction, 7*(4), 361 – 382.

dass Kinder und Jugendliche bei einer Aufgabe zur Division mit Rest den verbleibenden Rest nicht im Sinne des Aufgabenkontextes interpretieren und entsprechend das Ergebnis nicht auf- oder abrunden, was Yoshida et al. (1997[98], S.330f.) untersuchten. Die Beobachtung eines derartigen Lösungsverhaltens wird auch von Carpenter et al. (1980, S.10) beschrieben: Kinder geben das Ergebnis als Quotient mit Rest an, statt eine entsprechende Rundung des Ergebnisses vorzunehmen.

Die Untersuchung von Yoshida et al. (1997, S.331) richtet sich auf den Vergleich zwischen japanischen und belgischen Schülern des fünften Schuljahres. Sie verwenden verschiedene Aufgaben, bei welchen das Ergebnis im Kontext der Aufgabe gedeutet oder bereits bei der Bearbeitung der Kontext beachtet werden muss – Aufgaben also, bei denen zur Bestimmung der Lösung die Realität beachtet werden muss oder zu deren Lösung ein mitunter „untypischer" Ansatz erforderlich ist (vgl. Yoshida et al. 1997, S.331).

Bei belgischen Kindern, die bereits 1994 in einer Studie von Verschaffel (1994, zitiert nach Yoshida et al. 1997, S.331) derartige Aufgaben bearbeiteten, zeigte sich, dass diese in den meisten Fällen unsinnige Antworten formulierten (vgl. Yoshida et al. 1997, S.332). Ursachen für dieses Verhalten werden vor allem im Kontext der Schule gesucht:

> „(…) pupils' strong tendency to exclude real-world knowledge and realistic considerations from their word problem solving endeavours in the school context can be attributed to the following aspects of the classroom practice and culture: (1) the impoverished and stereotyped diet of standard word problems which can always be unambiguously modeled and solved through the most obvious arithmetic operation(s) with the numbers given in the problem; (2) the way in which these problems are considered and used in current instructional practice, with almost all attention being devoted to computational proficiency at the expense of modeling and interpreting skills." (ebd., S.332)

Yoshida et al. (1997, S. 332f.) baten zum Vergleich japanische Schülerinnen und Schüler, derartige Aufgaben zu bearbeiten, wobei die Hälfte der Probanden zusätzlich darauf hingewiesen wurde, dass einige Aufgaben möglicherweise gegenüber klassischen Schulaufgaben ungewohnt erscheinen und die Schülerinnen und Schüler ggf. Bedenken gegenüber diesen Aufgaben äußern sollten. Bei der Auswertung der Ergebnisse zeigte sich allerdings kein Unterschied zwischen japanischen und belgischen Schülern, auch in Japan vernachlässigten die Schüler bei der Bearbeitung der Aufgaben die Realität (vgl. ebd., S.336).

[98] Yoshida, H., Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Realistic considerations in solving problematic word problems: Do Japanese and Belgian children have the same difficulties? *Learning and Instruction, 7*(4), 329 – 338.

Auch eine Studie von Verschaffel et al. (1999[99], S.265) befasst sich mit der Beobachtung, dass Schülerinnen und Schüler dazu neigen, in der Bearbeitung von Textaufgaben teilweise unreflektiert vorzugehen, eine Gleichung oberflächlich anzugeben und das Ergebnis nicht im Kontext der Aufgabe zu reflektieren.

In ihrer Studie befassen sich Verschaffel et al. (1999, S.267) mit dem Lösungsverhalten bei Textaufgaben, bei welchen das errechnete Ergebnis um 1 vom realistischen Ergebnis abweicht. Getestet wurden Fünft- und Sechstklässler in Belgien (vgl. ebd., S.267).[100] Die Probanden kannten aus dem Mathematikunterricht vorrangig lediglich typische Textaufgaben, welche mittels einfacher Rechnungen gelöst werden können, offene oder komplexe Probleme sind in der Regel nicht vertraut (vgl. Verschaffel et al. 1999, S.267).

Die in dieser Studie verwendeten Aufgaben beinhalteten Ordinalzahlen, wodurch sie ebenfalls nicht den typischen Textaufgaben entsprachen (vgl. ebd., S.267). Jeder Schüler bekam insgesamt 17 Aufgaben zur Bearbeitung, neun waren Experimental-, acht Füllaufgaben (vgl. ebd., S.270). Neben einer quantitativen Analyse wurden die Fehler auch qualitativ untersucht und klassifiziert, ebenso wurden die verwendeten Lösungsstrategien qualitativ untersucht und klassifiziert (vgl. ebd., S.271f.). Bei den Ergebnissen zeigte sich: Die einfachen Textaufgaben, die noch den Standardaufgaben ähnelten, wurden erfolgreicher bearbeitet als die Textaufgaben, bei denen das berechnete Ergebnis um 1 verändert werden musste (vgl. ebd., S.274/280).

Die qualitative Analyse der Fehler bestätigt die Erwartung, dass überwiegend das errechnete Ergebnis nicht um 1 verändert wird (vgl. ebd., S.275/280). Diese Beobachtung lässt sich deuten als Beleg dafür, dass der Kontext der Aufgabe in der Regel bei der Lösung keine Beachtung findet (vgl. ebd., S.275).

Die Fehleranalyse bei Aufgaben, bei welchen das errechnete Ergebnis nicht um 1 verändert werden muss, um eine richtige Antwort geben zu können, zeigte, dass die Hälfte der Probanden aber eine Veränderung des Ergebnisses um 1 vornahm und deshalb zu falschen Ergebnissen kam (vgl. ebd., S.276/280). Als Begründung nennen Verschaffel et al. (1999, S.276/280), dass diese Kinder das Muster bei den anderen Aufgaben erkannt und auf die anderen Aufgaben übertragen haben. Die Forscher schließen

---

[99] Verschaffel, L., De Corte, E., & Vierstraete, H. (1999). Upper Elementary School Pupils‘ Difficulties in Modeling and Solving Nonstandard Additive Word Problem Involving Ordinal Numbers. *Journal for Research in Mathematics Education, 30*(3), 265 – 285.

[100] In dieser Studie sowie in der Studie von Yoshida et al. (1997) waren die teilnehmenden Kinder etwas älter als die Kinder, die an der Studie zum Nacherzählen von Rechengeschichten teilnahmen. Da andere Arbeiten, die in diesem Kapitel genannt werden, auch für jüngere Kinder ein vergleichbares Verhalten nachweisen konnten, könnten die Beobachtungen von Verschaffel et al. (1999) und Yoshida et al. (1997) auch für diese Altersgruppe zutreffen.

nicht aus, dass diese Ergebnisse durch die Testinstruktion (Probanden wurden nicht explizit darauf aufmerksam gemacht, die Aufgaben sorgfältig zu bearbeiten) oder auch durch den Test-Kontext (Schulsituation) beeinflusst wurden (vgl. ebd., S.282).

Mit dem Umgang mit Textaufgaben, welche den Einbezug des Kontextes und von Realität erfordern, befassten sich ferner Reusser & Stebler (1997[101]). Sie entwickelten ein ähnliches Design: Viert- und Fünftklässler erhielten neben Experimentalaufgaben (unlösbare Aufgaben oder Aufgaben, bei deren Lösung ein Bezug zur Realität erforderlich ist) auch Standardaufgaben, in einem zweiten Experiment wurden Siebtklässlern die Experimentalaufgaben gegeben sowie drei unterschiedliche Test-Einleitungen („socio-contextual condition“) (vgl. Reusser & Stebler 1997, S.309). Es zeigte sich:

> „The result of both studies was that most pupils “solved” a significant part of the unsolvable problems without evincing “realistic reactions”.“ (ebd., S.309)[102]

Als Ursachen für die Fehler wurden bereits ausgemacht, dass Schülerinnen und Schüler Textaufgaben bearbeiten, ohne sie wirklich zu verstehen, sich außerdem durch den Kontext, in welchem sie die Aufgaben bearbeiten sollen, beeinflussen lassen, die Lösbarkeit einer Aufgabe auch nicht in Frage stellen und sich darüber hinaus von den beschriebenen Schlüsselwortstrategien leiten lassen (vgl. ebd., S.310). Gründe für dieses Lösungsverhalten liegen möglicherweise im Rahmen, der durch den Mathematikunterricht und die üblichen Textaufgaben aufgebaut wird (vgl. ebd., S.315). In der Prüfung dieser Annahme zeigte sich, dass Kinder auch durch ergänzende Fragen zu den Textaufgaben sowie Impulse des Lehrers, die Realität zu berücksichtigen, kein verändertes Lösungsverhalten zeigten (vgl. ebd., S.315f.). In der Diskussion, warum Probanden das Ergebnis nicht kritisch bezüglich der Realität überprüften, wird deutlich, dass derartige Aufgaben nicht im Mathematikunterricht und in Schulbüchern vorkommen, dass aber die Probanden wie bei schulbuchtypischen Textaufgaben davon ausgehen, dass eine Lösung von ihnen erwartet wird und dass auch jede Aufgabe eine Lösung hat (vgl. ebd., S.317).

Eine Ursache sehen sie in der Art der Textaufgaben in Schulbüchern: Diese sind in der Regel eindeutig lösbar, enthalten alle erforderlichen Angaben und in der Regel keine Angaben darüber hinaus (vgl. ebd., S.323). So wird verständlich, dass Schüler

[101] Reusser, K., & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution – the social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction, 7*(4), 309 – 327.

[102] Bei den Siebtklässlern zeigte sich, dass Instruktionen, die auf mögliche ungewöhnliche Lösungen bei Textaufgaben hinweisen, zu besseren Ergebnissen führten (vgl. Reusser & Stebler 1997, S.318/320). Ferner zeigte sich, dass Probanden, die im Unterricht Erfahrungen mit Schätzaufgaben, unlösbaren oder unterbestimmten Aufgaben sammeln konnten, die Aufgaben häufiger richtig lösten als die Probanden, denen diese Erfahrungen fehlen (vgl. ebd., S.320f.).

das Lösen von Textaufgaben eher als „Puzzlen“ erleben, Realitätsbezug nicht als notwendig ansehen (vgl. ebd., S.323). Die Regeln, an denen sich Schüler orientieren, fassen Reusser & Stebler (1997) zusammen:

> „● Assume that every problem presented by a teacher or in a textbook make sense.
> ● Do not question the correctness or completeness of problems.
> ● Assume that there is only one “correct” answer to every problem.
> ● Give an answer to every problem presented to you.
> ● Use all numbers that are part of the problem in order to calculate the solution.
> ● If a chosen mathematical operation works out without remainder (evenly), you are probably on the right track.
> ● If a problem is perceived to be indeterminate, equivocal, or unsolvable, go for an obvious interpretation given the information in the problem text and your knowledge of mathematical operations.
> ● If you do not understand a problem, look at key words, or at previously solved problems, in order to determine a mathematical operation.“ (ebd., S.324f.)

Aufgrund dieser Beobachtungen fordern Reusser & Stebler (1997, S.326) Änderungen in den Aufgaben und dem Kontext „Mathematikunterricht“.

Gravemeijer (1997[103]) sieht die Situation ähnlich: Die üblichen Textaufgaben sind zu einfach, erfordern oft nur eine Operation und werden daher routinemäßig bearbeitet (vgl. Gravemeijer 1997, S.390). Darüber hinaus lassen sich Schülerinnen und Schüler leiten von dem Prinzip: „In traditional classrooms the norm is: don’t bother with reality, just focus on the mathematics.“ (ebd., S.393)

Fehler aufgrund der Komplexität der Aufgabe

Kalmbach (1994, S.103) stellt die Beobachtung heraus, dass eine komplexere Struktur eher zu Fehlern führt als eine einfache. Die entsprechend sprachliche Formulierung kann die Schwierigkeit darüber hinaus noch erschweren:

> „Die Aufgabe mit der Struktur a+b=x ist leichter zu lösen als (a+b):c=x. Aber alle Untersuchungen haben ergeben, daß man auf diese Weise den Schwierigkeitsgrad von Textaufgaben nur sehr eingeschränkt vergleichen kann. Als wichtiger erweist sich die sprachliche Formulierung oder die Vertrautheit des Schülers mit der Situation.“ (Kalmbach 1994, S.103)

Diese Beobachtung findet sich auch bei Carpenter et al. (1980). Im Rahmen eines Tests, der in den USA durchgeführt wurde, zeigte sich, dass Textaufgaben, zu deren Lösung lediglich eine einzige Rechenoperation erforderlich war, durchaus erfolgreich bearbeitet werden konnten, Textaufgaben mit komplexen Strukturen dagegen Schwierigkeiten bereiteten (vgl. Carpenter et al. 1980, S.8).

Eines der Probleme liegt wohl darin, dass Kinder und Jugendliche versuchen, komplexe Textaufgaben wie einfache Textaufgaben zu lösen, und daher nur eine Rechenoperation anwenden (vgl. ebd., S.10). Als eine mögliche Ursache für dieses Verhalten

[103] Gravemeijer, K. (1997). Commentary Solving word problems: a case of modelling? *Learning and Instruction, 7*(4), 389 – 397.

wird die Dominanz der einfachen Textaufgaben im Unterricht angeführt, welche den Aufbau der Fehlvorstellung, dass lediglich eine Rechenoperation bei allen Textaufgaben zum Ziel führt, begünstigt (vgl. ebd., S.11). Als Konsequenz daraus ergibt sich für Carpenter et al. (1980, S.11), dass entsprechend andere Aufgaben im Unterricht eingesetzt werden. Darüber hinaus raten sie zur Analyse von Textaufgaben und dem Einüben des Abgleichs von Antwort und Textaufgabe (vgl. ebd., S.12).

Lösen von Kapitänsaufgaben

Das Lösen von so genannten Kapitänsaufgaben stellt eine besondere Art von Fehler dar. Der Begriff „Kapitänsaufgabe" steht schließlich für einen Typus von „Aufgaben, bei denen aus den gegebenen Daten keine neue Information errechnet werden kann, weil die Informationen unvollständig sind oder nichts mit der Frage zu tun haben." (Burmester & Bönig 1993, S.104).

Da diese Aufgaben nicht lösbar sind, stellt bereits der Lösungsversuch einen falschen Ansatz dar. Gründe für dieses Lösungsverhalten sind vielfältig. Denkbar ist, dass einige der oben angeführten Fehlerursachen zu diesem Verhalten führen (z. B. die Anwendung einer Schlüsselwortstrategie oder das Ausblenden der Realität). Eine andere Erklärung findet sich bei Burmester & Bönig (1993):

> „(…) zum anderen entwickeln Schüler mit zunehmender Schulerfahrung Verhaltensweisen, die die Diskrepanz zwischen Anspruch und Wirklichkeit deutlich offenbaren (mechanisches Vorgehen, Akzeptanz sinnloser Ergebnisse)." (ebd., S.104)

Die Ursachen für die Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler liegen wiederum in der Art der Schulbuchaufgabe, die vor allem die Eindeutigkeit der Lösung, die Angabe lediglich der notwendigen Informationen sowie häufige Verwendung passender Schlüsselwörter auszeichnet (vgl. ebd., S.106).

Auch Franke (2003, S.98) beschreibt das Phänomen der Kapitänsaufgaben und verortet die Ursache für dieses Verhalten im Umfeld „Schule". Die Studie von Radatz (1983, hier zitiert nach Franke 2003, S.98) zeigt auf, dass Erstklässler seltener dazu neigen, unlösbare Aufgaben zu bearbeiten als Drittklässler, die schon länger durch die Schule geprägt wurden. Zu dieser „Prägung" gehören die Annahme einer generellen Lösbarkeit von Aufgaben im Mathematikunterricht sowie die Annahme, dass lediglich eine Lösung existiert (vgl. Franke 2003, S.102f.). Auch Kintsch & Greeno (1985, S.126) erwähnen die Erwartung an Textaufgaben, dass diese sämtliche notwendigen Informationen bereithalten, die zur Berechnung der Lösung benötigt werden.

Fehler aufgrund des Kontextes „Mathematikunterricht“

Grundsätzlich trägt auch die Art und Weise des Mathematikunterrichts und der Textaufgaben zu diesem Lösungsverhalten (Lösen von Kapitänsaufgaben, Anwendung von Schlüsselwort- oder sonstigen wenig sinnvollen Strategien) bei. Denn das Lösungsverhalten von Schülerinnen und Schülern wird auch von Einstellungen geleitet, die sich im Unterricht entwickelt haben (vgl. Bremer & Dahlke 1980, S.17). Kintsch & Greeno (1985, S.126) halten bspw. fest: Textaufgaben werden so gelesen, dass in der Regel nur die Informationen herausgefiltert werden, die zum Verstehen und Lösen der Aufgaben erforderlich sind. Man konzentriert sich nur auf die mathematischen Informationen, zusätzliche Informationen werden dagegen meist nicht in den Blick genommen (vgl. Kintsch & Greeno 1985, S.126). Bremer & Dahlke (1980, S.18) berichten, dass Schülerinnen und Schüler darauf fixiert sind, dass sich durch eine geeignete Verknüpfung der gegebenen Zahlen die gesuchte Größe bestimmen lässt, und sich daher bei offen formulierten Aufgaben manchmal nicht in der Lage sehen, ein Ergebnis zu ermitteln. Unterstützt wird dieses Verhalten durch die Einstellung, dass jede Aufgabe eine eindeutige Lösung hat (vgl. Bremer & Dahlke 1980, S.18). Weitere Probleme auf der Ebene der Aufgaben sehen Bremer & Dahlke (1980, S.18) darin, dass Aufgaben zu unbekannten mathematischen Inhalten als unbekannt abgelehnt werden, was zu einer oberflächlichen Analyse der Aufgabe führen kann, sowie dass grundsätzlich Standardansätze verfolgt werden. Andere Einstellungen, die nicht zwingend langfristig aufgebaut werden, sind Mechanisierungseffekte, die sich in der Bearbeitung ähnlicher Aufgaben einschleifen (vgl. ebd., S.18).

Auch Hollenstein (1996) beklagt, „dass traditionelle *Textaufgaben* im Mathematikunterricht Schülerinnen und Schüler dazu verführen, mathematische Denkmethoden in unspezifisch verfügbare Lösungsrezepte umzufunktionieren.“ (Hollenstein 1996, S.10; Hervorhebung im Original) Statt sich auf das Problem wirklich einzulassen, orientieren sie sich an bestimmten Merkmalen des Problemtextes. Bereits in der Grundschule ist dies Verhalten zu beobachten, wie Baruk (1989, zitiert nach Hollenstein 1996, S.13) herausstellt[104]. In Anlehnung an Baruk bezeichnet Hollenstein (1996) derartiges Problemlöseverhalten mit „Kapitänssymptomatik“ bzw. „Kapitänssyndrom“ (ebd., S.19). Er versteht darunter die „Ablösung mathematischer Modelle von der zu modellierenden Sachstruktur und eine damit verbundene Algorithmisierung von Verfahren des Problemlösens“ (ebd., S.19) oder – drastischer formuliert – „sinnstörende

[104] Hollensteins (1996) Arbeit bezieht sich zwar auf die Sekundarstufe I, wie aber deutlich wird, geht er von einem negativen Einfluss des Mathematikunterrichts bereits in der Grundschule aus.

Auswirkungen einer Verselbständigung von formalisierten Verfahren beim Bearbeiten von Sachproblemen im Mathematikunterricht“ (ebd., S.20). Dabei sind Hollenstein zwei Punkte wichtig:

- Unter Verfahren versteht er nicht nur Rechenverfahren, sondern auch Mathematisierungsprozesse, die von Schülerinnen und Schülern als formalisierte Verfahren erfahren und somit als solche gelernt werden können (vgl. ebd., S.20).
- Die Bezeichnung „Kapitänssymptomatik“ darf nicht zu eng verstanden werden. Das Phänomen zeigt sich auch bei Aufgaben, die nicht zur Kategorie der Kapitänsaufgaben gehören (vgl. ebd., S.21).

Eine mögliche, geeignete Reaktion, um ein derartiges Verhalten zu vermeiden, wäre, Fehler zuzulassen, bewusst zu machen, dass Fehler mitunter zum Lösungsprozess dazugehören (vgl. ebd., S.22). Dies geschieht oft nicht. Stattdessen werden vielmehr Strategien entwickelt, die losgelöst von der konkreten Situation durchaus erfolgsversprechend sind. So konnte Sowder (1986, zitiert nach Hollenstein 1996, S.26f.) Strategien bei Kindern beobachten, die teilweise ohne Bezug zum Text der Aufgabe angewendet wurden: Sie addierten lediglich die Zahlen des Textes oder errieten die geforderte Rechenoperation, einige verfolgten die Strategie, anhand der Zahlen die passende Rechenoperation zu finden oder führten mit den Zahlen sämtliche Rechenoperationen durch und wählten aus den so erhaltenen „Ergebnissen“ das ihrer Meinung nach passende aus, manche orientierten sich bei der Wahl der Operation anhand der Größe des Ergebnisses – soll das Ergebnis größer als die gegebenen Zahlen sein, wird addiert oder multipliziert, soll es dagegen kleiner sein, wird subtrahiert oder dividiert – und manche orientierten sich an Schlüsselwörtern.

Diese Strategien berücksichtigen die Situation nicht, sondern erfordern allenfalls ein oberflächliches Lesen des Textes. Dass solche Strategien von Kindern und Jugendlichen angewendet werden, wird auch durch den Unterricht und die Auswahl der Aufgaben begünstigt. In der Schule steht oftmals primär die Lösung einer Aufgabe im Vordergrund, weshalb Schülerinnen und Schüler darum bemüht sind, diese möglichst schnell zu finden (vgl. Hollenstein 1996, S.29f.). Ferner werden Textaufgaben häufig nur als Einkleidung wahrgenommen, bei denen zudem die unausgesprochene Regel gilt, dass jede Textaufgabe genau eine richtige Lösung besitzt (vgl. ebd., S.33). Die Ursache dafür liegt vor allem in der Art der Textaufgaben. Diese sind oft inhaltlich und mathematisch anspruchslos (vgl. Erichson 1991, zitiert nach Hollenstein 1996, S.43). Für die Lösung von Textaufgaben bedeutet dies:

> „Die Lernenden erschliessen die Bedeutung eines Problemtextes oft in völlig ungenügender Weise, unabhängig davon, ob die darauffolgende mathematische Modellbildung oder Lösung adäquat ist oder nicht.“ (vgl. Reusser 1986b; zitiert nach Hollenstein 1996, S.30)

2.3 Bildungsziele von Textaufgaben

Trotz der gerade beschriebenen Schwierigkeiten, die Textaufgaben immer wieder bereiten, werden Textaufgaben aus guten Gründen im Unterricht verwendet. Vor allem die drei Funktionen des Sachrechnens nach Winter (1980, S.82f.; vgl. auch Franke 2003, S.27-29; Winter 1992[105], S.15: Sachrechnen als Funktion, als Lernstoff und als Lernziel) lassen sich hier anführen. Bongartz & Verboom (2007) stellen vor allem die „Erschließung der Lebenswirklichkeit“ (ebd., S.10) als Ziel heraus. Dazu können Textaufgaben beitragen. Denn neben so genannten „Echtsituationen“ (ebd., S.10) können auch Textaufgaben ein Stück weit die Lebenswirklichkeit beschreiben. Einen weiteren Zweck der Verwendung von Textaufgaben sehen Bongartz & Verboom (2007, S.13f.) in der Möglichkeit, mithilfe derartiger Aufgaben die Problemlösefähigkeit zu fördern. Die Aufgaben sind mitunter zwar nicht realitätsnah, stellen aber auf sprachlicher Ebene dennoch eine Anforderung dar und beschreiben ein komplexes mathematisches Modell, welches herauszufiltern ist (vgl. ebd., S.13f.). Kurth (1992) sieht im Einsatz von Textaufgaben ähnliche Vorteile, somit können zum Beispiel Probleme, einen richtigen Ansatz zu finden, behoben werden (vgl. Kurth 1992, S.30).

Als Grundgedanke des Sachrechnens findet sich in Franke (2003):

> „Der Grundgedanke des Sachrechnens ist die Modellierung einer Sachsituation in ein mathematisches Modell und nach dem Rechnen das Interpretieren der mathematischen Ergebnisse in der jeweiligen Sachsituation.“ (Franke 2003, S.1)

Dazu können Textaufgaben beitragen. In Franke (2003) finden sich ferner folgende Aspekte des Sachrechnens:

> „Sachrechnen beinhaltet nicht vordergründig Rechnen, sondern
> - es dient zur Erschließung der Umwelt mit mathematischen Mitteln
> - es unterstützt das Verstehen von Phänomenen und Erscheinungen des Alltags
> - es greift die kindliche Erfahrungswelt auf und erhellt diese
> - es eröffnet den Kindern neue Welten (Fernwelten).“ (ebd., S.5)

Im Einkleiden von Rechenaufgaben sieht sie einen Vorteil, es „zeigt den Kindern, dass Mathematik auch im Leben vorkommt und wozu sie dieses Wissen verwenden können. Das Interesse wird auch bei den Kindern geweckt, die wenig Freude am Zahlenrechnen haben.“ (ebd., S.22) Trotz der Kritik an diesen Aufgaben sieht Franke (2003) die Aufgaben als nicht absolut unverzichtbar:

[105] Winter, H. (1992). *Sachrechnen in der Grundschule*. Frankfurt a. M.: Cornelsen Scriptor.

> „Trotzdem kann auf diese Aufgaben im Unterricht nicht ganz verzichtet werden. Winter sieht den Sinn solcher Aufgaben als „Übung im Wiedererkennen einer eingekleideten arithmetischen Gestalt“ (Winter 1994, S.10).“ (ebd., S.22)

Auch bei Cummins (1991[106]) findet man das Argument, dass zur Lösung von realen Problemen Mathematik hilfreich sein kann, dass aber in diesen Situationen das reale Problem das mathematische Modell nicht offen in einer Gleichung präsentiert, sondern dass dieses Modell durch das Durchdringen der Situation vom Problemlösenden erst entwickelt werden muss (vgl. Cummins 1991, S.261). Dies kann durch den Einsatz von Textaufgaben gefördert werden und somit ein Ziel von der Bearbeitung von diesen Aufgaben sein.

Ein zweites Ziel des Sachrechnens ist die „Entwicklung allgemeiner Problemlösefähigkeiten“ (Franke 2003, S.23). Sachaufgaben stellen für einige Kinder Probleme dar, die Lösung erfordert in diesen Fällen eine Auseinandersetzung mit der Situation (vgl. ebd., S.23). In diesem Sinne ermöglicht Sachrechnen die Förderung der Problemlösefähigkeit. Schließlich betont auch Franke (2003, S.25) die Bedeutung des Sachrechnens für die Umwelterschließung und Alltagsbewältigung. Zur Erfüllung dieser Funktion „dürfen die im Unterricht einbezogenen Situationen nicht reduziert werden, sondern müssen komplex und umfassend sein“ (ebd., S.25). Statt Textaufgaben eignen sich ihrer Meinung nach hierzu aber Projekte besser (vgl. ebd., S.25). Franke (2003, S.25) vertritt dabei die Meinung, dass zwar die Erfahrungswelt der Kinder Ausgangspunkt für Projekte darstellen sollte, aber dennoch zugleich „der Blick (…) für Fernwelten“ möglich ist.

Radatz et al. (1996, S.81) sehen in Rechengeschichten und Textaufgaben den Vorteil, die Grundvorstellungen von Addition und Subtraktion bereits ab dem ersten Schuljahr zu festigen, wobei sie ein bestimmtes Vorgehen – zunächst handelnd, dann bildhaft bearbeiten – vorschlagen. Wie Franke (2003) erachten auch Radatz et al. (1999) als „wichtig, dass die Sachaufgaben an die Erfahrungen der Kinder anknüpfen und für sie einen Informations- bzw. Unterhaltungswert besitzen.“ (Radatz et al. 1999, S.195)

Trotz der Kritik an der Realitätsferne von Textaufgaben nennt auch Kalmbach (1994, S.102) Gründe für die Bearbeitung von Textaufgaben:

- Die Bearbeitung von Textaufgaben trägt trotz allem zur Förderung der Text- und Lesekompetenz bei. Probleme werden in Sprache verfasst, der Sachverhalt muss in

[106] Cummins, D. D. (1991). Children's Interpretation of Arithmetic Word Problems. *Cognition and Instruction, 8*(3), 261 – 289.

die Mathematik übertragen werden. Auf diese Weise wird neben der mathematischen Kompetenz auch die Lesekompetenz gefördert.

- Textaufgaben können helfen, Rechenfertigkeiten einzuüben. Sie können einen motivierenden Anlass darstellen, um dem Ziel entgegenzugehen, „daß mathematische Begriffsbildungen, Techniken und Fertigkeiten durch längere Übungen gefestigt werden müssen." (Kalmbach 1994, S.102)
- Sachrechnen und die Arbeit mit Textaufgaben kommen Kalmbach (1994, S.102) zufolge auch dem Prinzip des entdeckenden Lernens entgegen. Sie stellen eine Form dar, Kindern und Jugendlichen die abstrakte Mathematik in interessanter Weise nahezubringen (vgl. ebd., S.102).

Reusser & Stebler (1997, S.309) sehen in der Bearbeitung von Textaufgaben den Vorteil, dass zum einen Prozesse des Textverstehens und mathematischen Problemlösens miteinander einhergehen, und zum anderen dadurch Raum für Mathematisierungen gegeben wird.

Stern (1994, S.23) sieht Textaufgaben als hilfreich an, das Verständnis von Zahlen und mathematischen Operationen als Option der Repräsentation von Beziehungen zwischen Mengen zu fördern. Daher plädiert Stern (1994, S.23) für den Einsatz von Textaufgaben im Mathematikunterricht. Dass gerade Vergleichsaufgaben als lernförderlich für das mathematische Verständnis gelten können, begründet Stern (1994, S.24) mit der größeren Herausforderung des mathematischen Verständnisses bei diesem Aufgabentypus. Vergleichsaufgaben erfordern ein „Verständnis, wonach Zahlen nicht ausschließlich zum Zählen gebraucht werden, sondern auch zur Beschreibung von Beziehungen zwischen Mengen." (Stern 1994, S.25) Diese Auffassung von Zahlen ist auch für Bruchzahlen von großer Bedeutung, was Stern (1994, S.25) in einer Untersuchung zeigen konnte. Des Weiteren sieht Stern (1994, S.25) auch eine Förderung des Wissens und Verstehens des Zusammenhangs von Addition und Subtraktion gegeben.

Schütte (1997, S.6) betont den Vorteil, dass Textaufgaben aufgrund der sprachlichen Komponente einen geeigneten Pool für den vielfach geforderten fächerübergreifenden Unterricht bilden. Sie stellen „eigentlich eine ideale Form (…) [dar], Mathematik, Sprache und Sachunterricht in kindgerechte Kontexte zu bringen." (Schütte 1997, S.6; Ergänzung MV)

Dass sie sich dennoch gegen Textaufgaben stellt, begründet sich darin, dass Schütte (1997) Rechengeschichten vorzieht. Ein Grund könnte zum Beispiel auch sein, dass vielfach zwar gefordert wird, „Textaufgaben kindgemäßer und wirklichkeitsbezogener zu gestalten“ (Schütte 1997, S.6) aber dies nicht wirklich erfolgt ist (vgl. ebd., S.6). Dieses Problem lässt sich mitunter damit begründen, „dass die Alltagswelt von Kindern zu wenig echte Rechenanlässe bietet, als dass man den Stoff des Rechenlehrgangs auf diese Weise bewältigen könnte.“ (ebd., S.6)

Exkurs: Warum vielleicht doch lieber Rechengeschichten statt Textaufgaben

Schütte (1997, S.7) plädiert für eine Abschaffung der traditionellen Textaufgaben und für die Verwendung von Rechengeschichten. Die oben erwähnte Zielsetzung des Sachrechnens lässt sich nach Schütte (1997, S.7) nicht mit traditionellen Textaufgaben erreichen, da „Textaufgaben keine realen Situationen [darstellen], sondern sprachliche Kontexte, die sowohl Rechenverfahren als auch Ziele des Sachrechnens erfüllen sollten.“ (ebd., S.7; Ergänzung MV). So stellen Textaufgaben mitunter auch Fragen, die im Alltag nicht formuliert werden, und liefern zudem alle notwendigen Informationen zur Beantwortung der Fragen (vgl. ebd., S.7). So entfällt die eigenständige Datenbeschaffung.

Schütte (1997, S.7) schreibt den Texten den Charakter von „Scheinrealität“ zu. Des Weiteren sind ihr Textaufgaben nicht authentisch genug, haben ihrer Meinung nach keinen Sinn (vgl. ebd., S.8). Dies erfordert zwar nicht zwingend den Einsatz von Rechengeschichten, da auch Sachtexte geeignet sind (vgl. ebd., S.8), spricht aber gegen das Festhalten an typischen Textaufgaben.

Ein weiterer Grund, der für Schütte (1997, S.8) gegen die Verwendung von Textaufgaben spricht, ist die Benachteiligung von Kindern, die Deutsch nicht als Muttersprache sprechen. Schütte (1997, S.8) stellt heraus, dass Kinder oftmals Schwierigkeiten haben, den Text zu verstehen, und daher häufig die Textinhalte nicht reproduzieren können. Statt den Text zu verstehen und auf dieser Basis eine geeignete Rechenoperation zu wählen, wird letztere oft anhand der gegebenen Zahlen gewählt (vgl. ebd., S.8). Diese Beobachtung gilt bereits bei Kindern mit Deutsch als Muttersprache, weshalb sich als Konsequenz ergibt:

> „Wenn schon deutsch sprechende Kinder häufig Probleme im sprachlichen Verständnis von Textaufgaben haben, wenn es ihnen schwerfällt, eine geeignete Rechenfrage zu formulieren und einen passenden Antwortsatz zu finden, dann gilt dies erst recht für Kinder mit nicht-deutscher Muttersprache.“ (ebd., S.8)

Des Weiteren wirken Schütte (1997, S.8) Textaufgaben zu künstlich. Besonders über die Textaufgaben des vierten Schuljahres klagt sie, denn diese entstammen aufgrund des großen Zahlenraumes häufig der Erwachsenenwelt, die für Kinder weder interessant noch von Bedeutung ist (vgl. ebd., S.8). Zudem fördern herkömmliche Textaufgaben die Einstellung, dass Textaufgaben nach einem einzigen, bestimmten Verfahren gelöst werden müssen und dass es sich daher nicht lohnt, eigene Lösungswege zu suchen und auszuprobieren (vgl. ebd., S.8).

Schütte (1997) empfindet Rechengeschichten dagegen als geeigneter für den Einsatz im Mathematikunterricht. Zum Beispiel muss die Forderung nach Realitätsnähe bei Rechengeschichten nicht zwingend erfüllt werden, da der Aspekt des Sachrechnens bei diesen Texten nicht so sehr im Vordergrund steht (vgl. ebd., S.8). Rechengeschichten dürfen – wie Geschichten – auch fiktive Handlungen beschreiben. Darin wiederum eröffnet sich Schütte (1997, S.8) zufolge die Möglichkeit, das Experimentelle des Mathematisierungsprozesses zu betonen und aufzuzeigen.

Darüber hinaus bieten Rechengeschichten gegenüber Textaufgaben eine bessere Möglichkeit, sich mit den Inhalten zu identifizieren, was wiederum einen besseren Lösungserfolg mit sich bringt (vgl. ebd., S.9). Während Textaufgaben von Schütte (1997) als problematisch für Kinder mit Migrationshintergrund eingeschätzt werden, sollen Rechengeschichten hingegen für diese Kinder geeigneter sein (vgl. ebd., S.9). Sie begründet dies damit:

> „Rechengeschichten unterstützen das Verständnis des dargestellten Kontextes, da die erzählende Form die Bereitschaft der Identifikation, des Sich-Hineindenkens herausfordert." (ebd., S.9)

Ferner schätzt Schütte (1997, S.9) den Text in Rechengeschichten weniger als Last ein, sondern vielmehr als Spannung erzeugend. Außerdem können Rechengeschichten stärker die Phantasie anregen als Textaufgaben (vgl. ebd., S.9). Aus diesen Gründen sollen Rechengeschichten für Kinder mit Migrationshintergrund geeigneter sein. Ob diese möglicherweise durch die Länge des Textes überfordert sein können, wird nicht von Schütte (1997) erwähnt.

Auch eignen sich Rechengeschichten aufgrund des sprachlichen Eigenwertes sowie der textlichen Länge und Erzählkomponente gut für fächerübergreifenden Unterricht (vgl. ebd., S.9f.). Ferner beziehen sich Rechengeschichten stärker auf die Interessenswelt von Kindern und sind daher motivierender und ansprechender (vgl. ebd., S.10). Rechengeschichten eignen sich auch zum Nacherzählen (vgl. ebd., S.11).

Während Schütte (1997) für den Einsatz von Rechengeschichten spricht, vertritt Erichson (1993[107]) die Haltung, verstärkt Sachtexte im Mathematikunterricht einzusetzen. Sie betont vor allem das Ziel der Umwelterschließung des Sachrechnens, welchem Sachtexte dienlicher sind als die üblichen Textaufgaben (vgl. Erichson 1993,

[107] Erichson, C. (1993). Sachtexte statt Textaufgaben – Ein fächerübergreifender Ansatz zur Erschließung der Verschrifteten Umwelt. In K. P. Müller (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht. Vorträge auf der 27. Bundestagung für Didaktik der Mathematik vom 22. bis zum 26.3.1993 Freiburg, Schweiz.* (pp. 116 - 119). Hildesheim: Verlag Franzbecker.

S.116f.). Zugleich sieht Erichson (1993, S.117) aber auch dieses Ziel des Sachrechnens als Grund für die Wahl von Texten zu Themen, die aus der Lebenswelt der Kinder stammen.

Erichson (1993, S.118) sieht in den Textaufgaben des Schulbuchs keine geeigneten Texte, um Kindern einen Zugang zu den von ihr als „verschriftete Umwelt“ bezeichneten Texten – hierzu zählen Gebrauchs- und Sachtexte – zu ermöglichen. Stattdessen empfiehlt sie die von ihr gesammelten Texte, die man „als eine Dienstleistung für ein interdisziplinär angelegtes Sachrechnen“ (Erichson 1993, S.118) betrachten kann. Die Vorteile dieser Texte (vgl. dazu Erichson 1993, S.118f.) sind:

- Aufgrund des Informationsgehaltes ist es bereits lohnenswert, diese Texte zu lesen, so dass bereits das Lesen allein im Unterricht gerechtfertigt ist.
- Auch die berechneten Ergebnisse können von Interesse sein.
- Zur Lösung der Aufgaben, die zu den Texten gefunden werden können, sind verschiedene vielfältige Strategien erforderlich, so dass die Texte zur Förderung dieser Lösungsverfahren beitragen.
- Erichson (1993) stellt in ihrem Buch ein Lexikon bereit, so dass die Kinder selbstständig arbeiten können. Prinzipiell kann durch diese Texte auch der Umgang mit Lexika sowie das Beschaffen zusätzlicher Informationen geübt werden.
- Da viele Aufgaben zu den Texten eine schrittweise Annäherung an die Lösung erfordern, eignen sich die Texte auch dafür, dieses Vorgehen bei Aufgaben zu fördern.

2.4 Ideen und Ansätze zur Förderung des Textaufgabenverstehens und -lösens

Die Schwierigkeiten in der Bearbeitung von Textaufgaben führen zu der Forderung, Kindern und Jugendlichen Hilfsmittel an die Hand zu geben, die den Verstehensprozess unterstützen. So erachten es Bongartz & Verboom (2007, S.12) als notwendig, Methoden zur Erschließung von Texten auch im Mathematikunterricht einzuüben. Sie beklagen ferner, dass der Aufbau eines angemessenen Situationsmodells häufig im Unterricht kaum Beachtung findet, sondern relativ schnell der Übergang zum mathematischen Modell angestrebt wird (vgl. ebd., S.15).

Das oft zu beobachtende Verhalten – das direkte Übertragen des Textes in eine mathematische Gleichung – erfordert ebenfalls „Gegenmaßnahmen“. Es gilt, das Verständnis zu fördern. Dazu „muss ihnen [den Kindern] im Unterricht Zeit und Gelegenheit zum Aufbau eines eigenen individuellen **Situationsmodells** gegeben werden." (Franke 2003, S.80; Hervorhebung im Original; Ergänzung MV)

Aufgrund der Erfahrungen wurden einzelne Förderideen veröffentlicht oder umfangreiche didaktische Ansätze entwickelt, um Schülerinnen und Schüler fähiger zu machen, Textaufgaben zu verstehen und demnach angemessen zu lösen. Auf diese Ideen und Ansätze soll im Folgenden eingegangen werden.

2.4.1 Förderung der Sachrechenkompetenz in der Mathematikdidaktik

Bereits in den 1970er Jahren lassen sich einzelne Strategien zur Förderung des Sachrechnens, aber auch ganze Lehrgänge finden. Teilweise werden allerdings nur sehr schematische Anweisungen gegeben. Lemper (1972, zitiert nach Kalmbach 1994, S.111) empfiehlt einen Bearbeitungsplan mit sieben Schritten, welche durch Impulse geleitet werden. Diese sieben Hauptschritte reichen vom Lesen des Aufgabentextes über das Herausfiltern notwendiger Informationen, Finden von Zwischenfragen, Aufstellen einer geeigneten Gleichung und der Formulierung eines Antwortsatzes bis zur Überprüfung des Ergebnisses (vgl. Kalmbach 1994, S.111). Dieser Lösungsplan erinnert allerdings trotz der Aufteilung in sieben Schritte an das bekannte Frage-Rechnung-Antwort-Schema.

Strauß (1970[108]) baut seinen Lehrgang zum Sachrechnen in mehreren Schritten auf. Für ihn ist ein „Eingehendes Bekanntmachen der Schüler mit Sachverhalten" (Strauß 1970, S.12) erste Voraussetzung, um das Verstehen zu schulen. Das Ausmaß dieses Bekanntmachens sollte so weit reichen, dass die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragen zum Thema finden können (vgl. ebd., S.12). In einem zweiten Schritt wird das „Herausarbeiten der wichtigen Informationen" (ebd., S.14) geübt. Dazu müssen die Schülerinnen und Schüler lernen, zwischen wichtigen und zur Beantwortung der Frage notwendigen und unwichtigen Informationen zu unterscheiden (vgl. ebd., S.14). Anschließend wird untersucht, ob alle erforderlichen Informationen gegeben sind, was unweigerlich zu der Erkenntnis führt, dass längere Texte in der Regel überflüssige Informationen enthalten (vgl. ebd., S.14). So werden beim Formulieren eigener Aufgaben kürzere Texte verfasst, die darauf kritisch untersucht werden, ob sie sich nicht noch weiter kürzen lassen (vgl. ebd., S.14). Der dritte Schritt in Strauß (1970, S.14) Lehrgang sieht das Suchen von Aufgaben vor. Zu einem gegebenen Sachverhalt sollen ohne vorherige Diskussion von den Schülerinnen und Schülern Aufgaben formuliert

[108] Strauß, J. (1970). *Sachrechnen im 5. bis 10. Schuljahr* (1 ed.). Stuttgart: Klett.

werden (vgl. ebd., S.14). Mit diesen drei Schritten soll nach Strauß (1970) erreicht werden:

> „Der Schüler wird zum genauen Beobachten angeleitet und zur bewußten Zuhilfenahme der Zahl bei der Erfassung und Beschreibung von Sachverhalten. Er lernt, an gegebene Sachverhalte Fragen zu stellen, und er erkennt allmählich auch Aufgabenstellungen außerhalb der Schule. (…) Vorbereitet wird auch schon die Fähigkeit, von anderen Personen formulierte Texte in Vorstellungsinhalte zu übersetzen." (ebd., S.16)

Der vierte Schritt in Strauß (1970, S.16) Lehrgang berücksichtigt die Bearbeitung von Schulbuch-Textaufgaben. Strauß (1970, S.16) rät dazu, geeignete Aufgaben auszuwählen, die zum Beispiel sprachlich und sachlich kaum oder keine Schwierigkeiten bereiten, um die Schülerinnen und Schüler keinem psychischen Druck aus- oder Angstgefühle freizusetzen. Wichtig ist: „Der Schüler soll erfahren, daß die Texte des Buches im Grunde genommen nicht schwieriger sind als die eigenen, selbständig formulierten Texte." (ebd., S.16). Während der vierte Schritt das Finden von Zahlenaufgaben zu Textaufgaben erfordert, schlägt Strauß (1970, S.17) für den fünften Schritt vor, umgekehrt vorzugehen und zu gegebenen Zahlenaufgaben Textaufgaben zu formulieren. Bei Komplexaufgaben empfiehlt Strauß (1970, S.19-21), nach Möglichkeit Zeichnungen anzufertigen und Teilaufgaben zu identifizieren.

Dieser Lehrgang enthält bereits einige Strategien (für die Sekundarstufe I), die auch in den neueren Arbeiten der Didaktik aufgegriffen werden. Zum Teil erinnert er aber an ein eher schematisches Vorgehen, welches befolgt werden sollte. Ähnliches gilt für Weisers (1981) Lehrgang. Er enthält zum Teil Ideen und Anregungen, die sich auch in den neueren Arbeiten der Didaktik finden lassen, zugleich aber auch Methoden, die als schematisch zu bewerten sind. Zur Wahl der richtigen Rechenoperation empfiehlt Weiser (1981, S.15) das Verbalisieren der der Aufgabe zugrunde liegenden Beziehung. Er sieht: „Zwang zum Sprechen ist immer mit einem Zwang zum Denken verbunden." (ebd., S.15). Dem Sprechen misst Weiser (1981) demnach eine große Bedeutung bei. Die Schüler sollen allerdings eine bestimmte Form der Verbalisierung lernen. Da es um die Verbalisierung logischer Zusammenhänge geht, rät Weiser (1981, S.15), auf die Verwendung von „Wenn-Dann-Formulierungen" zurückzugreifen und Schüler bewusst darauf zu trimmen, ausschließlich diese zu nutzen. Aufgrund der sprachlichen Struktur wird so dem Schüler leicht offensichtlich, welche Rechenoperation gefordert ist (vgl. ebd., S.15). Weitere Vorschläge beziehen sich auf die Darstellung von Simplexen und Komplexen, welche vor der Lösung der Aufgabe herausgearbeitet werden sollten (vgl. ebd., S.17-19). Diese Analyse hält Weiser für sinnvoll, „um den Schülern Strukturierungshilfen für die Arbeit zum Finden der Operationen in die Hand zu geben.“ (ebd., S.19) Weitere Vorschläge Weisers (1981) sind unten notiert.

In der Übersicht der historischen Entwicklung des Sachrechnens stellt Franke (2003, S.14-17) heraus, dass die gerade beschriebenen Simplexe und Komplexe sowie die damit verbundenen Rechenbäume durchaus in verschiedenen Arbeiten verbreitet waren. Neben diesen Strukturierungshilfen wurden auch schematische Anweisungen gegeben, von denen heute zum Beispiel noch „Frage-Rechnung-Antwort“ verbreitet ist (vgl. Franke 2003, S.18). Als Beispiel für derartige schematische Anweisungen führt Franke (2003, S.18f.; vgl. auch Radatz et al. 1998, S.171) das Lesen der Aufgabe, Nacherzählen des Textes, Markieren der relevanten Informationen, Formulieren von Zwischenfragen, Anfertigen von Skizzen, Notation von Gleichungen, Durchführung der Rechnung sowie Formulierung eines Antwortsatzes an.

Auch in Arbeiten der 1990er Jahre findet sich noch der Vorschlag, Schülerinnen und Schüler Schemata nach Art des Schemas „Frage-Rechnung-Antwort“ als Bearbeitungshilfe zu lehren. Vorschläge dieser Art finden sich bei Kalmbach (1994, S.105f.), der das Aufstellen von Simplexen und Komplexen als Strategie empfiehlt. Für die Darstellungen von Komplexen rät er zur Verwendung von Rechenbäumen (vgl. ebd., S.107). Die Verwendung der Abbildung von Simplexen und von Rechenbäumen erachtet Kalmbach (1994, S.108) als mögliche Hilfen, da sie die Struktur der Textaufgabe abbilden.

Die vorgestellten Strategien der Didaktik der 1970er und 1980er Jahre werden in neueren Arbeiten zunehmend kritisiert. Bongartz & Verboom (2007, S.21f.) greifen zum Beispiel die Vorschläge älterer Lehrwerke auf, welche die Behandlung von Musterlösungen empfehlen und Vorschläge für das bekannte „Frage-Rechnung-Antwort“-Schema unterbreiten. Diese Vorgehensweisen waren überwiegend unwirksam, es lassen sich primär Misserfolge anführen, welche Bongartz & Verboom (2007, S.22) als Hinweis auf die Komplexität des Sachrechnens deuten. Sie betonen, „dass es für das Sachrechnen keine Abfolge von Lehrschritten geben kann, da die Lösung einer Aufgabe sich in der Regel nicht auf rechnerisch-algorithmische Momente reduzieren lässt. Die einzelnen Sachsituationen und Kontexte sind zu unterschiedlich, als dass für die Kinder Übertragungsmöglichkeiten sichtbar würden.“ (ebd., S.22)

Ebenso kritisieren Franke (2003, S.19) und Radatz et al. (1998, S.171) die schematischen Anweisungen. Zwar finden sich viele der oben beschriebenen „Befehle“ auch in neueren Arbeiten, aber es sind weniger die Strategien selbst, die in der Kritik stehen, als vielmehr die schematische, verbindlich erscheinende Form, in welcher sie den Kindern und Jugendlichen gelehrt werden. So bemängelt Franke (2003, S.19) an diesen Anweisungen, dass durch ein starres Vorgehen eigene Lösungswege verhindert werden.

Auch das Anfertigen von Rechenbäumen wird kritisch gesehen, wie Kalmbach (1994, S.109) selbst anmerkt. „Haupteinwand war: Wer fähig sei, ein baumähnliches Schema für die Lösung aufzuzeigen, könne sich die Zeit für das Aufzeichnen des Rechenbaumes sparen, er habe ja schon einen kompletten Lösungsplan (im Kopf) entworfen." (Kalmbach 1994, S.109) Diesen Einwand formuliert auch Franke (2003):

> „Sinnvoll ist es, wenn der Schüler den Rechenbaum der Aufgabenstruktur entsprechend schrittweise selbst konstruiert. Oft ist der Rechenbaum keine echte Hilfe für die Schüler, da das selbstständige Anwenden eines Rechenbaumes voraussetzt, dass der Schüler die Struktur bereits erfasst hat." (Franke 2003, S.91)

Ferner wendet Franke (2003, S.17) ein, dass eine Anwendung von Rechenbäumen eine Behandlung dieser im Unterricht erfordert, was zusätzliche Zeit kostet, die sinnvoller genutzt werden könnte. Denn auch diese Form kann zu einer Schematisierung führen und die Eigentätigkeit der Kinder und Jugendlichen verhindern (vgl. ebd., S.17). Bei komplexen Aufgaben kommt hinzu, dass Kinder Schwierigkeiten haben, die Struktur zu durchschauen, was auch das Aufstellen eines Rechenbaumes erschwert (vgl. ebd., S.18). Zudem wird der Blick zu sehr auf die Mathematik und zu wenig auf die Sache gelenkt (vgl. ebd., S.18).

Die Kritik an einigen Ansätzen und Methodiken der Didaktik der 1970er und 1980er Jahre führt in neueren Arbeiten dazu, Alternativen zur Förderung der Sachrechenkompetenz zu benennen, wobei zum Teil auch alte Ideen weiterhin aufgegriffen werden, wie unten deutlich wird. So stellen sich Bongartz & Verboom (2007, S.22) auf die Seite von Schipper (2000, zitiert nach Bongartz & Verboom 2007) und gehen davon aus, dass die Förderung der Sachrechenkompetenz vielmehr durch die Förderung von Problemlösekompetenz als durch eine Orientierung an Schemata und Algorithmen erfolgen kann. Ebenso kritisiert Kalmbach (1994, S.104f.) den Einsatz von Musteraufgaben, da Kinder und Jugendliche sich so auf bestimmte Aufgaben fixieren und mit Aufgaben, die sich leicht von den Musteraufgaben unterscheiden, bereits Schwierigkeiten haben oder sie als unbekannten Typus ablehnen. Auch er fordert Methoden, die das Ziel unterstützen:

> „Der Schüler soll fähig sein, Sachsituationen zu quantifizieren. Er soll die Beziehungen zwischen Sachen und Zahlen erkennen. Um dies zu leisten, muß er zuvor den Aufgabentext erfassen, die Daten herauslösen und einen sinnvollen Lösungsablauf planen." (Kalmbach 1994, S.105)

Wie bereits in Kapitel 2.1 beschrieben, können Schwierigkeiten beim Lösen von Textaufgaben sowohl auf der sprachlichen als auch auf der mathematischen Ebene liegen.

Da der Weg von der Aufgabe zur Lösung über den Aufbau eines Situationsmodells erfolgt, letzterer aber oft Schwierigkeiten bereitet, eignen sich Bearbeitungshilfen, den Prozess zu unterstützen (vgl. Franke 2003, S.84). In den neueren Arbeiten der Mathematikdidaktik finden sich daher in der Regel folgende Strategien:

Lesestrategien (oder Strategien zur Textanalyse (vgl. ebd., S.84)): Textaufgaben stellen immer auch eine Anforderung an die Lesekompetenz dar. Der Einsatz von Lesestrategien kann daher helfen, den entscheidenden Schritt im Bearbeitungsprozess von Textaufgaben – das Textverstehen – sicher zu bewältigen. Denn: „Kinder können nur dann Sachrechenaufgaben erfolgreich lösen, wenn sie in der Lage sind, den Text zu verstehen und aufgrund ihrer Erfahrungen eine hinreichende Vorstellung des Problems zu entwickeln." (Bongartz & Verboom 2007, S.22) So erachten Bongartz & Verboom (2007, S.22) die Verwendung von Lesestrategien als sehr wichtig und auch Radatz et al. (1999, S.196) zufolge empfiehlt sich der Einsatz mehrerer Tätigkeiten, die das Lesen unterstützen. Aus diesem Grunde werden von mehreren Didaktikern vor allem folgende Lesestrategien angeführt:

- *Lesen und Vorlesen der Aufgabe* (z. B. in Franke 2003, S.84)
- *Aktivierung von Vorwissen*, zum Beispiel durch entsprechende Impulsfragen, Diskussionen über den Sachkontext oder Bilder (z. B. in Bongartz & Verboom 2007, S.23)

  Der Einsatz von Bildern oder die Angabe von Überschriften ermöglicht den Kindern einen leichteren Einstieg in die Aufgabe, es werden eigene Erfahrungen der Kinder mit dem Sachkontext geweckt, wodurch der Aufbau des Situationsmodells begünstigt wird (vgl. ebd., S.23).

  In eine ähnliche Richtung geht Weiser (1981). Er rät zum besseren Verständnis des Textes zur Beschaffung zusätzlicher Informationen (vgl. Weiser 1981, S.12). Diese Art von Ergänzungen und möglichen Erklärungen zum Text erachtet auch Franke (2003, S.84/86) als geeignete Unterstützung des Lösungsprozesses, denn Ergänzungen und weitere Erklärungen dienen dazu, Unklarheiten und Missverständnisse zu klären.
- *Nacherzählen der Textaufgabe* (Bongartz & Verboom 2007, S.23; Lorenz 1994, S.15; Franke 2003, S.84; Radatz et al. 1999, S.196), die *Wiedergabe einer Textaufgabe mit anderen Worten* (vgl. Radatz et al. 1998, S.169) oder *Erzählen einer eigenen Rechengeschichte* (vgl. Radatz et al. 1998, S.185) bzw. *Schreiben einer Rechengeschichte* (vgl. Radatz et al. 1999, S.255)

Das Nacherzählen des Aufgabentextes wird von Mathematikdidaktikern empfohlen (vgl. Velten 2011, S.855). Bongartz & Verboom (2007) erwarten von der Nacherzählung, „dass die Informationen mit eigenem Wissen verknüpft und nicht nur Einzelinformationen aufgenommen werden.“ (Bongartz & Verboom 2007, S.23) Ähnlich beschreibt auch Lorenz (1994) die Vorteile des Nacherzählens. Er stellt sowohl die Vorteile für Schüler als auch für Lehrer heraus:

> „Zum einen verschafft sich der Lehrer / die Lehrerin ein Bild darüber, ob der Text vom Kind verstanden wurde. (…) Zum anderen gibt es aber auch dem Kind die Möglichkeit, sich ein inneres Bild von der Sachsituation zu machen, d.h. sprachliche Äußerungen in ein inneres Anschauungsbild zu übersetzen (…).“ (Lorenz 1994, S.15)

Bereits bei Weiser (1981) findet sich der Vorschlag, die Aufgabe zu wiederholen. Weiser schreibt dazu:

> „Zunächst sollten die Schüler dazu angehalten werden, die Sachzusammenhänge der Aufgabe ohne Vorlage zu wiederholen.“ (Weiser 1981, S.28)

Allerdings lässt sich nicht eindeutig entnehmen, wie konkret diese Tätigkeit zu verstehen ist. Es könnte sich um das Nacherzählen der Aufgabe bzw. der Sachsituation handeln. Als Belege für diese Schlussfolgerung können weitere Hinweise von Weiser zu dieser Methode sein. Zum Beispiel empfiehlt Weiser (1981, S.28) bei komplexeren Aufgaben zur Wiederholung die Zahlen vorzulegen, da sich in der Wiederholung mitunter bereits ein Lösungsplan entwickelt, diese Entwicklung allerdings durch die Anforderungen der Komplexität an das Gehirn gestört werden kann (vgl. ebd., S.28).

In einigen Fällen wird Nacherzählen nicht als Hilfe für denjenigen gesehen, der eine Textaufgabe bearbeitet, sondern vielmehr als Kontrollmöglichkeit. So sieht Cottmann (2008[109], S.13) sowohl das Nacherzählen als auch das Unterscheiden von wichtigen und unwichtigen Informationen als Beobachtungshilfe für die Lehrperson an. Ebenso betont Franke (2003) primär die Vorteile des Nacherzählens für die Lehrkraft. Diese erhält durch die Nacherzählung der Textaufgabe durch die Kinder eine Rückmeldung darüber, wie die Kinder den Text verstanden haben (vgl. Franke 2003, S.85).

- *Kennzeichnung relevanter Textinformationen*, zum Beispiel in Form von Unterstreichen (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.23; Kalmbach 1994, S.112/113; Lorenz 1994, S.15; Böhmer 2000, S.15; Franke 2003, S.84; Radatz et al. 1999, S.196/255; Radatz et al. 1998, S.169; Fischer & Mandl 1984[110], S.214)

---

[109] Cottmann, K. (2008). Rechengeschichten hören. *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 12 – 13.
[110] Fischer, P. M., & Mandl, H. (1984). Learner, Text Variables, and the Control of Text Comprehension and Recall. In H. Mandl, N. L. Stein & T. Trabasso (Eds.), *Learning and comprehension of text* (pp. 213 - 254). Hillsdale, New Jersey; London: Lawrence Erlbaum Associates.

Diese Strategie hilft, „Wichtiges und Unwichtiges voneinander [zu] unterscheiden und Wesentliches hervor[zu]heben." (Bongartz & Verboom 2007, S.23; Ergänzung MV; vgl. auch Radatz et al. 1999, S.262) Es hat die Funktion, „die für die Problemstellung wesentlichen Komponenten hervorzuheben." (Radatz et al. 1999, S.262) Die Anwendung dieser Strategie ist in der Regel auf die Mathematik gerichtet, das mathematische Modell soll schnell wahrgenommen werden. Statt Informationen nur zu unterstreichen, nennen Bremer & Dahlke (1980, S.20) als Möglichkeit auch das Herausschreiben von Informationen, wodurch das Gedächtnis entlastet wird und der Sachkontext besser im Blick bleibt. Das Herausschreiben von Stichwörtern findet sich auch bei Franke (2003, S.84). Sie erachtet diese Methode bei längeren Texten als hilfreich (vgl. Franke 2003, S.86).

Neben dem Unterstreichen von relevanten Informationen findet sich in einigen Arbeiten auch der Hinweis, irrelevante Informationen durchzustreichen (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.23; Lorenz 1994, S.15; Franke 2003, S.84) oder die wesentlichen Aussagen herauszufiltern (vgl. Radatz et al. 1999, S.255). So wird das Relevante gut ersichtlich (vgl. Franke 2003, S.86).

- *Umformulierungen des Aufgabentextes* (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.24; Franke 2003, S.84; Radatz et al. 1999, S.196/255) oder *Verändern von Aufgaben* (vgl. Radatz et al. 1998, S.173) bzw. *Variation / Verändern von Textaufgaben* (vgl. Radatz et al. 1999, S.255; Radatz et al. 1998, S.196)

Zu dieser Strategie kann auch das Formulieren eigener Textaufgaben gezählt werden, welches von Bongartz & Verboom (2007, S.25) und Kalmbach (1994, S.112) empfohlen wird. Die Umformulierungen sollten mitunter auch einfache in komplexe Textaufgaben verwandeln (vgl. Kalmbach 1994, S.112). Auch das Kürzen oder Erweitern von Textaufgaben (vgl. ebd., S.112/113) zählt zu dieser Strategie. Änderungen des Sachverhalts (vgl. Lorenz 1994, S.15) lassen sich ebenfalls als Umformulierung verstehen.

Böhmer (2000) berichtet von Erfahrungen aus einer einzelnen Unterrichtseinheit, in welcher Umformulierungen des Aufgabentextes durch die Schülerinnen und Schüler vorgenommen wurden. Im Rahmen der beschriebenen Stunde wurde von einer Schülerin die Frage nach einfacheren und kürzeren Textaufgaben geäußert, welche Böhmer (2000, S.15) für den weiteren Unterricht aufgriff. Die Schülerinnen und Schüler sollten auf der Basis der behandelten Textaufgabe eigene einfache Textaufgaben formulieren (vgl. Böhmer 2000, S.15). Diese Aufgaben lieferten Ausgangspunkte für Diskussionen über den Schwierigkeitsgrad dieser Aufgaben sowie weiterer Modifikationen, um diese zu steigern (vgl. ebd., S.15). Durch wiederholte Diskussion und Modifikation des Schwierigkeitsgrades formulierte die Klasse letztlich Aufgaben, die der Ausgangsaufgabe sehr ähnlich waren mit dem Ergebnis, dass sie diese nicht mehr als schwierig empfanden (vgl. ebd., S.16).

Zusätzlich zu dem Effekt, dass die anfänglich schwierige Textaufgabe sich in eine einfache Textaufgabe wandelte, begeisterte das Verfassen eigener Textaufgaben die Schülerinnen und Schüler so sehr, dass sie als Hausaufgabe weitere Texte verfassten (vgl. ebd., S.16). Böhmer (2000) kommt daher zu dem Ergebnis:

> „Der Zeitaufwand dieser Unterrichtsreihe hat sich gelohnt, denn es stand die Begeisterung der Klasse im Vordergrund, selbstständig Aufgaben zu erstellen. Das konkrete Arbeiten an einer Aufgabe, und zwar von leichten Sachverhalten bis hin zu schwierigen, hat die Wand, die zu Beginn viele Schülerinnen und Schüler in ihren Denkprozessen blockierte, nicht mehr so hoch und starr erscheinen lassen. Viele haben einen Weg gefunden, an der Wand vorbeizugehen. Die Scheu vor Textaufgaben ist nicht mehr so groß (…).“ (ebd., S.16)

- *Formulierung von Fragen an den Text* (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.24; Kalmbach 1994, S.112/113 (dort auch Zwischenfragen); Kaufmann 2008, S.34; Franke 2003, S.84; Radatz et al. 1999, S.255; Radatz et al. 1998, S.183/204), *Sammeln von Fragen* (vgl. ebd., S.169) oder *Zuordnen von vorgegebenen Fragen* (vgl. ebd., S.173)

  Radatz et al. (1999, S.196) raten dazu, lösbare und unlösbare Fragen an den Text zu stellen. Möglicherweise soll so das Bewusstsein für Lösbarkeit bzw. Nicht-Lösbarkeit geschult werden. Die Fragen sollten so formuliert sein, dass einige mit einer Information aus dem Text beantwortet werden können, einige ohne Antwort bleiben und zu einigen die Antwort berechnet werden kann, wodurch die Sensibilität für relevante und irrelevante Informationen gefördert werden kann (vgl. ebd., S.258).

- *Zuordnen von ähnlichen Aufgaben* (vgl. Kaufmann 2008, S.34) oder *Angabe von analogen Textaufgaben* (vgl. Radatz et al. 1999, S.255)

  Unter dieser Strategie ist zu verstehen, dass Kinder überlegen sollen, welche ähnlichen Aufgaben zu einer gegebenen Textaufgabe passen, wodurch das Verständnis für Formulierungen gefördert werden soll (vgl. Kaufmann 2008, S.34).

- *Zergliederung des Textes* (vgl. Böhmer 2000, S.15; Franke 2003, S.84)

- *Sätze einer Aufgabe zu einer sinnvollen Aufgabe ordnen* (vgl. Radatz et al. 1998, S.169/173) oder das *Anordnen von Angaben und der Formulierung einer passenden Textaufgabe* (vgl. ebd., S.185)
- *Ausfüllen von Lückentexten* (vgl. ebd., S.169/S.188; Radatz et al. 1999, S.255)
- *Zuordnen von Lösungswegen zu Textaufgaben* (vgl. Radatz et al. 1998, S.173/184)

Bei der Frage nach Lesestrategien lohnt sich auch ein Blick in die Deutschdidaktik. Dies wird unten in 2.4.3 geschildert.

Strategien zur Veranschaulichung: Kalmbach (1994, S.112/113) spricht von der Verwendung von Darstellungsmethoden. Diese Strategiegruppe lässt sich in zwei Gruppen unterteilen. Zum einen gehören ihr Strategien an, welche Franke (2003, S.84) und Bongartz & Verboom (2007, S.22/25) als „konkrete Bearbeitungshilfen" bezeichnen. Es handelt sich in diesem Fall um Strategien, bei welchen Kinder und Jugendliche körperlich-aktiv an der Aufgabe arbeiten. Zum anderen ist eine ikonische Veranschaulichung möglich. Strategien zur graphischen Darstellung (vgl. ebd., S.26; ebenso Franke 2003, S.84) lassen sich demnach dieser Gruppe hinzuzählen. Bongartz & Verboom (2007) sprechen letzteren zu:

> „**Grafische Bearbeitungshilfen** können das Erkennen der mathematischen Struktur einer Aufgabe und damit das Erstellen eines mathematischen Modells zur Lösungsfindung erleichtern." (ebd., S.31; Hervorhebung im Original)

Man findet vor allem folgende Strategien in den Didaktikbüchern:

- *Nachspielen / szenische Darstellung der Textaufgabe* (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.26; Lorenz 1994, S.14; Franke 2003, S.84; Radatz et al. 1999, S.196; Radatz et al. 1998, S.169/182)

  Lorenz (1994, S.14) stellt den Vorteil heraus, dass Kinder durch das Nachspielen die Handlungssituation „erleben" und zugleich Erfahrungen mit den thematisierten Größenbereichen sammeln können, warnt aber zugleich davor, dieser Strategie allzu viel Erfolg zuzusprechen.
- *Darstellen der Situation mithilfe von Material* (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.26; Franke 2003, S.84)

  Die Wirkung dieser Strategie ist begrenzt. Franke (2003, S.88) geht davon aus, dass Material lediglich nur dann unterstützend wirken kann, wenn die mathematische Struktur der Aufgabe bereits erfasst ist, andernfalls lässt sich das Material nicht sinnvoll strukturieren.

- *Anfertigen von (Situations-)Skizzen* (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.26; Kaufmann 2008, S.34; Lorenz 1994, S.14; Weiser 1981, S.13/16/28; Bremer & Dahlke 1980, S.20; Franke 2003, S.84) oder *von Lösungsskizzen* (vgl. Radatz et al. 1998, S.186/189/198)

  Das Anfertigen von Situationsskizzen soll das Situationsmodell zeichnerisch abbilden und somit die Entwicklung eines Lösungsplans unterstützen (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.26; Weiser 1981, S.16; Franke 2003, S.89). Auch für Kinder, deren Lesefähigkeiten noch nicht hinreichend entwickelt sind, stellt die bildliche Darstellung der Situation eine Hilfe dar (vgl. Franke 2003, S.88).

  Obwohl diese Strategie in Didaktikbüchern empfohlen wird, machen Autoren gleichzeitig auf mögliche Probleme aufmerksam. Diese Strategie ist schließlich hilfreich, wenn die Skizze das Wesentliche herausstellt, was Kinder, die zu detaillierten Zeichnungen neigen, allerdings zunächst noch lernen müssen (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.26; auch Weiser 1981, S.13; Franke 2003, S.89). Franke (2003, S.88) merkt darüber hinaus wie schon bei der Darstellung der Situation mit Material an, dass auch für die Anfertigung einer geeigneten Skizze die Struktur der Aufgabe eigentlich bereits durchdrungen sein muss. Zugleich betont sie allerdings:

  > „In *Situationsskizzen* werden im Text beschriebene Zusammenhänge bildlich dargestellt. Auch wenn beim Lesen des Textes die Struktur noch unklar ist, so kann beim Zeichnen diese Beziehung deutlich werden.“ (ebd., S.88f.; Hervorhebung im Original)

  Kaufmann (2008, S.34) ordnet das Anfertigen geeigneter Skizzen den Strategien zu, welche das Textverständnis fördern sollen. Sie schlägt vor, diese Strategie durch das Auswählen einer passenden Skizze aus einer Menge gegebener Skizzen zu üben (vgl. ebd., S.34).
- *Anfertigen von Pfeilbildern oder sonstigen Schaubildern* (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.28f.) *oder (Strecken-)Diagrammen* (vgl. Franke 2003, S.84; Radatz et al. 1998, S.169)
- *Anfertigen von Tabellen* (vgl. Bongartz & Verboom 2007, S.30; Kalmbach 1994, S.108; Lorenz 1994, S.14; Böhmer 2000, S.15; Franke 2003, S.84; Radatz et al. 1998, S.169/183)
- *Zeichnerische Darstellung des Lösungsweges* (vgl. Radatz et al. 1999, S.255)
- *Anfertigen von Rechenbäumen* (vgl. Franke 2003, S.84)

  Obwohl von Franke (2003) selbst kritisiert, führt sie Rechenbäume als Hilfsstrategie an. Im Prinzip haben Rechenbäume den Vorteil, dass sie die Struktur der Aufgabe veranschaulichen, aber dennoch rät Franke (2003, S.92f.) dazu, sich aufgrund der oben genannten Einwände zu überlegen, ob sich der Zeit- und Arbeitsaufwand lohnt, der in das Einüben des Anfertigens von Rechenbäumen investiert werden muss.

Strategien zur Prüfung des Ergebnisses: Bei Bongartz & Verboom (2007, S.32) findet man lediglich den Hinweis, dass hinterfragt werden sollte, ob das Ergebnis realistisch ist. Auch Kaufmann (2008, S.33/35) thematisiert die oben beschriebene Beobachtung, dass Kinder unrealistische Ergebnisse unreflektiert als Lösung angeben. Sie rät dazu, Kinder durch entsprechende Aufgabenstellungen zum Wahrnehmen von unrealistischen Ergebnissen zu schulen. Dazu können ihrer Meinung nach auch Aufgaben, in denen das Ergebnis überschlagen werden muss, gut geeignet sein. Dass derartige Aufgaben dazu beitragen können, dass Kinder und Jugendliche ein Gefühl für realistische Lösungen gewinnen können, hat bereits Weiser (1981, S.23) festgehalten. Ferner ist möglich, „(…) daß man die Schüler daran gewöhnt, die Endergebnisse mit den in der Aufgabe angegebenen Werten zu vergleichen." (ebd., S.23)

Sonstige Strategien: Zu dieser Gruppe zählen Strategien, die sich keiner der oben angeführten Vorgehensweisen zuordnen lassen. Dazu gehören zum Beispiel

- die Anregung Kalmbachs (1994, S.104/110), *verschiedene Lösungswege zu einer Textaufgabe zu finden*

  Das Vorstellen verschiedener Rechenwege bietet den Vorteil, dass Schülerinnen und Schüler verschiedene Ansätze kennen lernen und vor allem auch Leistungsschwächere Unterstützung finden (vgl. ebd., S.110).
- das *Nennen von Rechenoperationen zu gegebenen Textaufgaben* (vgl. Kaufmann 2008, S.34)

  Unter dieser „Strategie" ist zu verstehen, dass Kindern verschiedene Textaufgaben genannt werden, zu welchen sie eine richtige Rechenoperation nennen sollen (vgl. ebd., S.34).
- das *Vergleichen verschiedener – richtiger und fehlerhafter – Lösungswege* (vgl. ebd., S.34) oder *Vergleichen von Lösungswegen und Aufgaben* (vgl. Radatz et al. 1999, S.255)
- das *kritische Lesen von Textaufgaben zur Sensibilisierung für die Kapitänsaufgaben* (vgl. Lorenz 1994, S.15)
- das *Aufschreiben von Teilergebnissen* (vgl. Franke 2003, S.83)

Gerade bei komplexen Aufgaben, bei welchen der Lösungsweg nicht sofort gänzlich überblickt oder möglicherweise wieder vergessen werden kann, empfiehlt Franke (2003, S.83), den Kindern zu vermitteln, Zwischenergebnisse zu notieren, um auf diese Weise das Kurzzeitgedächtnis zu entlasten.

- *Prüfung, was zu berechnen ist, und Reflexion darüber, ob diese Berechnungen sinnvoll sind* (vgl. Radatz et al. 1998, S.173; Radatz et al. 1999, S.255)

Es geht nicht allein darum, Kindern lediglich Strategien zur Lösung von Textaufgaben an die Hand zu geben, wie im folgenden Zitat deutlich wird. Vielmehr können Strategien wie das Bilden[111], Darstellen, Verändern und Formulieren von Sachaufgaben, das Formulieren von Fragen zu Sachaufgaben sowie das Hinterfragen von Lösungen (vgl. Franke 2003, S.148) die Sachrechenkompetenz fördern:

> „Ziel bei diesen Übungen ist nicht die Lösung der einzelnen Aufgabe, sondern die Verbesserung der Sachrechenkompetenz der Schüler durch Erkennen und Erlernen von Lösungsstrategien und Bearbeitungshilfen, durch Interpretieren von Texten, von mathematischen Modellen und Lösungen, durch Erfinden eigener Sachaufgaben." (ebd., S.148)

Einige Aufsätze, in denen Ideen für den Umgang mit der Textaufgaben-Problematik gegeben werden, zielen weniger darauf ab, Hilfsstrategien für das Verstehen von Textaufgaben zu vermitteln, als vielmehr darauf, Kinder grundsätzlich mit Textaufgaben und Rechengeschichten vertraut zu machen. Daher empfiehlt Spiegel (2008), Erstklässler Rechengeschichten selbst erzählen zu lassen. Schuler (2008[112]) stellt die Idee vor, Kinder mit Lückentexten an Rechengeschichten heranzuführen. Nacherzählen einer Rechengeschichte wird wie das Schreiben von Rechengeschichten von ihr nur als eine Hilfe zur Beobachtung des Lernens aufgeführt (vgl. Schuler 2008, S.16). Auch Lorenz (1994, S.15) sieht in der bereits frühen Begegnung mit Textaufgaben eine Chance, dass diese später erfolgreich gelöst werden. Er schreibt:

> „Der Umgang mit Sachaufgaben wird erleichtert, wenn vom ersten Schuljahr an die Schüler und Schülerinnen angehalten sind, selbst Rechengeschichten zu erzählen, Situationen für Rechnungen zu erfinden und diese aufzuschreiben." (Lorenz 1994, S.15)

Auch Häsel-Weide (2008[113]) stellt keine direkten Fördermaßnahmen vor, die das Lösen von Textaufgaben verbessern können. In der von ihr skizzierten Unterrichtsreihe

[111] Das Bilden von Sachaufgaben umfasst hier nicht nur das Formulieren eigener kurzer Textaufgaben, sondern auch das Sammeln und Erzählen von Rechengeschichten, das Ergänzen von Textaufgabenanfängen sowie das Zusammensetzen von Textaufgaben aus gegebenen Informationen und Verfassen eigener Textaufgaben (vgl. Franke 2003, S.149-154).

[112] Schuler, S. (2008). Kinder vervollständigen Rechengeschichten. *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 14 – 17.

[113] Häsel-Weide, U. (2008). Unsere Klasse durch die Mathe-Brille betrachtet. *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 20 -23.

nehmen Kinder ihre Umgebung durch eine gebastelte „Mathe-Brille“ bewusst mathematisch wahr, sie achten auf die Mathematik in ihrer Umwelt (vgl. Häsel-Weise 2008, S.20).

Ein anderer Vorschlag zur Förderung des Verstehens von Textaufgaben findet sich bei Stern (1994). Sie konnte beobachten, dass Kinder von der Einbettung von Vergleichsaufgaben in Kontextgeschichten, die einen qualitativen Vergleich beschreiben, profitierten (vgl. Stern 1994, S.24). Eine entsprechende Kontexteinbettung könnte folglich für das bessere Verständnis hilfreich sein.

Hinsichtlich der Kapitänsaufgaben-Problematik findet sich bei Burmester & Bönig (1993, S.107) der Vorschlag, beim Einsatz dieser Aufgaben im Mathematikunterricht die Zahlen derartig zu verändern, dass die Kinder stutzig werden. So können zumindest bei Aufgaben mit inhaltlicher Kohärenz Kinder dafür sensibilisiert werden, unrealistisch erscheinende Werte zu prüfen (vgl. ebd., S.107). Des Weiteren empfehlen Burmester & Bönig (1993, S.107), Kinder selbst Aufgaben verfassen zu lassen sowie verstärkt projektartigen Unterricht zum Sachrechnen umzusetzen.

2.4.2 Hollensteins Ansatz „Schreibanlässe im Mathematikunterricht“ (1996)

Wie oben dargestellt, sieht Hollenstein (1996) die Ursache für die von ihm als „Kapitänssymptomatik“ bezeichnete Verhaltensweise beim Lösen von Textaufgaben im Kontext des herkömmlichen Mathematikunterrichts. Um dieses Verhalten zu vermeiden, sind Änderungen im Mathematikunterricht erforderlich.

Einen guten Ansatz zur Veränderung des Mathematikunterrichts sieht Hollenstein im Ansatz von Gallin und Ruf. Primär wird ihr Ansatz von der Idee geleitet, dass sich die Gedanken während des Schreibens klären, weshalb Verstehen durch Schreiben möglich wird (vgl. Gallin & Ruf 1993, zitiert nach Hollenstein 1996, S.60). Die zentralen Elemente im Ansatz von Gallin & Ruf (1990, zitiert nach Hollenstein 1996, S.60) sind die so genannten Kernideen und das Reisetagebuch. Gerade letzteres bietet in Hollensteins Augen Raum für angemessenes Lernen: Die schriftliche Fixierung der eigenen Gedanken zu einem mathematischen Problem ermöglicht eine spätere Reflexion, es wird „eine Rückbesinnung auf durchlaufene Prozesse und damit verbundene mathematische Begriffe“ (Hollenstein 1996, S.61) möglich. Im Reisetagebuch kann jeder individuell vorgehen. Sowohl individuelle als auch Irrwege werden akzeptiert und sind interessant (vgl. ebd., S.61). Es ermöglicht zugleich Vermittlung von Metakognition, welche Hollenstein (1996, S.31) ebenso wie die Vermittlung von Strategiewissen für seinen Ansatz als wichtig erachtet:

> „Die Methode des Reisetagebuchs verfolgt (…) das Ziel, die Gesamtheit der Prozesse, die am Mathematiktreiben beteiligt sind, bewusst und darüber hinaus auch zum Gegenstand des Gesprächs zwischen Lehrenden und Lernenden zu machen.“ (ebd., S.62)

Der Lehrende erhält ferner die Möglichkeit, in die Vorstellungs- und Gefühlswelt des Lernenden einzublicken (vgl. ebd., S.62). Über den Ansatz von Gallin & Ruf hinaus eignet sich Hollensteins (1996, S.99) Meinung zufolge eher ein entdeckender Unterricht als ein belehrender Unterricht, um den Kontexteinfluss zu unterbinden.

In der Schilderung des Ist-Zustandes im Mathematikunterricht und der Ansätze und Unterrichtsformen, die diesen Ist-Zustand durchbrechen können, wird Hollensteins (1996) grundlegende Absicht deutlich. Er sucht eine Form von Unterricht, die den traditionellen Mathematikunterricht und das traditionelle Lösen von Textaufgaben insofern durchbricht, dass wieder problembezogenes Lösen möglich wird. Anregungen dazu bieten für ihn die Ansätze von Gallin und Ruf sowie die Idee des entdeckenden Lernens.

Darüber hinaus möchte Hollenstein (1996, S.33) auf die Problematik des Einkleidungseffektes bei Textaufgaben reagieren. Hier sieht er Texte mit offenen Problemstellungen als geeignet an. Seiner Meinung nach liegt ein intrinsischer Motivationsfaktor zur Auseinandersetzung mit Texten in der Offenheit der Problemstellung (vgl. ebd., S.46). Offene Problemstellungen bieten auch die Möglichkeit, dem individuellen Problemlöseverhalten gerecht zu werden. In der Schule beobachtet Hollenstein (1996, S.49) einen „Drang zur Vereinheitlichung von Denkprozessen im Bereich des mathematischen Problemlösens“, was gegen die Individualität geht. Statt verständnisvollem Lösen werden mitunter Automatismen eingesetzt. Hollenstein greift aus diesen Gründen auf Texte zurück, die hinreichend offen sind.

Hollensteins (1996) Ansatz „Schreibanlässe im Mathematikunterricht“, der im Folgenden skizziert werden soll, stellt seine Antwort auf die oben in Kapitel 2.2 von ihm beklagte Situation dar. Ziel dieser Unterrichtsform ist, „den offengelegten Schwierigkeiten des traditionellen Sachrechenunterrichts adäquat zu begegnen. Für die Schülerinnen und Schülern [sic!] sollen Lernsituationen geschaffen werden, in denen Mathematisierungen von Sachproblemen erleichtert oder gar erst möglich werden.“ (Hollenstein 1996, S.110) Hollenstein möchte demnach mit seiner Unterrichtsform erreichen:

> „Der vorgeschlagene didaktische Ansatz soll bewirken, dass die Lernenden mathematische Operationen und Begriffe adäquat anwenden. Voraussetzung dafür ist das Erkennen von strukturellen Isomorphien zwischen sachlichen Zügen des Problems und mathematischen Begriffen und Operationen (Hollenstein 1981). Diesen Prozess nenne ich mit Wittmann / Müller (1977) und anderen *Mathematisieren*.
> *Die von mir vorgeschlagene didaktische Form soll die Bedingungen für Mathematisierungsprozesse gegenüber den Bedingungen des traditionellen Sachrechnens wahrnehmbar und messbar verbessern.*

> (…) einsichtig argumentierendes Problemlösen soll (…) gefördert werden.“ (Hollenstein 1996, S.113; Hervorhebungen im Original)

Im Schreiben von Sachtexten im Rahmen des Mathematikunterrichts sieht er eine besondere Weise, Textaufgaben zu lösen (vgl. ebd., S.113). Als Ausgangspunkt für die zu verfassenden Texte durch Schülerinnen und Schüler dienen so genannte Text-Torsi, die im Grunde lückenhafte, teilweise widersprüchliche Texte darstellen, welche aufgrund dieser Eigenschaften zu einer Auseinandersetzung mit den angebotenen Informationen sowie zu Ergänzungen anregen (vgl. ebd., S.113). Sie sind somit Texte, die Hollensteins (1996) Forderung nach Offenheit erfüllen. Der Unterricht in diesem Ansatz kann folgende Form haben (vgl. dazu ebd., S.114):

> Der Torso wird den Schülerinnen und Schülern angeboten. Diese setzen sich mit ihm auseinander und formulieren Fragen. Die Beantwortung dieser Fragen trägt zur Formulierung eines neuen Textes, der verfasst werden soll, bei. Mit dem Auftrag der Neuformulierung des Textes ist zugleich verbunden, die mathematischen Elemente und Strukturen des Torsos aufzugreifen und in den neuen Text zu integrieren. Dies kann auf verschiedene Weisen erfolgen, es sind mehrere sinnvolle Lösungen denkbar.

Der Begriff „Text“ ist bei Hollenstein (1996) weit gefasst: Hollenstein (1996) versteht jede lesbare Information bereits als Text, wozu auch Zeichnungen gehören können (vgl. ebd., S.115).

Als ausschlaggebende Impulse für seinen Ansatz, Schülerinnen und Schüler durch Verfassen von Texten zu angemessenen Mathematisierungen und zu mehr einsichtigem Vorgehen beim Lösen von Textaufgaben zu führen, führt Hollenstein (1996, S.115) drei Beispiele an. Diese „zeichnen sich (…) durch *aktiv entdeckendes* Verhalten aller Beteiligten aus und lassen sich leicht als *Schreibanlässe* interpretieren.“ (ebd., S.116; Hervorhebungen im Original)

Das erste Beispiel stellt eine Unterrichtssituation dar. Hollenstein (1996, S.116-118) konnte in dieser Situation unterschiedliches Vorgehen der Schülerinnen und Schüler beobachten: während ein Schüler mehr oder weniger konventionell an die Bearbeitung dieser Aufgabe geht, stellt sich eine Schülerin verschiedene weitere, durchaus reale Fragen, die sich nicht zwingend alle mit den Angaben in der Textaufgabe beantworten lassen, und fertigt Skizzen an.

Als zweites Beispiel führt Hollenstein (1996, S.118) das Projekt MOSIMA an. Im Rahmen dieses Projektes sollten Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen zu einer gegebenen Situation – „Dreikönigskuchen“ – mathematische Fragestellungen finden und diese beantworten (vgl. ebd., S.118). Diese Aufgabe ermöglicht Jugendlichen, viele eigene Problemstellungen zu finden und zu formulieren. In diesem Zusammenhang erarbeiteten sie sich auch Begriffe selbst, wie zum Beispiel den der bedingten Wahrscheinlichkeit (vgl. ebd., S.122). Als drittes Beispiel nennt Hollenstein (1996, S.123) die Sachtexte von Erichson, die er als geeignete Texttorsi ansieht.

Hollensteins (1996) Ansatz liegen folgende theoretische Annahmen und Überlegungen bzw. Absichten zugrunde:

(1) Hollenstein (1996, S.124) nimmt einen Lösungsprozess von Textaufgaben an, welcher sich aus mehreren komplexen Prozessen, die koordiniert werden müssen, zusammensetzt. Die einzelnen Teilprozesse entsprechen im Grunde denen, die in Kapitel 1.3 aufgeführt wurden: Der Text muss verstehend gelesen oder gehört werden, die Schülerinnen und Schüler müssen die Tiefenstruktur des Textes erfassen[114], die zugrunde liegende Sachstruktur muss mathematisiert werden, wobei die Mathematisierung wiederum in Algorithmen umgesetzt werden muss, deren Ausführung letztlich das numerische Ergebnis liefert, welches schließlich in den Kontext rückinterpretiert werden muss (vgl. ebd., S.124f.). Hollenstein (1996, S.125) sieht diesen Prozess nicht als stringente Abfolge der Teilprozesse. Sprünge sind möglich.

Im Sinne des Konstruktivismus müssen zunächst Aspekte einer Situation im Sinn, in den Gedanken präsent sein, ehe von diesen abstrahiert werden kann (vgl. ebd., S.126). Dazu soll das Schreiben von Texten verhelfen. Denn:

> „Errechnen korrekter Resultate [lässt] nicht zwingend auf einen *erfolgreichen* Lösungsprozess schliessen (…). Kennzeichnend ist die einsichtsvolle Weiterkonstruktion der vorgegebenen Sachstruktur.“ (ebd., S.126; Hervorhebung im Original; Ergänzung MV)

Letzteres soll durch Hollensteins Ansatz bewirkt werden.

(2) Der Ansatz von Hollenstein (1996) sieht Partnerarbeit vor. Die Gruppenarbeit oder Partnerarbeit soll dazu dienen, die Bildung und Anwendung mathematischer Begriffe zu schulen (vgl. ebd., S.132). Innerhalb der Partnerarbeit soll es zu einem kreativen Dialog kommen (vgl. ebd., S.141). Möglich wird dies durch offene, divergente Problemstellungen, da diese eine Vielzahl verschiedener Lösungen zulassen (vgl. ebd., S.142).

Die Nutzung offener Probleme begünstigt nicht nur die Kommunikation der Lernenden, sondern hilft dem Ansatz „Schreibanlässe“ auch, den Kontext des

[114] Hollenstein (1996) spricht nicht explizit vom Aufbau eines Situationsmodells. Stattdessen findet man die Aussage: „Die Schülerinnen und Schüler konstruieren die Tiefenstruktur, die sachliche Struktur des Textes.“ (ebd., S.124) Möglicherweise lässt sich dies mit dem Aufbau eines Situationsmodells gleichsetzen.

herkömmlichen Mathematikunterrichts aufzubrechen. Im typischen Mathematikunterricht stellen Textaufgaben keine wirkliche Lernbereicherung dar:

> „Klassische Textaufgaben (…) werden von den Beteiligten als Selbstzweck oder, salopp formuliert, als billige Opernkulisse für die Durchführung arithmetischer Verfahren empfunden.“ (ebd., S.143)

Dass es sich um *Sach*probleme handeln kann, verschwindet so selbst bei echten Sachaufgaben aus dem Bewusstsein. Die Begünstigung der oben beschriebenen Kapitänssymptomatik wird leicht ersichtlich.

(3) Um diese Probleme des Mathematikunterrichts zu durchbrechen, unterscheidet sich der Ansatz von Hollenstein (1996) deutlich vom üblichen Mathematikunterricht. So ermöglicht der Ansatz ein selbstgesteuertes und entdeckendes Problemlöseverhalten, er bietet der natürlichen Differenzierung Raum, lässt mitunter verschiedene Ergebnisse zu und eröffnet die Möglichkeit zum Austausch über Informationen (vgl. ebd., S.144). Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Textproduktionskompetenz hinreichend ausgebildet ist (vgl. ebd., S.144).

(4) Der Ansatz unterscheidet sich vom typischen traditionellen Mathematikunterricht auch in der Berücksichtigung metakognitiver Aspekte. Dazu gehören auch das Befinden innerhalb der Lerngruppe sowie die Vermittlung von Problemlösewissen (vgl. ebd., S.147).

(5) Das Verfassen von Texten im Mathematikunterricht kann auch hinsichtlich der Geschlechter unterschiedliche Effekte haben. Im Unterricht nehmen Jungen und Mädchen schließlich andere Rollen ein: Jungen sind eher „Störenfriede“ des Unterrichts, „Mädchen hingegen verstehen sich stärker verantwortlich für das Geschehen in der Lerngruppe. Ihr Verhalten zielt meist auf eine Erleichterung der sozialen Interaktion und damit auch der Lernprozesse ab.“ (ebd., S.149) Allerdings haben Mädchen häufiger ein negatives Selbstwertgefühl bezogen auf Mathematik und -unterricht, Jungen dagegen ein positives (vgl. ebd., S.149). Der Ansatz „Schreibanlässe im Mathematikunterricht“ kann für die Mädchen daher positiv sein, da das negative Selbstwertgefühl durch ein positives Wir-Gefühl kompensiert werden kann und ferner aufgrund der möglichen Leistungsvielfalt keine stark negative Rückmeldung möglich ist (vgl. ebd., S.150). Ferner wird von Mädchen häufig nur eine umschreibende oder analogische Beschreibung mathematischer Lösungen verlangt, von Jungen dagegen eine mathematisch formale (vgl. ebd., S.151). Auch diesem kann der Ansatz gerecht werden. Ein weiterer Unterschied zwischen den Geschlechtern liegt in den Kausalattributionen bei Misserfolgen im Mathematikunterricht (vgl. ebd.,

S.151). Während Jungen die Ursache für ein Scheitern meist mangelnder Anstrengung zuschreiben, sehen Mädchen die Ursache vielmehr in mangelnder Begabung liegen (vgl. ebd., S.151). Für den Sprachunterricht gilt dies nicht unbedingt, hier gehen sowohl Jungen als auch Mädchen nicht zwingend von mangelnder Begabung als Ursache für Misserfolge aus (vgl. ebd., S.152). Aus diesen Gründen kann der Ansatz „Schreibanlässe im Mathematikunterricht" vor allem für Mädchen eine geeignete Unterrichtsform sein.

Die Überlegungen und Einordnungen des Ansatzes in den theoretischen Rahmen führen Hollenstein (1996) zu folgenden Thesen:

- 1. Der Ansatz „Schreibanlässe im Mathematikunterricht" führt zu einer Erleichterung problemadäquater Mathematisierungen (vgl. ebd., S.158).
- 2. Des Weiteren nimmt Hollenstein (1996, S.159) an, dass sich geschlechtsspezifische Unterschiede unter der Experimentalbedingung ergeben, da vor allem Mädchen stärker von der neuen didaktischen Form profitieren als Jungen.

In seiner Studie bearbeitete eine Experimentalgruppe Sachtexte als Schreibanlass (vgl. ebd., S.160). Die Kontrollgruppe bearbeitete hingegen „*geschlossen* bzw. *konvergent* (Aebli 1981, S.137) formulierte Textprobleme aus dem Anwendungsbereich des Mathematikunterrichts (…)." (Hollenstein 1996, S.160; Hervorhebungen im Original) Sie bearbeitete typische, enggehaltene Fragen zu einem Sachtext, welcher auch der Experimentalgruppe – ohne Rechenfrage – zur Bearbeitung gegeben wurde (vgl. ebd., S.167). Die Experimentalgruppe erhielt dagegen den Auftrag, einen mathematischen Aufsatz zu verfassen (vgl. ebd., S.169).

Zwischen diesen beiden Gruppen wollte Hollenstein Unterschiede bezüglich der Variablen „Adäquatheit der Mathematisierungen" sowie „Strategien der Problembewältigung" nachweisen (vgl. ebd., S.160). Außerdem erwartet er, dass sich „in der Experimentalgruppe Effekte einer *natürlichen Differenzierung* nachweisen" (ebd., S.160; Hervorhebungen im Original) lassen. Letztere spiegeln sich im so genannten „Raum der elaborierten Problemstellungen" (ebd., S.161) wider. Dieser umfasst die selbstformulierten Fragestellungen der Experimentalgruppe und wird an den von Hollenstein vorgegebenen Fragen für die Kontrollgruppe gemessen (vgl. ebd., S.161).

Während diese Variable des „Problemtyp[en]" (ebd., S.177; Ergänzung MV) die verschiedenen Arten von aufgeworfenen und bearbeiteten Probleme umfasst und sie somit nominalskaliert ist, stellt die Variable „Adäquatheit der Mathematisierungen" eine ordinale Variable dar (vgl. ebd., S.190). Die erhobenen Daten werden vier Kategorien zugeordnet:

- Es ist keine Mathematisierung in der Gruppe zu beobachten (vgl. ebd., S.193).
- Die nächste Stufe bilden inadäquate Mathematisierungen. Dazu zählen solche, die sich als eher ungeeignet erweisen und von Lehrern vermutlich als „falsch" bewertet werden würden (vgl. ebd., S.195).
- Als „Teilweise adäquate, teilweise inadäquate Mathematisierung" (ebd., S.197) werden Mathematisierungen gewertet, wenn sie sowohl geeignete als auch unsinnige oder weniger geeignete Mathematisierungsversuche darstellen (vgl. ebd., S.197). Es handelt sich quasi um eine Mischung aus der Stufe „inadäquate Mathematisierungen" und der obersten Stufe.
- Dieser obersten Stufe gehören Mathematisierungen an, wenn sie adäquat sind; das bedeutet, dass das Problem angemessen mathematisiert wurde (vgl. ebd., S.198).

Unterschiede bezüglich dieser Variablen sprechen für die Wirksamkeit des Ansatzes „Schreibanlässe". Hollenstein (1996, S.162) erwartet:

- Die Experimentalgruppe fertigt eine große inhaltliche Auswahl an adäquater, mathematischer Modellierungen an. „Gleichartige Problemstellungen werden unterschiedlich mathematisiert." (ebd., S.162)
- Adäquate, mathematische Modellbildungen treten in der Kontrollgruppe häufiger als in der Experimentalgruppe auf (vgl. ebd., S.162).
- Dafür treten in der Kontrollgruppe zugleich häufiger widersprüchliche und nichtadäquate Lösungen als in der Experimentalgruppe auf (vgl. ebd., S.162)

Hinsichtlich der Zahl an teilweise adäquaten, teilweise inadäquaten Mathematisierungen findet sich bei Hollenstein (1996) keine formulierte Annahme. Seine Annahme bezüglich der Zahl an adäquaten Mathematisierungen erscheint im Hinblick auf das Ziel seines Ansatzes irritierend. Man würde vielleicht vielmehr vermuten, dass in der Experimentalgruppe häufiger adäquate Mathematisierungen als in der Kontrollgruppe auftreten, wenn der Ansatz „Schreibanlässe" tatsächlich wirkungsvoll ist. Hollenstein (1996) nimmt aber das Gegenteil an. Er begründet diese Annahme mit der Andersartigkeit des Ansatzes (vgl. dazu ebd. S.230f.): Schülerinnen und Schüler lernen seiner Ansicht nach im Mathematikunterricht vorrangig feste Vorgehensweisen und Strategien zur Lösung von Textaufgaben. Mit diesen lassen sich die Anforderungen des Ansatzes „Schreibanlässe" allerdings nicht bewältigen, da in diesem die erlernten Mechanismen nicht zum Erfolg führen. Den Schülerinnen und Schülern steht somit das ihnen bekannte Werkzeug nicht zur Verfügung, was zu einer kleineren Zahl an adäquaten Mathematisierungen führt.

Wie anhand der Variablen „Adäquatheit der Mathematisierungen“ lässt sich die Wirkung des didaktischen Ansatzes auch an der Variablen „Strategien der Problembewältigung“ ablesen. Diese Variable ist ebenfalls ordinalskaliert (vgl. ebd., S.190). Grob lassen sich zwei Hauptkategorien bestimmen: Das Problemlöseverhalten lässt sich zunächst differenzieren in „einsichtiges“ und in „nicht einsichtiges“ Verhalten (vgl. ebd., S.200). Die Anwendung von eher nicht-einsichtigen Verfahren wird demnach der Kategorie „Mechanisch-assoziative Verhaltensmuster“ (ebd., S.203) zugeordnet, „Einsichtsvoll-argumentierend“ (ebd., S.207) beschreibt dagegen die andere Verhaltensweise. Darüber hinaus ist möglich, dass Versuchspersonen keine Strategie erkennen lassen oder sowohl einsichtige als auch uneinsichtige Strategien anwenden (vgl. ebd., S.201). Aus diesem Grund sieht Hollenstein (1996) zwei weitere Kategorien vor, welche dieses Verhalten beschreiben: „Strategien der Problembewältigung sind nicht ersichtlich“ (ebd., S.202) und „Teilweise mechanisch-assoziativ, teilweise einsichtsvoll argumentierend“ (ebd., S.205), welche als Zwischenstufe zwischen rein mechanisch-assoziativem und rein einsichtsvoll-argumentierendem Verhalten gilt.

Hollensteins (1996) Annahmen hinsichtlich dieser Variablen erscheinen in diesem Fall weniger widersprüchlich als im Fall der Variablen „Adäquatheit der Mathematisierungen“. Er nimmt an (vgl. ebd., S.162f.):

- In der Kontrollgruppe wird sich häufiger ein mechanisches Problemlöseverhalten zeigen.
- In der Experimentalgruppe sollte sich ein Vorgehen zeigen, welches „den Aufbau der Tiefenstruktur des Aufgabentextes und ein kognitives Durchdringen des sachlichen Gehalts der entsprechenden Aufgabe“ (Hollenstein 1996, S.163) berücksichtigt und ermöglicht.

Probanden waren zwei siebte Klassen von Untergymnasien in Bern (vgl. ebd., S.164). Die Schülerinnen und Schüler sollten sich zu zweit zusammenfinden (vgl. ebd., S.160/165). Damit Experimental- und Kontrollgruppe vergleichbar sind, wurde bei der Zuordnung der Versuchspaare auf die beiden Gruppen Folgendes beachtet:

- In beiden Gruppen sollten beide Geschlechter gleichmäßig vertreten sein, hinzukommt, dass idealerweise die Paare gleichgeschlechtlich sein sollten (vgl. ebd., S.171f.), da gerade die Wirkung des Ansatzes hinsichtlich des Geschlechts interessant ist.

- Die Ergebnisse eines Vortestes, in welchem die Probanden ihr Interesse an der Bearbeitung von Textaufgaben und am Verfassen von Texten selbst einschätzen und ferner ihre Motivation für Leistung und Erfolg angeben sollten (vgl. ebd., S.173f.), fanden ebenfalls bei der Bildung der Gruppen Berücksichtigung.

Vor der Durchführung des Experiments wurden alle Versuchspersonen mit der Textsorte „mathematische Texte“ vertraut gemacht, sollten entsprechend dem kommenden Experiment zu dem Text interessante Fragestellungen finden (vgl. ebd., S.180). Daran schloss sich das Experiment selbst an.

Das Experiment gliederte sich in zwei Phasen. Zunächst mussten die einzelnen Versuchspaare gemeinsam die gegebene Aufgabe bearbeiten (vgl. ebd., S.181). Die Experimentalgruppe bearbeitete einen Schreibanlass, verfasste einen mathematischen Text, die Kontrollgruppe bearbeitete die Textaufgaben. Die Bearbeitung erfolgte innerhalb einer bestimmten Zeit und wurde mit einer Kamera aufgezeichnet (vgl. ebd., S.181). Daran schloss sich ein Einzelinterview mit den beiden Versuchspersonen an. Die Paare wurden getrennt von zwei Versuchsleitern zu ihrer Bearbeitung interviewt, wozu auch die Videoaufnahme der Problembearbeitung abgespielt wurde, da die Versuchspersonen – wiederum vor laufender Kamera – ihr eigenes Problemlöseverhalten kommentieren und interpretieren sollten (vgl. ebd., S.182). Die Methode heißt daher „Re-Interview-Technik“ (ebd., S.160/181).

In den Ergebnissen zeigten sich einige Annahmen Hollensteins (1996) bestätigt. In der Kontrollgruppe zeigten sich Mechanisierungseffekte im Sinne von Luchins (1971, zitiert nach Hollenstein 1996): Statt einfache, direkte Lösungswege zu gehen, wendeten die Versuchspersonen Lösungsverfahren an, die sie zuvor im Unterricht gelernt hatten, auch wenn diese umständlicher sein sollten (vgl. Hollenstein 1996, S.210f.). In der Experimentalgruppe trat nur bei einem Versuchspaar dieser Fall ein (vgl. ebd., S.214). In der Experimentalgruppe zeigte sich vielmehr ein anderes Bild: Diese Gruppe erschuf eine relativ umfangreiche Sammlung an Texten zu unterschiedlichen Themen (eine Übersicht über die Themen listet Hollenstein (1996) auf den Seiten 220-222 auf). Die Vielzahl an aufgeworfenen Themen und Aspekten in der Experimentalgruppe deutet Hollenstein (1996, S.225) als Indiz dafür, dass unter der Bedingung des Textverfassens Möglichkeit zur natürlichen Binnendifferenzierung besteht.

Bezüglich der Variablen „Adäquatheit der Mathematisierungen“ konnte beobachtet werden:

- Dass keine Mathematisierungen zu beobachten sind, kommt lediglich in der Experimentalgruppe vor; hier werden zum Teil Probleme angesprochen, aber nicht bearbeitet (vgl. ebd., S.237).
- Die Zahl der inadäquaten Mathematisierungen ist – wie von Hollenstein (1996) erwartet – in der Kontrollgruppe größer als in der Experimentalgruppe; Ursache dafür kann in der Diskussion über nicht angemessene Lösungen in der Experimentalgruppe liegen, wodurch die Versuchspersonen dieser Gruppe die Unsinnigkeit mancher Lösungen feststellen konnte (vgl. ebd., S.238).
- Mathematisierungen, die teilweise adäquat, teilweise inadäquat sind, treten dafür häufiger in der Experimentalgruppe auf (vgl. ebd., S.238). Dies Ergebnis spricht für die Wirksamkeit des Ansatzes, lässt doch die „hohe Anzahl teilweise adäquater Ansätze in der Experimentalgruppe als Hinweis auf einen offenen Problemlöseprozess, auf ein Ringen um sinnvolle Fragestellungen und um einsichtsvolle Problemlöseprozesse“ (ebd., S.238) deuten.
- Adäquate Mathematisierungen sind dagegen häufiger – wie erwartet – in der Kontrollgruppe zu finden (vgl. ebd., S.238).

Hinsichtlich der verwendeten Strategien ist ein deutlicher Unterschied zwischen den beiden Versuchsgruppen zu beobachten (vgl. ebd., S.240). In der Kontrollgruppe sind vor allem mechanische Strategien zu beobachten, in der Experimentalgruppe dagegen einsichtsvolle, argumentierende Strategien (vgl. ebd., S.241). Auch ist die Korrelation zwischen der beiden Variablen „Adäquatheit der Mathematisierungen“ und der Wahl der Strategie relativ stark: „Mechanisch-assoziative Strategien der Problembewältigung gehen häufig zusammen mit inadäquaten Mathematisierungen, einsichtsvoll argumentatives Problemlöseverhalten geht eher einher mit adäquater Modellbildung.“ (ebd., S.245)

Hinsichtlich des Geschlechts konnte Hollenstein (1996) allgemein keine Unterschiede zwischen der Zahl adäquater Mathematisierungen bzw. zwischen der Wahl der Bearbeitungsstrategien feststellen (vgl. ebd., S.248). Betrachtet man allerdings Experimental- und Kontrollgruppe getrennt, fallen Unterschiede auf:

- Jungen in der Experimentalgruppe bearbeiten in der gleichen Zeit mehr Problemstellungen als Mädchen (vgl. ebd., S.250).
- Die Themenwahl ist geschlechtsabhängig. Themen zur Einsatzplanung von Zügen und Personal werden bevorzugt von Mädchen bearbeitet (vgl. ebd., S.251).

- In der Kontrollgruppe findet sich die größte Zahl an inadäquaten und die größte Zahl an adäquaten Mathematisierungen auf der Seite der Mädchen (vgl. ebd., S.253). Jungen gelingen in der Kontrollgruppe häufiger adäquate Mathematisierungen als in der Experimentalgruppe, Mädchen dagegen bestätigen die Hypothese Hollensteins, dass in der Kontrollgruppe adäquate und inadäquate, in der Experimentalgruppe dagegen eher Mathematisierungen, die teilweise adäquat und teilweise inadäquat sind, vorgenommen werden (vgl. ebd., S.255).
- In der Kontrollgruppe gehen vor allem Mädchen assoziativ und mechanisch bei der Lösung vor, in der Experimentalgruppe sind solche Verhaltensweisen eher bei Jungen zu beobachten (vgl. ebd., S.257f.).
- Während Jungen in der Kontrollgruppe eher dazu neigen, eine Aufgabe ohne Diskussionen über mögliche Vorgehensweisen zu lösen, besprechen Mädchen dagegen in beiden Gruppen ihre Lösungswege (vgl. ebd., S.259).

Insgesamt lässt sich feststellen, dass der Ansatz „Schreibanlässe im Mathematikunterricht" sein Ziel erreicht hat. Zum einen konnte natürliche Differenzierung nachgewiesen werden (vgl. ebd., S.273). Ferner scheint der Ansatz die Wirkung des üblichen Mathematikunterrichts zu durchbrechen, was Hollenstein vor allem an der Arbeit der Mädchen festmacht (vgl. ebd., S.274).

Bezüglich der Variablen hält Hollenstein (1996) fest:

> „Beim Bearbeiten des *Schreibanlasses* werden im Vergleich zum Lösen der *traditionellen Textaufgaben* weniger häufig mechanisch assoziative Verfahrensmuster zur Problembewältigung angewandt. Strategien, die ein Bemühen um Einsicht in den sachlichen Gehalt der Aufgabenstellung bedingen, sind signifikant häufiger. In der Kontrollgruppe ist die Häufigkeit *adäquater* mathematischer Modellbildungen grösser als im Setting *Schreibanlass*. Mit anderen Worten: Die Wahrscheinlichkeit, Probleme adäquat zu mathematisieren, ist beim Lösen *traditioneller Textaufgaben* höher. Im Einklang dazu steht auf das Ergebnis, dass die Häufigkeiten für *fehlende* und *nur teilweise adäquate* Mathematisierungsversuche beim Bearbeiten der Schreibanlässe signifikant höher liegen. In der Kontrollgruppe hingegen sind völlig *adäquate* oder aber *inadäquate* Ansätze (…) über Erwarten häufig." (ebd., S.274; Hervorhebungen im Original)

Um den Ansatz als positiv und effektiv zu werten, scheint die Strategiewahl das ausschlaggebende Argument zu sein. Durch die Verwendung einsichtsschaffender Strategien lässt sich schließlich erhoffen, dass mit einem tieferen Verständnis auch eine angemessene Mathematisierung einhergeht. Dass dies in Hollensteins (1996) Studie sich nicht zwingend herausstellte, lässt sich möglicherweise mit einem Hinweis seinerseits erklären, dass die Unterrichtsform „Schreibanlässe im Mathematikunterricht" noch nicht vertraut genug für die Schülerinnen und Schüler war (Hollenstein (1996, S.276) erwartet zumindest bessere Ergebnisse bei Lerngruppen, die mit dieser Unterrichtsform vertraut sind).

Fazit

Auch wenn Hollensteins (1996) Probanden bereits die siebte Klasse besuchen und seine Probanden somit deutlich älter als die Kinder, die an der Studie zum Nacherzählen von Rechengeschichten teilnehmen, sind und sein Ansatz somit für die Sekundarstufe I konzipiert wurde, bietet seine Arbeit für die hier dargestellte Studie dennoch einen interessanten Impuls. Sein Ansatz stellt ein mögliches Vorgehen dar, Methoden des Deutschunterrichts zu nutzen, um das Lösen von Textaufgaben zu erleichtern und zu verbessern. So erweist sich in Hollensteins (1996) Arbeit zumindest auf der qualitativen Ebene das Verfassen von Texten als wirksam. Hollenstein (1996) zeigt auf, dass die Methode „Schreiben von Texten" zumindest dazu führen kann, die Kontexteinflüsse des Mathematikunterrichts zu durchbrechen und somit den Blick der Schülerinnen und Schüler auf Textaufgaben zu verändern.

Als Nachteil könnte man allerdings anmerken, dass der Kontexteinfluss des Mathematikunterrichts lediglich durch einen anderen Kontext – nämlich durch den des Deutschunterrichts – ersetzt wird. Sicherlich ist diese Gefahr aber bei jeder Form von fächerübergreifendem Unterricht gegeben, weshalb auch beim Nacherzählen eine ähnliche Veränderung des Kontextes möglich ist.

2.4.3 Lesestrategien in der Deutschdidaktik

Um das Text- und Situationsverständnis im Lösungsprozess von Textaufgaben zu verbessern, bietet sich ein Rückgriff auf Lesestrategien an, welche im Deutschunterricht gelehrt und gelernt werden. So findet man z. B. bei Frey (2007[115]) eine Unterrichtsreihe für die achte Klasse, die einige Lesestrategien vermittelt und ferner den Sinn von Strategien thematisiert (vgl. Frey 2007, S.188f.). Zu diesen Strategien gehören das Wissen von Unterschieden zwischen Textsorten, Formulieren von Zwischenüberschriften, Zusammenfassen des Textes, Verstehen von einzelnen Wörtern und des Textzusammenhangs, Identifizieren von Schlüsselwörtern sowie Strukturieren des Textes und Anfertigen von Schaubildern zum Text (vgl. ebd., S.190). Bei der empirischen Wirksamkeit dieser Unterrichtseinheit zeigte sich, dass die Schülerinnen und Schüler im Nachtest besser als im Vortest abschnitten (vgl. ebd., S.193).

Einen weiteren empirisch überprüften Lehrgang zum Erlernen von Lesestrategien stellt das Lesetraining „Wir werden Textdetektive", welches auch in Gold (2010/2007)

[115] Frey, H. (2007). Kann eine Vermittlung von Lesestrategien die Lesekompetenz verbessern? In H. Willenberg (Ed.), *Kompetenzhandbuch für den Deutschunterricht. Auf der empirischen Basis des DESI-Projekts* (pp. 188 - 198). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

beschrieben wird, dar[116]. Bei diesem Training handelt es sich um eine Unterrichtsreihe „zur Vermittlung von Lesestrategien in fünften und sechsten Klassen“ (Gold 2010/2007, S.7). Grundlegend für das Training sind Textverstehensmodelle der Kognitionspsychologie (vgl. ebd., S.7). Im Gegensatz zu anderen Untersuchungen steht bei diesem Training von Beginn an auch der Praxisbezug im Blick (vgl. ebd., S.8).

Die Entwicklung dieses Trainings wurde durch verschiedene empirische Untersuchungen motiviert:

> „Empirische Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die individuelle Lesekompetenz in der Tat durch das verfügbare Lesestrategiewissen und durch den Einsatz von *Lesestrategien* (…) vorhersagen und beeinflussen lässt.“ (ebd., S.21; Hervorhebung im Original)

Da als beeinflussende Faktoren auf die Lesekompetenz auch die Motivation und das Interesse gelten, sollten auch diese gefördert werden, weshalb entsprechende Übungen in das Programm aufgenommen wurden (vgl. ebd., S.45f.). Es werden demnach nicht allein Strategien zum Textverstehen vermittelt.

> „Lesestrategien unterstützen die Prozesse der globalen Kohärenzbildung und erleichtern damit den Aufbau einer kohärenten mentalen Repräsentation des Gelesenen. Die wichtigsten Lesestrategien sind die ordnenden oder organisierenden, die verknüpfenden oder elaborierenden und die wiederholenden Strategien.“ (ebd., S.48)

Diese Strategien unterstützen sowohl das Verstehen als auch das Behalten von Informationen (vgl. ebd., S.48). Die ordnenden Strategien sollen dazu beitragen, den Text auf das Wesentliche zu reduzieren und zu verdichten (vgl. ebd., S.49). Dazu zählen zum Beispiel das Unterstreichen, prägnantes Zusammenfassen, Festhalten wichtiger Punkte und Formulieren von Oberbegriffen (vgl. ebd., S.50). Die Verwendung graphischer Darstellungsmöglichkeiten ist hier denkbar (vgl. ebd., S.50). Allerdings weist Gold (2010/2007, S.50) darauf hin, dass die Anwendung dieser Strategien ein gewisses Maß an Vorwissen voraussetzt. Elaborierende Strategien stellen im Grunde das Gegenteil dar. Sie „gehen über die Textoberfläche hinaus. Sie reduzieren den Text nicht, sondern reichern ihn an.“ (ebd., S.50). So führen sie dazu, dass „eine Textvorlage (…) mit dem eigenen Vorwissen, mit Gefühlen und Meinungen, eigenen Bildern und Einstellungen verknüpft.“ (ebd., S.50) Zu diesen Strategien gehören zum Beispiel das Formulieren von Überschriften zu Textabschnitten, sich Gedanken zur Überschrift vor dem Lesen des Textes zu machen, sich etwas bildhaft vorzustellen (vgl. ebd., S.50). Zu den Wiederholungsstrategien zählen mehrmaliges Lesen, Abschreiben und Auswendiglernen, und sie dienen dazu, das Verstandene im Gedächtnis zu sichern (vgl. ebd., S.51). Darüber hinaus gibt es noch die Gruppe der metakognitiven Strategien

[116] In diesem Training finden sich auch einige der in Kapitel 2.4.1 angeführten Strategien.

sowie affektive und motivationale Strategien (vgl. ebd., S.52). Erstere dienen der Kontrolle und der Regulation des Einsatzes von ordnenden und elaborierenden Strategien (vgl. ebd., S.52).

Gold (2010/2007, S.66f.) merkt es als positiv an, dass Lehrerinnen und Lehrer intuitiv Schülerinnen und Schüler zur Anwendung von einzelnen Lesestrategien motivieren, sieht aber in einer systematischen Vermittlung eine wirksamere Förderung des Wissens um und der Anwendung von Lesestrategien. Zudem misst Gold (2010/2007, S.67) der Vorbildfunktion des Lehrers bei Anwendung von Strategien eine große Bedeutung zu. Als Fehleinschätzung stellt er dagegen die Annahme heraus, dass Lesestrategien beiläufig im Unterricht erworben werden (vgl. ebd., S.65/68).

Das Programm „Wir werden Textdetektive" entspricht Golds (2010/2007) Einwänden. Es handelt sich dabei „[u]m ein Programm zur Förderung des verstehenden Lesens durch Lesestrategien." (ebd., S.69) Eine Auswahl an organisierenden, elaborierenden und metakognitiven Strategien sowie Hilfen zur Förderung der Motivation sind Bestandteile dieses Programms (vgl. ebd., S.69). Die relativ kleine Zahl an vermittelten Strategien begründet Gold (2010/2007) damit:

> „Es hat sich nämlich als sinnvoll erwiesen, lieber wenige Strategien auszuwählen und dafür den gezielten und situationsangemessenen Einsatz dieser Strategien an Texten und Aufgabenanforderungen unterschiedlicher Art intensiv einzuüben." (ebd., S.70)

Statt der Kenntnis vieler Strategien ist das Wissen darüber, wann welche Strategie nützlich ist, wichtig, weshalb auch metakognitive Strategien in das Programm aufgenommen wurden (vgl. ebd., S.70). Zu den ausgewählten Strategien gehören:

> „Zwei Elaborationsstrategien sind *Überschrift beachten* (DM 1) und *Bildlich vorstellen* (DM 2), zwei Organisationsstrategien *Wichtiges unterstreichen* (DM 5) und *Wichtiges zusammenfassen* (DM 6). Die metakognitiven Strategien *Verstehen überprüfen* (DM 4) und *Behalten überprüfen* (DM 7) geben zusätzliche Hilfestellungen. Eine Schlüsselrolle bei der Selbstregulation kommt dem *Umgang mit Textschwierigkeiten* (DM 3) zu." (ebd., S.71; Hervorhebungen im Original)

Die Strategie „Umgang mit Textschwierigkeiten" soll dazu anhalten, bei Problemen wie Unkenntnis bestimmter Wörter oder Phrasen nicht unüberlegt weiterzulesen, sondern über verschiedene mögliche Hilfen zur Bewältigung des Problems nachzudenken (vgl. ebd., S.79f.).

Im Sinne der Strategie „Verstehen überprüfen" werden Fragen an den Text gestellt (vgl. ebd., S.80). Auf diese Wiese wird geprüft, was man verstanden hat, was letztlich allerdings auch dazu führen kann, dass man den Text wiederholt lesen muss (vgl. ebd., S.81).

„Wichtiges unterstreichen" soll der Reduktion des Textes auf wesentliche Aussagen dienen, wozu die relevanten Informationen identifiziert werden müssen (vgl. ebd., S.81). Bei der Vermittlung dieser Strategie werden auch Hilfsfragen zur Orientierung gelehrt, welche die Schülerinnen und Schüler nutzen können, um wesentliche Informationen identifizieren zu können (vgl. Gold 2010/2007, S.82 dazu).

Diese Strategien werden in einem 14 Lerneinheiten umfassenden Programm vermittelt (vgl. ebd., S.71). Neben der Vermittlung der Strategiedurchführung wird „ein Baustein zur *kognitiven Selbstregulation* (…) zur Seite gestellt, um zu gewährleisten, dass aus dem deklarativen Strategiewissen auch prozedurale Alltagsroutinen beim Lesen und Bearbeiten von Texten werden." (ebd., S.71; Hervorhebungen im Original)

Das Unterrichtsprogramm wurde in mehreren Studien auf Wirksamkeit untersucht, die diesem Training insgesamt einen positiven Effekt auf die Lesekompetenz belegen (vgl. ebd., S.86). In den Studien wurde die Wirksamkeit des Programms mit 3000 Schülerinnen und Schülern an 30 Schulen mit der des üblichen Unterrichts verglichen, wobei verschiedene sonstige Faktoren unbeachtet bleiben wie zum Beispiel die soziale Interaktion, die Attraktivität des Programms (vgl. ebd., S.88-90).

Die Wirksamkeit wurde mit drei Tests über Strategiewissen geprüft (siehe dazu ebd., S.91):

- LS – M: Dieser Test erfasst das „metakognitive Wissen über Lesestrategien"
- LS – V: Dieser Test erfasst das „Verstehen der Wirkungsweise und des Nutzens von Lesestrategien"
- LS – A: Dieser Test prüft die Fähigkeit, Lesestrategien anzuwenden

Des Weiteren wurden Tests zum Leseverstehen durchgeführt (vgl. ebd., S.92). Bei den Tests zeigte sich: „Die Vorher-Nachher-Vergleiche belegen, dass die Textdetektive das Wissen über Lesestrategien (LS) verbessern." (ebd., S.93) Der Effekt wird als mittelgroß bezeichnet (vgl. ebd., S.94). Dies gilt zumindest für die Strategien. Hinsichtlich des Leseverstehens ist der Effekt weniger stark, teilweise nicht messbar (vgl. ebd., S.94f.).

In der abschließenden Bewertung wird noch einmal das Ziel betont, Verstehen der hierarchiehöheren Struktur zu fördern und somit den Aufbau eines Situationsmodells zu unterstützen (vgl. ebd., S.107).

Karg (2007, S.45) macht allerdings auf ein grundsätzliches Problem von Lesestrategien aufmerksam: Lesestrategien sollen das Verstehen des Textes unterstützen, aber im Grunde setzt ihre erfolgreiche Anwendung bereits Verstehen des Textes voraus. Dies gilt ihrer Auffassung nach auch für das Markieren relevanter Informationen, denn:

> „Doch jemand, der "das Wichtige markieren" kann, muss eigentlich seinen Text schon verstanden haben, denn woher wüsste er sonst, was „wichtig"! ist?" (Karg 2007, S.45)

Resümee zu Kapitel 2.4

Im Hinblick auf die Absicht der hier vorliegenden Arbeit – Vergleich der Wirkung der Strategien „mündliches Nacherzählen" und „Unterstreichen lösungsrelevanter Informationen" (s. Kapitel 4 und 7) – lässt sich am Ende von Kapitel 2.4 festhalten: Sowohl Nacherzählen als auch das Markieren relevanter Informationen werden in den Arbeiten der Mathematikdidaktik neben vielen anderen als Strategien zur Förderung eines besseren Textverstehens empfohlen. Während die Strategie „Unterstreichen relevanter Informationen" als Teil des Programms „Wir werden Textdetektive" (Gold 2010/2007) hinsichtlich ihrer Wirksamkeit – wenn auch für eine im Vergleich zu den an dieser Studie teilnehmen Kindern etwas ältere Probandengruppe – geprüft wurde, lässt sich für das Nacherzählen kein Hinweis auf eine vergleichbare Prüfung in den oben angeführten Arbeiten finden. Lediglich das Zusammenfassen von Texten wird in diesem Zusammenhang erwähnt, was allerdings nicht absolut deckungsgleich mit dem Nacherzählen ist.[117] Da Nacherzählen als Strategie in den oben angeführten Arbeiten der Mathematikdidaktik zumindest empfohlen wird, erscheint eine empirische Prüfung interessant zu sein.

Dass sich der Ansatz Hollensteins (1996), welcher Methoden des Deutschunterrichts (Verfassen von Texten) in den Sachrechenunterricht einbringt, als wirkungsvoll erwies, ermutigt das Vorhaben der Studie zum Nacherzählen von Rechengeschichten, die Wirkung dieser Methode des Deutschunterrichts für das Verstehen und Lösen von Textaufgaben zu untersuchen. Weitere Argumente und Impulse, die dieses Vorhaben unterstützen, werden im folgenden Kapitel angeführt.

[117] Dass Nacherzählen gegenüber Zusammenfassen von Texten einen eigenen Stellenwert hat, wird im nachfolgenden Kapitel deutlich.

3 Nacherzählen und der Aufbau von Situationsmodellen

Nacherzählen – mündlich oder schriftlich – würden viele vermutlich als eine Aktivität des Deutschunterrichts bezeichnen. Tatsächlich hat (oder hatte) es seinen Platz im Deutschunterricht, wurde ferner in der Forschung zur Erhebung von kognitiven Daten verwendet.

Im Rahmen dieses Kapitels wird zunächst eine Klärung des Begriffs „Nacherzählen" vorgenommen, anschließend wird die Rolle des Nacherzählens in der Deutschdidaktik thematisiert. Ein kurzer Überblick über die Entwicklung der Erzählkompetenz dient dazu, die Anforderungen der Aufgabe des Nacherzählens aufzuzeigen. Ferner wird beschrieben, wie Nacherzählen in der Forschung verwendet wird. Für die Forschungsabsicht dieser Arbeit sind besonders Arbeiten und Gedanken interessant, welche auf eine mögliche positive Wirkung des mündlichen Nacherzählens auf das Verstehen von Texten hindeuten. Daher werden diese sowie mögliche Anregungen zur Auswertung von mündlichen Nacherzählungen angeführt. Im Rahmen dieses Abschnitts wird auch die Frage diskutiert, ob Nacherzählen lediglich ein Erinnern an Auswendiggelerntes darstellt oder auch Auswirkungen auf die kognitive Verarbeitung von Textinformationen hat.

3.1 Begriffsklärung

Nacherzählen ist eine der verschiedenen Tätigkeiten, die sich dem Begriff „Erzählen" zuordnen lassen. Erzählen ist „eine der grundlegenden und natürlichen sprachlichen Handlungen des Menschen." (Frentz 2006a[118], S.127) Ehlich (1983, zitiert nach Abraham 2008[119], S.43) unterscheidet zwischen zwei Begriffen des Erzählens. Der erste stellt einen übergeordneten, alltagssprachlichen Begriff dar, der verschiedene Formen des Erzählens wie „Wiedergeben", „Darstellen" oder „Berichten" umfasst, der zweite Begriff meint Erzählen im engeren Sinne (vgl. Abraham 2008, S.43). Beisbart (2000[120], S.124f.) unterscheidet ebenfalls zwischen Erzählen im Alltag und literarischem Erzählen.

[118] Frentz, H. (2006a). Erzählen. In H.-J. Kliewer & I. Pohl (Eds.), *Lexikon Deutschdidaktik. Band 1. A – L* (Vol. 1, pp. 127 – 129). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
[119] Abraham, U. (2008). *Sprechen als reflexive Praxis. Mündlicher Sprachgebrauch in einem kompetenzorientierten Deutschunterricht*. Freiburg im Breisgau: Fillibach Verlag.
[120] Beisbart, O. (2000). Erzählen. In U. Abraham, O. Beisbart, G. Koß & D. Marenbach (Eds.), *Praxis des Deutschunterrichts. Arbeitsfelder, Tätigkeiten, Methoden* (2 ed., pp. 124 - 130). Donauwörth: Auer Verlag.

Welchem Begriff lässt sich das Nacherzählen zuordnen? Es ist eine „Form des Erzählens, die sich auf die Wiedergabe textueller Vorgaben richtet.“ (Frentz 2006b[121], S.549) In diesem Sinne ließe sich Nacherzählen dem literarischen Erzählen und somit Ehlichs zweitem Erzählbegriff zuordnen.

Frentz (2006b) betrachtet das Nacherzählen als *Mittel zur Kontrolle des eigenen oder fremden Verständnisses von Texten*: So „erlangt der Nacherzählende und / oder der Hörer / Leser eine Rückmeldung über das eigene und / oder fremde Verständnis der Texte.“ (ebd., S.549) Auch in der Schule hat Nacherzählen vorrangig eine Funktion „der Kontrolle des Sprach- und Textverständnisses der Lernenden.“ (ebd., S.549)

Schubert-Felmy (2006[122], S.97) sieht im Nacherzählen darüber hinaus eine *Form des Umgangs mit Texten*. Diesen Umgang erklärt sie wie folgt:

> „Der Umgang mit Texten wird in der Fachliteratur als ein kommunikativer Prozess auf zwei Ebenen verstanden, auf der Ebene der Begegnung zwischen Text und Leser und auf der mehrerer Leser, die über den Text sprechen.“ (Schubert-Felmy 2006, S.97)

In diesem Sinne bedeutet Nacherzählen mehr als Erzählen nach einer Textvorlage.

Abraham (2008) sieht im Nacherzählen ähnlich wie Frentz (2006b) die Wiedergabe einer Textvorlage. Zumindest stellt er die Frage:

> „Warum heißt eigentlich eine Nacherzählung nicht *Nachgeschichte*? Es ist ja auch eine Geschichte, wenn auch eine fremde, sozusagen eine aus zweiter Hand.“ (Abraham 2008, S.55; Hervorhebung im Original)

In diesem Sinne weitet Abraham (2008) den Begriff aus, dass selbst die Weitergabe von Gerüchten darunter fallen könnte – zumindest stellt auch diese eine Erzählung einer Vorlage dar, wobei Abraham (2008, S.55) zugleich darauf verweist, dass das Erzählen von Gerüchten nicht Ziel des Unterrichts sei. Für die Schule würde somit ein weniger weit gefasster Begriff gelten, z. B. würden lediglich geeignete Texte als Vorlage dienen. Allerdings scheint es, dass ein Wandel der Vorstellung, welche Funktion Nacherzählen in der Schule hat, vollzogen wurde. So findet sich bei Abraham (2008) die Anmerkung:

> „Neuerdings aber betont man, so weit ich sehe, weniger den Charakter der *Redeübung* – also das Nacherzählen als quasi-rhetorische Leistung –, sondern den Charakter einer Vorstellungsübung.“ (ebd., S.56; Hervorhebungen im Original)

Dieser Wandel wird unten präziser thematisiert.

[121] Frentz, H. (2006b). Nacherzählen. In H.-J. Kliewer & I. Pohl (Eds.), *Lexikon Deutschdidaktik. Band 2. M – Z* (Vol. 2, pp. 549 - 550). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
[122] Schubert-Felmy, B. (2006). Umgang mit Texten in der Sekundarstufe I. In M. Kämper van den Boogaart (Ed.), *Deutschdidaktik. Leitfaden für die Sekundarstufe I und II* (3 ed., pp. 95 - 116). Baltmannsweiler: Cornelsen Verlag Scriptor.

Nach Frommer (1984[123]) zu urteilen, bezeichnet Nacherzählen das „Erzählen, was andere vor uns schon erzählt haben, Wieder-Erzählen, Weiter-Erzählen (…).“ (Frommer 1984, S.21) Dem Nacherzählen liegt folglich eine Erzählung zugrunde, die nicht zwingend schriftlich vorliegen muss.

Frommer (1984) unterscheidet vier Arten der Nacherzählung:

- Die so genannte „treue Nacherzählung“ (ebd., S.21) bezieht sich sehr auf die Erzählvorlage, idealerweise wird der Wortlaut der Vorlage in der Nacherzählung übernommen (vgl. ebd., S.21). Sinnvoll ist diese Art der Nacherzählung in schriftlosen Kulturen (vgl. ebd., S.21).
- Die zweite Art der Nacherzählung wird als „aneignend“ (ebd., S.21) bezeichnet. Darunter ist zu verstehen:

  > „Der Bezug zur Person des Nacherzählers bestimmt die Nacherzählung. Indem er sie weitererzählt, eignet sich der Vermittler die Erzählvorlage an und prägt sie unverwechselbar.“ (ebd., S.21)
- „Die partnergerichtete Nacherzählung“ (ebd., S.21) ist gezielt auf den Zuhörer zugeschnitten.
- Die vierte Art der Nacherzählung stellt die „literarische“ (ebd., S.21) dar. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass auf die sprachliche Gestaltung besonders geachtet wird (vgl. ebd., S.21)

Es wird deutlich, dass der Begriff *Nacherzählen* unterschiedlich weit gefasst werden kann. Sicher ist, dass Nacherzählen auf einer Vorlage basiert, dass es eine Art der Beschäftigung mit dem Text und seinen Aussagen darstellt und auf Verständnis des Textes gründet. Das in dieser Studie verwendete Nacherzählen lässt sich der Forschungsabsicht nach am ehesten der zweiten Art von Frommer (1984) zuordnen. Die Kinder dürfen den Text mit eigenen Worten nacherzählen, so wie sie ihn verstanden haben. Auf die sprachliche Ausgestaltung und Worttreue wird weniger Wert gelegt.

3.2 Nacherzählen in der Deutschdidaktik

Im Alltag würden viele Menschen Nacherzählen als Aktivität des Deutschunterrichts einordnen. Aber selbst dort hat Nacherzählen nicht immer einen guten Ruf genossen, wurde zeitweise negativ kritisiert. Mittlerweile sprechen sich einige Didaktiker dafür aus, Nacherzählen im Deutschunterricht – auch in der Sekundarstufe I und II – wieder Raum zu geben. Die Argumente für Nacherzählen im Deutschunterricht, die vor allem

[123] Frommer, H. (1984). Warum nicht Nacherzählen? Eine methodische Anregung für den Literaturunterricht auf allen Stufen. *Deutschunterricht, 36*(2), 21 – 36.

das Verstehen durch das Nacherzählen betonen, sprechen auch für Nacherzählen in anderen Fächern.

Kritik am Nacherzählen im Deutschunterricht und ihre Konsequenzen

Erzählen und Nacherzählen – vorrangig vor allem in mündlicher Form – haben im Deutschunterricht zeitweise an Bedeutung verloren. Insbesondere gilt dies für die Sekundarstufen I und II. Wintersteiner (1990[124], S.75) zum Beispiel setzt dem Titel seines Aufsatzes „Erzählen im Deutschunterricht" den Untertitel „Bemerkungen zu einem vernachlässigten Thema" hinzu. Durch das Aufgreifen von Wintersteiners Gedanken stellt sich auch Abraham (2008) auf die Seite derer, die die verminderte Stellung des Erzählens und Nacherzählens in der Schule beklagen. Und auch Frommers (1984) Aufsatz, der mit der Frage „Warum eigentlich nicht Nacherzählen?" (S.21) betitelt wurde, beschreibt und erklärt die Geringschätzung des Nacherzählens, die in den 1970er Jahren begann. Während Frommer (1984, S.22) in Schulbüchern der 1960er Jahre noch Anweisungen zur Nacherzählungen finden konnte, fehlen diese in später erschienenen Schulbüchern.

Wie kam es dazu, dass Nacherzählen einen derartigen „Wertverlust" erfuhr? Diese Entwicklung setzte vor allem in den 1970er Jahren ein. Zum einen wurde der Nacherzählung unterstellt, es „handle (…) sich um eine „affirmative" Ausdrucksform." (Frommer 1984, S.23) Nacherzählungen, in denen ein Perspektivwechsel vorgenommen wird, wurden noch toleriert, andere Formen dagegen waren ein Tabu.

Diese Haltung gegenüber der Nacherzählung führt Abraham (2000[125]) auf die Dominanz des Kritischen Lesens zurück. Nacherzählen „verschwand zumindest als obligatorische Leistung aus den Lehrplänen, weil man es für ein lediglich identifikatorisch - imitatives Lesen und Schreiben hielt." (Abraham 2000, S.185) Auch wurde es als lediglich reproduktiv empfunden (vgl. Abraham 2008, S.55). Daher war es „dem Richtziel des ‚Kritischen Lesens' ebenso im Weg (…) wie dem Richtziel der kommunikativen Kompetenz im mündlichen Sprachgebrauch." (ebd., S.55)

Die Kritik mag teilweise auch berechtigt sein. Frommer (1984, S.22) hat in den von ihm analysierten älteren Schulbüchern Anweisungen zu jeder der vier oben genannten Arten der Nacherzählungen gefunden, also auch zur treuen Nacherzählung, welche

[124] Wintersteiner, W. (1990). Erzählen im Deutschunterricht. Bemerkungen zu einem vernachlässigten Thema. *ide – Informationen zur Deutschdidaktik. Zeitschrift für den Deutschunterricht in Wissenschaft und Schule, 14. Jahrgang*(3), 75 – 81.

[125] Abraham, U. (2000). Nacherzählen. In U. Abraham, O. Beisbart, G. Koß & D. Marenbach (Eds.), *Praxis des Deutschunterrichts. Arbeitsfelder, Tätigkeiten, Methoden* (2 ed., pp. 185 - 187). Donauwörth: Auer Verlag.

dazu neigt, Gedächtnisleistungen zu prüfen. Diese Absicht lehnen die Befürworter des Nacherzählens auch heute ab. Zum Beispiel klagt Frommer (1984, S.22) über die Art und Weise, wie Nacherzählen praktiziert wurde und welche Schwerpunkte noch in den 1980er Jahren gesetzt wurden:

> „Die „optimale Nacherzählung“ wird hier auf eine „Abbildungsrelation von 1 : 1“ zur Vorlage festgelegt, zugleich wird von der Möglichkeit gesprochen, daß „jede Abweichung von der Textvorlage als ein Fehler beziehungsweise Mangel für die Nacherzählung gewertet werden könnte“.“ (Frommer 1984, S.22)

Es wird deutlich, dass vor allem auf den Wortlaut und auf eine präzise Orientierung am Text Wert gelegt wurde. Dies ist aber eigentlich nicht das erstrebenswerte Ziel, welches das Nacherzählen verfolgen sollte.

Einige Didaktiker lehnen Nacherzählen weiterhin ab. Für Claussen (2009[126]) zum Beispiel scheint die Nacherzählung zwar den heutigen Bildungsstandards zu genügen, stellt aber eine Karikatur des Textes dar (vgl. Claussen 2009, S.19).

Abgesehen von der Kritik am Nacherzählen sieht Wintersteiner (1990) vor allem in der Anlage und Gestaltung des Deutschunterrichts Ursachen für eine Vernachlässigung des Erzählens (vgl. Wintersteiner 1990, S.77). Er nennt vor allem die Dominanz des Lehrers bei der Erteilung von Wortbeiträgen, die Einstellung gegenüber dem Erzählen, dieses als Tätigkeit der jüngeren Schülerinnen und Schüler abzuwerten, und vor allem auch die Abwertung des mündlichen Erzählens als bloße Vorform des schriftlichen Erzählens (vgl. ebd., S.77). Diese Abwertung zeigt sich eben darin, dass Nacherzählen immer mehr an Bedeutung im Unterricht verliert, je älter die Schülerinnen und Schüler werden: in der Grundschule werden Kinder für ihre Nacherzählungen gelobt, in der Sekundarstufe I wirkt der Lehrer über eine noch so gute Nacherzählung unzufrieden, in der Sekundarstufe II fordert er statt einer Nacherzählung nur noch eine kurze Zusammenfassung des Textinhalts – so schildert Abraham (2008, S.55f.) die Entwicklung im Verlauf der Schulzeit. Dies bestätigt den Eindruck, dass „das mündliche Nacherzählen zu ‚den Kleinen'“ (Abraham 2008, S.56) geordnet wird. Für Grundschulkinder scheint es noch geeignet zu sein. Es wird als „naives *Erzählen*“ (ebd., S.56; Hervorhebung im Original) eingestuft.

[126] Claussen, C. (2009). *Die große Erzählwerkstatt für kleine Geschichtenerfinder. Das Praxispaket zur Entwicklung von Erzählkompetenz und Kreativität* (1 ed.). Donauwörth: Auer Verlag GmbH.

Argumente für das Nacherzählen

Wie deutlich wurde, haben Nacherzählung und Nacherzählen in der Deutschdidaktik und im Deutschunterricht zeitweise an Stellenwert verloren. Die Epoche des Kritischen Lesens hat das Nacherzählen zwar deutlich abgelehnt, hatte aber dennoch einen nach Frommers (1984) Ansicht positiven Effekt für das Wiederaufleben der Nacherzählung: „Der Begriff der Nacherzählung beginnt auszufransen und auch Umgestaltungen der Vorlage mit abzudecken, es fällt das Dogma, wonach die Struktur der Erzählvorlage unantastbar ist." (Frommer 1984, S.23) Die treue Nacherzählung verliert durch das Kritische Lesen ihre Dominanz, den anderen Formen wird demnach Raum geschaffen. Außerdem ist der Rezeptionsästhetik zu verdanken, dass Nacherzählen als Form der Konkretisierung verstanden wird (vgl. ebd., S.23). In diesem Sinne bewirkt es Vorstellungstätigkeit, Erfahrung von Sinn, Interaktion mit dem Text (vgl. ebd., S.23).

Mittlerweile sprechen sich einige Deutschdidaktiker mit leicht unterschiedlichen Motiven wieder positiv für das Nacherzählen aus. Deutlich werden vor allem folgende Gründe, die für das Nacherzählen im Deutschunterricht sprechen:

a) Der Zusammenhang zwischen Nacherzählen und Verstehen

Dass Lehrerinnen und Lehrer Nacherzählungen als Mittel verwenden, um Rückmeldungen über das Textverständnis ihrer Lerngruppe zu erhalten, wurde bereits in der Begriffsklärung angedeutet. Darüber hinaus deutet sich an, dass Nacherzählen ferner helfen kann, einen Text zu verstehen. Graf (1983[127]) schreibt zum Beispiel über den Einsatz der Inhaltsangabe:

> „(…) als hermeneutisch notwendig gewordene, vorwiegend mündliche Einschübe innerhalb des Interpretationsprozesses, wenn beispielsweise Teilsegmente des Textes größere Verstehensschwierigkeiten bereiten und man sich zunächst nochmals genauer = vertiefter der Inhaltsfolie vergewissern muß (…)." (Graf 1983, S.201)

Graf (1983) bezieht dies allerdings auf die Inhaltsangabe, die im Gegensatz zur Nacherzählung eine kurze Zusammenfassung der Textvorlage darstellt.

Wintersteiner (1990) bezieht sich zwar auf Erzählen und nicht auf Nacherzählen, stellt aber für ersteres heraus:

> „Durch das (alltägliche) Erzählen ordnen wir unsere Eindrücke, interpretieren wir die Welt, stellen wir Sinn her." (Wintersteiner 1990, S.75)

Erzählen stellt demzufolge eine Hilfe dar, etwas Wahrgenommenes neu zu strukturieren, dieses sich selbst verständlicher zu machen.

[127] Graf, G. (1983). Zur Addition heuristischer und kommunikativer Lernziele im Schreibcurriculum - dargestellt am Beispiel der Textsorte "Inhaltsangabe". *Wirkendes Wort, 33*(3), 191 – 210.

In diesen Beispielen wird bereits deutlich: Die Deutschdidaktiker, die sich für das Nacherzählen in der Schule aussprechen, sehen im Nacherzählen keine reine Gedächtnisleistung bzw. streben keine Gedächtnisleistung mit dem Nacherzählen an. Abraham (2000) betont:

> „Keinesfalls sollte wortgetreue Wiedergabe im Sinn einer Gedächtnisleistung angestrebt werden (…). Zu bedenken ist vielmehr stets, dass genau wie Leser auch Nacherzähler die Textwelt neu für sich aufbauen, **Sinn erst konstruieren** müssen.“ (Abraham 2000, S.187; Hervorhebung im Original)

Abraham (2000) stellt das Nacherzählen dem Lesen gleich. Wie in Kapitel 1.1 deutlich wurde, ist Lesen ein konstruktiver Prozess, keine passive Aufnahme von Informationen. So sieht Abraham (2000) auch das Nacherzählen: es ist konstruktiv, nicht rein reproduktiv und stellt kein passives Abrufen gelesener und gespeicherter Informationen dar (vgl. auch Velten 2011, S.855). In einer anderen Arbeit stellt Abraham (2008) heraus:

> „So, wie Erzählen generell der Vergegenwärtigung, Ordnung und Deutung von Alltagserfahrung dient, dient Nacherzählen der Vergegenwärtigung, Ordnung und Deutung von aus Texten gewonnener Erfahrung.“ (Abraham 2008, S.57)

Wieder wird deutlich: Nacherzählen scheint das Verstehen von Texten durch Ordnung der Gedanken zu unterstützen. Ergänzend lässt sich finden:

> „*Erzählen* helfe gegen die soziale „Kälte“ in und außerhalb der Schule, hofft BÄRMANN (1985, 15); es bewirke „Gedächtnis, Anteilnahme, Verständnis“ und habe eine seelisch stabilisierende und befreiende Wirkung.“ (Abraham 2008, S.47; Hervorhebungen im Original)

Sicherlich ist nicht auszuschließen, dass mit Verständnis das Verständnis gegenüber der erzählenden Person gemeint ist; es kann aber auch Verstehen der erzählten Situation meinen.

Während dieser Gedanke sich vermutlich eher auf den Zuhörer einer Erzählung bezieht, lässt sich eine verstehende Wirkung aber auch dem Erzählenden zusprechen:

> „(…) dient Erzählen im Klassenzimmer nicht nur der Weitergabe von Information, sondern vor allem der Selbstvergewisserung über etwas Erlebtes, Beobachtetes oder Erdachtes; indem Lernende davon erzählen (dürfen), versichern sie sich und einander der Bedeutung, die bestimmte Erfahrungen für sie haben oder hatten.“ (ebd., S.31)

Die Gedanken der letzten beiden Abschnitte betonen auch die sozialen Aspekte des Erzählens und Nacherzählens. Zugleich stellen sie heraus, welche Wirkung hinsichtlich des Verstehens diese beiden Tätigkeiten aufweisen. Erzählen und Nacherzählen bewirken demnach zum einen Verständnis, zum anderen – darüber hinaus – sichern sie die Bedeutung des Inhalts oder Sachverhalts.

b) Die Bedeutung des Nacherzählens für die Interpretation

Schubert-Felmy (2006, S.103) ordnet Nacherzählen und Verfassen einer Inhaltsangabe dem textnahen Lesen zu. Nacherzählen stellt eine Tätigkeit dar, die vorrangig in der Grundschule praktiziert wird, sich aber auch in der Sekundarstufe als hilfreich für eine genaue Textarbeit erweisen könnte (vgl. Schubert-Felmy 2006, S.105). Nacherzählen „eignet sich als Vorform der Interpretation dazu, wirkungsvolles Reden oder Schreiben auf der Basis genauen Lesens und sorgfältiger Rekonstruktion des Textsinns zu üben.“ (ebd., S.105) Dieser Gedanke findet sich auch bereits bei Frommer (1984, S.24) und wird ebenfalls von Abraham (2000, S.185f.) aufgegriffen. Es wird deutlich, dass Nacherzählen zum genauen Lesen des Textes anregen kann.

Frommer (1984) stellt im Grunde eine Verbindung zwischen der Bedeutung des Nacherzählens für das Verstehen eines Textes als auch für dessen Interpretation heraus. Er weiß um die Bedenken gegenüber der Nacherzählung sowie um den daran gebundenen Aspekt der Inhaltssicherung (vgl. Frommer 1984, S.24). Er sieht in der Nacherzählung hingegen einen geeigneten Schritt vom Text zur Interpretation:

> „An der richtigen Stelle eingesetzt, wird es für die Schüler zum Anstoß, sich auf den Weg von der Konkretisation zur Interpretation eines literarischen Textes zu begeben. Erzählung und Nacherzählung erhellen sich dabei wechselseitig, ihr Vergleich bringt die Eigentümlichkeiten der Textvorlage ebenso in den Blick wie die Voraussetzungen des eigenen Verstehens.“ (ebd., S.24)

Die Nacherzählung ebnet demnach den Weg zur Interpretation. Dies lässt sich in der Hinsicht deuten, dass man durch das Nacherzählen ein Gespür für den Text entwickelt, sich in anderer Weise mit dem Text auseinandersetzt als durch bloßes Lesen. Frommer (1984) betont hier die gegenseitigen verständnisfördernden Effekte von Text und Nacherzählung, wobei er für einen Vergleich von Erzählung und Nacherzählung als notwendige Voraussetzung erachtet, dass die Nacherzählungen schriftlich festgehalten wurden (vgl. ebd., S.24).

c) Nacherzählen fördert den sprachlichen Ausdruck

Abraham (2000) stellt heraus, dass Nacherzählen unter anderem die sprachliche Kompetenz fördert:

> „(…) jedenfalls eignet sich ein Erzählen in sprachlicher und inhaltlicher Anlehnung an ein zu realisierendes Vorbild sehr wohl dazu, Lernenden Möglichkeiten mündlichen und / oder schriftlichen Ausdrucks zu erschließen.“ (Abraham 2000, S.185)

In diesem Sinne plädiert Abraham (2000) auch für das Einsetzen von Nacherzählen in der weiterführenden Schule, in der Sekundarstufe I:

> „Wir glauben vielmehr, dass Fähigkeiten und Fertigkeiten des Nacherzählens heute wieder auf allen Klassenstufen vermittelt und genutzt werden sollten, nicht zuletzt, weil sie der Ausbildung von **Erzählkompetenz** dienen.“ (ebd., S.186; Hervorhebungen im Original)

Des Weiteren argumentiert Abraham (2008) für das Nacherzählen auch in der Sekundarstufe II:

> „Wenn Erzählen der Identitätsentwicklung und dem Selbstverstehen dient, dann gilt das auch für eine Art kollektiver Identität, also nicht nur für die (Re-)Konstruktion biografischer ‚Geschichte’,

> sondern auch die (Re-) Konstruktion historischer Geschichte(n). Und damit hat man eine Begründung für anspruchsvolles Nacherzählen auch in höheren Klassen, die schwerlich anfechtbar sein dürfte." (Abraham 2008, S.57)

Nacherzählen sollte folglich wieder mehr Raum im Deutschunterricht erhalten. Dabei sollten einige Aspekte in der Durchführung berücksichtigt werden. Abraham (2008, S.57) sieht es beispielsweise als notwendig an, dass die Textvorlage während der Nacherzählung nicht mehr vorliegt, da sonst weniger eine Nacherzählung als vielmehr eine Textzusammenfassung oder Inhaltsangabe erfolgen würde.

3.3 Die frühkindliche Entwicklung der Erzählkompetenz

Könnten Kinder möglicherweise durch die Aufgabe, einen Text mündlich nachzuerzählen, zu sehr herausgefordert sein, dass sie nicht mehr am Ende der Nacherzählung eine Rechnung ausführen können? Dazu kann möglicherweise die Erforschung der Erzählkompetenz Antworten geben. Im Zusammenhang mit dieser Frage soll auch herausgestellt werden, warum die Kinder die Rechengeschichten *mündlich* nacherzählen sollten.

3.3.1 Entwicklung der Erzählkompetenz

Boueke et al. (1995, S.16) als Vertreter der Erzählerwerbsforschung untersuchten die Entwicklung der Kompetenz, eine Geschichte strukturell angemessen zu erzählen. Als Hauptinteresse geben sie an:

> „Das vorrangige Ziel unserer Untersuchung besteht darin, die von den Kindern produzierten Erzähltexte auf die jeweils zugrunde liegende Fähigkeit zu einer geschichtsspezifischen Strukturierung von Texten zu schließen. Aus dem Vergleich der für die drei Altersgruppen durchgeführten Querschnittsanalysen soll sodann die Entwicklung dieser Fähigkeit über die drei beobachteten Altersgruppen hinweg herausgearbeitet und beschrieben werden." (Boueke et al. 1995, S.19f.)

Zur Bewertung der Erzählkompetenz analysierten Boueke et al. (1995, S.20f./119) die Erzählungen der Kinder hinsichtlich typischer Strukturierungsmerkmale von Geschichten, der Einführung und des Zurückgreifens der vorkommenden Figuren sowie der Art der Herstellung von Verbindungen zwischen Erzählabschnitten (Verwendung von Konnektoren). Auf der Basis der Beobachtung wollten sie drei Fragen untersuchen: Gibt es altersspezifische Merkmale beim Erzählen einer Geschichte, lässt sich daraus ein Modell entwickeln und wie kann die Entwicklung erklärt werden (vgl. ebd., S.21)?

Zu den Merkmalen der Erzählkompetenz gehören die Fähigkeit, „einen kohärenten Text produzieren zu können" (ebd., S.29), die Fähigkeit, in der Geschichte eine Höhepunkt-Struktur aufzubauen (vgl. ebd., S.43) sowie über ein Schema („story grammar") über den Aufbau und wesentliche Elemente von Geschichten zu verfügen (vgl. ebd., S.56f.). Boueke et al. (1995) beschreiben letzteres so: Es „enthält die Konstituenten “Exposition“, “Komplikation“, “Auflösung“ und “Affekt-Markierungen“ (…) sowie “Setting“, “Episode“, “Abschluß“ und “Ereignisstruktur- Markierungen“ (…) und schließlich “Ereignisfolgen“ und “Ereignisse“.“ (ebd., S.75)[128]

An der Studie von Boueke et al. (1995, S.19) nahmen 96 Kinder teil, je 32 im Alter von fünf, sieben und neun Jahren. Es handelte sich um Kinder der Vorschule, des zweiten und vierten Schuljahres (vgl. ebd., S.123). Als Impuls wurden den Kindern Bildergeschichten mit dem kleinen Herrn Jakob vorgelegt (vgl. ebd., S.19). Die Kinder erhielten die Aufgabe, „ihre Bildergeschichte einem fiktiven Zuhörer (Freund, Freundin) [zu] erzählen, und zwar “möglichst spannend und aufregend oder witzig“.“ (ebd., S.124; Ergänzung MV) Insgesamt erhielten Boueke et al. (1995, S.126) aus den verschiedenen Versuchen 451 Erzähltexte. Neben den Erzähltexten wurden Daten über Alter, kognitiven Entwicklungsstand sowie Daten des lauten Denkens erhoben, letztere sollten einen tieferen Einblick in die Erzählkompetenz sowie Auskunft über das Wissen über den Aufbau von Geschichten liefern (vgl. Boueke et al. 1995, S.119). Den Kindern wurde zur Gewinnung dieser Daten die Bildergeschichte in ungeordneter Reihenfolge oder mit zusätzlichen Bildern gegeben, welche sie unter mündlicher Äußerung ihrer Gedankengänge ordnen sollten (vgl. ebd., S.123). Insgesamt lagen aus dieser Phase (lautes Denken) 171 Datensätze vor (vgl. ebd., S.126).

Die Erzähltexte wurden in semantische Einheiten zergliedert (vgl. ebd., S.129). Diese Einheiten wurden hinsichtlich folgender Kategorien ausgewertet: Es wurden die verwendeten sprachlichen Mittel klassifiziert, ferner wurde entschieden, ob Kinder Bildpropositionen oder Inferenzen nutzten, und es wurde zugewiesen, welche der Konstituenten einer Geschichte (zum Beispiel Markierung oder Setting) vorkamen (vgl. ebd., S.130[129]).

---

[128] Die Begriffe Affekt-Markierungen, Setting, Episode, Abschluss, Ereignisstruktur-Markierungen, Ereignisfolgen und Ereignisse seien hier kurz erklärt: Das Setting beschreibt die Situation, in welcher sich die Geschichte ereignet (vgl. Boueke et al. 1995, S.78). Die Episode ist mit der Komplikation vergleichbar. Sie enthält Ereignisse (Basissteine der Geschichte, welche z. B. Sachverhalte der Realität beschreiben – die Aneinanderreihung mehrerer Ereignisse stellt dann eine Ereignisfolge dar, vgl. ebd., S.77f.), die den erwarteten Ablauf der Erzählung unterbrechen und einen unerwarteten Aspekt einführen (vgl. ebd., S.78). Der Abschluss ist mit der Auflösung vergleichbar: Es wird entweder der Ausgangszustand hergestellt oder eine andere Lösung zur Klärung des unerwarteten Ereignisses gegeben (vgl. ebd., S.78).
Unter den Ereignisstruktur-Markierungen verstehen Boueke et al. (1995, S.77/89-91) sprachliche Mittel, um die Struktur der Geschichte und den Zusammenhang von Ereignissen herauszustellen, z. B. durch Einführung neuer Figuren, neuer Zeitpunkte oder neuer Orte. Affekt-Markierungen betreffen die emotionalen Aspekte der Geschichte, welche ebenfalls durch sprachliche Mittel betont oder „emotional qualifiziert und kontrastiert werden“ (ebd., S.77). Unter einer derartigen Markierung ist „jene Emotionalisierung und Strukturierung, durch die es dem Erzähler in besonderer Weise gelingt, den Zuhörer in das Geschehen einzubeziehen“ (ebd., S.78) zu verstehen.

[129] Dort befindet sich eine detaillierte Beschreibung der Analysemerkmale.

Die Erzähltexte ließen sich vier Klassen zuordnen:

- Die Ereignisse der Geschichte werden isoliert dargestellt, inhaltliche Beziehungen zwischen den Ereignissen lassen sich nicht erkennen (vgl. ebd., S.130).
- Die Ereignisse der Geschichte sind linear geordnet, ein inhaltlicher Bezug zwischen den Ereignissen besteht, sie sind in der Regel allerdings nur durch temporale Wörter verbunden (vgl. ebd., S.130).
- Die Ereignisse der Geschichte sind strukturell dargestellt (vgl. ebd., S.131). Damit ist über eine lineare Darstellung hinaus gemeint: „Innerhalb der dargestellten Ereignisfolgen muß ein Ereignis als ein das weitere Geschehen “auslösendes“ und entsprechend “markiertes“ erkennbar sein, das einen gegenüber den Anfangsereignissen (“Setting“) neuen Zustand darstellt, d.h. eine “Episode“ einleitet.“ (ebd., S.131)
- Die Ereignisse werden narrativ strukturiert erzählt (vgl. ebd., S.131). Diese Form unterscheidet sich von der strukturierten Erzählung in der Hinsicht, dass „die für die “strukturierte“ Ereignisdarstellung geltenden Merkmale erfüllt sind und diese außerdem “affektiv“ so markiert ist, daß die Darstellung eine Qualität gewinnt, die geeignet ist, den Zuhörer in das Geschehen zu “involvieren“.“ (ebd., S.131)

Bei der Analyse der Daten zeigte sich, dass Kindergartenkinder vorrangig zu linearen oder isolierten Erzählungen neigen, vereinzelt Geschichten aber auch schon strukturiert erzählt werden können (vgl. ebd., S.135). In der Gruppe der Zweitklässler werden dagegen bei jeder Bildergeschichte alle Strukturtypen gefunden, allerdings dominieren hier der lineare und der strukturierte Texttyp, die anderen beiden Formen kommen dagegen nur selten vor (vgl. ebd., S.135). Bei den Viertklässlern ist der isolierte Strukturtyp nicht mehr zu finden, der lineare Typ tritt nur noch gelegentlich auf, dagegen dominieren der strukturierte und der narrativ strukturierte Erzähltyp, wobei letzterer am häufigsten vertreten ist (vgl. ebd., S.135).[130]

Ein weiterer Aspekt in der Auswertung zur Untersuchung der Erzählkompetenzentwicklung stellt die Einführung der handelnden Figuren in der Erzählung dar (vgl. Boueke et al. 1995, S.143). Unterschieden wurde zwischen indefiniter und definiter Bezeichnung der Figuren (vgl. ebd., S.143). In der Auswertung zeigte sich, dass Kindergartenkinder eher zu definiten Einführungen der handelnden Figuren neigen, während

[130] Die Bedeutung des Alters zeigte sich auch bei Kincade (1991, S.88): Fünftklässler waren Zweitklässlern gegenüber im „recall“ überlegen. (Quelle: Kincade, K. M. (1991). Patterns in children’s ability to recall explicit, implicit and metaphorical information. *Journal of Research in Reading, 14*(2), 81 – 98.)

ältere Kinder immer mehr zu indefiniten Bezeichnungen übergehen (vgl. ebd., S.144f.). Eng mit der Einführung der handelnden Figuren ist die Referenzfortsetzung verbunden (vgl. ebd., S.145). Die Zunahme der korrekten Referenzherstellung wächst mit dem Alter (vgl. ebd., S.147).

Als weiteres Element der Erzählkompetenz werten Boueke et al. (1995, S.149) die Verwendung von Konnektoren aus, welche die Kinder einsetzen, um den Text in eine mehr oder weniger kohärente Abfolge zu bringen. Unterschieden wurden „dann", „da", „hier" und weitere additive oder temporale Konnektoren (vgl. ebd., S.149). Hierbei fiel auf, dass Kindergartenkinder primär deiktische Konnektoren (da, hier) und keine kausalen Konnektoren verwenden, Zweitklässler dagegen verwenden häufiger zur Verbindung von Sätzen das Wort „dann", während die Zahl der verwendeten deiktischen Konnektoren abnimmt, bei Viertklässlern dominieren dagegen additive Konnektoren, und auch kausale Konnektoren werden zunehmend verwendet (vgl. ebd., S.150f.). Führt man die von Boueke et al. (1995) als Merkmale der Erzählkompetenz erachteten und untersuchten Aspekte zusammen, zeigt sich:

> „Der Vergleich der Aktanteneinführung, der Referenzfortsetzung und der Konnektoren mit Strukturtypen zeigt, daß sich der Aufbau diskursinterner Form-Funktionsbeziehungen mit dem Alter der Kinder verändert (…). Diesen Form-Funktionsbeziehungen liegen möglicherweise altersspezifische kognitive Strategien zugrunde (…)." (ebd., S.155)

Bei der Auswertung der Erzähltexte hinsichtlich der Nennung von Bildpropositionen und Inferenzen fiel auf, dass Kindergartenkinder in der Regel nur Bildpropositionen nennen, während mit zunehmendem Alter Zweitklässler und besonders Viertklässler auch Inferenzen äußern (vgl. ebd., S.158). Die Begriffe „Bildproposition" und „Inferenz" sind hier allerdings als Aussagen derart zu verstehen, dass Bildpropositionen Aussagen über im Bild dargestellte und enthaltene Sachverhalte, Personen etc. sind, Inferenzen dagegen Aussagen über Sachverhalte, Personen etc., die nicht im Bild direkt enthalten sind, auf die aber auf der Basis des Bildes geschlossen werden kann (vgl. ebd., S.157).

Die Ergebnisse von Boueke et al. (1995) unterscheiden sich von früheren Untersuchungen zum Erzählerwerb, die bereits Kindern am Ende der Kindergartenzeit eine weitentwickelte Erzählkompetenz zuschreiben (vgl. ebd., S.182). Boueke et al. (1995) sehen die Entwicklung erst zu einem späteren Zeitpunkt beendet:

> „Die vielfach anzutreffende Auffassung, nach der die Erzählentwicklung beim Eintritt der Kinder in die Grundschule im wesentlichen bereits durchlaufen ist, muß als widerlegt gelten. Vielmehr ist davon auszugehen, daß erst am Ende der Grundschulzeit die Herausbildung eines spezifisch narrativen Schemas erfolgt ist – abgesehen von stilistischen Weiterentwicklungen und individuellen Verzögerungen." (ebd., S.187)

Die Untersuchung von Boueke et al. (1995) hat aufgezeigt, dass ein Großteil der Viertklässler strukturierte und narrativ strukturierte Geschichten erzählen kann. Dass es einige Ausnahmen gibt und sich demnach einige Kinder unterhalb dieser Leistungsfähigkeit befinden, deuten die Zahlen in Boueke et al. (1995) sowie ein abschließendes Urteil in der didaktischen Bewertung ihrer Untersuchung (ebd., S.212) an. Die Kinder, die an der hier beschriebenen Studie zum Nacherzählen von Rechengeschichten teilnahmen, befanden sich gerade am Beginn des vierten Schuljahres. Man könnte daher die Ergebnisse von Boueke et al. (1995) bezüglich der Viertklässler auf sie übertragen. Demnach müssten sie überwiegend die Kompetenzstufe der strukturierten und narrativ strukturierten Erzählung erreicht haben. Dies würde bedeuten, dass die Kinder durchaus Geschichten mündlich nacherzählen können. Zugleich ist aufgrund der Konzeption der Studie denkbar, dass die Aufgabe, die hier verwendeten Rechengeschichten nachzuerzählen, zumindest für einige Kinder eine anspruchsvolle Aufgabe darstellt, da zum einen nicht alle Kinder die höchste Stufe der Erzählkompetenz erreicht haben und zum anderen vor allem die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext mitunter schwieriger zu verstehen ist. Darauf wird in Kapitel 7 weiter eingegangen.

In einer Arbeit von Hausendorf & Quasthoff (1996, zitiert nach Hausendorf & Wolf 1998[131]) wird Erzählen als eine koproduktive Tätigkeit von Erzähler und Zuhörer betrachtet (vgl. Hausendorf & Wolf 1998, S.41). In ihrer Untersuchung zeigte sich, dass der Anteil der Beiträge eines erwachsenen Zuhörers an der Erzählung eines Kindes abnimmt, je älter das erzählende Kind ist (vgl. ebd., S.43). Die exemplarischen Auszüge aus den Ergebnissen von Hausendorf & Quasthoff (1996, zitiert nach Hausendorf & Wolf 1998; die Beispiele finden sich dort auf den Seiten 40 bis 44) machen deutlich, dass jüngere Kinder (getestet wurden Fünfjährige) intensiv von erwachsenen Zuhörern unterstützt und zur Fortführung der Erzählung angeregt werden (zum Teil gehen die Ausführungen des Zuhörers so weit, dass er im Grunde die Aussagen des Kindes vorwegnimmt – das Kind müsste eigentlich teilweise nur mit „ja" auf den Zuhörer reagieren), ältere Kinder dagegen erzählen mit deutlich weniger Impulsen von einem erwachsenen Zuhörer. Auch diese Ergebnisse zeigen auf, dass von den Kindern der in dieser Arbeit beschriebenen Studie angenommen werden kann, dass sie selbstständig eine Geschichte erzählen können.

[131] Hausendorf, H., & Wolf, D. (1998). Erzählentwicklung und -didaktik. *Der Deutschunterricht, 50*(1), 38 – 52.

3.3.2. Zusammenhang von Erzählkompetenz und mathematischer Kompetenz

Verschiedene Arbeiten haben sich mit der Frage nach der Existenz eines Zusammenhangs zwischen Erzählkompetenz im Kleinkindalter und späteren Fertigkeiten in unterschiedlichen Disziplinen befasst. Feagans & Appelbaum (1986, zitiert nach O'Neill et al. 2004[132], S.151) untersuchten, ob sich Defizite in der Erzählkompetenz stärker auf die allgemeine Leistungsfähigkeit auswirken als Defizite in syntaktischen und semantischen Sprachfertigkeiten. Bereits hier zeigte sich, dass eine relativ gut ausgeprägte Erzählkompetenz zu besseren Leistungen in Mathematik führte (vgl. O'Neill et al. 2004, S.151). Ähnliches beobachteten auch Fazio et al. (1996, zitiert nach O'Neill et al. 2004, S.151), die einen Zusammenhang zwischen der Fähigkeit, im Kindergartenalter Geschichten nacherzählen zu können, und der späteren Entwicklung in der Schule nachweisen konnten.

O'Neill et al. (2004) untersuchten ebenfalls den Zusammenhang zwischen der Erzählkompetenz im Kindergartenalter und späteren schulischen Fertigkeiten. Sie untersuchten, ob die Fähigkeit, bei einer normalen Entwicklung ohne Verzögerungen im Alter von drei / vier Jahren eine Geschichte erzählen zu können, einen guten Prädiktor für die anderen Schulfächer darstellt (vgl. ebd., S.158). Die teilnehmenden Kinder wurden dazu zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten getestet, einmal im Alter von drei bis vier Jahren mithilfe einer Erzählaufgabe, zum zweiten Mal mithilfe eines standardisierten Tests von allgemeinen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Alter von fünf bis sechs Jahren (vgl. ebd., S.158). Ferner differenzierten O'Neill et al. (2004, S.158) zwischen unterschiedlichen Aspekten der Erzählfähigkeit und untersuchten, ob einzelne Teilfertigkeiten möglicherweise einen stärkeren Einfluss auf späterer Leistungsfähigkeiten haben. Zu diesem Zweck erfassten sie die Variablen „mean length of utterance, vocabulary diversity, syntactic complexity, event content" (ebd., S.158), maßen ferner aber auch die Fähigkeiten, Perspektivwechsel zu bemerken, sowie die Kompetenz, sich Gefühle und Gedanken anderer Personen vorstellen und nennen zu können (vgl. ebd., S.158). Eine weitere Frage betrifft die Vorhersagekraft der Erzählkompetenz gegenüber sprachlicher Kompetenz allgemein (vgl. ebd., S.159).

Da die Kinder zu unterschiedlichen Zeitpunkten getestet werden sollten, wurde die Studie in zwei Phasen gegliedert. An der ersten Phase nahmen 48 Kinder im Alter von

[132] O'Neill, D. K., Pearce, M. J., & Pick, J. L. (2004). Preschool children's narratives and performance on the Peabody Individualized Achievement Test – Revised: Evidence of a relation between early narrative and later mathematical ability. *First Language, 24*(2), 149 – 183.

etwa drei Jahren teil, an der zweiten lediglich 41 dieser Kinder, die zu diesem Zeitpunkt etwa fünf bis sechs Jahre alt waren und sich hinsichtlich der Leistungsfähigkeit mitunter stark unterschieden (vgl. ebd., S.159). Beim ersten Erhebungszeitpunkt stand das Erzählen im Vordergrund. Grundlage für die Aufgaben der Kinder war ein Bilderbuch, in welchem kein Text vorkam (vgl. ebd., S.160). Die Kinder sollten die Geschichte zweimal erzählen: Zunächst sollten die Kinder einem erwachsenen Zuhörer die Geschichte anhand der einzelnen Bilder erzählen, gelenkt durch Impulse des Erwachsenen, die Seite anzuschauen und zu beschreiben (vgl. ebd., S.160). Nach dieser Eingewöhnungsphase sollten die Kinder diese Bildergeschichte einer Puppe erzählen (vgl. ebd., S.160). Über diese Erzählaufgaben hinaus führten O'Neill et al. (2004, S.161) einen Test zur Erfassung der allgemeinen Sprachfähigkeit durch.

Zum zweiten Messzeitpunkt zwei Jahre später führten O'Neill et al. (2004, S.165f.) den so genannten „Peabody Individualized Achievement Test – Revised" (ebd., S.165) durch. Dieser misst fünf Bereiche, zu denen unter anderem allgemeines Wissen, Mathematik sowie Fertigkeiten im sprachlichen Bereich zählen (vgl. ebd., S.166).

Bei der Berechnung von Korrelationen zwischen den Ergebnissen der beiden Messzeitpunkte – hier wurde zunächst die Erzählsituation mit der Puppe als Zuhörer berücksichtigt – zeigte sich, dass vor allem einzelne Teilfertigkeiten der Erzählkompetenz mit den Leistungen im Teiltest zur Erfassung der mathematischen Fertigkeiten korrelieren (vgl. ebd., S.167). Diese Beobachtung ist vor allem auch vor dem Hintergrund interessant, dass bei einer differenzierten Betrachtung der Ergebnisse die allgemeinen Sprachfertigkeiten dagegen nur mit dem Teiltest zum allgemeinen Wissen signifikant korrelieren (vgl. ebd., S.168f.). O'Neill et al. (2004) kommen daher zu dem Schluss:

> „The results do suggest that among typically-developing preschool-age children, narrative ability is predictive of academic achievement two years later, but that this predictive relation is not observed for all areas of academic achievement, or for all types of narrative measures assessed. The predictive relation was evident only with respect to children's later performance on the Math subtest of the PIAT-R (…). Moreover, this predictive relation with mathematical achievement was found only for the narrative measures of conjunction use, event content, perspective-shift and mental state reference." (ebd., S.170)

Hinsichtlich der Erzählsituation mit einem erwachsenen Zuhörer zeigten sich (im Vergleich zur Erzählsituation mit einer Puppe als Zuhörer) folgende Ergebnisse: Zunächst unterschieden sich die Erzählsituationen beim Vergleich der Ergebnisse hinsichtlich der Teilkompetenzen lediglich in zwei Bereichen signifikant voneinander, nämlich im Umfang des verwendeten Wortschatzes und in der Fähigkeit, Gedanken und Gefühle der Figuren nennen zu können (vgl. ebd., S.172). Bei der Berechnung von Korrelationen schien dieser Unterschied aber eine doch bedeutende Rolle zu spielen: Während der Umfang der verwendeten Wörter in den Erzählungen mit der Puppe als Zuhörer mit den Ergebnissen aus nur drei der Teiltests des PIAT-R korreliert, zeigt sich in der anderen Erzählsituation, dass diese Variable mit allen Teiltests signifikant zusammenhängt (vgl. ebd., S.172f.). Dagegen korrelieren in beiden Erzählsituationen die Zahl an unterschiedlichen verwendeten Konjunktionen mit den Ergebnissen im Mathematik-Teiltest (vgl. ebd., S.173). Ferner korrelieren in der Situation mit erwachsenem Zuhörer die Fähigkeit, Perspektivwechsel zu berücksichtigen, sowie die Fähigkeit, Gefühle der Figuren zu nennen, nicht signifikant mit den Ergebnissen im Mathematik-Teiltest, während dies in der anderen Erzählsituation der Fall ist (vgl. ebd., S.173). Insgesamt bleiben O'Neill et al. (2004) bei ihrem Schluss:

> „(…) that there may exist a relation between early preschool narrative abilities – in particular, in our study, the ability to relate the main events of the story through use of conjunctions, to convey the main events of the story, to shift between the actions and perspectives of characters, and to talk about the mental states of characters in the story – and later mathematical achievement." (ebd., S.177)

3.3.3 Mündliches vs. Schriftliches Erzählen

Im Unterricht lernen Kinder sowohl schriftliches als auch mündliches Erzählen. Dass in dieser Studie lediglich das mündliche Nacherzählen gewählt wurde, lässt sich mit den ergänzenden Anforderungen der Schriftlichkeit begründen. Kinder, deren Schreibkompetenz weniger gut ausgebildet ist, werden durch den Auftrag, eine Nacherzählung zu schreiben, zusätzlich belastet. Das Endergebnis könnte eine knappe Nacherzählung darstellen, die nicht dem entspricht, was das Kind eigentlich (mündlich) nacherzählen könnte. Zudem wird unten in Teilkapitel 3.5 erläutert, dass gerade das *Sprechen* positive Wirkungen zeigt.

Bestätigende Hinweise für diese Überlegung lassen sich in der Deutschdidaktik finden. Becker (2002[133]) vergleicht mündliche und schriftliche Erzählungen von Kindern, richtet dabei ihren Blick vor allem auf die Entwicklung von mündlicher und schriftlicher Erzählkompetenz (vgl. Becker 2002, S.23). Ziel dieses Vergleichs ist herauszufinden, „wie mündliche und schriftliche Textproduktion in einer bestimmten Entwicklungsphase voneinander abhängen und welche Parallelitäten und Unterschiede sich zeigen" (ebd., S.23). Eventuelle Unterschiede zwischen mündlichem und schriftlichem Erzählen begründet Becker (2002) mit der Annahme, „dass der Verschriftlichungsprozess eine zusätzliche Leistung von den Kindern fordert, die auf Kosten der Erzählfähigkeiten gehen." (ebd., S.25) Becker (2000) geht davon aus, dass sich dieser

[133] Becker, T. (2002). Mündliches und schriftliches Erzählen. Ein Vergleich unter entwicklungstheoretischen Gesichtspunkten. *Didaktik Deutsch, 12*, 23 – 38.

Effekt besonders auf Länge und Strukturiertheit der Erzählungen sowie auf die Zahl verwendeter affektiver Mittel auswirkt (vgl. ebd., S.25). In der Regel erwartet Becker (2002, S.25), dass schriftliche Erzählungen kürzer, unstrukturierter sind und weniger affektive Mittel aufweisen als mündliche Erzählungen. Dahinter steckt die Annahme, dass sich die schriftliche Erzählkompetenz verzögert zur mündlichen Erzählkompetenz entwickelt (vgl. ebd., S.25).

Zur Überprüfung ihrer Hypothesen vergleicht Becker 30 mündliche und 36 schriftliche Erzählungen – teils Phantasiegeschichten, teils Erlebniserzählungen – von Kindern des ersten Schuljahres (vgl. ebd., S.25). Die Analyse dieser Daten bestätigen teilweise die Hypothesen: Im qualitativen Vergleich fiel auf, dass sowohl Phantasiegeschichten als auch Erlebnisberichte im mündlichen länger als im schriftlichen waren (vgl. ebd., S.30). Becker folgert daraus, „dass dies tatsächlich dem Verschriftlichungsprozess zuzuschreiben ist (…).“ (ebd., S.30). Auch im quantitativen Vergleich bestätigte sich, dass mündliche Erzählungen im Durchschnitt mehr Aussagen enthielten als schriftliche Erzählungen (vgl. ebd., S.30). Hinsichtlich der Strukturiertheit der Erzählungen fielen kaum Unterschiede zwischen mündlichem und schriftlichem Erzählen auf (vgl. ebd., S.31). Affektive Mittel wurden in schriftlichen Erzählungen sogar häufiger verwendet als in mündlichen Erzählungen, was nicht den Erwartungen entspricht (vgl. ebd., S.31f.). Becker (2002) kommt daher zu dem Schluss:

> „Wir können zusammenfassend zwei Faktoren festhalten, die die Erzählungen beeinflussen. Neben der Erzählform – Phantasiegeschichte oder Erlebniserzählung – ist auch der Kanal – mündlich oder schriftlich – entscheidend für die Eigenschaften der Erzählung.“ (ebd., S.34)

Mündliches Erzählen fällt Kindern anscheinend leichter:

> „Was nun die anfänglich aufgestellten Hypothesen betrifft, kann abschließend gesagt werden, dass der Verschriftlichungsprozess tatsächlich auf Kosten der Länge und der Struktur der Erzählung geht.“ (ebd., S.33)

Die Arbeit von Becker (2002) liefert demnach Argumente für die Entscheidung, die Kinder die Texte mündlich nacherzählen zu lassen.

3.4 Nacherzählen als Methode des lauten Denkens in verschiedenen Disziplinen

Die Suche nach Arbeiten, in denen Nacherzählen als Methode zum Einsatz kommt, führt vor allem zu Arbeiten aus der Psychologie, vereinzelt aber auch aus den medizinischen und heilpädagogischen Bereichen. Die Zusammenfassung von Texten ist Heinen (2001, S.51) zufolge eine übliche Forschungsmethode. Häufig sind die Probanden in diesen Studien aufgefordert, einen gelesenen Text wiederzugeben. Ob allerdings in jedem Fall diese Reproduktionstätigkeit als Nacherzählen bezeichnet werden kann, ist unklar. Dies wird bereits in der Bezeichnung dieser Aufgabe deutlich. In vielen englischsprachigen Arbeiten (vgl. z.B. Mayer 1982[134], Albrecht & O'Brien 1993[135], McNamara et al. 1996[136], Kintsch & Greene 1978[137], Omanson et al. 1978[138], Cummins et al. 1988, Miller & Kintsch 1980[139], Kincade 1991, Klin 1995[140], Vauras et al. 1992[141], Schneider et al. 1989[142], Britton et al. 1979, Gambrell et al. 1987[143]) findet sich der Begriff „recall", was wörtlich übersetzt eigentlich „zurück-rufen" bedeutet[144]. Die Probanden sollten in diesen Studien den Text erinnern und wiedergeben, wie im Folgenden deutlich wird.

Mayer (1982) untersucht – aufgrund der Beobachtung, dass Textaufgaben zur Algebra selbst von Schülerinnen und Schülern der zwölften Jahrgangsstufe nicht ohne Schwierigkeiten gelöst werden können –, welche Aspekte einer Textaufgabe nur schwer wieder erinnert werden können (vgl. Mayer 1982, S.199). Der Fokus richtet sich in diesem Sinne besonders auf strukturelle Merkmale von Textaufgaben (vgl. ebd., S.201). Mayer (1982) setzte zur Datengewinnung „recall" ein, verlangte demnach von den Probanden, die dargebotenen Textaufgaben möglichst präzise wiederzugeben, und konnte anhand dieser Ergebnisse beobachten, dass Propositionen, die Relationen beinhalten, schlechter erinnert werden und daher als Ursache für Schwierig-

---

[134] Mayer, R. E. (1982). Memory for Algebra Story Problems. *Journal of Educational Psychology, 74*(2), 199 – 216.
[135] Albrecht, J. E., & O'Brien, E. J. (1993). Updating a Mental Model: Maintaining Both Local and Global Coherence. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 19*(5), 1061 – 1070.
[136] McNamara, D., Kintsch, E., Songer, N. B., & Kintsch, W. (1996). Are Good Texts Always Better? Interactions of Text Coherence, Background Knowledge, and Levels of Understanding in Learning From Text. *Cognition and Instruction, 14*(1), 1 – 43.
[137] Kintsch, W., & Greene, E. (1978). The Role of Culture-Specific Schemata in the Comprehension and Recall of Stories. *Discourse Processes, 1*(1), 1 – 13.
[138] Omanson, R. C., Warren, W. H., & Trabasso, T. (1978). Goals, Inferential Comprehension, and Recall of Stories by Children. *Discourse Processes, 1*, 337 – 354.
[139] Miller, J. R., & Kintsch, W. (1980). Readability and Recall of Short Prose Passages: A Theoretical Analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 6*(4), 335 – 354.
[140] Klin, C. M. (1995). Causal Inferences in Reading: From Immediate Activation to Long-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 21*(6), 1483 – 1494.
[141] Vauras, M., Hyönä, J., & Niemi, P. (1992). Comprehending coherent and incoherent texts: evidence form eye movement patterns and recall performance. *Journal of Research in Reading, 15*(1), 39 – 54.
[142] Schneider, W., Körkel, J., & Weinert, F. E. (1989). Domain-Specific Knowledge and Memory Performance: A Comparison of High- and Low-Aptitude Children. *Journal of Educational Psychology, 81*(3), 306 - 312.
[143] Gambrell, L. B., Bradley, V. N., & McLaughlin, E. M. (1987). Young children's comprehension and recall of computer screen displayed text. *Journal of Research in Reading, 10*(2), 156 – 163.
[144] Siehe Wörterbuch, zum Beispiel Weis, E. (1992). *PONS Englisch-Deutsch* (3. Ed., Nachdruck der 2. Auflage von 1991). Stuttgart; Dresden: Klett. (S.444) oder http://dict.leo.org/ende/index_en.html#/search=recall&searchLoc=0&resultOrder=basic&multiwordShowSingle=on&pos=0 (zuletzt eingesehen am 02.08.2016)

keiten gelten können (vgl. ebd., S.203-206). Obwohl er seinen Fokus auf die Erinnerungsleistung richtet, stellt Mayer (1982, S.199f.) als Voraussetzung für das Erinnern an Textinhalte das Verstehen des Textes heraus.

In den Arbeiten von Kintsch und anderen findet man ebenfalls häufiger die Methode „recall". So verwendeten *Kintsch et al. (1975)*[145] diese Methode zur Untersuchung, ob die Zahl an Propositionen oder die Zahl an „word concepts" (Kintsch et al. 1975, S.197) entscheidend für das Erinnern an Textinformationen ist. Dazu mussten Probanden Texte, die sich in der Zahl an Propositionen und „word concepts" unterschieden, lesen und anschließend reproduzieren (vgl. ebd., S.201). In einem anderen Experiment wurde zusätzlich berücksichtigt, welches Abrufverhalten (welche Propositionen lassen sich besser abrufen) sich bei einer eintägigen Pause zwischen Lesen und „recall" zeigte, weshalb die Probanden erst einen Tag nach dem Lesen des Textes schriftlich eine Wiedergabe des Textes verfassen sollten (vgl. ebd., S.211). Im Rahmen dieser Experimente beobachteten sie, dass Propositionen, die als hierarchiehoch gelten, besser und nachhaltiger erinnert werden können – das bedeutet, dass sie sicherer wiedergegeben und häufiger erinnert werden können, auch am darauffolgenden Tag – als so genannte hierarchieniedrige Propositionen (vgl. ebd., S.204/212).

Britton et al. (1979) verwendeten „recall" zur Untersuchung der Wirkung der Textstruktur auf das Verstehen und Erinnern von Textinformationen. Textinformationen, die innerhalb des Textes von großer Bedeutung sind (und somit als hierarchiehoch gelten), können möglicherweise besser und häufiger erinnert werden als Informationen, die von geringer Bedeutung sind (vgl. Britton et al. 1979, S.496f.). In ihrer Untersuchung verwendeten sie dazu „(…) an immediate free-recall test, a delayed free-recall test, and a delayed cued-recall test." (ebd., S.497) Als Ergebnis trat die Bestätigung ihrer Annahme ein: „Much more was recalled from the target paragraph when it was high in the content structure than when it was low in the content structure (…)." (ebd., S.501)

Vauras et al. (1992, S.41) sehen im „recall" ein Maß für das Textverstehen. Sie untersuchten die Wirkung der Textstruktur (kohärent oder inkohärent) auf das Lesen und Verstehen von Texten (vgl. Vauras et al. 1992, S.39/41). In den Ergebnissen zeigte sich: Es wurden häufiger Propositionen erinnert und in der Zusammenfassung aufgeschrieben, die als hierarchiehoch gelten (vgl. ebd., S.49).

---

[145] Kintsch, W., Kozminsky, E., Streby, W. J., McKoon, G., & Keenan, J. M. (1975). Comprehension and Recall of Text as a Function of Content Variables. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 14*, 196 – 214.

Klin (1995) untersuchte, wie Leser mit „Brüchen“ in der Kohärenz umgehen. Zwei mögliche Prozesse sind denkbar: Leser könnten die bisher aufgebaute mentale Repräsentation nach geeigneten Anbindungsmöglichkeiten für die scheinbar unpassende Aussage durchsuchen oder einfach weiterlesen und abwarten, bis der Text die entstandene Lücke füllt (vgl. Klin 1995, S.1483). In einem der Experimente, welche diese Frage prüfen sollen, wurde „recall“ eingesetzt. Mit diesem Experiment sollte untersucht werden, ob kausale Inferenzen besser erinnert werden als andere, was sich auch zeigte (vgl. ebd., S.1488/1489).

Kincade (1991) nutzte in seiner Untersuchung „recall“, verglich aber nur „free recall“ und „cued recall“ bezogen auf explizite, implizite und metaphorische Informationen. Es zeigte sich, dass sowohl die Gruppe der Zweit- als auch die Klasse der Fünftklässler durch die Vorgabe von Impulsen profierten (vgl. Kincade 1991, S.88). Ferner zeigte sich eine Überlegenheit der Fünftklässler gegenüber den Zweitklässlern (vgl. ebd., S.88). Hinsichtlich der Arten der Informationen zeigte sich im Fall des freien „recalls“, dass am ehesten explizite Informationen wiedergegeben werden konnten, die Zahl an impliziten korrekt nacherzählten Informationen dagegen geringer und die Zahl an korrekt nacherzählten Metaphern am kleinsten war, im Fall des geleiteten „recalls“ war der Anteil der korrekt wiedergegebenen indirekten Informationen am größten (vgl. ebd., S.90).

Albrecht & O’Brien (1993) nutzten „recall“ zur Untersuchung der Wirkung von globaler und lokaler Kohärenz auf den Verstehensprozess. Ihre Vermutung war, dass Informationen, die inhaltlich nicht oder lediglich begrenzt zusammenpassen, eine intensivere kognitive Verarbeitung erfordern und daher besser und häufiger wieder abgerufen werden können als Informationen, die in Kohärenz zum Inhalt stehen (vgl. Albrecht & O’Brien 1993, S.1064f.). Zur Prüfung dieser Annahme wurden die Probanden der Studie gebeten, den Text mithilfe von Impulsen schriftlich wiederzugeben, und die abschließende statistische Prüfung bestätigte die Vermutung über die Häufigkeit des Abrufens von inkonsistenten Informationen (vgl. ebd., S.1065f.).

Kintsch & Greene (1978, S.1) untersuchten mithilfe von „recall“ den Einfluss von Schemata auf das Verstehen von Texten. Sie verglichen unter anderem die schriftlichen Zusammenfassungen der Probanden von Märchen (bekanntes Textschema) und von indianischen Geschichten (unbekanntes Textschema) (vgl. Kintsch & Greene

1978, S.2f.)[146]. Im Rahmen eines zweiten Experimentes mit demselben Untersuchungsziel ließen sie diese Texte von Probanden wiedergeben, wobei der zweite Proband nur die Zusammenfassung des ersten Probanden kannte, der dritte wiederum nur die des zweiten Probanden usw. (vgl. ebd., S.6/7)[147]. In beiden Experimenten zeigte sich, dass die Texte, denen ein vertrautes Schema zugrunde liegt, besser wiedergegeben werden konnten (auch in der wiederholten Textwiedergabe) und somit besser verstanden wurden (vgl. ebd., S.11). Wie in anderen Experimenten wurde „recall" eingesetzt, um die Wirkung von Texteigenschaften auf Verstehen und Erinnern zu untersuchen.

Schneider et al. (1989) untersuchten den Zusammenhang zwischen Begabung, Vorwissen, Verstehen und Erinnern von Texten. Ziel ihrer Untersuchung war zu beobachten, ob Vorwissen über einen Sachverhalt mangelnde Fertigkeiten kompensieren kann (vgl. Schneider et al. 1989, S.306). Neben zwei weiteren Methoden (Tests) nutzten sie „recall" als Maß für die Erinnerungsleistung im zweiten Experiment (vgl. ebd., S.309). Im Rahmen der Untersuchung zeigte sich, dass einerseits das Alter Einfluss auf das Verstehen hat, andererseits das Vorwissen zum Thema des Textes als guter Prädiktor für das Verstehen und Erinnern von Texten geeignet ist, dass es sogar Mängel in Fertigkeiten kompensieren kann (vgl. ebd., S.309/310).

Omanson et al. (1978) verfolgten in ihrer Untersuchung zum Verstehen von Texten verschiedene Absichten. Zum einen nahmen sie an, dass die Zahl an Inferenzen, welche während des Leseprozesses gebildet werden müssen, Verstehen und „recall" des Textes positiv beeinflusst – wodurch auch das Messen der gebildeten Inferenzen eine Form der Messung des Verstehens darstellt (vgl. Omanson et al. 1978, S.338). Zum anderen wollten sie mit Fünf- und Achtjährigen untersuchen, wie sich die Einbettung eines schwer verständlichen Textes in drei verschiedenen Kontexten auf das Verstehen und den „recall" auswirkt (vgl. ebd., S.340). Als Ergebnisse zeigten sich: Der Kontext erwies sich als verständnisfördernd in Bezug auf Inferenzen, welche textbezogen gebildet werden, allerdings nicht in Bezug auf solche, die auf der Basis der Textinterpretation gebildet werden (vgl. ebd., S.343); hinsichtlich des „recall" konnte hingegen keine positive Wirkung der Zahl an Inferenzen beobachtet werden (vgl. ebd., S.344).

---

[146] Hinzu kam die Bewertung von Texten bzw. die Bewertung von Zusammenfassungen der Probanden von den oben genannten Texten hinsichtlich der Verständlichkeit, der Bildhaftigkeit und „bizarreness" (vgl. Kintsch & Greene 1978, S.3)

[147] Die Probanden erhielten unterschiedliche Aufträge: So wurde in der einen Gruppe der Auftrag gegeben, das wiederzugeben, an das man sich gerade erinnern kann, ohne Veränderungen vorzunehmen (vgl. Kintsch & Greene 1978, S.7). In der anderen Gruppe sollten die Probanden nach dem Hören des Textes einige Minuten warten, anschließend die Geschichte nacherzählen, wobei zu dieser Nacherzählung keine weiteren Anforderungen wie in der ersten Gruppe gestellt wurden (vgl. ebd., S.7).

Da sie keinen Zusammenhang zwischen den Antworten auf Fragen, die eine Inferenzbildung erfordern, und dem anschließenden „recall“ beobachten konnten, hielten die Forscher fest: „(…) that inferential comprehension may be independent of surface recall of text and that inference probes are better measures of comprehension than free recall measures.“ (Omanson et al. 1978, S.337)

McNamara et al. (1996, S.2*)* untersuchten, wie ein Text beschaffen sein muss, damit ein Leser optimal mit diesem Text lernen kann. Sowohl Kohärenz eines Textes als auch eine aktive kognitive Auseinandersetzung mit dem Text gelten als ausschlaggebend für das Verstehen von und das Lernen aus Texten (vgl. McNamara et al. 1996, S.2). Um dieser Frage nachzugehen, wurden die Probanden in einem ersten Experiment gebeten, unterschiedliche Texte (Unterschiede bestanden in lokaler und globaler Kohärenz sowie in der Hinzufügung von erklärenden Informationen zum Originaltext) zu lesen, die Texte anschließend wiederzugeben sowie inhaltliche Fragen zu beantworten (vgl. ebd., S.6-11). Es zeigte sich, dass die Informationen des Textes mit einer größeren globalen Kohärenz besser und häufiger von den Probanden wiedergegeben wurden (vgl. ebd., S.12).

Fischer & Mandl (1984, S.214*)* befassten sich mit dem Lesen zum Zwecke des Lernens aus Texten. Dieses Lernen wird zum einen durch die Qualität des Textes als auch durch das konkrete Lernziel gesteuert (vgl. Fischer & Mandl 1984, S.214). Erreicht werden kann dieses Ziel durch den Einsatz entsprechender Lernstrategien. Zu diesen zählen das Unterstreichen von Informationen sowie das Zusammenfassen von Textabschnitten, welche beide der Gruppe der Erinnerungsstrategien auf der Metaebene zuzuordnen sind (vgl. ebd., S.215). Ziel der Untersuchung von Fischer & Mandl (1984) sind die metakognitiven Prozesse, welche beim Lernen von Texten ablaufen. In einem ersten Experiment mit zwei Vergleichsgruppen – eine Gruppe bekam Zeit zugestanden, sich über die Anwendung von Strategien bewusst zu werden (vgl. ebd., S.233) – zeigte sich:

> „Comprehension and recall performance covary with usage of operational learning techniques and strategies, adaptive regulation in the course of processing, fine-grain learning regulation, awareness of task fulfilment and subjective certainty about goal attainment, and number of processing cycles undertaken.“ (ebd., S.238/240)

In einem zweiten Experiment wurde ein Training von einer Auswahl an Strategien (u.a. Unterstreichen) sowie von Impulsen und Signalen zur Selbstkontrolle des Lernprozesses entwickelt (vgl. Fischer & Mandl 1984, S.242[148]). Im Vergleich einer Experimentalgruppe, welche dieses Training erhielt, mit einer Kontrollgruppe zeigte sich die positive Wirkung des Trainings auf das Lernen (vgl. ebd., S.249).

Gambrell et al. (1987) verglichen unterschiedliche Präsentationsformen von Texten. Dritt- und Fünftklässler sollten aus diesem Grund Texte entweder am PC-Monitor oder in einem Buch lesen und diese anschließend so gut wie möglich wiedergeben (vgl. Gambrell 1987, S.159f.). Der konkrete Auftrag lautete:

> „Pretend that you are telling a friend the story you just read. Tell your friend everything you can remember about (story title). Write down on this sheet of paper the story as you would tell it to your friend. Spelling does not count. Just tell the story and write about everything you remember." (ebd., S.160)

Die Experimente von *Cummins et al. (1988)* greifen zwar auch auf die Erhebungsmethode „recall" zurück, es erscheint aber eher im Sinne von „retell" genutzt zu werden. Als Auftrag erhielten die Kinder „to tell the story back" (Cummins et al. 1988, S.428). Ob nun „recall" im Sinne von „sich erinnern" oder doch eher im Sinne von „nacherzählen" verstanden wird, ist aufgrund des Auftrags und der Interpretation dieser Tätigkeit offen. Cummins et al. (1988, S.405) wollten untersuchen, ob vorrangig Faktoren auf der textlichen Ebene Auslöser für Schwierigkeiten in der Bearbeitung von Textaufgaben darstellen. Ferner wollten sie untersuchen, wie Kinder Textaufgaben verstehen (vgl. ebd., S.408f.).

Grundlage für ihre Experimente ist die folgende Überlegung: „(…) that solution performance would vary systematically with recall performance (…) that solution errors would in fact be correct solutions to miscomprehended problems" (ebd., S.409). Daher wollten Cummins et al. (1988, S.409) die Lösungen der Kinder (Erstklässler) mit dem jeweiligen „recall" vergleichen.

In einem ersten Experiment wurden die üblichen Textaufgaben, deren Prototypen in Riley et al. (1983) zu finden sind, eingesetzt (siehe Cummins et al. 1988, S.410). In einem zweiten Experiment dagegen wurden längere Textaufgaben eingesetzt (fünf Textzeilen, vgl. ebd., S.427-429). Im ersten Experiment wurden die Kinder lediglich aufgefordert, die Hälfte der dargebotenen Textaufgaben zuerst wiederzugeben und dann zu lösen, die andere Hälfte der Textaufgaben dagegen zunächst zu lösen und dann wiederzugeben (vgl. ebd., S.411). Im zweiten Experiment wurden Kinder wiederum

[148] Eine Übersicht über die Strategien, zu denen auch Unterstreichen und das Zusammenfassen von Texten zählen, ist in Fischer & Mandl (1984) auf den Seiten 242f. aufgelistet.

gebeten, einen Teil der Aufgaben erst nachzuerzählen und anschließend zu lösen, den anderen Teil der Aufgaben zunächst zu lösen und anschließend mit eigenen Worten wiederzugeben (vgl. Cummins et al. 1988, S.428). In einigen Fällen wurden die Kinder ferner gebeten, eine angemessene Frage zur Aufgabe zu formulieren (vgl. ebd., S.428).

In den Ergebnissen des ersten Experiments zeigte sich schließlich der erwartete Zusammenhang zwischen Textwiedergabe und Lösung (vgl. ebd., S.417f.): Fehlerhafte Lösungen deckten sich mit den Nacherzählungen (als Maß für das Verständnis des Textes) der Kinder. Insgesamt kommen Cummins et al. (1988) zu dem Schluss:

> „(…) structural recall, both correct and erroneous, provided clear evidence that children's problem solving strategies are determined by their comprehension of the problem stories. Moreover, frequently observed conceptual errors were related to story miscomprehension in systematic ways. These conceptual errors were found to be correct answers to miscomprehended stories." (ebd., S.418)

Hinsichtlich der Reihenfolge der Arbeitsaufträge – erst wiedergeben, dann lösen oder erst lösen, dann wiedergeben – zeigte sich im zweiten Experiment, dass die Kinder die Aufgaben besser lösen konnten, wenn sie diese erst lösen mussten und dann wiedergeben sollten (vgl. ebd., S.430). Dieses Ergebnis widerspricht der in dieser Arbeit untersuchten Hypothese, dass Nacherzählen helfen soll, ein angemessenes Situations- und demzufolge auch angemessenes mathematisches Modell aufzubauen. Da die Textaufgaben bei Cummins et al. (1988) kurz waren und nur wenig Text verstanden werden musste, ist es in diesem Fall möglicherweise auch eher irritierend, die Textaufgabe vorher nachzuerzählen, da die Lösung in manchen Fällen schnell ersichtlich ist.

Stern (1993) nutzte Nacherzählen („retell", Stern 1993, S.16) in einem der sechs beschriebenen Experimente, um das Verstehen von Vergleichsaufgaben prüfen zu können. Sie untersuchte, ob Kinder bei diesem Aufgabentypus auf Schlüsselwortstrategien zurückgreifen (vgl. ebd., S.16). Im Rahmen dieses Experiments wurden den Kindern zunächst Aufgaben vorgelesen, welche sie anschließend nacherzählen sollten, bevor sie die Aufgaben ein zweites Mal hörten und abschließend lösen sollten (vgl. ebd., S.16). Die Ergebnisse sprachen stärker gegen die Annahme, dass Kinder sich auf Schlüsselwortstrategien stützen (vgl. ebd., S.17).

Zu Arbeiten, in denen „retelling" als Methode zur Datengewinnung eingesetzt wird, gehören vor allem Arbeiten von Forschergruppen um De Corte und Verschaffel. In ihren Arbeiten haben sie „retelling" vor allem dazu eingesetzt, um Einblicke in die mentalen Repräsentationen der Probanden zu gewinnen (siehe zum Beispiel De Corte & Verschaffel 1985, De Corte & Verschaffel 1987a, De Corte & Verschaffel 1987b[149])

So nutzten *De Corte & Verschaffel (1985)*[150] Nacherzählen, um Einblicke in die mentalen Prozesse der Kinder zu erhalten. In der Interviewstudie richteten sie ihren Fokus vor allem auf den ersten Schritt im Lösungsprozess von Textaufgaben, auf den Aufbau einer mentalen Repräsentation des Textes (vgl. De Corte & Verschaffel 1985, S.4). Die Erstklässler wurden daher nach dem Lesen der Textaufgabe aufgefordert, diese nachzuerzählen (vgl. ebd., S.9). In der Auswertung stellten De Corte & Verschaffel (1985, S.19f.) heraus, dass sich die Lösungen der Kinder mit ihren Nacherzählungen relativ gut deckten, so dass Nacherzählungen durchaus als Abbildung des mentalen Modells interpretiert und zur Erklärung und als Beleg für Annahmen über mentale Prozesse verwendet werden können.

Nacherzählen findet aber auch im Bereich der Forschung zu Sprachentwicklung und Sprachstörungen Verwendung. Hasselhorn & Hille (1998)[151] setzten Nacherzählen in diesem Zusammenhang ein. Sie untersuchten Kinder, deren Sprachentwicklung langsamer als normal verläuft und unter „Entwicklungsdysphasie" leiden (zur Beschreibung vgl. Hasselhorn & Hille 1998, S.13). Zur Überprüfung, ob Entwicklungsdysphasie vorliegt, sind bestimmte Tests üblich, welche zum Beispiel die „mittlere Länge spontaner Sprachäußerungen" (ebd., S.13) messen.

Hasselhorn & Hille (1998, S.14) verfolgten zum einen das Ziel, zu prüfen, ob die Tests zur Messung der Länge der sprachlichen Äußerungen sowie der Fähigkeit der Reproduktion von Satzstrukturen unterschiedliche Aspekte messen. Zum anderen sollte untersucht werden, ob die Kapazität des akustischen Arbeitsgedächtnisses eine Ursache für Entwicklungsdysphasie darstellt (vgl. ebd., S.14).

Hasselhorn & Hille (1998) führten daher eine vergleichende Untersuchung durch, in welcher Kinder mit Entwicklungsdysphasie sowie gleichaltrige Kinder, die sich hinsichtlich der non-verbalen Intelligenz nicht von den dysphasischen Kindern unterschieden, und jüngere Kinder, die in der Sprachentwicklung annähernd weit vorangeschritten waren wie die dysphasischen Kinder (vgl. ebd., S.15) gebeten wurden, eine Geschichte (133 Wörter lang), die zu einer Bildergeschichte verfasst wurde, nach dem

[149] De Corte, E., & Verschaffel, L. (1987b). The Effect of Semantic Structure on First Graders' Strategies for Solving Addition and Subtraction Word Problems. *Journal for Research in Mathematics Education, 18*(5), 363 – 381.
[150] Die Studie von 1985 wird von De Corte & Verschaffel wiederholt aufgegriffen (1987a, 1987b). Da gerade der Aufsatz 1987a für die vorliegende Arbeit interessant ist, wird dieser später dargestellt.
[151] Hasselhorn, M., & Hille, B. (1998). Nacherzählen einer Geschichte: Zu Sprach- und Gedächtnisunterschieden zwischen entwicklungsdysphasischen und sprachlich unauffälligen Kindern. *Heilpädagogische Forschung. Zeitschrift für Pädagogik und Psychologie Behinderter, 24*(1), 12 - 20.

Hören des Textes nachzuerzählen (vgl. Hasselhorn & Hille 1998, S.16). Zur Hälfte der Textinformationen wurde den Kindern Bilder gezeigt, die Informationen wurden auf diese Weise visuell unterstützt (vgl. ebd., S.16). Hinsichtlich der Nacherzählungen wurden folgende Daten erhoben: „die Gesamtwortzahl der vom Kind nacherzählten Geschichte, die mittlere Äußerungslänge (…) als Wörter pro eigenständiger Sinneinheit, die Anzahl der reproduzierten visuell unterstützten Informationen und schließlich die Anzahl der reproduzierten Informationen, die nur akustisch dargeboten worden waren.“ (ebd., S.16)

Hasselhorn & Hille (1998) nutzten Nacherzählen demnach primär dazu, Aussagen über das Arbeitsgedächtnis von entwicklungsdysphasischen Kindern zu erhalten. Hier stellt sich die Methode demnach eher als ein Mittel zur Überprüfung der Erinnerungsleistung dar.

Noch einmal anders verwendet findet man das Nacherzählen in der Dissertation von Heßelmann (1996)[152]. Ziel seiner Arbeit ist die Anpassung des Testverfahrens AAT-Supplemente Text-Nacherzählen hinsichtlich des möglichen Einflussfaktors „Alter“ (vgl. Heßelmann 1996, Vorbemerkung). Nacherzählen wird demnach als Diagnoseverfahren eingesetzt. Es stellt eine Möglichkeit dar, welche „eine alltagsnahe Eigenschaft mißt, nämlich das Verstehen, Behalten und Wiedergeben von Texten.“ (Heßelmann 1996, Vorbemerkung)

Der Einsatz von Nacherzählen bzw. „recall“ zeigt sich in der Zusammenstellung auf unterschiedliche Weise. Teilweise wird im Nacherzählen lediglich eine Methode zur Überprüfung des Gedächtnisses oder der Erinnerungsleistung gesehen. Andere Forscher wiederum interpretieren Nacherzählungen als Spiegelbild der mentalen Repräsentationen und Gedanken. So findet sich zum Beispiel bei Cummins et al. (1988) der Gedanke:

> „We assume that when a child recalls a problem, he or she describes the problem representation he or she constructed during solution attemt.“ (Cummins et al. 1988, S.414)

Im Bereich der Untersuchung von Sprachentwicklung zeigt sich die Verwendung der Methode zum einen als Erhebungsinstrument, zum anderen aber findet sich auch bereits die Überlegung, diese Methode als Hilfsstrategie einsetzen zu können.

---

[152] Heßelmann, V. (1996). *Das AAT-Supplement Text-Nacherzählen: Klinisch-empirische Untersuchungen zu Gütekriterien und Normierung. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin*. Aachen.

3.5 Nacherzählen als Konstruktion

Welche Beobachtungen und Argumente sprechen neben den oben bereits angedeuteten Aussagen über Nacherzählen konkret dafür, mündliches Nacherzählen als Hilfs- und Verstehensstrategie zu betrachten?

3.5.1 Heinrich von Kleists Beobachtungen über die Wirkung des Sprechens auf die Gedanken

Kann Erzählen oder Sprechen über Themen und Texte oder – speziell – Nacherzählen eines Textes hilfreich für das Verständnis des Sachverhalts oder der beschriebenen Situation sein? Spiegel & Götze (2006[153]) konnten mit einer Umfrage zeigen, dass viele Personen diese Frage intuitiv bejahen würden:

> „Die Situation, dass wir durch Sprechen Erkenntnisfortschritte erzielen, kennen wir so gut wie alle. Welcher Leser würde nicht auch, wie es während einer Erhebung unter 203 Studierenden im Mai 2005 197 Personen taten, auf folgende Frage mit *JA* antworten:
>
> > *Haben Sie schon einmal Folgendes erlebt?*
> > *Sie waren sich über eine Sache nicht im Klaren (z.B. über die Lösung eines mathematischen oder eines anderen Problems). Um Klarheit zu gewinnen, erläuterten Sie einer anderen Person das Problem bzw. richteten eine Frage an sie. Während Sie dies taten und noch bevor Sie damit zu Ende gekommen waren, fiel Ihnen die Lösung plötzlich selbst ein und es war nicht mehr notwendig, weiter darüber zu sprechen.*
> > *Bitte ankreuzen:* 0 *JA* 0 *NEIN*
>
> Die allermeisten von uns wissen also aus ihrer eigenen Erfahrung, dass Sprechen mit Erkenntnisfortschritt einhergehen kann.“ (Spiegel & Götze 2006, S.216)

Diese Beobachtungen sind nicht neu. Bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts stellte Kleist (1806/2010) in seinem Aufsatz „Über die allmählige Verfertigung der Gedanken beim Reden“ heraus, dass Sprechen über einen Sachverhalt helfen kann, diesen zu durchdringen und zu verstehen. Das Sprechen über das Unklare, Unverständliche stellt Kleist als Hilfe heraus, wenn bloßes Nachdenken und eigenständiges Grübeln nicht mehr hilft:

> „Wenn du etwas wissen willst und es durch Meditation nicht finden kannst, so rathe ich dir, mein lieber, sinnreicher Freund, mit dem nächsten Bekannten, der dir aufstößt, darüber zu sprechen.“ (Kleist 1806/2010, S.284).

Kleist (1806/2010, S.284) macht zugleich deutlich, dass es weniger um ein Befragen des anderen geht, um so von diesem die Lösung des Problems genannt zu bekommen. „Vielmehr sollst du es ihm selber allererst erzählen.“ (ebd., S.284)

Kleist leitet diese Annahme, dass sich die Gedanken beim Sprechen klären, vor allem aus einzelnen Beispielen ab. Zum einen beobachtete er an sich selbst diese Wirk-

[153] Spiegel, H., & Götze, D. (2006). Von der Verfertigung mathematischer Gedanken beim Reden. In R. Rapp & M. Wettler (Eds.), *Perspectives on cognition: a Festschrift für Manfred Wettler* (pp. 215 - 230). Lengerich u.a.: Pabst Science Publ.

samkeit. In der Durchsicht von Akten zu Gerichtsurteilen oder beim Lösen algebraischer Gleichungen konnte Kleist bemerken, dass es ihm half, seiner Schwester, die lediglich zuhörte und mitunter nichts von den Sachverhalten verstand, von dem Problem zu erzählen (vgl. ebd., S.284). Die Lösung des Problems klärte sich dann in dieser Erzählung[154]:

> „Und siehe da, wenn ich mit meiner Schwester davon rede, welche hinter mir sitzt, und arbeitet, so erfahre ich, was ich durch ein vielleicht stundenlanges Brüten nicht herausgebracht haben würde. Nicht, als ob sie es mir, im eigentlichen Sinne *sagte*; denn sie kennt weder das Gesetzbuch, noch hat sie den Euler, oder den Kästner studirt. Auch nicht, als ob sie mich durch geschickte Fragen auf den Punct hinführte, auf welchen es ankommt, wenn schon dies letzte häufig der Fall sein mag. Aber weil ich doch irgendeine dunkle Vorstellung habe, die mit dem, was ich suche, von fern her in einiger Verbindung steht, so prägt, wenn ich nur dreist damit den Anfang mache, das Gemüth, während die Rede fortschreitet, in der Nothwendigkeit, dem Anfang nun auch – ein Ende zu finden, jene verworrene Vorstellung zur völligen Deutlichkeit aus, dergestalt, daß die Erkenntniß, zu meinem Erstaunen, mit der Periode fertig ist.“ (Kleist 1806/2010, S.284f.)

Neben der eigenen Erfahrung führt Kleist einige, seine Behauptung unterstützende Beispiele aus Geschichte und Literatur an. So erwähnt er Mirabeau, welcher zur Zeit der französischen Revolution eine Rede an den Zeremonienmeister des Königs begann – ohne sich zunächst im Klaren darüber zu sein, was er sagen möchte – und letztlich während der Rede zu dem Schluss kommt, dass nicht der König, sondern die Nation – das Volk – die befehlshabende Gruppe darstellt (vgl. ebd., S.286).

Ein zweites Beispiel stellt die Fabel „les animaux malades de la peste“ von La Fontaine[155] dar (vgl. Kleist 1806/2010, S.287). Es ist eine Fabel, in welcher „der Fuchs dem Löwen eine Apologie zu halten gezwungen ist, ohne zu wissen, wo er den Stoff dazu hernehmen soll, ein merkwürdiges Beispiel von einer allmähligen Verfertigung des Gedankens aus einem in der Noth hingesetzten Anfang.“ (ebd., S.287) Der Fuchs sah sich durch die Argumente des Löwen – er, der Löwe, fresse gelegentlich Tiere und müsse sich daher opfern, um die Pest abzuwenden – selbst bedroht, setzte daher zu einer Gegenrede an, die – nach einigen Wendungen – zu dem Schluss kommt, dass der Esel aufgrund seines Essverhaltens geopfert werden müsse (vgl. ebd., S.287).[156]

Aufgrund der genannten Beispiele kommt Kleist zu dem Schluss:

> „Der Franzose sagt, *l'appétit vient en mangeant*, und dieser Erfahrungssatz bleibt wahr, wenn man ihn parodirt und sagt, *l'idée vient parlant*.“ (Kleist 1806/2010, S.284 – Hervorhebungen im Original in anderer Schriftart)

„Die Sprache ist alsdann keine Fessel, etwas wie ein Hemmschuh an dem Rade des Geistes, sondern wie ein zweites, mit ihm parallel fortlaufendes, Rad an seiner Axe.“

---

[154] Vgl. auch Velten (2011, S.855), diese Beobachtung wird als eine Anregung für die Studie angeführt.

[155] http://de.wikipedia.org/wiki/Jean_de_La_Fontaine (zuletzt eingesehen 04.08.2016)

[156] Eine Übersetzung der Fabel findet sich auch im Internet, zum Beispiel unter dem Link: http://www.ferienwohnung-paris.fr/paris_ferienwohnung_6.html (zuletzt eingesehen am 16.10.2011)

(ebd., S.287) Es wird hier deutlich, dass die Sprache – vor allem die gesprochene Sprache beim mündlichen Erzählen – ein Hilfsmittel darstellt, denn wie im Bild das Rad als zweites Rad dazu verhilft, dass die Fahrt leichter und sicherer wird, so wird das Denken mithilfe der Sprache leichter.

Kleists Überlegungen lassen sich in verschiedenen Arbeiten finden. So stellt Abraham (2008) Kleists Beobachtungen als sehr bedeutsam heraus:

> „Lange hat man geglaubt, man müsse alles, worüber man reden wolle, vorher gewusst, erfahren, durchdrungen haben. Heute gehen wir davon aus, dass es den ‚Gegenstand' oder ‚Sachverhalt' sozusagen vor aller Sprachlichkeit nicht gibt. Wir schaffen ihn vielmehr erst dadurch, dass wir sprechen. Bekannt ist der Aufsatz Heinrich v. KLEISTS „Über das allmähliche Verfertigen der Gedanken beim Reden" (1805/1806). Darin hat KLEIST wohl als erster die These ernsthaft vertreten, über etwas zu sprechen heiße, „zur Erkenntnis zu gelangen". Reden war ihm lautes Denken, das Gegenüber der Rede eine Art Katalysator, nämlich ein „Quell der Begeisterung". Und diese Erfahrung kann man ja täglich machen: dass man in einer Situation, in der man redet, Dinge zu sagen imstande ist, die einen selbst überraschen – oder überraschen würden, würde man sich beim Reden zuhören (also *reflexiv sprechen*). Die Gedanken, wusste KLEIST, kommen oft beim Reden wie der Appetit beim Essen." (Abraham 2008, S.69; Hervorhebungen im Original)

Bei Switalla (1993, zitiert nach Abraham 2008) lassen sich ähnliche Vorstellungen finden. Dieser stellt heraus, „dass die Sprache eben nicht nur Darstellungswerkzeug ist, sondern kognitives Medium des Lernens." (Abraham 2008, S.70) Als Konsequenzen folgen:

> „Für die Schulfächer (…) heißt das, dass die sprachliche Form unseres Sprechens über die Dinge der wirklichen Welt nicht nur eine Frage der Zweckmäßigkeit und der richtigen Begriffskenntnis ist, sondern eine Form der Erkenntnis. (…) das Reden darf nicht erst anfangen, wenn ‚die Sachen geklärt' sind bzw. vom Lehrer erklärt, sondern es hat selbst heuristische Funktion." (ebd., S.70)

Allerdings wurde der Zusammenhang bzw. das Verhältnis von Sprechen und Denken, welchem sich Kleists Überlegungen über die Fertigstellung der Gedanken während des Redens zuordnen lassen, Abraham (2008, S.69) zufolge bisher wenig erforscht.

Kleists (1806/2010) Ideen sind für die Annahme, dass Nacherzählen helfen kann, Textaufgaben und Rechengeschichten besser zu verstehen, unterstützend. Während des Nacherzählens kann ein noch unfertiger Gedanken ausgebaut und vervollständigt werden. Auch der Vergleich der Sprache mit einem zweiten Rad, das parallel zum Rad der Gedanken läuft, stellt noch deutlicher heraus, dass Kleist der Sprache und dem Sprechen hilfreiche, unterstützende Wirkung zuschreibt. Da die Sprache als Hilfe des Denkens dargestellt wird, lässt sich annehmen, dass auch die mündliche Nacherzählung auf das „Denken über den Text", das Verstehen des Textes positiv wirkt.

3.5.2 Die Wirksamkeit, (sich) etwas (selbst) zu erklären

Die Wirkung des Selbsterklärens auf das mentale Modell

Auch wenn Nacherzählen kein Selbsterklären ist, sind die Ergebnisse von Chi und Kollegen für diese Arbeit interessant. Chi hat sich in verschiedenen Untersuchungen mit der Wirkung des so genannten Selbsterklärens – im Englischen: self-explaining – befasst. Ihre Untersuchungen beziehen sich vor allem auf die Wirkung des Selbsterklärens auf das mentale Modell (vgl. deLeeuw & Chi 2003[157]; Chi 2000[158]).

In den Arbeiten von Chi (2000) und deLeeuw &Chi (2003) bezeichnet der Begriff „Selbsterklären" eine Tätigkeit des Lernenden. Sie stellt eine konstruktive Tätigkeit dar, die dem Ziel dient, neue Informationen eines Sachverhalts zu verstehen und ggf. anzueignen (vgl. Chi 2000, S.164). Eine Person erklärt sich laut einen Sachverhalt – zum Beispiel ein Problem oder die Aussagen eines Textes – selbst, spricht aus, wie sie diesen versteht (vgl. Chi 2000, S.164; deLeeuw & Chi 2003, S.56). Als Ziel des Selbsterklärens stellt Chi (2000, S.165) heraus, dass der Lernende mithilfe des Selbsterklärens versucht, das zu Lernende zu verstehen, den Sinn des zu Lernenden zu entnehmen und sich so Wissen anzueignen.

Selbsterklären kann verschiedene Formen annehmen. Zum einen können Personen Textabschnitte paraphrasieren, zum anderen aber auch Inferenzen während des Selbsterklärens bilden (vgl. Chi 2000, S.165; deLeeuw & Chi 2003, S.56). Selbsterklären unterscheidet sich vom bloßen Reden:

> „(…) self-explaining should be a more focused activity than talking: The focus is on trying to understand the learning material and make sense of it." (Chi 2000, S.169)

Da lediglich die Person, die sich den Sachverhalt selbst erklärt, das Gesagte verstehen muss, wird auf mögliche Zuhörer keine Rücksicht genommen. Die Selbsterklärung muss nicht für einen Zuhörer ansprechend sein, sie kann unvollständig und inkohärent sein (vgl. ebd., S.169f.).

Selbsterklären unterscheidet sich vom Elaborieren. Letzteres kann gelehrt werden, Selbsterklärungen dagegen sind etwas Persönliches, Subjektives, was sich demnach nicht vermitteln lässt (vgl. Chi 2000, S.171). Des Weiteren unterscheiden sich Selbsterklärungen und Elaborationen hinsichtlich ihrer Wirkungsabsicht: Elaborationen sollen einen „mangelhaften" Text aufbessern, Selbsterklärungen dagegen das „mangelhafte" Vorwissen (vgl. ebd., S.172). Aus der Beschreibung des Selbsterklärens wird deutlich, dass es vor allem dann einsetzt, wenn ein Sachverhalt schwierig zu verstehen ist.

---

[157] deLeeuw, N., & Chi, M. T. H. (2003). Self-Explanation: Enriching a Situation Model or Repairing a Domain Model? (oder: The role of self-explanation in conceptual change learning). In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 55 – 78). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

[158] Chi, M. (2000). Self-Explaining Expository Texts: The Dual Processes of Generating Inferences and Repairing Mental Model. In R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology* (pp. 161 – 238). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Dass Selbsterklärungen positive Effekte haben, konnte Chi (2000) in ihren Untersuchungen beobachten. Im Rahmen dieser Untersuchungen, die im Grundaufbau ähnlich sind, wurde in einem Vortest das Vorwissen der Probanden zum Thema erfasst, daran schloss sich das Lesen und Selbsterklären schwieriger Stellen an, und ein Nachtest sollte festhalten, welche Effekte das Selbsterklären mit sich brachte (vgl. ebd., S.174). Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungen bestanden hinsichtlich des Textes (Biologie vs. Physik; deklaratives vs. prozedurales Wissen; expositorischer Text vs. Musterlösung), des Alters der Probanden (Achtklässler vs. College-Studenten), Design (in einem Fall mit Kontrollgruppe, in dem anderen Fall ohne), Art des Nachtests (Fragen beantworten vs. Aufgaben bearbeiten) sowie der Anweisungen zum Selbsterklären (in einem Fall wurden die Probanden explizit zum Selbsterklären aufgefordert, in dem anderen Fall nicht) (vgl. ebd., S.174-176).

Die Untersuchungen lieferten mehrere interessante Ergebnisse: Es zeigte sich, dass „(…) the greater the number of self-explanations generated, the better the students learned.“ (ebd., S.176) In beiden Untersuchungen stellte sich heraus, dass diejenigen, welche sich viel selbst erklärten, mehr lernten als diejenigen, welche sich nur wenig selbst erklärten (vgl. ebd., S.177).

Außerdem zeigte sich, dass diejenigen, welche zu Selbsterklärungen angehalten wurden, mehr lernten als die Probanden der Kontrollgruppe (vgl. ebd., S.177). Insgesamt lässt sich nach diesen Untersuchungen daher dafür sprechen, „(…) that generating self-explanations per se is useful for enhancing learning because the prompted group learned more than the unprompted group (…) and the high explainers (whether spontaneous or enforced) learned more than the low explainers in both studies.“ (ebd., S.178)

Wieso hat Selbsterklären eine derartige Wirkung? Chi (2000) stellt zwei Theorien heraus, die dies erklären können: Die „inference-generating-view“ geht davon aus, dass sowohl der Text als auch das zu ihm aufgebaute mentale Modell Lücken enthalten, welche durch Selbsterklären und damit verbundener Inferenzbildung geschlossen werden (vgl. ebd., S.182). Die „Incomplete Text View“ hingegen nimmt an, dass lediglich der Text Lücken enthält, welche durch Inferenzen, die im Prozess des Selbsterklärens generiert werden, geschlossen werden (vgl. ebd., S.183). Aufgrund der Beobachtungen in ihren Untersuchungen nimmt Chi (2000, S.185) an, dass letztere Theorie Gültigkeit hat. Nach dieser Theorie kann folglich neues Wissen erworben werden, indem Inferenzen gebildet werden durch die Verknüpfung zweier Sätze des Textes mit neuen Informationen, durch Bildung von Analogien zwischen Textinformationen und

Informationen des Vorwissens sowie durch Zuordnung von Bedeutungen (vgl. ebd., S.186).

Neben dem Erwerb neuen Wissens durch Selbsterklären verweisen Chi (2000) und deLeeuw & Chi (2003) auf eine weitere Wirkung des Selbsterklärens: Selbsterklären hilft, Fehler zu beheben. Selbsterklärungen und dadurch generierte Inferenzen können ein fehlerhaftes mentales Modell revidieren (vgl. Chi 2000, S.196). Nach dieser Ansicht erfolgt Selbsterklären in Situationen, in denen der Leser eine Unstimmigkeit zwischen Text und mentalem Modell bemerkt, der Fehler als Folge des Selbsterklärens beseitigt wird (vgl. ebd., S.196).

Chi (2000) geht davon aus, dass Selbsterklärungen vor allem als reparierende Hilfe erfolgen: „(…) self-explaining is now conceived of as a process of repairing one's own representation, usually when a conflict is detected." (ebd., S.221) Diese Theorie wurde ferner von deLeeuw & Chi (2003) beschrieben: Die Theorie „Mental Model Revision View" (Chi 2000) geht davon aus, dass die Lernenden (beim Lernen aus Texten) bereits über ein mentales Modell des Themas verfügen, bevor sie den Text lesen (vgl. deLeeuw & Chi 2003, S.56). Dieses wird als „domain model" (ebd., S.56f.) bezeichnet. Es repräsentiert das Vorwissen – fehlerhaft bis korrekt, umfassend bis sehr lückenhaft –, über das eine Person verfügt (vgl. ebd., S.57). Der „Mental Model Revision View" zufolge tragen Selbsterklärungen zur Aufbesserung des mentalen Modells bei. Dieser Prozess vollzieht sich auf drei unterschiedliche Weisen: Informationen des Textes werden in das bereits vorhandene Modell aufgenommen, falsche Informationen im mentalen Modell werden durch richtige Informationen aus dem Text ersetzt oder neues Wissen wird durch Inferenzen aufgebaut (vgl. ebd., S.57f.).

Auch deLeeuw & Chi (2003) stellen heraus, dass Selbsterklären eintritt, wenn zwischen Text und mentalem Modell eine Spannung, ein Konflikt wahrgenommen wird, wobei der Auslöser dazu im mentalen Modell anzunehmen ist – andernfalls hätte beobachtet werden müssen, dass bei allen Personen zu den gleichen Textstellen Selbsterklärungen auftreten, was sich aber in den Untersuchungen nicht zeigte (vgl. ebd., S.69). Als für diese Theorie („Mental Model Revision View") sprechend führten sie die Ergebnisse einer Studie von deLeeuw (2000, zitiert nach deLeeuw & Chi 2003, S.71) an, denen zufolge Inferenzen durch Selbsterklären dann gebildet werden, wenn Lücken im Wissen ergänzt werden können.

Neben dem Selbsterklären nennt Chi (2000) auch andere Formen, sich mit einem Text auseinanderzusetzen und so gegebenenfalls daraus zu lernen:

- Man kann sich selbst Fragen zum Text stellen, vor allem zu Inhalten, die man nicht verstanden hat (vgl. Chi 2000, S.224).
- Man kann einer anderen Person den Text erklären oder eine andere Person nach Inhalten fragen, wobei es effektiver ist, jemand anderem einen Sachverhalt zu erklären als einer Erklärung eines anderen zuzuhören (vgl. ebd., S.224).
- Man kann versuchen, Fragen zu beantworten, wobei Chi (2000, S.225) den Lerneffekt hierbei eher gering einschätzt.
- Man kann Texte zusammenfassen. Dazu merkt Chi (2000) allerdings an: „Summarizing seems to serve the purpose of the text rather than oneself because a summary, by definition, discourages the students from integrating the information in the external source, such as the text, with one's knowledge." (ebd., S.225)
- Durch Anfertigung von Skizzen des Inhalts ist ebenfalls Lernen möglich (vgl. ebd., S.226).

Aus der Darstellung dieser Lernmethoden geht hervor, dass vor allem dem Erklären Lerneffekte zugesprochen werden. Insgesamt bestärken die Ergebnisse der Arbeiten von Chi (2000) und deLeeuw & Chi (2003) die Überlegung, dass mündliches Nacherzählen positive Wirkung auf das Verstehen und Lösen von Rechengeschichten hat. Besonders die Beobachtung von Chi (2000, S.221), dass Selbsterklärungen zu einer Korrektur eines fehlerhaften Situationsmodells führen können, unterstützt die Annahme (vgl. Velten 2011, S.855).

Die Wirksamkeit des Gesprächs über mathematischen Themen

Die Gedanken von Kleist sowie die Ergebnisse der Arbeiten von Chi und Kollegen haben auch die mathematikdidaktische Forschung inspiriert. So befassen sich Spiegel & Götze (2006, S.215) mit dem Zusammenhang von Sprechen und Denken und gehen davon aus, dass das Sprechen über Lösungen zu mathematischen Fragestellungen und über mathematische Beziehungen positiv zum Erwerb mathematischer Fertigkeiten und mathematischen Wissens beiträgt. In Interviewstudien fiel bereits der begünstigende Effekt auf: Kinder bemerkten im Gespräch über bzw. in der Erklärung ihres Lösungsweges, dass dieser fehlerhaft war (vgl. Spiegel & Götze 2006, S.216).

Götze (2007[159]) hat die Arbeiten zu Selbsterklärungen als Anlass genommen, sich mit der Wirkung von Kleingruppengesprächen auf das Lernen von Mathematik zu befassen. Für sie sind drei wesentliche Merkmale von Selbsterklärungen entscheidend:

> „1. Selbsterklärungen sind konstruktive Aktivitäten, die dabei helfen, Wissenslücken selbst zu schließen. (…) 2. Selbsterklärungen erlauben die Integration von neuen Lerninhalten in bereits bestehendes Wissen. (…) 3. Selbsterklärungen sind von ihrer Art her meist unvollständige, fragmentarische Äußerungen. Das liegt daran, dass sich während des Lernprozesses eventuelle Differenzen zwischen dem eigenen und dem neuen Wissen ergeben." (Götze 2007, S.13)

Die wirkungsvolle Aktivität des Erklärens wird in der Studie von Götze (2007) in Kleingruppen ausgeübt. Grund dafür ist, auf diese Weise den Erklärenden eine Rückmeldung (korrekte oder inkorrekte Darstellung) durch Zuhörer geben zu können, welche sich in einer Studie von Renkl (1999, zitiert nach Götze 2007, S.26/27) als hilfreich erwies. Götze sieht in dieser Form des Kleingruppengesprächs einen großen Nutzen: „Im Unterricht können die Kinder die Erfahrungen einer allmählichen Verfertigung mathematischer Gedanken beim Reden vor allem dann machen, wenn sie kooperativ in Gruppen zusammenarbeiten müssen." (Götze 2007, S.55)

Götze (2007) führte folgende Studie durch (vgl. hierzu ebd., S.89): Alle Kinder bearbeiteten eine vorgegebene Aufgabe. Ein Teil der Kinder diskutierte nach der Bearbeitung in Kleingruppen über die Lösungswege, der andere Teil bearbeitete die Aufgabe dagegen wie gewohnt und besprach die Lösung in einer gemeinsamen Reflexionsphase. Beide Gruppen bearbeiteten danach eine Transferaufgabe. Deren Lösung durfte anschließend von allen Kindern in Form einer Rechenkonferenz (Kleingruppengespräch) diskutiert werden. Den Abschluss bildete die Bearbeitung einer weiteren Transferaufgabe.

Es zeigte sich, dass die Kinder, welche in Kleingruppen die Lösungen zur ersten Aufgabe diskutierten, häufiger die zweite Aufgabe (Transferaufgabe) korrekt lösten als die Kinder, welche die Lösung der ersten Aufgabe in der allgemeinen Reflexionsphase am Ende der Unterrichtsstunde besprachen (vgl. ebd., S.97/98). Um abzusichern, dass dieser Effekt den Kleingruppengesprächen zuzuschreiben ist, wurde die Lösung der zweiten Aufgabe von allen Kindern in Kleingruppen diskutiert (vgl. ebd., S.99). Beim Vergleich der Zahl korrekter Lösungen zur dritten Aufgabe zeigte sich, dass auch die Kontrollgruppe die Zahl korrekter Lösungen steigern konnte, und sich somit der Effekt von Kleingruppengesprächen bestätigen ließ (vgl. ebd., S.100/101).

[159] Götze, D. (2007). *Mathematische Gespräche unter Kindern. Zum Einfluss sozialer Interaktion von Grundschulkindern beim Lösen komplexer Aufgaben*. Hildesheim; Berlin: Verlag Franzbecker.

Der Effekt wird vorrangig durch aktive verbale Beteiligung am Gespräch sowie das Einbeziehen und Diskutieren fehlerhafter Lösungswege in den Kleingruppengesprächen bewirkt: Götze (2007) konnte beobachten, dass das Einbeziehen der zuhörenden Kinder sowie das Paraphrasieren des Lösungsweges durch andere Kinder positive Wirkungen zeigten (vgl. ebd., S.123/126). Ferner wirkte sich die Diskussion über fehlerhafte Lösungen positiv auf den Lösungsprozess von Transferaufgaben aus (vgl. ebd., S.138). Eine allmähliche Verfertigung des Lösungsweges setzte vor allem dann ein, wenn kein Kind eine korrekte Lösung anfertigen konnte und diese folglich im gemeinsamen Reden entwickelt wurde (vgl. ebd., S.127/128). Im Anschluss an dieses Gespräch konnten die Kinder die Transferaufgabe erfolgreich lösen, die Ursache hierfür scheint in der intensiven Beschäftigung mit der Aufgabe zu liegen (vgl. ebd., S.133).

Götze (2007) hat in ihrer Arbeit aufgezeigt, dass das Sprechen und Diskutieren über Lösungswege in Kleingruppen sich positiv auf das Lösen von Transferaufgaben auswirkt. Die Kinder haben durch die Gespräche in Kleingruppen eine größere Chance, die Aufgabe und Lösung zu verstehen. Wie oben dargestellt, ist vor allem das gemeinsame Sprechen über die Lösungswege effektiv fördernd. Diese Ergebnisse bestärken die Annahme, dass Nacherzählen hilfreich für das Verstehen von Textaufgaben sein kann, da hier ebenfalls ein Kind sein Verständnis des Textes gegenüber einem Zuhörer zum Ausdruck bringt.

3.5.3 Eine Überlegung De Cortes und Verschaffels (1987a)

In einem Aufsatz aus dem Jahre 1987 greifen De Corte & Verschaffel ihre Studie aus dem Jahr 1985 auf, in welcher Kinder des ersten Schuljahres zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten innerhalb eines Jahres u. a. zu acht Textaufgaben interviewt wurden (vgl. De Corte & Verschaffel 1987a, S.45). Im Rahmen dieser Studie wurde in den Einzelinterviews nach dem Vorlesen der Textaufgabe von den Kindern verlangt, dass sie diese Aufgabe zunächst nacherzählen, anschließend lösen, die Lösung begründen und rechtfertigen, die Situation der Aufgabe mit Material darstellen und einen abschließenden Antwortsatz formulieren sollten (vgl. ebd., S.45). Sinn dieser einzelnen Schritte war, Einblick in die einzelnen Prozesse des Löseverhaltens zu gewinnen. Nacherzählen und Darstellen der Problemsituation mit Material dienten dazu, Einsicht in den Aufbau einer mentalen Repräsentation des Problems zu gewinnen (vgl. auch

Velten 2010, S.875), die übrigen Arbeitsaufträge sollten dagegen Einblick in die weiteren Schritte des Problemlöseprozesses gewähren (vgl. De Corte & Verschaffel 1987a, S.46).

De Corte & Verschaffel (1987a) wollen weniger auf die Ergebnisse eingehen, als vielmehr die Frage in den Blick nehmen, in wieweit Nacherzählungen (oder andere Methoden zur Erhebung von Daten über Denkprozesse) zuverlässige, nützliche, gültige Informationen über die mentale Repräsentation des Problems geben (vgl. ebd., S.46). Ob verbale Daten tatsächlich aussagekräftig sind, wird unterschiedlich gesehen. Die kritischen Stimmen merken an, dass verbale Daten unvollständig sein können, weil die Probanden mitunter nicht jeden Gedanken verbalisieren oder dies nicht können (vgl. ebd., S.46). Ferner lassen sich Zweifel finden, ob Verbalisierungen die tatsächlichen Gedanken widerspiegeln, und es wird angemahnt, dass zum Beispiel der Auftrag, laut zu denken, die Personen dazu führen kann, nicht auf die gewohnte Weise an ein Problem heranzugehen, wodurch die erhaltenen Daten nicht das übliche Verhalten der Personen, sondern ein durch den Auftrag modifiziertes, spezielles Verhalten wiedergeben (vgl. ebd., S.47). Cummins (1991) zum Beispiel stellt Nacherzählen als eigentlich ungeeignete Methode dar, um Informationen über das Verstehen von Textaufgaben zu erhalten. Sie betont: „A major problem with retelling data is that one is never sure whether incorrect retellings reflect memory storage failures, retrieval failures, or true misunderstandings.“ (Cummins 1991, S.269) Aus diesem Grund wählte sie in einigen ihrer Experimente die Methode, Kinder Bilder zu ihren Lösungen anfertigen zu lassen bzw. geeignete bildliche Darstellungen auszuwählen (vgl. ebd., S.270).

Auf der anderen Seite steht das Modell von Ericsson & Simon (1980, zitiert nach De Corte & Verschaffel 1987a). Dieses beschreibt Prozesse während des Verbalisierens und ermöglicht zu entscheiden, ob die gesammelten verbalen Daten reliable und valide Informationen liefern (vgl. De Corte & Verschaffel 1987a, S.47). Zwei Kriterien stellen De Corte & Verschaffel (1987a) heraus, die diese Entscheidung über Reliabilität und Validität betreffen:

1. Es können lediglich solche Informationen richtig wiedergegeben werden, die unmittelbar zuvor im Kurzzeitgedächtnis eingegangen sind (vgl. ebd., S.47). Die Darbietung der Informationen – verbal oder nonverbal – ist dazu von Bedeutung: Eine verbale Information kann sofort übernommen werden, eine nonverbale Darbietung erfordert eine Übertragung in eine verbale Codierung (vgl. ebd., S.47).

2. Der Auftrag, die Gedanken zu verbalisieren, verändert das Verhalten bei der Bearbeitung der Aufgaben nicht signifikant (vgl. ebd., S.48).

Aufgrund des Vergleichs der Nacherzählungen mit dem Modell von Ericsson & Simon nehmen De Corte & Verschaffel (1987a, S.48) an, dass die Nacherzählungen und materiellen Darstellungen der Problemsituation gute Auskunft über die mentalen Repräsentationen geben. So zum Beispiel konnten sie beobachten, dass in manchen Fällen das mentale Modell der Kinder nicht mit ihrer Lösung oder den Aussagen des Modells von Riley et al. (1983) übereinstimmen (vgl. De Corte & Verschaffel 1987a, S.49/53). Ihre Ergebnisse lassen De Corte & Verschaffel (1987a) zu dem Schluss kommen:

> „The preceding results support also the view that retelling protocols are useful in studying children's problem representations. More specifically, they can reveal whether a child's correct answer on a simple addition or subtraction word problem is based on a correct understanding of the problem situation. Again the convergence with the mathematization data validates the retelling protocols." (ebd., S.52)

Zugleich verweisen De Corte & Verschaffel (1987a) auch auf Grenzen und Nachteile hin: „Therefore one cannot rely only on a child's retelling protocol to derive the content and structure of is problem representation." (ebd., S.54) So konnten De Corte & Verschaffel (1987a, S.54) beobachten, dass einige Kinder nicht in der Lage waren, die Textaufgabe nachzuerzählen, sehr wohl aber diese richtig lösen konnten (vgl. ebd., S.54). Dieses Problem führen De Corte & Verschaffel (1987a) auf das Nacherzählen zurück. Sie schätzen diese Aktivität als für Kinder sehr komplex ein und nehmen an, dass Kinder kognitiv stark beansprucht sind, wodurch „Fehler" in der Nacherzählung auftreten, die nicht auf ein Missverständnis des Textes zurückzuführen sind (vgl. ebd., S.54). Auch der umgekehrte Fall kann auftreten: Kinder können mitunter eine Textaufgabe richtig nacherzählen, haben aber den Text nicht richtig verstanden (vgl. ebd., S.55). Zur Begründung findet man bei De Corte & Verschaffel (1987a):

> „After hearing a text, a child has not only constructed a semantic representation, but, in addition, his working memory may also contain non-propositional information about graphical, lexical, and / or grammatical peculiarities of the text. To retell the text the child may rely on these more superficial memory traces (Kintsch, 1977), and this can result in a correct reproduction of the story in spite of an inappropriate semantic representation of the problem situation." (ebd., S.55f.)

Ein weiteres Problem, welches De Corte & Verschaffel (1987a) für die Verwendung von Nacherzählungen als Daten angeben, ist ein Anlass für die hier vorliegende Arbeit[160]:

> „One could argue that the retelling task can bear a significant influence on the manner in which children tackle word problems. The instruction to paraphrase the problem before solving it could

[160] Siehe auch Velten (2010, S.875f.) und Velten (2011, S.855). Vor allem in Velten (2010) wird diese folgende Überlegung von De Corte & Verschaffel (1987a) als Ausgangspunkt für die Hauptfragestellung angegeben.

> alter the child's spontaneous listening and problem-solving strategies. More specifically, the retelling task might induce in children a more attentive and thoughtful approach than they usually apply." (De Corte & Verschaffel 1987a, S.56)

Für jemanden, der mithilfe von Nacherzählungen Informationen über übliche Denkprozesse oder mentale Repräsentationen gewinnen möchte, stellt dies ein Problem dar. Nimmt man dagegen die Position Hollensteins (1996) oder anderer Didaktiker ein, kann man diese Gedanken positiv deuten: Es deutet sich an, dass der Auftrag, eine Textaufgabe erst einmal nachzuerzählen, die Einstellung gegenüber der Aufgabe verändern kann. Wie dem Zitat zu entnehmen ist, können Kinder durch diesen Auftrag dazu unbewusst motiviert werden, sich zunächst ernsthaft mit dem Text auseinanderzusetzen. Damit würde Hollensteins (1996) Wunsch nach einer Minderung des Kontexteinflusses des Mathematikunterrichts erfüllt werden, die Kinder würden sich nicht sofort auf das Rechnen stürzen, sondern zunächst den Text aufmerksam verfolgen. Allerdings:

> „Although it seems reasonable to assume that the instruction to retell the word problem before solving it bears a significant influence on children's understanding and problem-solving processes, this hypothesis should be tested systematically in future research." (De Corte & Verschaffel 1987a, S.56)

Wie in der Darstellung der Verwendung des Nacherzählens in der Forschung ersichtlich wurde, wurde Nacherzählen lediglich eingesetzt, um Einsichten in mentale Prozesse zu gewinnen. In der Mathematikdidaktik wird Nacherzählen von Textaufgaben zwar als Strategie angegeben, aber es werden keine empirischen Belege angeführt, ob diese Hilfe wirklich effektiv ist.

3.5.4. Nacherzählen – kein bloßes Wiedergeben von Auswendiggelerntem

Wie sich oben in Teilkapitel 3.4 bereits andeutete, erachten einige Forscher Nacherzählen oder „recall" als eine Tätigkeit, die eine reine Erinnerungsleistung darstellt und nicht notwendigerweise Verstehen des Textes voraussetzt. Derartige Gedanken finden sich zum Beispiel bei McNamara et al. (1996, S.11), die zwar nicht ausschließen, dass Nacherzählen (bzw. „recall") auch rekonstruierend sein kann, aber in ihren eigenen Experimenten stärker die reproduktive Seite betonten. Auch Omanson et al. (1978) sehen „recall" als ungeeignetes Mittel an, Daten über das Verstandene zu erheben: „(…) that inferential comprehension may be independent of surface recall of text and that inference probes are better measures of comprehension than free recall measures."

(Omanson et al. 1978, S.337) Fischer & Mandl (1984, S.214f.) ordnen zumindest Zusammenfassen[161] zu den Erinnerungsstrategien, wobei sie Paraphrasieren wiederum den Verstehensstrategien zuordnen.

Ein ähnlicher Einwand findet sich auch bei De Corte & Verschaffel (1987a). Es ist denkbar, dass Menschen sich an einer oberflächlichen Repräsentation orientieren, die kein Verstehen des Textes erfordert, aber eine gute, angemessene oder richtige Nacherzählung ermöglicht (vgl. De Corte & Verschaffel 1987a, S.55f.). Die beiden Forscher schließen dies auch für ihre Studie nicht aus, haben sie doch relativ kurze Texte verwendet und die Kinder unmittelbar nach dem Hören des Textes aufgefordert, die Textaufgabe nachzuerzählen (vgl. ebd., S.56).

Eine andere Denkweise zeigte sich zwei Jahre zuvor. De Corte & Verschaffel (1985) verwendeten den Begriff „retell“ (ebd., S.9) und nicht „recall“. Sie ließen neben wortwörtlichen auch sinngemäße Wiedergaben als richtig im Sinne der Textaufgabe gelten. Nacherzählen ist somit keine Gedächtnisleistung, was durch die Verwendung des Begriffs „retell“ – statt „recall“ – deutlich wird, vielmehr scheinen die Forscher Nacherzählen als konstruktiven Akt zu verstehen:

> „An older pupil or an adult who cannot, for some reason, *reproduce* the question sentence after hearing such a word problem could usually *reconstruct* that sentence (…).“ (ebd., S.10; Hervorhebungen im Original)

Darin wird deutlich, dass beim Nacherzählen nicht einfach nur Informationen abgerufen werden, sondern dass auf der Basis der mentalen Repräsentation, verknüpft mit Wissen, nicht mehr präsente Informationen wieder konstruiert werden können.

Albrecht & O’Brien (1993, S.1066) nutzten „recall“ und erhoben so zwar einerseits die Erinnerung der Probanden, erfassten aber zugleich auch die dahinterstehende Auseinandersetzung mit dem Text bzw. versuchten von ihren Ergebnissen auf diese zu schließen. Auch hier steht somit nicht allein der Erinnerungsaspekt im Fokus.

Eine Begründung dafür, dass vor allem längere Texte nicht durch einmaliges Lesen auswendig aufgesagt werden können, findet sich vor allem in der Psychologie. In dieser Disziplin wird das Gedächtnis, in welchem die Informationen verfügbar sind, in mehrere Bereiche unterteilt. Das Gedächtnismodell, welches Gage & Berliner (1996[162], S.280) beschreiben, sieht drei Bereiche vor, die bei der kognitiven Verarbeitung von Informationen durchlaufen werden: den sensorischen Kurzzeitspeicher, das Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnis und das Langzeitgedächtnis (vgl. Gage & Berliner

[161] Nacherzählen kann man auch als eine Form des Zusammenfassens interpretieren.

[162] Gage, N. L., & Berliner, D. C. (1996). *Pädagogische Psychologie* (G. Bach, Trans. 5., vollständig überarbeitete ed.). Weinheim: Psychologische Verlags Union.

1996, S.280). Das Kurzzeitgedächtnis wird von Gage & Berliner (1996, S.281) als „bewußtes Gedächtnis“ bezeichnet. Die enge Verbindung zwischen Arbeits- und Kurzzeitgedächtnis wird von ihnen deutlich genannt: „Das Arbeitsgedächtnis hat die gleichen Merkmale wie das Kurzzeitgedächtnis; es kann auch einfach ein Teil vom Kurzzeitgedächtnis sein.“ (ebd., S.281).

Der Prozess der Informationsaufnahme beginnt im sensorischen Kurzzeitspeicher. Damit eine Information überhaupt in das Kurzzeitgedächtnis gelangen kann, ist zunächst erforderlich, dass sie die Aufmerksamkeit einer Person auf sich lenkt (vgl. ebd., S.280). Gage & Berliner (1996, S.281) gehen zwar von einer unbegrenzten Kapazität dieses Kurzzeitspeichers aus, dennoch können hier eingehende Informationen schnell vergessen werden. Die „Entscheidung“ über Vergessen oder weitere Verarbeitung wird von Gage & Berliner (1996) mit der Aufmerksamkeit erklärt:

> „Wenn wir die neu hereinkommende Information nicht beachten, wird sie einfach vergessen. Wenn wir sie beachten, wird sie vom sensorischen Kurzzeitspeicher weitergeleitet an das Kurzzeitgedächtnis (*short-term memory*) und das Arbeitsgedächtnis (*working memory*).“ (ebd., S.281; Hervorhebungen im Original)

Es wird ersichtlich, dass ein einmaliger Blick auf den Text ohne jegliche Aufmerksamkeit nicht zur Erinnerungsfähigkeit beiträgt. Nun ist anzunehmen, dass die Kinder aufgrund der Aufgabe, die Rechengeschichte anschließend an das Lesen nachzuerzählen, mit einer hinreichenden Aufmerksamkeit den Text hören und lesen, so dass die Textinformationen in das Kurzzeitgedächtnis gelangen können. Dennoch kann man annehmen, dass dieses zweifache Wahrnehmen des Textes ein Auswendiglernen nicht möglich macht: In der Psychologie wird davon ausgegangen, dass die Kapazität des Kurzzeitgedächtnisses begrenzt ist (vgl. auch Heinen 2001, S.31), Gage & Berliner (1996, S.281) gehen zum Beispiel davon aus, dass etwa sieben Informationseinheiten im Kurzzeitgedächtnis gleichzeitig verfügbar sein können.

Die Informationen, die einem längeren Text entnommen werden, können demnach nicht ohne weiteres im Kurzzeitgedächtnis verbleiben. Sie können dort teilweise verbleiben, teilweise werden sie in das Langzeitgedächtnis transferiert, wozu eine entsprechende Kodierung – zum Beispiel durch mehrfache Wiederholung – erforderlich ist (vgl. Gage & Berliner 1996, S.281). Es muss eine Verarbeitung erfolgen.

In Verbindung mit der Begrenzung der Speicherkapazität des Kurzzeitgedächtnisses steht auch die Länge der Verfügbarkeit der Informationen. In der näheren Erläuterung des Kurzzeitgedächtnisses schreiben Gage & Berliner (1996):

> „Im Kurzzeitgedächtnis werden Informationen gespeichert, die nur für einige wenige Sekunden verfügbar sein müssen.“ (ebd., S.283)

Dies ist wiederum ein Argument, weshalb Nacherzählen nicht auf einer oberflächlichen Speicherung der Textinformationen im Kurzzeitgedächtnis basieren kann. Bei längeren Texten wie in der hier vorliegenden Studie dauert bereits das Vorlesen und das Lesen des Textes mehr als wenige Sekunden, weshalb ohne eine Verarbeitung der Textinformationen die ersten Sätze bereits aus dem Kurzzeitgedächtnis verschwunden sind, wenn der Leser am Ende des Textes angelangt ist.

Als Beleg dafür, dass Informationen, die im Bewusstsein verbleiben sollen, angemessen verarbeitet werden müssen, führen Gage & Berliner (1996) ein Experiment von Nickerson & Adams (1979, zitiert nach Gage & Berliner 1996, S.284) an. In diesem sollten die Probanden in zwei Kreisen Vorder- und Rückseite einer gebräuchlichen Münze zeichnen (vgl. Gage & Berliner 1996, S.284). Die meisten Probanden schienen zu scheitern (vgl. ebd., S.284). Obwohl dieser Gegenstand häufig von allen genutzt wird, können sich die meisten nicht mehr daran erinnern. Gage & Berliner (1996) sehen die Ursache dafür in dem kognitiven Umgang mit den Münzen: „Dies ist ein Beispiel dafür, was geschieht, wenn Stimuli nicht genau kodiert und eingeübt werden – wir vergessen sie einfach!“ (ebd., S.284) Es wird darin deutlich: Auch das Erinnern an einen Text ist nur möglich, wenn die Informationen des Textes kodiert wurden.

Nun könnte man weiterhin einwenden, dass dazu noch kein Textverständnis erforderlich ist. Es würde ja reichen, die Sätze zu lernen. Dagegen lassen sich verschiedene Argumente finden. Gage & Berliner (1996, S.284-286) zitieren eine Untersuchung von Tyler aus dem Jahre 1934, in welcher sich zeigt, dass Fachbegriffe, die in einem Zoologiekurs gelernt wurden, um Körperteile von Tieren benennen zu können, während des Kurses noch zu 60% oder darüber hinaus korrekt angegeben werden konnten (vgl. ebd., S.285). Ebenso konnten Fachbegriffe häufig korrekt identifiziert werden, allerdings nahm diese Fähigkeit bereits nach einem Jahr so deutlich ab, dass es den Probanden nur noch in 26% der Fälle gelang, den Fachbegriff korrekt zu identifizieren, während die im Seminar vermittelten Prinzipien selbst nach einem Jahr noch zu großen Teilen bekannt waren und angewendet werden konnten (vgl. ebd., S.286). Daraus wird deutlich:

> „Fakten und isolierte Einzelinformationen werden leichter vergessen als Prinzipien und bedeutungshaltige (verzahnte) Informationen.“ (ebd., S.286)

Dies lässt sich auf das Verstehen und Behalten von Texten übertragen: Texte können als „verzahnte Informationen“ (ebd., S.286) aufgefasst werden. Um die Verzahnung zwischen den Sätzen herzustellen, muss der Text auch verstanden werden. Ohne Verständnis des Textes kann die Kohärenz und der Zusammenhang nicht erfasst werden, wodurch die Informationen nicht verbunden und somit zum Vergessen verurteilt wären.

Der Einwand, dass die Kinder über ein fotografisches Gedächtnis verfügen, lässt sich ebenfalls abweisen. Zwar mag es Menschen geben, die darüber verfügen, aber in Gage & Berliner (1996) wird deutlich, dass diese Menschen durchaus kognitiv mehr tun, als einmal auf einen Gegenstand, ein Bild oder einen Text zu schauen. Gage & Berliner (1996, S.302f.) berichten von einem Mann, der in der Lage war, eine Liste mit sinnlosen Silben nach kurzem Lesen fehlerfrei wiederzugeben. In der Erklärung des Mannes, wieso er dies könne, wird deutlich, dass er während des Lesens der Liste die Silben in Sätze einbettete, wodurch er die Silben mit Assoziationen verband und sie somit sicher wiedergeben konnte (vgl. ebd., S.303). Darin zeigt sich, dass selbst in einem solchen Fall eines fotografischen Gedächtnisses etwas mit dem zu lernenden Material passiert, es wird in irgendeiner Weise kodiert und kognitiv verarbeitet.

Streng genommen lässt sich Nacherzählen nicht gänzlich vom Erinnern trennen. Grund dafür ist, dass der Inhalt der Nacherzählung im Gedächtnis verankert ist, und da das Abrufen von Informationen aus dem Gedächtnis als Erinnern bezeichnet wird, stellt Nacherzählen auch eine Form des Erinnerns da. Wie gerade dargestellt müssen diese Informationen zunächst geeignet kodiert und miteinander verbunden werden, um später abgerufen werden zu können. Diese Kodierung endet im mentalen Modell des Textes.

Dies deutet zum Beispiel auch Mayer (1982), der auf „recall“ als Methode in seiner Untersuchung zurückgreift, an, dass die Aufnahme eines Textes eine Form von Verarbeitung und Kodierung erfordert. Er schreibt:

> „(…) that two processes are involved in solving story problems: *translation* – understanding the problem, as manifested in translating the words of the problem into an internal representation in memory (…).“ (Mayer 1982, S.199; Hervorhebung im Original)

Mayer (1982) geht wie Gage & Berliner (1996) davon aus, dass die Informationseinheiten im Gedächtnis repräsentiert werden, betont aber auch, dass diese Informationseinheiten nicht wahllos, sondern in *einer* mentalen Repräsentation zusammengefügt bzw. eingefügt werden. Dies impliziert, dass dazu das Verstehen der Zusammenhänge zwischen den Texteinheiten erforderlich ist. Daher bezeichnet er diesen Prozess auch als Verstehen der Textaufgabe (vgl. Mayer 1982, S.199). Sollte Nacherzählen als Erinnerungsleistung verstanden werden, dann ist es aber nicht Abruf bloß auswendig gelernter Informationen, sondern ein Abruf von verstandenen Informationen. Die Wiedergabe eines Textes setzt Verstehen desselben voraus.

Wie Gage & Berliner (1996) geht auch Kintsch (1998) davon aus, dass die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses begrenzt ist. Daher stellt sich Kintsch (1998, S.101) auf die Seite derer, die einen zyklischen Verstehensprozess annehmen, in welchem die Propositionen des Textes nach und nach aufgenommen und in die bereits bestehende Repräsentation integriert werden. Diese Repräsentation scheint nicht im Kurzzeit- oder Arbeitsgedächtnis zu sein, denn Kintsch (1998) schreibt:

> „The integration that takes place at the sentence end has a special status, however. Except for very short sentences, working memory at this point is usually loaded to capacity and must be cleared to make room for the next sentence. Whatever has been constructed is transferred to long-term memory. As a consequence, except for one or two central propositions that are retained in the focus of attention because of their presumed relevance to further processing, all that has been constructed up to this point in working memory is now lost from consciousness/primary memory." (ebd., S.102)

In diesen Aussagen wird deutlich, dass die anschließende Wiedergabe des Textes nicht ein bloßes Abrufen der Informationen aus dem Kurzzeitgedächtnis darstellt. Es wird ersichtlich, dass zunächst eine Repräsentation aufgebaut wird, in welche neue bzw. weitere Propositionen eingefügt werden und die später das Erinnern an den Text ermöglicht. Ohne den Aufbau dieser Repräsentation würden die Sätze des Textes unmittelbar nach dem Lesen wieder vergessen, lediglich der letzte Satz könnte noch verfügbar sein. Damit ist angedeutet, dass in der Nacherzählung zum Ausdruck kommt, was und wie der Leser den Text verstanden hat. Aufgrund dessen, dass einige Propositionen als Verbindung zu den in das Langzeitgedächtnis transferierten Propositionen im Kurzzeitgedächtnis verbleiben, entsteht eine kohärente Repräsentation, so dass das Abrufen der Informationen aus dem Langzeitgedächtnis möglich ist (vgl. ebd., S.102). Kintsch (1998, S.219) stellt sich diesen Abrufprozess derart vor, dass neue Informationen quasi als Abrufreize für Informationen und Propositionen, die bereits im Langzeitgedächtnis sind, dienen.

Stern (1993, S.16) stellt ebenfalls deutlich heraus, dass der Umfang einer Textaufgabe in der Regel die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses übersteigt und daher ein Verstehen der Aufgabe erforderlich ist, um sie im Gedächtnis speichern zu können:

> „For most problems, verbatim storage of a problem exceeds working memory capacity. Therefore, to store a problem requires comprehension; in other words, one has to transform the information into a problem model (Reusser, 1989; Riley & Greeno, 1988) that is less capacity-demanding than the verbatim verbal information." (Stern 1993, S.16)

Ferner stellt Stern (1993, S.16) heraus, dass von der Nacherzählung durchaus angenommen werden kann, dass sie das Problemmodell, das Verstehen des Textes genau widerspiegelt (Abweichungen sind gelegentlich möglich). Dies zeigen die Beobachtungen von De Corte & Verschaffel (1987a), die oben beschrieben wurden: Manchmal können Kinder Textaufgaben nacherzählen, aber nicht lösen, manchmal ließ sich auch der umgekehrte Fall beobachten, (vgl. Stern 1993, S.16).

Auch die Überlegungen von Johnson-Laird (1983) über mentale Modelle stützen die Vermutung, dass das Nacherzählen können eines Textes voraussetzt, dass dieser Text zunächst verstanden wurde. Johnson-Laird (1983) argumentiert dabei allerdings nicht allein mit der begrenzten Kapazität des Arbeits- oder Kurzzeitgedächtnisses und mit den Bedingungen der Erinnerungsfähigkeit an Texte. Im Kapitel über die Theorie der mentalen Modelle wurde in einem Zitat deutlich, dass im Prozess des Verstehens ein mentales Modell gebildet wird, dass etwas zu verstehen demnach bedeutet, ein mentales Modell des Sachverhalts zu besitzen (vgl. Johnson-Laird 1983, S.2). Neben dieser Verbindung sieht Johnson-Laird auch eine Beziehung zwischen Verstehen und Erklären: „Explanation depends, of course, on understanding: if you do not understand something, you cannot explain it." (ebd., S.2) Statt des Wortes „erklären" lässt sich vermutlich auch das Wort „nacherzählen" einsetzen, da auch die Nacherzählung nur dann den Text richtig wiedergeben kann, wenn er verstanden wurde.

Auch die zitierten Arbeiten der Deutschdidaktik deuten an, dass Nacherzählen keine bloße Gedächtnisleistung ist. Wintersteiner (1990) zitiert Fritzsche (1980) und stellt heraus: „Erzählen bedeutet, "daß wir unsere Erinnerungen *organisieren*, wenn wir Erinnertes *erzählen*"." (Wintersteiner 1990, S.75; Hervorhebungen im Original) Beim Erzählen wird demnach nicht lediglich eine Information abgerufen, sondern es kann auch zu einer Neuorganisation der Informationen kommen. Zwar schließt Wintersteiner (1990) nicht aus, dass während der Nacherzählung auch an etwas erinnert wird, zugleich wird aber deutlich, dass das Erinnerte nicht nur abgerufen wird.

Auch in einer Aussage Abrahams (2008) wird deutlich, dass Nacherzählen kein bloßes Auswendiglernen ausreicht: „Genaue Kenntnis oder richtiges Verständnis einer schriftsprachlichen Textvorlage (…) ist zwar notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung;" (Abraham 2008, S.56; als hinreichende Bedingung gibt Abraham (2008, S.56) eine hinreichend entwickelte Erzählkompetenz an). Es wird deutlich: Verständnis des Textes ist für das Nacherzählen wesentlich.

Dieser Gedanke findet sich auch bei Gold (2010/2007), der Nacherzählen nicht als Strategie betrachtet, dem zufolge aber Verstehen des Textes für die Nacherzählung erforderlich ist:

> „Das Nacherzählen und die Inhaltsangabe sind zwei gebräuchliche Methoden der genauen Textarbeit – des systematischen Arbeitens an einem (literarischen) Text –, die ein verstehendes, den Textinhalt erschließendes Lesen voraussetzen und damit zugleich einfordern. (…) Auch der Vor-

> zug des strategischen Vorgehens ist für das Nacherzählen und für die Inhaltsangabe rasch evident: Textschwierigkeiten klären, Wichtiges unterstreichen, Wichtiges zusammenfassen, einen Text neu gliedern. All das erleichtert in leicht erkennbarer Weise die Textarbeit.“ (ebd., S.59)

Dass Erinnerung an einen Text das Verstehen desselbigen voraussetzt, wird auch in Hasselhorn & Hille (1998) deutlich. Weinert et al. (1989, zitiert nach Hasselhorn & Hille 1998, S.13) konnten bei dysphasischen Kindern beobachten, dass sie längere oder komplexere Texte nur mit Schwierigkeiten verstehen und wiedergeben konnten. Als Ursache dafür geben sie „Defizit im hierarchischen Strukturieren und (…) Probleme mit der Speicherung und dem Abruf relativ unverbundener Informationen“ (Hasselhorn & Hille 1998, S.13) an. Mängel in der Nacherzählung – auch bei nicht-dysphasischen Kindern – lassen sich demnach wohl ebenfalls auf diese Defizite zurückführen: wenn ein Text nicht entsprechend verstanden wird, so dass die Informationen sinnvoll strukturiert werden können, stehen sie mitunter lediglich unverbunden nebeneinander, wodurch Schwierigkeiten beim Abruf dieser Informationen auftreten.

Spiro (1977[163], S.137) befasst sich mit der Güte von Nacherzählen (recall) hinsichtlich der Genauigkeit der Wiedergabe. In diesem Zusammenhang setzt er sich mit Bartletts (1932, zitiert nach Spiro 1977) auseinander, der „recall“ nicht als reine Abruf- und Gedächtnisleistung versteht:

> „Recall is more than mere passive reproduction of stored memories since the memories no longer exist in their original form. Particular to-be-remembered information must be isolated from other assimilated information in relevant schemata by some vague inferential process of “turning round upon one’s schemata”.“ (Spiro 1977, S.137)

Abschließende Bemerkung zu diesem Kapitel

Wie in den vorhergehenden Teilkapiteln deutlich wurde, kann sich mündliches Nacherzählen als Strategie zum Verstehen von Texten erweisen. Dafür sprechen die Beobachtungen von Kleist (1806/2010), der an Einzelbeispielen anführt, dass sich während des Sprechens über einen Sachverhalt die Gedanken des Redners klären. In den Arbeiten von Chi (2000) und deLeeuw & Chi (2003) konnten diese eine vergleichbare Wirkung für das Selbsterklären nachweisen. Selbsterklären erweist sich vor allem im Hinblick auf die Korrektur von fehlerhaften mentalen Modellen als hilfreich (vgl. auch Velten 2011, S.855) – es trägt dazu bei, dass Fehlvorstellungen revidiert werden, und unterstützt so die Konstruktion eines angemessenen mentalen Modells. Ähnliches konnte auch Götze (2007) als Effekt der Kleingruppengespräche beobachten: Lö-

[163] Spiro, R. J. (1977). Remembering Information from Text: The „State of Schema“ Approach. In R. C. Anderson, R. J. Spiro & W. E. Montague (Eds.), *Schooling and the Acquisition of Knowlegde* (pp. 137 – 165). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

sungswege zu ungelösten Aufgaben konnten im Gespräch entwickelt werden, die Besprechung fehlerhafter Lösungen führte zu einer Verbesserung zukünftiger Lösungen zu vergleichbaren Aufgaben.

In den Arbeiten zeigte sich: Das Reden (hierzu zählen Sprechen und Selbsterklären) erwies sich als konstruierende Aktivität – es unterstützt die Konstruktion des mentalen Modells. Somit kann es zum Verstehen von Texten beitragen. Da dies für das Sprechen gilt, ist denkbar, dass dies auch für das Nacherzählen gilt. Auch in den angeführten Arbeiten der Deutschdidaktik (3.2) wurde betont, dass man im Nacherzählen „**Sinn erst konstruieren**“ (Abraham 2000, S.187; Hervorhebung im Original) muss, Verstehen auf diese Weise positiv beeinflusst werden kann.

In Teilkapitel 3.5.4 wurde deutlich, dass Nacherzählen nicht allein auf Auswendiglernen basieren kann. Bevor eine Textinformation erinnert werden kann, muss sie zuvor entsprechend verarbeitet werden. Somit spiegelt die Nacherzählung nicht lediglich eine Erinnerung wider, sondern gewährt Einblick in das Verstandene. Dass sie dieses zugleich beeinflussen kann, wurde in den Teilkapiteln davor dargelegt.

De Corte & Verschaffel (1987a) liefern einen anderen Impuls für diese Arbeit. Sie nutzten Nacherzählen zur Untersuchung kognitiver Prozesse bzw. mentaler Modelle, warfen aber die Frage auf, ob Nacherzählen einer Textaufgabe vor der Lösung der Aufgabe helfen kann, ein angemessenes Situationsmodell des Aufgabentextes aufzubauen (vgl. De Corte & Verschaffel 1987a, S.56).[164] Diese Frage – vor dem Hintergrund der Annahme, dass Nacherzählen wie Selbsterklären oder Sprechen über einen Sachverhalt Einfluss auf das mentale Modell nehmen kann – ist Gegenstand dieser Arbeit.[165]

3.6 Auswertungsmethoden von Nacherzählprotokollen

Wie können Nacherzählungen ausgewertet werden? In der Deutschdidaktik finden sich erstaunlich wenige Hinweise, wie Nacherzählungen bewertet werden können. Teilweise beziehen sie sich lediglich auf formale Aspekte. Abraham (2000, S.186f.) nennt als Kriterien die Textkohärenz, Flüssigkeit der Rede, Stimmführung, Höreransprache und Grad der Konkretisierung. Inhaltliche Aspekte finden hier keine oder allenfalls wenig Berücksichtigung.

[164] Zwar zeigte sich bei Cummins et al. (1988) ein anderer Ausgang, allerdings wurden hier lediglich kurze Textaufgaben verwendet, die kaum „Stoff“ zum Nacherzählen bieten. Ferner nutzten sie „Recall“, was stärker die Erinnerungskomponente betont.

[165] Die Fragestellung dieser Arbeit wurde bereits bei den Tagungen der Gesellschaft der Didaktik der Mathematik 2010 (vgl. Velten 2010, S.875f.) und 2011 (vgl. Velten 2011, S.855) vorgestellt.

In den psychologischen Arbeiten, welche in Kapitel 3.4 dargestellt wurden, finden sich einige Anregungen. Stern (1993, S.16) ordnete die Nacherzählungen der Probanden Kategorien zu:

- Als „correct recall“ galt eine Nacherzählung, wenn sie (fast) wörtlich den Text wiedergab (vgl. Stern 1993, S.16).
- Wenn einige Details nicht richtig in der Nacherzählung wiedergegeben wurden, der Inhalt aber ansonsten richtig erfasst und mit den in der Aufgabe verwendeten Wörtern nacherzählt wurde, wurde die Nacherzählung der Kategorie „correct gist“ zugeordnet (vgl. ebd., S.16).
- Sollte zwar der Inhalt richtig, aber mit anderen Worten wiedergegeben worden sein (vgl. ebd., S.16), wurde die Nacherzählung einer dritten Kategorie zugeordnet.
- Möglicherweise haben die Kinder eine andere als die eigentlich vorgelesene Textaufgabe richtig nacherzählt, was zu einer Zuordnung in die Kategorie „Retelling another meaningful problem“ (Stern 1993, S.16) führte. Diese Kategorie wird bereits zu den fehlerhaften Kategorien gezählt (vgl. ebd., S.17).
- Fehlerhafte Nacherzählungen mit Auslassungen oder falscher Wiedergabe der Beziehungen wurden der Kategorie „Nonsense retelling“ zugeordnet (vgl. ebd., S.17).

In der Regel wurden in den psychologischen Arbeiten die Texte in Einheiten oder in Propositionen zerlegt, und die Probanden erhielten Punkte für jede genannte (gesprochen oder geschrieben) Einheit bzw. Proposition. Zum Beispiel ist dies in Gambrell at al. 1987 (S.160), McNamara et al. 1996 (S.12 – hier wurde zudem die Anzahl an Propositionen ins Verhältnis zur Textlänge gesetzt, da die Texte einen unterschiedlichen Umfang vorwiesen), Albrecht & O’Brien 1993 (S.1065), Kincade 1991 (S.87), Klin 1995 (S.1489) und Britton et al. 1979 (S.501) der Fall. Manche Forscher haben zudem die Qualität der Wiedergabe berücksichtigt und Probanden erhielten in Abhängigkeit dieser Qualität mehr oder weniger Punkte (z. B. bei Vauras et al. 1992 (S.45), Fischer & Mandl 1984 (S.235) und Mayer 1982 (S.204)).

Ähnlich geht Heßelmann (1996) in seiner Dissertation vor, in welcher das so genannte Testverfahren AAT-Supplemente Text-Nacherzählen, welches das Textverstehen sowie das Verständnis von Metaphern von Menschen mit einer aphasischen Störung testen soll, weiterentwickelt wurde (vgl. Heßelmann 1996, erste Seite des Vorwortes).

Im Rahmen seiner Dissertation wurden zwei Versionen, die jeweils fünf Geschichten und ebenso viele Redewendungen mit inhaltlichem Bezug zu den Geschichten umfassten, entwickelt (vgl. ebd., S.39). Die Geschichten waren gleich aufgebaut: „Jede Geschichte besteht aus fünf Propositionen und einer Redewendung. Innerhalb einer Geschichte erfüllt jeder der vorkommenden Sätze eine definierte Funktion.“ (ebd., S.40) Aufgrund des strukturgleichen Aufbaus der Texte und auch eines vergleichbaren Schwierigkeitsgrades sind die Nacherzählungen vergleichbar (vgl. ebd., S.40). Auch kann das Auswertungsschema für alle Geschichten angewendet werden.

Trotz der Vergleichbarkeit der Texte erweist sich die Auswertung von Nacherzählungen als schwierig. Heßelmann (1996) stellt heraus:

> „Ein grundsätzliches Problem bei der Beurteilung der Wiedergabequalität eines Textes ist die Variation der Textform und des Inhaltes, die es erschwert, eine Proposition als richtig oder falsch einzuzustufen.“ (ebd., S.41)

Damit die Beurteilung nicht allein im Ermessen der Bewertenden liegt und somit unterschiedliche Bewertungen ein und derselben Nacherzählung vorliegen können, hat Heßelmann (1996, S.41) ein striktes Auswertungsschema festgelegt. Dieses sieht die Bewertung der Wiedergabe der einzelnen Propositionen vor (vgl. ebd., S.41).

Die Bewertung der Propositionen sieht zwei „Stufen“ vor: Zunächst stellt sich die Frage, „ob die Information überhaupt wiedergegeben wird“ (ebd., S.42). Wurde sie nacherzählt, folgt die Bewertung der Form der Wiedergabe, die eben wortwörtlich oder variiert erfolgen kann (vgl. ebd., S.42). Heßelmann (1996) sieht vor, dass die wortwörtliche Wiedergabe mit der vollen Punktzahl (3) bewertet wird, wohingegen Variationen je nach Art und Korrektheit mit Punktabzügen bewertet werden (vgl. ebd., S.42).

Die Kategorien und Variationsmöglichkeiten werden von Heßelmann (1996) genauer spezifiziert: Um die Bestwertung zu erreichen, muss die nacherzählende Person sämtliche Elemente einer Proposition wiedergeben (vgl. ebd., S.43). Neben einer wortwörtlichen Wiedergabe waren Umstellungen des Satzes, bestimmte Ergänzungen oder Auslassungen, lexikalische oder syntaktische Varianten sowie Wortbildungsvarianten zulässig (vgl. ebd., S.46[166]). Außerdem sind bestimmte Fehler aufgeführt und akzeptiert, die auf die Aphasie zurückgeführt werden können (vgl. ebd., S.46f.).

[166] Dort wird auch näher beschrieben, dass lexikalische Varianten nur „im Sinne einer Pronominalisierung bzw. Lexikalisierung“ (ebd., S.46) und syntaktische Varianten nur für Nominalphrasen zulässig sind, also hinsichtlich der Änderung von Aktiv in Passiv oder des Tempus, ebenso sind dort die akzeptierten Auslassungen genauer aufgelistet.

Wenn nun diese Kriterien nicht erfüllt sind, wird die nacherzählte Information mit weniger Punkten bewertet. Sollte nur ein Fehler vorliegen, ist die Wiedergabe akzeptabel und es werden zwei Punkte gegeben (vgl. ebd., S.43). Die Art des Fehlers kann unterschiedlich sein: „Hier wird die Qualität der Fehler in Elaborationen (AE), akzeptabel unvollständig (AU), akzeptabel variiert (AV), akzeptabel Suchverhalten und Selbstkorrektur (AS) unterteilt und mit zwei Punkten bewertet." (ebd., S.43) Hierunter zählen zum Beispiel Auslassungen des Prädikats oder des Subjekts (vgl. ebd., S.47). Sollten zwei Fehler in der Wiedergabe einer Proposition auftreten, wird sie als „mehrfach geändert" mit nur einem Punkt bewertet (vgl. ebd., S.47). Mehrere Fehler oder Fehlen der Proposition führen zur Bewertung mit keinem Punkt (vgl. ebd., S.43).

Die Idee Heßelmanns (1996), Propositionen einzeln hinsichtlich der Qualität zu bewerten, erscheint für die Auswertung einer Nacherzählung prinzipiell angemessen. Daher wurde seine Idee für die hier vorliegende Studie aufgegriffen, aber leicht verändert und angepasst. Die Entscheidung dafür, dass nur wortwörtliche Wiedergaben von Propositionen mit der vollen Punktzahl bewertet werden, mag im Sinne des AAT-Supplements richtig sein, erscheint aber allgemein eher bedenklich. Durchaus kann eine Information inhaltlich korrekt nacherzählt werden, ohne dabei wortwörtlich zu sein. Solche Nacherzählungen nicht mit der vollen Punktzahl zu bewerten, sondern sie auf der Skala bezüglich der Qualität abzustufen, erscheint gegenüber den Nacherzählenden nicht angemessen, drückt sich doch in der nicht-wortwörtlichen und dennoch inhaltlich richtigen Nacherzählung das sinngemäße, korrekte Verstehen des Textes aus. Daher wurden in dieser Studie weniger strenge Regeln als in Heßelmann (1996) angewandt. Entscheidend war hier, ob eine Information sinngemäß richtig nacherzählt wurde. Ferner wurde in dieser Studie lediglich maximal ein Punkt pro Information gegeben. Das Schema der Auswertung wird im Rahmen der Studie in Kapitel 7 ausführlicher beschrieben.

4 Fragestellung der Studie

Die Ausführungen zum mündlichen Nacherzählen – insbesondere der Abschnitt 3.5 – führen zur zentralen Fragestellung dieser Arbeit.

4.1 Erfolgreiches Lösen von Rechengeschichten – mithilfe des mündlichen Nacherzählens?

Das Hauptinteresse dieser Studie liegt auf der verständnisfördernden Wirkung des mündlichen Nacherzählens von Rechengeschichten. Ziel ist, die im theoretischen Abschnitt der vorliegenden Arbeit beschriebene Annahme über die Wirkung des mündlichen Nacherzählens für den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells und eines daraus resultierenden mathematischen Modells zu untersuchen. Die zentrale Fragestellung lautet daher[167]:

> *Wirkt sich das mündliche Nacherzählen bei der Bearbeitung von Rechengeschichten positiv auf den Aufbau des Situationsmodells sowie auf den Lösungserfolg im Vergleich zum Markieren lösungsrelevanter Informationen aus?*

Eine Gruppe von Kindern, welche Rechengeschichten nacherzählt und anschließend löst, wird mit einer Gruppe von Kindern verglichen, welche die Strategie „Unterstreichen lösungsrelevanter Informationen“ anwendet und anschließend ebenfalls die Rechengeschichten löst (vgl. Velten 2010, S.876; Velten 2011, S.856). So wird untersucht, ob sich das mündliche Nacherzählen auf Verständnis und Lösung der Rechengeschichte auswirkt. Durch die Anwendung einer Strategie in beiden Gruppen wurde ermöglicht, dass sich beide Gruppen intensiver mit dem Text befassen, bevor sie die Aufgabe lösen.

Die positive Wirkung spiegelt sich in den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ wider. Darüber hinaus zeigt sie sich in der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“, da diese ebenfalls die mentale Repräsentation des (mathematischen) Kerns der Rechengeschichte abbildet. Ein Vergleich der beiden Strategiegruppen hinsichtlich dieser Variablen wird daher zur Untersuchung dieser Fragestellung vorgenommen.

[167] Die Fragestellung dieser Arbeit wurde bereits in Velten (2010, S.876) und Velten (2011, S.855) vorgestellt (Beiträge zu Vorträgen).

4.2 Variablen

Im Rahmen der Studie werden folgende Variablen berücksichtigt[168]:

Die Variable „*Strategie*" besitzt als Merkmalsausprägungen die beiden Strategien, welche die Kinder vor der Lösung der Rechengeschichte anwenden. Neben der Strategie „Nacherzählen", deren Wirkung auf den Aufbau des Situationsmodells und die Lösung der Rechengeschichte im Fokus steht, wenden die Kinder der Vergleichsgruppe die Strategie „Unterstreichen" an, welche das Markieren von lösungsrelevanten Informationen sowie die exemplarische Begründung der Lösungsrelevanz und das Entdecken einer irrelevanten Zahl (inklusive Begründung) umfasst.

Die Variable „*Kontext der Geschichte*" bezeichnet das Maß der Vertrautheit des Kontexts der Rechengeschichten. Eine Rechengeschichte ist aufgrund des Inhalts (Einkaufsituation) den Kindern zu Beginn des vierten Schuljahres vertraut, die andere Rechengeschichte hingegen eher unvertraut (Heizölbestellung auf einem fremden Planeten). Letztere thematisiert nicht nur den eher unvertrauten Kontext des Energiesparens, sondern spielt darüber hinaus in einer rein fiktionalen Welt. (vgl. auch Velten 2010, S.876)

Die Ausprägungen der Variablen sind folglich „vertrauter Kontext" und „unvertrauter Kontext" (vgl. ebd., S.876; Velten 2011, S.856). Die Berücksichtigung dieser Variablen ergab sich aufgrund der Überlegung, dass Strategien möglicherweise gerade bei einem eher unvertrauten Kontext für das Verstehen hilfreich, bei einem vertrauten Kontext dagegen weniger notwendig sind. Ferner wurden durch die Nutzung zweier Rechengeschichten die oben in Kapitel 2.3 beschriebenen Aspekte von derartigen Texten aufgegriffen bzw. berücksichtigt.

Die Variable „*Geschlecht*" wird aufgrund folgender Beobachtungen berücksichtigt. So wird in der Darstellung der PISA-Ergebnisse aus dem Jahr 2000 offengelegt, dass

[168] Eine Übersicht über die Variablen, welche in der Studie berücksichtigt wurden, wurde bereits bei den Tagungen der Gesellschaft der Didaktik der Mathematik 2010 und 2011 gegeben. Es wurden zumindest die Variablen „Geschlecht", „Strategie", Kontext der Geschichte", „Leistungsgruppe im Mathematiktest / in VERA", „Lage der Schule" vorgestellt bzw. kurz beschrieben (vgl. Velten 2011, S.856f.; Velten, M. 2010, S. 876-878). Ferner wurden die Variablen „Lösung der Rechengeschichte" (vgl. Velten 2010, S.877; Velten 2011, S.856) und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" (vgl. Velten 2011, S.857, dort mit der Bezeichnung „Qualität der Lösung"; in Velten 2010, S.877f. angedeutet). Dass eine Auswertung der mündlichen Beiträge geplant ist und den Kindern in den entsprechenden Variablen Werte zugewiesen werden, wurde dort zumindest angedeutet.

Mädchen den Jungen gegenüber im Lesetest bessere Leistungen zeigen, Jungen hingegen im Mathetest den Mädchen überlegen sind (vgl. Stanat & Kunter 2001[169], S.251/253-257; Klieme et al. 2001[170], S.185; Hornberg et al. 2007[171], S.197). Diese Beobachtungen werden in verschiedenen Arbeiten aufgegriffen (siehe Artelt et al. 2007[172], S.8; Garbe 2003[173], S.69f.; Schilcher 2003[174], S.362; Ring 2003[175], S.3). Darüber hinaus befinden sich vorrangig Jungen unter den Jugendlichen, die zur so genannten Risikogruppe im Bereich Lesen gezählt werden (vgl. Artelt et al. 2001[176], S.117; Garbe 2003, S.70; Ring 2003, S.3).

Die angeführten Beobachtungen lassen sich bereits in der Grundschule antreffen. In dem Bericht über die IGLU-Ergebnisse aus dem Jahr 2006 (vgl. Hornberg et al. 2007, S.201/217) werden bereits bei Kindern der Grundschule Leistungsunterschiede im Lesen zwischen den Geschlechtern beschrieben. Hollenstein (1996, S.148-153), der zwar mit älteren Probanden arbeitet, weist ebenfalls auf die Problematik von Unterschieden hinsichtlich Erfolgszuschreibungen, Einstellungen zu einzelnen Unterrichtsfächern und im Verhalten der Geschlechter hin.

Die Variable „*Lage der Schule*" beschreibt die ungefähre Lage der Schule innerhalb des Stadtgebietes. Unterschieden wird zwischen den Schulen im Norden von Essen

---

169 Stanat, P., & Kunter, M. (2001). Geschlechterunterschiede in Basiskompetenzen. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann, & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (pp. 249 - 269). Opladen: Leske + Budrich.

170 Klieme, E., Neubrand, M., & Lüdtke, O. (2001). Mathematische Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (pp. 139 - 190). Opladen: Leske + Budrich.

171 Hornberg, S., Valtin, R., Potthoff, B., Schwippert, K., & Schulz-Zander, R. (2007). Lesekompetenzen von Mädchen und Jungen im internationalen Vergleich. In W. Bos, S. Hornberg, K.-H. Arnold, G. Faust, L. Fried, E.-M. Lankes, K. Schwippert, & R. Valtin (Eds.), *IGLU 2006. Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (pp. 195 - 223). Münster / New York: Waxmann Verlag.

172 Artelt, C., McElvany, N., Christmann, U., Richter, T., Groeben, N., Köster, J., et al. (2007). *Förderung von Lesekompetenz - Expertise*. Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

173 Garbe, C. (2003). Warum lesen Mädchen besser als Jungen? Zur Notwendigkeit einer geschlechterdifferenzierenden Leseforschung und Leseförderung. In U. Abraham, A. Bremerich-Vos, V. Frederking & P. Wieler (Eds.), *Deutschdidaktik und Deutschunterricht nach PISA* (pp. 69 - 89). Freiburg im Breisgau: Fillibach Verlag.

174 Schilcher, A. (2003). Was machen die Jungs? Geschlechterdifferenzierender Deutschunterricht nach PISA. In U. Abraham, A. Bremerich-Vos, V. Frederking & P. Wieler (Eds.), *Deutschdidaktik und Deutschunterricht nach PISA* (pp. 361 - 377). Freiburg im Breisgau: Fillibach Verlag.

175 Ring, K. (2003). Handeln nach der PISA-Studie: Den Menschen ist das Lesen nicht angeboren (pp. 1 - 9). Mainz: Stiftung Lesen.

176 Artelt, C., Stanat, P., Schneider, W., & Schiefele, U. (2001). Lesekompetenz: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (pp. 69 - 137). Opladen: Leske + Budrich.

und den Schulen im Süden von Essen. Je nach Lage der Schule wird den Kindern ein entsprechender Wert zugewiesen. [177]

Grund für die Berücksichtigung dieser Variablen sind Ergebnisse in PISA und IGLU, die aufzeigen, dass ein Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft und Lesekompetenz besteht (vgl. Bos et al. 2007[178], S.225f./236/239/241f.; Baumert et al. 2001[179], S.32; Baumert & Schümer 2001[180], S.361f./381/399; Artelt et al. 2007, S.7; Saxer 1993[181], S.352; Garbe 2003, S.84; Hurrelmann 2002a[182], S.6/11; Hurrelmann 2002b[183], S.280). Ebenso ließ sich ein Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft und mathematischer Kompetenz beobachten (vgl. Klieme et al. 2001, S.182/185; Baumert & Schümer 2001, S.366).

Die Variable „*Leistungsgruppe im Mathematiktest*" umfasst die Ausprägungen „untere Leistungsgruppe", „mittlere Leistungsgruppe" und „obere Leistungsgruppe". Ausschlaggebend für die Zuordnung zu einer der drei Leistungsgruppen ist das Ergebnis im Mathematiktest (Bearbeitung der Textaufgaben), welcher vor Durchführung der Interviews von allen Kindern bearbeitet wurde. Die konkreten Aufgaben des Tests sowie die Regeln für die Zuordnung zu einer der drei Leistungsgruppen werden unten in Kapitel 7 beschrieben.

---

[177] Die soziale Struktur unterscheidet sich in den verschiedenen Stadtteilen von Essen. Als „Beleg" kann der Mietspiegel der Stadt Essen (vgl. https://media.essen.de/media/wwwessende/aemter/68/Mietspiegel.pdf, S.16ff.; zuletzt eingesehen am 23.10.2012) herangezogen werden. In diesem werden an den angegebenen Seiten für die einzelnen Stadtteile Beispiele für unterschiedliche Wohnlagen-Kategorien gegeben. Auffallend ist, dass für Stadtteile im Essener Süden vorrangig Beispiele für eine mittlere bis gute/sehr gute Wohnlage angegeben werden, für Stadtteile im Essener Norden hingegen eher für eine untere bis mittlere Wohnlage. Dies *kann* auf das soziale Milieu hindeuten.

[178] Bos, W., Schwippert, K., & Stubbe, T. C. (2007). Die Koppelung von sozialer Herkunft und Schülerleistung im internationalen Vergleich. In W. Bos, S. Hornberg, K.-H. Arnold, G. Faust, L. Fried, E.-M. Lankes, K. Schwippert, & R. Valtin (Eds.), *IGLU 2006. Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (pp. 225 - 247). Münster / New York: Waxmann.

[179] Baumert, J., Stanat, P., & Demmrich, A. (2001). PISA 2000: Untersuchungsgegenstand, theoretische Grundlagen und Durchführung der Studie. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann, & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (pp. 15 - 68). Opladen: Leske + Budrich.

[180] Baumert, J., & Schümer, G. (2001). Familiäre Lebensverhältnisse: Bildungsbeteiligung und Kompetenzerwerb. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann, & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (pp. 323 - 407). Opladen: Leske + Budrich.

[181] Saxer, U. (1993). Lesesozialisation. In H. Bonfadelli, A. Fritz & R. Köcher (Eds.), *Lesesozialisation. Band 2. Leseerfahrungen und Lesekarrieren* (pp. 311 - 374). Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.

[182] Hurrelmann, B. (2002a). Leseleistung - Lesekompetenz. Folgerungen aus PISA, mit einem Plädoyer für ein didaktisches Konzept des Lesens als kultureller Praxis. *Praxis Deutsch, 29*(176), 6 – 18.

[183] Hurrelmann, B. (2002b). Prototypische Merkmale der Lesekompetenz. In N. Groeben & B. Hurrelmann (Eds.), *Lesekompetenz. Bedingungen, Dimensionen, Funktionen* (pp. 275 - 286). Weinheim und München: Juventa Verlag.

Die Variable „*Leistungsgruppe in „VERA Lesen“*“ bezeichnet die Qualität der Lesekompetenz, welche die Kinder in den Vergleichsarbeiten im Bereich Lesen (abgekürzt VERA, konzipiert, organisiert und ausgewertet durch das VERA-Team, Uni Landau) zeigten. Unterschieden wird in dieser Arbeit zwischen der „unteren Leistungsgruppe“, der „mittleren Leistungsgruppe“ und der „oberen Leistungsgruppe“. Die Zuweisung einer der drei Gruppen basiert auf den Niveaustufen, welche den Kindern durch das VERA-Team zugeordnet wurde. Die entsprechenden Informationen über die Leseleistung der Kinder wurden mit Genehmigung der Erziehungsberechtigten eingeholt (vgl. Velten 2011, S.856; Velten 2010, S.876).[184]

Die Variable „*Lösung der Rechengeschichte*“ umfasst die Ausprägungen „korrekt“ und „inkorrekt“. Mit der Variablen ist folglich die Korrektheit der Lösung erfasst. Als „korrekt“ gilt eine Lösung, wenn die mathematische Struktur vollständig richtig erfasst wurde und die Lösung folglich korrekte Lösungsschritte umfasst, die zum richtigen Ergebnis führen können. Rechenfehler oder formale Fehler in der Notation beeinflussen die Zuordnung nicht. Als „inkorrekt“ gilt eine Lösung, wenn sie mathematische Informationen ignoriert oder die Informationen durch falsche Operationen verknüpft werden (wenn bspw. subtrahiert statt addiert wird).

[184] Diese Daten wurden bei der Bildung der Vergleichsgruppen nicht berücksichtigt. Wohl wurden einige Kinder als Versuchspersonen aufgrund fehlender VERA-Daten ausgeschlossen (wobei bei einigen Kindern in Kauf genommen wurde, dass die Ergebnisse aus VERA Lesen erst nach der Durchführung der Interviews mitgeteilt wurden). Ferner wurde die erreichte Kompetenzstufe in VERA Lesen mit der erreichten Leistungsgruppe im Mathematiktest verglichen. In der Arbeit wird an den entsprechenden Stellen dies genauer erläutert.
Auf die Kritik an VERA-Ergebnissen sei kurz hingewiesen (vgl. dazu im Folgenden die Stellungnahme von Bartnitzky / des Grundschulverbandes, http://www.grundschulverband.de/fileadmin/Bildungspolitik/3_VERA_Kritik_Alternativen.09.pdf, zuletzt eingesehen am 09.09.2016): Zum einen spiegeln die VERA-Ergebnisse nicht zwingend die wirkliche Kompetenz wider, da die Auswertung einem bestimmten Schema unterworfen ist, welchem zufolge mitunter richtige Lösungen als falsch bewertet werden müssen (S.1). Zudem kann das Ergebnis durch bestimmte Faktoren, die zum Zeitpunkt der Erhebung vorlagen, beeinflusst sein (S.2). Die Weitergabe von Ergebnissen kann letztlich dazu führen, dass Lehrer durch Hilfen während des Tests oder eine gezielte Vorbereitung versuchen, mit ihrer Klasse gute Ergebnisse zu erzielen (S.2). Diese beschriebenen Situationen müssen nicht zwangsläufig auch bei den an dieser Studie teilnehmenden Schulen anzutreffen sein.
Ferner stellt Brügelmann (2005, S.7) heraus, dass die Ergebnisse in den Vergleichsarbeiten zwar eine Orientierung über die Fertigkeiten der einzelnen Kinder für die Lehrerinnen und Lehrer bieten können, merkt aber auch an, dass die Vergleichsarbeiten (VERA) nur begrenzt für die Erhebung individueller Leistungen geeignet sind. Ein weiteres Argument gegen die Verwendung von Ergebnissen aus Tests ist: „Eine punktuelle Messung muss inhaltlich auf weniger Ausschnitte begrenzt werden. Zudem ist sie immer fehlerbehaftet, d.h. der festgestellte Wert kann nur als Anhaltspunkt für eine Bandbreite, innerhalb derer der „wahre“ Wert mit einiger Sicherheit liegt, genommen werden. (…) Einmalige Tests bei einzelnen Personen bieten dagegen nur grobe Annäherungen an die tatsächliche Leistung.“ (Brügelmann 2005, S.7). (vollständige Angabe der Quelle: Brügelmann, H. (2005). Wahrheit durch VERA? Anmerkungen zum ersten Durchgang der landesweiten Leistungstests in sieben Bundesländern. *Grundschule aktuell*(89), 7-9.)

Die Variable „*Qualität der Lösung der Rechengeschichte*" umfasst die drei Ausprägungen „weniger gute Lösung", „mittelmäßige Lösung" und „gute Lösung". Damit wird beschrieben, wie viele Lösungsschritte des Kindes korrekt sind. Um zum richtigen Ergebnis zu gelangen, muss der Rechenterm $(a_1 \bullet b_1 + a_2 \bullet b_2):2$ bearbeitet werden. Die Kinder machen mitunter allerdings Fehler, sie berücksichtigen nur einen Teil der mathematischen Informationen oder verbinden nur einen Teil der mathematischen Informationen durch die vorgesehenen Operationen. Nach einem festen Schema werden daher für Teillösungen Punkte gegeben. Der Punktwert (umgerechnet in einen Prozentwert) ist entscheidend für die Zuordnung einer der drei Variablenausprägungen (vgl. auch Velten 2011, S.857). Lösungen, die eine Bewertung von 0 bis 2,5 Punkten erhielten, wurden zur Kategorie „weniger gute Lösung" zusammengefasst. Die Kategorie „mittelmäßige Lösung" wurde Kindern, deren Lösungen mit 3 bis 5,5 Punkten bewertet wurden, zugewiesen. Kindern, deren Lösungen mit mindestens sechs Punkten bewertet wurden, wurde die Kategorie „gute Lösung" zugewiesen. Wie schon im Fall der Variablen „Lösung der Rechengeschichte" ist hier entscheidend, dass die mathematische Struktur korrekt umgesetzt wurde, Rechenfehler oder formale Fehler (z. B. Vertauschen von Dividend und Divisor) wurden nicht beachtet.

Die differenzierte Bewertung ist im Hinblick auf die zentrale Fragestellung sowie auf weitere Fragestellungen sinnvoll und hilfreich, da auch die Lösung der Rechengeschichte Ausdruck des Verständnisses ist. Anhand der Lösung lässt sich ebenfalls wie an den Nacherzählungen und Markierungen selbst messen, ob die Kinder ein angemessenes Situationsmodell des Textes aufgebaut haben oder noch aufbauen. Daher ist die Nutzung der Lösung als Messwert zur Untersuchung der Fragestellungen sinnvoll. Die differenzierte Bewertung der Lösungen bietet zudem die Möglichkeit, die Qualität der Nacherzählung mit der Qualität der Lösung sowie die Zahl an Markierungen mit der Qualität der Lösung zu vergleichen.

Die Variable „*Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns*" meint das Verständnis der mathematischen Situation. Es wird unterschieden zwischen „weniger gutem Verständnis", „mittelmäßigem Verständnis" und „gutem Verständnis". Ausschlaggebend für die Zuweisung einer der drei Variablenausprägungen sind folgende

Werte: Bei Kindern, welche die Rechengeschichte nacherzählen, wird die Nacherzählung der mathematischen Informationen bewertet.[185] Der erreichte Punktwert (umgerechnet in einen Prozentwert) bestimmt anschließend die Zuordnung. In der Gruppe „Unterstreichen" wird bei jedem Kind gezählt, wie viele mathematische Informationen es im Text markiert hat. Auch hier bestimmt der Punktwert (ebenfalls umgerechnet in einen Prozentwert) die Zuordnung der Ausprägungen.

Die drei Ausprägungen umfassen folgende Prozentwerte: Kindern, die maximal 40% der mathematischen Informationen nacherzählen oder markieren, wird der Wert „weniger gutes Verständnis" zugewiesen. Der Wert „mittelmäßiges Verständnis" wird den Kindern, zugewiesen, welche 40% bis maximal 80% der mathematischen Informationen nacherzählen oder markieren. Kindern, welche mehr als 80% der mathematischen Informationen nacherzählen oder markieren, wird der obere Wert zugewiesen. Diese Punkt-Grenzen wurden im Hinblick auf die Ausprägungen der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" gewählt.

Die beiden folgenden Variablen – Qualität des Situationsmodells und Qualität der Textverarbeitung – werden jeweils nur in einer der beiden Vergleichsgruppen berücksichtigt. Während die Variable „Qualität des Situationsmodells" in der Gruppe „Nacherzählen" gemessen wird, gilt dies für die Variable „Qualität der Textverarbeitung" in der Gruppe „Unterstreichen". In der statistischen Analyse werden sie analog behandelt, was bedeutet, dass für beide Variablen untersucht wird, ob Zusammenhänge zu den anderen Variablen bestehen.

Die Variable „*Qualität des Situationsmodells*" beschreibt die Qualität des Situationsmodells, welches die Kinder von der jeweiligen Rechengeschichte aufgebaut haben und welches sich in der Nacherzählung widerspiegelt. Grundlage für die Zuordnung der Werte der Variablen bildet folglich die Nacherzählung. Die Nacherzählungen der Kinder werden mit dem unten beschriebenen Muster bewertet (Punkte pro Information). Anschließend wird ihnen auf der Basis dieser Bewertung einer der drei Werte „qualitativ angemessenes Situationsmodell" (70% der Punkte oder mehr), „qualitativ mittelmäßiges angemessenes Situationsmodell" (wenigstens 40%, aber weniger als

[185] Anders als bei der Auswertung der Nacherzählung wurde hier nachträglich das Verfahren angewandt, jeweils einen vollen Punkt zu geben. Auf die Vergabe von halben Punkten wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit der beiden Strategiegruppen verzichtet. Nähere Informationen dazu in Kapitel 7.

70% der Punkte) und „qualitativ weniger angemessenes Situationsmodell“ (weniger als 40% der Punkte) zugeordnet.

Die Variable „*Qualität der Textverarbeitung*“ meint die Fähigkeit der Kinder, lösungsrelevante Informationen zu identifizieren und die Lösungsrelevanz zu begründen bzw. erklären. Sie umfasst drei Ausprägungen: „weniger angemessenes Verständnis“, „mittelmäßiges Verständnis“ und „gutes, angemessenes Verständnis“. Für die Zuordnung der Ausprägungen ist der Punktwert (umgerechnet in einen Prozentwert) entscheidend, welchen die Kinder für ihre Markierungen und ihre Begründungen (Antworten auf die Fragen nach der Begründung der Lösungsrelevanz einer Zahl, nach einer irrelevanten Zahl sowie nach einer Begründung der Lösungsirrelevanz) erhalten. Die Bestimmung des Punktwertes erfolgt nach dem beschriebenen Auswertungsschema, die Punktgrenzen wurden wie im Fall der Variablen „Qualität des Situationsmodells“ gewählt.

4.3 Wie verhält es sich in bestimmten Situationen? – Wirkung des mündlichen Nacherzählens bei verschiedenen Kontexten und Personengruppen

Die Berücksichtigung der oben beschriebenen Variablen ermöglicht, die Fragestellung hinsichtlich der verschiedenen Merkmale zu untersuchen. Daher werden im Folgenden Spezifizierungen der Fragestellung formuliert, die ebenfalls mithilfe des Designs untersucht werden können.

1. Wirkung der Strategien bei verschiedenen Kontexten

Den Ausführungen in Kapitel 1.2 zufolge lässt sich annehmen, dass Kinder weniger Schwierigkeiten bei der Lösung von Textaufgaben haben, die einen ihnen vertrauten Kontext thematisieren, als bei der Lösung von Textaufgaben mit eher unvertrautem Kontext. Wie oben beschrieben, wurden daher bewusst zwei Rechengeschichten mit verschiedenen Kontexten formuliert, die sich im Maß der Vertrautheit unterscheiden (vgl. auch Velten 2010, S.876; Velten 2011, S.856). Zusätzlich handelt es sich besonders bei der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext um einen Text mit fiktionalem Charakter.[186] Wie in Kapitel 1.2 (besonders Spinner 1993) dargestellt, ist Fiktionalität für jüngere Kinder noch nicht so gut verständlich. Daher ist zu erwarten, dass die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext häufiger korrekt gelöst wird als die Re-

[186] Zwar ist auch die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext erfunden und somit fiktional, ihr Inhalt ist aber realistischer und könnte sich in der Realität ereignen.

chengeschichte mit unvertrautem Kontext, zumal auch der Größenbereich in der Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ vertrauter ist als der Größenbereich in der Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung“.[187] Ebenso ist zu erwarten, dass die Qualität der Lösungen der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext besser ist als die Qualität der Lösungen der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext, dass ferner die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext besser verstanden wird als die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext.[188] Dies zeigt sich in den Variablen „Qualität des Situationsmodells“, „Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“.

Aufgrund der oben beschriebenen Überlegung der Wirkung des Kontextes auf den Lösungserfolg entsteht der Gedanke, dass Nacherzählen möglicherweise bei der Bearbeitung von Textaufgaben mit weniger vertrautem Kontext positiv wirkt. Grund für diese Überlegung ist, dass durch die Absicht, den Text nachzuerzählen, eine intensivere Verstehensarbeit geleistet wird (s. Kapitel 3.5.3). Eine erste Unterfrage lautet folglich:

> *Wirkt sich das Nacherzählen bei Rechengeschichten mit speziellem Kontext positiv auf den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells sowie auf den Lösungserfolg aus?*

Zur Prüfung dieser Frage werden die Kinder der Gruppen „Nacherzählen“ und „Unterstreichen“ hinsichtlich der Variablen „Kontext“ getrennt verglichen. Der Vergleich erfolgt wie im Fall der zentralen Fragestellung hinsichtlich der Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“.

2. Wirkung der Strategien bei unterschiedlichen Geschlechtern

Die oben zusammengestellten Befunde aus PISA und IGLU führen zu der Frage, ob eines der beiden Geschlechter größeren Erfolg in der Bearbeitung der Rechengeschichten hat. Einerseits könnten Jungen aufgrund der ihnen zugeschriebenen besser ausgebildeten mathematischen Kompetenz die Rechengeschichten erfolgreicher bearbeiten als Mädchen, andererseits könnten Mädchen aufgrund ihrer besser ausgebildeten Lesekompetenz den Jungen überlegen sein. Um dies zu prüfen, werden Zusammenhänge zwischen der Variablen „Geschlecht“ einerseits und den Variablen „Lösung der Re-

[187] Dies wurde untersucht und in Velten (2010, S.877) und Velten (2011, S.856f.) genannt.
[188] Siehe vorhergehende Fußnote.

chengeschichte", „Qualität der Lösung der Rechengeschichte", „Qualität des Situationsmodells", „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" und „Qualität der Textverarbeitung" andererseits untersucht.

Aufgrund der Möglichkeit, dass sich Jungen und Mädchen hinsichtlich ihres Bearbeitungserfolges unterscheiden können, stellt sich ferner die Frage, ob eventuell eines der beiden Geschlechter davon profitiert, vor der Lösung der Rechengeschichte diese nachzuerzählen (vgl. Velten 2011, S.856; auch Velten 2010, S.878[189]). Dies führt zur zweiten Spezifizierung der zentralen Fragestellung:

> *Erweist sich das Nacherzählen für Jungen als eine Strategie, welche den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells und ein entsprechendes mathematisches Modell begünstigt?*
> *Oder erweist sich das Nacherzählen für Mädchen als eine Strategie, welche den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells und ein entsprechendes mathematisches Modell begünstigt?*

Die Strategiegruppen lassen sich im Sinne dieser Frage für beide Geschlechter getrennt hinsichtlich der Variablen „Lösung der Rechengeschichte", „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" vergleichen.

3. Wirkung der Strategien in verschiedenen Stadtteilen[190]

Aufgrund der oben beschriebenen Befunde in PISA und IGLU ist ebenfalls die Vermutung denkbar, dass die Strategien bei Kindern unterschiedlicher Stadtteile verschieden wirken. Demnach wird als weitere Unterfrage untersucht:

> *Wirkt sich das Nacherzählen von Rechengeschichten positiv auf den Aufbau des Situationsmodells bei Kindern, welche Schulen im Essener Norden besuchen, aus?*
> *Oder wirkt sich das Nacherzählen von Rechengeschichten positiv auf den Aufbau des Situationsmodells bei Kindern, welche Schulen im Essener Süden besuchen, aus?*

Die Strategien werden in diesem Fall für die beiden Ausprägungen der Variablen „Lage der Schule" getrennt betrachtet. Ferner ist möglich, die Kinder der Schulen im

[189] In letzterem der beiden Beiträge wird zumindest erwähnt, dass die Fragestellung auch nach Geschlechtern getrennt untersucht werden könnte..

[190] Dass diese Spezifizierung der Fragestellung ebenfalls untersucht wird, wird lediglich durch den Hinweis, dass die Variable „Lage der Schule" bei der Gruppenbildung berücksichtigt wird, in Velten (2010, S.867) und Velten (2011, S.856) beschrieben.

Essener Süden mit Kindern aus Schulen im Essener Norden hinsichtlich der fünf oben genannten Variablen zu vergleichen.

4. Wirkung der Strategien in unterschiedlichen Leistungsgruppen[191]

In den verschiedenen Leistungsgruppen im Mathematiktest als auch in „VERA Lesen" kann die Strategie „Nacherzählen" unterschiedliche Wirkung zeigen. Zum Beispiel könnten leistungsschwächere Kinder von der Strategie profitieren. Denkbar ist allerdings zugleich, dass diese Gruppe durch die Aufgabe kognitiv zu stark ausgelastet ist, so dass die Nacherzählung oder die Markierungen ihnen schwer fallen. Außer in der unteren Leistungsgruppe könnte sich ein Vorteil des mündlichen Nacherzählens auch in der mittleren oder oberen Leistungsgruppe zeigen. Daher wird die zentrale Fragestellung ferner im Hinblick auf die unterschiedlichen Leistungsgruppen spezifiziert:

> *Wirkt sich das Nacherzählen der Rechengeschichten in einer der drei Leistungsgruppen im Mathematiktest positiv auf den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells und eines entsprechenden mathematischen Modells aus?*
> *Wirkt sich das Nacherzählen der Rechengeschichten in einer der drei Leistungsgruppen in den Vergleichsarbeiten (Bereich Lesen) positiv auf den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells und eines entsprechenden mathematischen Modells aus?*

Zur Überprüfung wird für die einzelnen Leistungsgruppen untersucht, ob Zusammenhänge zwischen der Variablen „Strategie" einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte" „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" sowie „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" andererseits bestehen.

Wie im Fall der anderen Variablen lässt sich auch prüfen, ob Zusammenhänge zwischen den Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest" und „Leistungsgruppe in „VERA Lesen"" einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte", „Qualität der Lösung der Rechengeschichte", „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns", „Qualität des Situationsmodells" und „Qualität der Textverarbeitung" andererseits bestehen. Da angenommen werden kann, dass leistungsstärkere Kinder auch bessere Leistungen zeigen, ist zu erwarten, dass sich dies auch in dieser Studie zeigt.

[191] Dass eine Prüfung der Fragestellung hinsichtlich dieser Variablen geplant ist, wird in Velten (2010, 878) erwähnt. Auch in Velten (2011, S.857) wird auf diese Frage hingewiesen, es werden hier auch die Ergebnisse bzgl. der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest" vorgestellt.

4.4 Weitere Beobachtungen

Den Ausführungen des theoretischen Hintergrunds zufolge – es sei noch einmal besonders auf die Arbeit von De Corte & Verschaffel aus dem Jahre 1987a verwiesen – ist zu erwarten, dass zwischen der Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“[192] ein Zusammenhang besteht. Ebenso kann ein Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ erwartet werden. Auch zwischen den Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ ist eine Korrelation denkbar. Ferner kann untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Situationsmodells“ bzw. „Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ besteht.

[192] Auf die Möglichkeit, dieses zu untersuchen, wurde in Velten (2011, S.858) hingewiesen.

5 Nacherzählen von Sachtexten und Rechengeschichten – eine erste Vorstudie

Welche Wirkung zeigt sich beim Nacherzählen von Rechengeschichten auf das Verständnis von Texten? Im Rahmen einer ersten Vorstudie wurde ein erster Versuch, ein Design zur Untersuchung der Frage zu erstellen, unternommen. Neben der Wirkung des Nacherzählens von Rechengeschichten wurde ebenfalls in den Fokus genommen, wie Kinder Sachtexte mit „mathematischen" Informationen nacherzählen.

5.1 Ziele und Zweck der Vorstudie

Zwar orientierte sich das Ziel der ersten Vorstudie an der Fragestellung, welche in der Hauptstudie untersucht wurde, unterschied sich aber in der konkreten Ausrichtung und Durchführung. So lautete die Fragestellung der ersten Vorstudie zunächst: Kann mündliches Nacherzählen Kinder dazu anregen, sich bewusst mit der beschriebenen Situation, dem Sachverhalt einer Textaufgabe auseinander zu setzen und den Text somit besser zu verstehen – ohne vorschnell eine mathematische Lösung anfertigen zu wollen? Die Frage wurde nach der Durchführung der ersten Vorstudie verändert in die oben beschriebene Form, die Ausrichtung ist aber ähnlich. Eine statistische Überprüfung der Frage wurde in der ersten Vorstudie nicht vorgenommen.

Mit dieser Frage verbunden ist ferner die Frage: Wird der Einfluss des Kontextes „Mathematikunterricht" gemindert? Außerdem erschien die Frage, wie unterschiedliche Textgattungen nacherzählt werden bzw. wie das mündliche Nacherzählen auf das Verständnis unterschiedlicher Textgattungen, die mathematische Informationen enthalten, wirkt, interessant.

Um diese Fragen zu untersuchen, wurden mit jedem der teilnehmenden Kinder zwei Interviews durchgeführt. Die oben genannte Minderung des Kontextes des Mathematikunterrichts sollte ermöglicht werden, indem die Versuchspersonen die Texte lediglich nacherzählen und anschließend Fragen zum Text beantworten sollten. Dies geschah in Einzelinterviews, deren Ablauf in Kapitel 5.2.3 beschrieben wird. Eine Lösung der Aufgabe wurde zunächst nicht explizit gefordert, es wurde lediglich bei der Rechengeschichte nach einer Lösungsskizze gefragt. Zum Sachtext, welchen die Kinder in einem zweiten Interview nacherzählten, wurden ebenfalls lediglich weitere Informationsfragen gestellt.

Der Begriff „Rechengeschichte" wurde bereits in Kapitel 1.2 erklärt. Ein Sachtext ist in dieser Arbeit ein Text, in welchem Informationen über einen realen Sachverhalt bereitgestellt werden, wobei hier im Besonderen auch Zahlen vorkommen, so dass in Ansätzen mathematische Überlegungen möglich sind. Beide Texte sind in Kapitel 5.2.2 angeführt.

Die Kinder bearbeiteten im Anschluss an die Interviews einen Test mit Textaufgaben (Material: s. Kapitel 5.2.2). Dieser diente dazu, die Leistungen der Kinder im Nacherzählen mit ihrer Leistungsfähigkeit im Bearbeiten von Textaufgaben zu vergleichen.

Ein Zweck der ersten Vorstudie war die Erprobung eines geeigneten Auswertungsschemas für die mündlichen Nacherzählungen. In Anlehnung an das Auswertungsschema von Heßelmann (1996, siehe Kapitel 3.6) wurden die Texte in einzelne Informationen untergliedert und jedes Kind erhielt in Abhängigkeit der Qualität pro nacherzählter Information keinen bis zwei Punkte.

Das Auswertungsschema dient dazu, das lokale und globale Verständnis der Kinder messen zu können – wie „gut“ die Kinder den Text verstanden haben. Zur Messung wurden die beiden folgenden Maße verwendet:

1. *Detailliertheit der Nacherzählung*[193]: Dieses Maß misst das lokale Verständnis. Bestimmt wird es durch die Punktzahl für die in der Nacherzählung genannten Informationen.
2. *Verständnis des Kerns des Textes*: Dieses Maß soll das globale Verständnis des Textes messen. Einige Informationen bilden die Kernaussagen des Textes. Anhand der Punktzahl, welche ein Kind für die Nacherzählung dieser Informationen erhält, entscheidet sich, ob das Kind den Kern der Geschichte erfasst hat (1) oder nicht (0).

Da im Sachtext kein Kern des Textes wie in einer Geschichte existiert, konnte das Maß „Verständnis des Kerns des Textes“ nicht verwendet werden. Stattdessen wurden vier Themenbereiche festgelegt, denen die Informationen des Sachtextes zugeordnet wurden. Es lässt sich somit bestimmen, wie viele Themenbereiche ein Kind erfasst hat.

Die Fragen im Anschluss an die Nacherzählung dienten der Prüfung, ob einzelne Informationen zwar in der mentalen Repräsentation der Kinder integriert sind, diese

[193] An dieser Stelle wurden nicht die Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ genommen. Zwar sind die Auswertungsschemata in der ersten Vorstudie und der Hauptstudie ähnlich, unterscheiden sich aber in der Höhe der maximalen Punktzahl. Auch unterschied sich die Definition des Kerns der Rechengeschichte: Während in der Hauptstudie ausschließlich mathematische Informationen zum Kern gezählt wurden, war dies in der ersten Vorstudie anders. Ferner war in der ersten Vorstudie noch keine Einteilung in Leistungsgruppen angedacht. Daher wurden nicht die oben genannten Variablen verwendet, sondern die Maße „Detailliertheit der Nacherzählung“ und „Verständnis des Kerns des Textes“.

aber nur auf einen Impuls hin abgerufen werden können. So können weitere Informationen über das aufgebaute Situationsmodell gesammelt werden. Auch ein Vergleich der Nacherzählung mit der Beantwortung der Fragen ist möglich. Dieser könnte zeigen: Kinder, die einen hohen Wert im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung“ erreicht haben, können die Fragen ebenfalls umfangreich beantworten, da sie über die notwendigen Informationen verfügen. Kinder, die dagegen einen niedrigen Wert im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung“ erreicht haben, können die Fragen in geringem Umfang beantworten, da sie die Informationen nicht repräsentiert haben. Oder letztere beantworten die Fragen dennoch umfangreich, da die Informationen im Situationsmodell integriert sind, aber die Kinder einen Impuls zum Abrufen dieser Informationen benötigen.

5.2 Methode und Design der ersten Vorstudie

5.2.1 Versuchspersonen

An der Vorstudie nahmen 15 Kinder (sieben Jungen, acht Mädchen) der vierten Klasse einer Essener Schule im Schuljahr 2008/2009 teil[194]. Von diesen Kindern liegen sowohl Daten aus Interviews als auch aus dem abschließenden Textaufgabentest vor. Diese sind im Folgenden Gegenstand der Auswertung und der statistischen Berechnungen. Informationen über Alter, Migrationshintergrund und Leistungsstand der Kinder wurden vorab nicht erhoben.

5.2.2 Material

In den Interviews wurden der Sachtext „Der Maulwurf“ und die Rechengeschichte „Im Eiscafé“ eingesetzt.

> *Im Eiscafé*
> *Für Eisverkäufer ist der Sommer die schönste Zeit im Jahr. So auch für Claudio, der heute schon um 9 Uhr sein Eiscafé öffnet. Heute hat nämlich die letzte Woche vor den Sommerferien begonnen und manche Lehrer kommen dann auch vormittags mit ihren Schülern. So auch Herr Krause, der um 11 Uhr mit seiner Klasse vor Claudios Eiscafé steht. „Jeder von euch darf sich drei Kugeln Eis nehmen“, sagt er seinen Schülern. „Darf ich auch nur zwei Kugeln nehmen, dafür aber mit Sahne?“ fragt ihn Kevin. „Das möchte ich auch“, sagen noch fünf weitere Kinder. „Ja, das könnt ihr auch nehmen“, meint Herr Krause. Zu Claudio sagt er: „Also, wir nehmen 22 mal drei Kugeln und sechs mal zwei Kugeln mit Sahne. Wie viel Geld bekommen Sie?“ Nina guckt*

194 Am Test nahmen zwar zehn weitere Kinder der Klasse teil, da dieser im Mathematikunterricht bearbeitet wurde. Ihre Bearbeitungen wurden aber nicht ausgewertet, da sie nicht an den Interviews teilnahmen duften. Ferner nahm ein Kind an den Interviews teil, fehlte allerdings beim Test, so dass seine Ergebnisse ebenfalls hier nicht einfließen.

ihren Lehrer erstaunt an: „Aber Herr Krause, das müssten Sie als Mathelehrer doch selbst ausrechnen können!“ Sie zeigt auf das Schild: Eine Kugel Eis kostet 0,50 Euro, Sahne kostet 0,40 Euro. Die Kinder kichern, und selbst Herr Krause muss lachen. (170 Wörter – inklusive Überschrift)[195]

Der Maulwurf

Manche Menschen finden ihn süß, Gärtner mögen ihn gar nicht: Der Maulwurf ist besonders bei denen, die einen großen, schönen Garten haben, nicht sehr beliebt. Mit seinen Händen, die Schaufeln ähneln, gräbt er sich lange Gänge, in denen er wohnt und Beute jagt. Diese liegen oft nur 50cm unter der Erde. Am meisten stören den Gärtner die Hügel, die der Maulwurf beim Graben hinterlässt.

Auf der anderen Seite sieht er putzig aus. Er ist gerade mal 15cm lang und wiegt 100g, Weibchen wiegen sogar 30g weniger. Sein Fell ist meistens schwarz und ganz weich. Deswegen haben Menschen früher Mäntel daraus gemacht. Allerdings brauchte man 300 Maulwurfsfelle, um einen Mantel herzustellen. Mittlerweile ist aber das Töten von Maulwürfen in Deutschland verboten. (122 Wörter – inklusive Überschrift)[196]

Der abschließende schriftliche Test bestand aus sechs Textaufgaben. Drei der Textaufgaben sind typische Schulbuchaufgaben (Aufgaben 2, 4 und 6), die übrigen drei Aufgaben waren längere Textaufgaben (Aufgaben 1, 3 und 5):

Aufgabe 1*: Als Sonjas Vater die Post aus dem Briefkasten nimmt, fällt ihm sofort der Brief von der Telefongesellschaft auf. „Oh nein“, stöhnt er, „wie viel wollen sie wohl diesmal haben.“ Er öffnet vorsichtig den Brief und zieht die Rechnung heraus. Sonja beobachtet ihn dabei. Normalerweise liest er die Rechnung, nennt der Mutter den Geldbetrag und legt die Rechnung*[197] *zurück in den Briefumschlag. Heute ist es anders: Sein Gesicht wird leicht rot und er ruft: „Tobias, komm sofort her!“ Tobias ist Sonjas älterer Bruder. Seitdem er auf der neuen Schule ist, telefoniert er länger. Langsam trottet er in die Küche. Sein Vater zeigt ihm die Rechnung und sagt: „Letzten Monat mussten wir schon 62 € zahlen. Das ist schon mehr, als andere Familien zahlen müssen. In diesem Monat müssen wir sogar noch 18 € mehr zahlen. Du telefonierst zu viel. Triff dich doch lieber mit deinen Freunden.“ Tobias macht ein trauriges Gesicht. Sonja dagegen will wissen, wie viel sie in diesem Monat für das Telefonieren bezahlen müssen.* (Maximale Punktezahl: 3)

Aufgabe 2*: Janas Vater wiegt zuviel und soll daher abnehmen. Am Ende seiner Kur wiegt er nur noch 84 kg. Das sind im Vergleich zu früher 17 kg weniger. Wie viel hat Janas Vater vor der Kur gewogen?* (Maximale Punktzahl: 4)

Es handelt sich um eine typische Schulbuchaufgabe. Eine Falle stellt hier das Wort „weniger“ dar, weil es nicht im Sinne von Subtrahieren verstanden werden darf.

Aufgabe 3*: Aufzüge dürfen nur mit einem bestimmten Gewicht belastet werden, sonst ist die Sicherheit der Personen, die mit dem Aufzug fahren nicht gegeben. Wenn du schon einmal in*

[195] Die Situation „Eis essen“ ist den Kindern sowohl aus dem Alltag als auch aus Schulbüchern vertraut (Bild eines Eisverkäufers und entsprechende Aufgaben dazu ist zum Beispiel in Das Zahlenbuch 3 (2005), S.22 (vollständige Quellenangabe: Wittmann, E. C., & Müller, G. N. (2005). *Das Zahlenbuch 3*. Leipzig: Klett.). Voß (2009) hat in ihrer Examensarbeit diese Rechengeschichte nacherzählen lassen.

[196] Dieser kurze Sachtext basiert auf einem Lexikonartikel aus dem Kinder-Brockhaus (Würmli, M., Ring, W., & Petersen, K. (Red.) (2003). *Der Kinder-Brockhaus Tiere*. Mannheim: Brockhaus. S.68).

[197] In der Version, welche die Kinder erhielten, befand sich ein Rechtschreibfehler („Rechung“).

einem Aufzug warst, hast du sicherlich auch das Schild entdeckt, auf dem steht, wie viel kg zugelassen sind. Bei manchen Aufzügen lässt sich dort die Zahl 300 kg finden. Darunter steht noch „4 Personen“. Um diese Zahl zu berechnen, nimmt man an, dass jede Person gleich viel wiegt. Stell dir vor, du kommst zu einem solchen Aufzug im Rathaus. Mit dir warten deine Eltern auf den Aufzug. Dein Vater wiegt 85 kg, deine Mutter 69 kg. Du selbst wiegst 29 kg. Eine ältere Frau stellt sich zu euch. Sie arbeitet dort schon seit mehreren Jahren. „Der Aufzug ist noch nie stecken geblieben“, erzählt sie euch. Ihr Gewicht möchte sie euch eigentlich nicht verraten, aber auf deine weitere Nachfrage erfährst du, dass sie 82 kg wiegt. Könnt ihr zu viert mit dem Aufzug fahren oder solltet ihr besser auf den nächsten warten? (Maximale Punktzahl: 3)[198]

Aufgabe 4*: Lukas und seine Schwester wiegen zusammen 57 kg. Lukas wiegt 3 kg mehr als seine Schwester. Wie viel kg wiegt Lukas?* (Maximale Punktzahl: 4)

Es handelt sich wieder um eine klassische Schulbuchtextaufgabe[199]. Der Lösungsansatz ist etwas komplexer, weshalb in der Auswertung später das Finden richtiger Teilansätze positiv bewertet wurde.

Aufgabe 5*: Herr Sonnenschein besitzt eine Autowerkstatt. Viele seiner Stammkunden sind sehr zufrieden mit seiner Arbeit. Aus diesem Grund raten sie ihren Freunden und Bekannten, bei Schäden oder Problemen mit dem Auto zu Herrn Sonnenschein zu gehen. Im Monat August hat sich daher die Anzahl der Aufträge deutlich erhöht. Als Herr Sonnenschein am Ende des Monats die Aufträge zählt, stellt er fest, dass er in den letzten zwei Monaten insgesamt 200 Aufträge hatte. Stolz berichtet er seiner Frau am Abend das Ergebnis seiner Zählung. „Damit habe ich im August 28 Aufträge mehr bekommen und ausgeführt als im Juli“, erzählt er. Seine Frau nickt zufrieden. Wie viele Aufträge hat Herr Sonnenschein im August bekommen?* (Maximale Punktzahl: 4)

Die fünfte Aufgabe ist der mathematischen Struktur nach der Aufgabe 4 gleich, unterscheidet sich von dieser in der Länge und im Kontext, der für Kinder eher unvertraut ist.

Aufgabe 6*: Ayla und Nina wollen sich an der Schule treffen. Ayla wohnt 1,2 km von der Schule entfernt und braucht für 100 m etwa 1 Minute. Nina wohnt 2,2 km von der Schule entfernt. Sie will mit dem Rad fahren und braucht für 100 m nur 30 Sekunden. Beide wollen um 15 Uhr gleichzeitig eintreffen. Wann müssen sich die beiden jeweils auf den Weg machen?* (Maximale Punktzahl: 4)

5.2.3 Versuchsablauf

Die Interviews mit einer Dauer von etwa 10 bis 20 Minuten wurden Ende August und Anfang September während der Unterrichtszeit geführt. Jedes Kind wurde zweimal an zwei verschiedenen Tagen interviewt. Ein Interview wurde zum Sachtext, ein Interview zur Rechengeschichte geführt. In beiden Interviews wurde nach einem Interviewleitfaden (siehe Anhang) vorgegangen, so dass der Ablauf bei allen Kindern annähernd gleich war. Die Interviews wurden mit einer Kamera aufgezeichnet und anschließend transkribiert und ausgewertet.

[198] Aufgaben, in denen gefragt wird, ob die Traglast zulässig ist oder ob ein Aufzug eine bestimmte Personenzahl transportieren kann, können den Kindern aus Schulbüchern vertraut sein (z. B. in Das Zahlenbuch 3 (2005), S.83f.).

[199] Ähnliche Aufgaben findet man z. B. in Das Zahlenbuch 3 (2005, S.81) oder auch unter http://www.legakids.net/fileadmin/user_upload/Downloads/Lernmaterialien/Mathetiger.pdf (zuletzt eingesehen am 3.9.2016).

Der Ablauf der Interviews sah wie folgt aus: Die Interviewerin begrüßte das Kind und erklärte ihm die Absicht des Interviews. Anschließend wurde dem Kind erklärt, dass es nach dem Lesen eines Textes diesen nacherzählen solle. Die Interviewerin las den Text zunächst vor, das Kind las den Text anschließend leise selbst. Danach nahm die Interviewleiterin den Text zu sich und das Kind erzählte den Text nach. Nach dieser Phase stellte die Interviewerin Fragen zum Text: Frage 1 steht in enger Verbindung zur Nacherzählung, da in einer kurzen Antwort der Grundgedanke und -inhalt genannt werden soll. Es folgten Fragen nach Informationen aus dem Text. Die letzte Frage zu beiden Texten befasste sich mit der mathematischen Struktur bzw. den mathematischen Informationen der Texte. Im Fall des Sachtext konnte die Antwort zur letzten Frage berechnet werden, es reichte aber auch eine Information aus dem Text zur Beantwortung aus. Im Fall der Rechengeschichte wurde das Kind mit der letzten Frage gebeten, einen Lösungsweg zu skizzieren. Eine Auflistung der Fragen sowie erwartete Antworten befindet sich im Anhang (Interviewleitfaden).

Der schriftliche Test wurde ca. eine Woche nach den letzten Interviews durchgeführt. Die Kinder mussten diesen einzeln bearbeiten und hatten dazu 45 Minuten Zeit. Gelegentlich wurden die Kinder gebeten, einen Rechenweg oder einen Antwortsatz zu notieren, um den Lösungsweg transparenter zu machen.

5.3 Auswertungsschemata

Die Auswertung der Interviews

Zur Auswertung der Interviews wurde ein Schema verwendet, welches dem Auswertungsschema von Heßelmann (1996, siehe Kapitel 3.6) ähnlich ist. Zu den Texten wurde folglich jeweils eine Liste der Informationen, die in der Rechengeschichte und im Sachtext enthalten sind, erstellt.[200] Jedes Kind erhielt pro nacherzählter Information in Abhängigkeit der Qualität bis zu zwei Punkte: Eine sinngemäße Nacherzählung einer Information wurde mit zwei Punkten bewertet, erzählte ein Kind diese Information hingegen lediglich in Ansätzen nach (ließ es zum Beispiel entscheidende Teile aus), erhielt es einen Punkt für die Nacherzählung. Die Bewertungsidee Heßelmanns (1996) findet sich folglich hierin wieder, ist aber weniger streng. Während in Heßelmanns Auswertung zum Erhalt der vollen Punktzahl für eine Proposition nur kleinere Modifikationen gestattet sind (zum Beispiel Umwandlung von Aktiv in Passiv, Hinzufügen und Auslassen von Adjektiven oder ähnlichen Wörtern, Auslassen von Subjekten oder

[200] Anders als bei Heßelmann (1996) handelt es sich nicht um eine Liste mit Propositionen, aus welchen der Text besteht.

Objekten in bestimmten Satzkombinationen, vgl. Heßelmann 1996, S.46), werden Hinzufügungen von Informationen oder zum Beispiel Variationen des Verbs oder des Subjekts (in Form von Verwendung eines Pronomens, ohne dass ein Bezug zum Subjekt besteht) bereits mit Punktabzug geahndet (vgl. Heßelmann 1996, S.47, dort wird aufgelistet, was bereits zu Punktabzug führt). In der vorliegenden Arbeit dagegen werden derartige Variationen nicht negativ gewertet. In dieser Arbeit erhielten Kinder außerdem für das Nennen eines Stichwortes einer Information bereits einen halben Punkt, da dieses Stichwort ein möglicher Hinweis darauf sein kann, dass die Information in Ansätzen im Situationsmodell enthalten ist. Sollten Kinder Informationen in der Nacherzählung erwähnen, die nicht in der Rechengeschichte oder im Sachtext vorkommen, hatte dies keine Auswirkung auf die Bewertung. Die Kinder erhielten weder zusätzliche Punkte noch wurden ihnen Punkte gestrichen. Die Entscheidung dafür lässt sich mit den Überlegungen von Kintsch (1998, s. oben Kapitel 1.1.1), nach welchen das Situationsmodell durch Vorwissen des Lesers angereichert sein kann und somit über eine reine Repräsentation der Textinformationen hinausreichen kann, begründen.

Die Liste der Informationseinheiten der Texte sowie die Bewertungskriterien befinden sich im Anhang. Zur Entstehung dieser Liste sei ein Beispiel eingefügt: Der Satz „Heute hat nämlich die letzte Woche vor den Sommerferien begonnen und manche Lehrer kommen dann auch vormittags mit ihren Schülern.“ aus der Rechengeschichte „Im Eis-Café“ enthält folgende Informationen: Im ersten Teil des Satzes wird der Zeitpunkt genannt. Der zweite Teil gibt Auskunft über eine (fiktive) Gewohnheit von Lehrern kurz vor den Ferien. Demnach wurde der Satz in zwei Informationseinheiten zerlegt, deren Erwähnung in den Nacherzählungen getrennt bewertet wurde: „(es ist) kurz vor den (Schul-)Ferien“ und „Lehrer kommen mit ihren Klassen vormittags (zum Eiscafé)“.

Nach Zerlegung in Informationseinheiten wurden einige Informationen der Rechengeschichte als Kern des Textes identifiziert und festgelegt. Zum Kern der Rechengeschichte gehören die Informationen über die Bestellung (erste mathematische Informationen: Herr Krause kommt mit (seiner) Klasse um 11 Uhr; (er) bestellt 22 mal drei Kugeln; und sechsmal zwei Kugeln mit Sahne; (er) fragt dann, wie viel er bezahlen muss), die Verwunderung (Nina ist erstaunt; (Nina) meint, dass der Lehrer das (selbst) rechnen können muss; da (er) ja Mathelehrer (ist)) sowie weitere mathematische Informationen ((Nina) zeigt auf ein Schild; Kugelpreis: 50 Cent; Sahnepreis: 40 Cent). Im Fall des Sachtextes wurden die Informationseinheiten klassifiziert und einem von vier Oberthemen zugeordnet. Diese vier Oberthemen sind: (Un-)Beliebtheit des Maulwurfs, das Bauen von Gängen, Größe und Gewicht des Maulwurfs und Eigenschaften des Fells des Maulwurfs.

Auf der Basis der Punkte, welche die Kinder für ihre Nacherzählung erhielten, wurden die Maße „Detailliertheit der Nacherzählung“ sowie „Verständnis des Kerns des Textes“ bzw. Erfassen von Oberthemen für jedes Kind bestimmt. Die erhaltenen Punkte werden addiert und die Summe anschließend in einen Prozentwert umgerechnet[201]. Dieser bildet den Wert eines Kindes im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung“. Nach der Berechnung der Werte für jedes Kind wurde eine Rangfolge der Kinder auf dieser Basis erstellt (wobei Rang 1 den untersten, Rang 15 den höchsten Rang darstellt; je besser ein Kind war, umso höher war sein Rang). Jedem Kind wurde der entsprechende Rang zugewiesen.

Zur Bestimmung des Wertes im Maß „Verständnis des Kerns des Textes“ wurden die Punkte, welche ein Kind für die Nacherzählung der Informationen des Kerns der Rechengeschichte erhalten hatte, addiert. Die Entscheidung, ob ein Kind den Kern der Geschichte erfasst hat, wurde auf der Basis dieser Punktsumme entschieden: Erreicht ein Kind einen Wert von mindestens 15 Punkten (75% der Punkte, die für die Nacherzählung des Kerns vergeben werden), so wurde entschieden, dass das Kind den Kern der Geschichte erfasst hat. Um zu prüfen, wie viele Oberthemen die Kinder erfasst haben, wurde gezählt, wie viele der Themenbereiche die Kinder angesprochen hatten. Es reichte bereits, eine einzige Information eines Oberthemas zu nennen, damit dieser als „erfasst“ gewertet wird.

Die Fragen im Anschluss an die Nacherzählung lassen sich in drei Kategorien einordnen: Frage nach dem Kern des Textes, Frage nach einer Rechnung, Fragen nach Informationen aus dem Text. Die Auswertung der Antworten auf die Fragen nach Informationen erfolgte ebenfalls mit der Vergabe von Punkten, deren Summe anschließend in einen Prozentwert umgerechnet wurde. Zu jeder Frage wurde eine bestimmte Antwort erwartet. Die Anzahl an Informationen, die zur Antwort gehörten, bestimmte die mögliche Punktzahl pro Frage bzw. Antwort. Für jede Information einer Antwort, welche ein Kind richtig nannte, erhielt es einen Punkt. Sollte es eine Information erst auf Nachfrage nennen oder sie lediglich annähernd richtig wiedergeben, erhielt es ei-

[201] Die Umrechnung in Prozentwerte wurde vorgenommen, um ggf. die Detailliertheit der Nacherzählung der Rechengeschichte mit der Detailliertheit der Nacherzählung des Sachtextes vergleichen zu können.

nen halben Punkt. Nicht genannte Informationen oder falsch wiedergegebene Informationen wurden mit keinem Punkt bewertet. Eine ausführliche Übersicht befindet sich im Anhang.

Auch die Antworten auf die Frage nach dem Kern des Textes sowie nach einer Rechnung zum Text wurden mit Punkten bewertet. Im Fall des Sachtextes konnten die Kinder maximal einen Punkt für ihre Antwort auf die Frage nach einer Rechnung erhalten, da diese Frage durch die Wiedergabe einer Information aus dem Text beantwortet werden kann. Im Fall der Rechengeschichte erhielten die Kinder bis zu zwei Punkten für ihre Lösungsskizze.

Die Frage zum Kern der Rechengeschichte wurde mit maximal drei Punkten bewertet. Folgende Informationen wurden zur Antwort gezählt: Es geht um eine Schulklasse (1), die Eis bestellt (2) und deren Lehrer den Preis selbst berechnen kann (3). Kleinere Fehler oder eine zu umfangreiche Antwort wurden mit halben Punkten bewertet.

Die Frage nach dem Kern des Sachtextes ließ verschiedene Antworten zu, da im Gegensatz zur Rechengeschichte kein Kern bestimmt werden kann (die Frage nach einer kurzen Zusammenfassung wurde dennoch gestellt). Als Antwort war möglich, dass Informationen über das Lebensumfeld des Maulwurfs sowie über sein Aussehen gegeben werden. Die pauschale Antwort „über den Maulwurf“ wurde mit einem halben Punkt bewertet, da sie zu oberflächlich war. Sollte ein Kind die Zahlen des Textes oder lediglich das Verbot der Tötung nennen, erhielt es keinen Punkt, da sowohl die Zahlen als auch die Einzelinformation über das Tötungsverbot nicht das Wesentliche des Textes ausmachen.

Die Auswertung des schriftlichen Tests

Die Lösungen der Kinder wurden mit Punkten bewertet. Entscheidend war zunächst, ob das Kind einen richtigen Ansatz gefunden hatte. Hatte es die Aufgabe mit einem falschen Ansatz gelöst, erhielt es keine Punkte für die Aufgabe. Hatte es dagegen einen richtigen Ansatz gefunden, konnte es einen bis zwei Punkte für diesen sowie weitere Punkte für eine richtige Ausführung der Rechnung und einen angemessenen Antwortsatz bekommen (die maximal erreichbaren Punkte sind oben notiert). Ausnahmen bildeten die Aufgaben 4 und 5, denn hier reichte bereits ein richtiger Teilansatz, um auch Punkte für eine korrekte Ausführung der Rechenoperation und einen angemessenen Antwortsatz zu erhalten.

5.4. Ergebnisse der ersten Vorstudie

Ergebnisse in den Interviews

Die Auswertung der Interviews nach den oben genannten Kriterien lieferte folgende Ergebnisse:

Kind	Detailliertheit der Nacherzählung		Verständnis des Kerns		Frage nach dem Kern des Textes	Frage nach einer Rechnung	Fragen nach Informationen	
	Prozentwert	Rang	Punkte	erfasst	Prozent	Prozent	Punkte	Prozent
A1	83,75%	14	18	ja	33,33%	25,00%	7	70%
A2	21,25%	1	5	nein	16,67%	25,00%	3	30%
A3	50,00%	7	13	nein	66,67%	50,00%	6,5	65%
A4	42,50%	5	3,5	nein	66,67%	50,00%	5,5	55%
A5	58,75%	9,5	10	nein	66,67%	0,00%	6,5	65%
A6	30,00%	2	5	nein	33,33%	25,00%	7	70%
A7	32,50%	3	8	nein	33,33%	0,00%	6,5	65%
A8	78,75%	12	15,5	ja	50,00%	0,00%	8,5	85%
A9	35,00%	4	9	nein	0,00%	0,00%	4,5	45%
A10	81,25%	13	16	ja	66,67%	0,00%	6	60%
A11	58,75%	9,5	11,5	nein	33,33%	0,00%	7	70%
A12	47,50%	6	12	nein	66,67%	50,00%	7,5	75%
A13	88,75%	15	18,5	ja	16,67%	50,00%	6,5	65%
A14	70,00%	11	12	nein	16,67%	25,00%	7,5	75%
A15	51,25%	8	15	ja	0,00%	100,00%	7	70%

Tabelle 2: Übersicht über die Ergebnisse pro Kind in den Interviews zur Rechengeschichte

Kind	Detailliertheit der Nacherzählung		genannte Oberthemen (von 4)	Frage nach dem Kern des Textes	Frage nach einer Rechnung	Fragen nach Informationen	
	Prozentwert	Rang	Anzahl	Prozent	Prozent	Punkte	Prozent
A1	48,44%	9	3	75,00%	0,00%	6	60%
A2	17,19%	2	4	0,00%	0,00%	3	30%
A3	43,75%	6,5	4	25,00%	100,00%	6,5	65%
A4	53,13%	10	4	25,00%	0,00%	4,5	45%
A5	43,75%	6,5	3	25,00%	0,00%	5,5	55%
A6	46,88%	8	3	25,00%	0,00%	4,5	45%
A7	15,63%	1	2	0,00%	100,00%	6,5	65%
A8	87,50%	15	4	75,00%	100,00%	7,5	75%
A9	40,63%	5	3	0,00%	100,00%	6,5	65%
A10	37,50%	4	4	0,00%	100,00%	5,5	55%
A11	67,19%	13	4	25,00%	0,00%	8	80%
A12	65,63%	12	4	25,00%	100,00%	5,5	55%
A13	81,25%	14	4	25,00%	100,00%	8	80%
A14	59,38%	11	4	0,00%	100,00%	4	40%
A15	28,13%	3	3	25,00%	100,00%	5	50%

Tabelle 3: Übersicht über die Ergebnisse pro Kind in den Interviews zum Sachtext

Im Fall der Rechengeschichte zeigt sich folgender Zusammenhang zwischen den Maßen „Detailliertheit der Nacherzählung" und „Verständnis des Kerns des Textes"[202]:

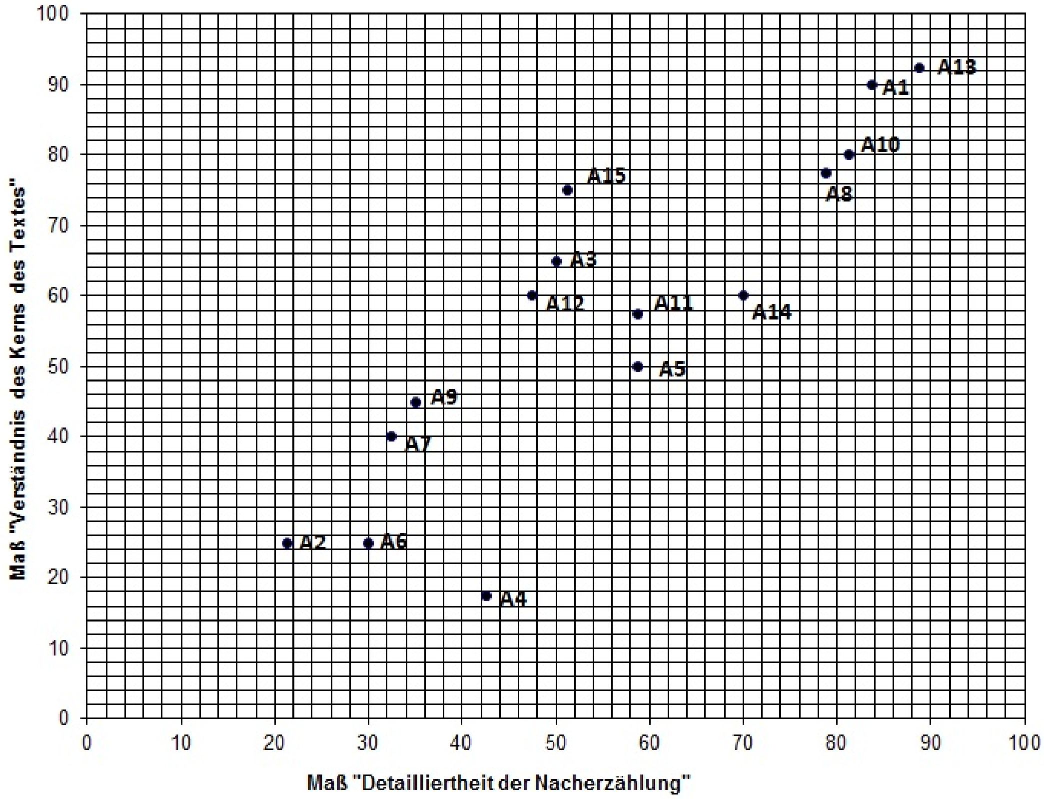

Abbildung 1: Diagramm mit den Werten in den Maßen „Detailliertheit der Nacherzählung" und „Verständnis des Kerns des Textes" (Rechengeschichte)

In Abbildung 1 lässt sich der Trend ablesen, dass in der Regel diejenigen, die viele Informationen nacherzählen konnten, auch viele Informationen des Kerns nannten. Die Berechnung von Korrelationen bestätigt, dass ein enger Zusammenhang zwischen den beiden Maßen zur Bewertung der Nacherzählungen besteht (Pearsons r = 0,867, Kendall's $\tau = 0{,}754$, Spearman's $\rho = 0{,}876$, alle signifikant auf dem 1%-Niveau). Der Zusammenhang zwischen den beiden Maßen ist den Korrelationswerten nach zu urteilen stark. Weitere Korrelationen werden daher im Fall der Rechengeschichte (sofern möglich) mit dem Maß „Detailliertheit der Nacherzählung" berechnet.

Von dem erwarteten Zusammenhang zwischen den beiden Maßen gibt es einzelne Abweichungen. Auffällig sind vor allem die Ergebnisse der Kinder A3, A4, A12 und A15. Während bei Kind A4 der Wert im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung" deutlich größer als der Wert im Maß „Verständnis des Kerns des Textes" ist, zeigt sich bei den übrigen drei Kindern der umgekehrte Fall.

[202] Im Diagramm werden für jedes Kind auf den beiden Achsen die erreichten Werte in den beiden Maßen abgetragen. Jedem Kind lässt sich folglich ein Punkt im Diagramm zuweisen.

Im Fall der Interviews zum Sachtext zeigt sich folgendes Ergebnis hinsichtlich der „Detailliertheit der Nacherzählung und der Nennung von Oberthemen.

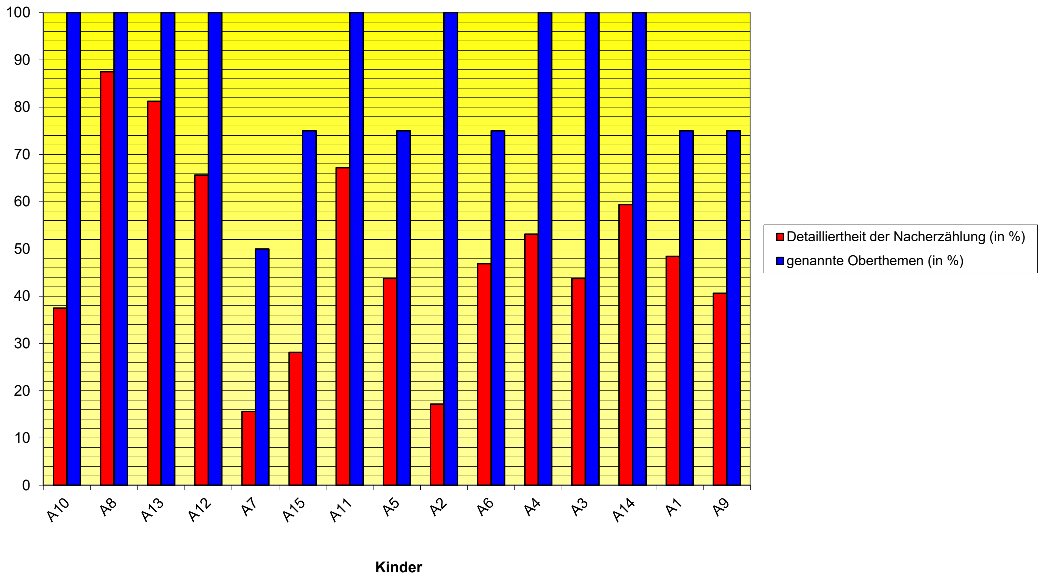

Abbildung 2: Übersicht über die Detailliertheit der Nacherzählung des Sachtextes und das Erwähnen von Oberthemen

Da für die Wertung „Oberthema genannt" bereits die Nennung einer Information aus diesem Themenbereich ausreichte, konnte der Fall eintreten, dass ein Kind insgesamt wenige Informationen des Sachtextes nacherzählen konnte, aber dennoch alle vier Themenbereiche erwähnte.

Ein Vergleich der Nacherzählungen zu beiden Texten anhand des Maßes der „Detailliertheit der Nacherzählung" macht deutlich, dass neun Kinder die Rechengeschichte besser nacherzählen konnten als den Sachtext. Sie erzählten mehr Informationen der Rechengeschichte nach oder erzählten diese Information qualitativ besser nach als die Informationen des Sachtextes. In sechs Fällen erzählten die Kinder allerdings den Sachtext angemessener nach.

In der folgenden Abbidung 3 deutet die Punktewolke darauf hin, dass zwischen den beiden Variablen „Detailliertheit der Nacherzählung der Rechengeschichte" und „Detailliertheit der Nacherzählung des Sachtextes" allenfalls ein mittelmäßiger Zusammenhang besteht. Eine Berechnung von Korrelationsmaßen lieferte die Werte: Pearsons $r = 0{,}620$, Kendalls $\tau = 0{,}394$, Spearmans $\rho = 0{,}525$. Alle drei Werte sind auf dem 5%-Niveau signifikant, verweisen auf einen mittleren Zusammenhang.

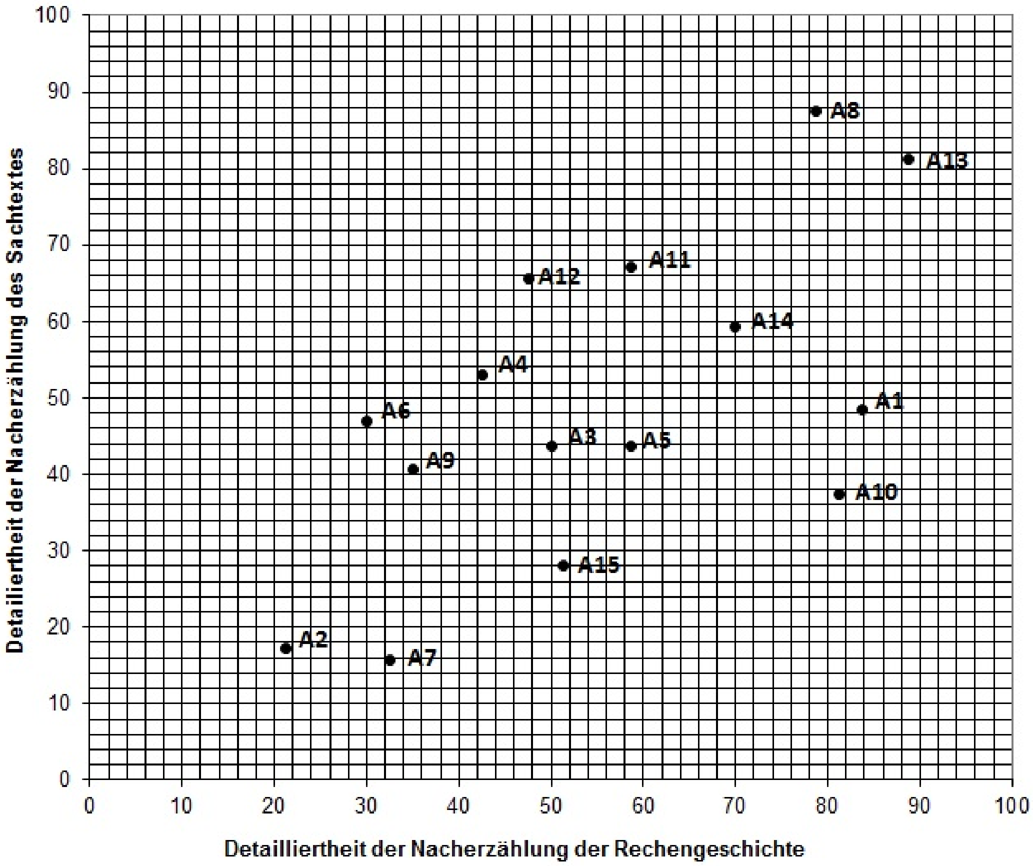

Abbildung 3: Vergleich der Detailliertheit der Nacherzählungen von Rechengeschichte und Sachtext

Vergleicht man die Detailliertheit der Nacherzählung der Rechengeschichte mit der Qualität der Antworten auf die Fragen im Anschluss an die Nacherzählungen, so zeigt sich folgendes Bild:

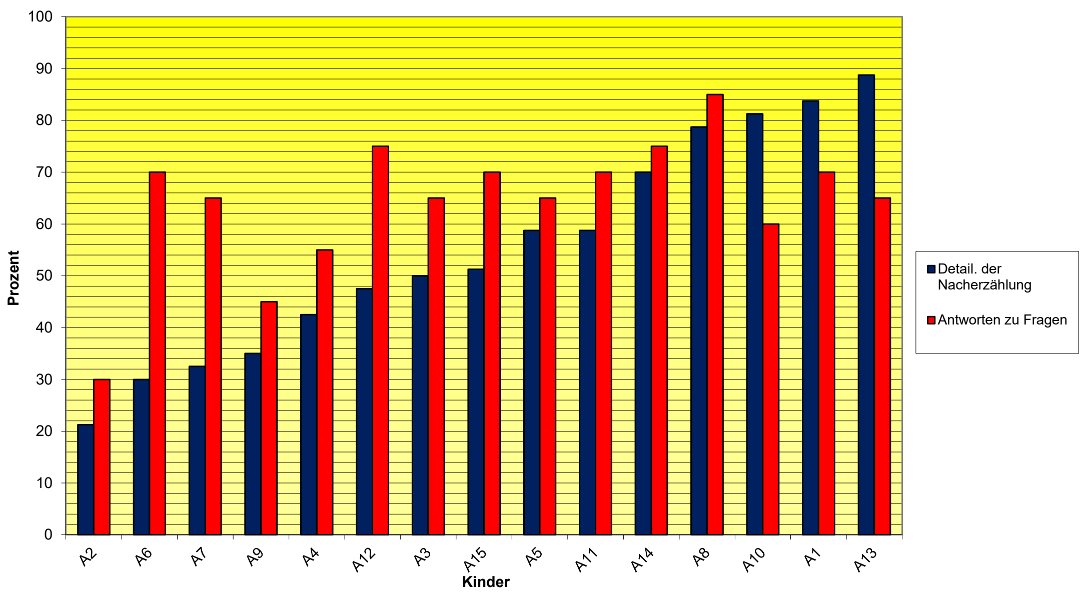

Abbildung 4: Vergleich der Detailliertheit der Nacherzählung der Rechengeschichte mit den Antworten zu den Interviewfragen

In zwölf Fällen ist der Wert für die Antworten auf die Fragen höher als der Wert im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung“. Dieses Ergebnis war durchaus zu erwarten. Die Kinder konnten möglicherweise mehr Informationen im Situationsmodell integrieren als sie letztlich nacherzählten. Durch die Fragen wird möglicherweise der Abruf von Informationen erleichtert, so dass die Kinder in der Beantwortung der Fragen bessere Ergebnisse erreichen als in der Nacherzählung der Rechengeschichte.

Auffallend sind dennoch zwei Fälle, in denen die Kinder im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung“ lediglich Werte von 30% bzw. 33% erhielten, in der Beantwortung der Fragen dagegen deutlich bessere Leistungen zeigten. Bei drei Kindern lässt sich dagegen der umgekehrte Fall beobachten: Sie erzählten die Rechengeschichte quantitativ und qualitativ besser nach als sie die Fragen beantworteten.

Ein ähnliches Bild zeigt sich im Fall des Sachtextes:

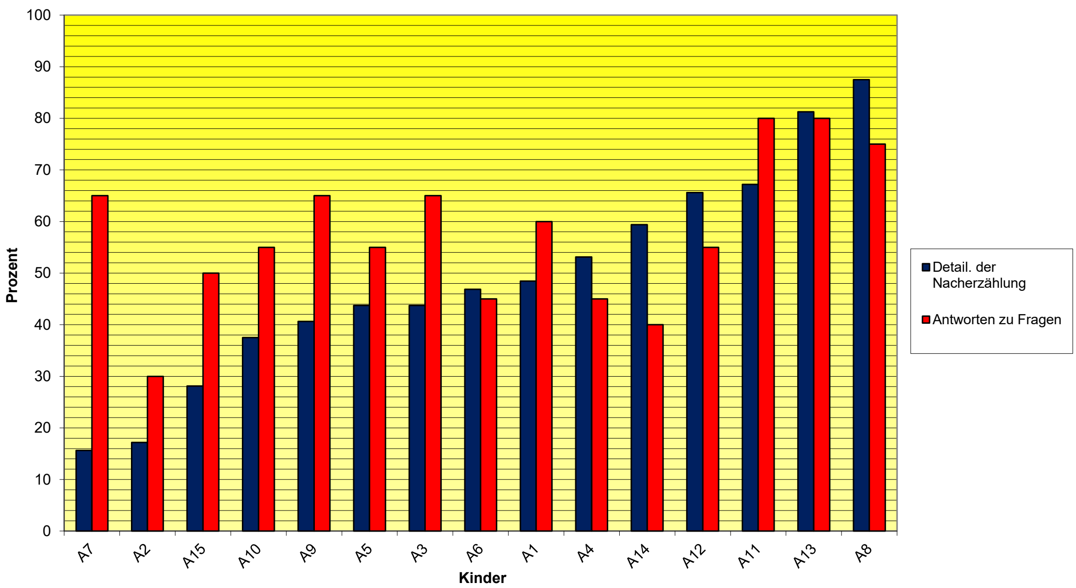

Abbildung 5: Vergleich der Detailliertheit der Nacherzählung des Sachtextes mit den Antworten zu den Interviewfragen

Ähnlich wie im Fall der Rechengeschichte zeigt sich auch hier in den Interviews, dass neun Kinder die Fragen im Anschluss an die Nacherzählungen besser beantworten als den Sachtext nacherzählen konnten, sechs Kinder dagegen einen besseren Wert im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung“ als in der Beantwortung der Fragen erhielten. Besonders auffällig ist das Ergebnis von Kind A7. Es erzählte relativ wenige Informationen des Sachtextes nach, beantwortete die Fragen hingegen recht umfangreich (65%).

Abbildung 5 lässt sich entnehmen, was die Berechnung von Korrelationskoeffizienten bestätigt: Es besteht lediglich bezüglich Pearsons r ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Werten, welche die Kinder für die Nacherzählung des Sachtextes und die Beantwortung der Fragen erhielten (r=0,539, signifikant auf dem 5%-Niveau).

Lösungsvorschläge einiger Kinder zur Rechengeschichte

Die Qualität der Lösungsskizzen zur Rechengeschichte war unterschiedlich. Ein Kind konnte einen vollständig richtigen Lösungsweg zu skizzieren (s. u.). Ein anderes Kind hatte ebenfalls eine sehr gute Lösungsidee: Es schlug vor, dass der Lehrer die Zahl an Sahneportionen mit 40 Cent und die Zahl an Eiskugeln mit 50 Cent multiplizieren müsse, hatte allerdings bei letzterer Anzahl gedacht, dass alle Kinder nur zwei Kugeln Eis nehmen, und kam so auf eine falsche Zahl an Kugeln. Fünf Kinder konnten keinen Lösungsweg skizzieren (A5, A7, A8, A9, A10).

Bemerkenswert war der Lösungsvorschlag des Kindes A15, auf dessen Interview hier genauer eingegangen werden soll. Das Kind hatte große Schwierigkeiten, die Texte nachzuerzählen. Nach eigener Aussage neigte es außerdem dazu, Textinhalte zu vergessen. Besonders beim Sachtext machte sich dies bemerkbar. Es konnte nur relativ wenige Informationen des Sachtextes nacherzählen. Die Nacherzählung der Rechengeschichte fiel ihm dagegen leichter. Im Anschluss an die Geschichte lachte es, da es sofort den Witz der Geschichte bemerkt hat („eine Lehrer kann nicht rechnen.“, Transkript von A15, Z.11/13[203]). Auf die Frage nach einer Lösungsidee antwortete es:

74	I	Herr Krause möchte am Ende wissen, wie viel er bezahlen muss. Hast du eine Idee, wie er das ausrechnen könnte?
75	S	Ja, ähm, (..) zweiundzwanzig mal fünfzig.
76	I	Mhmh.
77	S	Nee. (6 Sek.) Ah, sechzig mal, ähm, fünf-, nee. (.) Sechs-, sechsundsechzig mal fünfzig. Das ist doch einfach, weil dann haben doch drei Kugeln. Dann haben wir doch dreimal.
78	I	Mhmh.
79	S	Also zweiundzwanzig mal Kugeln.
80	I	Mhmh.
81	S	also zweiundzwanzig(?) mal drei Kugeln.
82	I	Ja, gut.
83	S	(4 Sek.) Aber noch für Sahne kostet (8 Sek.) also zwölf mal Ku-, zwölf mal vierzig, nee! (4 Sek.) Also zwölf mal Kugel, also wenn jeder eine zwei Kugeln und
84	I	Mhmh
85	S	plus Sahne (.) sechs mal Sahne.

Tabelle 4: Auszug aus dem Transkript zu Kind A15

[203] Transkripte befinden sich im Anhang.

In den Lösungsskizzen der übrigen Kinder lässt sich beobachten, dass die Kinder richtig beachteten, dass eine Multiplikation erforderlich ist. Ferner erkannten die Kinder, was zu berechnen ist, konnten dies allerdings in der Regel nicht korrekt beschreiben. Ursache hierfür kann darin liegen, dass sie den Text nicht mehr einsehen konnten, was die Skizzierung eines Lösungsweges erschwert.

In den Interviews zum Sachtext bestand die Möglichkeit, die mathematische Frage mit einem berechneten Ergebnis oder mit einer Textinformation zu beantworten. Dennoch beantworteten lediglich neun Kinder diese Frage korrekt. Von den übrigen sechs Kindern, welche die Frage falsch beantworteten, gaben drei Kinder 30 Gramm oder 30 Kilogramm als Gewicht des Weibchens an, übersahen demnach das Wort „weniger". Ein Kind gab das Gewicht des Männchens an, ein Kind nannte eine falsche Zahl (300 Kilogramm) und eines konnte sich nicht mehr an die Zahl erinnern.

Von den neun Kindern, welche die Frage korrekt beantworteten, gaben drei Kinder die Textinformation als Antwort. Die übrigen sechs Kinder (A8, A9, A10, A12, A13, A14) berechneten die Antwort aus den gegebenen Textinformationen.[204]

Beantwortung der Fragen im Anschluss an die Nacherzählungen

Die Werte in den Tabellen 2 und 3 erwecken den Eindruck, dass die Fragen im Anschluss an die Nacherzählungen insgesamt relativ schwierig für die Kinder zu beantworten waren. Zum einen erhielten die Kinder für falsche Antworten keine Punkte, zum anderen konnten aber unvollständige Antworten (und nicht der Schwierigkeitsgrad der Frage) der Grund sein, weshalb einige Kinder nur wenige Punkte erhielten: In vielen Fällen bestanden die erwarteten Antworten aus mehreren Textinformationen, und um die Maximal-Punktzahl für eine Frage zu erhalten, war die Angabe sämtlicher passender Informationen erforderlich. Die Kinder nannten allerdings oftmals lediglich eine passende Information, die Frage war somit beantwortet. Auf diese Weise erhielten sie in der Regel nie die maximal mögliche Punktzahl. Ob sie möglicherweise weitere Informationen auf Nachfrage genannt hätten, bleibt Spekulation.

In den Interviews lassen sich einzelne interessante Antworten finden. So ist zum Beispiel im Fall der Rechengeschichte die Antwort eines Kindes auf die Frage, ob eine Kugel Eis oder eine Portion Sahne teurer sei, interessant. Während die anderen Kinder korrekt „eine Kugel Eis" antworteten, erscheint die Antwort des Kindes A5 (eine Portion Sahne sei teurer) falsch zu sein. Bei genauerer Betrachtung seiner Antwort lässt

[204] Rechenfehler wurden nicht gewertet, entscheidend war der richtige Ansatz bzw. Lösungsweg.

sich feststellen, dass das Kind nicht allein aufgrund der genannten Geldbeträge seine Entscheidung traf, sondern auch eine persönliche Wertung von Eis und Sahne einbezog. Es sagte: „Weil das ja nur Sahne ist und ja das, äh, fünfzig is' nicht so viel für 'ne Eis." (Transkript zu Kind A5, Z.70) Es scheint, dass Eis für das Kind etwas Besonderes ist und daher der Preis für eine Kugel Eis in Relation zum Preis für eine Portion Sahne zu günstig ist.

Bei der Beantwortung der Fragen zum Sachtext nach einer Einschätzung des Gewichts von 100 g sowie der Länge von 15 cm zeigte sich, dass eine korrekte Einschätzung lediglich einem Teil der Kinder gelang. Sechs Kinder konnten annähernd die Länge von 15 cm anzeigen, die übrigen neun Kinder deuteten eine größere Länge an. Auch beim Anheben eines etwa 100 g schweren Gegenstandes vermuteten neun Kinder, dass dieser Gegenstand leichter als 100 g sei. Vier Kinder nahmen an, dass der Gegenstand annähernd 100 g wiegen würde, zwei Kinder schätzten das Gewicht des Gegenstandes auf exakt 100 g. Gewichte richtig einzuschätzen, ist schwierig, daher überrascht dieses Ergebnis nicht. Die Länge von 15 cm (etwas mehr als die Breite eines DIN A5-Blattes) könnte dagegen vertrauter sein und somit von mehreren Kindern richtig geschätzt werden können.

Ergebnisse des schriftlichen Textaufgabentests

Insgesamt 24 Kinder nahmen am Textaufgabentest teil. Ausgewertet nach den oben genannten Kriterien wurden lediglich die Tests der 15 Kinder, welche an den Interviews teilnehmen durften.

Kind	Aufgabe						Testergebnis	
	1	2	3	4	5	6	Summe	Prozentwert
A1	2,5	4	3	2	0	0	11,5	52,27%
A2	3	0	0	0	0	1	4	18,18%
A3	2	0	3	0	0	0	5	22,73%
A4	3	0	0	4	0	0	7	31,82%
A5	3	0	1	4	0	0	8	36,36%
A6	3	0	1	0	0	0	4	18,18%
A7	3	0	0	2,5	0	0	5,5	25,00%
A8	3	4	1,5	3	0	3	14,5	65,91%
A9	3	0	1	0	0	0	4	18,18%
A10	3	4	0	2	0	0	9	40,91%
A11	0	0	2	0	0	0	2	9,09%
A12	2	4	3	2	0	3,5	14,5	65,91%
A13	2	4	3	1,5	0	0	10,5	47,73%
A14	3	0	2	0	0	0	5	22,73%
A15	3	0	2	2	0	0	7	31,82%

Tabelle 5: Ergebnisse der Kinder im schriftlichen Textaufgabentest

In der folgenden Tabelle sind für jede Aufgabe die Anzahl an richtigen Lösungen (Ansatz, Rechnung und Antwortsatz sind korrekt), die Anzahl an Lösungen mit richtigem Ansatz (Lösungen mit richtigem Ansatz, aber Rechenfehlern, nicht angemessenen Antwortsätzen oder lediglich ansatzweise bearbeitet) als auch die Anzahl an falschen Lösungen und an Fällen, in denen eine Aufgabe nicht bearbeitet wurde, angegeben.

Aufgabe	richtige Lösung	richtiger Ansatz	falscher Ansatz	nicht bearbeitet
1	10	4	1	0
2	5	0	10	0
3	4	7	4	0
4	2	7	6	0
5	0	0	15	0
6	0	3	11	1

Tabelle 6: Übersicht über den Lösungserfolg der einzelnen Aufgaben

Aufgabe 1 ist den Ergebnissen nach zu urteilen die einfachste Aufgabe. Fast alle Kinder konnten mindestens einen korrekten Lösungsansatz finden, zehn dieser Kinder lösten die Aufgabe letztlich vollständig korrekt. Auch zu Aufgabe 3 konnten elf Kinder einen korrekten Lösungsansatz angeben. Bei Aufgabe 4 handelt es sich um eine Aufgabe mittleren Schwierigkeitsgrades (neun von 15 Kindern fanden einen korrekten Lösungsansatz). Die übrigen drei Aufgaben konnten nur von wenigen Kindern bzw. keinem Kind korrekt gelöst werden. Die „Bearbeitung“ eines Kindes von Aufgabe 6 wurde der Kategorie „nicht bearbeitet“ zugeordnet, obwohl das Kind die Aufgabe zumindest gelesen hatte (es notierte zumindest, dass es keine Antwort wisse). Da das Kind die Aufgabe aber nicht falsch löste, sondern im Grunde keinen Ansatz notierte, wurde diese Zuordnung vorgenommen.

Der Vergleich der Bearbeitung des schriftlichen Tests mit den Leistungen in den Interviews weist einen Zusammenhang auf:

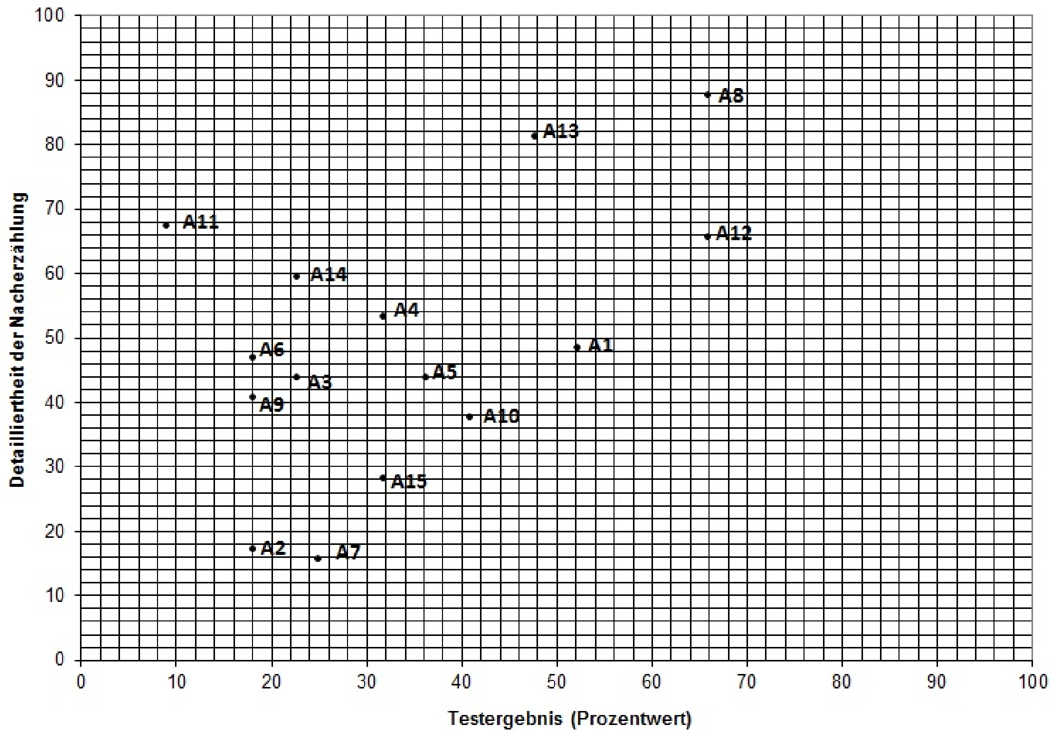

Abbildung 6: Vergleich der Testergebnisse mit der Detailliertheit der Nacherzählung im Fall des Sachtextes

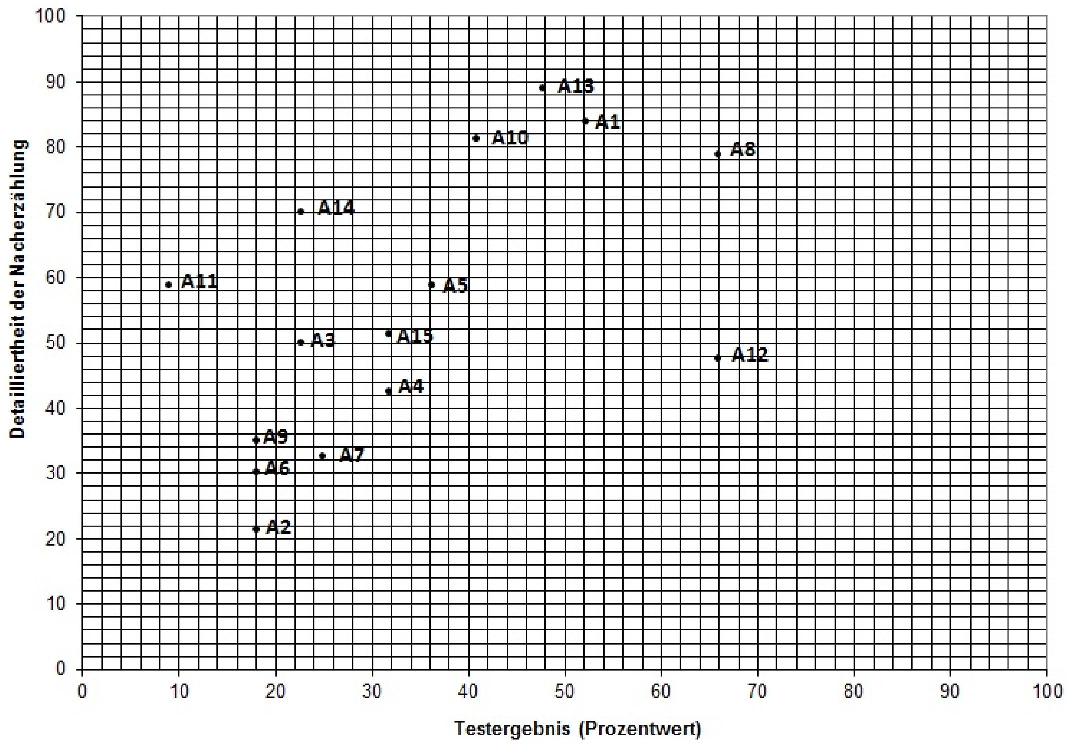

Abbildung 7: Vergleich der Testergebnisse mit der Detailliertheit der Nacherzählung im Fall der Rechengeschichte

Die Streuung der Punkte in den Diagrammen lässt erahnen, dass allenfalls ein mittlerer Zusammenhang zwischen dem Ergebnis im Test und der Detailliertheit der Nacherzählung besteht. Im Fall der Rechengeschichte besteht ein signifikanter Zusammenhang (Pearsons r = 0,566, Spearmans ρ= 0,583, Kendalls τ = 0,453, signifikant auf dem 5%-Niveau), im Fall des Sachtextes besteht kein Zusammenhang.

Sowohl im Fall des Sachtextes als auch im Fall der Rechengeschichte gibt es ein Kind, welches im Test nur wenige Punkte erhielt, die Texte aber relativ gut nacherzählte. Umgekehrt gibt es im Fall der Rechengeschichte auch ein Kind, welches im Test relativ gute Leistungen zeigte, dagegen die Rechengeschichte weniger gut nacherzählte. Möglicherweise handelt es sich im ersten Fall um Kinder, welche über gut ausgeprägte sprachliche Fähigkeiten und Fertigkeiten verfügten und denen daher die Nacherzählung eines Textes erfolgreicher gelingt als die Bearbeitung von Textaufgaben. Ferner könnten diese Kinder von der Aufgabe, die Rechengeschichte *mündlich* nachzuerzählen, profitieren, weil sie möglicherweise ihre Leistungsfähigkeit besser bei mündlich zu bearbeitenden Aufgaben zeigen können als bei schriftlich zu erledigenden Aufgaben. Für das Kind, welches im Test bessere Leistungen zeigte, kann das Gegenteil gelten: Möglicherweise arbeitet das Kind schriftlich besser als mündlich oder verfügt über gut ausgebildete mathematische Fähigkeiten und Fertigkeiten, während seine sprachlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten weniger gut ausgebildet sind.

Exkurs: Ergebnisse aus einer Examensarbeit zu Nacherzählungen der Rechengeschichte „Im Eiscafé"

Voß (2009) hat in ihrer Examensarbeit die Rechengeschichte der ersten Vorstudie von 16 Kindern nacherzählen lassen. Sie interviewte 16 Kinder zweier Grundschulen (vgl. Voß 2009, S.24) und verwendete ein abgewandeltes Design der ersten Vorstudie (vgl. dazu ebd. S.25): Wie in der ersten Vorstudie wurde den Kindern die Rechengeschichte zunächst vorgelesen, anschließend lasen sie den Text einmal selbst; danach erzählten sie die Rechengeschichte nach; es folgten Fragen nach dem möglichen Fortgang der Rechengeschichte, nach vier Textinformationen[205], ferner eine Schätzfrage nach der Höhe der Kosten; anschließend sollten die Kinder eine Lösung skizzieren und nach Möglichkeit (mündlich) ein Ergebnis berechnen und auf dieser Basis ihre Schätzung ggf. korrigieren.

[205] Es handelt sich um die folgenden vier Fragen: „Warum kichern die Kinder und warum muss selbst der Lehrer lachen?", „Was steht auf dem Schild, auf das Nina zeigt?", „Wie viele Kugeln Eis dürfen die Kinder bestellen? und „Was ist teurer: Eine Kugel Eis oder eine Portion Sahne?" Voß (2009, S.29) merkt allerdings an, dass sie die dritte Frage in „Was dürfen die Kinder bei Claudio bestellen?" umwandelte, um differenziertere Antworten zu erhalten, und dass sie die vierte Frage in den späteren Interviews wegließ, da diese von allen Kindern korrekt beantwortet wurde.

In der Auswertung konzentrierte sie sich auf die Ergebnisse von acht Kindern. Die Auswertung der Nacherzählungen erfolgte nach einem ähnlichen Muster wie in Vorstudie I (vgl. ebd., S.31): Es wurde eine Liste der einzelnen Textinformationen erstellt und für jede genannte Information erhielten die Kinder jeweils einen Punkt.[206]

In der Darstellung der Ergebnisse hat sie eine Unterscheidung der Art der Informationen vorgenommen. So vergleicht sie die Nacherzählungen der Kinder hinsichtlich der mathematischen, der kontextbezogenen und der ausschmückenden Informationen (vgl. ebd., S.32). Auffallend ist, dass sechs Kinder sämtliche mathematische Informationen nennen (zwei Kinder nannten dagegen lediglich zwei mathematische Informationen), dass ein Kind sämtliche kontextbezogenen Informationen und weiter sechs Kinder zumindest 50-89% dieser Informationen erwähnten sowie dass ausschmückende Informationen häufiger weggelassen wurden (vgl. ebd., S.32-34).

Voß (2009, S.35) hat ferner die Lösungswege der Kinder differenziert bewertet, wobei sie keinen Zusammenhang zwischen Nacherzählungen und Lösungen beobachten konnte (Vergleich der Rangplätze). Nach der qualitativen Analyse der acht Interviews kommt sie zu folgenden Schlüssen: Vier Kinder schienen von der Nacherzählung der Rechengeschichte zu profitieren, zwei Kinder hatten keinen Gewinn durch die Nacherzählung und bei einem Kind ließ sich diesbezüglich kein Urteil fällen (vgl. ebd., S.56). Ein Kind wich vom Schema des Interviewablaufs ab und löste die Rechengeschichte, bevor es diese nacherzählte (vgl. ebd., S.39). Aufgrund der Abweichung lässt sich über die Wirkung des Nacherzählens nichts sagen (vgl. ebd., S.40/56).

Voß (2009) konnte beobachten, „dass die Qualität einer Nacherzählung darüber entscheidet, ob diese für die Erstellung eines episodischen Problemmodells und daher zur Erstellung eines mathematischen Problemmodells hilfreich ist.“ (ebd., S.56) Aufgrund ihrer Beobachtungen plädiert Voß (2009, S.57) für die Notation des Lösungsweges. Dies deckt sich mit den Beobachtungen der ersten Vorstudie, die ebenfalls dafür sprachen, Kinder den Rechenweg notieren zu lassen. Ferner betont Voß (2009, S.59), dass die arithmetische Aufgabe dieser Rechengeschichte zu offensichtlich ist. Dies ist ebenfalls ein „Kritikpunkt“ der ersten Vorstudie gewesen, der für die Konzeption der Hauptstudie berücksichtigt wurde.

[206] Auf die Differenzierung mit halben Punkten scheint Voß (2009) letztlich zu verzichten, sie verweist darauf, dass es hinsichtlich der Rangfolge der Kinder keinen Unterschied macht, ob pro genannter Information ein halber bis ein Punkt oder unabhängig von der Qualität immer ein Punkt gegeben wird (vgl. ebd., S.32).

5.5 Diskussion der Ergebnisse – Konsequenzen für die Hauptstudie

Was sagen die Ergebnisse in Bezug auf die Fragestellung aus? Wie lassen sich auffallende Ergebnisse möglicherweise erklären? Und welche Konsequenzen ergeben sich für die Hauptstudie?

Im Sinne der Frage, ob sich die Kinder zunächst lediglich auf den Text einlassen, zunächst demnach ein angemessenes Situationsmodell aufbauen und nicht sofort die mathematischen Informationen in den Blick nehmen, weisen die Ergebnisse unterschiedliche Antworten auf. Anhand der Werte in den Tabellen 2 und 3 lässt sich ablesen, dass das Situationsmodell von Rechengeschichte und Sachtext unterschiedlich gut bzw. umfangreich ausgeprägt ist. Dies muss allerdings nicht zwingend bedeuten, dass sich die Kinder, welche lediglich einen niedrigen Wert im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung" erhielten, zu sehr auf den mathematischen Aspekt der Texte fixiert hatten. Stattdessen könnten zum Beispiel die sprachlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten, die nicht gemessen wurden, Einfluss auf die Qualität der Nacherzählung haben.

Wie sich auch in Einzelfällen zeigte (s. o.), konnten einzelne Kinder die Rechengeschichte oder den Sachtext weniger gut nacherzählen, die Fragen dagegen gut beantworten. Im Fall der Rechengeschichte erhielten zwei Kinder im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung" lediglich Werte von 30% bzw. 33%, zeigten in der Beantwortung der Fragen deutlich bessere Leistungen. Im Fall des Sachtextes ließ sich ähnliches bei einem Kind beobachten. Möglicherweise konnten diese Kinder die Informationen während der Nacherzählung nur begrenzt eigenständig abrufen, obwohl die Informationen eigentlich im Situationsmodell verfügbar waren. Mithilfe eines Impulses (Fragen) konnten sie diese Informationen letztlich abrufen. Im Fall der drei Kinder, welche die Rechengeschichte quantitativ und qualitativ besser nacherzählten als sie die Fragen beantworteten, könnte gelten, dass ihnen vielleicht keine angemessene Lösungsskizze einfiel oder dass sie die Fragen lediglich mit kurz gefasst beantworteten, während sie in der Nacherzählung sehr detailliert den Inhalt wiedergaben. In beiden Fällen ist möglich, dass die Kinder ein angemessenes Situationsmodell aufbauten, sich folglich nicht allein auf die mathematischen Aussagen konzentrierten, dass aber die Fähigkeit, die Informationen abzurufen und auszusprechen, unterschiedlich ausgeprägt ist (manche benötigen einen Impuls von außen, andere können die Texte ohne weitere Hilfe gut nacherzählen).

Hinsichtlich der verwendeten Texte ist auffällig, dass die Werte im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung" im Fall der Rechengeschichte etwas höher sind als im

Fall des Sachtextes (es wurde keine statistische Prüfung durchgeführt, ob der Unterschied signifikant ist). 60% der Kinder erreichten einen größeren Wert im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung" der Rechengeschichte, 40% einen höheren Wert im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung" des Sachtextes. Betrachtet man die Werte für jedes Kind, so lässt sich beobachten, dass bei der letztgenannten Gruppe die Werte für die Detailliertheit geringer voneinander abweichen als in der Gruppe der Kinder, welche für die Nacherzählung der Rechengeschichte einen höheren Wert im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung" erhielten als für die Nacherzählung des Sachtextes (eine statistische Prüfung wurde nicht vorgenommen). Dies kann ebenfalls darauf hindeuten, dass die Rechengeschichte eine bessere Vorlage zum Nacherzählen darstellt. Neben den Zahlen spricht auch der subjektive Eindruck, dass die Kinder die Rechengeschichte fließender nacherzählen konnten als den Sachtext, für diese Einschätzung. Diese Beobachtungen unterstützten die Entscheidung, in der Hauptstudie lediglich Rechengeschichten nacherzählen zu lassen. Für die Entscheidung sprach ferner die Nähe von Rechengeschichten zu üblichen Textaufgaben in Schulbüchern. Sachtexte finden sich dagegen seltener in Schulbüchern.[207]

Ein weiterer Aspekt, der für die ausschließliche Verwendung von Rechengeschichten spricht, ist die Problematik, den Kern des Sachtextes zu bestimmen. Wie oben dargestellt, war dies nicht möglich, da der Sachtext keinen narrativen Charakter hat, somit keinen Handlungsstrang, der auf einen Höhepunkt hinausläuft, besitzt. Er besteht dagegen aus vier Teilen, die in sich abgeschlossen und somit unabhängig voneinander sind. Aufgrund dieser Problematik kann das „Verständnis des Kerns" im Fall des Sachtextes nicht gemessen werden, womit der Vergleich der Nacherzählungen von Sachtext und Rechengeschichte nur eingeschränkt möglich ist.

Hinsichtlich der Lösungsskizzen zeigte sich in den Interviews, dass eine vollständige, angemessene Lösungsskizze zur Rechengeschichte lediglich von wenigen Kindern angefertigt wurde. Diese Aufgabe stellte allerdings auch hohe Anforderungen an die Kinder: Sie wurden zu Beginn der Interviews bewusst nicht darauf hingewiesen, dass sie am Ende des Interviews nach einer Lösungsidee gefragt werden. Ferner hatten sie keine Möglichkeit, bei Bedarf auf den Text zurückzugreifen, sondern mussten allein auf der Basis ihres Situationsmodells eine Lösungsidee erstellen. Gleichzeitig sollten sie ihre Idee mündlich vortragen und durften keine Notizen anfertigen, wodurch die Aufgabe anspruchsvoller wurde. Dies könnte einzelne Kinder verunsichern.

[207] Auch wenn Erichson (1993) für den Einsatz authentischer Texte warb, finden sich weiterhin vorrangig klassische Textaufgaben in Schulbüchern.

Im Hinblick auf die Hauptstudie wurde grundsätzlich anders entschieden: Im Sinne der Fragestellung (Kapitel 4.1) ist auch interessant, wie Kinder die Rechengeschichte (der Hauptstudie) lösen. Daher wurde für die Hauptstudie entschieden, dass die Kinder eine Lösung der Rechengeschichte schriftlich anfertigen sollten, zumal dies der Realität des Mathematikunterrichts entspricht. Die Kinder sollten darüber bereits zu Beginn der Interviews informiert werden. Die Ergebnisse der ersten Vorstudie können diese Entscheidung unterstützen. Zudem können sie als Argument für die Frage, ob der Text zur Lösung wieder vorliegen soll, herangezogen werden.

Die Auswertungskriterien der Nacherzählungen (angelehnt an Heßelmanns (1996) Vorgehen) erwiesen sich als geeignet. Da Kinder lediglich Informationen nacherzählen können, welche sie verstanden und in ihrem Situationsmodell verankert haben, lassen die Zahl an nacherzählten Informationen sowie die Qualität der Nacherzählung jeder einzelnen Information eine Einschätzung über das Situationsmodell zu. Die Zahl an nacherzählten Informationen spiegelt den Umfang des Situationsmodells wider, die Qualität des Situationsmodells lässt sich durch die Vergabe von keinem bis zu zwei Punkten zumindest annähernd beschreiben. In der Hauptstudie wurde allerdings die Bewertung von keinem bis zu einem Punkt vorgenommen. Auch einige Bewertungsrichtlinien wurden modifiziert (zum Beispiel wurde das Vergessen von Namen oder Zahlen nicht negativ gewertet, sofern verständlich wurde, was das Kind sagen wollte).

Die Korrelation zwischen dem Maß „Detailliertheit der Nacherzählung“ und dem Maß „Erfassen des Kerns der Geschichte“ im Fall der Rechengeschichte ist relativ stark, allerdings nicht gleich 1. Die beiden Maße geben daher unterschiedliche Dimensionen wieder. Dies wird vor allem an den bereits oben beschriebenen Fällen deutlich: Es gibt Kinder, die viele Informationen nacherzählen, aber den Kern nicht vollständig erfassen, und es gibt Kinder, welche den Kern gut erfassen, aber nur wenige Informationen des gesamten Textes nacherzählen. Beispiele für diese Beobachtung wurden oben angeführt. Die Werte in den beiden Maßen weichen bei den vier Kindern A3, A4, A12 und A15 ab. Drei Kinder erreichten im Maß „Verständnis des Kerns des Textes“ einen höheren Wert als im Maß „Detailliertheit der Nacherzählung“. Möglicherweise haben sie den Kern der Rechengeschichte gut erfasst und konzentrierten sich in der Nacherzählung vorrangig auf die Kern-Informationen. Hinzu können sprachliche Anforderungen kommen, die zu einer Konzentration auf die mathematischen Informationen führen. Dies zeigte sich insbesondere bei Kind A15, welches vorrangig mathematische Informationen nacherzählte. Dieses Kind konnte am Ende des Interviews eine gute und korrekte Lösungsskizze anfertigen, was ihm möglicherweise aufgrund der Konzentration auf die mathematischen Informationen gelang.

Welche Ursache könnte dem Fall zugrunde liegen, dass ein Kind deutlich mehr Informationen, die nicht zum Kern gehören, als Kern-Informationen nacherzählt, wie im Fall von Kind A4? Den Kern der Rechengeschichte hat das Kind anscheinend nicht erfasst. Aufgrund den Daten wird nicht ersichtlich, welche Ursache zugrunde liegen kann. In der Nacherzählung lässt sich lediglich beobachten, dass das Kind zu Beginn den Namen des Eisverkäufers vergaß und am Ende relativ schnell zur Pointe der Geschichte kam (vgl. Transkript zu Kind A4). Möglicherweise hatte es lediglich den Anfang der Rechengeschichte gut mental repräsentiert.

Diese Beobachtungen sprechen für die Entscheidung, in der Hauptstudie an einer Unterscheidung zwischen dem Verständnis des gesamten Textes (Qualität des Situationsmodells) und dem Verständnis des mathematischen Kerns (Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns) festzuhalten. Im Unterschied zur ersten Vorstudie wurde in der Hauptstudie lediglich der mathematische Kern betrachtet, zu welchem die mathematischen Informationen, welche die mathematische Struktur wiedergeben, zählen.

Bei der Prüfung auf Zusammenhang zwischen dem Maß „Detailliertheit der Nacherzählung“ und der Leistung im Textaufgabentest zeigte sich, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen besteht – zumindest im Fall der Rechengeschichte. Im Fall des Sachtextes besteht kein signifikanter Zusammenhang. Eine mögliche Ursache wurde bereits oben angeführt: Die Rechengeschichte eignet sich als Vorlage für die Nacherzählung aufgrund ihres narrativen Charakters besser als der Sachtext, zudem entspricht sie stärker den typischen Textaufgaben. Sachtexte lassen sich dagegen seltener in Schulbüchern finden.

Die Korrelation spricht letztlich dafür, die Kinder vor Durchführung der Interviews der Hauptstudie einen Test bearbeiten zu lassen und die Ergebnisse bei der Bildung der Vergleichsgruppen zu berücksichtigen. Eine ungleichmäßige Verteilung der leistungsstarken Kinder könnte sich sonst ggf. auf das Ergebnis auswirken.

6 Zweite Vorstudie

Da sich im Rahmen der ersten Vorstudie zeigte, dass vor allem die Wirkung des Nacherzählens auf den Lösungserfolg von Rechengeschichten im Sinne der Fragestellungen sowie den Überlegungen von De Corte & Verschaffel (1987a) interessant ist, wurde das Design und Material gegenüber der ersten Vorstudie verändert. In einer zweiten Vorstudie wurden diese Modifikationen geprüft.

Im Rahmen dieses Kapitels wird daher zunächst beschrieben, welche grundsätzlichen Änderungen gegenüber der ersten Vorstudie vorgenommen wurden. Das Design, welches in der Hauptstudie verwendet wurde, wird detailliert in Kapitel 7 vorgestellt, in diesem Kapitel wird lediglich eine grobe Beschreibung gegeben, soweit sie für das Verständnis an dieser Stelle erforderlich ist. Ausführlich wird dagegen die Entwicklung des Materials dargestellt.

6.1 Inhalt und Sinn der zweiten Vorstudie

Wie soeben beschrieben, machten Veränderungen die Durchführung einer zweiten Vorstudie erforderlich. Eine erste Veränderung betrifft das Design der Studie oder – konkreter – der Ablauf der Interviews. Während in der ersten Vorstudie keine Lösung der Rechengeschichte angefertigt werden sollte, wurde im Hinblick auf die Fragestellung der Studie letztlich eine Lösung verlangt. Um die Wirkung des mündlichen Nacherzählens auf den Lösungserfolg und auf das Verständnis zu testen, wurde zur Strategiegruppe „Nacherzählen" ferner eine Vergleichsgruppe eingeplant (s. Kapitel 4). Durch ein Design mit zwei Vergleichsgruppen war eine Modifikation des Interviewaufbaus erforderlich, welcher in Kapitel 7 beschrieben wird. Begründungen für die Entscheidung der Modifikationen – auch aufgrund von Beobachtungen in Interviews, die im Rahmen der zweiten Vorstudie gemacht werden konnten – werden ebenfalls dort angeführt. An dieser Stelle möge der Hinweis genügen, dass die Kinder wie bereits in der ersten Vorstudie den Text einmal vorgelesen bekamen, ihn anschließend selbst lasen, eine Strategie anwandten und eine Lösung anfertigten.

Neben der Änderung des Designs erschien auch eine Änderung der Rechengeschichte sinnvoll. Die Rechengeschichte, welche in der ersten Vorstudie verwendet wurde, erwies sich als relativ leicht zu bearbeiten. Zwar umfasste sie eine hinreichend große Zahl an Wörtern, allerdings konzentrierten sich die mathematischen Informationen im letzten Abschnitt des Textes, so dass es ausreichen würde, zur Lösung der Rechengeschichte diesen kurzen Abschnitt des Textes zu lesen.

Ferner wurde überlegt, zwei Rechengeschichten mit unterschiedlichen Kontexten zu verwenden. So wurden zwei verschiedene Rechengeschichten formuliert, deren Eignung im Rahmen der zweiten Vorstudie geprüft wurde. Gerade in dieser Prüfung liegt die Hauptaufgabe der zweiten Vorstudie. Die beiden ursprünglichen Rechengeschichten wurden aufgrund der Reaktionen und Leistungen der Kinder entsprechend modifiziert, anschließend wurden die Modifikationen geprüft, um angemessene Texte zu schaffen. Neben der Evaluation und Modifikation der Rechengeschichten ermöglichte die zweite Vorstudie auch Verbesserungen des Interviewaufbaus (s.o. und Kapitel 7).

Ferner wurde ein Mathematiktest zusammenstellt, welcher ebenfalls im Rahmen der zweiten Vorstudie getestet wurde. Die Auswertungskriterien für diesen Test wurden allerdings erst zu einem späteren Zeitpunkt entwickelt (s. dazu Kapitel 7).

6.2 Entwicklung der Rechengeschichten

Ziele der zweiten Vorstudie waren unter anderem das Verfassen neuer Rechengeschichten – eine mit vertrautem, eine mit unvertrautem Kontext – sowie die Prüfung ihrer Verwendbarkeit. Letztere war zentrales Thema der zweiten Vorstudie. Im Folgenden wird daher der Prozess der Weiterentwicklung und Prüfung der verschiedenen Versionen der Rechengeschichten dargestellt.

6.2.1 Eine erste Version der Rechengeschichten

Eine süße Willkommensparty – Rechengeschichte mit vertrautem Kontext

Die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext erzählt von der Idee eines Kindes, zwei neue Nachbarskinder zu einer kleinen Party einzuladen, für welche ein anderes Kind den Einkauf übernimmt. Die Kosten sollten abschließend auf drei Personen aufgeteilt werden. Drei unterschiedliche Waren in unterschiedlicher Stückzahl wurden zu unterschiedlichen Preisen gekauft. Die mathematische Struktur der Rechengeschichte hatte demnach die Form $(a \bullet x + b \bullet y + c \bullet z) : 3$.[208]

Vier Kinder, die bereits an der ersten Vorstudie teilnahmen, wurden in Interviews gebeten, diese Rechengeschichte zu bearbeiten. Zwei der Kinder erzählten die Geschichte nach, zwei Kinder markierten lösungsrelevante Informationen.

Eine Auswertung der Interviews zeigte auf, wie gut verständlich der Text ist: Die vier Lösungen der Kinder gaben einen Hinweis, dass die Rechengeschichte möglicherweise zu schwierig ist. Lediglich ein Kind löste die Rechengeschichte korrekt, in den

[208] Der Text der Rechengeschichte befindet sich im Anhang.

Lösungen der anderen drei Kinder sind dagegen Fehler zu finden. Ein Abgleich der Lösungen mit den Aussagen der Kinder in den Interviews liefert möglicherweise Erklärungen für diese Fehler und bietet eventuell weitere Hinweise auf die Verständlichkeit des Textes.

Das Kind A9 löste die Aufgabe derart, dass es die Gesamtsumme korrekt berechnete, diese allerdings lediglich halbierte und nicht durch die Zahl 3 dividierte. Diese Lösung deckt sich mit den Markierungen des Kindes insofern, dass das Kind sämtliche mathematische Informationen unterstrichen hat, mit Ausnahme der Information, dass die Kosten auf drei Personen aufgeteilt werden. In der Erklärung, weshalb seine als nicht lösungsrelevant genannte Zahl zur Berechnung des Ergebnisses nicht erforderlich ist, wies das Kind darauf hin, dass die Gesamtkosten halbiert werden müssen (vgl. Transkript zu Kind A9 – Vorstudie II, Z.30-38). Es bleibt unklar, weshalb das Kind von einer Halbierung der Kosten ausging.

Hinsichtlich der Verständlichkeit des Textes lässt der Beitrag dieses Kindes den Schluss zu, dass der Text relativ gut verständlich ist. Fraglich bleibt allerdings, weshalb es zu der Annahme kam, dass die Kosten halbiert werden müssen. Diese Information findet sich nicht im Text.

Auch das zweite Kind (A10), welches lösungsrelevante Informationen unterstreichen sollte, löste die Rechengeschichte nicht korrekt: Es berechnete die Gesamtkosten, dividierte diese aber nicht durch die Zahl 3. Möglicherweise hat es diese Information überlesen und wurde auch durch das Wort „jeweils“ in der Frage nicht mehr auf diesen Rechenschritt aufmerksam. Da nicht nach einer Erklärung der Lösung gefragt wurde, bleibt die Ursache für diesen Fehler unklar.

Bei diesem Kind lässt sich ferner das Phänomen beobachten, dass vor allem Zahlen in Ziffernschreibweise[209] als relevante Informationen wahrgenommen werden. Das Kind markierte lediglich die im Text genannten Preise, welche in Ziffern gegeben waren, nicht aber die Zahlen der gekauften Artikel, welche in Wortform gegeben waren. Eine mögliche Erklärung kann im Verständnis der Kinder von Zahlen liegen. Für einige Kinder sind möglicherweise Zahlen nur in Ziffernschreibweise tatsächlich Zahlen, wenn sie dagegen in Wortform gegeben sind, werden sie nicht unbedingt als Zahl wahrgenommen. Nimmt man klassische Textaufgaben zum Vergleich, fällt auf, dass

[209] Gemeint ist die Darstellungsweise einer Zahl mit Hilfe von Ziffern, zum Beispiel 27; mit „Zahl in Wortform“ wird dagegen bezeichnet, wenn die Zahl als Wort geschrieben wird, zum Beispiel „siebenundzwanzig“.

in diesen selbst Zahlen kleiner als 13 in Ziffern angegeben werden[210]. Kinder sind dieses folglich gewohnt. Darin unterscheiden sich die Rechengeschichten dieser Studie von Textaufgaben, da hier auch Zahlen in Wortform im Text vorkommen. Wie sich auch in der Hauptstudie zeigte, kann dies Kinder verwirren. Zugleich bietet die Angabe von Zahlen in Wortform die Möglichkeit, oberflächliches Lesen zu erschweren und den Einsatz von Strategien effektiv zu machen.

Die beiden Kinder, welche die Rechengeschichte nacherzählen sollten, zeigten angesichts der Anforderungen und Bedingungen in der Nacherzählung relativ gute Leistungen. Das erste Kind schien die Grundhandlung der Geschichte verstanden zu haben (vgl. im Folgenden Transkript zu Kind A2 – Vorstudie II). Es konnte nacherzählen, dass aufgrund des Umzugs einer neuen Familie die Nachbarkinder eine Willkommensfeier planen, für welche eines der Kinder einkaufen geht. Allerdings konnte es vom mathematischen Kern der Geschichte wenig nacherzählen. Es fehlt zum Beispiel die Information über das Aufteilen der Kosten. Auch andere mathematische Informationen werden nicht oder falsch wiedergegeben. So spricht es zum Beispiel von drei Gummibärchen pro Tüte (vgl. Transkript zu Kind A2 – Vorstudie II, Z.34). Die Lösung des Kindes stimmt folglich nicht mit der Nacherzählung überein. Es verwendete mehr mathematische Informationen in der Lösung als es nacherzählte. Darüber hinaus ist seine Lösung nicht korrekt. Es berücksichtigte die Stückzahl einer Ware nicht und berechnete ferner lediglich eine Gesamtsumme, nicht die Anteilskosten der drei Gastgeber.

Das zweite Kind hatte teilweise Schwierigkeiten, die Geschichte nachzuerzählen. Es vergaß zum Beispiel Namen der Figuren, aber auch von Lebensmitteln (an die Bezeichnung „Schokokuss" konnte es sich nicht erinnern, vgl. hier und im Folgenden Transkript zu Kind A15 – Vorstudie II). Zugleich war es in der Lage, sprachliche Wendungen der Geschichte wie „also gut" und „na endlich" wörtlich wiederzugeben sowie wörtliche Rede in der Nacherzählung zu verwenden. An mathematischen Informationen nannte es allerdings nur die Preise der Waren. Da es Formulierungen wählte wie zum Beispiel „Schokolade für 1,20 €", wird nicht ersichtlich, ob das Kind den Preis als „Preis pro Stück" oder als Gesamtpreis für den Artikel versteht. Obwohl es nur wenige mathematische Informationen nannte, fertigte es eine richtige Lösung an.

Auch wenn lediglich eine von vier Lösungen zu dieser Rechengeschichte korrekt war, erschien diese Rechengeschichte mit vertrautem Kontext dennoch als geeignet.

[210] Beispiel aus Das Zahlenbuch 3 (2005, S.62): „Ines und Tim machen eine Fahrradtour. In 3 Tagen legen sie insgesamt 110 km zurück." Die Zahl 3 wird in Ziffern geschrieben, nicht als Wort.

Wie sich in der Analyse zeigte, waren auch die übrigen drei Lösungen relativ gut: in einem Fall wurde eine Stückzahl (von dreien) nicht berücksichtigt sowie keine Aufteilung der Ausgaben vorgenommen, in einem Fall werden die Gesamtkosten korrekt berechnet, aber keine Aufteilung vorgenommen, und im dritten Fall werden ebenfalls die Gesamtkosten korrekt berechnet, diese wurden allerdings lediglich halbiert und nicht auf drei Personen aufgeteilt. Dass dennoch Modifikationen dieser Rechengeschichte vorgenommen wurden, ergab sich aufgrund der Beobachtungen von Schwierigkeiten, welche sich in der Arbeit mit der Rechengeschichten mit unvertrautem Kontext zeigten. Da den Rechengeschichten später das gleiche mathematische Modell zugrunde liegen sollte, wurde die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext entsprechend den Veränderungen der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext modifiziert.

Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext – Variante A

Welche Probleme zeigten sich in den ersten Interviews zur Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext? Darauf wird im Folgenden eingegangen.

Die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext handelt von einer Heizöl-Bestellung auf einem fremden Planeten. Die Rechengeschichte zeichnet sich durch einen fiktiven Charakter und starke Verfremdung aus. Die Namen der handelnden Figuren sowie Bezeichnungen von Gegenständen waren entweder fiktiv (Blixo) oder Verfremdungen von real existierenden Namen („Müllex“ statt „Müller“, „Hunx“ statt „Hund“, „Kolix“ in Anlehnung an „Kohle“, „Galax“ in Anlehnung an „Galaxie“). Die mathematische Struktur hatte die Form $(a \bullet x+b \bullet y+c \bullet z):2$ bzw. $(a \bullet x):2 + (b \bullet y):2 + (c \bullet z):2$[211].

Vier Kinder, die bereits an der ersten Vorstudie teilnahmen, bearbeiteten diese Rechengeschichte. Zwei Kinder sollten die Rechengeschichte nacherzählen, die beiden anderen lösungsrelevante Informationen markieren.

Als erster Hinweis auf die Schwierigkeit dieser Rechengeschichte lassen sich die vier Lösungen heranziehen. Auffällig ist, dass keine Lösung korrekt ist. In einem Fall wird die Zahl 25 mit der Zahl 3 multipliziert, in einem Fall werden von der Zahl 31 die Zahlen 23 und 15 subtrahiert, in einem Fall wird die Zahl 27 mit der Zahl 4 multipliziert und im letzten Fall werden die Zahlen 23, 31 und 15 addiert und die Summe anschließend durch die Zahl 5 dividiert. In allen Lösungen lassen sich einerseits Zahlen finden, die in der Rechengeschichte vorkommen, zugleich aber auch Zahlen oder

[211] Aufgrund des Distributivgesetzes sind die beiden Terme gleich.

Rechenoperationen, die sich dort nicht finden lassen. Mitunter sind aufgrund der Aussagen der Kinder Spekulationen über ein Zustandekommen der Lösungen möglich, aber dies ändert nichts daran, dass die Rechengeschichte einen zu hohen Schwierigkeitsgrad aufweist.

Die Lösung „3•25“ wurde von Kind A3 angefertigt. Es wandte die Strategie „Unterstreichen“ an. Auffällig ist, dass es einerseits sämtliche Verbrauchswerte markierte, zwei von diesen letztlich als irrelevant bezeichnete. Eine mögliche Erklärung lieferte das Kind selbst, indem es davon ausging, dass die Figur Frau Sax den Verbrauch von 23 Litern als sinnvoll empfindet (vgl. Transkript zu Kind A3 – Vorstudie II, Z.24). Möglicherweise hat das Kind die Zahl 23 später in der Lösung in die Zahl 25 gewandelt. Da drei Figuren in der Rechengeschichte agieren, müssen 3•25 Liter Kolix bestellt werden – dies könnte eventuell die Überlegung des Kindes gewesen sein.

Im Fall der zweiten Lösung könnten möglicherweise die Wörter „senken“ und „weniger“ zur Subtraktion verleitet haben. Zugleich könnte das Kind A8 verunsichert sein, die lange Lösungsphase sowie einige Bemerkungen des Kindes könnten als Beleg dafür gelten. Interessanterweise entdeckte dieses Kind allerdings in der Strategiephase sämtliche mathematische Informationen mit Ausnahme der Information „halbieren“ (wobei das Kind während der Anwendung der Strategie sagte: „(…) die wollen ja nur die Hälfte verbrauchen.“, Transkript zu Kind A8 – Vorstudie II, Z.50).

Die dritte Lösung verweist ebenfalls auf den Schwierigkeitsgrad des Textes. Das im Text angegebene Alter einer der Figuren interpretierte das Kind in der Lösung zunächst als Alter, später dann als Geldwert, den es mit der Zahl 4 multiplizierte und als möglichen Verdienst innerhalb eines Jahres angab, von welchem auch eine Jacke für das Haustier gekauft werden könne (vgl. Transkript zu Kind A5 – Vorstudie II). Es zeigt sich deutlich, dass ein Schwerpunkt auf den Sachverhalt „Haustier friert – Jacke kaufen“ gelegt wird.

In der Nacherzählung dieses Kindes wurde die Problematik der Verfremdung sichtbar. Während die Namen „Müllex“ und „Sax“ unproblematisch waren, konnte das Kind den Namen „Hunx“ nicht korrekt wiedergeben.

Im Fall der vierten Lösung kann man annehmen, dass das Kind A13 zunächst davon ausging, dass die Verbrauchswerte den Gesamtverbrauch angeben und diese addiert werden müssen. Dies deutet sich auch in seiner Nacherzählung an (vgl. Transkript zu Kind A13 – Vorstudie II, Z.22). Unklar bleibt, weshalb das Kind die Summe durch die Zahl 5 dividiert.

Dass die Rechengeschichte hohe Anforderungen stellt und die Nacherzählung daher eine kognitive Herausforderung sein kann, zeigte sich bei diesem Kind.

14	S	Also der na so ein Mann, der w der wohnt in der Mitte über ihm wohnt eine Frau und (*sieht zu I*) unter ihm noch ein Mann. (*sieht zum Tisch hinunter*)
15	I	Mhmh,
16	S	Und der (*schluckt*) der Mann, der hat so ein Hux, (*sieht I an*)
17	I	(.) Mhmh,
18	S	Und wi (.) und d weil die weil die Huxe die sind da (*unverständlich*) ganz beliebt auf dem Planet und (*1 Sek.: atmet hörbar ein*) die frieren öfters, (..) und au dann auf dem Vertra trag stellte der fest dass der viel zu viel Kolix, (.) äm verbraucht hat, (*sieht zu I*)
19	I	Mhmh,
20	S	(*sieht von I weg*) (…) Und dann (.) da hat der sich und die Nachbarin (.) da wollte der sein ä sein Hund eine Jacke kaufen,
21	I	Mhmh,
22	S	und (..) und dann hat (..) und dann anstatt hat mh (*sieht I an*) dreienzwanzig Li dreiundzwanzig in sech in sechs Monate verbrauch, dreienzwanzig Kilo und sechs Mo dreienzwanzig Liter in sechs Monaten n zu verschwenden, verschwendet der jetzt ä fünfzehn Liter pro Monat, (*sieht zu I*)
23	I	Mhmh,
24	S	(.) und (13 Sek.) Rest hab ich vergessen. (*sieht zu I*)
25	I	Mhmh, willst du noch einmal überlegen, ob dir noch was einfällt?
26	S	(22 Sek.) Mir fällt nix mehr ein.

Tabelle 7: Auszug aus dem Transkript zu Kind A13 – Vorstudie II

An diesem Ausschnitt wird deutlich, dass die Rechengeschichte sowie die Aufgabe, diese nachzuerzählen, relativ schwierig sind. Zudem hatte das Kind nach eigener Aussage sämtliche Namen vergessen, was die Nacherzählung zusätzlich erschwert.

Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext – Variante B

Trotz dieser ersten Erfahrungen, die insgesamt gegen die Verwendung der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext in dieser Form sprachen, wurden zunächst lediglich kleinere Änderungen vorgenommen.[212]

Mit wenigen Änderungen sollten einige mögliche Ursachen für die oben beschriebenen Beobachtungen behoben werden:

- Die Zahlen wurden verkleinert, so dass Rechnungen weniger fehleranfällig wurden, da schließlich das Verstehen der Aufgaben im Vordergrund steht, nicht die Rechenfertigkeit.

[212] Daher wird diese Version als Variante B bezeichnet.

- Das Wort „Jahr“ wurde an mehreren Stellen gegen das Wort „Winter“ ausgetauscht, da üblicherweise nur im Winter geheizt wird. Die Zahl der Wintermonate wurde genannt, sobald das erste Mal das Wort „Winter“ fiel, um diese Zahl eindeutig zu geben.
- Die Frage am Ende der Rechengeschichte wurde für einige Kinder modifiziert. Zwei Kindern wurde die gleiche Frage gestellt, die bereits in Variante A gestellt wurde. In der Frage, welche die anderen beiden Kinder erhielten, wurde dagegen das Wort „zusammen“ eingefügt. Diese Variation wurde vorgenommen, um zu prüfen, ob die Frage der Variante A mehrdeutig ist.

Variante B wurde vier anderen Kindern, die ebenfalls bereits an der ersten Vorstudie teilnahmen, zur Bearbeitung vorgelegt. Wiederum sollten zwei Kinder lösungsrelevante Informationen unterstreichen, die anderen beiden die Geschichte nacherzählen.

Im Hinblick auf die Lösungen zeigten die ersten Modifikationen der Rechengeschichte lediglich geringe Wirkung auf den Lösungserfolg: Keine Lösung ist vollständig richtig. Die Qualität der Lösungen variiert. Eine Lösung berücksichtigt augenscheinlich keine Information des Textes (3•7), die übrigen drei Lösungen beinhalten Informationen der Rechengeschichte. Eine dieser drei Lösungen ist fast korrekt, es wird lediglich eine Zahl an Heizmonaten nicht beachtet und der entsprechende Verbrauchswert mit einer anderen Zahl multipliziert. Die übrigen Lösungsschritte sind korrekt. In den anderen beiden Lösungen gingen die Kinder vermutlich davon aus, dass es sich bei den Verbrauchswerten um einen Jahresverbrauch handelt. Eines der beiden Kinder addierte diese drei Verbrauchswerte und gab die Summe als Lösung an, das andere halbierte jeden einzelnen Verbrauchswert und gab als Lösung die drei halbierten Werte an.

Die Lösungen weisen darauf hin, dass die Rechengeschichte weiterhin einen sehr hohen Schwierigkeitsgrad aufweist. Nimmt man die mündlichen Aussagen der Kinder hinzu, bestätigt sich dieses. Das Kind A6, welches die Lösung 7+7+7=21 anfertigte, schien insgesamt mit der Bearbeitung der Rechengeschichte herausgefordert zu sein. Es markierte zum Beispiel auch Informationen des Textes, welche nicht lösungsrelevant waren. Zugleich konnte es eine nicht lösungsrelevante Zahl nennen. Ferner findet sich in seiner Erklärung des Lösungsweges, dass es verstanden hatte, dass die Figuren den Verbrauch des Heizstoffes senken wollten.

Im Fall des Kindes A16, welches eine fast korrekte Lösung der Rechengeschichte anfertigte, hätte man aufgrund der Markierungen eine andere Lösung erwarten können: Das Kind markierte lediglich die in Ziffern gegebenen Zahlen. Zugleich markierte es zweimal die Angabe „jeden Monat". Dies deutet darauf hin, dass es bereits in dieser Phase den Verbrauch als monatlichen Verbrauch verstand und die Heizperioden mitunter mental erfasste, diese aber nicht unterstrich.

Die Kinder, welche die anderen beiden Lösungen anfertigten, wandten die Strategie „Nacherzählen" an. Das Kind A1 (Lösung: 15+11+8=34) schien zwischenzeitlich nach passenden Begriffen zu suchen. Es wiederholte einige Wörter mehrfach (vgl. Transkript zu Kind A1 – Vorstudie II). Die zugrunde liegende Idee der Senkung des Heizstoffbedarfs erfasste das Kind, wenn es auch zugleich eine Senkung der Kosten damit verband und sich dieses nicht in der Lösung widerspiegelt.

Das zweite Kind konnte die Rechengeschichte umfassend nacherzählen, nannte im Rahmen der Nacherzählung viele Informationen. Zu Beginn konnte es sich an den Namen „Blixo" erinnern, vergaß diesen aber später und half sich in dieser Situation mit Formulierungen wie „der Mann, der 27 Jahre" (Transkript zu Kind A12 – Vorstudie II, Z.45; ähnlich auch in Z.67 und Z.73). Als „Fehler" könnte man anmerken, dass das Kind dieser Figur das Haustier zuwies und nicht der Figur Herrn Müllex. Bis auf die Information „halbieren" nannte das Kind alle mathematischen Informationen. Es erzählte diese sinngemäß richtig nach, den Verbrauch hatte das Kind demnach als Verbrauch pro Monat verstanden. Interessanterweise deckt sich die schriftliche Lösung (8:2, 15:2, 11:2) allerdings in dieser Hinsicht nicht mit der Nacherzählung.

Ein erstes Fazit zu den Interviews zur Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext

Die Ergebnisse der ersten Interviews zur Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext brachten folgende Schwierigkeiten zum Vorschein:

- Der Verbrauch wurde von einigen Kindern als Gesamtverbrauch verstanden. Die Information „pro Monat" wurde folglich nicht richtig wahrgenommen. In Einzelfällen wechselt das Verständnis von „Verbrauch pro Monat" zu „Gesamtverbrauch". Eine Erklärung können der Umfang und auch das Maß der Verfremdung darstellen, eine andere Erklärung die Unvertrautheit der beschriebenen Situation, des Kontextes der Rechengeschichte.
- Die Information, dass der Verbrauch an Heizöl im kommenden Jahr halbiert werden soll, erscheint erst am Ende des Textes. Damit verbunden kann das Missverständnis des Satzes „Auch Frau Sax findet es sinnvoll, weniger Kolix zu verbrauchen" sein. Ein Kind (A3) interpretierte den Satz dahingehend, dass es den im Vergleich zu Herrn Müllex Verbrauch geringeren Verbrauch von Frau Sax als optimale Verbrauchsmenge versteht. Ein anderes Kind betrachtet

den Verbrauch von Frau Sax aufgrund dieses Satzes anscheinend bereits als reduzierten Verbrauch (A1).

- Die Verfremdung durch die Wahl von Wörtern und Namen, welche den Buchstaben X enthalten, zeigte sich bereits in den ersten Interviews als problematisch. Einzelne Kinder vergaßen die Namen der Figuren. Dies kann möglicherweise ein Hinweis auf eine hohe kognitive Belastung sein. Es besteht die Gefahr, dass aufgrund der Verarbeitung der verfremdeten Namen andere wichtige Informationen nicht gut genug kognitiv verarbeitet werden und in das mentale Modell integriert werden können.
- Die Zahl an Wintermonaten erscheint irritierend (vgl. dazu Transkript zu Kind A8 – Vorstudie II). Im Text sollte daher explizit erklärt werden, dass der Winter auf diesem fiktiven Planeten vier Monate dauert.
- Die Formulierung „das ganze Jahr über" ist zu unpräzise. Aus der Rückmeldung eines Kindes (vgl. Transkript zu Kind A8 – Vorstudie II) geht hervor, dass mit der Information nicht automatisch die Zahl von zwölf Monaten aktiviert wird. Diese Assoziation kann im Grunde auch nicht erwartet werden, da die Dauer des Winters bereits von der Dauer des Winters auf der Erde abweicht.
- Der Text wirkte auf Kinder möglicherweise als zu lang. Zudem kann die Zahl der handelnden Figuren problematisch werden: Sollte ein Kind die Namen vergessen, wie es im Rahmen der ersten Interview der Fall war, wird es in der Nacherzählung vor die Schwierigkeit gestellt, die Figuren zu unterscheiden.
- Der Text enthält keine präzise Information darüber, ob eine Gesamtmenge berechnet werden muss. Dies wird durch die Rückfrage des Kindes A13 sowie durch die Lösung des Kindes A12, welches die drei Verbrauchsmengen nicht mehr abschließend addiert, deutlich.

Diese Beobachtungen sollten als Hinweise für Modifikationen ernst genommen werden. Unabhängig von der Beschaffenheit der Texte und von der Strategie zeigte sich bereits nach den ersten Interviews, dass die Frage nach einer Erklärung des Lösungsweges sinnvoll ist. Zwar ist möglich, dass einzelne Kinder ihren Rechenweg nicht verständlich erklären können und selbst nach der Erklärung einem Außenstehenden weiterhin unklar bleibt, wie das Kind zu seiner Lösung kommt, aber in einigen Fällen würde die Erklärung des Lösungsweges diesen für einen Außenstehenden transparenter machen.

6.2.2 Modifikationen der ersten Version und Prüfung von Version 2

Beide Rechengeschichten wurden nach den Erfahrungen der ersten Interviews überarbeitet. Sie wurden deutlich gekürzt. Statt drei Hauptfiguren waren nur noch zwei Hauptfiguren Handlungsträger der Geschichte. Dementsprechend wurde auch die mathematische Struktur verändert und auf folgendes Modell reduziert: $(a \bullet x + b \bullet y) : 2$ bzw. $a \bullet x : 2 + b \bullet y : 2$. Diese Struktur wurde diesmal beiden Geschichten zugrunde gelegt.

Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext (Version 2)

Version 2 der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext wurde von 15 Kindern im Rahmen von Interviews bearbeitet.[213] Die Ergebnisse sollen an dieser Stelle kurz beschrieben werden, wobei sowohl die schriftlichen Lösungen als auch die Beiträge in den Interviews betrachtet werden.

Die Kinder fertigten folgende Lösungen an:

Lösung	Häufigkeit	
	absolut	in %
korrekt	2	13,3
6*2+14*4	2	13,3
(6+14)*4:2	1	6,7
14*4:2+6*2	1	6,7
(14+6):2	4	26,7
Sonstige	5	33,3

Tabelle 8: Übersicht über die angefertigten Lösungen und ihre Häufigkeit[214]

Die Kategorie „Sonstige“ umfasst auffällige Lösungen, die lediglich einmal vorkommen. Dazu gehören die folgenden Lösungen[215]:

- $14 : 2 + 6 \bullet 3 : 2$ (Kind B13)
- $6 : 3 + 14 : 3$ (Kind B18)

[213] Zu dieser Version existieren zwei Fassungen, die minimal voneinander abweichen: in der ersten Fassung heißt es „Er verbrauchte im vergangenen Winter in jedem Monat nur 6 Liter Kolix“, in der zweiten hingegen „Er verbrauchte im vergangenen Winter 6 Liter Kolix pro Monat“. Ferner heißt es in der ersten Fassung „Außerdem heizt er nur in den beiden kältesten Wintermonaten“, in der zweiten dagegen „Außerdem heizt er nur in den zwei kältesten Wintermonaten“. Da die Abweichungen gering sind, werden beide Fassungen als eine Version des Textes zusammengefasst (Version 2). Die zweite Fassung bietet gegenüber der ersten Fassung den Vorteil, dass explizit von zwei Wintermonaten berichtet wird.
Eine Version der Rechengeschichte „Die Kolix-Bestellung“ hat auch Mangazeev (2010) nacherzählen und lösen lassen (Quelle: Mangazeev, M. (2010). *Strategien beim Bearbeiten von Rechengeschichten*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.).

[214] Prozentwerte wurden auf die erste Dezimalstelle gerundet.

[215] Eventuell werden kurze Erläuterungen der Kinder ergänzt. Rechenfehler werden nicht als Fehler gewertet.

- 6 • 12 (Das Kind (B17) geht von einem Verbrauch von 6 Litern pro Monat und einer Heizdauer von 12 Monaten aus.)
- 6 • 12 • 12 und 14 • 12 • 12
  Die wiederholte Multiplikation mit der Zahl 12 erklärt das Kind in folgender Weise (Transkript zu Kind B4, Z.46,48): „Ich hab erst gerechnet, (*guckt und zeigt in den Text*) äm, vom (*sieht auf das Arbeitsblatt*) letzten Monat, (*sieht wieder in den Text*)“ (Z.46) sowie „(*sieht auf das Arbeitsblatt*) Und dann hab ich das ausgerechnet wie wie viel (*zeigt auf das Arbeitsblatt*) sie eben halt im letzten Monat und dann noch mal diesen Monat (*zeigt auf die andere Rechnung*) dazu.“ (Z.48) Vermutlich meinte das Kind, dass es den Verbrauch des vergangenen Jahres sowie den Verbrauch dieses Jahres berechnen müsse. Das würde die Multiplikation mit der Zahl 12 erklären.
- (14 + 60) : 2 - (6 + 60) : 2
  Die Zahl 60 ergibt sich aus der Information über die Heizdauer der Figur Blixo (vgl. Transkript zu Kind B21).

Im Folgenden sollen die Nacherzählungen sowie die Markierungen und Begründungen der Kinder analysiert werden. Die Nacherzählungen wurden wie folgt ausgewertet: Jedes Kind erhielt für jede genannte Information einen Punkt, so dass gezählt werden kann, wie viele Informationen das Kind in seinem Situationsmodell des Textes aufnehmen konnte, um zu erfassen, welchen Schwierigkeitsgrad die Texte aufweisen. Es wird dabei nicht wie später in der Hauptstudie unterschieden, ob die Information vollständig sinngemäß richtig nacherzählt wurde, ob die Nacherzählung kleine Mängel aufwies oder ob eine Information sogar im verfälschenden Sinne nacherzählt wurde, auch wenn dadurch die Qualität der Nacherzählung nicht hinreichend differenziert bewertet wird. Im Vordergrund stand hier zunächst die Quantität, weniger die Qualität. Die Daten der Kinder, welche lösungsrelevante Informationen markierten, wurden ähnlich ausgewertet. Zur besseren Übersicht werden die Ergebnisse bezüglich der folgenden Aspekte in Tabelle 9 und 10 dargestellt:

a) *Umfang der Nacherzählung (U)*[216]: Zählt man die nacherzählten Informationen mithilfe des gerade genannten Verfahrens, erhält man einen Überblick über den Umfang dessen, was die Kinder kognitiv verarbeiten und mental repräsentieren

[216] In Klammern wird jeweils die Abkürzung, die in der Tabelle verwendet wird, angegeben.

konnten. Die Werte beschreiben, wie viele der Informationen die Kinder mental repräsentiert und somit verstanden hatten. Die Anzahl wird als absoluter sowie als Prozentwert angegeben.

b) *Umfang der Nacherzählungen mathematischer Informationen (math. U)*: Die mathematischen Informationen bilden eine Teilmenge aller Informationen, folglich wird der Wert durch Bilden einer Teilsumme ermittelt. Maximal sind in dieser Kategorie sechs Punkte möglich, da sechs mathematische Informationen vorkommen. Die Angabe erfolgt ebenfalls in absoluten als auch in Prozentwerten.

c) *Markierungen lösungsrelevanter Informationen (M)*: Gezählt wird, wie viele der mathematischen Informationen markiert wurden. Für den Erhalt eines Punktes reicht es, lediglich einen Teil der mathematischen Information zu markieren. Auch hier erfolgt die Angabe der Anzahl in absoluten und in Prozentwerden.

d) *Begründungen der Lösungsrelevanz einer Zahl (Relevanz)*: Die Antworten der Kinder auf die Frage nach einer Begründung der Lösungsrelevanz der von ihnen ersten markierten Information werden einer von sechs Kategorien zugeordnet:

„*Inhalt*": Die Lösungsrelevanz wird auf der inhaltlichen Ebene begründet. Diese inhaltliche Form der Begründung zeichnet sich dadurch aus, dass die Kinder die Frage am Ende des Textes aufgreifen und ihre Antwort darauf beziehen, indem sie herausstellen, dass man diese Information in Bezug auf die Frage benötigt und ohne diese Information das Ergebnis nicht bestimmen kann.

„*Rechnung*": Die Bedeutung einer Zahl für die Lösung der Aufgabe stellen Kinder durch Skizzierung des Lösungsweges heraus. Sie weisen möglicherweise darauf hin, welche Fehler bei Nichtberücksichtigung der Information auftreten können.

„*Zirkelschluss*": Kinder begründen die Relevanz mit dem Satz „ich brauche diese Information eben" (oder ähnlichen Formulierungen).

„*Keine Antwort*": Kinder können die Lösungsrelevanz nicht begründen.

„*Korrektur*": Das Kind bemerkt, dass es eine Information markiert hat, welche für die Lösung der Aufgabe keine Bedeutung hat. Es korrigiert diesen „Fehler".

„*Sonstige*": Die Antwort kann keiner der oben angegebenen Kategorien zugeordnet werden.

e) *Begründung der Irrelevanz einer Zahl (Irrelevanz)*: Die Antworten auf die Frage nach der Begründung der Irrelevanz einer Zahl aus dem Text lassen sich vier Kategorien zuordnen:
„*Inhalt*“: Die Kinder begründen die Irrelevanz auf der inhaltlichen Ebene und stellen heraus, dass die Zahl keinen Bezug zur Frage besitzt. Zum Beispiel könnten sie im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext erklären, dass die Zahl an Lebensjahren keine Information zur Berechnung der Bestellmenge darstellt.
„*Zirkelschluss*“: Das Kind gibt lediglich zur Antwort, dass die Zahl „nicht gebraucht“ wird.
„*Keine Antwort*“: Das Kind kann die Frage nicht beantworten. Hierzu werden auch die Kinder gezählt, welche keine irrelevante Zahl finden.
„*Sonstige*“: Die Antwort lässt sich keiner der oben angegebenen Kategorien zuordnen.

f) *Beziehung zwischen Nacherzählung bzw. Markierung lösungsrelevanter Informationen und Lösung der Aufgabe* (*Bez. L-N* bzw. *Bez. L-M*): Vergleicht man die Lösungen mit den mündlichen Beiträgen in den Interviews, so fällt auf, dass einige Kinder weniger oder mehr Informationen unterstreichen oder in der Nacherzählung nennen, als sie letztlich in der Lösung verwenden. In der Tabelle wird dies unter der Rubrik „Beziehung Lösung – Nacherzählung / Markierung“ angeführt. „Übereinstimmend“ bedeutet, dass das Kind genau die Informationen in der Lösung verwendet, welche es zuvor in der Nacherzählung genannt bzw. im Text markiert hat. Die Eintragung „abweichend +“ verweist auf den Fall, dass das Kind mehr Informationen nennt oder markiert, als es letztlich in der Lösung nutzt. Der Eintrag „abweichend -“ dagegen bedeutet, dass das Kind weniger Informationen in der Nacherzählung erwähnt bzw. weniger Informationen markiert, als es letztlich in der Lösung verwendet. Sollte ein Kind Informationen nacherzählen bzw. markieren, diese aber nicht in der Lösung einarbeiten, dafür aber in der Lösung Informationen nutzen, welche es zuvor nicht erwähnt oder unterstrichen hat, so findet sich in der Tabelle der Eintrag „abweichend +/-“.

Kind	U		math. U		Lösung	Bez. L-N
	abs.	in %	abs.	in %		
B4	9	33,3	2	33,3	Sonstige	abweichend +/-
B8	9	33,3	4	66,7	(14+6):2	abweichend +/-
B14	14	51,9	3	50,0	(14+6):2	abweichend -
B16	16	59,3	4	66,7	(14+6):2	übereinstimmend
B17	8	29,6	2	33,3	Sonstige	abweichend +
B18	12	44,4	1	16,7	Sonstige	abweichend +/-
B19	10	37,0	5	83,3	richtig	abweichend -
B20	7	25,9	3	50,0	richtig	abweichend -
B21	9	33,3	4	66,7	Sonstige	abweichend +/-

Tabelle 9: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext nacherzählten

Kind	M		Lösung	Bez. L-M	Relevanz	Irrelevanz
	abs.	in %				
B1	2	33,3	(14+6)*4:2	abweichend -	Inhalt, z.T. Zirkel.	Sonstige
B2	4	66,7	14*4:2+6*2	abweichend +/-	Rechnung	Inhalt, z.T. Zirkel.
B7	3	50,0	(14+6):2	abweichend +/-	Rechnung	Inhalt, z.T. Zirkel.
B12	4	66,7	4*14+2*6	abweichend -	Rechnung	Inhalt
B13	2	33,3	Sonstige	abweichend -	Inhalt	Inhalt
B15	3	50,0	4*14+2*6	abweichend -	Inhalt	Keine

Tabelle 10: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche lösungsrelevante Informationen markierten

Einige Anmerkungen zu den beiden Tabellen:

1. In der Auswertung der Interviews der zweiten Vorstudie wird die Schwierigkeit deutlich, die Nacherzählungen angemessen auszuwerten. Die Entscheidung, für jede genannte Information einen Punkt zu geben – unabhängig von der Qualität – erweist sich als unangemessen gegenüber den verschiedenen Leistungen der Kinder. Anhand der Nacherzählung des Kindes B21 lässt sich dies gut erklären. Ferner zeigt sich an diesem Beispiel, wie schwierig mitunter die Auswertung sein kann.

17	I	Dann versuch einmal, die Geschichte nachzuerzählen.
18	S	Also, (*räuspert sich*) da gibt's wei, zwei, (.) also, k, (*leise*) wie heißt das, (*lauter*) Galik, nee. (.) Also, es sind zwei Männchen, die auf'm Planeten wohnen und, ähm, die wollen im Winter weniger Kolix ver-, beheizen, also #weniger
19	I	#Mhmh.
20	S	Und ähm, im Monat gibt ein Männchen (..) v-, vier Liter au, äh, Kolix verbraucht er und eine sech-, nee, (..) vierzehn fr Liter gibt die aus und, also, ve-, beheizt die, und die woll'n miteinander nicht so viel verbrauchen.
21	I	Mhmh.
22	S	Deswegen versuchen sie, etwas da zu eine Lösung zu finden.
23	I	Mhmh.

24	S	(.) und die ha'm auch Häuser, die sind blau, also bunt gestrichen, die seh'n aus wie Würfel, und, ähm, da (.) Kamin kommt auch, ähm, grüner Rauch, äh, blauer Rauch raus.
25	I	Mhmh.
26	S	(11 Sek.) Ja, und, ähm, die haben, ähm, die wollten auch (..) sich zusammen mal treffen und versuchen, die Lösung da herauszufinden.
27	I	Mhmh.
28	S	(17 Sek.) Im Monat gibt einer vier, (.) einmal vier Monaten gibt einer ganz viel Li-, ganz viele Liter aus und einmal (16 Sek.) Mir fällt nichts ein.
29	I	Mhmh.
30	S	(13 Sek.) Ja.
31	I	Das war alles?
32	S	Ja.
33	I	Mhmh, okay.

Tabelle 11: Auszug aus dem Transkript zu Kind B21

Einige Informationen erzählte das Kind gut nach (Aufsteigen des Rauches, Aussehen der Häuser, Vorhaben des Sparens, Gedanken über Reduktionsmöglichkeiten). Andere Informationen wie zum Beispiel die Zahl an Monaten, in denen die Figur Frau Sax heizt, erzählt das Kind weniger gut nach, aber die Information lässt sich in der Nacherzählung finden. Schwieriger ist dies bei den Informationen über die Verbrauchsmengen: Das Kind war sich bei der Nacherzählung der Verbrauchswerte unsicher, was das Verstehen seiner Nacherzählung und entsprechend die Bewertung dieser erschwert. Auch über die Bewertung der Information über den Ort der Handlung ließe sich diskutieren, ebenso die Wiedergabe der Information über die gemeinsame Bestellung: In Z.20 kann das Wort „miteinander" darauf hinweisen, dass das Kind eine gemeinsame Bestellung des Heizstoffes meinte. Andererseits könnte es auch das gemeinsame Treffen meinen. Die Aussage ist nicht eindeutig, was die Bewertung erschwert.

Wie sich an diesem Beispiel zeigt, erscheint eine Auswertung, wie in Kapitel 3.6 beschrieben sowie in der ersten Vorstudie angewendet, die in der Punktbewertung qualitative Unterschiede berücksichtigt, daher angemessener zu sein. Sie ermöglicht, qualitative Unterschiede zwischen Kindern sowie die Qualität der einzelnen Aussagen eines jeden Kindes zu berücksichtigen. Zugleich können – wie soeben dargestellt – in manchen Fällen Schwierigkeiten bei der Entscheidung über die Punktzahl auftreten.

2. Die Zuordnung der Antworten auf die Frage nach Begründungen für Lösungsrelevanz und Irrelevanz zu den aufgelisteten Kategorien ist in einigen Fällen schwierig. Statt einer Zuordnung zu der gewählten Kategorie wäre auch eine andere Zuordnung möglich. Die Begründung der Lösungsrelevanz eines Kindes wurde zum Beispiel der Kategorie „Inhalt" zugewiesen, obwohl auch eine Zuordnung zur Kategorie „Zirkelschluss" möglich wäre („weil man das wissen muss", Transkript zu Kind B1, Z.26).

Die Irrelevanz der Zahl „27 Jahre“ begründeten vier Kinder in gewisser Weise auf der inhaltlichen Ebene, obwohl zugleich eine Zuordnung zur Kategorie „Zirkelschluss“ möglich wäre. Die Kinder erklärten, dass es sich bei dieser Zahl um das Alter einer der beiden Figuren handelt und dass die Zahl daher keine Bedeutung für die Frage zur Rechengeschichte hat, erwähnten allerdings zugleich, dass man diese Information nicht benötigt, um die Aufgabe zu lösen (Transkripte zu Kind B2 (Z.32), B13 (Z.33), B7 (Z.30/32), B12 (Z.56)). Die Antwort eines Kindes wird der Kategorie „Sonstige“ zugeordnet. In seiner Antwort deutet es an, dass die Lösungsrelevanz der Zahl „27 Jahre“ von der Fragestellung abhängig sei (vgl. Transkript zu Kind B1 (Z.36)).

3. Betrachtet man die Ergebnisse der Gruppe „Unterstreichen“, lässt sich beobachten, dass lediglich die in Ziffern gegebenen Zahlen von allen Kindern markiert wurden. Einige der übrigen mathematischen Informationen markierten hingegen lediglich vier Kinder.

4. Betrachtet man den Zusammenhang zwischen Qualität der Nacherzählung und Lösung, lässt sich Folgendes beobachten: Die Kinder, welche die Aufgabe richtig lösen, gehören zu den Kindern, welche relativ wenig von der Geschichte nacherzählten (sie erreichten Prozentwerte von 33,3% und 37%). Eines der beiden Kinder erwähnte allerdings fünf mathematische Informationen, das andere drei. Kinder, die dagegen relativ viele Informationen der Rechengeschichte nacherzählten (zum Beispiel 51,9% bzw. 59,3%) und zudem auch viele mathematische Informationen erwähnten (drei bzw. vier), lösten die Rechengeschichte hingegen inkorrekt. Aufgrund der kleinen Probandenzahl lassen sich allerdings aus dieser Beobachtung keine allgemeinen Schlüsse ziehen.

5. Die Angaben in der Tabelle zum Zusammenhang zwischen Lösung und Nacherzählung bzw. Markierungen täuschen in einzelnen Fällen. Betrachtet man die Nacherzählungen genauer, wird dies – wie im folgenden Beispiel – deutlich: Das Kind B17 schien mehr mathematische Informationen in der Nacherzählung zu nennen, als es schließlich in der Lösung verwendete. Schriftlich löste das Kind die Rechengeschichte, indem es den Verbrauch von 6 Litern pro Monat mit der Zahl 12 multiplizierte. Sieht man sich die Nacherzählung des Kindes an, wird deutlich, weshalb es den Verbrauch von 14 Litern pro Monat nicht weiter beachtete:

20	S	Also, es war ein Hund, ein Hunx (stolpert bei diesem Wort)
21	I	Mhmh.
22	S	Und war’n, da war’n (.) hatte ein (.) ähm, (…..) ein se-, fünfenzwanzig, eine fünfundzwanzigjährige (..) Lehrerin den Hunx und der fünfund, und die fünfundzwanzigjäh- (verschluckt den Rest) Frau
23	I	Mhmh.

24	S	Frau Hak, Sax friert (unverständlich) frierten ganz schnell,
25	I	Mhmh.
26	S	Und sie wollten weniger als vierzehn Liter (.) verbrauchen.
27	I	Mhmh.
28	S	Zum hei-, für de Heizung.
29	I	(nickt)
30	S	(..) Der danach beschlossen sie, ne Jacke zu kaufen,
31	I	Mhmh.
32	S	Damit sie weniger versuchen zu frieren.
33	I	Mhmh.
34	S	(…) Danach im (.) jeden Monat haben sie nur sechs Liter verbraucht.
35	I	Mhmh.

Tabelle 12: Auszug aus dem Transkript zu Kind B17

Das Kind verstand den Text demnach dahingehend, dass die Figur ihren Verbrauch von 14 auf 6 Liter pro Monat senken wollte. Daher ist die Information von 14 Litern pro Monat für die Lösung nicht weiter relevant.

Diese Nacherzählung ist zugleich wie die Nacherzählung des Kindes B21 ein Beispiel dafür, eine differenzierte Bewertung der Nacherzählungen vorzunehmen. Pro Information einen Punkt zu geben, würde nicht die unterschiedlichen Qualitäten berücksichtigen und einen angemessenen Vergleich der Kinder untereinander nicht ermöglichen.

Als Beispiel für den Fall, dass ein Kind die Rechengeschichte gut nacherzählt, viele mathematische Informationen nennt (auch sinngemäß richtig), die Rechengeschichte aber dennoch fehlerhaft löst, sei folgender Transkriptauszug angeführt:

11	I	Gut. (*nimmt währenddessen den Text weg*) Dann versuch einmal, die Geschichte nachzuerzählen.
12	S	Also, die Stadt, (.) mh, möchte weniger Kolix verbrauchen,
13	I	Mhmh.
14	S	das is' so, mh, ein Stoff, o, wie eine Heizung,
15	I	Mhmh.
16	S	Mh, (..) Frau Sax verbrauchte, n, in einem Monat (*atmet tief ein*) zwölf Liter Kolix, (.) außerdem in den vier (.) Wint-, vier Monaten.
17	I	Mhmh.
18	S	(.) Auch sein Bruder (.) möchte (.) weniger, (.) der verbraucht im Monat sechs Liter Kolix,
19	I	Mhmh.
20	S	mh, auch er wollte es niedriger machen, außerdem (.) heizt er nur in den zwei kältesten Monaten, #hat
21	I	#mhmh.
22	S	die Frau Sax vorgeschlagen: (.) Wir hol'n uns Jacken, dann müssen wir weniger heizen.
23	I	Mhmh.
24	S	(.) Gingen die raus (.) und haben Jacken gekauft.
25	I	Mhmh.

26	S	(.) Ende.
27	I	(*nickt*) Mhmh. Okay.

Tabelle 13: Auszug aus dem Transkript zu Kind B8

Das Verständnis der in Zeile 16 genannten mathematischen Information lässt sich nicht eindeutig interpretieren. Es sind zwei Auslegungen denkbar: Das Kind geht von einem Gesamtverbrauch von 14 Litern in vier Monaten aus oder es versteht die Aussage wie beabsichtigt als Verbrauch pro Monat. Die Aussagen in den Zeilen 18 und 20 sind dagegen eindeutiger zu verstehen und weisen darauf hin, dass das Kind den Verbrauchswert als Verbrauch pro Monat auffasst. Ob daher geschlossen werden darf, dass auch der erste Verbrauchswert als Verbrauch pro Monat verstanden wurde, bleibt offen. Die Lösung des Kindes würde vielmehr das Gegenteil belegen. So halbierte dieses Kind beide Verbrauchswerte lediglich und gab die Summe als Lösung der Aufgabe an. Die Heizperioden scheinen für die Lösung keine Bedeutung zu haben. Selbst die richtig nacherzählten Informationen über das Heizverhalten der Figur Blixo werden in der Lösung anders verwertet.

Über die Prüfung dieser Version in Interviews hinaus wurde Version 2 der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext wurde auch von Schülerinnen und Schülern einer fünften Klasse eines Gymnasiums schriftlich bearbeitet. In dieser Gruppe lag die Erfolgsquote höher als in der Grundschule: 17 von 29 Kindern lösten die Aufgabe dem Ansatz nach korrekt (wobei ein Kind keinen Lösungsweg anfertigte, in der Antwort allerdings das richtige Ergebnis angab, Rechenfehler werden nicht gewertet). Diese Kinder konnten die mathematische Struktur demnach erfassen.

Die Lösungen der übrigen zwölf Schülerinnen und Schüler seien hier kurz beschrieben: Drei Kinder berechneten den Verbrauch pro Figur, addierten die einzelnen Ergebnisse allerdings nicht zu einer Gesamtsumme. Die Fehler der übrigen neun Kinder weisen darauf hin, dass einige Zusammenhänge missverstanden oder übersehen wurden. Besonders die Informationen über Heizperioden wurden entweder übersehen oder missverstanden.

Die Bearbeitungen der Fünftklässler weisen allerdings darauf hin, dass die Rechengeschichte in dieser Alters- und Leistungsgruppe erfolgreich gelöst werden kann. Da diese Kinder älter sind als die teilnehmenden Kinder der Hauptstudie und ferner eine (vermutlich) qualitativ stärkere Leistungsgruppe darstellen, lassen sich ihre Ergebnisse lediglich bedingt zur Entscheidung über die Verwendung der Rechengeschichten heranziehen.

Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext – Version 2-1

Nach den ersten Interviews zu Version 2 wurde die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext modifiziert. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Versionen sind allerdings minimal, weshalb diese Fassung als Version 2-1 bezeichnet wird.

Folgende Änderungen wurden vorgenommen: Die Beschreibung der Häuser wurde gekürzt. Ferner wurde stärker betont, dass eine *gemeinsame* Bestellung erfolgen soll, am Ende der Geschichte wurde dieses Vorhaben weiterhin wiederholt aufgegriffen. Zum ersten Mal findet sich diese Information in Version 2-1 vor der Information „Halbieren der üblichen Heizstoffmenge". Der Satz „Bei einer Tasse blauer Limonade überlegen beide, wie sie den Kolixverbrauch halbieren können" (Version 2) wurde verändert in „Bei einer Tasse blauer Limonade besprechen die beiden, wie sie ihren Kolix-Verbrauch halbieren können" (Version 2-1), um deutlicher herauszustellen, dass die beiden Hauptakteure über ihren eigenen Heizstoffverbrauch beraten. Der Satz „Auch Blixo möchte weniger heizen" entfällt in Version 2-1.

Fünf Viertklässler einer dritten Schule bearbeiteten diese Version der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext. Von diesen sollten drei Kinder die Rechengeschichte nacherzählen, die anderen beiden lösungsrelevante Informationen markieren. Ferner wurden zu einem späteren Zeitpunkt einige einzelne Kinder gebeten, Version 2-1 der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext zu bearbeiten. Dazu gehören das Kind D10 sowie die Kinder E2 und E6, welche interviewt wurden (letztere ohne Videoaufzeichnung), und fünf Kinder einer vierten Klasse einer fünften Schule (E), welche die Rechengeschichte lediglich schriftlich bearbeiteten. Die Ergebnisse dieser Kinder werden im Anschluss an die ersten sechs Interviews analysiert.

In den schriftlichen Lösungen der Kinder, welche interviewt wurden (mit Videoaufzeichnung) zeigten sich ähnliche Schwierigkeiten wie oben:

Lösung	Häufigkeit	
	absolut	in %
korrekt	1	16,7
(6+14)*4	1	16,7
(14+6):2	1	16,7
14:2+6*2:2	1	16,7
Sonstige	2	33,3

Tabelle 14: Übersicht über die angefertigten Lösungen und ihre Häufigkeit in den aufgezeichneten Videos zu Version 2-1

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch bei der Auswertung der mündlichen Beiträge:[217]

[217] Anmerkung: Hier wurde wie oben jede nacherzählte Information mit einem Punkt gewertet.

Kind	U		math. U		Lösung	Bez. L-N
	abs.	in %	abs.	in %		
C1	10	37,0	4	66,7	(14+6)*4	abweichend +/-
C6	15	55,6	5	83,3	richtig	abweichend -
C7	18	66,7	5	83,3	(14+6):2	abweichend +/-
D10	14	56,0	1	16,7	14:2+6*2:2	abweichend -

Tabelle 15: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche Version 2-1 von „Die Kolix-Bestellung“ nacherzählten

Kind	M		Lösung	Bez. L-M	Relevanz	Irrelevanz
	abs.	in %				
C4	2	33,3	Sonstige (14-6)	übereinstimmend	Rechnung	Inhalt
C5	5	83,3	Sonstige	übereinstimmend	Inhalt	Inhalt

Tabelle 16: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder der Gruppe „Unterstreichen“ zu Version 2-1 von „Die Kolix-Bestellung“

Vergleicht man die Ergebnisse, welche die sechs Kinder in der Phase der Strategieanwendung (Nacherzählen oder Markieren lösungsrelevanter Informationen) zeigten, mit ihren schriftlichen Lösungen, fallen folgende Beziehungen auf, die in der Tabelle mitunter verdeckt bleiben:

Keines der vier Kinder erzählte explizit nach, dass die Verbrauchswerte für einen Monat gelten. Stattdessen werden die Verbrauchswerte als Gesamtverbrauch im Jahr dargestellt. In drei Lösungen zeigt sich allerdings ein anderes Verständnis: Die Kinder multiplizierten beide oder einen der beiden Verbrauchswerte mit einer der beiden im Text genannten Monatszahlen.

Im Fall von Kind D10 tritt eine deutliche Abweichung zwischen Nacherzählung und Lösung auf: die in der Nacherzählung genannte Information „halbieren“ wurde in der Lösung zwar verwendet. Darüber hinaus verwendete das Kind auch die Informationen „Verbrauch von Frau Sax“, „Verbrauch von Blixo“, „gemeinsame Bestellmenge“ sowie „Heizdauer von Blixo“. In der Lösungsphase markierte das Kind ferner zwei Informationen, was aufgrund der Vorlage des Textes in dieser Phase möglich war. Es vermischte folglich beide Strategien.

Die Kinder, welche lösungsrelevante Informationen markierten, nutzten die von ihnen unterstrichenen Angaben, allerdings anders, als es die mathematische Struktur des Textes erfordert. Das Kind, welches lediglich die in Ziffern gegebenen Zahlen markierte, subtrahierte diese. Interessanterweise erwähnte dieses Kind vor Anfertigung der Lösung, dass es diese markierten Werte halbieren müsse (vgl. Transkript zu Kind C4). Das andere Kind wandelte die Monate in Tage um und multiplizierte die Verbrauchswerte mit der entsprechenden Zahl an Tagen (Lösung: (14:2)•120 und

(6:2)•59). Sie verwendeten folglich die markierten Informationen, daher stimmen Lösung und Markierung überein. Praktisch bestehen Abweichungen zwischen Markierungen und Lösung, da die Informationen nicht in eine korrekte Lösung übertragen wurden.

In den beiden Interviews, die nicht mit der Videokamera aufgezeichnet wurden[218], zeigten sich vergleichbare Schwierigkeiten: Keines der beiden Kinder konnte die Rechengeschichte korrekt lösen. Kind E2, welches lösungsrelevante Informationen markierte, merkte an, dass ihm Informationen zur Lösung der Aufgabe fehlen. Es hatte zuvor lediglich die in Ziffern gegebenen Zahlen – Informationen über den Verbrauch pro Monat – sowie die Information „Hälfte des Kolix-Verbrauchs“ unterstrichen. Wenn es die Information „Verbrauch pro Monat“ korrekt verstand, fehlten ihm vermutlich die Angaben über die Anzahl der Monate. Diese hatte es nicht wahrgenommen.

Kind E6 wurde gebeten, die Rechengeschichte nachzuerzählen. Es löste die Rechengeschichte ebenfalls nicht korrekt, multiplizierte beide Verbrauchswerte mit dem Faktor 12 und addierte die erhaltenen Produkte. In dieser Lösung deutet sich an, dass das Kind E6 die Information „Verbrauch pro Monat“ korrekt verstanden hatte. Die Information über die korrekten Anzahlen an Monaten hatte es nicht im Situationsmodell integriert. Auf Nachfrage gab das Kind an, dass durch die Verwendung unbekannter Wörter die Rechengeschichte relativ schwierig zu verstehen sei.

Auch die fünf Kinder, welche diese Version lediglich schriftlich bearbeiteten, verweisen darauf, dass die Rechengeschichte weiterhin einen zu hohen Schwierigkeitsgrad aufweist: Eines von fünf Kindern konnte die Rechengeschichte korrekt bearbeiten. Ein weiteres Kind hatte ebenfalls weitestgehend korrekt verstanden, hatte lediglich die Anzahl der Heizmonate nicht wahrgenommen und daher die Verbrauchswerte mit der Zahl 12 multipliziert. Die übrigen Lösungsschritte waren korrekt. Drei Kinder interpretierten die Verbrauchswerte als Gesamtverbrauch, zwei von ihnen notierten daher 14+6 als Lösung, das dritte Kind halbierte zudem diese Summe ((14+6):2).

Abschließende Bemerkungen zu den Ergebnissen zu Version 2 und 2-1

Die Ergebnisse bezügliche der zweiten Version der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext wiesen darauf hin, dass der Text in dieser Version weiterhin einen zu

[218] Es wurden Gedächtnisprotokolle im Anschluss an die Interviews erstellt. Ferner liegen die schriftlichen Lösungen der Kinder vor.

hohen Schwierigkeitsgrad besaß. Dafür sprach die kleine Anzahl an korrekten Lösungen der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext (insgesamt 21 von 57; Anzahl in den Interviews: 3 von 23; Anzahl der Grundschullösungen: 4 von 28).

Auch Namen und Verfremdungen stellten weiterhin eine große Schwierigkeit dar. In den ersten Interviews traten daher folgende Bezeichnungen auf: Ein Kind nannte den Planeten „Galik“ (Transkript zu Kind B21, Z.18), die Namen der Figuren hatte dieses Kind vergessen. Ein anderes Kind nannte eine der beiden Figuren „Bixo“ oder „Bilo“, den Heizstoff am Ende „Dilox“ (s. Transkript zu Kind B14). Dieses Verändern der ursprünglichen Namen oder auch das Auslassen von Namen (indem zum Beispiel nur vom Planeten erzählt wird, ohne dessen Namen zu nennen) lassen sich bei allen neun Kindern, welche Version 2 nacherzählten, beobachten. Ein Kind merkte am Ende der Nacherzählung an, dass der Buchstabe „x“ so oft auftrat, dass man sich diesen Text nur schlecht merken könne (vgl. Transkript zu Kind B19). In den Interviews zu Version 2-1 ließ sich Ähnliches beobachten: Ein Kind nannte den Heizstoff „Blix“, was später zugleich der Name der Figur „Blixo“ wurde (vgl. Transkript zu Kind C6). Ein anderes Kind nannte die Figur Blixo in der Nacherzählung Bolix (vgl. Transkript zu Kind C7). Diese Ergebnisse lassen sich wie die entsprechenden Ergebnisse zu Version 1 deuten. Sie weisen auf eine mögliche Überlastung des Arbeitsgedächtnisses hin. Aufgrund dieser Überlastung können eventuell andere Informationen nicht richtig verarbeitet und in das Situationsmodell integriert werden. Die Verfremdung musste daher stärker zurückgenommen werden.

Die Lösungen und Nacherzählungen weisen aber darauf hin, dass die Information „pro Monat“ von einigen Kindern im gemeinten Sinne verstanden wurde. Die Information stellt somit kein grundlegendes Hindernis für das Verständnis des Textes dar. Insgesamt war dennoch eine Überarbeitung der Rechengeschichte zur Senkung des Schwierigkeitsgrades erforderlich.

Rechengeschichte mit vertrautem Kontext

Version 2 der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext wurde von acht Kindern bearbeitet. Die Erwartungen, dass diese Rechengeschichte weniger Schwierigkeiten bereiten würde, bestätigten sich.

Lösung	Häufigkeit	
	absolut	in %
korrekt	6	75,0
0,8+0,4	1	12,5
4*0,4+0,8	1	12,5

Tabelle 17: Übersicht über Lösungen und ihre Häufigkeit zur Rechengeschichte mit vertrautem Kontext[219]

Auf die Ergebnisse der Interviews soll hier kurz wie oben eingegangen werden.[220]

Kind	U		math. U		Lösung	Bez. L-N
	abs.	in %	abs.	in %		
B3	16	59,3	2	40,0	richtig	abweichend -
B5	19	70,4	5	100,0	richtig	übereinstimmend
B9	18	66,7	2	40,0	4*0,4+0,8	abweichend +/-
B10	21	77,8	5	100,0	richtig	übereinstimmend
C3	15	55,6	4	80,0	0,8+0,4	abweichend +

Tabelle 18: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext nacherzählten

Kind	M		Lösung	Bez. L-M	Relevanz	Irrelevanz
	abs.	in %				
B6	5	100,0	richtig	übereinstimmend	Korrektur	Zirkelschluss
B11	4	80,0	richtig	abweichend -	Rechnung	Inhalt
C2	4	80,0	richtig	abweichend -	Rechnung	keine

Tabelle 19: Ergebnisse der Kinder der Gruppe „Unterstreichen" zur Rechengeschichte mit vertrautem Kontext

Wie den Tabellen 18 und 19 zu entnehmen ist, erzählten oder markierten nicht alle Kinder sämtliche mathematischen Informationen. Demnach gilt für die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext, dass Vertrautheit mit der Situation nicht zwingend dazu führen muss, dass sämtliche mathematische Informationen mental repräsentiert werden. Zudem ließ sich in den Interviews beobachten, dass die Suche nach Zahlen, die für die Lösung der Aufgabe keine Bedeutung haben, sich im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext als schwieriger erweist. Eines der drei Kinder fand letztlich keine Zahl, die als lösungsirrelevant gilt.

Auch im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext werden in den Tabellen Zusammenhänge zwischen Lösung und Nacherzählung bzw. Markierung nicht immer gut wiedergegeben. Kind C3 erwähnte drei mathematische Informationen, nutzte in

[219] Rechenfehler werden nicht als Fehler gewertet, für die Einordnung als korrekte Lösung ist die Struktur entscheidend. Ein Kind hatte das richtige Ergebnis mündlich genannt, den letzten Rechenschritt nicht mehr notiert. Seine Lösung wurde als korrekt gewertet.

[220] In der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext werden fünf Informationen als mathematische Informationen bezeichnet.

der Lösung allerdings nur zwei dieser Informationen. Bei einer genauen Betrachtung der Nacherzählung ist die Lösung mit dieser durchaus vereinbar. Den Aussagen von Kind C3 lässt sich entnehmen, dass es die Aussage über den Preis pro Gummibärchentüte als Gesamtpreis für die insgesamt zwei Tüten Gummibärchen verstanden hat (vgl. Transkript zu Kind C3, Z.20/22). Seine Lösung (Addition der beiden Preise) passt zu diesem Verständnis des Textes. Eine ähnliche Interpretation ist auch bei Kind B9 denkbar (vgl. dazu Transkript zu Kind B9): Den Preis für eine Tüte Gummibärchen verstand das Kind anscheinend als Preis für Gummibärchen. Eine Zahl an Tüten von Gummibärchen nannte es in der Nacherzählung zudem nicht. Konsequenter Weise addierte es daher auch zu den Kosten für die Tafeln Schokolade den Preis für eine Tüte Gummibärchen.

In einem Interview trat der Fall ein, dass das Kind vom eigentlichen Interviewablauf abwich: Anstatt die Fragen abzuwarten, hatte das Kind C2 bereits während des Markierens von lösungsrelevanten Informationen das Ergebnis korrekt berechnet (vgl. Transkript zu Kind C2, Z.26). Dies lässt sich in den Interviews nicht immer unterbinden. In Einzelfällen muss dann entschieden werden, ob die Ergebnisse in der Studie verwendet werden können.

Vergleich der Ergebnisse zu beiden Rechengeschichten

Zum Vergleich der Ergebnisse zu beiden Rechengeschichten werden die Versionen 2 und 2-1 der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext an dieser Stelle wie eine einzige Textfassung betrachtet, die Ergebnisse entsprechend zusammengefasst.

Hinsichtlich der Anzahl korrekter Lösungen erweist sich die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext als wesentlich einfacher[221]. Sechs von acht Kindern (75%) lösten die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext korrekt. Im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext lag die Erfolgsquote deutlich niedriger (13% bei 3 von 23). Vergleicht man die Art der Fehler, so fällt auf, dass die Kategorie „Sonstige“ nur im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext vorkommt.

Vergleicht man die Ergebnisse hinsichtlich der angewendeten Strategien, so lässt sich kein wesentlicher Vorteil einer der beiden Gruppen beobachten. Sechs von 19 Kindern (etwa 31,6%) lösten die Rechengeschichte korrekt, nachdem sie diese zuvor nacherzählen sollten. Drei von zwölf Kindern (25%) lösten die Rechengeschichte korrekt, nachdem sie lösungsrelevante Informationen markiert hatten.

[221] Es wurde kein Signifikanztest durchgeführt.

6.2.3 Modifikationen der zweiten Version und Prüfung von Version 3

Aufgrund der Beobachtungen beim Einsatz von Version 2 wurden die Texte überarbeitet. Deutliche Änderungen wurden besonders bei der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext vorgenommen. Die Verfremdung wurde deutlich zurückgenommen: Statt des fiktiven Namens wurde eine der Figuren in der dritten Version Timo genannt, das Haustier „Hunx“ wurde zum Hund umgewandelt, anstelle des Namens Kolix erhielt der Heizstoff den Namen Grün-Öl. Auf diese Weise sollte die Geschichte für Kinder verständlicher werden. Auch die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext wurde modifiziert[222]. Zum einen wurde sie der textlichen Struktur nach der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext stärker angeglichen. Die Zahl an Informationen betrug hier zunächst 25. Wie sich später zeigte, war eine Änderung der Einteilung der Geschichten in Informationen sinnvoll, weshalb sich später die Zahl an Informationen leicht unterscheidet. Ein Grund dafür war unter anderem die unterschiedliche Zahl an Wörtern. Ein Überblick über die endgültige Struktur ist in Kapitel 7 zu finden. Außerdem wurden die Zahlenwerte in der Rechengeschichte verändert. Die entstandene Version 3 wurde in einer dritten Reihe von Interviews und schriftlichen Bearbeitungen getestet.

Auswertung der schriftlichen Ergebnisse

Zunächst sollen die Ergebnisse der Kinder, welche die Rechengeschichte lediglich schriftlich bearbeiteten, analysiert werden. Angefertigt wurden diese von zwei vierten und zwei dritten Klassen zweier Schulen. Während an einer Schule die vierte Klasse die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext und die beiden dritten Klassen die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext (Version 3) bearbeiteten, wurden in der vierten Klasse der anderen Schule von Version 3 beide Rechengeschichten[223]. Insgesamt liegen 70 schriftliche Lösungen aus dieser Phase der Vorstudie vor: 44 Kinder bearbeiteten die Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung“ (34 Dritt-, 10 Viertklässler) und 26 Kinder die Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“.

Von 44 Kindern, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext bearbeiteten, lösten lediglich zwei Kinder die Rechengeschichte korrekt. Für diese niedrige

[222] In dieser Phase der Pilotierung gab es zwei Fassungen von Version 3 der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext. Die Unterschiede waren minimal, so dass sie als eine Version gezählt werden.
[223] Fünf Kinder dieser Klasse bearbeiteten Version 2 der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext. Ihre Ergebnisse wurden oben bereits beschrieben.

Erfolgsquote sind verschiedene Erklärungen möglich: Zum einen ist der Text weiterhin zu schwierig. Zum anderen ist möglich, dass vorrangig leistungsschwächere Kinder diese Rechengeschichte bearbeiteten.

Die Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ wurde erwartungsgemäß von einer größeren Zahl an Kindern korrekt gelöst. Dennoch ist die Zahl an richtigen Lösungen von Kindern, welche diese Rechengeschichte nur schriftlich lösen sollten, relativ klein. Nur fünf Kinder verfolgten einen richtigen Ansatz (Rechenfehler bleiben unberücksichtigt).

Kategorisiert man die Fehler zu beiden Rechengeschichten und vergleicht die Häufigkeiten ihres Auftretens (die Reihenfolge der Rechenschritte wird nicht unterschieden), so zeigt sich folgendes Bild:

Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext		Rechengeschichte mit vertrautem Kontext	
Art des Lösungsversuchs	Häufigkeit	Art des Lösungsversuchs	Häufigkeit
Korrekte Lösung	2	Korrekte Lösung	5
Keine Lösung	7	Keine Lösung	
14+6	9	0,8+0,6	
(14+6):2	11	(0,8+0,6):2	1
14:2 und 6:2	2	0,8:2 und 0,6:2	
14*4:2+6*2	1	0,6*4:2+0,8*2	
(14+6)*3:2	1		
14*6	2	0,8*0,6	
(14*6):2	1	(0,8*0,6):2	
14*4+6*2		0,8*2+0,6*4	8
(14-6):2	1	(0,8-0,6):2	
14*4	1	0,6*4	5
14*4:2		0,6*4:2	1
(14+6)*4	3	(0,8+0,6)*4	
14+6*2	1	0,8+0,6*4	2
(14+6*2):2		(0,8+0,6*4):2	2
Sonstige	2	Sonstige	2

Tabelle 20: Übersicht über die Art der Lösungsversuche und ihre Häufigkeiten in den rein schriftlichen Bearbeitungen

In der Kategorie „Sonstige“ finden sich folgende Lösungsversuche: „14+12=26, 42+6“ sowie „14+6+4=20, 20:2“ waren zwei Lösungen, die zur Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext angefertigt wurden. Darüber hinaus ließ sich bei zwei Kindern beobachten, dass sie die Zahl 27 ebenfalls in ihre Lösung integrierten: Eines rechnete 14+6=27, eines 14•6=27[224]. Möglicherweise haben sich beide Kinder durch die Vorgabe der Zahl 27 im Text dazu verleiten lassen, diese in die Lösung einzubauen. Im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext zählen die Lösungen

[224] Da beide Lösungen einem bestimmten Ansatz zugeordnet werden können, wurden sie nicht zur Kategorie „Sonstige“ gezählt.

„0,80€ - 0,20€=060€“ sowie „7€+80€+60€=147€“ zur Kategorie „Sonstige“. Diese beiden Lösungen lassen sich nicht erklären, da sie Zahlen enthalten, die nicht im Text zu finden sind.

In einem Fall ist die Zuordnung nicht zwingend eindeutig: Das Kind rechnete entweder 14•4:2+6•2 oder (14+6)•4:2. Seine Lösung konnte folglich sowohl der Kategorie „14•4:2+6•2“ als auch „(14+6)•4:2“ zugeordnet werden. Da es in der Lösung ebenfalls 28+12 und 14+12 notierte, wurde die Lösung der ersten der beiden Kategorien zugeordnet.

Die Auflistung verdeutlicht, dass vor allem die Information „pro Monat“ nicht richtig verstanden wurde. Dass im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext fünf Kinder lediglich die Gesamtkosten für die Schokoladentafeln berechneten, lässt sich möglicherweise mit der Formulierung des Textes erklären: In der Textfassung der Vorstudie lautete der letzte Satz „Deswegen habe ich für dich doch Schokolade gekauft.“ Die Kinder könnten daher zu diesem falschen Lösungsweg verleitet worden sein.

Auswertung der Interviews zu Version 3

Version 3 beider Rechengeschichten wurde ebenfalls in mehreren Interviews eingesetzt, um die Verständlichkeit der Texte zu prüfen. Darüber hinaus fiel die Entscheidung dahingehend, das Vorlesen objektiver zu gestalten, indem den Kindern eine Video- oder Audiodatei vorgespielt wird, auf welcher ein Vorleser die Rechengeschichten liest. Im Rahmen der Interviews zu Version 3 wurde daher auch geprüft, welche der beiden Darbietungen in der Hauptstudie genutzt werden sollte.

An den Interviews nahmen 16 Viertklässler einer Schule am Niederrhein teil[225]. Sechs der Kinder bearbeiteten die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext, die übrigen zehn die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext. Darüber hinaus wurden sechs Drittklässler einer anderen Schule außerhalb von Essen in Interviews gebeten, Version 3 zu bearbeiten. Diese Interviews wurden nicht mit der Videokamera aufgezeichnet, es wurden lediglich Notizen bei Auffälligkeiten während der Interviews sowie Gedächtnisprotokolle im Anschluss an die Interviews angefertigt. Aus diesem Grund werden die Ergebnisse der Kinder aus beiden Schulen getrennt beschrieben.

Bei der Bearbeitung der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext zeigte sich, dass vier von sechs Kindern der Schule am Niederrhein eine korrekte Lösung anfertigten. Einem Kind fehlte zur richtigen Lösung nur das Halbieren. Das andere Kind, welches

[225] Das 17. Kind bearbeitete Version 2 der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext. Seine Ergebnisse wurden bereits oben beschrieben.

die Rechengeschichte falsch löste, dividierte die Gesamtkosten nicht durch die Zahl 2, sondern durch die Zahl 4.

Die Auswertungsergebnisse der Interview-Daten sehen wie folgt aus:

Kind	U		math. U		Lösung	Bez. L-N
	abs.	in %	abs.	in %		
D1	19	76,0	4	80,0	richtig	abweichend -
D2	23	92,0	5	100,0	richtig	übereinstimmend
D5	17	68,0	4	80,0	richtig	abweichend -
D15	14	56,0	5	100,0	(4*0,6+2*0,8):4	abweichend +

Tabelle 21: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext nacherzählten

Kind	M		Lösung	Bez. L-M	Relevanz	Irrelevanz
	abs.	in %				
D4	3	60,0	4*0,6+2*0,8	abweichend -	Rechnung	Zirkelschluss
D7	5	100,0	richtig	übereinstimmend	Rechnung	Sonstige

Tabelle 22: Ergebnisse der Kinder der Gruppe „Unterstreichen“ zur Rechengeschichte mit vertrautem Kontext

Tabelle 21 hält folgende Beobachtungen verborgen: Kind D15 löste die Rechengeschichte nicht korrekt ((4•0,6+2•0,8):4), erzählte aber sämtliche mathematische Informationen nach. Nacherzählung und Lösung weichen daher voneinander ab. Bei genauer Analyse seiner Nacherzählung lässt sich feststellen, dass das Kind die Information über das Halbieren der Kosten anders als im Text vorgegeben nacherzählte. Das Kind sprach von Vierteilung der Kosten. In seinem Verständnis ist daher die Lösung korrekt.

Im Folgenden sollen die Interviews zur Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext an der Schule am Niederrhein ausgewertet werden. Von den zehn Kindern konnten drei die Aufgabe erfolgreich bearbeiten. Zwei Kinder berechneten den Gesamtverbrauch des Vorjahres, halbierten das Ergebnis nicht. Die Lösungen der übrigen fünf Kinder deuten auf größere Schwierigkeiten hin. Einige dieser Lösungen werden unten beschrieben.

Die Auswertung der Interview-Daten lässt sich folgenden Tabellen entnehmen:

Kind	U		math. U		Lösung	Bez. L-N
	abs.	in %	abs.	in %		
D3	11	44,0	3	50,0	4*14+2*6	abweichend -
D6	4	16,0	2	33,3	(14:2)	übereinstimmend
D11	14	56,0	5	83,3	richtig	abweichend -
D14	12	48,0	6	100,0	richtig	übereinstimmend
D16	16	64,0	5	83,3	(14+6):2	abweichend +/-
D17	15	60,0	2	33,3	(14*4):6= x, x:2	abweichend -

Tabelle 23: Übersicht über die Ergebnisse der Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext nacherzählten

Kind	M		Lösung	Bez. L-M	Relevanz	Irrelevanz
	abs.	in %				
D8	2	33,3	14*30l^2+6*30l^2	abweichend -	Sonstige	Inhalt
D9	4	66,7	4*14+2*6	abweichend -	Rechnung	Inhalt
D12	3	50,0	richtig	abweichend -	Rechnung	Inhalt
D13	4	66,7	6*8+7*12	abweichend +/-	Sonstige	Sonstige

Tabelle 24: Ergebnisse der Kinder der Gruppe „Unterstreichen“ zur Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext

In der Gruppe „Unterstreichen“ ist auffallend, dass die in Ziffern gegebenen Zahlen von allen vier Kindern als lösungsrelevant identifiziert wurden. Die Information über die Heizdauer der Figur Frau Sax wurde dagegen lediglich von einem Kind unterstrichen, die Information über den Plan des Halbierens ebenso lediglich von einem Kind. Die Informationen, die in Ziffern gegeben sind, werden demnach häufiger wahrgenommen als Zahlen, die nicht in Ziffern notiert sind.

Die Eintragungen in der Spalte „Bez. L-N“ verdecken in manchen Fällen die tatsächliche Beziehung zwischen Lösung und Nacherzählung. Zwar erwähnte Kind D14[226] tatsächlich sechs mathematische Informationen und löste die Rechengeschichte korrekt; wie sich aber bei der Analyse der Nacherzählung zeigt, hatte es zuvor den Verbrauch der Figur Frau Sax als Jahresverbrauch mental repräsentiert. Dass es sich um einen Verbrauch pro Monat handelt, bemerkte das Kind in der Erklärung des Lösungsweges (vgl. Transkript zu Kind D14).

Im Fall von D16 findet sich der Eintrag „abweichend +/-“. Das Kind erwähnte einerseits mehr mathematische Informationen als es in der Lösung verwendete, nutzte zugleich eine Information (Addition der Werte), die es nicht nacherzählt hatte. Nicht verwendet, aber nacherzählt, hatte es die Informationen über die Heizperioden der beiden Figuren. Bei genauer Analyse der Nacherzählung wird deutlich, dass das Kind von

[226] Das Interview dieses Kindes wird später als Beleg für die Entscheidung, jedes Kind seinen Lösungsweg erklären zu lassen, herangezogen.

einem Jahresverbrauch ausging und daher die Heizperioden für die Lösung irrelevant waren (vgl. Transkript zu Kind D16). Die Lösung stimmt auf dieser Basis mit der Nacherzählung überein. Dies wird in der Tabelle nicht deutlich.

Interessant ist das Kind D17. Es konnte viele Details der Geschichte nacherzählen. Es erzählte primär Informationen der Rahmenhandlung nach (teilweise verfälschte es die Aussagen auch ein wenig). Darüber hinaus ergänzte es die Geschichte um einige Informationen, die als nahe liegend gelten können. So nannte es zum Beispiel hohe Kosten für Heizöl als weiteres Argument, den Verbrauch dieses Stoffes zu senken (vgl. Transkript zu Kind D17, Z.56). An mathematischen Informationen erwähnte es allerdings lediglich eine Information, welche es zudem nicht sinngemäß richtig wiedergibt („wie viel (.) Heizöl sie in diesen vier Monaten (..) holen, also bestellen.“, Transkript zu Kind D17, Z.38). Den mathematischen Kern der Geschichte schien es demnach nicht erfasst zu haben. Auf der Basis seiner Lösung lässt sich bedingt bewerten, wie das Kind den mathematischen Kern verstanden hat. Seine Lösung greift zumindest mehrere mathematische Informationen auf, passt allerdings in keiner Weise zur mathematischen Struktur der Aufgabe. Seine Lösung: (14•4):6:2 (Original im Anhang). Die Dezimalschreibweise muss in diesem Fall als Restschreibweise verstanden werden (so erklärt sie das Kind in der Beschreibung des Lösungsweges, vgl. Transkript zu Kind D17, Z.74).

Die sechs Kinder der anderen Schule besuchten zwei Parallelklassen des dritten Schuljahres. Zwei Kindern der einen Klasse wurde die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext („Die Grün-Öl-Bestellung“) vorgelegt und via Audiodatei vorgelesen. Eines der beiden Kinder sollte die Rechengeschichte nacherzählen, das andere lösungsrelevante Informationen markieren.

In der Nacherzählung zeigte sich, dass das Kind relativ viele Informationen nennen konnte. In seiner Lösung wird deutlich, dass es zumindest einen Verbrauch als Verbrauch pro Monat verstanden hat ((14•4 + 6) : 2).

Das andere Kind sollte lösungsrelevante Informationen markieren, tat dies allerdings erst nach Anfertigung einer Lösung der Aufgabe. Möglicherweise multiplizierte es daher auch die Verbrauchswerte mit der Zahl 3, da es die im Text angegebenen Zahlen nicht wahrgenommen hatte. Es markierte zwar im Anschluss an den Lösungsprozess die Informationen über die Heizperiode einer der beiden Figuren sowie über den Plan des Halbierens, nutzte diese aber nicht.

Vier Kindern der anderen Klasse wurde in den Interviews ebenfalls die Audiodatei vorgespielt. Drei Kinder bearbeiteten die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext, ein Kind die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext. Zwei der drei Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext bearbeiten sollten, sollten diese nacherzählen. Von diesen beiden Kindern konnte eines die Rechengeschichte gut nacherzählen. Seine Lösung bestätigt das gute Verständnis der Geschichte: Es berechnete dem Ansatz nach richtig die Bestellmenge für beide Figuren, addierte allerdings diese beiden Werte abschließend nicht.

Das zweite Kind tat sich hingegen schwerer. Bereits der Begriff „Nacherzählen" musste auf Nachfrage des Kindes geklärt werden. Als Lösung schlug es zunächst vor, die Zahlen 14 und 6 zu addieren, korrigierte seine Lösung dann allerdings und multiplizierte beide Verbrauchswerte mit der Zahl 12. Als Rückmeldung im Anschluss an das Interview benannte das Kind die Textlänge als Schwierigkeitsfaktor.

Das dritte Kind, welches die Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung" bearbeiten sollte, wurde gebeten, lösungsrelevante Informationen zu markieren. Es markierte lediglich die Namen der beiden Figuren in den Sätzen, in denen der Monatsverbrauch der beiden Figuren angegeben ist, sowie die beiden Verbrauchswerte (14 Liter und 6 Liter Grün-Öl). Die Angaben über die Heizperioden unterstrich es nicht. In der Lösung fanden diese beiden Angaben demnach keine Berücksichtigung. Die Information „halbieren" hatte das Kind zwar ebenfalls nicht unterstrichen, verwendete diese Information aber dennoch. Die Frage am Ende des Textes bereitete Schwierigkeiten: Es blieb die Unsicherheit, ob die Bestellmengen für beide Figuren getrennt oder als Summe anzugeben sind.

Das vierte Kind sollte die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext nacherzählen. Es traten keine Besonderheiten auf, daher wird auf dieses Ergebnis nicht genauer eingegangen.

Vergleich des Lösungserfolgs bei beiden Rechengeschichten

Vergleicht man die Ergebnisse der Kinder der Schule am Niederrhein zu der dritten Version der Rechengeschichten, fällt weiterhin der Unterschied der Schwierigkeitsgrade der beiden Kontexte auf. Während vier von sechs Kindern (etwa 66,7%) die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext korrekt lösten, gelang dies nur drei von zehn Kindern (30%) bei der Bearbeitung der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext.

Hinsichtlich der Strategien lassen sich beim Vergleich der Ergebnisse zu Version 3 der Rechengeschichten nur geringe Unterschiede beobachten. Die Zahl an korrekten

Lösungen ist in der Gruppe derer, welche die Rechengeschichten nacherzählen sollte, leicht höher. Fünf von zehn Kindern (50%) bearbeiteten die Rechengeschichte korrekt, in der Gruppe der Kinder, welche lösungsrelevante Informationen markieren sollten, dagegen nur zwei von sechs Kindern (33,3%). Eine statistische Prüfung wurde nicht vorgenommen.

Letzte Modifikationen

Im Anschluss an die letzten Interviews wurden kleinere Modifikationen an den Rechengeschichten vorgenommen. In der Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung" wurden die überleitenden Sätze zwischen der Information über den Heizstoffverbrauch und der Information über die Heizdauer der Figur Frau Sax modifiziert, damit diese Sätze einen ähnlichen inhaltlichen Zweck erfüllten wie die Sätze zwischen der Information über die Anzahl der gekauften Gummibärchentüten und der Information über den Preis einer dieser Tüten in der Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty". Ferner wurde in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext der Satz „Deswegen habe ich für dich Schokolade gekauft" in „Deswegen habe ich doch Schokolade gekauft" abgeändert. Eine konkrete Gegenüberstellung der beiden endgültigen Rechengeschichten befindet sich in Kapitel 7.

Die Aufgliederung der endgültigen Rechengeschichten in Informationen ergab, dass beide Texte eine unterschiedliche Zahl an Informationen umfassten, obwohl der Versuch unternommen wurde, die Texte strukturähnlich zu gestalten. Eine Ursache liegt darin, dass in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext die Information „Tom kauft Gummibärchen" eingefügt wurde, um die Bewertung zu vereinfachen.[227] Ferner beinhaltet die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext mehr Wörter als die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext, wodurch eine Aufspaltung in eine größere Anzahl an Informationen möglich ist. Durch die Umrechnung in Prozentwerte und Zuweisung einer von drei Leistungsgruppen werden die Ergebnisse zu den beiden Rechengeschichten dennoch vergleichbar.

Eine Modifikation des Interviewablaufs wurde ebenfalls vor Beginn der Hauptstudie vorgenommen: Es zeigte sich auch im weiteren Verlauf der Vorstudie, dass die Erklärung des Lösungsweges sinnvoll erscheint. Zum einen zeigte sich wiederum, dass

[227] Durch die Einführung dieser Information in die Liste der zu bewertenden Informationen konnte das Problem gelöst werden, Aussagen wie zum Beispiel „Tom kauft Gummibärchen" angemessen zu bewerten. Ohne die Einfügung dieser Information hätten Kinder mitunter einen halben Punkt für die mathematische Information „Tom kauft zwei Tüten Gummibärchen" erhalten, obwohl in der Aussage keine mathematische Information enthalten ist. Nähere Hinweise hierzu finden sich in den folgenden Kapiteln.

eine Erklärung das Verständnis unterstützen kann. Zum anderen bot in einem Fall die Erklärung dem Kind eine Hilfe, da es während der Erklärung einen Fehler entdecken und diesen korrigieren konnte. Aus diesen Gründen wurde entschieden, jedes Kind in der Hauptstudie am Ende des Interviews um eine Erklärung seines Lösungsweges zu bitten.

6.3 Der Mathematiktest

Da die mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten neben der Lesekompetenz einen entscheidenden Beitrag zum Erfolg oder Misserfolg beim Lösen von Textaufgaben leisten können, erschien es sinnvoll, diese Fähigkeiten und Fertigkeiten der Kinder vor Durchführung der Interviews zu erheben. Die Ergebnisse dieser Erhebung können nicht nur dazu dienen, die Kinder auf die Vergleichsgruppen zu verteilen, sondern sie ermöglichen zudem auch, Zusammenhänge zwischen dieser „Kompetenz" und den Strategien zu untersuchen. Da es im Sinne der Studie als hinreichend erachtet wird, die Fertigkeiten im Bereich der Addition und Multiplikation, im Halbieren und im Lösen von Textaufgaben zu erfassen, wird nicht die allgemeine mathematische Kompetenz erfasst, sondern es sind lediglich Aussagen über die Fertigkeiten in den genannten Bereichen möglich.

Um einen Einblick in diese Fertigkeiten zu erhalten, wurden entsprechend Aufgaben für den Test gewählt (s. Kapitel 7.2). Durch die Rechenaufgaben zu Beginn ist theoretisch ein Vergleich der Lösung der Rechengeschichte mit den Lösungen in den Aufgaben möglich. Sollten die Kinder bereits Fehler bei der Bearbeitung von Rechenaufgaben machen, so könnten diese auch möglicherweise erklären, weshalb Kinder die Rechengeschichte nicht korrekt bearbeiten. Für die Zuweisung zu einer von drei Leistungsgruppen werden letztlich die Ergebnisse bezüglich der Textaufgaben verwendet. Diese spiegeln schließlich zum einen mathematische, zum anderen auch Lese-Fertigkeiten wider.

Um einen geeigneten Test zu erhalten, wurde eine erste Version in einer vierten Klasse getestet. Zum einen stand die Prüfung auf Reliabilität der Aufgaben, zum anderen standen zeitliche Lösbarkeit, Differenzierungsmöglichkeit durch den Test[228] und der Schwierigkeitsgrad im Fokus dieser ersten Testphase.

Diese Prüfung war allerdings nur begrenzt möglich. Die Anzahl der Aufgaben war aufgrund der zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit von 45 Minuten zu klein, um die Reliabilität mithilfe der Methoden Retest, Paralleltest oder Testhalbierung (vgl.

[228] Eine Frage an den Test: Ermöglicht er eine Einteilung in verschiedene Leistungsgruppen?

Bortz & Döring 2006[229], S.196-198) zu prüfen. In Ansätzen wurde aber geprüft, ob Kinder Aufgaben und sogenannte „Parallelaufgaben“ in gleicher Weise bearbeiteten. Zu jeder der potenziellen zukünftigen Textaufgaben wurde daher eine strukturgleiche Textaufgabe eingesetzt. Die Kinder bearbeiteten zwei der potenziellen Textaufgaben sowie die zwei dazugehörigen Parallelaufgaben. Die Auswertung erfolgte dann sowohl im Hinblick auf den Schwierigkeitsgrad des Tests (wie viele und welche Aufgaben konnten die Kinder korrekt lösen) als auch im Hinblick auf die Art und Weise der Lösungen (wurden Textaufgabe und die zugehörige Parallelaufgabe auf gleiche Weise gelöst).

6.3.1 Eine erste Version des Mathematiktests

Die erste Testversion wurde in der ersten Schulwoche mit 24 Kindern einer vierten Klasse getestet. Insgesamt wurden drei verschiedene Gruppen gebildet. Dazu wurden drei Fassungen aus folgenden Aufgaben zusammengestellt (Aufgabe und Parallelaufgabe haben die gleiche Nummer):

1) a) Lukas und seine Schwester wiegen zusammen 57 kg. Lukas wiegt 3 kg mehr als seine Schwester. Wie viele kg wiegt Lukas?
   b) Max und Moritz wollen gemeinsam ein Computerspiel für 64 € kaufen und legen dazu ihr Geld, das jeder von ihnen gespart hat, zusammen. Max hat 6 € mehr gespart als Moritz. Wie viel € hat Max gespart?[230]
2) a) Sarah und Steffi machen eine Radtour. An jedem Tag fahren sie 35 km. Sie wollen bis zum Stausee fahren, der 230 km von ihrer Stadt entfernt ist. Sie haben geplant, in spätestens 7 Tagen dort anzukommen. Schaffen sie das?[231]
   b) Die Löwen im Zoo fressen jeden Tag 45 kg Fleisch. Es sind 340 kg Fleisch vorhanden. Die nächste Lieferung an Fleisch kommt in 7 Tagen. Reicht die vorhandene Menge bis dahin für die Löwen?[232]

---

[229] Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4 ed.). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
[230] Dass Kinder diesen Aufgabentypus kennen können, wurde bereits oben (Kapitel 5) bezüglich der Parallelaufgabe angegeben.
[231] Kinder können Aufgaben zu Fahrradtouren aus den Schulbüchern kennen (z. B. gibt es Aufgaben, in denen Strecken berechnet werden müssen, s. z. B. in Das Zahlenbuch 3 (2005), S.43/73).
[232] Die Zahlen sind möglicherweise nicht realistisch. In Welt der Zahl 3 (2010) (Quelle: Rinkens, H.-D., Hönisch, K., & Träger, G. (2010). *Welt der Zahl 3* (Vol. 3). Braunschweig: Schroedel.) wird die Futtermenge eines Löwen pro Tag mit 15 kg angegeben (S.52; hier befinden sich auch ähnliche Aufgaben, so dass man annehmen kann, dass Kinder diesen Aufgabentypus kennen können), auf einer Interseite fand sich dagegen eine Menge von 40 kg (http://www.big-cats.de/loewe.htm, zuletzt eingesehen am 10.09.2016).

3) a) Inga und ihr Vater wollen zusammen ins Kino gehen. Der Eintritt kostet für Erwachsene 8 €, Kinder zahlen die Hälfte. Wie viel müssen die beiden zusammen bezahlen?[233]

   b) Im Gelsenkirchener Zoo lebt eine Nilpferdmutter mit ihrem Nilpferdbaby. Jeden Tag bekommen die beiden Futter. Die Mutter frisst 70 kg am Tag, ihr Baby die Hälfte. Wie viel Futter bekommen die beiden jeden Tag?

4) a) Janas Vater wiegt zu viel und soll daher abnehmen. Am Ende seiner Kur wiegt er nur noch 84 kg. Das sind im Vergleich zu vorher 17 kg weniger. Wie viele kg hat Janas Vater vor der Kur gewogen?

   b) Sonja hat auf dem Flohmarkt in der Stadt einen eigenen kleinen Stand. Sie möchte vor allem ihre alten Comic-Hefte verkaufen. Am Ende des Tages hat sie nur noch 24 Comic-Hefte. Das sind im Vergleich zu vorher 19 Hefte weniger. Wie viele Comic-Hefte hatte Sonja am Anfang des Tages?

Die konkrete Zusammensetzung sah wie folgt aus: Gruppe A erhielt die Aufgaben 3a, 3b, 4a und 4b, Gruppe B 1a, 1b, 2a und 2b. Eine dritte Gruppe (C) erhielt die Aufgaben 1a, 2b, 3a und 4a. Zusätzlich erhielt jede Gruppe einige Additions-, Multiplikations- und Halbierungsaufgaben (siehe Anhang). Acht Kinder erhielten diese dritte Testversion, acht Kinder gehörten zu Gruppe A, die übrigen acht Kinder zu Gruppe B.

Die Ergebnisse nach der ersten Phase der Testpilotierung erforderten eine Überarbeitung. Insgesamt waren die Erfolgsquoten zu gut, um sämtliche Textaufgaben für die Hauptstudie beizubehalten, eine Differenzierung erschien eventuell nicht möglich zu sein. Die Aufgaben wurden wie folgt erfolgreich bearbeitet[234]:

[233] Auch dieser Aufgabentypus müsste den Kindern vertraut sein, es gibt z. B. in Das Zahlenbuch 3 (2005, S.62) eine Aufgabe, in welcher ein Preis mit dem Hinweis, dass Kinder die Hälfte zahlen, gegeben ist.

[234] Zwei Kinder erhielten während der Bearbeitung des Tests ein wenig Unterstützung von der Lehrerin. Diese Hilfe hat allerdings kaum Auswirkungen auf die Erfolgsquoten, da auch ohne die Berücksichtigung der Daten dieser Kinder die Erfolgsquoten ähnlich hoch wären.

Aufgabe	Anzahl an Lösungen		Erfolgsquote
	korrekt	inkorrekt	
1a	8	8	50,00%
1b	0	8	0,00%
2a	7	1	87,50%
2b	13	3	81,25%
3a	16	0	100,00%
3b	6	2	75,00%
4a	14	2	87,50%
4b	6	2	75,00%

Tabelle 25: Übersicht über den Bearbeitungserfolg der Kinder bei den einzelnen Textaufgaben des Mathematiktests

6.3.2 Modifikationen und Prüfung der zweiten Version

Aufgrund dieser Ergebnisse wurden einige Modifikationen vorgenommen, die eine Woche später in zwei anderen Klassen auf dieselbe Weise getestet wurden. Zum einen wurden die Additions- und Multiplikationsaufgaben verändert, zum anderen wurden Textaufgaben ausgetauscht. Hinsichtlich der Rechenaufgaben wurden Aufgaben im Zahlenraum bis 1000 gewählt. Als Text- und Parallelaufgaben wurden folgende verwendet:

1) a) Kevin und Kai wollen eine Radtour machen. Drei Tage lang wollen sie jeweils 90 km fahren, an den darauf folgenden vier Tagen jeweils nur die Hälfte. Wie viele km sind die beiden gefahren?

   b) Herr und Frau Schmidt möchten mit ihren drei Kindern mit dem Zug nach München fahren. Die Fahrt kostet für einen Erwachsenen 84 €, Kinder zahlen die Hälfte. Wie viel € muss die Familie Schmidt bezahlen?[235]

2) a) Thomas möchte sich in neun Monaten ein neues Fahrrad kaufen. Er will dafür jeden Monat etwas Geld sparen. Das Fahrrad kostet 630 €. Wie viel € muss Thomas in jedem Monat im Durchschnitt sparen?

   b) Sandras Mutter will bis zum Urlaub in acht Wochen noch 32 kg abnehmen. Wie viel kg muss sie in einer Woche im Durchschnitt abnehmen, um ihr Ziel zu erreichen?

[235] Wie bereits oben angemerkt, sind derartige Aufgaben, in welchen Kinder die Hälfte des Erwachsenenpreises zahlen müssen, mitunter vertraut (weiteres Beispiel – Berechnung der Fahrtkosten für eine vierköpfige Familie – ist z. B. in Das Zahlenbuch 4 (2005, S.77) und Das Zahlenbuch. Mathematik im 4. Schuljahr (1999, S.94). vollständige Quellenangaben: Wittmann, E. C., & Müller, G. N. (2005). *Das Zahlenbuch 4*. Leipzig: Klett; Wittmann, E. C., Müller, G. N., Berger, A., Birnstengel-Höft, U., Fischer, M., Hoffmann, M., .Jüttemeier, M., Müller, U. (1999). *Das Zahlenbuch. Mathematik im 4. Schuljahr.* Leipzig: Klett.).

3) a) Lukas und seine Schwester wiegen zusammen 57 kg. Lukas wiegt 3 kg mehr als seine Schwester. Wie viel kg wiegt Lukas?
   b) Max und Moritz wollen gemeinsam ein Computerspiel für 64 € kaufen und legen dazu ihr Geld zusammen. Max gibt 6 € mehr als Moritz. Wie viel € hat Max gegeben?
4) a) Die Löwen im Zoo fressen jeden Tag 45 kg Fleisch. Es sind noch 340 kg Fleisch vorhanden. Die nächste Lieferung kommt in 7 Tagen. Reicht die vorhandene Menge bis dahin für die Löwen?
   b) Sarah und Steffi machen eine Radtour. An jedem Tag fahren sie 35 km. Sie wollen bis zum Stausee fahren, der 230 km von ihrer Stadt entfernt ist. Sie haben geplant, in spätestens 7 Tagen dort anzukommen. Schaffen sie das?

Darüber hinaus gab es eine weitere Aufgabe, die der mathematischen Struktur nach Aufgabe 1 zugeordnet werden kann. Sie erfordert den gleichen Lösungsansatz, enthält allerdings eine zusätzliche mathematische Information, weshalb sie gesondert hier angeführt wird.

5) Im Zoo leben im Löwengehege sechs ausgewachsene Löwen mit ihren neun Löwenbabys. Jeden Tag legt der Tierpfleger Fleisch ins Gehege. Ein ausgewachsener Löwe frisst 42 kg Fleisch in der Woche, Löwenbabys fressen die Hälfte. Wie viel kg Fleisch legt der Tierpfleger in einer Woche ins Löwengehege?[236]

Aufgrund der Abweichung ist ein Vergleich der Aufgaben 1b und 5 nicht unproblematisch. Da der mathematische Lösungsansatz in beiden Aufgaben identisch ist, wurde doch ein Vergleich dieser Aufgaben durchgeführt. Allerdings wurden die Fälle, in denen ein Kind die zusätzliche Information in der Lösung einbezieht, ausgeschlossen. Dies war allerdings nur bei einem Kind der Fall.

Die Aufgaben wurden wie folgt auf die verschiedenen Gruppen verteilt: Eine Gruppe (Gruppe 1) erhielt die Aufgaben 1b, 2a, 3a und 4a, eine zweite Gruppe (Gruppe 2) die Aufgaben 1b, 2a, 2b und 5, eine dritte Gruppe (Gruppe 3) die Aufgaben 3a, 3b, 4a und 4b und eine vierte Gruppe (Gruppe 4) die Aufgaben 1a, 1b, 2a und 2b.

Gruppe 1 gehörten 15 Kinder an, Gruppe 2 neun Kinder, Gruppe 3 ebenfalls neun Kinder und Gruppe 4 sieben Kinder. Die Kinder wurden im Klassenverbund im Rahmen ihrer Schulzeit getestet. Aus organisatorischen Gründen wurde zunächst eine der beiden Klassen getestet, in der darauf folgenden Stunde die andere Klasse.

---

[236] Zu den Zahlen dieser Aufgabe s. die Anmerkungen unter Fußnote 232. Zur Vertrautheit der Information „die Hälfte“ s. vorhergehende Fußnote.

Die Durchführung des Tests lieferte das folgende Ergebnis:

Aufgabe	Anzahl an Lösungen				Erfolgsquote
	korrekt	inkorrekt	unklar	nicht bearbeitet	
1a	2	4	0	1	28,57%
1b	17	11	0	3	54,84%
2a	8	6	1	16	25,81%
2b	5	3	1	7	31,25%
3a	6	7	1	10	25,00%
3b	1	4	0	4	11,11%
4a	15	2	2	5	62,50%
4b	6	0	0	3	66,67%
5	1	8	0	0	11,11%

Tabelle 26: Übersicht über den Lösungserfolg der Kinder bei den Textaufgaben der zweiten Version des Mathematiktests

Im Vergleich zu den Textaufgaben der ersten Version erscheinen die Textaufgaben der zweiten Version als geeigneter. Die Aufgaben 1b, 4a und 4b lassen sich als Aufgabe mittleren Schwierigkeitsgrades einordnen, die Aufgaben 1a, 2a, 2b und 3a, welche mindestens von 25% der Kinder korrekt gelöst werden konnten, einem schwierigen bis mittleren Schwierigkeitsgrad. Die übrigen Aufgaben gelten als sehr schwierige Aufgaben.

In einigen Fällen müssen die Ergebnisse kritisch betrachtet werden. Bei Aufgabe 2a wurde eine Lösung zu den korrekten Lösungen gezählt, obwohl sie in die Kategorie „unklar" fallen könnte. Ebenso wird eine Lösung zu dieser Aufgabe als inkorrekte Lösung gezählt, obwohl sie ebenfalls der Kategorie „unklar" zugeordnet werden könnte. Bei Aufgabe 2b gilt Ähnliches. Hier wurde eine Lösung als korrekt gewertet, obwohl sie auch als „unklar" gewertet werden könnte. In den Aufgaben 1b und 3b wird wiederum jeweils eine Lösung als inkorrekt gewertet, die auch als unklare Lösung gezählt werden könnte.

Für den Vergleich, ob Kinder Aufgaben gleicher Struktur in ähnlicher Weise lösen, wurde in jedem Fall überprüft, ob beide Aufgaben (Textaufgabe und Parallelaufgabe) übereinstimmend korrekt, inkorrekt, mit einem unklaren Ansatz gelöst oder nicht bearbeitet wurden oder ob abweichende Lösungen vorlagen. Hier wurden die Entscheidungen wie oben beschrieben übernommen. Es wurde bei dem Vergleich, ob Lösungsansätze übereinstimmen, allerdings nicht unterschieden, ob sich zwei fehlerhafte Ansätze unterschieden oder ob ihnen das gleiche Fehlermuster zugrunde liegt. Sollte ein Kind sowohl Aufgabe a als auch Aufgabe b inkorrekt gelöst haben, wurde unabhängig von der Art des Fehlers diese Lösungen als „übereinstimmend falsch" gewertet. Anschließend wurde für jedes Aufgabenpaar Cohens κ berechnet (zur Berechnung dieses

Koeffizienten vgl. Bortz & Döring 2006, S.277; Bortz 2005[237], S.581; Bortz & Lienert 2008[238], S.311[239]).

Aufgabenpaar	1a/1b	1b/5	2a/2b	3a/3b	4a/4b
Cohens κ	0,176	0,25	0,721	1	0,769

Tabelle 27: Reliabilitätswerte für die Textaufgaben-Paare[240]

Problematisch ist die hohe Zahl an nicht bearbeiteten Aufgaben. Dass Kinder Aufgaben nicht bearbeitet haben, kann verschiedene Ursachen haben. Zum einen haben Kinder eine Aufgabe nicht gelöst, weil sie diese nicht verstanden haben und somit keine Lösung finden konnten. Zum anderen können aber auch Unsicherheit sowie Angst vor Fehlern dazu geführt haben, dass einige Kinder einen Teil der Aufgaben nicht lösten.[241] Aufgrund dieser nicht bearbeiteten Aufgaben können allerdings die Erfolgsquoten verfälscht sein. Ebenso kann sich dies fälschend auf den Vergleich der Aufgaben auswirken.

Trotz dieser Problematik wurden letztlich die Aufgaben 1b, 2a in abgewandelter Form (statt eines Fahrrades für 630 € sollte ein Spiel für 72 € gekauft werden), 3a, 4b und 5 für den Test ausgewählt. Damit waren Aufgaben gegeben, die eine hinreichende Differenzierung ermöglichen sollten. Ferner wurde an den Additions-, Multiplikations- und Halbierungsaufgaben festgehalten, auch wenn diese für die Zuordnung zu einer Leistungsgruppe letztlich keine Bedeutung hatten. Sie können zumindest als Einstieg fungieren.

Die beiden anderen Gütekriterien sollte der Test erfüllen: Da alle Kinder den gleichen Test bearbeiten, sollte das Kriterium der Objektivität für den Test gelten. Die Auswertung erfolgt nach einem vorgegebenen Schema. Hinsichtlich der Reliabilität wurde dieses erst in der Hauptstudie untersucht. Der Ausgang dieser Prüfung wird daher in Kapitel 7.3 beschrieben.

Eine Validitätsprüfung ist lediglich in Form der Prüfung auf Inhaltsvalidität[242] möglich. Da der Test vorrangig die Fähigkeit, Textaufgaben zu lösen, erfassen soll, sollte

[237] Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6 ed.). Heidelberg: Springer.
[238] Bortz, J., & Lienert, G. A. (2008). *Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung. Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben.* (3., aktualisierte und bearbeitete ed.). Heidelberg: Springer.
[239] Eine Beschreibung zur Berechnung von Cohens κ als auch von Fleiss κ ist auch unter http://www.reiter1.com/Glossar/Glossar.htm (zuletzt eingesehen am 10.09.2016) zu finden.
[240] Ein Fall wurde beim Aufgabenpaar 1b/5 ausgeschlossen.
[241] Eine Klassenlehrerin meldete zurück, dass einige ihrer Schülerinnen und Schüler sich scheuten, Fehler zu machen, und daher eher auf die Angabe einer Lösung verzichteten. Auch wollten oder konnten zwei Kinder aus „privaten“ Gründen den Test nicht bearbeiten.
[242] Zur näheren Erklärung des Begriffs s. Bortz & Döring (2006), S.200.

durch das Vorkommen von Textaufgaben dies gewährleistet sein. Allerdings ist in diesem Fall die Verwendung der zusätzlichen Rechenaufgaben problematisch, da einige Kinder möglicherweise durch die Bearbeitung dieser Aufgaben nicht mehr zur Bearbeitung der Textaufgaben kommen. Dass dennoch diese Aufgaben beibehalten wurden, wird damit begründet, dass einige Kinder von einem Test, der lediglich aus Textaufgaben besteht, abgeschreckt werden könnten.

Eine Prüfung auf Kriteriumsvalidität[243] war im Rahmen der Vorstudie nicht möglich, da keine weiteren Daten über die Kinder vorlagen. In der Hauptstudie könnten dazu VERA-Ergebnisse herangezogen werden. Ob diese allerdings wirklich geeignet sind, muss in Frage gestellt werden. Bortz & Döring (2006, S.201) weisen auf die Problematik, geeignete Kriterien zu finden, hin. Dies könnte auch auf die VERA-Ergebnisse zutreffen.

[243] Zur näheren Erklärung des Begriffs s. Bortz & Döring (2006), S.200.

7 Die Hauptstudie

Nach den endgültigen Änderungen des Materials schloss sich im September 2009 die Durchführung der Hauptstudie an.

7.1 Die teilnehmenden Kinder

Insgesamt 18 Schulen der Stadt Essen (Nordrhein-Westfalen) erklärten sich bereit, das Projekt zu unterstützen.[244] Neun der Schulen liegen im südlichen Stadtgebiet, die übrigen neun im nördlichen Teil der Stadt Essen. Von diesen 18 Schulen sind fünf Schulen konfessionelle Schulen, von denen zwei im Essener Norden und die übrigen drei im Essener Süden liegen. Die 18 Schulen lagen mit einer Ausnahme in unterschiedlichen Stadtteilen von Essen (vgl. auch Velten 2010, S.876).

Insgesamt 177 Kinder durften an der Studie teilnehmen. Von diesen nahmen 171 Kinder am Mathematiktest teil.[245] Sieben Kinder wurden von diesen 171 Kindern allerdings aufgrund fehlender Daten oder auf Anraten der Lehrerinnen ausgeschlossen. Die Auswahl der Vergleichsgruppen wurde daher aus den verbleibenden 164 Kindern getroffen. Von den verbleibenden Kindern waren 86 Jungen und 78 Mädchen. 80 Kinder besuchten eine Schule im Norden von Essen, 84 Kinder folglich eine Schule im Süden von Essen. Von jeder Schule wurden für die Interviews drei bis neun Kinder ausgewählt.[246] An den Interviews nahmen letztlich 131 Kinder teil, wobei nur von 120 Kindern die Ergebnisse zur statistischen Auswertung herangezogen wurden.[247] Zu den

[244] Dass nur städtische Schulen an der Hauptstudie teilnahmen und ferner aus organisatorischen Gründen keine zufällige Auswahl der Schulen möglich war, nimmt Einfluss auf die Repräsentativität. Dies wird bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt.

[245] Die tatsächliche Zahl der Kinder, die am Mathematiktest teilnahmen, ist größer, da auf Wunsch einiger Lehrerinnen oder auch aus organisatorischen Gründen die gesamte Klasse teilnehmen sollte. Für die vorliegende Arbeit wurden allerdings nur Tests der Kinder ausgewertet, die an den Interviews teilnehmen durften.

[246] Die ursprüngliche Planung, von jeder Schule sechs bis acht Kinder zu interviewen, wurde aus praktischen Gründen geändert: Teilweise durften nur wenige Kinder einer Schule interviewt werden, teilweise fielen Kinder krankheitsbedingt aus, teilweise wurde von Seiten der Schule bereits eine Auswahl an Kindern getroffen, teilweise konnten aufgrund einer technischen Störung einzelne Interviews nicht ausgewertet werden. Sollten an einer Schule daher lediglich sechs oder weniger Kinder interviewt worden sein, wurden zum Ausgleich an einer anderen Schule acht oder mehr Kinder interviewt.

[247] Die Durchführung von 131 Interviews geschah aus folgenden Gründen: Bei zwei Kindern wurde der vorgesehene Ablauf „Vorlesen – Lesen – Strategieanwendung – Lösung“ nicht eingehalten, die Interviews erschienen daher im Sinne der Fragestellung nicht brauchbar. In fünf Fällen konnten aufgrund einer technischen Störung die verbalen Daten definitiv nicht verwendet (weil nicht verständlich) werden. Ein Kind wollte unbedingt an den Interviews teilnehmen, obwohl es aufgrund fehlender Daten ausgeschlossen war. In einem Fall wurde ein Kind aufgrund eines Datenfehlers versehentlich einer Versuchsgruppe zugeordnet (es wäre eigentlich nicht für die Versuchsgruppe ausgewählt worden) und sein Interview wurde anschließend aufgrund dessen ausgeschlossen. Zwei weitere Kinder wurden als mögliche „Ersatz-Kinder“ interviewt. So wurden insgesamt elf Kinder mehr als geplant interviewt. Somit flossen letztlich die Ergebnisse von 120 Kindern in die statistische Prüfung der Fragestellungen ein (vgl. auch Velten 2010, S.876; Velten 2011, S.856).

statistischen Berechnungen, in welchen die Variablen „Qualität des Situationsmodells“, „Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ involviert waren, wurden letztlich die Daten von 105 Kindern verwendet.[248]

Da die Hauptstudie im September / Oktober 2009 stattfand, standen die Kinder noch am Beginn ihres vierten Schuljahres. Folglich kann ein Durchschnittsalter von etwa neun Jahren angenommen und ein Leistungsstand, der am Ende des dritten Schuljahres erreicht werden sollte, erwartet werden.

7.2 Das Material

Der Mathematiktest

Vor Beginn der Interviews wurden die Kinder gebeten, einen Test mit Rechenaufgaben zur Addition und Multiplikation sowie mit Textaufgaben zu bearbeiten. Der Test enthielt ferner eine Aufgabe mit dem Auftrag „Halbiere“. Für die Zuweisung einer der drei Ausprägungen der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“[249] war schließlich die Bearbeitung der Textaufgaben ausschlaggebend.

Der Test enthielt folgende Aufgaben:

1. Aufgabe: Rechne aus![250]

63 + 26 = __, 532 + 263 = __, 469 + 274 = __,

57 + 38 = __, 385 + 218 = __, 476 + 358 = __,

3 • 16 = ____, 5 • 18 = ___, 4 • 1,50 € = ___,

4 • 13 = ___, 8 • 14 = ___, 7 • 1,90 € = ___

2. Aufgabe: Halbiere!

16, 62 kg, 11,60 €, 78 Liter[251]

3. Aufgabe: Herr und Frau Schmidt möchten mit ihren drei Kindern mit dem Zug nach München fahren. Die Fahrt kostet für einen Erwachsenen 84 €, Kinder zahlen die Hälfte. Wie viel € muss die Familie Schmidt bezahlen?

4. Aufgabe: Lukas und seine Schwester wiegen zusammen 57 kg. Lukas wiegt 3 kg mehr als seine Schwester. Wie viel kg wiegt Lukas?

---

[248] Insgesamt waren 20 Interviews von der technischen Störung betroffen. Die Daten von fünf Kindern wurden vollständig ausgeschlossen, von den übrigen 15 Kindern wurden für die Untersuchung der Fragestellungen lediglich die schriftlichen Daten verwendet. Die verbalen Daten dieser Kinder wurden allenfalls in der Phase der Reliabilitätsprüfung des Auswertungsschemas verwendet, nicht aber in der Durchführung statistischer Tests zur Untersuchung der Fragestellungen.

[249] Dass ein Mathematiktest durchgeführt wurde, wurde in Velten (2010, S.876) und Velten (2011, S.856) genannt.

[250] Die Notation war den Kindern aus Schulbüchern vertraut.

[251] Die Zahlen waren – wie in Schulbüchern üblich (z. B. Welt der Zahl 3 (2010), S.7) – in Form einer Tabelle gegeben.

5. Aufgabe: Sarah und Steffi machen eine Radtour. An jedem Tag fahren sie 35 km. Sie wollen bis zum Stausee fahren, der 230 km von ihrer Stadt entfernt ist. Sie haben geplant, in spätestens 7 Tagen dort anzukommen. Schaffen sie das?

6. Aufgabe: Thomas möchte sich in neun Monaten ein neues Spiel kaufen. Er will dafür jeden Monat etwas Geld sparen. Das Spiel kostet 72 €. Wie viel € muss Thomas jeden Monat im Durchschnitt sparen?

7. Aufgabe: Im Zoo leben im Löwengehege sechs ausgewachsene Löwen mit ihren neun Löwenbabys. Jeden Tag legt der Tierpfleger Fleisch ins Gehege. Ein ausgewachsener Löwe frisst 42 kg Fleisch in der Woche, Löwenbabys fressen die Hälfte. Wie viel kg Fleisch legt der Tierpfleger in einer Woche ins Löwengehege?

Die Rechengeschichten

Verwendet wurden die folgenden zwei Rechengeschichten:

Eine süße Willkommensparty (Geschichte mit vertrautem Kontext)

In der Kellerstraße wohnen viele Familien mit Kindern. Nur ein Haus ist schon seit einiger Zeit unbewohnt. Eines Tages hält ein Umzugswagen vor diesem Haus. Eine Familie mit zwei Kindern zieht ein und wartet vor der Haustür. Die beiden Kinder sehen traurig aus, denn sie kennen hier noch niemanden.

Katja wohnt direkt nebenan. Sie und ihr Freund Tom spielen gerade im Garten. Katja will die beiden einladen: „Lass uns mit ihnen spielen und Süßigkeiten essen." Tom findet die Idee gut und sagt: „Ich gehe schnell einkaufen und wir halbieren den Preis, den ich bezahlen muss. Du gibst mir dann später deinen Anteil."

Tom holt noch schnell eine Tasche für den Einkauf und geht dann in den Supermarkt. Er nimmt zwei Tüten Gummibärchen aus dem Regal. Bei der Auswahl achtet er darauf, dass in den Tüten viele rote Gummibärchen sind. Die mag Tom nämlich am liebsten. Er liest auf dem Preisschild, dass eine Tüte 0,80 € kostet. „Dann kann ich noch Schokolade kaufen", denkt Tom. Die mag Katja besonders gern. Tom sucht vier Tafeln Schokolade aus. Jede Tafel kostet 0,60 €, egal, welche Sorte man kauft.

Als Tom bezahlt hat und zurückkehrt, sieht sich Katja den Einkauf genau an und sagt traurig: „Rote Gummibärchen mag ich nicht." Tom tröstet sie: „Deswegen habe ich doch Schokolade gekauft."

Wie viel € muss Katja Tom geben?

Die Grün-Öl-Bestellung (Geschichte mit unvertrautem Kontext)

Auf einem fernen Planeten namens Galax leben kleine menschenähnliche Wesen. Ihre Häuser sehen aus wie große bunte Würfel. Im Winter sieht man aus den Schornsteinen grünen Rauch aufsteigen. Die Galaxianer heizen mit Grün-Öl. Da der Heizstoff Grün-Öl aber nur begrenzt vorhanden ist, wollen die Galaxianer ihren Grün-Öl-Verbrauch senken.

Timo ist 27 Jahre alt. Er trifft sich heute mit seiner Nachbarin Frau Sax. Sie wollen gemeinsam Grün-Öl für den nächsten Winter bestellen. Die beiden wollen besonders viel sparen und ihren Grün-Öl-Verbrauch sogar halbieren.

Als Frau Sax die Tür öffnet, freut sich ihr Hund, Timo zu sehen. In der Wohnung ist es sehr warm. Frau Sax heizt in jedem der vier Wintermonate. Sie und ihr Hund frieren nämlich sehr schnell. Deshalb ist auch die blaue Limonade, die Timo und Frau Sax bei ihrem Treffen trinken, sehr warm.

Im vergangenen Winter verbrauchte Frau Sax jeden Monat 14 Liter Grün-Öl. Sie will für sich und ihren Hund Jacken kaufen. Dann muss sie weniger heizen. Timo heizt nur in zwei Wintermonaten. Er verbrauchte bisher in jedem dieser Monate 6 Liter Grün-Öl.

Nachdem sie miteinander gesprochen haben, tragen sie als gemeinsame Bestellmenge die Hälfte des Grün-Öl-Verbrauchs vom vorigen Winter ein. Danach schicken sie den Zettel zum Grün-Öl-Händler.

Wie viele Liter Grün-Öl soll der Grün-Öl-Händler an die beiden insgesamt liefern?

Beide Texte enthalten annährend gleich viele Wörter (die Geschichte mit vertrautem Kontext umfasst 222 Wörter, die Geschichte mit unvertrautem Kontext 213 Wörter). Der Struktur nach sind die Texte ebenfalls sehr ähnlich. Die mathematischen Informationen befinden sich zum Beispiel in beiden Texten an gleicher Stelle. Eine ausführliche Übersicht kann der Tabelle entnommen werden.

Satz	Wörter	Inhalt	Satz	Wörter	Inhalt
Auf einem fernen Planeten namens Galax leben kleine menschenähnliche Wesen.	10	Einführung allgemein	In der Kellerstraße wohnen viele Familien mit Kindern.	8 (-2)	Einführung allgemein
Ihre Häuser sehen aus wie große bunte Würfel.	8	Einführung allgemein	Nur ein Haus ist schon seit einiger Zeit unbewohnt.	9 (+1)	Einführung spezifisch

Im Winter sieht man aus den Schornsteinen grünen Rauch aufsteigen.	10	Einführung allgemein	Eines Tages hält ein Umzugswagen vor diesem Haus.	8 (-2)	Einführung spezifisch
Die Galaxianer heizen mit Grün-Öl.	5	Einführung spezifisch	Eine Familie mit zwei Kindern zieht ein und wartet vor der Haustür.	12 (+7)	Einführung spezifisch
Da der Heizstoff Grün-Öl aber nur begrenzt vorhanden ist, wollen die Galaxianer ihren Grün-Öl-Verbrauch senken.	15	Einführung Thema	Die beiden Kinder sehen traurig aus, denn sie kennen hier noch niemanden.	12 (-3)	Einführung Grund
Timo ist 27 Jahre alt.	5	Hauptfigur 1	Katja wohnt direkt nebenan.	4 (-1)	Hauptfigur 1
Er trifft sich heute mit seiner Nachbarin Frau Sax.	9	Hauptfigur 2	Sie und ihr Freund Tom spielen gerade im Garten.	9	Hauptfigur 2
Sie wollen gemeinsam Grün-Öl für den nächsten Winter bestellen.	9	Vorhaben – Information (indirekt): gemeinsame Bestellung	Katja will die beiden einladen: „Lass uns mit ihnen spielen und Süßigkeiten essen."	13 (+4)	Vorhaben
Die beiden wollen besonders viel sparen und ihren Grün-Öl-Verbrauch sogar halbieren.	11	Info „Halbieren"	Tom findet die Idee gut und sagt: „Ich gehe schnell einkaufen und wir halbieren den Preis, den ich bezahlt habe.	20 (+9)	Info „Halbieren", implizit enthalten: Gesamtpreis berechnen
Als Frau Sax die Tür öffnet, freut sich ihr Hund, Timo zu sehen.	13	Füllsatz, Nebenfigur	Du gibst mir dann später deinen Anteil."	7 (-6)	Füllsatz, Hinweis „teilen"
In der Wohnung ist es sehr warm.	7	Füllsatz	Tom holt noch schnell eine Tasche für den Einkauf und geht	15 (+8)	Füllsatz, Aktion „Losgehen"

			dann in den Supermarkt.		
Frau Sax heizt in jedem der vier Wintermonate.	8	Info „Heizdauer Sax“	Er nimmt zwei Tüten Gummibärchen aus dem Regal.	8	Info „Menge 1“
Sie und ihr Hund frieren nämlich sehr schnell.	8	Füllsatz, Begründung vorhergehender Satz	Bei der Auswahl achtet er darauf, dass in den Tüten viele rote Gummibärchen sind.	14 (+6)	Füllsatz, Aktion „Auswählen“
Deshalb ist auch die blaue Limonade, die Timo und Frau Sax bei ihrem Treffen trinken, sehr warm.	17	Füllsatz, Folgerung aus vorhergehendem Satz	Die mag Tom nämlich am liebsten.	6 (-11)	Füllsatz, Begründung vorhergehender Satz
Im vergangenen Winter verbrauchte Frau Sax jeden Monat 14 Liter Grün-Öl.	11	Info „Heizmenge Sax“	Er liest auf dem Preisschild, dass eine Tüte 0,80 € kostet.	11	Info „Preis 1“
Sie will für sich und ihren Hund Jacken kaufen.	9	Füllsatz, Plan	„Dann kann ich noch Schokolade kaufen“, denkt Tom.	8 (-1)	Füllsatz, weitere Überlegung
Dann muss sie weniger heizen.	5	Füllsatz, Konsequenz	Die mag Katja besonders gern.	5	Füllsatz, Grund
Timo heizt nur in zwei Wintermonaten.	6	Info „Heizdauer Timo“	Tom sucht vier Tafeln Schokolade aus.	6	Info „Menge 2“
Er verbrauchte bisher in jedem dieser Monate 6 Liter Grün-Öl.	10	Info „Heizmenge Timo“	Jede Tafel kostet 0,60 €, egal, welche Sorte man kauft.	10	Info „Preis 2“
Nachdem sie miteinander gesprochen haben, tragen sie als gemeinsame Bestellmenge die Hälfte des Grün-Öl-Verbrauchs	18	Abschluss, Aufgreifen des Plans einer gemeinsamen Bestellung	Als Tom bezahlt hat und zurückkehrt, sieht sich Katja den Einkauf genau an und sagt traurig:	21 (+3)	Abschluss

vom vorigen Winter ein.			„Rote Gummibärchen mag ich nicht.“		
Danach schicken sie den Zettel zum Grün-Öl-Händler.	7	Abschluss	Tom tröstet sie: „Deswegen habe ich doch Schokolade gekauft.“	9 (+2)	Abschluss
Wie viele Liter Grün-Öl soll der Grün-Öl-Händler an die beiden insgesamt liefern?	12	Frage	Wie viel € muss Katja Tom geben?	7	Frage

Tabelle 28: Gegenüberstellung der beiden Rechengeschichten

Darüber hinaus ist die zugrundeliegende mathematische Struktur im Grunde identisch. Ein Unterschied liegt möglicherweise darin, dass in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext eher die Lösung $(a \bullet x+b \bullet y):2$ nahegelegt wird, während im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext möglicherweise der Lösungsweg $(a \bullet x):2+(b \bullet y):2$ bevorzugt wird.

Der eigentliche Unterschied liegt im Kontext der Geschichten. Während die Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ eine den Kindern vermutlich vertraute Situation beschreibt, erzählt die Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung“ von einer eher unvertrauten Heizstoff-Bestellung.

7.3 Durchführung und Auswertungskriterien des Mathematiktests

Testdurchführung

Der Mathematik-Test diente dazu, Einblick in die mathematischen Fertigkeiten der Kinder zu gewinnen. Da diese eine Variable für die Einteilung der Vergleichsgruppen darstellte, wurde der Test vor der Zusammenstellung dieser Gruppen von den Kindern bearbeitet.

Die Durchführung erfolgte etwa zwei Wochen vor Beginn der Interviews (vgl. auch Velten (2010, S.876)). Aufsicht führten neben der Autorin zwei Studentinnen (vgl. Velten (2011, S.856)), so dass der Test an drei Schulen zeitgleich durchgeführt werden konnte. Um Kindern, Eltern und Schulen möglichst wenige zusätzliche Anforderungen zu stellen, wurden die Kinder jeweils in ihrer Schule getestet. Jede der drei genannten durchführenden Personen suchte daher insgesamt sechs Schulen auf. Aus organisatorischen Gründen – maximal sechs Schulen konnten pro Tag aufgesucht werden – erstreckte sich die Durchführung des Tests auf etwa eine Woche.

Der Ablauf der Testdurchführung sah vor, dass die Versuchsleiterinnen sich kurz der Klasse vorstellten (sofern sie nicht bereits bekannt waren) und sich für die Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie bedankten. Vor Beginn der Bearbeitung des Testes wurden den Kindern die Absicht des Tests (Überprüfung, wie gut sie rechnen können) erklärt. Anschließend wurden die Kinder darauf hingewiesen, den Test einzeln zu bearbeiten und zu jeder Aufgabe neben der Lösung eine Rechnung zu notieren. Die Reihenfolge der Bearbeitung der Aufgaben konnten die Kinder selbst bestimmen. Es war den Kindern auch erlaubt, Kommentare wie „ich verstehe die Aufgabe nicht“ zu notieren.

Insgesamt hatten die Kinder etwa eine Schulstunde (abzüglich der Zeit zur Erklärung des Vorgehens) zur Bearbeitung des Tests Zeit. Wenn ein Kind vor Ablauf der Zeit alle Aufgaben bearbeitet hatte, durfte es nach Absprache mit der jeweiligen Klassenlehrerin zurück in den Klassenraum gehen oder andere Aufgaben erledigen.

Auswertung des Tests

Die Auswertung des Tests wurde mithilfe eines Punktesystems, welches vor der endgültigen Auswertung der Daten auf Reliabilität geprüft wurde, durchgeführt. So wurde die Objektivität der Auswertung gewährleistet („Auswertungsobjektivität“, Bortz & Döring 2006, S.195).

Die Reliabilität des Auswertungssystems des Tests wurde mehrfach geprüft. In einer ersten Übungsphase wurden die Ergebnisse von neun Kindern von den drei Versuchsleiterinnen unabhängig voneinander ausgewertet. Reliabilitätskoeffizienten wurden allerdings erst zu einem späteren Zeitpunkt berechnet, da bereits unmittelbar nach der ersten Übungsphase Rückfragen zur Bewertung auftraten, die zu einer Überarbeitung der Auswertungskriterien führten. Bei dieser späteren Berechnung von Reliabilitätskoeffizienten wurden für diese neun Fälle folgende Werte berechnet: Zum einen wurden für je zwei Bewerterinnen Cohens κ berechnet sowie der Median der drei Werte bestimmt, zum anderen wurde Fleiss κ für drei Bewerterinnen berechnet (vgl. zur Berechnung der κ-Koeffizienten nach Cohen Bortz & Döring 2006, S.276 und Bortz & Lienert 2008, S.310-312, und nach Fleiss Bortz & Lienert 2008, S.314-320[252]; der Hinweis, den Median der κ-Koeffizienten nach Cohen für mehr als zwei Bewerter zu bestimmen, findet sich in Bortz & Döring 2006, S.277). Die Werte wurden für die

[252] Eine Beschreibung zur Berechnung von Cohens κ als auch von Fleiss κ ist auch unter http://www.reiter1.com/Glossar/Glossar.htm (zuletzt eingesehen am 10.09.2016) zu finden.

einzelnen Textaufgaben als auch für die Gesamtbewertung der neun Tests bestimmt (alle Werte auf wurden auf zwei Dezimalstellen gerundet):

	Cohens Kappa für			Median	Fleiss Kappa
Aufgabe	KN – MV	KN – KK	KK – MV		
3	0,86	0,72	0,86	0,86	0,76
4	1	1	1	1	1
5	1	0,62	0,62	0,62	0,72
6	nicht definiert	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.
7	1	1	1	1	1
Gesamtbewertung	0,86	0,46	0,6	0,6	0,64

Tabelle 29: Reliabilitätskoeffizienten für das Bewertungsschema der Textaufgaben[253]

Aufgrund sofortiger kritischer Rückmeldungen wurden die Auswertungskriterien präziser formuliert, um kritische Fälle bei der Auswertung entsprechend berücksichtigen zu können. Die angepassten Kriterien wurden an zwölf Fällen probeweise angewendet. Die Versuchsleiterinnen bewerteten dazu unabhängig voneinander die Tests von zwölf Kindern aus. Anschließend wurden dafür die Reliabilitätsmaße Cohens Kappa, der Median dieser drei Werte und Fleiss Kappa sowohl für die Bewertung der einzelnen Aufgaben als auch für die Gesamtbewertung des Tests berechnet:

	Cohens Kappa für			Median	Fleiss Kappa
Aufgabe	KN – MV	KN – KK	KK – MV		
3	0,86	0,73	0,71	0,73	0,77
4	0,54	1	0,54	0,54	0,67
5	0,58	0,58	1	0,58	0,72
6	0,73	0,86	0,6	0,73	0,72
7	1	1	1	1	1
Gesamtbewertung	0,45	0,52	0,54	0,52	0,496

Tabelle 30: Reliabilitätskoeffizienten für das Bewertungsschema der Textaufgaben

Darüber hinaus wurde nach Abschluss der Auswertung Cohens Kappa für die unabhängige Bewertung von 50 Tests durch eine der beiden Studentinnen und der Autorin berechnet. Diese Werte wiesen darauf hin, das Auswertungssystem beizubehalten (Cohens Kappa für Aufgabe 3: 1; Aufgabe 4: 1; Aufgabe 5: 0,76; Aufgabe 6: 0,95; Aufgabe 7: 1; Gesamtbewertung: 0,80).

[253] Die Abkürzungen sind die Initialen der drei Interviewleiterinnen: KK – Katharina Kraatz, KN – Kathrin Neubert, MV – Martina Velten

Nach Berechnung der Koeffizienten werteten die drei Versuchsleiterinnen die übrigen Tests mit dem unten beschriebenen Schema aus. Eine Versuchsleiterin neben den zwölf Tests, die von allen drei Versuchsleiterinnen unabhängig voneinander ausgewertet wurden, 43 Tests allein aus, die zweite 56 Tests und die dritte 58 Tests. In kritischen Fällen wurde die Auswertung mit der Autorin besprochen.

Das Auswertungsschema sieht vor, dass in den ersten und zweiten Aufgabe (Additions-, Multiplikations- und Halbierungsaufgaben) jeweils ein Punkt für das richtige und kein Punkt für ein falsches Ergebnis gegeben werden soll. Die Textaufgaben erforderten hingegen ein differenzierteres Bewertungsschema. Wesentlich ist bei diesen Aufgaben, ein geeignetes Modell zu bilden und anzuwenden. Daher ist für die Vergabe von Punkten entscheidend, ob das Kind einen richtigen Ansatz notieren konnte oder nicht. Sollte es keinen Lösungsansatz, der zum richtigen Ergebnis führt, notiert haben, wurde die gesamte Aufgabe mit 0 Punkten bewertet, unabhängig davon, ob Rechnungen korrekt ausgeführt und ein Antwortsatz notiert wurde (zur Ausnahme: siehe unten). Hat das Kind dagegen einen sinnvollen Lösungsansatz notiert, erhielt es für den richtigen Ansatz einen Punkt. Für die korrekte Ausführung der Rechnungen wurde ein weiterer halber Punkt gegeben, für die Formulierung eines angemessenen Antwortsatzes ebenfalls ein halber Punkt. Sollte ein Rechenfehler vorliegen oder kein Antwortsatz notiert sein, wurden entsprechend dafür keine Punkte gegeben.

Das Schema lässt sich in Kurzform wie folgt darstellen:

- Ist der Ansatz richtig? Wenn ja: 1 Punkt; Wenn nein: 0 Punkte und Abbruch der Bewertung der Aufgabe
- Wenn der Ansatz richtig ist: Hat das Kind die Rechnungen korrekt ausgeführt? Wenn ja: 0,5 Punkte für die fehlerfreie Rechnung; wenn nein: keinen weiteren halben Punkt wegen fehlerhafter Rechnung.
- Wenn der Ansatz richtig ist: Hat das Kind einen sinnvollen/passenden Antwortsatz im Sinne der Aufgabe formuliert? Wenn ja: 0,5 Punkte; andernfalls keinen weiteren halben Punkt.

Die Lösung jeder Textaufgabe wird folglich mit maximal zwei Punkten bewertet.

Einen Ausnahmefall stellt die folgende Situation dar: Ein Kind hat keinen Lösungsweg notiert, sondern lediglich einen Antwortsatz geschrieben, der aber das richtige oder annähernd richtige Ergebnis enthält. In diesem Fall erhält das Kind einen Punkt für die Aufgabe. Eine Ausnahme bildet in diesem Fall allerdings die fünfte Aufgabe (Radtour), weil hier eine Entscheidung getroffen werden muss und diese erraten werden kann. Bei der Auswertung dieser Textaufgabe ist ferner zu beachten, dass das Ergebnis eigentlich vorsieht, dass die angegebene Strecke in dem genannten Zeitraum zu schaffen ist. Verrechnet man sich, trifft man möglicherweise die Entscheidung, dass die Strecke nicht innerhalb einer Woche zurückgelegt werden kann. Das beeinflusst die Formulierung des Antwortsatzes. Je nach Ausgang der Rechnung wurden daher sowohl der Satz „Sie schaffen es“ als auch der Satz „Sie schaffen es nicht“ als sinnvoll im Sinne der Aufgabe bewertet.

Für die Einteilung in die Leistungsgruppen war letztlich nur die Bewertung der Textaufgaben entscheidend. Diese erfordern schließlich mathematische und Lesefertigkeiten. Die erreichte Punktzahl wurde in Prozentwerte umgerechnet. Kinder, die mindestens 70% der Punkte erreichten, wurden der oberen Leistungsgruppe zugewiesen. Kinder, die 40% bis 70% der Punkte erreichten, gehörten der mittleren Leistungsgruppe an. Folglich zählten zur unteren Leistungsgruppe die Kinder, welche weniger als 40% der Punkte erreichten.

7.4 Die Vergleichsgruppen

Das Design der Studie sieht vor, zwei Strategien miteinander zu vergleichen. Daher waren mindestens zwei Vergleichsgruppen notwendig. Da zudem die Anwendung der Strategien bei zwei unterschiedlichen Texten untersucht werden sollte, wurden insgesamt vier Vergleichsgruppen gebildet (vgl. dazu auch Velten 2010, S.876; Velten (2011, S.856):

Vergleichsgruppe 1:
Strategie „Nacherzählen“, Kontext der Geschichte unvertraut

Vergleichsgruppe 2:
Strategie „Nacherzählen“, Kontext der Geschichte vertraut

Vergleichsgruppe 3:
Strategie „Unterstreichen“, Kontext der Geschichte unvertraut

Vergleichsgruppe 4:
Strategie „Unterstreichen“, Kontext der Geschichte vertraut

Da die Verteilung auf die Gruppen nicht allein durch Zufall geschah, wurden jeder Vergleichsgruppe 30 Kinder zugeteilt, um zumindest aufgrund der Gruppengröße diesem Problem entgegenzuwirken[254]. 60 Kinder erzählten folglich eine der beiden Rechengeschichten nach, 60 Kinder markierten lösungsrelevante Informationen.

Die Auswahl der Kinder erfolgte auf der Basis bestimmter Kriterien. Um möglichst viele Schulen einzubeziehen und außerdem zu gewährleisten, dass Absprachen zwischen Kindern nach Möglichkeit vermieden werden, wurden maximal acht bis zehn Kinder jeder Schule interviewt. Demnach wurden mitunter alle Kinder einer Schule ausgewählt, wenn sich von dieser maximal acht gemeldet hatten. Nur wenn sich mehr als acht Kinder einer Schule gemeldet hatten, wurde eine Auswahl, welche durch die unten genannten Variablen zusätzlich geleitet wurde, getroffen.

Die vier Vergleichsgruppen sollten in der Zusammensetzung vergleichbar sein. Um dies zu gewährleisten, wurden die Gruppen parallelisiert. Die Kinder wurden daher nach den Kriterien „Geschlecht", „Lage der Schule" und „Leistungsgruppe im Mathematiktest" ausgewählt und auf die Vergleichsgruppen gleichmäßig aufgeteilt (vgl. auch Velten 2010, S.876; Velten 2011, S.856). In jeder Vergleichsgruppe waren daher

16 Jungen und 14 Mädchen

16 Kinder aus Schulen im Essener Norden und 14 Kinder aus Schulen im Essener Süden

11 Kinder der oberen Leistungsgruppe, 9 Kinder der mittleren Leistungsgruppe und 10 Kinder der unteren Leistungsgruppe.

Präziser gesagt setzten sich die Vergleichsgruppen zusammen aus

- 3 Jungen aus Schulen im Essener Norden, welche der oberen Leistungsgruppe angehören
- 2 Jungen aus Schulen im Essener Norden, welche der mittleren Leistungsgruppe angehören
- 3 Jungen aus Schulen im Essener Norden, welche der unteren Leistungsgruppe angehören
- 4 Jungen aus Schulen im Essener Süden, welche der oberen Leistungsgruppe angehören
- 2 Jungen aus Schulen im Essener Süden, welche der mittleren Leistungsgruppe angehören

[254] Bortz & Döring (2006, S.524) merken an, dass Randomisierung – die in dieser Studie nicht vorgenommen wurde – für Vergleichbarkeit der Gruppen sorgt und die Äquivalenz durch eine Gruppengröße von mindestens 20 Probanden erhöht wird

- 2 Jungen aus Schulen im Essener Süden, welche der unteren Leistungsgruppe angehören
- 2 Mädchen aus Schulen im Essener Norden, welche der oberen Leistungsgruppe angehören
- 2 Mädchen aus Schulen im Essener Norden, welche der mittleren Leistungsgruppe angehören
- 4 Mädchen aus Schulen im Essener Norden, welche der unteren Leistungsgruppe angehören
- 2 Mädchen aus Schulen im Essener Süden, welche der oberen Leistungsgruppe angehören
- 3 Mädchen aus Schulen im Essener Süden, welche der mittleren Leistungsgruppe angehören
- 1 Mädchen aus Schulen im Essener Süden, welches der unteren Leistungsgruppe angehört.

Mit Erlaubnis der Erziehungsberechtigten wurden zwar die Ergebnisse aus den Vergleichsarbeiten im Bereich Lesen (VERA Lesen, erhoben durch das Team der Uni Landau) erfragt. Auf die Zusammensetzung der Vergleichsgruppen hatten sie allerdings allenfalls indirekten Einfluss.[255]

7.5 Durchführung und Auswertungskriterien der Interviews

Durchführung der Interviews[256]

Die Interviews wurden Ende September / Anfang Oktober im Zeitraum von drei Wochen durchgeführt (Ausnahme: in einer Schule war wegen Krankheit und Herbstferien die Durchführung einiger Interviews erst im November möglich). Die Kinder wurden

[255] Die Ergebnisse der Vergleichsarbeiten nahmen in folgender Weise Einfluss auf die Zusammenstellung der Vergleichsgruppen: Sieben Kinder wurden von der Studie ausgeschlossen, da diese VERA-Ergebnisse fehlten (die Kinder hatten vermutlich nicht an den Vergleichsarbeiten teilgenommen). Auf der anderen Seite wurden allerdings auch acht Kinder interviewt, obwohl die VERA-Daten dieser Kinder erst im Anschluss bekannt waren.
Darüber hinaus wurde qualitativ verglichen, welche Werte die Kinder in den beiden Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ erreichten. Es fiel auf, dass 69 Kinder sowohl im Mathematiktest als auch in den Vergleichsarbeiten der gleichen Leistungsgruppe angehörten (in beiden Fällen zum Beispiel der oberen Leistungsgruppe). Bei 75 Kindern trat das Ergebnis ein, dass sie in einem der beiden Tests der oberen bzw. mittleren Leistungsgruppe angehörten, im anderen Test aber nur der mittleren bzw. der unteren Gruppe angehörten. Bei 14 Kindern trat der größte Unterschied auf. Diese Kinder waren in einem der beiden Tests der oberen Leistungsgruppe zugeordnet, zeigten im anderen Test dagegen ein Ergebnis, welches sie der unteren Leistungsgruppe zuwies. Allerdings hatte diese Beobachtung bei der Auswahl der Kinder für die Vergleichsgruppen keine Bedeutung.
[256] Die Durchführung und der Ablauf der Interviews wurde bereits vorgestellt, vgl. Velten (2010, S.876f.) und Velten (2011, S.856).

in ihren Schulen während der Unterrichtszeit interviewt. Die Interviewleiterinnen (Studentinnen und Autorin) besuchten allein oder zu zweit die Schulen. Um den Zeitraum der Interviewphase möglichst kurz zu halten, wurden nach Möglichkeit Interviews an zwei Schulen zeitgleich durchgeführt. Jede Interviewleiterin führte annähernd gleich viele Interviews[257].

Die Reihenfolge der Interviews an einer Schule wurde so organisiert, dass Kinder, welche denselben Text bearbeiten mussten, direkt aufeinanderfolgten, um so Absprachen über die Rechengeschichte gering zu halten. Jedes Kind wurde am Ende seines Interviews daher gebeten, ein bestimmtes Kind zu schicken.

Die Interviews wurden in Form von Einzelinterviews durchgeführt. Die Interviewleiterinnen wurden vor der Durchführung der Interviews mit dem Interviewleitfaden und der Kamera vertraut gemacht. Der Interviewleitfaden (siehe Anhang) diente dem Zweck, die Interviews nach einem gleichen Schema durchzuführen und somit vergleichbar zu halten („Durchführungsobjektivität", Bortz & Döring 2006, S.195). Kleinere Abweichungen konnten allerdings trotz Leitfaden nicht vermieden werden.

Der Ablauf der Interviews:

Die Kinder wurden zu Beginn von der Interviewleiterin begrüßt. Diese erklärte den Kindern den Sinn des Interviews (Untersuchung des Verstehens von Texten mit Zahlen) sowie das weitere Vorgehen. Wie in der Vorstudie wurde den Kindern zu Beginn mitgeteilt, dass sie die Geschichte vor der rechnerischen Lösung zunächst nacherzählen oder einige Fragen (Markieren lösungsrelevanter Informationen, Entdecken einer irrelevanten Zahl sowie die exemplarische Begründung der Lösungsrelevanz einer Zahl bzw. der Irrelevanz einer Zahl) beantworten sollten. Danach wurde die jeweilige Rechengeschichte via Audio-Datei vorgelesen. Anschließend erhielten die Kinder den Text und lasen die Geschichte einmal selbst. Es folgte die Phase der Strategieanwendung (Nacherzählen oder Unterstreichen). Die Kinder lösten anschließend die Rechengeschichte und wurden abschließend gebeten, ihren Lösungsweg zu erklären.[258] Zum Dank erhielten sie ein kleines Geschenk (kleine Tüte Gummibärchen).

Die Interviews dauerten maximal 20 Minuten. Sollte ein Kind diese Zeitgrenze von 20 Minuten erreichen, leitete die Interviewleiterin vorzeitig das Ende des Interviews

[257] Konkrete Zahlen: 45, 39 und 47.

[258] Der Ablauf der Interviews wird in ähnlicher Weise auch in Velten (2010, S.876) und Velten (2011, S.856) beschrieben.

ein. In zwei Fällen wurde die Zeit allerdings doch überschritten. Die Interviews wurden mit einer Videokamera aufgezeichnet. Anschließend wurden die Aufnahmen transkribiert.

Die Entscheidung, den Text dem Kind einmal vorzulesen und das Kind ihn anschließend selbst lesen zu lassen, bietet den Vorteil, dass das Kind zunächst einen Eindruck des Textes erhalten und möglicherweise bereits strukturierter an das eigene Lesen des Textes herangehen kann. Diese Idee findet sich auch bei Weiser (1981):

> „Es ist notwendig, beide methodischen Varianten des Begegnens mit der Aufgabe zu vollziehen, um schwachen Lesern, die Schwierigkeiten mit dem sinnentnehmenden Lesen haben, auf dem Wege des Hörens Klarheit über Sachzusammenhänge zu vermitteln." (ebd., S.27)

Durch das Vorlesen des Textes via Audio-Datei wird eine größere Objektivität erreicht. Der Text wird in dieser von einer männlichen Person vorgetragen. Dieses Vorgehen findet sich bei verschiedenen Forschern und Forschergruppen bereits (z. B. Stern 1993, S.16, und Cummins et al. 1988, S.410f.). Zum Beispiel nutzten Carpenter et al. (1980, S.8) das Vorlesen der Textaufgaben via Audio-Datei, um den Einfluss von Mängeln in der Lesekompetenz auf die Leistung in einem nationalen Mathematiktest zu reduzieren. Das Vorlesen des Textes via Audio-Datei ermöglicht ferner, dass alle Kinder den Text mit den gleichen Betonungen und Fehlern hören.[259]

Das Vorlesen des Textes sowie die Verwendung einer Audiodatei bieten darüber hinaus weitere Vorteile. Cottmann (2008) schreibt zum Vorspielen des Textes von Tonband:

> „Das Abspielen der Geschichten von CD hat gegenüber dem Vorlesen durch die Lehrerin den Vorteil, dass die Aufmerksamkeit der Kinder deutlich höher und die Konzentrationsfähigkeit stärker gefordert ist. Den Kindern ist klar, dass sie die Geschichte nicht ohne Weiteres unterbrechen können." (ebd., S.12)

Dass am Ende der Interviews eine Erklärung nach dem Lösungsweg ergänzt wurde, ergab sich aufgrund der Erfahrung in der zweiten Vorstudie, dass Kinder auf diese Weise mögliche Fehler entdecken. Zum Beispiel bemerkte das Kind D14 während der Erklärung des Lösungsweges einen Fehler. Neben dem Vorteil einer möglichen Korrektur von Fehlern auf Seiten der Kinder bietet die Erklärung auch eventuell eine Hilfe für die Interviewenden und Auswertenden, Lösungswege gut nachvollziehen zu können.

Nach der Durchführung der Interviews der zweiten Vorstudie wurde im Sinne der Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit entschieden, nicht nur den Kindern der

[259] Im Rahmen der zweiten Vorstudie wurde geprüft, ob eine reine Audio- oder eine Videodatei eingesetzt werden sollte. Dazu wurden in den späteren Interviews beide Medien eingesetzt. Die Entscheidung fiel letztlich auf die reine Audiodatei. Eine entsprechende Änderung der Einleitung wurde im Interviewleitfaden vorgenommen.

Gruppe „Unterstreichen“ – bei diesen war dies zur Anwendung der Strategie ohnehin erforderlich –, sondern auch den Kindern der Gruppe „Nacherzählen“ die Frage zur Rechengeschichte sofort zu sagen. In der zweiten Vorstudie wurde die Frage erst im Anschluss an die Nacherzählung genannt. Um allen Kindern die gleiche Ausgangsbasis vor Anwendung der Strategie zu geben, wurde dies in der Hauptstudie geändert. Mögliche Nachteile wie z. B. eine frühe Mathematisierung der Aufgabe vor dem Aufbau eines angemessenen Situationsmodells wurden in Kauf genommen.

Auswertung der Interviews

Für jedes Kind lagen zwei Ergebnisse vor, die ausgewertet wurden: die schriftliche Bearbeitung der Rechengeschichte und die verbalen Daten. Beide Ergebnisse wurden mithilfe der vorgegebenen Kriterien ausgewertet.

1. Auswertung der schriftlichen Bearbeitungen[260]:

Zunächst wurde jede schriftliche Bearbeitung als richtig oder falsch kategorisiert (Variable „Lösung der Rechengeschichte“). Rechenfehler wurden nicht berücksichtigt (vgl. auch Velten 2010, S.877). Entscheidend war, dass die Kinder die Beziehungen zwischen den gegebenen Informationen verstehen und korrekt in einer Lösung umsetzen konnten. Sollte eine Information in der Lösung fehlen, obwohl sie zur Lösung herangezogen werden muss, gilt die Lösung als falsch.

Neben dieser Bewertung der schriftlichen Lösung wurde aus den oben genannten Gründen auch eine differenziertere Bewertung der schriftlichen Ergebnisse vorgenommen. Für richtige Teilschritte wurden Punkte gegeben. Die Versuchsleiter orientierten sich dazu an folgendem Schema:

	Fragen nach Teilschritten	Bewertung	Anmerkungen
1.	Werden beide Volumina / Geldwerte in der Lösung verwendet?	0,5 je Wert (insgesamt maximal 1 Punkt) für diesen Schritt	Es wird geprüft, ob das Kind beide Größenwerte in der Lösung aufgreift.
2.	Werden die verwendeten Größenwerte (Volumina / Geldwerte) multipliziert (mit irgendeinem Faktor ungleich 2 oder 4)?	1 jeweils für jeden Wert, der multipliziert wird (insgesamt maximal 2 Punkte) für diesen Schritt	Es wird geprüft, ob das Kind einen oder beide Größenwerte mit einem Faktor multipliziert. Welchen Faktor das Kind wählt, ist hier in diesem Bewertungsschritt unwichtig.

[260] Dass sowohl eine „grobe“ als auch eine „feine“ Bewertung vorgenommen wurde, wird bereits in Velten (2010) und Velten (2011) dargestellt.

3.	Wenn die Größenwerte multipliziert werden: Werden sie mit dem Faktor 2 und/oder 4 multipliziert?	0,5, wenn der falsche Faktor genommen wurde 1, wenn der richtige Faktor genommen wurde (insgesamt maximal 2 Punkte)	Wenn das Kind zur Multiplikation Faktoren verwendet, die im Text genannt werden, erhält es zusätzlich zu den Punkten, die es für die Multiplikation mit einem beliebigen Faktor erhalten hat (siehe 2.), weitere Punkte.
4.	Halbierung eines Wertes	1	Das Kind halbiert einen der Größenwerte bzw. das Produkt eines Größenwertes und eines Faktors.
5.	Halbierung des zweiten Wertes	1	Das Kind halbiert auch den zweiten Größenwert bzw. das Produkt des Größenwertes und eines Faktors.
6.	Bildung einer Summe mit Volumina/Geldwerten	1	Das Kind addiert die Größenwerte, das berechnete Produkt aus 2. / 3. oder die bereits halbierten Werte.

Tabelle 31: Auswertungsschema für die Bewertung der Lösung der Rechengeschichte

Das Bewertungsschema ist additiv zu verstehen. Die Anwendung wird für eine der beiden Geschichten kurz erklärt, um das Schema verständlicher zu machen: Im Fall der Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty" wird zunächst überprüft, ob das Kind den Preis für eine Tüte Gummibärchen und den Preis für eine Tafel Schokolade oder nur einen der beiden Preise aufgreift (siehe 1.). Sollte es beide aufgreifen, erhielt es einen Punkt. Verwendet es in der Lösung nur einen der beiden Preise, so erhält es dafür einen halben Punkt. Anschließend wird geprüft, ob das Kind die Preise mit einem Faktor multipliziert. Sollte es einen Faktor wählen, welcher nicht im Text genannt wird, erhält es dennoch einen Punkt pro vervielfachten Geldwert (multipliziert es nur einen Preis, erhält es einen Punkt, multipliziert es hingegen beide Preise, erhält es zwei Punkte), da es durch die Multiplikation zum Ausdruck bringt, den Preis als Preis pro Stück verstanden zu haben. Sollte es einen Faktor wählen, der im Text genannt wird, so erhält es zusätzlich einen halben Punkt für den Fall, dass es den „falschen" Preis mit diesem Faktor multipliziert (zum Beispiel multipliziert es den Preis 0,80 € mit der Zahl 4). Sollte es den Preis mit dem richtigen, im Text genannten Faktor multiplizieren, erhält es einen zusätzlichen Punkt. Da sich diese Bewertung auf beide Geldwerte bezieht, kann das Kind im Sinne von 3. (siehe Tabelle) bis zu zwei Punkten zusätzlich zu den Punkten für die Multiplikation mit einem beliebigen Faktor erhalten. Zur Lösung der Rechengeschichte ist letztlich erforderlich, die Gesamtkosten zu berechnen und diese zu halbieren. Da denkbar ist, dass ein Kind zunächst die Teilkosten halbiert, bevor es die Summe bildet, ist auch der Fehler nicht auszuschließen, dass das Kind nur einen Teil der Gesamtkosten halbiert. Zum Beispiel könnte es nur den Preis für die Schokolade halbieren. Daher erhält es sowohl für die Halbierung des Preises der Schokolade als auch für die Halbierung des Preises der Gummibärchen jeweils einen Punkt. Darüber hinaus erhält es einen weiteren Punkt für die Addition der einzelnen Teilkosten. Insgesamt wird nach diesem Muster eine korrekte Lösung der Aufgabe mit acht Punkten bewertet.[261]

Die Reliabilität der differenzierten Bewertung der Lösungen wurde anhand von 30 Lösungen überprüft. Die drei Interviewleiterinnen werteten dazu 30 Lösungen unabhängig voneinander aus. Dazu verwendeten sie ein Schema, welches sich in einem Punkt von obigen Schema unterschied (der Unterschied wird unten beschrieben). Anschließend wurde für je zwei Interviewleiterinnen Cohens Kappa sowie Fleiss Kappa für die drei Interviewleiterinnen berechnet. Es ergaben sich als Cohens Kappa-Werte (auf zwei Stellen gerundet) 0,56 (für KN-KK), 0,74 (für KK-MV) und 0,77 (für KN-MV). Bei der Berechnung von Fleiss Kappa ergab sich ein Wert von etwa 0,68.[262]

Im Anschluss an die Reliabilitätsprüfung wurde das Auswertungsschema leicht modifiziert. Es zeigte sich, dass die angewandte Fassung folgenden Fall nicht berücksichtigte: Es ist möglich, dass ein Kind bei der Multiplikation der Geldwerte bzw. Volumina in einem Fall einen richtigen Faktor (2 oder 4) verwendet, im zweiten Fall aber einen falschen Faktor. Durch Korrektur des Auswertungsschemas wurde diese Lösungsmöglichkeit berücksichtigt und konnte entsprechend bewertet werden. Das oben dargestellte und letztlich gültige Schema stellt folglich eine Verbesserung dar. Auf die Berechnung weiterer Reliabilitätskoeffizienten wurde verzichtet, da das überarbeitete, verbesserte Schema eindeutiger war als die Vorgängerfassung.

Drei Lösungen wurden daraufhin mit dem modifizierten Schema neu bewertet. Die restlichen Lösungen wurden ebenfalls nach dem oben beschriebenen Auswertungsschema ausgewertet. Jede Interviewleiterin wertete etwa 30 Lösungen[263] allein (keine Auswertung durch die anderen beiden Interviewleiterinnen) aus. Bei Unsicherheiten waren Rücksprachen mit der Autorin möglich.

---

[261] Die Beschreibung dient dem Leser zum besseren Verständnis des Schemas. Die Kinder können sehr individuell in ihrer Lösung vorgehen. Abweichungen von diesem hier beschriebenen Muster sind durchaus möglich. Die Reihenfolge der Teilschritte ist letztlich für die Bewertung irrelevant. Wesentlicher ist, dass die Kinder auf ihrem Weg eine passende Lösung anfertigen können. Die Versuchsleiterinnen mussten folglich sorgfältig die Lösungen auf richtige Teilschritte prüfen.

[262] Zur Berechnung der Koeffizienten vgl. wiederum Bortz & Döring (2006, S.276f.) und Bortz & Lienert (2008, S.310-312/314-320).

[263] Konkrete Zahlen: 27, 22, 32

2. Auswertung der verbalen Daten:

Im Folgenden sollen die Auswertungsschemata für Nacherzählungen und Markierungen beschrieben werden.

a) Nacherzählungen

Das Auswertungsschema orientiert sich am Auswertungsschema der ersten Vorstudie, wurde allerdings noch modifiziert, um es eindeutiger und objektiver zu machen. Die Rechengeschichten wurden in einzelne Informationseinheiten zergliedert. Jedes Kind erhielt 0 bis 1 Punkte pro Information, die es in der Nacherzählung nannte. Bei der Bewertung lagen folgende Kriterien zugrunde:

Punkte	Qualität der Information
0	- Die Information fehlt / wird nicht genannt. - Es wird eine zusätzliche Information genannt, die nicht im Text steht. - Die Information wird zwar genannt, verfälscht allerdings die weitere Geschichte; zum Beispiel wird das Gegenteil dessen genannt, was die Information eigentlich aussagt. Ein Kind könnte zum Beispiel erzählen, dass die beiden Figuren Timo und Frau Sax ihren Grün-Öl-Bedarf nicht reduzieren, sondern vielmehr erhöhen möchten. In einem derartigen Fall würde diese Information mit 0 Punkten bewertet werden.
0,5	- Die Information wird in der Nacherzählung den Sinn verfälschend nacherzählt und würde somit eigentlich mit 0 Punkten bewertet werden. Das Kind bringt allerdings durch Bemerkungen wie „ich meine“, „ich glaube“ oder „irgendwie so“ zum Ausdruck, dass es sich bei seiner Aussage zu dieser Information unsicher ist und selbst nicht ausschließt, dass es diese Information falsch wiedergibt. - Die Information ist unvollständig. Das bedeutet, dass von der wesentlichen Information ein Teil ausgelassen, der andere aber genannt wird. - Die Information wird mit leichten Fehlern nacherzählt. Diese Fehler sind allerdings nicht so gravierend, dass sie den Sinn der Geschichte verfälschen. Zum Beispiel könnte ein Kind nacherzählen, dass die Galaxianer mit Blau-Öl heizen (zur Veränderung von Farben und Namen: siehe unten). - Die Information zählt zu den mathematischen Informationen und wird nur teilweise wiedergegeben, so dass die mathematische Beziehung nicht richtig wiedergegeben wird. Zum Beispiel wird die falsche Einheit genannt (statt „0,60 Euro“ nennt das Kind „0,60 Cent“) oder es wird die Angabe „pro Monat“ bzw. „pro Stück“ nicht genannt. - Wenn die Information des Halbierens des Grün-Öl-Verbrauchs nicht genannt, aber zumindest gesagt wird, dass der Verbrauch reduziert werden soll, erhält das Kind einen halben Punkt für die Information „halbieren“.
1	- Die Information wird wortwörtlich wiedergegeben. - Die Information wird sinngemäß richtig und vollständig wiedergegeben. Hierbei wird toleriert, wenn Namen der Personen oder Orte falsch sind, ebenso, wenn Zahlen nicht genau erinnert und somit falsch nach-

	erzählt werden. Auch wird akzeptiert, wenn Frau Sax' Haustier mit einem anderen Tier verwechselt wird oder wenn Farben vertauscht werden (mit Ausnahme von Grün-Öl, siehe oben).

Tabelle 32: Auswertungsschema der Nacherzählungen

Die Liste an Informationen wurde vor der endgültigen Auswertung ergänzt und eine entsprechende Bewertungsregel formuliert. Nach Absprache unter den Interviewleitern wurde in der Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty" die Information „kauft Gummibärchen" hinzugefügt. Ohne diese Ergänzung hätten Kinder, welche ohne Angabe einer Stückzahl den Kauf von Gummibärchen in ihrer Nacherzählung erwähnen, einen halben Punkt für die Nennung einer mathematischen Informationen (Menge an Gummibärchentüten) erhalten, obwohl sie diese Information eventuell nicht als mathematische Information in das Situationsmodell integriert haben. Kinder, welche lediglich erzählten, dass die Figur Tom Gummibärchen kaufe (ohne Angabe einer Zahl), erhielten nun nach Vereinbarung einen Punkt für die Information „kauft Gummibärchen". Kinder, die dagegen erzählten, dass Tom eine konkrete Zahl an Gummibärchen-Tüten kaufe, erhielten sowohl einen Punkt für die Information „kauft Gummibärchen" als auch einen halben oder ganzen Punkt für die mathematische Information „Menge 1: zwei Tüten Gummibärchen".

Im Fall der Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung" wurde vereinbart, dass ein Kind für die Informationen „Hauptfigur: Timo" und „Hauptfigur Frau Sax" jeweils auch dann einen Punkt erhält, wenn es die Information „Frau Sax und Timo treffen sich" erwähnt. Zudem musste bei dieser Rechengeschichte vereinbart werden, wie die doppelt vorkommenden Informationen bewertet werden. Zwei Informationen (die Information, dass die Gesamtbestellmenge berechnet werden muss, sowie die Information, dass die Verbrauchsmenge halbiert werden soll) sind zweimal im Text enthalten. Dass jedes Kind sie tatsächlich zweimal nacherzählt, wurde nicht erwartet und nicht verlangt, schließlich könnten Kinder davon ausgehen, dass die einmalige Erwähnung hinreichend ist, um die Geschichte sinngemäß nachzuerzählen. Aus diesem Grund wurde vereinbart, dass diese beiden Informationen jeweils einmal in die Bewertung einfließen. Sollte ein Kind die Informationen zweimal nennen, erhält es dennoch nur einen Punkt.

Das Auswertungsschema wurde in einer Vorfassung zwar vorab bereits an einigen Nacherzählungen getestet. Es wird an dieser Stelle allerdings lediglich auf die entscheidende Prüfung eingegangen. Zur Prüfung des Auswertungsschemas für Nacherzählungen hinsichtlich der Reliabilität werteten die drei Interviewleiterinnen unabhängig voneinander zehn Nacherzählungen der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext und zehn Nacherzählungen der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext aus.[264] Die Berechnung des Reliabilitätkoeffizienten Kappa nach Fleiss[265] ergab einen Wert von etwa 0,83 (gerundet auf die zweite Dezimalstelle). Anschließend wertete jede Interviewleiterin etwa 30 Transkripte allein aus. In kritischen Fällen und bei Unklarheiten wurde die Auswertung mit der Autorin besprochen.

Um den Kindern eine der drei Ausprägungen der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ zuweisen zu können, wurde im Anschluss an die Bewertung der Nacherzählung die Summe der Punkte für die Nacherzählung der mathematischen Informationen gebildet. Diese wurden in einen Prozentwert umgerechnet und folglich auf dieser Basis eine der drei Ausprägungen zugewiesen.

Für den Vergleich der Strategien mussten nachträglich allerdings noch Änderungen der Bewertung der Nacherzählungen mathematischer Informationen vorgenommen werden. Ausschließlich für den Vergleich der Strategien wurde die Unterscheidung zwischen halben und ganzen Punkten in der Bewertung der mathematischen Informationen aufgegeben[266]. Nur so konnte gewährleistet werden, dass die Gruppen „Nacherzählen“ und „Unterstreichen“ hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ verglichen werden können. Für die Variable „Qualität des Situationsmodells“ wurde diese Änderung nicht übernommen. Hier wurde weiter-

[264] Unter diesen 20 Nacherzählungen befanden sich vier Nacherzählungen (drei der Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ und eine der Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung“), die zur Prüfung der statistischen Hypothesen nur begrenzt verwendet wurden. Dass sie zur Berechnung von Reliabilitätskoeffizienten dennoch verwendet wurden, hat folgenden Grund: Zunächst wurden sämtliche Interviews transkribiert, auch die, bei welchen es zu kurzen Aussetzern aufgrund des oben genannten technischen Problems kam. Während aufgrund der Aussetzer Bedenken bezüglich der Verwendung in den statistischen Prüfungen der Hypothesen bestanden, erschien die Verwendung dieser Daten zur Prüfung der Reliabilität weniger bedenklich. Für die Prüfung der Reliabilität war schließlich entscheidend, ob die drei Interviewleiterinnen mithilfe des Auswertungsschemas die einzelnen Aussagen der Kinder in gleicher Weise bewerteten. Grundlage für diese Bewertung waren daher die einzelnen Aussagen der Kinder, und selbst wenn in diesen aufgrund eines Aussetzers ein Wort fehlen sollte, so konnte diese Aussage dennoch von den drei Interviewleiterinnen bewertet sowie anschließend geprüft werden, ob die drei Personen zum gleichen Bewertungsergebnis kamen.
Würde man diese vier Nacherzählungen hier ausschließen, so würden neun Nacherzählungen der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext und sieben Nacherzählungen der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext in die Berechnung einfließen (467 Objekte). Der Reliabilitätskoeffizient würde bei (gerundet) 0,82 liegen.

[265] Zur Berechnung des Koeffizienten vgl. wiederum Bortz & Döring (2006, S.276f.) und Bortz & Lienert (2008, S.310-312/314-320). Zur Berechnung von Kappa nach Fleiss wurde jede einzelne Information der Texte für jedes der 20 Kinder als zu bewertendes Objekt aufgefasst, welches jeweils mit keinem, einem halben oder einem Punkt bewertet werden kann (Mit „Objekt“ wird in Bortz & Lienert (2008, S.314) das bezeichnet, was bewertet oder einer Kategorie zugeordnet wird). Somit wurden 590 Objekte bewertet und auf dieser Basis der Reliabilitätskoeffizient berechnet.

[266] Da angenommen werden kann, dass die Bewertung mit einem ganzen oder keinem Punkt eindeutiger ist als die Bewertung mit ganzen, halben oder 0 Punkten, wurde die Inter-Rater-Reliabilität für diese Änderung nicht mehr geprüft.

hin daran festgehalten, je nach Qualität der Nacherzählungen keinen, einen halben oder einen Punkt pro Information (auch bei mathematischen Informationen) zu geben. Für die Betrachtung von Zusammenhängen von Variablen mit der Variablen „Qualität des Situationsmodells" war diese Bewertung sinnvoll.

Die Umrechnung in Prozentwerte erfolgte, da die Zahl der „gezählten" mathematischen Informationen in den Rechengeschichten unterschiedlich war. In der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext sind zwar grundsätzlich wie in der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext sechs mathematische Informationen enthalten, gezählt werden allerdings lediglich fünf. Hintergrund ist, dass die Information „Summe bilden" in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext nicht explizit für Kinder erkennbar ist. Der Hinweis, dass der gezahlte Preis anschließend halbiert werden muss, verweist implizit darauf, dass die Gesamtkosten berechnet werden müssen, was durch Addition der einzelnen Beträge erfolgt. Anders als im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext, in der explizit auf eine gemeinsame Bestellung hingewiesen wird, ist diese Information nicht offensichtlich als solche erkennbar. Besonders in der Gruppe „Unterstreichen" könnte dies zu einem schlechteren Abschneiden der Kinder führen, wenn diese Information dennoch als mathematische Information gezählt würde. Daher wurden nur fünf mathematische Informationen gezählt. Zur Vergleichbarkeit wurden daher anschließend Prozentwerte berechnet.

b) Bewertung der Daten aus der Gruppe „Unterstreichen"

Den Kindern, welche die Strategie „Unterstreichen" anwendeten, wurden insgesamt vier Fragen gestellt, deren Bewertung im Einzelnen erklärt wird. Die erste Frage bezieht sich auf die Aufforderung, lösungsrelevante Informationen zu markieren. Dieser Auftrag erfordert die Markierung der mathematischen Informationen des Textes. Pro markierter mathematischer Information erhielt ein Kind einen Punkt. Zur Vergabe eines Punktes für eine Information muss lediglich die Zahl oder ein Wort in dieser Information unterstrichen werden. Weitere Elemente der Information wie zum Beispiel „pro Monat" müssen nicht markiert werden.[267]

Da fünf bzw. sechs Informationen zu den mathematischen Informationen gezählt werden, erhält ein Kind maximal fünf bzw. sechs Punkte für die erste Frage. Wie im Fall der Nacherzählung der Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung" wurde auch für die Bewertung der Daten aus der Gruppe „Unterstreichen" festgelegt, dass die

[267] Die Begründung für diese Entscheidung liegt darin, dass manchen Menschen ein markiertes Wort genügt, um den Zusammenhang und die Informationen aufrufen zu können.

zweimal im Text enthaltene Information über das Halbieren nur einmal in die Auswertung einfließt. Das bedeutet, dass ein Kind lediglich einen Punkt erhielt, selbst wenn es diese Information zweimal markierte.

Um den Kindern eine der drei Ausprägungen der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ zuzuweisen, wurde die Bewertungszahl der ersten Frage in einen Prozentwert umgerechnet. Dieser wurde Basis für die Zuweisung (ähnlich wie im Fall der Gruppe „Nacherzählen“).

Die Antwort auf die zweite Frage (Begründung, weshalb die erste markierte Textstelle eine lösungsrelevante Information darstellt) wurde ebenfalls mit keinem oder einem Punkt bewertet. Das Auswertungssystem fordert für die Vergabe von einem Punkt, dass die Begründung derartig formuliert ist, dass die Relevanz der Information für die Lösung erkennbar wird. Dies ist zum Beispiel durch die Skizzierung des Lösungsweges möglich, in welchem die Information auftritt. Ebenfalls mit einem Punkt bewertet wird eine Antwort in dem Fall, dass das Kind in der Begründung bemerkt, dass die von ihm fälschlicherweise als lösungsrelevant markierte Stelle doch nicht lösungsrelevant ist (das Kind hat eine eigentlich lösungsirrelevante Information als lösungsrelevante Information identifiziert und bemerkt in der Begründung, dass diese Entscheidung falsch ist). Die Bewertung der Antwort mit keinem Punkt tritt in den folgenden Situationen ein:

- Das Kind gibt keine Antwort oder deutet an, dass es keine Begründung geben kann.
- Die Antwort des Kindes ist unverständlich, eine Begründung kann dieser nicht entnommen werden.
- Das Kind formuliert seine Antwort ähnlich der Frage, zum Beispiel antwortet es „weil die Information wichtig ist“ oder „weil ich diese Information brauche“.
- Die Frage wird immer bezogen auf die erste vom Kind markierte Information formuliert. Diese Information ist aber nicht lösungsrelevant. Das Kind bemerkt dieses aber nicht und versucht zu begründen, weshalb die von ihm markierte Textstelle lösungsrelevant ist.

Die dritte Frage (Frage nach überflüssigen Zahlen) wird mit einem Punkt bewertet, wenn das Kind eine nicht lösungsrelevante Zahl nennt, andernfalls (keine Antwort oder Nennung einer lösungsrelevanten Zahl) wird kein Punkt gegeben.

Bei dieser Frage und deren Bewertung ist allerdings der folgende Sonderfall zu beachten: Die erste vom Kind markierte Information im Text ist eine Information, die für die Lösung der Aufgabe keine Bedeutung hat. Das Kind bemerkt diesen Fehler und erklärt in seiner Antwort auf die zweite Frage, warum diese Information wichtig sei, dass es sich geirrt habe und dass diese Zahl und Information nicht lösungsrelevant sei. Diesem Kind wurde daraufhin die dritte Frage nach überflüssigen Zahlen im Text nicht mehr gestellt, da es diese im Grunde bereits beantwortet hat. Dieses Vorgehen wurde vereinbart und im Interviewleitfaden festgehalten, um das Kind in diesem Fall nicht zu irritieren oder zu verunsichern. Sollte dieser Fall eintreten und die dritte Frage aus diesem Grund nicht gestellt werden, erhält das Kind für diese dennoch einen Punkt, da es implizit diese dritte Frage im Rahmen seiner Antwort auf die zweite Frage bereits beantwortet hat.

Die Bewertung der Antwort auf die vierte Frage (Frage nach einer Begründung, warum die auf die dritte Frage genannte Zahl nicht lösungsrelevant ist) ist ähnlich der Bewertung der Antwort auf die zweite Frage. Eine Antwort wurde demnach in folgenden Fällen mit einem Punkt bewertet:

- Die Begründung des Kindes macht deutlich, dass die genannte Zahl für die Lösung der Aufgabe keine Bedeutung hat.
- Das Kind bemerkt, dass die von ihm als irrelevant markierte Zahl eigentlich doch für die Lösung der Aufgabe erforderlich ist, und korrigiert daher seine Behauptung, dass diese Zahl irrelevant sei.

Dagegen wird in folgenden Fällen kein Punkt gegeben:

- Das Kind gibt keine Antwort oder äußert, dass es die Frage nicht beantworten kann.
- Die Antwort ist nicht verständlich.
- Das Kind formuliert seine Antwort mit Worten der Frage; es antwortet zum Beispiel „weil diese Zahl nicht wichtig ist“ oder „weil ich diese Zahl für die Lösung nicht brauche“.

Für die Prüfung der Reliabilität wurden die Daten von 20 Kindern[268] von den drei Interviewleiterinnen unabhängig voneinander ausgewertet. Die Berechnung von Kappa nach Fleiss (zur Berechnung vgl. wiederum Bortz & Lienert 2008, S.314-320) ergab folgende Werte: für die Gesamtbewertung (Markierungen und Antworten) ergab sich ein Wert von 0,92, für die Bewertung der Markierungen ein Wert von 0,96 und

[268] Auch hier sind vier der 20 Datensätze von der technischen Störung betroffen und haben kurze (kaum bedenkliche) Aussetzer. Wie bereits oben beschrieben, wurden diese verbalen Datensätze nicht zur Prüfung der statistischen Hypothesen verwendet, sondern lediglich zur Prüfung der Reliabilität.

für die Bewertung der Antworten 0,84.[269] Anschließend wertete jede Interviewleiterin etwa 30 Transkripte allein aus. In Zweifelsfällen sowie bei Unklarheiten wurden die Auswertungen mit der Autorin besprochen.

[269] Wie im Fall der Nacherzählungen wurden auch hier nicht die Kinder als die zu bewertenden Objekte aufgefasst. Vielmehr wurden die mathematischen Informationen (oder genauer: die Markierungen der mathematischen Informationen) sowie die Antworten auf die Fragen als zu bewertende Objekte verstanden. Da diese „Objekte" von jedem Kind vorliegen, lagen für die Prüfung insgesamt 190 bewertete Objekte vor – 130 Bewertungen hinsichtlich der Markierung der mathematischen Informationen sowie 60 Bewertungen von Antworten.
Der Ausschluss der vier Datensätze aus der Reliabilitätsprüfung hätte kaum Änderungen ergeben: Es wären 156 Objekte ausgewertet worden, 104 Bewertungen hinsichtlich der Markierungen der mathematischen Informationen sowie 48 Bewertungen der Antworten der Kinder. Als Reliabilitätsmaße hätten sich ergeben: 0,92 (Bewertung von Markierungen und Antworten), 0,97 (Bewertung der Markierungen) und 0,8 (Bewertung der Antworten).

8 Ergebnisse

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse der Hauptstudie vorgestellt. Ausgewertet wurden dazu Interviews von 120 Kindern. Bei der Durchführung statistischer Tests, in welchen die Bewertungen der verbalen Daten (Werte der Variablen „Qualität des Situationsmodells", „Qualität der Textverarbeitung" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns") verwendet wurden, wurden allerdings die Daten von 15 Kindern ausgeschlossen.[270] Von diesen 15 Kindern wurden lediglich die schriftlichen Daten (Lösung der Rechengeschichte, Mathematik-Test) und in der statistischen Prüfung verwendet.

8.1 Ergebnisse bezüglich der zentralen Fragestellung

Wirkt sich das Nacherzählen positiv auf den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells aus?[271] Dies stellt im Grunde die zentrale Fragestellung dar. Damit verbunden ist der Vergleich der Ergebnisse der Kinder, welche die Rechengeschichte nacherzählten, mit den Ergebnissen der Kinder der Gruppe „Unterstreichen". Der Vergleich kann hinsichtlich der drei Variablen „Lösung der Rechengeschichte", „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" erfolgen.[272] Im Sinne der Fragestellung zeigt sich eine positive Wirkung des mündlichen Nacherzählens zum Beispiel darin, dass die Zahl an korrekten Lösungen in der Gruppe der Kinder, welche die Rechengeschichte vor der Lösung nacherzählen, größer ist als in der Gruppe der Kinder, welche zunächst lösungsrelevante Informationen markieren sollen. Eine positive Wirkung kann sich aber auch darin zeigen, dass die Kinder der Gruppe „Nacherzählen" in den Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" bessere Ergebnisse erreichen als die Kinder der Gruppe „Unterstreichen". Bezüglich der zentralen Fragestellungen werden daher folgende Hypothesen untersucht:

---

[270] Aufgrund einer technischen Störung konnten die verbalen Daten nicht vollständig ausgewertet werden. Die Daten weiterer Kinder, bei denen ebenfalls diese technische Störung vorlag, wurden gänzlich ausgeschlossen.

[271] Die Fragestellung wurde bereits in Velten (2010, S.876) und Velten (2011, S.856) veröffentlicht.

[272] Diese Ergebnisse der Variablenvergleiche wurden zum Teil in Velten (2010, S.877f.) und Velten (2011, S.856) dargestellt bzw. es wurde darauf hingewiesen, dass ein Vergleich geplant ist. Der Vergleich der Gruppen hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" wurde noch nicht durchgeführt.

a) bezüglich der Variablen „Lösung der Rechengeschichte“

H_0: Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Strategie“. Die Zahl an korrekten Lösungen unterscheidet sich in beiden Strategiegruppen nicht.

H_1: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Strategie“. Die Zahl an korrekten Lösungen unterscheidet sich in beiden Strategiegruppen signifikant.

b) bezüglich der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“

H_0: Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Strategie“. In beiden Strategiegruppen zeigt sich eine vergleichbare Verteilung der Werte der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“.

H_1: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Strategie“.

c) bezüglich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“

H_0: Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Strategie“. In beiden Strategiegruppen erreichen die Kinder vergleichbare Werte in der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“.

H_1: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Strategie“.

Die Hypothesen sind ungerichtet formuliert. Da beide Strategien in Didaktik-Büchern als Lesehilfen empfohlen werden, ist denkbar, dass auch die Strategie „Unterstreichen“ zu besseren Ergebnissen führt. Daher wurde die ungerichtete Formulierung gewählt. Im Anschluss an die Überprüfung der Hypothesen bezüglich aller Kinder wurden die Hypothesen hinsichtlich weiterer Variablen spezifisch geprüft.

Gemäß dem Vorgehen in der Auswertung werden zunächst die Ergebnisse in der Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ betrachtet. Die Zahlen an korrekten und inkorrekten Lösungen in den beiden Strategiegruppen können der folgenden Tabelle entnommen werden.

			Lösung der Rechengeschichte		Summe
			korrekt	inkorrekt	
Strategie	Nacherzählen	abs. H.	15	45	60
		erw. H.	17	43	60
		rel. H. (in %)	12,5	37,5	50,0
	Unterstreichen	abs. H.	19	41	60
		erw. H.	17	43	60
		rel. H. (in %)	15,8	34,2	50,0
Summe		abs. H.	34	86	120
		erw. H.	34	86	120
		rel. H. (in %)	28,3	71,7	100,0

Tabelle 33: Zahl der korrekten und inkorrekten Lösungen in den Vergleichsgruppen

Auffallend ist die relativ hohe Zahl an inkorrekten Lösungen. Folglich haben etwa 71,7% der 120 interviewten Kinder ein fehlerhaftes mathematisches Modell aufgebaut, unabhängig von der Strategie, welche sie angewendet haben. Die Zahl der Kinder, welche die Rechengeschichte nach der mündlichen Nacherzählung korrekt lösten, ist nur geringfügig kleiner als die Zahl der Kinder, welche zunächst lösungsrelevante Informationen markierten und anschließend die Aufgabe korrekt lösten. Die Vermutung, dass die Strategien keine unterschiedliche Wirkung hinsichtlich der Zahl an korrekten Lösungen zeigen, bestätigt der durchgeführte χ^2 – Test. Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Strategie" und „Lösung der Rechengeschichte" (vgl. Velten 2010, S.877; Velten 2011, S.856).[273]

Was lässt sich über die Wirkung der Strategien sagen, wenn man die differenziertere Bewertung der schriftlichen Arbeiten heranzieht und die Strategiegruppen hinsichtlich der erreichten Punkte für die Lösungen vergleicht? Es zeigt sich folgendes Bild:

[273] Dieses Ergebnis wurde in diesen angegebenen Beiträgen bereits veröffentlicht.

			Qualität der Lösung der Rechengeschichte			Summe
			weniger gute Lösung	mittelmäßige Lösung	gute Lösung	
Strategie	Nacherzählen	abs. H.	18	18	24	60
		erw. H.	17	17	26	60
		rel. H. (in %)	15,0	15,0	20,0	50,0
	Unterstreichen	abs. H.	16	16	28	60
		erw. H.	17	17	26	60
		rel. H. (in %)	13,3	13,3	23,3	50,0
Summe		abs. H.	34	34	52	120
		erw. H.	34	34	52	120
		rel. H. (in %)	28,3	28,3	43,3	100,0

Tabelle 34: Verteilung der Lösungen der Kinder auf die drei Werte der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte", nach Strategiegruppen getrennt[274]

Das Bild, das sich bezüglich der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" zeigt, erscheint etwas positiver im Vergleich zu dem Ergebnis, welches sich hinsichtlich der Variablen „Lösung der Rechengeschichte" zeigt. Die Tabelle deutet an, dass immerhin etwa 43,3% der Kinder eine gute Lösung anfertigen konnten und ihre Lösung folglich viele richtige Teilschritte enthält. Demnach konnten 43,3% der Kinder große Teile der komplexen mathematischen Struktur erfassen.

Ähnlich wie bereits im Fall der Variablen „Lösung der Rechengeschichte" ist die Zahl der Kinder, welche die Rechengeschichte nacherzählen sollten und eine gute Lösung anfertigen konnten, etwas kleiner als die Zahl der Kinder, welche lösungsrelevante Informationen markierten. In den anderen beiden Klassen unterscheiden sich die Zahlen hingegen nicht. Die Durchführung eines χ^2 – Tests bestätigte, dass der Unterschied in den Vergleichsgruppen nicht signifikant ist. Zwischen den Variablen „Strategie" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" besteht kein signifikanter Zusammenhang (vgl. Velten 2011, S.857).

Beim Vergleich der beiden Strategiegruppen bezüglich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" zeigt sich kein wesentlicher Unterschied:

[274] Aufgrund von Rundungsfehlern kommt es in der Summe der relativen Häufigkeiten zu einer Abweichung von 100%

			Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns			Summe
			weniger gutes Verständnis	mittelmäßiges Verständnis	gutes Verständnis	
Strategie	Nacherzählen	abs. H.	19	20	11	50
		erw. H.	17,6	22,9	9,5	50
		rel. H. (in %)	18,1	19,0	10,5	47,6
	Unterstreichen	abs. H.	18	28	9	55
		erw. H.	19,4	25,1	10,5	55
		rel. H. (in %)	17,1	26,7	8,6	52,4
Summe		abs. H.	37	48	20	105
		erw. H.	37	48	20	105
		rel. H. (in %)	35,2	45,7	19,1	100,0

Tabelle 35: Vergleich der Gruppen hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“

Der χ^2-Test bestätigt: es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Variablen „Strategie“ und der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ (χ^2 = 1,325, df=2, n.s.).

Hinsichtlich dieser drei Variablen („Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“) ergeben sich folglich keine Hinweise, dass mündliches Nacherzählen eine wirkungsvolle Strategie zur Lösung von Textaufgaben und Rechengeschichten darstellt – zumindest nicht im Vergleich mit der Strategie „Unterstreichen“. In den folgenden Teilkapiteln wird untersucht, ob sich unter Berücksichtigung anderer Merkmale Unterschiede oder Zusammenhänge zeigen. Zuvor sollen allerdings auch die Ergebnisse in den Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Textverarbeitung“ vorgestellt werden.

8.2 „Gute Nacherzählung, aber fehlerhafte Lösung“ oder „mäßige Nacherzählung, aber perfekte Lösung“ ? – Zusammenhang zwischen den verbalen Äußerungen und der Lösung der Aufgabe

Während der Interviews konnte bereits beobachtet werden, dass einzelne Kinder in der Nacherzählung nur wenige mathematische Informationen erwähnten und letztlich dennoch eine korrekte Lösung bzw. eine gute Lösung anfertigten. Analog ließ sich ähnliches in der Gruppe „Unterstreichen“ beobachten: einige Kinder markierten lediglich wenige lösungsrelevante Informationen und lösten die Rechengeschichte korrekt. Auch der umgekehrte Fall (viele mathematische Informationen wurden nacherzählt oder markiert, aber letztlich wurde nur ein Teil der Informationen in der Lösung verwendet) trat auf.[275]

[275] Die qualitative Analyse einzelner Beispiele folgt an späterer Stelle.

Diese Beobachtungen führen zu der Frage, ob ein Zusammenhang zwischen den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ einerseits und den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“, „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Textverarbeitung“ andererseits besteht.

Bevor der Frage nach Zusammenhängen nachgegangen wird, soll sich der Blick zunächst auf die Verteilung der Kinder hinsichtlich der beiden Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Textverarbeitung“ richten. Es zeigt sich, dass in der Gruppe „Nacherzählen“ acht Kinder (7,62% aller 105 Kinder, 16% der Kinder der Gruppe „Nacherzählen“) ein gutes, angemessenes Situationsmodell aufgebaut hatten und die Rechengeschichten entsprechend gut nacherzählten. Ein mittelmäßiges Situationsmodell konnten 27 Kinder (25,71% aller 105 Kinder, 54% der Kinder der Gruppe „Nacherzählen“) aufbauen. Lediglich 15 Kinder (14,29% aller 105 Kinder, 30% der Kinder der Gruppe „Nacherzählen“) konnten nur ein wenig angemessenes Situationsmodell aufbauen und die Rechengeschichten mit entsprechenden Lücken nacherzählen.

In der Gruppe „Unterstreichen“ sieht die Verteilung anders aus: Hier zählen 14 Kinder (13,3% aller 105 Kinder, 25,45% der Kinder der Gruppe „Unterstreichen“) zu der oberen Leistungsgruppe, markierten folglich viele mathematische Informationen und konnten die Auswahl gut begründen. 27 Kinder (25,71% aller 105 Kinder, 49.09% der Kinder der Gruppe „Unterstreichen“) befinden sich im Mittelfeld, markierten folglich weniger Informationen oder konnten die Auswahl weniger gut begründen als die 14 Kinder der oberen Leistungsgruppe. Insgesamt 14 Kinder markierten dagegen noch weniger Informationen oder hatten Schwierigkeiten, ihre Auswahl zu begründen.

Bei der statistischen Prüfung, ob ein Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Lösung der Rechengeschichte“ besteht, tritt das Problem auf, dass der χ^2-Test nicht durchgeführt werden kann. Die Anzahl der Zellen, in denen die erwartete Häufigkeit kleiner als 5 ist, ist zu groß (33,3%, der Anteil sollte nicht größer als 20% sein (vgl. Bortz 2005, S.177)).

			Qualität des Situationsmodells			Summe
			weniger angemessen	mittelmäßig angemessen	gut, angemessen	
Lösung der Rechen-ge-schichte	korrekt	abs. H.	1	6	6	13
		erw. H.	3,9	7	2,1	13
		rel. H. (in %)	2,0	12,0	12,0	26,0
	inkorrekt	abs. H.	14	21	2	37
		erw. H.	11,1	20	5,9	37
		rel. H. (in %)	28,0	42,0	4,0	74,0
Summe		abs. H.	15	27	8	50
		erw. H.	15	27	8	50
		rel. H. (in %)	30,0	54,0	16,0	100,0

Tabelle 36: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Situationsmodells" und „Lösung der Rechengeschichte"

Da ein Korrelationstest aus den oben genannten Gründen nicht durchgeführt werden kann, lassen sich auf der Basis der Zahlen allenfalls Tendenzen beschreiben, ohne dass diese statistisch geprüft werden können. So deutet sich in den Ergebnissen die Tendenz an, dass Kinder, welche ein gutes, angemessenes Situationsmodell des Textes aufbauen, auch häufiger zu einer korrekten Lösung gelangen, während Kinder, welche ein weniger angemessenes Situationsmodell aufbauen, eher inkorrekte Lösungen anfertigen.

Richtet man den Blick nun auf den Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Situationsmodells" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte", bestätigen sich in gewisser Weise die oben beschriebenen Tendenzen.

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen „Qualität des Situationsmodells" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte", zeigt sich schließlich ein vergleichbares Bild:

			Qualität des Situationsmodells			Summe
			weniger angemessen	mittelmäßig angemessen	gut, angemessen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	9	6	0	15
		erw. H.	4,5	8,1	2,4	15
		rel. H. (in %)	18,0	12,0	0,0	30,0
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	5	9	2	16
		erw. H.	4,8	8,6	2,6	16
		rel. H. (in %)	10,0	18,0	4,0	32,0
	gute Lösung	abs. H.	1	12	6	19
		erw. H.	5,7	10,3	3	19
		rel. H. (in %)	2,0	24,0	12,0	38,0
Summe		abs. H.	15	27	8	50
		erw. H.	15	27	8	50
		rel. H. (in %)	30,0	54,0	16,0	100,0

Tabelle 37: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Situationsmodells" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte"

Da in 55,6% der Zellen die erwartete Häufigkeit kleiner als 5 ist, kann der χ^2-Test nicht durchgeführt werden (s. Anmerkung oben). Die entsprechenden Rangkorrelationskoeffizienten weisen auf einen signifikanten mittleren Zusammenhang zwischen den beiden Variablen hin (Spearmans $\rho = 0{,}538$, Kendalls $\tau_b = 0{,}487$ und $\tau_c = 0{,}458$ ($p<0{,}01$ in allen drei Fällen)). Dieser Zusammenhang lässt sich auch an den Zahlen in der Tabelle ablesen. Etwa 60% der Kinder, welche ein weniger angemessenes Situationsmodell des Textes aufbauen, fertigen eine weniger gute Lösung an. In der „Spitzengruppe" dagegen sind 75% der Kinder auch zu einer guten Lösung gekommen.

Betrachtet man die Variablen „Qualität der Textverarbeitung" und „Lösung der Rechengeschichte", zeigt sich, dass der χ^2-Test aufgrund des zu hohen Anteils (33,3%) an Zellen, in welchen eine erwartete Häufigkeit kleiner als 5 auftritt, nicht durchgeführt werden kann. Anhand der Zahlen lässt sich aber eine Tendenz ablesen:

			Qualität der Textverarbeitung			**Summe**
			weniger angemessen	mittelmäßig angemessen	gut, angemessen	
Lösung der Rechengeschichte	korrekt	abs. H.	0	8	8	16
		erw. H.	4,1	7,9	4,1	16,1
		rel. H. (in %)	0,0	14,5	14,5	29,1
	inkorrekt	abs. H.	14	19	6	39
		erw. H.	9,9	19,1	9,9	38,9
		rel. H. (in %)	25,5	34,5	10,9	70,9
Summe		abs. H.	14	27	14	55
		erw. H.	14	27	14	55
		rel. H. (in %)	25,5	49,0	25,5	100,0

Tabelle 38: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität der Textverarbeitung" und „Lösung der Rechengeschichte"[276]

Korrekte Lösungen wurden nur von Kindern angefertigt, die den mittleren oder oberen Wert der Variablen „Qualität der Textverarbeitung" erreichen. Von den Kindern, welche der oberen Gruppe dieser Variablen angehören, fertigen mehr als 50% eine korrekte Lösung an. Kinder, welche dem unteren Wert der Variablen „Qualität der Textverarbeitung" zugeordnet werden, fertigten keine korrekte Lösung an.

Hinsichtlich der Prüfung, ob ein Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität der Textverarbeitung" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" besteht, ergeben sich die folgenden Werte: Spearmans $\rho = 0{,}595$; Kendalls $\tau_b = 0{,}540$ und $\tau_c = 0{,}516$ ($p<0{,}05$ in allen drei Fällen). Der Zusammenhang zwischen beiden Variablen ist folglich mittelstark.

[276] Die Summe der relativen Häufigkeiten (in %) weicht von 100 % aufgrund von Rundungsfehlern ab (periodische Brüche).

			Qualität der Textverarbeitung			Summe
			weniger angemessen	mittelmäßig angemessen	gut, angemessen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	10	6	0	16
		erw. H.	4,1	7,9	4,1	16
		rel. H. (in %)	18,2	10,9	0,0	29,1
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	3	8	3	14
		erw. H.	3,6	6,9	3,6	14
		rel. H. (in %)	5,5	14,5	5,5	25,5
	gute Lösung	abs. H.	1	13	11	25
		erw. H.	6,4	12,3	6,4	25
		rel. H. (in %)	1,8	23,6	20,0	45,4
Summe		abs. H.	14	27	14	55
		erw. H.	14	27	14	55
		rel. H. (in %)	25,5	49,0	25,5	100,0

Tabelle 39: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“[277]

Zuletzt sollen auch die Zusammenhänge zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in den Fokus rücken. Hier zeigt sich ein signifikanter, eher schwacher Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Lösung der Rechengeschichte“ (χ^2=13,362, df=2, p<0,05, Φ = 0,357 = V, C = 0,336):

			Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns			Summe
			weniger gutes Verständnis	mittelmäßiges Verständnis	gutes Verständnis	
Lösung der Rechen-ge-schichte	korrekt	abs. H.	3	21	5	29
		erw. H.	10,2	13,3	5,5	29
		rel. H. (in %)	2,9	20,0	4,8	27,6
	inkorrekt	abs. H.	34	27	15	76
		erw. H.	26,8	34,7	14,5	76
		rel. H. (in %)	32,4	25,7	14,3	72,4
Summe		abs. H.	37	48	20	105
		erw. H.	37	48	20	105
		rel. H. (in %)	35,2	45,7	19,1	100,0

Tabelle *40*: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und der „Lösung der Rechengeschichte“[278]

Es lässt sich eine schwache Tendenz in den Zahlen ablesen, dass Kinder, welche den mathematischen Kern gut erfasst haben, auch die Rechengeschichte korrekt lösen. Auch zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen

277 Aufgrund von Rundungsfehler weichen die Summen der erwarteten Häufigkeiten ab.
278 Die Summe der relativen Häufigkeiten (in %) weicht von 100 % aufgrund von Rundungsfehlern ab (periodische Brüche).

Kerns“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ ist ein schwacher bis mittlerer Zusammenhang zu beobachten (Spearmans ρ = 0,418, Kendalls τ_b = 0,374 und τ_c=0,361 (p<0,05 in allen drei Fällen). Ein signifikanter, schwacher bis mittelstarker Zusammenhang zeigt sich auch im χ^2-Test: χ^2 = 29,187, df=4, p<0,05, Φ = 0,527, V=0,373, C = 0,466).

			Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns			Summe
			weniger gutes Verständnis	mittelmäßiges Verständnis	gutes Verständnis	
Qualität der Lösung der Rechengeschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	22	5	4	31
		erw. H.	10,9	14,2	5,9	31
		rel. H. (in %)	21,0	4,8	3,8	29,6
	mittelmäßige Lösung	abs. H.	10	14	6	30
		erw. H.	10,6	13,7	5,7	30
		rel. H. (in %)	9,5	13,3	5,7	28,5
	gute Lösung	abs. H.	5	29	10	44
		erw. H.	15,5	20,1	8,4	44
		rel. H. (in %)	4,8	27,6	9,5	41,9
Summe		abs. H.	37	48	20	105
		erw. H.	37	48	20	105
		rel. H. (in %)	35,3	45,7	19,0	100,0

Tabelle 41: Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“

Der schwache bis mittelstarke Zusammenhang lässt sich vermutlich auf die Zahl an Fällen zurückführen, in denen ein gutes Verständnis des mathematischen Kerns vorliegt, aber nur eine weniger gute Lösung angefertigt werden konnte, oder in denen zwar nur ein geringes Verständnis des mathematischen Kerns vorliegt, aber eine gute Lösung angefertigt werden konnte. Die Zahl solcher Fälle ist in dieser Studie relativ hoch. Wie Abweichungen zwischen Textverständnis und Lösung aussehen können, wird in Kapitel 8.7 aufgezeigt. In diesem Kapitel werden in diesem Sinne Interviews einiger Kinder qualitativ analysiert.

8.3 Effekt des Kontextes

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, dass der Kontext der Rechengeschichte den Verstehensprozess und somit den Lösungserfolg positiv oder negativ beeinflusst. Daher wird zunächst der Zusammenhang zwischen der Variablen „Kontext“ und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“, „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Textverarbeitung“ untersucht. Anschließend wird – bezüglich der Variablen „Kontext“ getrennt – der Zusammenhang zwischen der Variablen „Strategie“ und den drei Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ untersucht.

Dem in Kapitel 1.2 beschriebenen Stand der Forschung zufolge ist anzunehmen, dass sich die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext als schwieriger zu lösen erweist, da dieser Kontext als fiktional einzustufen ist. Daher ist zu erwarten, dass die Zahl an korrekten Lösungen unter den Kindern, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext bearbeiten, signifikant kleiner ist als unter den Kindern, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext bearbeiten. Ebenso konnte erwartet werden, dass in der Gruppe der Kinder, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext bearbeiteten, die Zahl an guten Lösungen größer ist als in der Gruppe der Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext lösten. Hinsichtlich der Variablen „Qualität des Situationsmodells“, „Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ war eine ähnliche Wirkung des Kontextes zu erwarten.

Hinsichtlich der Frage nach dem Zusammenhang der Variablen „Kontext“ und „Lösung der Rechengeschichte“ lässt sich der Ausgang der statistischen Prüfung deutlich anhand der Tabelle ablesen.

			Kontext		**Summe**
			unvertraut	vertraut	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	6	28	34
		erw. H.	17	17	34
		rel. H. (in %)	5,0	23,3	28,3
	inkorrekt	abs. H.	54	32	86
		erw. H.	43	43	86
		rel. H. (in %)	45,0	26,7	71,7
Summe		abs. H.	60	60	120
		erw. H.	60	60	120
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 42: Zusammenhang zwischen den Variablen „Kontext“ und „Lösung der Rechengeschichte“

Die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext ist deutlich schwieriger als die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext. Lediglich 10% der Kinder, welche diese Rechengeschichte bearbeiten sollten (5% aller Kinder), konnten sie dem Ansatz nach vollständig korrekt lösen. Bei der Durchführung eines χ^2 – Tests bestätigt sich die Annahme, dass die Variablen „Kontext“ und „Lösung der Rechengeschichte“ signifikant zusammenhängen ($\chi^2 = 19{,}863$, df=1, $p < 0{,}05$) und die Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ aufgrund der Vertrautheit mit dem Kontext folglich einfacher zu lösen ist als die Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung“ (vgl. Velten 2010, S.877; Velten 2011, S.857)[279].

Die Bewertung der Lösungen mit Teilpunkten liefert ein ähnliches Bild.

			Kontext		Summe
			unvertraut	vertraut	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	21	13	34
		erw. H.	17	17	34
		rel. H. (in %)	17,5	10,8	28,3
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	22	12	34
		erw. H.	17	17	34
		rel. H. (in %)	18,3	10,0	28,3
	gute Lösung	abs. H.	17	35	52
		erw. H.	26	26	52
		rel. H. (in %)	14,2	29,2	43,4
Summe		abs. H.	60	60	120
		erw. H.	60	60	120
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 43: Zusammenhang zwischen den Variablen „Kontext der Rechengeschichte“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“

Die Durchführung des χ^2 – Tests bestätigt die Annahme ($\chi^2 = 11{,}054$, df=2, $p < 0{,}05$). Zwischen den Variablen besteht ein signifikanter Zusammenhang, bei der Bearbeitung der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext ist es leichter, eine gute Lösung anzufertigen, als bei der Bearbeitung der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext.

Überraschend ist allerdings, dass selbst die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext nur von 28 Kindern der mathematischen Struktur nach vollständig korrekt gelöst wurde. Aufgrund dieses Ergebnisses sollen folgend die Fehlerarten – sowohl der Fehler in den Lösungen zur Rechengeschichte mit unvertrautem als auch der Fehler in den Lösungen zur Rechengeschichte mit vertrautem Kontext – überprüft werden. Der folgenden Tabelle können typische Fehler sowie die Häufigkeit ihres Auftretens entnommen werden.

[279] Dieses Ergebnis wurde vorab in den beiden angegebenen Quellen veröffentlicht.

Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext	
Fehlerart	**Häufigkeit des Fehlers**
(14 + 6) : 2	14
14 + 6	10
4•14 + 2•6	4
14 : 2	2
14 – 6	2
14•4 : 2 + 6•2	3
14 : 2, 6 : 2	2
14 • 6	2
Sonstige	15

Tabelle 44: Übersicht über Art und Häufigkeit des Auftretens der Fehler in den Lösungen zur Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung“

Zur Kategorie „Sonstige“ werden alle Fehler gezählt, die nur ein einziges Mal auftreten. Im Fall der Rechengeschichte liegen folglich 15 unterschiedliche Fehler vor, die keiner der oben angeführten Fehler entsprechen und nur von jeweils einem Kind begangen wurden.

Rechengeschichte mit vertrautem Kontext	
Fehlerart	**Häufigkeit des Fehlers**
4 • 0,60 €	10
4 • 0,60 € + 2 • 0,80 €	3
(0,80 € + 0,60 €) : 2	3
4 • 0,60 € + 0,80 €	5
(4 • 0,60 € + 0,80 €) : 2	2
0,60 € + 0,80 €	3
(2 • 0,80 € + 0,60 €)	2
Sonstige	4

Tabelle 45: Übersicht über Art und Häufigkeit des Auftretens der Fehler in den Lösungen zur Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“

Im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext sind nur vier Lösungen der Kategorie „Sonstige“ zugeordnet. In einer dieser Lösungen wird der Geldwert „0,60 €“ mit der Zahl 6 multipliziert, in einer anderen wird der Wert als Lösung allein angegeben. Insgesamt haben demnach zwölf Kinder nur den Preis für die Schokolade in der Lösung berücksichtigt, während die Kosten für die Gummibärchen keine Berücksichtigung finden. Im Rahmen der detaillierten Auswertung einzelner Interviews sollen diese Fälle näher betrachtet werden.

Die Schwierigkeit des Kontextes zeigt sich auch in den Variablen „Qualität des Situationsmodells“, „Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“. Betrachtet man erstere, so spiegelt sich in den Zahlen die Tendenz wieder, dass es den Kindern im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext häufiger gelingt, ein angemessenes Situationsmodell aufzubauen.

			Kontext		**Summe**
			unvertraut	vertraut	
Qualität des Situations-modells	weniger angemessen	abs. H.	12	3	15
		erw. H.	7,5	7,5	15
		rel. H. (in %)	24,0	6,0	30,0
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	12	15	27
		erw. H.	13,5	13,5	27
		rel. H. (in %)	24,0	30,0	54,0
	gut, angemessen	abs. H.	1	7	8
		erw. H.	4	4	8
		rel. H. (in %)	2,0	14,0	16,0
Summe		abs. H.	25	25	50
		erw. H.	25	25	50
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 46: Zusammenhang zwischen den Variablen „Kontext“ und „Qualität des Situationsmodells“

Da nicht alle Voraussetzungen erfüllt sind, kann der χ^2-Test nicht durchgeführt werden. Es lässt sich folglich nur anhand der Zahlen eine Tendenz ablesen. Während Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext nacherzählen müssen, in der Regel allenfalls ein mittelmäßiges Situationsmodell aufbauen, finden sich in der Gruppe der Kinder, welche sich mit der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext auseinandersetzen, sehr viele, die entweder ein mittelmäßiges oder ein angemessenes Situationsmodell des Textes aufbauen. Die Tendenz, die sich anhand der Werte ablesen lässt, bestätigt die Annahme, dass die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext schwieriger zu verstehen ist.

Hinsichtlich der Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ ist der subjektive Unterschied nicht so groß. Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Kontext der Rechengeschichte“ und „Qualität der Textverarbeitung“ (χ^2=5,841, df=2, n.s.).

			Kontext		Summe
			unvertraut	vertraut	
Qualität der Textverarbeitung	weniger angemessen	abs. H.	6	8	14
		erw. H.	7,1	6,9	14
		rel. H. (in %)	10,9	14,5	25,4
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	18	9	27
		erw. H.	13,7	13,3	27
		rel. H. (in %)	32,7	16,4	49,1
	gut, angemessen	abs. H.	4	10	14
		erw. H.	7,1	6,9	14
		rel. H. (in %)	7,3	18,2	25,5
Summe		abs. H.	28	27	55
		erw. H.	27,9	27,1	55
		rel. H. (in %)	50,9	49,1	100,0

Tabelle 47: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ und „Kontext“

Zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Kontext der Rechengeschichte“ besteht hingegen ein signifikanter Zusammenhang (χ^2 = 6,867, df=2, p<0,05, Φ = 0,256 = V, C = 0,248). Die Korrelation zwischen den beiden Variablen ist allerdings als schwach zu bewerten.

			Kontext		Summe
			unvertraut	vertraut	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	21	16	37
		erw. H.	18,7	18,3	37
		rel. H. (in %)	20,0	15,2	35,2
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	18	30	48
		erw. H.	24,2	23,8	48
		rel. H. (in %)	17,1	28,6	45,7
	gut, angemessen	abs. H.	14	6	20
		erw. H.	10,1	9,9	20
		rel. H. (in %)	13,3	5,7	19,1
Summe		abs. H.	53	52	105
		erw. H.	53	52	105
		rel. H. (in %)	50,5	49,5	100,0

Tabelle 48: Zusammenhang der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Kontext der Rechengeschichte“[280]

Interessanter Weise zeigt sich hier allerdings eine von den anderen abweichende Korrelation. Während man im Fall der Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Textverarbeitung“ beobachten kann, dass Kinder, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext bearbeiten, häufiger bessere Leistungen erzielen,

[280] Die Summe der relativen Häufigkeiten (in %) weicht von 100 % aufgrund von Rundungsfehlern ab (periodische Brüche).

zeigt sich bezüglich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ der umgekehrte Fall. Hier ist die Zahl der Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext bearbeiten und den mathematischen Kern gut erfassen, größer.

Die Unterscheidung zwischen verschiedenen Kontexten ermöglicht die Untersuchung der Frage, ob sich das mündliche Nacherzählen bei vertrautem oder unvertrautem Kontext als hilfreich erweist. Denkbar ist, dass vielleicht gerade Textaufgaben mit unvertrautem Kontext besser verstanden und gelöst werden können, wenn sie vor der Lösung nacherzählt werden. Die unter 8.1 aufgeführten Hypothesen sollen an dieser Stelle unter Berücksichtigung der Variablen „Kontext der Rechengeschichte“ untersucht werden, die Ergebnisse bezüglich dieser Variablen getrennt verglichen werden.

Unterscheidet man nun in den Strategiegruppen die Kinder hinsichtlich der von ihnen bearbeiteten Rechengeschichte, so zeigt sich bei der groben Bewertung der Lösungen als „korrekt“ oder „inkorrekt“ ein ähnliches Bild wie in Teilkapitel 8.1 dargestellt.

Kontext: unvertraut			**Strategie**		**Summe**
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	2	4	6
		erw. H.	3	3	6
		rel. H. (in %)	3,3	6,7	10,0
	inkorrekt	abs. H.	28	26	54
		erw. H.	27	27	54
		rel. H. (in %)	46,7	43,3	90,0
Summe		abs. H.	30	30	60
		erw. H.	30	30	60
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 49: Vergleich der Strategiegruppen hinsichtlich des Lösungserfolges im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext

Kontext: vertraut			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	13	15	28
		erw. H.	14	14	28
		rel. H. (in %)	21,7	25,0	46,7
	inkorrekt	abs. H.	17	15	32
		erw. H.	16	16	32
		rel. H. (in %)	28,3	25,0	53,3
Summe		abs. H.	30	30	60
		erw. H.	30	30	60
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 50: Vergleich der Strategiegruppen hinsichtlich des Lösungserfolges im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext

Die Unterschiede zwischen den Anzahlen an korrekten und inkorrekten Lösungen in den einzelnen Gruppen (getrennt nach Kontext der bearbeiteten Rechengeschichte) sind sehr gering. Wie sich im Ergebnis des χ^2 – Tests bestätigt, besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Strategie" und „Lösung der Rechengeschichte", wenn man die Ergebnisse hinsichtlich des Kontextes der Rechengeschichte trennt (der Test kann allerdings gültig nur für die Gruppe der Kinder, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext bearbeitet haben, durchgeführt werden, da im anderen Fall der Anteil an Zellen, in denen die erwartete Häufigkeit kleiner als 5 ist, zu groß ist). Ebenso zeigt sich zwischen den Variablen „Strategie" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" kein signifikanter Zusammenhang. Die Häufigkeiten können den folgenden Tabellen entnommen werden.

Kontext: unvertraut			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	12	9	21
		erw. H.	10,5	10,5	21
		rel. H. (in %)	20,0	15,0	35,0
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	11	11	22
		erw. H.	11	11	22
		rel. H. (in %)	18,3	18,3	36,6
	gute Lösung	abs. H.	7	10	17
		erw. H.	8,5	8,5	17
		rel. H. (in %)	11,7	16,7	28,4
Summe		abs. H.	30	30	60
		erw. H.	30	30	60
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 51: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext

Kontext: vertraut			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	6	7	13
		erw. H.	6,5	6,5	13
		rel. H. (in %)	10,0	11,7	21,7
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	7	5	12
		erw. H.	6	6	12
		rel. H. (in %)	11,7	8,3	20,0
	gute Lösung	abs. H.	17	18	35
		erw. H.	17,5	17,5	35
		rel. H. (in %)	28,3	30,0	58,3
Summe		abs. H.	30	30	60
		erw. H.	30	30	60
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 52: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext

Wie im Fall der Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ zeigt sich auch kein Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Strategie“, wenn dieser hinsichtlich des Kontextes untersucht wird. Da im Fall des vertrauten Kontextes die Zahl an Zellen, in welchen die erwartete Häufigkeit unterhalb von 5 liegt, zu groß ist, lässt sich hier kein χ^2-Test durchführen. Dass allerdings auch in diesem Fall kein signifikanter Zusammenhang zu erwarten ist, lässt sich anhand der Daten der Tabelle ablesen.

Kontext: unvertraut			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständ-nisses des mathema-tischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	10	11	21
		erw. H.	9,9	11,1	21
		rel. H. (in %)	18,9	20,8	39,7
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	6	12	18
		erw. H.	8,5	9,5	18
		rel. H. (in %)	11,3	22,6	33,9
	gut, angemessen	abs. H.	9	5	14
		erw. H.	6,6	7,4	14
		rel. H. (in %)	17,0	9,4	26,4
Summe		abs. H.	25	28	53
		erw. H.	25	28	53
		rel. H. (in %)	47,2	52,8	100,0

Tabelle 53: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext

Kontext: vertraut			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	9	7	16
		erw. H.	7,7	8,3	16
		rel. H. (in %)	17,3	13,5	30,8
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	14	16	30
		erw. H.	14,4	15,6	30
		rel. H. (in %)	26,9	30,8	57,7
	gut, angemessen	abs. H.	2	4	6
		erw. H.	2,9	3,1	6
		rel. H. (in %)	3,8	7,7	11,5
Summe		abs. H.	25	27	52
		erw. H.	25	27	52
		rel. H. (in %)	48,0	52,0	100,0

Tabelle 54: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext

Ob unvertrauter oder vertrauter Kontext der Rechengeschichte: in beiden Fällen unterscheiden sich die Strategien hinsichtlich ihrer Wirkung auf Textverständnis und Lösung der Rechengeschichte nicht.

8.4 Jungen und Mädchen im Vergleich

Wie in der Darstellung der Variablen diskutiert, kann sich das Geschlecht als Einflussfaktor erweisen. Denkbar ist zum Beispiel, dass sich das mündliche Nacherzählen bei Mädchen als effektiv erweisen könnte, während Jungen sowohl unter Anwendung der Strategie „Unterstreichen" als auch mit Hilfe des mündlichen Nacherzählens zu vergleichbaren Ergebnissen gelangen. Daher werden die Hypothesen, die in Kapitel 8.1 angeführt sind, für beide Strategien nach Geschlechtern getrennt untersucht.

Betrachtet man zunächst die Variablen „Strategie" und „Lösung der Rechengeschichte" nach Geschlechtern getrennt, zeigen sich vergleichbare Werte wie bereits in Kapitel 8.1. Zwischen den Variablen zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang. Was bereits für alle Kinder zu beobachten war, gilt folglich auch für die einzelnen Geschlechter. Jungen und Mädchen erreichen unter der Anwendung von beiden Strategien vergleichbare Ergebnisse. (vgl. Velten 2011, S.857)

Geschlecht: weiblich			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	7	10	17
		erw. H.	8,5	8,5	17
		rel. H. (in %)	12,5	17,9	30,4
	inkorrekt	abs. H.	21	18	39
		erw. H.	19,5	19,5	39
		rel. H. (in %)	37,5	32,1	69,6
Summe		abs. H.	28	28	56
		erw. H.	28	28	56
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 55: Verteilung der Mädchen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“

Geschlecht: männlich			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	8	9	17
		erw. H.	8,5	8,5	17
		rel. H. (in %)	12,5	14,1	26,6
	inkorrekt	abs. H.	24	23	47
		erw. H.	23,5	23,5	47
		rel. H. (in %)	37,5	35,9	73,4
Summe		abs. H.	32	32	64
		erw. H.	32	32	64
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 56: Verteilung der Jungen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“

Gleiches gilt für die Ergebnisse in der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, sowohl Mädchen als auch Jungen fertigen unter Anwendung der beiden Strategien vergleichbar gute Lösungen an (vgl. Velten 2011, S.857). Die entsprechenden Werte können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Geschlecht: weiblich			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	7	10	17
		erw. H.	8,5	8,5	17
		rel. H. (in %)	12,5	17,9	30,4
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	9	4	13
		erw. H.	6,5	6,5	13
		rel. H. (in %)	16,1	7,1	23,2
	gute Lösung	abs. H.	12	14	26
		erw. H.	13	13	26
		rel. H. (in %)	21,4	25,0	46,4
Summe		abs. H.	28	28	56
		erw. H.	28	28	56
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 57: Verteilung der Mädchen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“

Geschlecht: männlich			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	11	6	17
		erw. H.	8,5	8,5	17
		rel. H. (in %)	17,2	9,4	26,6
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	9	12	21
		erw. H.	10,5	10,5	21
		rel. H. (in %)	14,1	18,8	32,8
	gute Lösung	abs. H.	12	14	26
		erw. H.	13	13	26
		rel. H. (in %)	18,8	21,9	40,6
Summe		abs. H.	32	32	64
		erw. H.	32	32	64
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 58: Verteilung der Jungen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“[281]

Betrachtet man die Variable „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“, so erweist sich bei beiden Geschlechtern keine der beiden Strategien gegenüber der anderen als effektiver. In der Gruppe der Jungen lässt sich allerdings aufgrund des relativ hohen Anteils an Zellen, in denen die erwartete Häufigkeit kleiner als 5 ist, kein χ^2-Test durchführen. In der Gruppe der Mädchen zeigt dieser auf, dass kein Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Strategie“ besteht (χ^2 = 1,785, df=2, n. s.).

[281] Die Summe der relativen Häufigkeiten (in %) weicht aufgrund von Rundungsfehlern ab.

Geschlecht: weiblich			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	6	10	16
		erw. H.	7,7	8,3	16
		rel. H. (in %)	12,0	20,0	32,0
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	11	12	23
		erw. H.	11	12	23
		rel. H. (in %)	22,0	24,0	46,0
	gut, angemessen	abs. H.	7	4	11
		erw. H.	5,3	5,7	11
		rel. H. (in %)	14,0	8,0	22,0
Summe		abs. H.	24	26	50
		erw. H.	24	26	50
		rel. H. (in %)	48,0	52,0	100,0

Tabelle 59: Verteilung der Mädchen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“

Geschlecht: männlich			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	13	8	21
		erw. H.	9,9	11,1	21
		rel. H. (in %)	23,6	14,5	38,1
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	9	16	25
		erw. H.	11,8	13,2	25
		rel. H. (in %)	16,4	29,1	45,5
	gut, angemessen	abs. H.	4	5	9
		erw. H.	4,3	4,7	9
		rel. H. (in %)	7,3	9,1	16,4
Summe		abs. H.	26	29	55
		erw. H.	26	29	55
		rel. H. (in %)	47,3	52,7	100,0

Tabelle 60: Verteilung der Jungen hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“

Dieser Ausgang der statistischen Prüfungen lässt sich damit erklären, dass bereits kein Zusammenhang zwischen den Variablen „Geschlecht“ einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits besteht. Sieht man zunächst auf die Verteilung von Jungen und Mädchen auf die Werte der Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, lässt sich bereits anhand der beobachteten Häufigkeiten ablesen, dass kein signifikanter Zusammenhang bestehen kann.[282]

[282] Der Satz „Unterscheidet man nun zwischen den beiden Geschlechtern, lassen sich auch hier keine signifikanten Unterschiede beobachten“ (Velten 2011, S.857) lässt die Interpretation zu, dass Mädchen und Jungen sich generell in der Leistung (Lösung der Rechengeschichte) nicht unterscheiden.

			Geschlecht		Summe
			weiblich	männlich	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	17	17	34
		erw. H.	15,9	18,1	34
		rel. H. (in %)	14,2	14,2	28,4
	inkorrekt	abs. H.	39	47	86
		erw. H.	40,1	45,9	86
		rel. H. (in %)	32,5	39,1	71,6
Summe		abs. H.	56	64	120
		erw. H.	56	64	120
		rel. H. (in %)	46,7	53,3	100,0

Tabelle 61: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Geschlecht“ und „Lösung der Rechengeschichte“

Gleiches gilt für die Variable „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“. Auch hier lässt sich bereits anhand der beobachteten Häufigkeiten erkennen, dass kein Zusammenhang besteht.[283]

			Geschlecht		Summe
			weiblich	männlich	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	17	17	34
		erw. H.	15,9	18,1	34
		rel. H. (in %)	14,2	14,2	28,4
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	13	21	34
		erw. H.	15,9	18,1	34
		rel. H. (in %)	10,8	17,5	28,3
	gute Lösung	abs. H.	26	26	52
		erw. H.	24,3	27,7	52
		rel. H. (in %)	21,7	21,6	43,3
Summe		abs. H.	56	64	120
		erw. H.	56,1	63,9	120
		rel. H. (in %)	46,7	53,3	100,0

Tabelle 62: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Geschlecht“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“[284]

Wie verhält es sich in den Nacherzählungen oder bei den Markierungen der lösungsrelevanten Informationen? Unterscheiden sich Jungen und Mädchen in der Erfassung des mathematischen Kerns? Zusammenhänge zwischen den Variablen „Geschlecht“ einerseits und „Qualität des Situationsmodells“, „Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits könnten aufgrund der oben angeführten Beobachtungen in PISA, IGLU und von Deutschdidaktikern im Prinzip erwartet werden.

[283] Auch dieses Ergebnis lässt sich angedeutet in Velten (2011, S.857) finden.
[284] Unterschiedliche relative Häufigkeiten (in %) ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

Die Ergebnisse der hier vorgestellten Studie decken sich mit diesen Beobachtungen allerdings nicht. Da in einigen Fällen die Voraussetzungen für die Durchführung des χ^2-Tests nicht erfüllt sind, können lediglich Tendenzen den Ergebnissen entnommen werden. Dies gilt zum Beispiel für die Variablen „Geschlecht“ und „Qualität des Situationsmodells“.

			Geschlecht		**Summe**
			weiblich	männlich	
Qualität des Situations-modells	weniger angemessen	abs. H.	6	9	15
		erw. H.	7,2	7,8	15
		rel. H. (in %)	12,0	18,0	30,0
	mittel-mäßig angemessen	abs. H.	15	12	27
		erw. H.	13	14	27
		rel. H. (in %)	30,0	24,0	54,0
	gut, angemessen	abs. H.	3	5	8
		erw. H.	3,8	4,2	8
		rel. H. (in %)	6,0	10,0	16,0
Summe		abs. H.	24	26	50
		erw. H.	24	26	50
		rel. H. (in %)	48,0	52,0	100,0

Tabelle 63: Vergleich der beiden Geschlechter hinsichtlich der Variablen „Qualität des Situationsmodells“

Die Zahlen in den einzelnen Zellen weichen nur geringfügig voneinander ab. Zusammenhänge sind auf dieser Basis nicht zu erwarten. Mädchen erzählen die Rechengeschichten genauso gut wie Jungen nach, beide Geschlechter verstehen die Rechengeschichten vergleichsweise gut.

Zwischen den Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ und „Geschlecht“ besteht ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang (χ^2 = 0,743, df=2, n. s.).

			Geschlecht		Summe
			weiblich	männlich	
Qualität der Textverarbeitung	weniger angemessen	abs. H.	8	6	14
		erw. H.	6,6	7,4	14
		rel. H. (in %)	14,5	10,9	25,5
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	12	15	27
		erw. H.	12,8	14,2	27
		rel. H. (in %)	21,8	27,3	49,1
	gut, angemessen	abs. H.	6	8	14
		erw. H.	6,6	7,4	14
		rel. H. (in %)	10,9	14,5	25,5
Summe		abs. H.	26	29	55
		erw. H.	26	29	55
		rel. H. (in %)	47,3	52,7	100,0

Tabelle 64: Vergleich der Geschlechter hinsichtlich der Variablen „Qualität der Textverarbeitung“[285]

Auch zwischen den Variablen „Geschlecht“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ besteht kein signifikanter Zusammenhang (χ^2 = 0,723, df=2, n. s.). Jungen und Mädchen sind im Verständnis des mathematischen Kerns vergleichbar.

			Geschlecht		Summe
			weiblich	männlich	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	16	21	37
		erw. H.	17,6	19,4	37
		rel. H. (in %)	15,2	20,0	35,2
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	23	25	48
		erw. H.	22,9	25,1	48
		rel. H. (in %)	21,9	23,8	45,7
	gut, angemessen	abs. H.	11	9	20
		erw. H.	9,5	10,5	20
		rel. H. (in %)	10,5	8,6	19,1
Summe		abs. H.	50	55	105
		erw. H.	50	55	105
		rel. H. (in %)	47,6	52,4	100,0

Tabelle 65: Vergleich der beiden Geschlechter hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“

8.5 Wirkung der Strategien in den Schulen des Essener Nordens und des Essener Südens

Im Folgenden wird geprüft, ob für Kinder in einem bestimmten Bereich der Stadt Essen (Besuch einer Schule im Süden oder im Norden von Essen) Zusammenhänge zwi-

[285] Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten (in %) ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

schen den Variablen „Strategie“ einerseits und „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ bestehen.

Bezüglich der Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang, weder in der Gruppe der Kinder der Schulen im Norden von Essen noch in der Gruppe der Kinder, welche Schulen im Essener Süden besuchen.

Lage der Schule: im Norden von Essen			**Strategie**		**Summe**
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	9	9	18
		erw. H.	9	9	18
		rel. H. (in %)	14,1	14,1	28,2
	inkorrekt	abs. H.	23	23	46
		erw. H.	23	23	46
		rel. H. (in %)	35,9	35,9	71,8
Summe		abs. H.	32	32	64
		erw. H.	32	32	64
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 66: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ der Kinder, welche Schulen im Norden von Essen besuchen

Lage der Schule: im Süden von Essen			**Strategie**		**Summe**
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	6	10	16
		erw. H.	8	8	16
		rel. H. (in %)	10,7	17,9	28,6
	inkorrekt	abs. H.	22	18	40
		erw. H.	20	20	40
		rel. H. (in %)	39,3	32,1	71,4
Summe		abs. H.	28	28	56
		erw. H.	28	28	56
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 67: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ der Kinder, welche Schulen im Süden von Essen besuchen

Auch die Prüfung des Zusammenhangs zwischen den Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ – hinsichtlich der Variablen „Lage der Schule“ getrennt – fällt negativ aus. Der χ^2 – Test weist keinen signifikanten Wert auf.

Lage der Schule: im Norden von Essen			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechengeschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	13	12	25
		erw. H.	12,5	12,5	25
		rel. H. (in %)	20,3	18,8	39,1
	mittelmäßige Lösung	abs. H.	8	6	14
		erw. H.	7	7	14
		rel. H. (in %)	12,5	9,4	21,9
	gute Lösung	abs. H.	11	14	25
		erw. H.	12,5	12,5	25
		rel. H. (in %)	17,2	21,9	39,1
Summe		abs. H.	32	32	64
		erw. H.	32	32	64
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 68: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ der Kinder, welche eine Schule im Norden von Essen besuchen[286]

Lage der Schule: im Süden von Essen			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechengeschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	5	4	9
		erw. H.	4,5	4,5	9
		rel. H. (in %)	8,9	7,1	16,0
	mittelmäßige Lösung	abs. H.	10	10	20
		erw. H.	10	10	20
		rel. H. (in %)	17,9	17,9	35,8
	gute Lösung	abs. H.	13	14	27
		erw. H.	13,5	13,5	27
		rel. H. (in %)	23,2	25,0	48,2
Summe		abs. H.	28	28	56
		erw. H.	28	28	56
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 69: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ der Kinder, welche eine Schule im Norden von Essen besuchen

Sowohl im Süden von Essen als auch im Norden von Essen fertigen die Kinder unter Anwendung der beiden Strategien vergleichbar viele Lösungen, die mit einer hohen Punktzahl bewertet werden, an.

Wie zwischen den Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ unter Berücksichtigung der Lage der Schule kein signifikanter Zusammenhang besteht, so gilt dies auch für die Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Strategie“ (Schulen im

[286] Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten von 100 % ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

Norden von Essen: χ^2 = 0,027[287], df=2, n. s.; Schulen im Süden von Essen: χ^2 = 3,272[288], df=2, n. s.).

Lage der Schule: im Norden von Essen			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	11	12	23
		erw. H.	11,3	11,7	23
		rel. H. (in %)	18,6	20,3	39,0
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	13	13	26
		erw. H.	12,8	13,2	26
		rel. H. (in %)	22,0	22,0	44,0
	gut, angemessen	abs. H.	5	5	10
		erw. H.	4,9	5,1	10
		rel. H. (in %)	8,5	8,5	17,0
Summe		abs. H.	29	30	59
		erw. H.	29	30	59
		rel. H. (in %)	49,2	50,8	100,0

Tabelle 70: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ der Kinder, welche Schulen im Norden von Essen besuchen[289]

Lage der Schule: im Süden von Essen			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	8	6	14
		erw. H.	6,4	7,6	14
		rel. H. (in %)	17,4	13,0	30,4
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	7	15	22
		erw. H.	10	12	22
		rel. H. (in %)	15,2	32,6	47,8
	gut, angemessen	abs. H.	6	4	10
		erw. H.	4,6	5,4	10
		rel. H. (in %)	13,0	8,7	21,7
Summe		abs. H.	21	25	46
		erw. H.	21	25	46
		rel. H. (in %)	45,7	54,3	100,0

Tabelle 71: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ der Kinder, welche Schulen im Norden von Essen besuchen[290]

Dass sich auch bei der Berücksichtigung der Variablen „Lage der Schule“ keine signifikanten Zusammenhänge zeigen, lässt sich bereits vermuten, wenn man die Zusammenhänge der Variablen „Lage der Schule“ einerseits und den Variablen „Lösung

287 16,7% der Zellen weisen eine erwartete Häufigkeit kleiner als 5 auf
288 16,7% der Zellen weisen eine erwartete Häufigkeit kleiner als 5 auf
289 Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.
290 Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits betrachtet. Hier existieren bereits keine Zusammenhänge, weshalb das oben beschriebene Ergebnis zu erwarten ist.

			Lage der Schule		Summe
			im Norden	im Süden	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	18	16	34
		erw. H.	18,1	15,9	34
		rel. H. (in %)	15,0	13,3	28,3
	inkorrekt	abs. H.	46	40	86
		erw. H.	45,9	40,1	86
		rel. H. (in %)	38,3	33,3	71,1
Summe		abs. H.	64	56	120
		erw. H.	64	56	120
		rel. H. (in %)	53,3	46,7	100,0

Tabelle 72: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Lage der Schule“ und „Lösung der Rechengeschichte“[291]

			Lage der Schule		Summe
			im Norden	im Süden	
Qualität des Verständ-nisses des mathema-tischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	23	14	37
		erw. H.	20,8	16,2	37
		rel. H. (in %)	21,9	13,3	35,2
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	26	22	48
		erw. H.	27	21	48
		rel. H. (in %)	24,8	21,0	45,8
	gut, angemessen	abs. H.	10	10	20
		erw. H.	11,2	8,8	20
		rel. H. (in %)	9,5	9,5	19,0
Summe		abs. H.	59	46	105
		erw. H.	59	46	105
		rel. H. (in %)	56,2	43,8	100,0

Tabelle 73: Vergleich der Kinder aus unterschiedlichen Gebieten der Stadt Essen hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“

Ein ähnliches Bild zeigt sich auch hinsichtlich der Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Textverarbeitung“. Die Überprüfung, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Lage der Schule“ besteht, ist aufgrund der nicht erfüllten Voraussetzungen nicht möglich. Anhand der Zahlen lässt sich vermuten, dass kein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen besteht.

291 Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

			Lage der Schule		Summe
			im Norden	im Süden	
Qualität des Situations-modells	weniger angemessen	abs. H.	8	7	15
		erw. H.	8,7	6,3	15
		rel. H. (in %)	16,0	14,0	30,0
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	17	10	27
		erw. H.	15,7	11,3	27
		rel. H. (in %)	34,0	20,0	54,0
	gut, angemessen	abs. H.	4	4	8
		erw. H.	4,6	3,4	8
		rel. H. (in %)	8,0	8,0	16,0
Summe		abs. H.	29	21	50
		erw. H.	29	21	50
		rel. H. (in %)	58,0	42,0	100,0

Tabelle 74: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Lage der Schule" und „Qualität des Situationsmodells"

In der Gruppe „Unterstreichen" zeigt sich ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Schulen in den verschiedenen Stadtgebieten (χ^2 = 5,341, df=2, n. s.).

			Lage der Schule		Summe
			im Norden	im Süden	
Qualität der Textver-arbeitung	weniger angemessen	abs. H.	11	3	14
		erw. H.	7,6	6,4	14
		rel. H. (in %)	20,0	5,5	25,5
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	14	13	27
		erw. H.	14,7	12,3	27
		rel. H. (in %)	25,5	23,6	49,1
	gut, angemessen	abs. H.	5	9	14
		erw. H.	7,6	6,4	14
		rel. H. (in %)	9,1	16,4	25,5
Summe		abs. H.	30	25	55
		erw. H.	29,9	25,1	55
		rel. H. (in %)	54,5	45,5	100,0

Tabelle 75: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Lage der Schule" und „Qualität der Textverarbeitung"[292]

Die Lage der Schule erscheint in diesem Sinne nicht als Einflussfaktor.

Hinsichtlich der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" zeigt sich ein anderes Bild. Hier existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden Variablen (χ^2 = 8,168, df = 2, p<0,05).

[292] Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

			Lage der Schule		Summe
			im Norden	im Süden	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	25	9	34
		erw. H.	18,1	15,9	34
		rel. H. (in %)	20,8	7,5	28,3
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	14	20	34
		erw. H.	18,1	15,9	34
		rel. H. (in %)	11,7	16,7	28,4
	gute Lösung	abs. H.	25	27	52
		erw. H.	27,7	24,3	52
		rel. H. (in %)	20,8	22,5	43,3
Summe		abs. H.	64	56	120
		erw. H.	63,9	56,1	120
		rel. H. (in %)	53,3	46,7	100,0

Tabelle 76: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Lage der Schule“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“

Die Lösungen der Kinder, welche Schulen im Essener Norden besuchen, verteilen sich annähernd gleichmäßig auf die drei Lösungsklassen. Unter den Kindern von Schulen im Essener Süden lässt sich hingegen beobachten, dass nur wenige Kinder eine Lösung anfertigen, die mit einer geringen Zahl an Punkten bewertet wird. Die Kinder, welche Schulen im Essener Süden besuchen, fertigen überwiegend Lösungen an, welche mit mindestens drei Punkten bewertet wurden.

8.6 Wirkung der Strategien in den unterschiedlichen Leistungsgruppen

Zuletzt wurde überlegt, ob einzelne Leistungsgruppen möglicherweise von einer der beiden Strategien stärker profitieren. Dazu wurden im Folgenden die Hypothesen zunächst für die drei Leistungsgruppen im Mathematik-Test als auch anschließend für die drei Leistungsgruppen bei VERA untersucht.

Vorab werden die Ergebnisse in den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Qualität des Situationsmodells“ bzw. „Qualität der Textverarbeitung“ bezüglich der drei Leistungsgruppen (sowohl im Mathematik-Test als auch bei VERA) vorgestellt. In diesen zeigt sich, dass die Zugehörigkeit zu einer der drei Leistungsgruppen im Mathematik-Test keine Bedeutung für den Lösungserfolg hat. Die beiden Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Lösung der Rechengeschichte“ weisen keinen signifikanten Zusammenhang auf.

			Leistungsgruppe im Mathematiktest			Summe
			untere Leistungsgruppe	mittlere Leistungsgruppe	obere Leistungsgruppe	
Lösung der Rechengeschichte	korrekt	abs. H.	8	10	16	34
		erw. H.	11,3	10,2	12,5	34
		rel. H. (in %)	6,7	8,3	13,3	28,3
	inkorrekt	abs. H.	32	26	28	86
		erw. H.	28,7	25,8	31,5	86
		rel. H. (in %)	26,7	21,7	23,3	71,7
Summe		abs. H.	40	36	44	120
		erw. H.	40	36	44	120
		rel. H. (in %)	33,4	30,0	36,6	100,0

Tabelle 77: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Lösung der Rechengeschichte“

Es ist zwar eine leichte Zunahme an korrekten Lösungen von der unteren bis zur oberen Leistungsgruppe zu beobachten, aber diese erweist sich nicht als signifikant. Anders ist dies im Fall der drei Leistungsgruppen bei VERA. Hier besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Leseniveaustufe und dem Lösungserfolg in der Rechengeschichte (χ^2 = 18,257, df = 2, p<0,05).

			Leistungsgruppe bei VERA			Summe
			untere Leistungsgruppe	mittlere Leistungsgruppe	obere Leistungsgruppe	
Lösung der Rechengeschichte	korrekt	abs. H.	1	16	17	34
		erw. H.	5,7	19,8	8,5	34
		rel. H. (in %)	0,8	13,3	14,2	28,3
	inkorrekt	abs. H.	19	54	13	86
		erw. H.	14,3	50,2	21,5	86
		rel. H. (in %)	15,8	45,0	10,8	71,7
Summe		abs. H.	20	70	30	120
		erw. H.	20	70	30	120
		rel. H. (in %)	16,7	58,3	25,0	100,0

Tabelle 78: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Leistungsgruppe bei VERA“[293]

Auch zwischen den Variablen „Leistungsgruppe bei VERA“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ besteht ein signifikanter Zusammenhang (χ^2 = 26,462, df = 4, p<0,05).

[293] Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

			Leistungsgruppe bei VERA			Summe
			untere Leistungs-gruppe	mittlere Leistungs-gruppe	obere Leistungs-gruppe	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	12	20	2	34
		erw. H.	5,67	19,83	8,5	34
		rel. H. (in %)	10,0	16,7	1,7	28,3
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	5	24	5	34
		erw. H.	5,67	19,83	8,5	34
		rel. H. (in %)	4,2	20,0	4,2	28,3
	gute Lösung	abs. H.	3	26	23	52
		erw. H.	8,7	30,3	13	52
		rel. H. (in %)	2,5	21,7	19,2	43,3
Summe		abs. H.	20	70	30	120
		erw. H.	20,04	69,96	30	120
		rel. H. (in %)	16,7	58,3	25,0	100,0

Tabelle 79: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe bei VERA" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte"[294]

Gute Leser fertigen in der Regel gute Lösungen an, Leser mit Schwächen scheitern in der Regel bei der Lösung der Rechengeschichte und erhalten nur wenige Punkte für ihre Bearbeitungen. Dieses Ergebnis bestätigt im Grunde die oben beschriebenen Beobachtungen und Anmerkungen, dass zur Lösung von Textaufgaben und Rechengeschichten insbesondere sowohl mathematisches Verständnis als auch eine hinreichend ausgeprägte Lesekompetenz erforderlich sind (s. Kapitel 2).

Während zwischen den Variablen „Lösung der Rechengeschichte" und „Leistungsgruppe im Mathematiktest" kein signifikanter Zusammenhang besteht, verhält sich dies bei den Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" und „Leistungsgruppe im Mathematiktest" anders.

[294] Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

			Leistungsgruppe im Mathematiktest			Summe
			untere Leistungsgruppe	mittlere Leistungsgruppe	obere Leistungsgruppe	
Qualität der Lösung der Rechengeschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	20	9	5	34
		erw. H.	11,3	10,2	12,5	34
		rel. H. (in %)	16,7	7,5	4,2	28,3
	mittelmäßige Lösung	abs. H.	8	11	15	34
		erw. H.	11,3	10,2	12,5	34
		rel. H. (in %)	6,7	9,2	12,5	28,3
	gute Lösung	abs. H.	12	16	24	52
		erw. H.	17,3	15,6	19,1	52
		rel. H. (in %)	10,0	13,3	20,0	43,3
Summe		abs. H.	40	36	44	120
		erw. H.	39,9	36	44,1	120
		rel. H. (in %)	33,3	30,0	36,7	100,0

Tabelle 80: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“[295]

Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Variablen ist signifikant (χ^2 = 15,726, df=4, p<0,05). Wer im Mathematiktest gute Leistungen zeigt, ist auch eher in der Lage, eine gute Lösung anzufertigen, während jemand, der im Mathematiktest eine weniger gute Leistung zeigt, auch die Rechengeschichte eher weniger gut löst.

Aufgrund dieser Ergebnisse sind auch Zusammenhänge zwischen den Leistungen im Mathematiktest bzw. in den Vergleichsarbeiten (VERA) und den Variablen „Qualität des Situationsmodells“, „Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ vorstellbar. Allerdings zeigt sich, dass zwischen den Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ kein signifikanter Zusammenhang besteht.

[295] Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

			Leistungsgruppe im Mathematiktest			Summe
			untere Leistungs-gruppe	mittlere Leistungs-gruppe	obere Leistungs-gruppe	
Qualität des Situations-modells	weniger angemessen	abs. H.	6	5	4	15
		erw. H.	4,5	4,5	6	15
		rel. H. (in %)	12,0	10,0	8,0	30,0
	mittel-mäßig angemessen	abs. H.	7	8	12	27
		erw. H.	8,1	8,1	10,8	27
		rel. H. (in %)	14,0	16,0	24,0	54,0
	gut, angemessen	abs. H.	2	2	4	8
		erw. H.	2,4	2,4	3,2	8
		rel. H. (in %)	4,0	4,0	8,0	16,0
Summe		abs. H.	15	15	20	50
		erw. H.	15	15	20	50
		rel. H. (in %)	30,0	30,0	40,0	100,0

Tabelle 81: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Qualität des Situationsmodells“

Die Berechnung von Rangkorrelationskoeffizienten führte ebenfalls zu einem nicht signifikanten Ergebnis. Möglicherweise ist die Zahl an Kindern, welche ein gutes, angemessenes Situationsmodell aufbauen, insgesamt zu klein.

Auch zwischen den Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ und „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang (Berechnung von Rangkorrelationskoeffizienten).

			Leistungsgruppe im Mathematiktest			Summe
			untere Leistungs-gruppe	mittlere Leistungs-gruppe	obere Leistungs-gruppe	
Qualität der Textver-arbeitung	weniger angemessen	abs. H.	5	6	3	14
		erw. H.	4,8	3,8	5,3	13,9
		rel. H. (in %)	9,1	10,9	5,5	25,5
	mittel-mäßig angemessen	abs. H.	10	7	10	27
		erw. H.	9,3	7,4	10,3	27
		rel. H. (in %)	18,2	12,7	18,2	49,1
	gut, angemessen	abs. H.	4	2	8	14
		erw. H.	4,8	3,8	5,3	13,9
		rel. H. (in %)	7,3	3,6	14,5	25,4
Summe		abs. H.	19	15	21	55
		erw. H.	18,9	15	20,9	54,8
		rel. H. (in %)	34,6	27,2	38,2	100,0

Tabelle 82: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Qualität der Textverarbeitung“

Die Erwartung, dass zwischen den Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" ein Zusammenhang besteht, erfüllt sich ebenfalls nicht.

			Leistungsgruppe im Mathematiktest			**Summe**
			untere Leistungs-gruppe	mittlere Leistungs-gruppe	obere Leistungs-gruppe	
Qualität des Verständ-nisses des mathema-tischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	14	12	11	37
		erw. H.	12	10,6	14,4	37
		rel. H. (in %)	13,3	11,4	10,5	35,2
	mittel-mäßig angemessen	abs. H.	14	13	21	48
		erw. H.	15,5	13,7	18,8	48
		rel. H. (in %)	13,3	12,4	20,0	45,7
	gut, angemessen	abs. H.	6	5	9	20
		erw. H.	6,5	5,7	7,8	20
		rel. H. (in %)	5,7	4,8	8,6	19,1
Summe		abs. H.	34	30	41	105
		erw. H.	34	30	41	105
		rel. H. (in %)	32,3	28,6	39,1	100,0

Tabelle 83: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns"

Der Zusammenhang zwischen den Variablen ist nicht signifikant (Berechnung von Rangkorrelationskoeffizienten).

Anders verhält es sich bei der Variablen „Leistungsgruppe bei VERA". So besteht zwischen den Variablen „Leistungsgruppe bei VERA" und „Qualität des Situationsmodells" ein signifikanter Zusammenhang (Spearmans $\rho = 0{,}540$; Kendalls $\tau_b = 0{,}498$ und $\tau_c = 0{,}436$; $p<0{,}05$ in allen drei Fällen).

			Leistungsgruppe bei VERA			Summe
			untere Leistungs-gruppe	mittlere Leistungs-gruppe	obere Leistungs-gruppe	
Qualität des Situations-modells	weniger angemessen	abs. H.	7	8	0	15
		erw. H.	2,7	8,7	3,6	15
		rel. H. (in %)	14,0	16,0	0,0	30,0
	mittel-mäßig angemessen	abs. H.	2	17	8	27
		erw. H.	4,86	15,66	6,48	27
		rel. H. (in %)	4,0	34,0	16,0	54,0
	gut, angemessen	abs. H.	0	4	4	8
		erw. H.	1,44	4,64	1,92	8
		rel. H. (in %)	0,0	8,0	8,0	16,0
Summe		abs. H.	9	29	12	50
		erw. H.	9	29	12	50
		rel. H. (in %)	18,0	58,0	24,0	100,0

Tabelle 84: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe bei VERA“ und „Qualität des Situationsmodells“

Zwischen den Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ und „Leistungsgruppe bei VERA“ besteht dagegen kein Zusammenhang (Berechnung von Rangkorrelationskoeffizienten).

			Leistungsgruppe bei VERA			Summe
			untere Leistungs-gruppe	mittlere Leistungs-gruppe	obere Leistungs-gruppe	
Qualität der Textver-arbeitung	weniger angemessen	abs. H.	2	11	1	14
		erw. H.	2,3	7,9	3,8	14
		rel. H. (in %)	3,6	20,0	1,8	25,5
	mittel-mäßig angemessen	abs. H.	5	13	9	27
		erw. H.	4,4	15,2	7,4	27
		rel. H. (in %)	9,1	23,6	16,4	49,1
	gut, angemessen	abs. H.	2	7	5	14
		erw. H.	2,3	7,9	3,8	14
		rel. H. (in %)	3,6	12,7	9,1	25,5
Summe		abs. H.	9	31	15	55
		erw. H.	9	31	15	55
		rel. H. (in %)	16,4	56,4	27,3	100,0

Tabelle 85: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Leistungsgruppe bei VERA“ und „Qualität der Textverarbeitung“[296]

Das Ergebnis überrascht nicht, da zwei Komponenten das Verständnis bestimmen. Zur Einordnung der Relevanz von Informationen in Rechengeschichten ist einerseits ein

[296] Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

ausreichendes Maß an Lesekompetenz erforderlich. Andererseits müssen hinreichende mathematische Fertigkeiten verfügbar sein (vgl. Kapitel 2.1.1/2.1.2).

In der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ spiegeln sich ebenfalls sowohl das Text- als auch das mathematische Verständnis wider. Betrachtet man den Zusammenhang zwischen den Variablen „Leistungsgruppe bei VERA“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“, so erweist sich dieser als schwach bis mittelmäßig, aber signifikant (Spearmans $\rho = 0{,}399$; Kendalls $\tau_b = 0{,}362$ und $\tau_c = 0{,}328$; $p<0{,}05$ in allen drei Fällen).

			Leistungsgruppe bei VERA			**Summe**
			untere Leistungsgruppe	mittlere Leistungsgruppe	obere Leistungsgruppe	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	12	22	3	37
		erw. H.	6,3	21,1	9,5	37
		rel. H. (in %)	11,4	21,0	2,9	35,2
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	6	27	15	48
		erw. H.	8,2	27,4	12,3	48
		rel. H. (in %)	5,7	25,7	14,3	45,7
	gut, angemessen	abs. H.	0	11	9	20
		erw. H.	3,4	11,4	5,1	20
		rel. H. (in %)	0,0	10,5	8,6	19,0
Summe		abs. H.	18	60	27	105
		erw. H.	18	60	27	105
		rel. H. (in %)	17,1	57,1	25,7	100,0

Tabelle 86: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Leistungsgruppe bei VERA“[297]

Erweist sich das mündliche Nacherzählen gegenüber dem Unterstreichen lösungsrelevanter Informationen in einer bestimmten Leistungsgruppe als besonders wirksam? Dies soll für alle drei Leistungsgruppen im Mathematiktest, ferner für die drei Leistungsgruppen in den Vergleichsarbeiten untersucht werden. Möglicherweise zeigen sich zum Beispiel bei den leistungsschwächeren Kindern Vorteile des mündlichen Nacherzählens, vielleicht aber auch bei den Schülern auf mittlerem Leistungsniveau.

Untersucht man den Zusammenhang der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ zunächst getrennt nach den Leistungsgruppen im Mathematik-Test, so ergibt sich kein signifikanter Zusammenhang.[298] (vgl. Velten 2011, S.857)

[297] Die Abweichungen in der Summe der relativen Häufigkeiten (in %) sowieso die Abweichungen in der Summe der erwarteten Häufigkeiten ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.
[298] Im Fall der unteren Leistungsgruppe ist in zwei Zellen (50%) die erwartete Häufigkeit kleiner als 5. In diesem Fall lassen sich lediglich Tendenzen beschreiben.

untere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	4	4	8
		erw. H.	4	4	8
		rel. H. (in %)	10,0	10,0	20,0
	inkorrekt	abs. H.	16	16	32
		erw. H.	16	16	32
		rel. H. (in %)	40,0	40,0	80,0
Summe		abs. H.	20	20	40
		erw. H.	20	20	40
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 87: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe im Mathematiktest

mittlere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	5	5	10
		erw. H.	5	5	10
		rel. H. (in %)	13,9	13,9	27,8
	inkorrekt	abs. H.	13	13	26
		erw. H.	13	13	26
		rel. H. (in %)	36,1	36,1	72,2
Summe		abs. H.	18	18	36
		erw. H.	18	18	36
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 88: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der mittleren Leistungsgruppe im Mathematiktest

obere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	6	10	16
		erw. H.	8	8	16
		rel. H. (in %)	13,6	22,7	36,3
	inkorrekt	abs. H.	16	12	28
		erw. H.	14	14	28
		rel. H. (in %)	36,4	27,3	63,7
Summe		abs. H.	22	22	44
		erw. H.	22	22	44
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 89: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der oberen Leistungsgruppe im Mathematiktest

Vergleichbares gilt, wenn man den Zusammenhang zwischen den Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ betrachtet (vgl. Velten 2011, S.857). Da in allen drei Fällen in 33,3% der Zellen die erwartete Häufigkeit kleiner als

5 ist, wird hier der χ^2-Test nicht durchgeführt. Anhand der beobachteten Häufigkeiten lässt sich vermuten, dass kein signifikanter Zusammenhang besteht.

untere Leistungsgruppe			**Strategie**		**Summe**
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	11	9	20
		erw. H.	10	10	20
		rel. H. (in %)	27,5	22,5	50,0
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	4	4	8
		erw. H.	4	4	8
		rel. H. (in %)	10,0	10,0	20,0
	gute Lösung	abs. H.	5	7	12
		erw. H.	6	6	12
		rel. H. (in %)	12,5	17,5	30,0
Summe		abs. H.	20	20	40
		erw. H.	20	20	40
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle *90*: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe im Mathematiktest

mittlere Leistungsgruppe			**Strategie**		**Summe**
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	4	5	9
		erw. H.	4,5	4,5	9
		rel. H. (in %)	11,1	13,9	25,0
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	6	5	11
		erw. H.	5,5	5,5	11
		rel. H. (in %)	16,7	13,9	30,6
	gute Lösung	abs. H.	8	8	16
		erw. H.	8	8	16
		rel. H. (in %)	22,2	22,2	44,4
Summe		abs. H.	18	18	36
		erw. H.	18	18	36
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 91: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der mittleren Leistungsgruppe im Mathematiktest

obere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	3	2	5
		erw. H.	2,5	2,5	5
		rel. H. (in %)	6,8	4,6	11,4
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	8	7	15
		erw. H.	7,5	7,5	15
		rel. H. (in %)	18,2	15,9	34,1
	gute Lösung	abs. H.	11	13	24
		erw. H.	12	12	24
		rel. H. (in %)	25,0	29,5	54,5
Summe		abs. H.	22	22	44
		erw. H.	22	22	44
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 92: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der oberen Leistungsgruppe im Mathematiktest

Schaut man in den drei Leistungsgruppen nach der Wirkung der beiden Strategien auf die Erfassung des mathematischen Kerns, findet man in keiner Leistungsgruppe einen deutlichen „Vorteil“ einer der beiden Strategien.

untere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständ-nisses des mathema-tischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	7	7	14
		erw. H.	6,2	7,8	14
		rel. H. (in %)	20,6	20,6	41,2
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	6	8	14
		erw. H.	6,2	7,8	14
		rel. H. (in %)	17,6	23,5	41,1
	gut, angemessen	abs. H.	2	4	6
		erw. H.	2,6	3,4	6
		rel. H. (in %)	5,9	11,8	17,7
Summe		abs. H.	15	19	34
		erw. H.	15	19	34
		rel. H. (in %)	44,1	55,9	100,0

Tabelle 93: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der unteren Leistungsgruppe im Mathematiktest

mittlere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	5	7	12
		erw. H.	6	6	12
		rel. H. (in %)	16,7	23,3	40,0
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	7	6	13
		erw. H.	6,5	6,5	13
		rel. H. (in %)	23,3	20,0	43,3
	gut, angemessen	abs. H.	3	2	5
		erw. H.	2,5	2,5	5
		rel. H. (in %)	10,0	6,7	16,7
Summe		abs. H.	15	15	30
		erw. H.	15	15	30
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 94: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der mittleren Leistungsgruppe im Mathematiktest

obere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	7	4	11
		erw. H.	5,4	5,6	11
		rel. H. (in %)	17,1	9,8	26,9
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	7	14	21
		erw. H.	10,2	10,8	21
		rel. H. (in %)	17,1	34,1	51,2
	gut, angemessen	abs. H.	6	3	9
		erw. H.	4,4	4,6	9
		rel. H. (in %)	14,6	7,3	21,9
Summe		abs. H.	20	21	41
		erw. H.	20	21	41
		rel. H. (in %)	48,8	51,2	100,0

Tabelle 95: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der oberen Leistungsgruppe im Mathematiktest

Da die Voraussetzungen für die Durchführung eines χ^2-Tests in allen Fällen nicht erfüllt sind, können lediglich Tendenzen beschrieben werden. Anhand der Zahlen lässt sich vermuten, dass in allen drei Leistungsgruppen kein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen besteht. Sowohl in der unteren als auch in der mittleren Leistungsgruppe sind die beobachteten Häufigkeiten annähernd gleich. Im Verständnis des mathematischen Kerns unterscheiden sich die Kinder in diesen beiden Leistungsgruppen unter Anwendung der beiden Strategien nicht. Dass in der oberen Leistungsgruppe sich eine Strategie gegenüber der anderen als wirksamer erweist, ist aufgrund der Zahlen ebenfalls nicht anzunehmen. Dazu sind die Unterschiede zwischen den beobachteten Häufigkeiten zu gering.

Während in Bezug auf die Leistungsgruppen im Mathematiktest keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Variablen „Strategie“ einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ andererseits bestehen, könnte in Bezug auf die Variable „Leistungsgruppe bei VERA“ ein anderer Ausgang der statistischen Tests erwartet werden, da zwischen der Variablen „Leistungsgruppe bei VERA“ einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ andererseits signifikante Zusammenhänge bestehen. Diese Erwartung erfüllt sich allerdings nicht in jedem Fall. So existiert – für die mittlere und obere Leistungsgruppe in den Vergleichsarbeiten – kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“. Im Fall der unteren Leistungsgruppe ist der Anteil an Zellen mit einer zu kleinen erwarteten Häufigkeit mit 50% zu groß. Die beobachteten Häufigkeiten lassen allerdings erahnen, dass auch in diesem Fall der χ^2-Test aufzeigen würde, dass kein signifikanter Zusammenhang besteht.

untere Leistungsgruppe			**Strategie**		**Summe**
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	0	1	1
		erw. H.	0,55	0,45	1
		rel. H. (in %)	0,0	5,0	5,0
	inkorrekt	abs. H.	11	8	19
		erw. H.	10,45	8,55	19
		rel. H. (in %)	55,0	40,0	95,0
Summe		abs. H.	11	9	20
		erw. H.	11	9	20
		rel. H. (in %)	55,0	45,0	100,0

Tabelle 96: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe bei VERA

mittlere Leistungsgruppe			**Strategie**		**Summe**
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	8	8	16
		erw. H.	7,8	8,2	16
		rel. H. (in %)	11,4	11,4	22,9
	inkorrekt	abs. H.	26	28	54
		erw. H.	26,2	27,8	54
		rel. H. (in %)	37,1	40,0	77,1
Summe		abs. H.	34	36	70
		erw. H.	34	36	70
		rel. H. (in %)	48,6	51,4	100,0

Tabelle 97: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der mittleren Leistungsgruppe bei VERA

obere Leistungsgruppe			**Strategie**		**Summe**
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Lösung der Rechen-geschichte	korrekt	abs. H.	7	5	12
		erw. H.	6	6	12
		rel. H. (in %	23,3	16,7	40,0
	inkorrekt	abs. H.	8	10	18
		erw. H.	9	9	18
		rel. H. (in %	26,7	33,3	60,0
Summe		abs. H.	15	15	30
		erw. H.	15	15	30
		rel. H. (in %	50,0	50,0	100,0

Tabelle 98: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ in der oberen Leistungsgruppe bei VERA

Vergleichbares gilt für die Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ bezüglich der Variablen „Leistungsgruppe bei VERA“. Der χ^2-Test, der aufgrund von einer zu großen Anzahl an Zellen mit einer erwarteten Häufigkeit kleiner als 5 (50%) in der unteren und oberen Leistungsgruppe nicht durchgeführt wird, bestätigt, dass im Fall der mittleren Leistungsgruppe kein signifikanter Zusammenhang besteht. Im Fall der oberen und unteren Leistungsgruppe lässt sich die Tendenz ablesen, dass auch hier kein signifikanter Zusammenhang existiert.

untere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	7	5	12
		erw. H.	6,6	5,4	12
		rel. H. (in %)	35,0	25,0	60,0
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	3	2	5
		erw. H.	2,75	2,25	5
		rel. H. (in %)	15,0	10,0	25,0
	gute Lösung	abs. H.	1	2	3
		erw. H.	1,65	1,35	3
		rel. H. (in %)	5,0	10,0	15,0
Summe		abs. H.	11	9	20
		erw. H.	11	9	20
		rel. H. (in %)	55,0	45,0	100,0

Tabelle 99: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe bei VERA

mittlere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	10	10	20
		erw. H.	9,7	10,3	20
		rel. H. (in %)	14,3	14,3	28,6
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	11	13	24
		erw. H.	11,7	12,3	24
		rel. H. (in %)	15,7	18,6	34,3
	gute Lösung	abs. H.	13	13	26
		erw. H.	12,6	13,4	26
		rel. H. (in %)	18,6	18,6	37,1
Summe		abs. H.	34	36	70
		erw. H.	34	36	70
		rel. H. (in %)	48,6	51,4	100,0

Tabelle 100: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ in der unteren Leistungsgruppe bei VERA[299]

[299] Abweichungen in den Summen der relativen Häufigkeiten (in %) ergeben sich aufgrund von Rundungsfehler.

obere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität der Lösung der Rechen-geschichte	weniger gute Lösung	abs. H.	1	1	2
		erw. H.	1	1	2
		rel. H. (in %)	3,3	3,3	6,7
	mittel-mäßige Lösung	abs. H.	4	1	5
		erw. H.	2,5	2,5	5
		rel. H. (in %)	13,3	3,3	16,7
	gute Lösung	abs. H.	10	13	23
		erw. H.	11,5	11,5	23
		rel. H. (in %)	33,3	43,3	76,7
Summe		abs. H.	15	15	30
		erw. H.	15	15	30
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 101: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" in der unteren Leistungsgruppe bei VERA[300]

Der Zusammenhang zwischen den Variablen „Strategie" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" lässt sich nur für die Kinder auf mittlerem Leseniveau statistisch untersuchen. In den anderen Fällen ist die Zahl an Zellen, in denen die erwartete Häufigkeit kleiner als 5 ist, zu groß.

untere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständ-nisses des mathema-tischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	8	4	12
		erw. H.	6	6	12
		rel. H. (in %)	44,4	22,2	66,6
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	1	5	6
		erw. H.	3	3	6
		rel. H. (in %)	5,6	27,8	33,4
	gut, angemessen	abs. H.	0	0	0
		erw. H.	0	0	0
		rel. H. (in %)	0,0	0,0	0,0
Summe		abs. H.	9	9	18
		erw. H.	9	9	18
		rel. H. (in %)	50,0	50,0	100,0

Tabelle 102: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" in der unteren Leistungsgruppe bei VERA

[300] Abweichungen in den Summen der relativen Häufigkeiten (in %) ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

mittlere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	9	13	22
		erw. H.	10,6	11,4	22
		rel. H. (in %)	15,0	21,7	36,7
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	13	14	27
		erw. H.	13,1	14	27
		rel. H. (in %)	21,7	23,3	45,0
	gut, angemessen	abs. H.	7	4	11
		erw. H.	5,3	5,7	11
		rel. H. (in %)	11,7	6,7	18,3
Summe		abs. H.	29	31	60
		erw. H.	29	31	60
		rel. H. (in %)	48,3	51,7	100,0

Tabelle 103: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der mittleren Leistungsgruppe bei VERA[301]

obere Leistungsgruppe			Strategie		Summe
			Nacherzählen	Unterstreichen	
Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns	weniger angemessen	abs. H.	2	1	3
		erw. H.	1,3	1,7	3
		rel. H. (in %)	7,4	3,7	11,1
	mittelmäßig angemessen	abs. H.	6	9	15
		erw. H.	6,7	8,3	15
		rel. H. (in %)	22,2	33,3	55,6
	gut, angemessen	abs. H.	4	5	9
		erw. H.	4	5	9
		rel. H. (in %)	14,8	18,5	33,3
Summe		abs. H.	12	15	27
		erw. H.	12	15	27
		rel. H. (in %)	44,4	55,6	100,0

Tabelle 104: Verteilung hinsichtlich der Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der unteren Leistungsgruppe bei VERA[302]

Für die mittlere Leistungsgruppe konnte der χ^2-Tests durchgeführt werden. Dieser bestätigt die aufgrund der Zahlen nahe liegende Vermutung, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ unter Berücksichtigung der Variablen „Leistungsgruppe bei VERA“ (χ^2 = 1,518, df=2, n. s.) besteht. In der Gruppe der Kinder, welche bei VERA

[301] Abweichungen in den Summen der relativen Häufigkeiten (in %) sowie in der Summe der erwarteten Häufigkeiten ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.
[302] Abweichungen in den Summen der relativen Häufigkeiten (in %) ergeben sich aufgrund von Rundungsfehlern.

der oberen Kompetenzstufe zugewiesen wurden, deuten die beobachteten Häufigkeiten ebenfalls darauf hin, dass kein Zusammenhang zwischen den beiden Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ existiert. Unter den Kindern, welche sich in VERA auf dem unteren Leseniveau befinden, lässt sich anhand der beobachteten Häufigkeiten vermuten, dass hier die Strategie „Unterstreichen“ möglicherweise hilfreicher wirkt als das mündliche Nacherzählen. Zumindest weisen mehr Kinder unter Anwendung der Strategie „Unterstreichen“ ein mittleres Verständnis des mathematischen Kerns auf als Kinder, welche die Rechengeschichte nacherzählen.

8.7 Interessante Beobachtungen in einzelnen Interviews

Insgesamt ist die Studie primär als quantitative Untersuchung ausgelegt. In den Interviews zeigten sich mitunter einzelne interessante Aspekte, die hier qualitativ an ausgewählten Beispielen genauer beschrieben werden.

1. Beispiele, in denen sich das Verständnis, welches sich in den verbalen Äußerungen zeigt, und die Lösung der Rechengeschichte decken

Im Sinne des theoretischen Hintergrundes sollte üblicherweise vorkommen, dass sich das Verständnis, welches die Kinder in den verbalen Äußerungen zeigt, gut für die Vorhersage der Lösung eignet. Die Kinder verwenden im Idealfall in der Lösung nur die Informationen, welche sie nacherzählt oder unterstrichen haben. Auch die Art, wie Informationen verstanden wurden, zeigt sich bei diesen Kindern in der Lösung.

Ein Beispiel für Kinder, bei welchen eine gute Übereinstimmung zwischen Nacherzählung und Lösung zu beobachten ist, stellt Kind 54 (vgl. für die folgende Auswertung das Transkript von Kind 54) dar. Kind 54 erzählte die Rechengeschichte ausführlich und detailliert nach. Aufgrund dieser Ausführlichkeit ließ sich eine gute Lösung der Rechengeschichte erwarten. Die mathematischen Informationen erzählte Kind 54 allerdings nicht korrekt nach. Kind 54 erwähnte nicht, wie viele Gummibärchen und wie viele Tafeln Schokolade gekauft werden. Die abschließende Lösung deckt sich mit seiner Nacherzählung der mathematischen Informationen. Das Kind berechnete die Kosten nur für eine Tüte Gummibärchen und für eine Tafel Schokolade. Da die Mengen an Gummibärchentüten und Schokoladentafeln nicht im mentalen Modell integriert zu sein scheinen, liegt es nahe, dass das Kind davon ausgegangen ist, dass genau eine Tüte Gummibärchen und genau eine Tafel Schokolade gekauft wird. Als

Abweichung lässt sich allerdings festhalten, dass das Kind in der Nacherzählung die Halbierung der Kosten nicht erwähnte, diese aber in der Lösung vornahm.

Ein Beispiel für eine gute Übereinstimmung zwischen Nacherzählung und Lösung stellt ferner das Kind 26 dar. Seine Nacherzählung lautet:

15	I	Okay. (*nimmt Text vor S weg*) Dann erzähl die Geschichte einmal nach.
16	S	Mmmh, also, da sind, äm, viele Häuser, aber nur ein Haus steht frei und, äm, (.) dann steht an einem Tag ein großer Umzugsbus da und zwei Kinder sind dann da (..) und, äm, die sehen traurig aus, weil (.), äm, (11 Sek.) (*greift zum Text*) ich darf doch noch, äm, den Text noch mal
17	I	(*legt Hand auf den Text*) Mh, versuch mal, ohne den Text zu gucken.
18	S	(*leise*:) Achso, okay. (*laut*:) Und weil die sich da vielleicht noch nicht so gut auskennen und (.) eine Katja wohnt neben denen und, äm, (.) eine, die will die dann einladen, und dann sagt Tom, er will dann noch mal einkaufen und das irgendwie zum halben Preis, und dann geht er auch einkaufen, nimmt noch ne Tüte mit und er kauft (.) äm, Gummibärchen, äm, die kosten achtzig Cent, und noch vier Tafeln Schokolade, die kosten sechzig Cent (.) in jeder Sorte, und dann geht er wieder nach Hause und dann sacht die Katja, dass sie keine roten Gummibärchen mag, der Tom tröstet sie und, äm, sacht dann zur Katja, dass, äm, er noch Schokolade mitgebracht hat.
19	I	Mhmh. (*nickt*)
20	S	Ja.

Tabelle 105: Auszug aus dem Transkript zu Kind 26

Es werden folgende Zusammenhänge zwischen seiner Nacherzählung und seiner Lösung (80ct + 4•60ct) deutlich: Die Information „halbieren“ hat das Kind zwar in sein Situationsmodell des Textes aufgenommen, allerdings anscheinend in einer anderen Weise als im Text genannt. Die Aussage „irgendwie zum halben Preis“ (siehe oben) legt die Annahme nahe, dass das Kind im Folgenden davon ausgegangen ist, dass die im Text angegebenen Preise bereits „halbiert“ sind. Es halbierte letztlich sein Ergebnis nicht.

In der Nacherzählung bleibt die Menge an gekauften Gummibärchen-Tüten unbestimmt. Es wird lediglich darauf verwiesen, dass diese 0,80€ kosten. In der Lösung werden die Kosten für die Gummibärchen auch nur einmal einberechnet. Zwar sah das Kind während der Lösungsphase in den Text, schien aber die Zahl der gekauften Gummibärchen-Tüten nicht wahrzunehmen. Die Informationen zu Zahl an und Kosten für die Schokoladentafeln erzählte es korrekt nach. Entsprechend seiner Nacherzählung berechnete das Kind die Kosten korrekt. Hier zeigt sich wiederum eine Übereinstimmung zwischen Nacherzählung und Lösung.

Ebenfalls bei Kind 41 findet sich eine gute Übereinstimmung zwischen Nacherzählung und Lösung. Das Kind erwähnte zwei der sechs mathematischen Informationen, die Verbrauchswerte der beiden Figuren. In der Art der Wiedergabe brachte es zum

Ausdruck, dass die gegebenen Werte den Gesamtverbrauch bilden und keine monatlichen Verbrauchswerte darstellen (vgl. Transkript zu Kind 41, Z.16). In der Lösung spiegelt sich dieses Verständnis wider, das Kind addierte lediglich die beiden von ihm genannten Zahlen.

Zwei Aspekte sind hier auffallend: Zum einen addierte das Kind die beiden Zahlen, obwohl vorab in der Nacherzählung nichts auf diesen Rechenschritt hinweist. Da das Kind vor Beginn der Lösung wiederholt im Text las, ist denkbar, dass es diese Information während dieses Prozesses wahrnahm und daher die Rechengeschichte entsprechend löste. Die Erklärung des Rechenweges liefert für diese Überlegung allerdings keinen Hinweis:

23	I	(.) Mhmh. (..) (*zeigt in den Text*) Erklärst du mir einmal deinen Rechenweg.
24	S	Also, (.) der Typ verbr, die Frau Sax verbraucht ja vierzehn Liter, (.) und der Junge (..) der Timo, der verbraucht nur sechs Liter. Und dann hab ich sechs plus vier, vierzehn plus sechs, sind halt zwanzig und dann muss der zwanzig Liter (.)
25	I	#Mhmh.
26	S	#von diesem Grün-Öl bringen.

Tabelle 106: Auszug aus dem Transkript zu Kind 41

Eine andere mögliche Erklärung für diese Abweichung lässt sich in der Konzeption des Textes finden. Die Frage am Ende zielt explizit auf eine Gesamtmenge hin. Das Kind nimmt diese Frage allerdings nicht als Teil des Textes, den es nacherzählen soll, wahr und lässt sie daher in der Nacherzählung aus. Zur Lösung der Rechengeschichte muss es natürlich die Frage beantworten und findet hier die Information, dass es eine Gesamtsumme berechnen muss. Allerdings liefert die Erklärung des Lösungsweges für diesen Gedankengang keinen konkreten Hinweis.

Zum anderen lässt sich beobachten, dass das Kind zwar während der Lösungsphase im Text las, aber dennoch (mehr oder weniger) die gleichen Informationen nutzte, welche es zuvor nacherzählt hatte. Das wiederholte Lesen im Text scheint für dieses Kind keinen Vorteil zu bringen.

Ein Beispiel für eine relativ gute Übereinstimmung zwischen Unterstreichungen und Lösung findet sich bei Kind 22. Es unterstrich vier der sechs mathematischen Informationen, ließ „halbieren“ und „gemeinsame Bestellmenge“ aus. Im Rahmen der Erklärungen des Kindes wird ersichtlich, dass die Verbrauchswerte als monatlicher Verbrauch erfasst werden. Dies deckt sich mit der Lösung, in welcher diese Werte mit der Zahl der Monate multipliziert werden. Eine Abweichung besteht zwischen der Lösung und den Markierungen: Das Kind markierte die Information „gemeinsame Bestellmenge“ nicht, berechnete aber eine Gesamtmenge. Wie im oben beschriebenen Fall liegt auch hier der Verdacht nahe, dass das Kind durch die Fragestellung am Ende der Rechengeschichte zur Addition motiviert wurde, diese aber nicht als lösungsrelevante Information empfand.

2. Beispiele für Abweichungen zwischen dem Verständnis, welches sich in den verbalen Äußerungen zeigt, und der Lösung der Aufgabe

Während in einigen Interviews gute Übereinstimmungen zwischen Lösung und Nacherzählung bzw. Markierung zu beobachten sind, zeigt sich in einigen anderen Interviews das Gegenteil: Einige Kinder erzählten viele mathematische Informationen nach, verwendeten allerdings nur wenige in ihrer Lösung der Rechengeschichte, oder erzählten umgekehrt nur wenige mathematische Informationen nach, verwendeten dagegen viele mathematische Informationen in der Lösung. Analog gilt dies für einige Kinder der Gruppe „Unterstreichen“.

Besonders im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext lässt sich beobachten, dass Kinder mehr mathematische Informationen nacherzählten, als sie letztlich in der Lösung verwendeten. Dies lässt sich möglicherweise mit dem Verständnis der Informationen erklären: Die Kinder verstehen die Verbrauchswerte nicht als monatlichen, sondern als jährlichen Verbrauch. So erzählten sie zwar auch die Informationen über die Heizperioden nach – schließlich sind sie Bestandteil des Textes –, erachten sie allerdings nicht als lösungsrelevant und verwenden sie folglich nicht in der Lösung. Aber auch andere Erklärungen dieses Phänomens sind denkbar.

Im Folgenden sollen einige Beispiele angeführt werden, in denen deutliche Abweichungen zwischen Nacherzählung bzw. Markierung und Lösung der Rechengeschichte zu beobachten sind. Als erstes sei das Interview von Kind 17 (vgl. dazu das Transkript zu Kind 17) angeführt. Es schien den mathematischen Kern sehr gut erfasst zu haben, wich aber in der Lösung vom richtigen Lösungsweg ab. Dieses Kind unterstrich verschiedene lösungsrelevante Informationen und begründete relativ gut die Bedeutung der Information „vierzehn Liter“ für die Lösung der Rechengeschichte. Über die Erklärung der Lösungsrelevanz hinaus beschrieb Kind 17 einen korrekten Lösungsweg. Die Beschreibung erfolgte in kindgemäßer Sprache, statt Fachbegriffen nutzte es die Ausdrücke „Plus“ und „Mal“, ist aber gut verständlich. Irritierend ist die abweichende Lösung. Während in der Erklärung auch das Halbieren genannt wurde, nahm Kind 17 diesen Schritt in der Lösung nicht vor.

Dagegen gibt es wiederum Kinder, die im Rahmen der Phase der Strategieanwendung den Eindruck erwecken, dass sie den mathematischen Kern nicht erfasst haben, die Rechengeschichte abschließend aber korrekt lösen. Zu diesen Fällen gehört beispielsweise Kind 120. Anhand des Transkriptauszugs wird die Knappheit der Nacherzählung deutlich. Das Kind beschränkte sich auf sehr wenige Informationen, nannte kaum eine mathematische Information, hatte aber das Ergebnis der Rechengeschichte bereits berechnet.

22b	S	Also, auf'm #fernen Planeten
23	I	#(*nimmt Text vor S weg*)
24	S	leben Frau Sax und Timo, und die woll'n das Grün-Öl (.) sie verbrauchen weniger senken. (*sieht zu I*) Und im nächsten Winter woll'n sie insgesamt nur (..) vierendreißig Liter verbrauchen. (*sieht zu I*)
25	I	Mhmh. (6 Sek.) Fällt dir sonst #noch
26	S	#mh damit Frau Sax sich auch noch (.) Jacken für sich und ihr Hund kaufen kann.
27	I	(*nickt*) (…) Darum geht's ungefähr?
28	S	(.) (*nickt*)
29	I	Machen die sonst noch was?
30	S	(5 Sek.) Die schicken den Zettel an den Grün- (.) Grün-Öl-Händler. Damit sie auch das Öl bekommen.

Tabelle 107: Auszug aus dem Transkript zu Kind 120

Dass das Kind die Rechengeschichte korrekt verstanden und den mathematischen Kern gut und korrekt erfasst hat, lässt sich anhand der nacherzählten Informationen nicht ablesen. Aufgrund des Umfangs der Nacherzählung bewerteten die Interviewleiterinnen diese mit wenigen Punkten, weshalb dem Kind in den Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ lediglich jeweils der untere Wert zugewiesen wurde. Zugleich erwähnte es aber bereits die korrekte Lösung der Rechengeschichte in der Nacherzählung. Daran lässt sich erkennen, dass das Kind den Text korrekt verstanden, den mathematischen Kern gut erfasst hat. Bei diesem Kind zeigt sich somit eine deutliche Abweichung zwischen der Qualität der Nacherzählung und der Qualität der Lösung der Rechengeschichte.

Darüber hinaus stellt dieser Fall ein Beispiel für Kinder dar, welche bereits vor der Lösungsphase eine Lösung anfertigten. Dass es bereits während des Lesens an der Lösung arbeitete, zeigte sich im Interview darin, dass es sich in dieser Phase an die Interviewleiterin wandet und darauf hinwies, dass die Figur Frau Sax lediglich sieben Liter Grün-Öl verbrauchen würde (vgl. Transkript zu Kind 120, Z.20).

Ein weiteres Beispiel für Fälle, in denen wenige Informationen nacherzählt, aber eine gute Lösung angefertigt werden, stellt Kind 63 (vgl. für den folgenden Abschnitt das Transkript zu Kind 63) dar. Auch Kind 63 erzählte nur wenige Informationen der Rechengeschichte nach. Mathematische Informationen erwähnte es nicht. Dennoch löste es diese Aufgabe fast korrekt (es vergaß lediglich, den Verbrauch der Figur Timo zu halbieren).

Abweichungen dieser Art lassen sich auch in der Gruppe „Unterstreichen" beobachten. Ein Beispiel dafür stellt das Kind 83 dar. Das Kind löste die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext korrekt. In der Phase des Markierens unterstrich es bis auf die Information „vier Tafeln Schokolade" sämtliche mathematische Informationen, also weniger Informationen als es letztlich in der Lösung nutzte. Zusätzlich unterstrich es allerdings auch Informationen, die nicht lösungsrelevant sind. Als schwierig erwiesen sich für Kind 83 die Fragen nach Begründungen:

13	I	Okay. Dann unterstreiche einmal die Informationen im Text, die du brau, die wichtig sind für die Lösung, die du für die Aufgabe brauchst.
14	S	(1 Min. 16 Sek.: *nimmt einen Stift, beginnt den Text zu lesen, unterstreicht nach 8 Sek. die erste Stelle, liest weiter und unterstreicht weitere Stellen*) Reicht.
15	I	Mhmh. Du hast jetzt hier (*zeigt in den Text*) unterstrichen „ mit zwei Kindern" und denkst, dass das wichtig ist für die Aufgabe. #Wieso brauchst
16	S	#Was?
17	I	du das denn?
18	S	(10 Sek.: *sieht auf den Text, dann zu I und zuckt mit den Schultern, sieht wieder auf den Text*) Nur so.
19	I	Mhmh.
20	S	(8 Sek.: *sieht auf den Text, zuckt mit den Schultern*) Weiß nich.
21	I	(.) Okay. Dann: Welche Zahlen im Text brauchst du <u>nicht</u>, um die Aufgabe zu lösen?
22	S	Wie, welche Zahlen? (..) Häh? (8 Sek.: *sieht in den Text, zuckt mit den Schultern*) Weiß ich nich. (4 Sek.: *sieht in den Text*) Welche Zahlen denn überall, ich weiß gar nich (.) Zahlen. (2 Sek.: *sieht in den Text*) Achtzig Cent und sechzig Cent.
23	I	(4 Sek.) Mh, warum brauchst du denn achtzig Cent oder sechzig Cent nicht?
24	S	(4 Sek.: *sieht wieder in den Text, zuckt mit den Schultern*) Das weiß ich nich. (4 Sek.) Weil's die einzigen Zahlen sind.

Tabelle 108: Auszug aus dem Transkript zu Kind 83

Die erste Frage (Frage nach dem Grund der Lösungsrelevanz) beantwortete das Kind im Grunde nicht. Es wusste keinen Grund oder konnte keinen geben. Möglicherweise trug die gesamte Interviewsituation zu dieser Verunsicherung bei.

Interessant ist die Antwort auf die Frage nach irrelevanten Zahlen sowie nach einer Begründung der Irrelevanz. Hier gab das Kind zwei Zahlen an, welche es zuvor als lösungsrelevant markiert hat – mit der Begründung, dass es keine anderen Zahlen gäbe. Dieses Phänomen – die Schwierigkeit, eine nicht lösungsrelevante Zahl in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext zu finden – wird unten aufgegriffen, das Kind 83 ist ein Beispiel dafür. Zugleich zeigt sich in seiner Aussage, welche Vorstellung von Zahlen bei einzelnen Kindern vorhanden sind: Zahlen sind in Ziffern gegeben, in Wortform werden sie nicht als Zahl wahrgenommen.

Auch Kind 100 markierte weniger Informationen in der Rechengeschichte, als es letztlich in der Lösung verwendete. Zunächst markierte es nur zwei lösungsrelevante Informationen. Während der Erklärung der Lösungsrelevanz zeigte sich, dass es ferner die Information „Halbieren" wahrgenommen hatte (vgl. Transkript zu Kind 100, Z.20). Im späteren Verlauf der Phase der Strategieanwendung zeigte sich ferner, dass das Kind auch die Heizperioden beider Figuren während des Lesens wahrgenommen hatte, auch wenn es später nur eine der beiden Informationen nachträglich unterstrich (vgl. Transkript zu Kind 100, Z.30/32). Eine irrelevante Zahl fand es hingegen nicht (merkte an, dass es alle Zahlen brauche, vgl. Transkript zu Kind 100, Z.22), was im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext untypisch ist. Wie aber deutlich wurde, hatte das Kind mehr mathematische Informationen erfasst, als es letztlich im Text markiert hatte. Die Lösung war letztlich korrekt.

Das Kind 64 stellt einen anderen Fall dar. Es markierte in der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext fünf der mathematischen Informationen (halbieren, Verbrauchswerte, Zahlen der Monate). In der Lösung nutzte es diese Information dann interessanterweise nicht (dafür dagegen die Information, dass die Gesamtbestellmenge der Figuren bestimmt werden muss, vgl. dazu die Lösung von Kind 64). Anhand der Erklärungen des Kindes lässt sich die Ursache dieser Abweichung nicht entnehmen. Auch lässt sich nur vermuten, dass das Kind möglicherweise durch die Fragestellung am Ende der Rechengeschichte auf die Idee gebracht wird, die Gesamtmenge an Grün-Öl zu berechnen. Irritierend ist das Nicht-Beachten der Information „halbieren" vor allem aus dem Grund, dass das Kind die Information markiert hat und auf die Frage, weshalb die Information lösungsrelevant sei, antwortet: „dass das ma halbier'n, also, die Hälfte nehmen woll'n" (Transkript Kind 64, Z.27). Es ist möglich, dass das Kind während des Lösens diese unterstrichene Information übersehen hat.

Bei Kind 40 zeigt sich eine andere Form der Abweichung zwischen Markierung und Lösung. Das Kind markierte vier mathematische Informationen und verwendete auch vier mathematische Informationen. Allerdings handelt es sich nicht um exakt die Informationen, die es vorab markierte. So unterstrich es die Informationen „4 Monate",

„2 Monate“, „jeden Monat 14 Liter“ und „jeden dieser Monate 6 Liter“, löste die Aufgabe aber in der Form (14 + 6) : 2 (vgl. dazu die Lösung von Kind 40). Die Information „halbieren“ könnte es eventuell beim wiederholten Lesen des Textes wieder wahrgenommen haben, ebenso könnte es die Information, dass eine gemeinsame Bestellmenge berechnet werden muss, aufgrund der Fragestellung verwendet haben. Unklar bleibt allerdings, wieso die Zahlen an Monaten vorher als relevant beurteilt wurden und auch die Wendung „jeden Monat“ unterstrichen wurde, diese Informationen aber letztlich nicht in der Lösung genutzt wurden. Der Erklärung des Lösungsweges lässt sich entnehmen, dass das Kind letztlich doch von einem Gesamt- und nicht von einem monatlichen Verbrauch ausgeht (vgl. Transkript zu Kind 40, Z.44/46).

3. Problematik der Lösungsphase

Einige der oben beschriebenen Fälle von Abweichungen zwischen Lösung und Nacherzählung lassen die Frage aufkommen, ob der Text in der Bearbeitung der Fragestellung zur Einsicht wieder vorliegen sollte. Denn es zeigte sich in einigen Fällen, dass lediglich wenige mathematische Informationen nacherzählt werden, während in der Lösung viele mathematische Informationen verwendet werden oder die Lösung insgesamt korrekt ist.

Zu diesen Kindern, auf welche diese Beobachtung zutrifft, gehört auch Kind 63, das bereits oben erwähnt wurde. Gerade bei diesem Kind lässt sich beobachten, dass es während der Lösungsphase für einen längeren Zeitraum in den Text sah. Möglicherweise hat es erst bei dieser Gelegenheit die mathematischen Informationen in seinem mentalen Modell integriert. Neben diesem Kind lassen sich weitere finden.

So lässt sich zum Beispiel bei Kind 78 eine ähnliche Beobachtung machen: Es erzählte keine mathematischen Informationen nach, erwähnte allenfalls, dass die Figuren sparen wollten (vgl. Transkript zu Kind 78, Z.18). Darüber hinaus lässt sich die Aussage „und dann wollten die noch, dass die äm irgendwie siebenzwanzig Monate, glaub ich, äm zusammen, zusammengespart haben, also wie viel die verbraucht hab’n“ (Transkript von Kind 78, Z.20) finden, welche darauf verweist, dass das Kind die Zahl 27 sowie „Monate“ in seinem mentalen Modell integriert hat, allerdings in einer zum Text abweichenden Weise. Im Vergleich zu seiner Nacherzählung enthielt die Lösung zwei mathematische Informationen, die vorab nicht nacherzählt wurden. Während der Lösungsphase sah das Kind einige Sekunden in den Text (vgl. Transkript zu Kind 78, Z.26/28/30) und las möglicherweise die Informationen nach.

Neben diesen beiden Kindern ließen sich weitere Beispiele anführen. Dass trotz dieser Beobachtungen an der Vorlage des Textes während der Lösungsphase festgehalten werden sollte, wurde bereits in Kapitel 7 beschrieben und wird ferner in Kapitel 9 erörtert.

4. Verständnis „Die Schokolade hat er doch für Katja gekauft“

In Kapitel 6 wurde beschrieben, dass die Formulierung des letzten Satzes der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext vor Durchführung der Hauptstudie verändert wurde. Um mögliche Missverständnisse zu vermeiden, wurde die Wendung „für dich“ abgeändert in „doch“.

Dennoch finden sich unter den Kindern, welche eine inkorrekte Lösung der Rechengeschichte anfertigen, elf bzw. zwölf Kinder, die davon ausgegangen sind, dass die Figur Katja die Kosten für die Gummibärchen nicht tragen muss, dafür aber die Kosten der Schokolade übernimmt.

In einigen Fällen wird bereits anhand der Markierungen im Text und in der Begründung der Lösungsrelevanz deutlich, dass diese Kinder nur die Kosten für die Schokolade als Lösung berechnen werden. Kind 13 markierte zwar zunächst neben den Informationen zur Schokolade auch andere Informationen, korrigierte sich allerdings, als es den Text ein zweites Mal unter Berücksichtigung der Frage las. Im zweiten Durchgang unterstrich es lediglich die Informationen, welche für die Berechnung der Kosten der Schokolade wichtig sind. Seine Begründungen in der Phase der Strategieanwendung („weil die Katja die Gummibärchen ja nicht mag die roten“ (Transkript zu Kind 13, Z.24) und „da die Frage ist wie viel muss Katja Tom wiedergeben für die Schokolade“ (ebd., Z. 30)) sowie des Lösungsweges („weil Tom ja für sie vier Tafeln Schokolade gekauft hat“ (ebd., Z.38)) bestätigen die Vermutung, dass das Kind den Text im oben genannten Sinne missverstanden hat.

Ähnliches gilt auch für Kind 27. Das Kind unterstrich lediglich die Kosten für eine Tafel Schokolade und begründete diese Entscheidung damit, dass die Figur Katja keine roten Gummibärchen mag und diese daher nicht bezahlen muss, wohl aber mit Vorliebe Schokolade isst und daher für diese Kosten aufkommen muss (vgl. Transkript zu Kind 27, Z.28/34). Mit Kind 27 ist auch Kind 42 vergleichbar. Auch dieses Kind markierte lediglich Informationen, die sich auf die Schokolade beziehen. Und ebenso wie bei den anderen beiden Kindern findet sich als Erklärung (als Antwort auf die Frage, weshalb die Kosten für eine Tüte Gummibärchen nicht relevant seien) für diese Auswahl die Aussage, dass die Figur Katja keine roten Gummibärchen mag (vgl. Transkript zu Kind 42, Z.36).

Die Kinder 19 und 6 unterstrichen sowohl Informationen, welche sich auf die Schokolade beziehen, als auch andere Informationen. Kind 19 markierte unter anderem die Information „Eine Tüte kostet 0,80€." (vgl. Markierungen von Kind 19). Diese Informationen stufte das Kind sowohl als lösungsrelevant als auch als nicht lösungsrelevant ein, wobei es letztere Entscheidung begründete: „weil sie die Gummibärchen nicht mag und dann muss sie die auch nicht bezahlen" (Transkript zu Kind 19, Z.18). Kind 6 markierte zwar ebenfalls die Informationen bezüglich der Gummibärchen, revidierte allerdings bereits bei der Begründung der Lösungsrelevanz seine Entscheidung und erklärte, dass lediglich die Informationen zur Schokolade lösungsrelevant seien, da die Figur Katja Schokolade vorzieht, die Figur Tom hingegen Gummibärchen (vgl. Transkript und Markierungen von Kind 6, Z.12).

Vereinzelt lässt sich anhand der Markierungen und Begründungen nicht eindeutig erkennen, weshalb ein Kind nur die Kosten für die Schokolade als Ergebnis der Rechengeschichte angibt. So ist dies bei Kind 49. Es erklärte zwar, dass die Figur Katja der Figur Tom die Kosten für die Schokolade erstatten müsse (vgl. Transkript zu Kind 49, Z.20), nannte aber dafür keine weiteren Gründe.

Von den fünf Kindern, welche diese Rechengeschichte nacherzählen sollten und lediglich die Kosten für die Schokolade berechneten, erwähnten zwei Kinder explizit, dass die Figur Tom die vier Tafeln Schokolade für die Figur Katja kauft. Bei diesen Kindern lässt sich eine Aussage derart zweimal in der Nacherzählung finden (vgl. Transkript zu Kind 60, Z.14, und Kind 102, Z.26). Eines dieser Kinder erwähnte dieses Argument zudem in der Erklärung des Lösungsweges (vgl. Transkript zu Kind 102, Z.34). Bei dem anderen Kind wird dagegen nicht ersichtlich, wie es zu der Lösung von 6 mal 60 Cent kam.

Bei zwei weiteren Kindern findet sich in der Nacherzählung kein Hinweis darauf, dass sie die Geschichte in dem Sinne verstanden haben, dass die Figur Katja die Kosten für die Schokolade übernehmen müsse und nicht die Gesamtkosten des Einkaufs halbiert werden (vgl. Transkripte zu Kind 4 und Kind 84). Eines der beiden Kinder berechnete zunächst die Kosten für Gummibärchen und für die Schokolade, entschied sich dann aber dafür, dass die Figur Katja die Schokoladenkosten übernehmen müsse (vgl. Transkript zu Kind 4, Z.22/24/28). Es begründete seine Entscheidung damit, dass „er das ja für die Katja gekauft hat" (Transkript zu Kind 4, Z.28). Das zweite Kind beteuerte während des Lösungsprozesses immer wieder, dass es die Aufgabe nicht lösen kann (vgl. Transkript zu Kind 84, Z.26/30). Erst nach längerer Zeit und auf Aufforderung der Interviewleiterin las es noch einmal Frage und Text und entschloss sich abschließend für die Lösung, dass die Figur Katja 60 Cent zahlen müsse, mit der Begründung: „Tom hat die Schokolade Katja gegeben und Katja weil Tom der Katja gekauft hat deswegen gibt Katja das Geld.“ (Transkript von Kind 84, Z.38). Folglich zeigt sich bei diesen beiden Kindern im Rahmen der Erläuterung des Lösungsweges, dass sie den Text im oben genannten Sinne missverstanden haben.

Beim fünften Kind wird die Begründung, weshalb es als Lösung nur die Kosten für die Tafeln Schokolade berechnet, weniger ersichtlich. In der Nacherzählung erscheint einmal die Phrase „die m magte nicht die Gummibärchen“ (Transkript zu Kind 25, Z.22). Ob aus dieser Aussage allerdings gefolgert werden kann, dass das Kind daher auch davon ausgeht, dass die Figur deswegen die Kosten für die Schokolade zu tragen habe, lässt sich den Äußerungen des Kindes nicht entnehmen.

Ein weiteres Kind verwendete in seinem Interview ebenfalls das Argument, dass die Figur Katja keine Gummibärchen mag. Seine Lösung unterscheidet sich allerdings von den oben genannten Beispielen. Zunächst markierte das Kind außer der Information „halbieren“ alle weiteren mathematischen Informationen. Auf die Fragen, welche die Interviewleiterin im Anschluss an die Phase des Unterstreichens stellt, reagierte das Kind wie folgt:

35	I	Okay. Gut. Du hast jetzt ähm zwei Tüten Gummibärchen unterstrichen #und denkst, dass
36	S	# Ja.
37	I	das wichtig ist für die Lösung der #Aufgabe.
38	S	# Ja.
39	I	Warum ist das wichtig?
40	S	Weil ähm die mag ja keine roten Gummibärchen
41	I	Mhmh.
42	S	und die wollen ja wissen, wie viel Katja Tom zurück geben muss #das Geld.
43	I	# Mhmh.
44	S	Und deshalb ähm (.) der hat ja jetzt zwei Tüten Gummibärchen
45	I	Mhmh.
46	S	und dann ähm (.) kann man im Prinzip (.) die zwei Tüten (.) ähm zusammenzählen, das er insgesamt
47	I	Mhmh.
48	S	und dann haben und dann weiß man ja schon mal, was Katja zurück zahlen muss.
49	I	Okay. Gut, und ähm welche Zahlen im Text brauchst du nicht, um die Aufgabe zu lösen?
50	S	Nicht. Ähm (..) welche Zahlen?

51	I	Mhmh.
52	S	Sind ja eigentlich nur zwei. (.) äh eigentlich brauch ich ja nicht die achtzig (.) is halt
53	I	Okay, und warum brauchst du die achtzig nicht?
54	S	Weil ja Katja keine Gummi rote Gummibärchen mag.

Tabelle 109: Auszug aus dem Transkript zu Kind 113

Sowohl auf die Frage, wieso die Information „zwei Tüten Gummibärchen“ lösungsrelevant sei, als auch auf die Frage, weshalb „0,80€ pro Tüte“ nicht lösungsrelevant sei, reagierte das Kind mit demselben Argument. Auf der Basis dieser Erklärungen könnte man vermuten, dass das Kind folglich zur Lösung 4•60ct kommt. Dies ist allerdings nicht der Fall, das Kind löste die Rechengeschichte mit der Rechnung 4•60ct-80ct (vgl. Lösung von Kind 113). Vermutlich basiert dieser Ansatz auf dem Verständnis, dass die Figur Katja die Schokolade bezahlen muss, aber sich nicht an den Kosten der Gummibärchen beteiligen muss. Dass diese nicht im Produkt 4•60ct enthalten sind und folglich nicht davon subtrahiert werden müssen, ist dem Kind vermutlich in diesem Moment nicht bewusst. Deutlich wird darin dennoch das Verständnis des Textes dieses Kindes.

Auf der anderen Seite lassen sich einige Kinder finden, welche im Interview explizit die Phrase „für dich Schokolade gekauft“ erwähnten[303], die Rechengeschichte aber dennoch korrekt lösten oder zumindest Informationen über die gekauften Gummibärchen ebenfalls in der Lösung verwendeten. So findet sich in den

Nacherzählungen der Kinder 62 und 98 die Wendung „für dich“ bzw. eine vergleichbare Phrase (vgl. dazu die Transkripte zu Kind 62 (Z.26) und Kind 98 (Z.20)). Dennoch verstanden diese Kinder die Geschichte dahingehend, dass die Gesamtkosten letztlich halbiert werden und nicht jede Figur das bezahlt, was sie am liebsten isst.

Auch Kind 10 erwähnte in der Nacherzählung, dass die Figur Katja gern Schokolade mag. Wörtlich sagt es: „und dann kauft der noch vier Tafeln Schokolade weil die mag Katja gerne“ sowie „und sagt ist gar nicht schlimm weil ich hab noch für dich Schokolade geholt“ (Transkript zu Kind 10, Z.11). Das Kind ließ sich allerdings in der Lösung nicht von der Wendung „für dich“ beeinflussen. Es löste die Aufgabe abgesehen von einem Rechenfehler korrekt, kalkulierte folglich auch die Kosten für die zwei Tüten Gummibärchen ein (vgl. Lösung von Kind 10).

[303] Die Kinder erwähnten den Gedanken, dass die Figur Tom für die Figur Katja Schokolade gekauft habe, in dieser oder einer ähnlichen Formulierung.

Neben den genannten Kindern löste auch Kind 51 die Aufgabe richtig, obwohl in der Nacherzählung erklärt wird „Tom tröstet sie damit, dass er ihr auch noch Schokolade gekauft hat.“ (Transkript zu Kind 51, Z.11) Die mögliche inkorrekte Folgerung, dass die Figur Katja lediglich die Schokolade bezahlen müsse, tritt nicht auf.

Gleiches gilt für Kind 88. Auch dieses Kind gab den letzten Satz vor der Frage mit den Worten „und dann hat der Junge gesagt, hm, ja eh dafür hab ich für dich ja Schokolade“ (Transkript zu Kind 88, Z.24) wieder und löste die Aufgabe korrekt. Ähnlich wie bei Kind 88 verhält es sich bei Kind 82. Auch dieses Kind löste die Aufgabe korrekt, erwähnte in der Nacherzählung „Katja mag die Schokolade ganz gern“ (Transkript zu Kind 82, Z.25) und „ich hab doch extra Schokolade für dich mitgebracht“ (ebd., Z.27).

Kind 11 erzählte ebenfalls den letzten Satz der Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ in der oben beschriebenen Weise nach. Bei ihm findet man die Formulierung „weil Katja die roten Gummibärchen nicht mag deswegen hat der noch vier Tafeln Schokolade gekauft und wo der nach Hause gegangen ist zurück hat die Katja geweint, weil die mag ja keine roten Gummibärchen und Tom hat die getröstet und hat gesagt ich hab dir auch Schokolade geholt für 60 Cent“ (Transkript zu Kind 11, Z.8). Trotz dieser Aussage beachtete das Kind in der Lösung, dass die Kosten für Gummibärchen und Schokolade halbiert werden müssen (es berechnete allerdings die Gesamtkosten nicht korrekt, da es die Anzahl der gekauften Artikel nicht berücksichtigte).

In der Nacherzählung von Kind 72 findet sich eine ähnliche Formulierung („ich hab auch extra für dich Schokolade mitgebracht“, Transkript zu Kind 72, Z.18). Zwar löste das Kind die Rechengeschichte nicht korrekt, verwendete aber zur Berechnung seines Ergebnisses nicht ausschließlich die Informationen über Preis und Zahl der Schokoladentafeln. Auch dieses Kind ließ sich folglich nicht durch die Formulierung des Textes irritieren.

Auch bei Kind 117 findet sich eine vergleichbare Aussage: „dann kann er ja noch Schokolade für Katja (.) bezahl, ähm, kaufen, die mag Katja nämlich am liebsten“ (Transkript zu Kind 117, Z.26). Wie die oben genannten Kinder löste auch Kind 117 die Rechengeschichte korrekt. Gleiches gilt auch für Kind 99 (Aussage in der Nacherzählung: „und für die Katja dann auch noch, äm, vier Tafeln Schokolade“ (Transkript zu Kind 99, Z.26), korrekte Lösung der Aufgabe).

Bei Kind 111 findet sich ebenfalls eine vergleichbare Aussage („dann holt der noch Schokolade für die Katja“, Transkript zu Kind 111, Z.20; „dann bekommt die dafür die Schokolade“ ebd., Z.20; „bekommt die dann die Schokolade“ – ebd., Z.24). Die Lösung ist zwar nicht korrekt (0,80€ + 4•0,60€), beinhaltet aber nicht nur den Preis und die Zahl an Schokoladentafeln, sondern auch die Kosten für eine Tüte Gummibärchen.

5. Entdecken von irrelevanten Zahlen in den Rechengeschichten

Dass Kinder in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext irrelevante Zahlen entdecken, tritt seltener ein als im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext (ob der Unterschied signifikant ist, wurde nicht geprüft). Während in der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext 18 Kinder eine irrelevante Zahl entdeckten (27 Jahre), fanden in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext nur zehn Kinder eine Zahl, die nicht zur Lösung der Aufgabe benötigt wird. Bei einem dieser zehn Kinder ist allerdings fraglich, ob es wirklich eine irrelevante Zahl meint (Kind 119). Von den zehn Kindern, welche eine irrelevante Zahl finden, nennen die meisten die Zahl 2 in der Information „zwei Kinder“. Lediglich Kind 75 nannte zum Beispiel die Zahl 1 in der Information „nur ein Haus ist unbewohnt“ als Zahl, die für die Lösung keine Rolle spielt (vgl. Transkript zu Kind 75).

Vier der Kinder, welche lösungsrelevante Informationen in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext markieren sollten, gaben auf die Frage nach Zahlen, die für die Lösung nicht erforderlich sind, eine überraschende Antwort. Die Kinder 95 und 52 gaben als Antwort das Wort „viel“ an (vgl. Transkripte zu Kind 95, Z.26, und Kind 52, wobei letzteres unsicher nachfragte, ob es sich dabei überhaupt um eine Zahl handelt, vgl. Transkript zu Kind 52, Z.30). Dass Kinder dieses Wort als Antwort gaben, wurde vorher nicht erwartet. Zwar lässt sich dieses Wort zur groben Beschreibung der Größe einer Menge nutzen, stellt aber keine Zahl dar.

Eine andere überraschende Antwort gaben die Kinder 76 und 107. Sie wählten die Zahl Null als relevante Zahl. Beide Kinder meinten die Zahl, die in den Geldwerten angegeben ist. Die Begründungen der beiden Kinder lauten ähnlich. Kind 107 argumentierte, dass man nur mit den Cent-Beträgen rechnen würde und daher die „0 Euro“ nicht notwendig seien (vgl. Transkript zu Kind 107, Z.24/26). Kind 76 meinte, dass man die Beträge auch in Cent angeben könnte, also 60 Cent statt 0,60 € schreiben könnte (vgl. Transkript zu Kind 76, Z.26).

Vereinzelt lässt sich auch beobachten, dass eine zuvor als lösungsrelevant erklärte Information auf die Frage nach irrelevanten Zahlen doch als irrelevant eingestuft wird. Ein Beispiel für diese Fälle stellt Kind 73 dar. Es markierte in der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext lediglich die in Ziffern gegebenen Zahlen. Obwohl auch die Information „6 Liter pro Monat“ als lösungsrelevant unterstrichen wurde, bezeichnete das Kind diese anschließend als irrelevant. Eine Begründung konnte das Kind für diese Entscheidung allerdings nicht angeben (vgl. Transkript zu Kind 73, Z.28/30). Im Grunde bleibt daher auch unklar, wieso sich das Kind für diese Zahl entschieden hat. Die „Erklärungsnot“ lässt sich möglicherweise damit erklären, dass das Kind die Zahl ursprünglich als lösungsrelevant bezeichnet hat und daher eigentlich keine Erklärung geben kann, weshalb diese Zahl irrelevant ist.

6. Irritation durch den Begriff „Sparen“

Dass die Verwendung des Wortes „Sparen“ in der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext bei Kindern die Assoziation an Geldwerte aufrufen könnte, wurde beim Verfassen der Rechengeschichte nicht bedacht. In drei Fällen zeigten sich allerdings derartige Gedanken: Kind 23 stutzte bei der Lösung der Rechengeschichte. Zunächst suchte es vermutlich die notwendigen Informationen zur Lösung, war sich möglicherweise zudem nicht sicher, ob die Ergebnisse für ein Jahr oder für einen Monat berechnet werden müssen (vgl. Transkript zu Kind 23, Z.32). Auf die Reaktion der Interviewleiterin („Lös die Aufgabe so, wie du sie verstehst“, ebd., Z.33) hin, las Kind 23 erneut im Text, äußerte dann „Aber da, da sind doch gar keine Geldeinträge und so.“ (ebd., Z.34).

Kind 15 erwähnte in der Nacherzählung: „Die woll’n jetzt den Grün-Öl bestellen, aber halbieren halt, also die Rechnung und, das war’s.“ (Transkript zu Kind 15, Z.22) Auch hier könnte der Fall vorliegen, dass das Kind aufgrund des Wortes „sparen“ an Geldwerte dachte. Mit „Rechnung“ könnte allerdings gemeint sein, dass das Kind in seiner Lösung der Rechengeschichte das Zwischenergebnis halbieren muss.

Bei Kind 46 findet sich dagegen eine eindeutigere Aussage, welche belegt, dass das Kind mit dem Wort „sparen“ Geldwerte assoziiert. In der Nacherzählung erwähnte es: „weil die den Preis niedrigen wollen“ (Transkript zu Kind 46, Z.14). Allerdings schien von diesen drei Kindern lediglich das erste Kind durch das Wort „sparen“ hinsichtlich der Lösung verunsichert zu sein.

7. Weitere interessante Fälle

Kind 101 schien mit der Aufgabe, die Rechengeschichte nachzuerzählen, Schwierigkeiten zu haben. Dies zeigte sich darin, dass es unmittelbar nach der Aufforderung, die

Rechengeschichte nachzuerzählen, der Überzeugung war, diese Aufgabe nicht bewältigen zu können. Insgesamt ist der Anteil an Informationen, welche das Kind nacherzählte, relativ klein. Außerdem wiederholte das Kind oft, dass es keine weiteren Informationen nennen könne (vgl. Transkript zu Kind 101, Z.22/24/30/34/42). Auch auf das Angebot, noch einmal einen Moment über den Inhalt nachzudenken, reagierte es mit Ablehnung (vgl. Transkript zu Kind 101, Z.36/38/40).

Die Entwicklung der Erzählkompetenz (siehe Kapitel 3) könnte eine Erklärung für diese Schwierigkeiten darstellen. Das Kind befindet sich – auch unter Berücksichtigung der Erzählstruktur während des Interviews – möglicherweise noch nicht auf der obersten Entwicklungsstufe. So können in diesem Fall auch Anforderung der Aufgabe des Nacherzählens an die Erzählkompetenz des Kindes sowie die Verständnisschwierigkeiten des Textes gemeinsam Einfluss auf das Ergebnis des Kindes nehmen. Denkbar wären auch die Erklärungen, dass das Kind den Text aufgrund des fiktionalen Inhalts nicht verstehen konnte (siehe Kapitel 1.2) oder die Lesekompetenz noch nicht hinreichend ausgebildet ist.

Die Lösung des Kindes stimmt mit seiner Nacherzählung allerdings nicht überein. Das Kind erzählte keine der mathematischen Informationen nach. In der Lösung griff es aber dennoch auf die Informationen „halbieren“, „14 Liter pro Monat“ und die Zahl 6 zurück.

Das Vorgehen in der Lösungsphase ist interessant. Nachdem das Kind die Frage gelesen hatte, begann es vermutlich, den Text nach dem Wort „Grün-Öl-Händler“ abzusuchen – zumindest zeigte es auf eine Stelle im Text und wies darauf hin, dass dort das Wort „Grün-Öl-Händler“ stehe (vgl. Transkript zu Kind 101, Z.44). Es las zunächst den vorletzten Satz des Textes, fand dort die Information „Halbieren des Verbrauchs des Vorjahres“ (vgl. Transkript zu Kind 101, Z.44). Vom Ende des Textes aus suchte es anscheinend nach weiteren Informationen zur Lösung der Aufgabe. Durch das relativ rasche Vorgehen beim Durchsuchen des Textes kann beim Beobachter der Eindruck entstehen, dass das Kind den Text möglicherweise besser mental repräsentiert hat, als seine Nacherzählung vermuten lässt. Das Kind weiß, dass Verbrauchswerte zu berechnen sind und dass sich sämtliche notwendigen Informationen im Text finden lassen. Dies deuten die Aussagen des Kindes „dann muss ich also jetzt mal zum Verbrauch“ (Transkript zu Kind 101, Z.44) sowie das relativ zügige Finden der Informationen an. Dies könnte bedeuten, dass das Kind die Informationen eigentlich im Situationsmodell integriert hat, sie allerdings in der Nacherzählung nicht nennen konnte.

Das Kind verstand die Information „Verbrauch pro Monat“ korrekt. Bei der Suche nach der Zahl der Monate orientierte es sich allerdings oberflächlich am Text. Daher nutzt es die zweite in Ziffern gegebene Zahl (6) als Zahl der Monate, obwohl es sich bei dieser Zahl um den Verbrauch der zweiten Figur handelt. Einerseits zeigt sich daher bei diesem Kind ein korrektes Verständnis einiger Aussagen (Verbrauch pro Monat), andererseits aber auch ein eher oberflächliches Verständnis.

Kind 1 sollte lösungsrelevante Informationen in der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext markieren. Es schien große Schwierigkeiten mit dieser Aufgabe zu haben, wie der folgende Transkriptauszug zeigt:

7	I	Fertig, okay dann unterstreiche einmal die Informationen, die für die Lösung der Aufgabe brauchst wichtig die für die Lösung der Aufgabe wichtig sind.
8	S	(2 Min. 51 Sek.: *unterstreicht*) mhmh
9	I	Okay. Gut. Du hast Würfel unterstrichen warum meinst du, dass das für die Lösung wichtig ist warum brauchst du die Information?
10	S	Weil (5 Sek.) weiß ich nicht
11	I	Du hast es doch unterstrichen auf die Frage hin du sollst alles unterstreichen was für die Aufgabe wichtig ist. (…) du hast dir doch irgendwas dabei gedacht.
12	S	Weil die manche Häuser sehen aus wie Würfel also dann ist nur oben so ein Dreieck drauf dann sehen die aus wie Häuser.
13	I	Okay. Welche Zahlen im Text brauchst du nicht, um die unten stehende Aufgabe zu lösen?
14	S	Hm (7 Sek.) vierzehn
15	I	Warum?
16	S	Weil, (25 Sek.) weiß ich nich
17	I	Weiß du auch nich?
18	S	(*schüttelt den Kopf*)
19	I	Okay. Dann versuch nun einmal die Aufgabe zu lösen. Die steht hier oben nochmal. Und Rechnungen und Lösungsschritte schreibe bitte hier auf dieses Blatt (Blatt mit der Aufgabenstellung wird vor S gelegt)
20	S	(1 Min., 25 Sek.: *liest die Aufgabe*) Muss ich da jetzt hinschrieben was da so steht was man so machen muss?
21	I	Hm
22	S	Okay (2 Min., 57 Sek.: *löst die Aufgabe, schaut dabei 0-mal in den Text*) Wie viel noch?
23	I	Wie wie viel noch?
24	S	Muss ich noch mehr machen oder nicht?
25	I	Du sollst nur die oben stehende Aufgabe lösen und die Antwort hinschreiben.
26	S	Na gut (44 Sek.: *schreibt*) hab ich
27	I	Okay, liest du mir einmal deine Antwort vor.
28	S	Zwei Grün-Öl-Händler insgesamt zu liefern?
29	I	Mhmh
30	S	Rechnung auch?
31	I	Mhmh

32	S	Siebenundzwanzig plus vierzehn gleich einunddreißig, es sind einunddreißig Grün-Öl Händler
33	I	Erklärst du mir einmal deine Rechnung?
34	S	Ich hab das geschrieben weil (8 Sek.)
35	I	Warum hast du zum Beispiel siebenundzwanzig plus vierzehn gerechnet
36	S	Weiß ich nicht
37	I	Überleg nochmal warum hast du die siebenundzwanzig genommen warum die vierzehn
38	S	Weil die da stand und da
39	I	Warum hast du dann addiert
40	S	Die einunddreißig
41	I	Genau die die siebenundzwanzig und vierzehn addiert hast also plus gerechnet hast
42	S	Weil das einfacher war (…) zu rechen

Tabelle 110: Auszug aus dem Transkript zu Kind 1

Immer wieder findet sich die Antwort „weiß ich nicht". Das Kind hat anscheinend große Schwierigkeiten, den Text zu verstehen. Folglich markiert es scheinbar wahllos Informationen im Text, wählt für die Lösung die ersten beiden Zahlen aus. Verständnis des Textes zeigt sich hier nicht. Es ist nicht auszuschließen, dass weitere Faktoren für dieses Ergebnis im Interview verantwortlich sind. Der Kontext des Textes ist aber sicherlich auch einer der Faktoren, die das Kind verunsichern.

An diesem Beispiel lässt sich die Kritik in Kapitel 2.4 an der Strategie „Unterstreichen", dass diese eigentlich nur für Personen geeignet ist, welche den Text bereits erfasst haben, gut nachvollziehen. Da das Kind Schwierigkeiten im Verstehen des Textes zeigt, gelingt es ihm nicht, die entscheidenden Informationen zu finden und zu unterstreichen. Um relevante Informationen zu erkennen, muss ein gewisses Maß an Verständnis vorliegen.

Kind 47 wird angeführt, weil sich hieran zeigt, dass die Auswertung einer Nacherzählung mitunter schwierig ist. Als problematisch erweist sich hier die Nacherzählung der Information, dass die Figur Timo in zwei Monaten heizt und pro Monat sechs Liter Öl verbraucht. Während das Kind eindeutig herausstellte, dass die Figur Frau Sax monatlich 14 Liter des Heizöls verbraucht, ist dies im Fall der Figur Timo anders: „also die Nachbarin verbraucht in jedem der vier Wintermonaten 14 Liter und der (.) in zwei nur sechs." (Transkript zu Kind 47, Z.8) Es ist nicht eindeutig, ob das Kind auch bei der Figur Timo von einem Verbrauch pro Monat ausgeht. Da es in der Lösung die Informationen korrekt verwendete, lässt sich annehmen, dass das Kind die Information korrekt im Situationsmodell integrieren konnte. Betrachtet man die oben zitierte Aussage unter Berücksichtigung der Lösung, ist folgende Interpretation möglich: Das Kind hat den mathematischen Kern korrekt erfasst. Es hat korrekt verstanden, dass beide Figuren eine jeweils unterschiedliche Menge an Grün-Öl verbrauchen. Auch hat es verstanden, dass beide Figuren monatlich die im Text gegebene Menge verheizen. Da das Kind die Verbrauchsangaben für beide Figuren im gleichen Satz zusammenfasst, kürzt es möglicherweise die Informationen über die Figur Timo in der oben angegebenen Form ab. Allerdings kann diese Interpretation auch falsch sein, das Kind geht vielleicht doch im Fall der Figur Timo von einem Gesamtverbrauch von sechs Litern in zwei Monaten aus. Beide Interpretationen sind möglich, was die Auswertung der Nacherzählung erschwert.

Dieser Fall macht auf die Problematik aufmerksam, dass zwar die Nacherzählung als Spiegel des mentalen Modells verstanden werden kann, dass sie allerdings nicht zwingend eindeutig das mentale Modell abbildet. Formulierungen in der Nacherzählung können mitunter mehrdeutige Interpretationen auf Seiten der Zuhörer zulassen. Diese Gegebenheit lässt sich auch zur Erklärung von Abweichungen bei der Bewertung von Nacherzählungen heranziehen.

9 Diskussion

9.1 Zusammenfassung der Fragestellungen

Im Fokus der vorliegenden Studie stand die Frage, ob sich das mündliche Nacherzählen von längeren Textaufgaben (Rechengeschichten) positiv auf das Verstehen und Lösen dieser Aufgaben auswirkt. Die positive Wirkung kann sich auf folgende Weisen zeigen: Zum einen spiegelt sie sich in der Lösung der Rechengeschichten wider. Eine hohe Anzahl an korrekten Lösungen kann auf eine positive Wirkung des mündlichen Nacherzählens hinweisen. Aufgrund der Komplexität der Lösung lässt aber bereits auch ein möglich weites „Voranschreiten in der Lösung" (Anfertigung vieler richtiger Teilschritte auf dem Lösungsweg) auf die Wirkung schließen. Zum anderen schlägt sich die Wirkung auf das Verständnis des Textes auch in der Qualität der Nacherzählung selbst nieder. Eine Nacherzählung, welche die in der Textvorlage beschriebenen Zusammenhänge und wesentlichen Informationen angemessen wiedergibt, deutet auf ein gutes Verständnis hin.

Die drei möglichen Maße für die Wirkung des mündlichen Nacherzählens bilden sich in den Variablen „Lösung der Rechengeschichte", „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" sowie „Qualität des Situationsmodells" ab. Die Fragestellung bezüglich der Wirkung des mündlichen Nacherzählens spiegelt sich daher in Hypothesen (s. Kapitel 8.1) über den Zusammenhang zwischen der Variablen „Strategie" (Vergleich von Nacherzählen und Unterstreichen) auf der einen Seite und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte", „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" auf der anderen Seite wider.

Über die Hauptfrage hinaus sollte und konnte ferner untersucht werden, ob sich das mündliche Nacherzählen in bestimmten Teilgruppen als wirksam erweist. Daher wurde die zentrale Fragestellung auch unter Berücksichtigung der Variablen „Geschlecht", „Lage der Schule", „Leistungsgruppe im Mathematiktest" und „Leistungsgruppe in „VERA Lesen"" untersucht.

Aufgrund der Berücksichtigung mehrerer Variablen zur Untersuchung der Fragestellung ließen sich einige Neben-Aspekte beobachten oder untersuchen. So konnte überprüft werden, ob zum Beispiel ein Zusammenhang zwischen den Variablen „Geschlecht" und „Lösung der Rechengeschichte" oder „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ besteht. Sofern sich interessante Ergebnisse zeigten, wurden diese in Kapitel 8 genannt und werden hier aufgegriffen.

9.2 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zur Überprüfung der Fragestellung wurden mehrere ungerichtete Zusammenhangshypothesen formuliert und entsprechend zulässige Zusammenhangskoeffizienten berechnet sowie der χ^2-Test durchgeführt. Bezüglich der Fragestellung weisen sämtliche Ergebnisse und Ausgänge der durchgeführten Tests (s. Kapitel 8) darauf hin, dass mündliches Nacherzählen gegenüber der Strategie „Unterstreichen“ nicht zu einer größeren Anzahl an korrekten Lösungen oder zu besseren Lösungen führt. Der χ^2-Test (sofern er durchgeführt werden durfte) zeigte auf, dass zwischen den Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“, „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ sowie „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ jeweils kein signifikanter Zusammenhang besteht. Betrachtet man einzelne Gruppen – zum Beispiel die Gruppe der Mädchen oder die Gruppe der Kinder, welche im Mathematiktest mittelmäßige Leistungen zeigten –, fallen die Testergebnisse in gleicher Weise aus. Signifikante Zusammenhänge zeigten sich nur bei der Untersuchung weniger Neben-Aspekte.

9.3 Diskussion und Interpretation der Ergebnisse

1. Wirkung der Strategien

Im Fokus der Arbeit stand die Wirkung der beiden Strategien „Nacherzählen“ und „Unterstreichen“. Zur Prüfung diente der Vergleich der beiden Vergleichsgruppen[304]. Als Motivationsgrundlage für die Erwartung eines positiven Ausgangs für das Nacherzählen wurden bereits in Kapitel 3 die Arbeiten von Chi (Chi 2000, deLeeuw & Chi 2003), welche die positive Wirkung des Selbsterklärens auf das mentale Modell herausstellten, die Arbeit von Götze (2007), welche eine positive Wirkung von Kleingruppengesprächen beobachten konnte, sowie ein Aufsatz von De Corte & Verschaffel (1987a), in welchem die Frage nach einer möglichen positiven Wirkung von Nacherzählen aufgeworfen wurde, angeführt. Diese Arbeiten sowie die Erfahrungen, die

[304] Wie oben bereits erläutert, erfolgt der Vergleich vorrangig hinsichtlich der Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ sowie „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“.

Kleist (1806/2010) in einem Aufsatz schildert, bildeten den Ausgangspunkt für die Fragestellung der hier vorliegenden Arbeit.

Wie in Kapitel 1 beschrieben, liegt die Annahme zugrunde, dass während des Lesens eines Textes ein mentales Modell aufgebaut wird. Dieses kann (vgl. Chi 2000) unvollständig oder fehlerhaft sein. Chi (2000) zufolge können Selbsterklärungen zur Entdeckung und Korrektur von Fehlern oder zur Klärung von Verständnisschwierigkeiten im mentalen Modell führen. Bei Kleist (1806/2010) findet sich die – empirisch nicht überprüfte – Überlegung, dass ein Anfangsgedanke durch das Aussprechen und das mündliche Fortführen des Gedankens zur Auflösung von Unklarheiten führt. In beiden Fällen zeichnet sich ab: Nacherzählen kann das Verständnis fördern und unterstützen. Diese Überlegung führte zu den in Kapitel 4 formulierten Fragestellungen.

Bei der statistischen Prüfung zeigte das Ergebnis des χ^2-Tests, dass kein Zusammenhang zwischen den Variablen „Strategie" und „Lösung der Rechengeschichte" besteht. Gleiches gilt für die Überprüfung des Zusammenhangs zwischen den Variablen „Strategie" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" sowie für die Überprüfung des Zusammenhangs zwischen den Variablen „Strategie" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns". Bedeutet dies, dass mündliches Nacherzählen nicht die erhoffte Wirkung zeigt? Diese Folgerung ist aufgrund der Ergebnisse naheliegend. Zugleich ist eine andere Schlussfolgerung möglich: „Unterstreichen" ist eine in didaktischen Werken (s. Kapitel 2.4[305]) empfohlene und in der Arbeit von Gold (2010/2007) hinsichtlich ihrer Wirksamkeit untersuchte Lesestrategie. Wenn Unterstreichen von lösungsrelevanten Informationen eine hilfreiche Lesestrategie darstellt und die Kinder in beiden Vergleichsgruppen vergleichbare Ergebnisse zeigen, lässt sich daraus ableiten, dass auch Nacherzählen eine geeignete Strategie sein kann.[306] Möglicherweise würde sich diese Wirkung in einem anderen Forschungsdesign deutlicher zeigen. Diese Frage wird unten diskutiert.

Auf der anderen Seite lässt sich aus dem Ergebnis, dass kein Zusammenhang zwischen den oben genannten Variablen besteht, schließen, dass die Strategie möglicherweise keinen Einfluss auf den Lösungserfolg hat und somit mündliches Nacherzählen möglicherweise keine geeignete Hilfe zum Verstehen und Lösen von Textaufgaben (Rechengeschichten) darstellt. Dies scheint im Widerspruch zu den Ergebnissen aus

[305] Auch Nacherzählen wird dort als Strategie empfohlen, siehe Kapitel 2.4.

[306] Die Wirkung des Nacherzählens wurde mit der Wirkung des Unterstreichens lösungsrelevanter Informationen verglichen (vgl. auch Velten 2011, S.857f.), was den Schluss zulässt: Wenn Kinder sowohl mit Hilfe des Nacherzählens als auch mit Hilfe der Strategie „Unterstreichen" vergleichbare Ergebnisse erreichen, dann kann dies auf eine positive Wirkung des Nacherzählens hinweisen.

Untersuchungen zu stehen, welche Chi und Kollegen durchgeführt haben (s. Kapitel 3.5.2). Nun befassen sich Chis Arbeiten mit der Wirkung von Selbsterklärungen, und mündliches Nacherzählen stellt keine Selbsterklärung im strengen Sinne von Chi dar.

Das Ergebnis hinsichtlich der Wirkung des mündlichen Nacherzählens wird möglicherweise ferner durch andere Faktoren beeinflusst. So ist der Schwierigkeitsgrad der Rechengeschichten relativ hoch. Dies gilt insbesondere für die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext, da neben einer komplexen mathematischen Struktur eine fiktive Rahmenhandlung vorliegt. Weitere Einflussfaktoren könnten sein:

- *Unvertrautheit mit der Situation*: Einzelne Kinder wurden mitunter durch die Situation des Einzelinterviews bei laufender Kamera in ihrer Leistung beeinflusst (vgl. Velten 2011, S.857). Hier spielt auch die Persönlichkeit des Kindes (eine begrenzt kontrollierbare Variable) hinein.
- *Unvertrautheit mit dem Aufgabentypus*: Textaufgaben sind eher kurz, oftmals auch von einfacher mathematischer Struktur. Die Kinder wurden in den Interviews folglich mit Aufgaben konfrontiert, die ihnen im normalen Schulalltag eher selten begegnen (vgl. ebd., S.857).
- *Unvertrautheit der Anforderungen*: Die Kinder erleben vermutlich noch selten, dass längere Texte im Mathematikunterricht vor der Lösung nacherzählt werden sollen.
- *(Nach-)Erzählen als Herausforderung*: Im Rahmen von Kapitel 3.3 wurde auf die Studie von Boueke et al. (1995) verwiesen, in welcher sich zeigte, dass die Entwicklung der Erzählkompetenz von Kindern sich über die gesamte Grundschulzeit erstreckt und sich vorrangig Kinder des vierten Schuljahres auf der obersten Kompetenzstufe befinden. Die in dieser Studie teilnehmenden Kinder befanden sich gerade erst am Beginn des vierten Schuljahres, sie befanden sich folglich nicht in jedem Fall auf dem gleichen Entwicklungsstand wie die ältesten Kinder der Studie von Boueke et al. (1995). Auf der Basis der Ergebnisse der Untersuchung von Boueke et al. (1995) lässt sich annehmen, dass die Kinder der hier beschriebenen Studie die oberste Stufe der Erzählkompetenz noch nicht erreicht haben, sich möglicherweise noch auf Stufe II oder III befinden. Mitunter stellt die Aufgabe, den Text nachzuerzählen, für einige Kinder daher eine zu hohe kognitive Anforderung dar, so dass sich dies auf die Ergebnisse auswirken kann. Als Beispiel lässt sich das Kind 101 anführen. Seine Nacher-

zählung ist insgesamt sehr kurz, ferner betonte es während des Interviews wiederholt, dass es keine Nacherzählung anfertigen könne (vgl. Transkript zu Kind 101).

- *die Situation des Kindes*: Emotionale und motivationale Einstellungen eines Kindes können ebenfalls die Ergebnisse beeinflussen. Diese Variable ist allerdings kaum kontrollierbar, da Emotionen und Motivationen von Tag zu Tag wechseln können.
- *Störfaktoren durch die Umgebung oder die Zeit*: Da die Interviews in den teilnehmenden Schulen und nicht bspw. in einem Raum der Universität durchgeführt wurden, konnten zum Beispiel Baustellen- oder Straßenlärm nicht kontrolliert werden. So könnten zum Beispiel einige Interviews durch hohe Lautstärke im Hintergrund „gestört" werden. Ebenso war es nicht möglich, jeweils zur gleichen Uhrzeit die Interviews durchzuführen. So konnten ggf. Absprachen zwischen den Kindern erfolgen (auch wenn durch eine entsprechende Zeitplanung die Möglichkeit verhindert werden sollte). Diese Faktoren könnten ggf. Einfluss auf die Ergebnisse haben.
- *Abweichungen vom standardisierten Interviewablauf*: Aufgrund der Vielfalt an Antwortmöglichkeiten der Kinder konnte der Interviewleitfaden nicht immer exakt eingehalten werden.
- *Intelligenz oder Wortschatz*: Wie Gold (2010/2007, S.96) zu entnehmen ist, haben neben Strategien auch Faktoren wie Intelligenz oder der Umfang des Wortschatzes Einfluss auf das Leseverstehen. Diese wurden in dieser Studie nicht kontrolliert. Bei einer möglichen Wiederholung könnten sie berücksichtigt werden.

Bisher wurde der Fokus auf die Wirkung der Strategien gerichtet. Zugleich können diese Strategien als Messinstrument für das Verständnis eines Textes dienen. Wie in Kapitel 3.4 dargestellt, verwendeten einige Forscher Nacherzählen bzw. das Abrufen von Textinformationen in der Tat, um das Situationsmodell der Probanden zu erfassen. Im Rahmen der Studie wurden die Strategien auch als solche Messinstrumente genutzt.

Um die Nacherzählungen und die Markierungen als Maß für das Textverständnis verwenden zu können, wurde die oben dargestellte Bewertung (s. Kapitel 7.5) angewendet. Anhand dieser Bewertung lässt sich ablesen, wie die Kinder die Texte verstanden haben. Es bot sich im Rahmen der Studie ferner an zu prüfen, ob ein Zusammenhang zwischen Textverständnis und der Lösung besteht[307]. Wie oben bereits erläutert, steht allerdings die verständnisfördernde Wirkung der Strategien im Vordergrund.

Neben der Prüfung, ob ein Zusammenhang zwischen der Variablen „Strategie“ einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits besteht, ist eine weitere Frage interessant. Wie oben bereits dargestellt, lassen sich die Nacherzählungen und Unterstreichungen auch als Messinstrument des mentalen Modells nutzen. Zugleich lassen sich die Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ sowie „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ oder „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ als Repräsentanten des mathematischen Modells verstehen. Interessant war in diesem Sinne, ob zwischen folgenden Kombinationen von Variablen signifikante Zusammenhänge bestehen: 1) „Qualität des Situationsmodells“ und „Lösung der Rechengeschichte“, 2) „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, 3) „Qualität der Textverarbeitung“ und „Lösung der Rechengeschichte“, 4) „Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, 5) „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Lösung der Rechengeschichte“, 6) „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“. Zusammenhänge zwischen diesen Variablen ermöglichen Aussagen über den Zusammenhang von Situations- und mathematischem Modell. Den Ausführungen in Kapitel 2.1 zufolge setzt der Aufbau eines angemessenen mathematischen Modells den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells voraus. Folglich müssten Zusammenhänge bestehen.

In Kapitel 8.2 zeigte sich, dass – sofern ein statistischer Test durchgeführt werden durfte – schwache bis mittelstarke Zusammenhänge bestehen. In den Fällen, in denen keine statistische Prüfung möglich war, zeigte sich zumindest eine positive Tendenz: wer einen guten Wert der Variablen „Qualität des Situationsmodells“ bzw. „Qualität der Textverarbeitung“ erhielt, fertigte auch mitunter mit einer größeren Wahrscheinlichkeit eine korrekte Lösung an als jemand, der einen unteren Wert der Variablen „Qualität des Situationsmodells“ bzw. „Qualität der Textverarbeitung“ erhielt.

[307] Gemeint ist der Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ sowie – nach Strategien getrennt – der Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Textverarbeitung“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“.

Dieses Ergebnis war durchaus ein zu erwartender Ausgang der statistischen Prüfung, da Verstehen des Aufgabentextes und Lösungserfolg zusammenhängen (vgl. Kapitel 2.1[308]). Überraschend ist allerdings, dass der Zusammenhang lediglich mittelstark ist. Folgende Ursachen sind denkbar:

- *Konzeption des Interviewablaufs*: In beiden Strategiegruppen wurde zunächst (nach zweimaligem Lesen des Textes) die Strategie angewendet. Die Kinder der Gruppe „Nacherzählen“ hatten während der Nacherzählung den Text nicht vorliegen. Sie erhielten den Text allerdings zur Lösung der Aufgaben zurück, da nicht verlangt wurde, dass sie die im Text vorkommenden Zahlen im Gedächtnis behielten. Die Kinder der Gruppe „Nacherzählen“ hatten auf diese Weise die Möglichkeit, bei Bedarf fehlende oder missverstandene Informationen nachzulesen. Dies kann dazu führen, dass die Nacherzählung eines Kindes weniger gut war, die Lösung hingegen relativ gut.
  Ähnliches gilt für die Gruppe „Unterstreichen“. Ein Kind unterstreicht zum Beispiel nur die in Ziffern gegebenen Zahlen. In der Begründung der Lösungsrelevanz zeigt sich dann, dass es auch die in Wortform gegebenen Zahlen wahrgenommen hat und diese in die Lösung einbringen wird. Auch haben die Kinder der Gruppe „Unterstreichen“ noch einmal nach der Phase der Strategieanwendung die Möglichkeit, im Text nachzulesen. Daher kann in beiden Gruppen der Fall eintreten, dass Kinder in der Strategiephase eine weniger gute Leistung, in der Lösungsphase hingegen eine bessere Leistung zeigen. Um die Erklärung zu bestätigen, müssten die Videoaufnahmen dahingehend analysiert werden.
- *Bewertung der Daten*: Die für den Vergleich der Strategiegruppen notwendige Bewertung kann sich für die Betrachtung des Zusammenhangs zwischen den oben genannten Variablen als problematisch erweisen. Vor allem im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext können Abweichungen auftreten. Zum Beispiel könnten die Kinder die Heizperioden der beiden Figuren nennen, diese aber in der Lösung nicht verwenden, da sie die Informationen missverstehen. Sie verstehen darunter möglicherweise einen Jahres- und keinen monatlichen Verbrauch. Diese Kinder erreichen aufgrund des Bewertungsschemas in den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“

[308] Arbeiten, die dies belegen: s. Kapitel 2.1

und „Qualität des Situationsmodells" einen besseren Wert als in der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte".

- *Implizit im Text enthaltene Informationen*: Die Information, dass die Kosten für Schokolade und Gummibärchen addiert werden müssen, ist in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext nur implizit enthalten. Sie wurde daher von den Kindern nicht explizit nacherzählt oder markiert. In der Rechengeschichte mit unvertrauten Kontext befindet sich die Information, dass eine Gesamtmenge an Grün-Öl berechnet werden muss, ebenfalls implizit im Text, explizit in der Frage am Ende der Geschichte. Da die Kinder die Frage möglicherweise nicht als Teil der Geschichte betrachten, ist es möglich, dass sie die Information nicht nacherzählen oder markieren, sie aber dennoch in der Lösung der Rechengeschichte verwenden. So kann eine Diskrepanz zwischen der Qualität des Situationsmodells bzw. Qualität der Textverarbeitung und Qualität der Lösung der Rechengeschichte im Einzelfall entstehen.
- *Fehler im Übergang vom Situations- zum mathematischen Modell*: Auch wenn angenommen werden kann, dass ein gutes, angemessenes Situationsmodell zu einem passenden mathematischen Modell führen sollte, können eventuell Fehler auftreten. Möglicherweise hat ein Kind den Text angemessen repräsentiert und erzählt in entsprechend nach, lässt sich aber beim wiederholten Lesen im Text irritieren und löst die Rechengeschichte fehlerhaft. Auch der umgekehrte Fall ist möglich: Ein Kind hat zunächst kein angemessenes Situationsmodell aufbauen können, nutzt in der Lösungsphase die Gelegenheit, die Rechengeschichte erneut zu lesen und bemerkt währenddessen Fehler im Verständnis, die es korrigiert und somit ein angemessenes mathematisches Modell aufbaut. Dies könnten die in Kapitel 8.7 beschriebenen qualitativen Beobachtungen stützen.

2. Bedeutung des Kontextes der Rechengeschichten

Es wurden bewusst zwei verschiedene Kontexte für die Rechengeschichten ausgewählt. Eine Rechengeschichte sollte einen möglichst vertrauten Kontext haben, der Kontext der anderen sollte möglichst unvertraut sein. Durch die Wahl der Einkaufssituation und der Heizmittel-Bestellung auf einem fremden Planeten sollte dies gewährleistet sein. Dass beide Rechengeschichten vor der Hauptstudie mehrfach modifiziert wurden, wurde bereits oben in Kapitel 6 berichtet. Die Verfremdung der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext war zu stark, so dass bereits während der Vorstudie Modifikationen erforderlich waren.

Letztlich weisen die Ergebnisse der Hauptstudie darauf hin, dass die Verfremdung weiterhin zu stark war, denn lediglich sechs Kinder waren in der Lage, die Rechengeschichte korrekt zu lösen. Die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext wurde hingegen von 28 Kindern korrekt gelöst.[309]

Dass die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext seltener korrekt gelöst werden würde als die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext, war vorherzusehen, da sich bereits in der Vorstudie zeigte, dass die Vorgänger-Versionen der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext häufiger korrekt, die Vorgänger-Versionen der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext hingegen selten richtig gelöst wurden. In Kapitel 1.2 wurde angeführt, dass sich das Verständnis von Fiktionalität erst mit zunehmendem Alter entwickelt (vgl. Spinner 1993). Dies könnte ebenfalls das Ergebnis erklären.

Der χ^2-Test zur Prüfung des Zusammenhangs zwischen der Variablen „Kontext der Rechengeschichte" einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" bestätigte einen signifikanten, wenn auch schwachen Zusammenhang. Gleiches trifft auf den Zusammenhang zwischen den Variablen „Kontext der Rechengeschichte" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" zu. Diese Zusammenhänge belegen, dass die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext für die Kinder deutlich schwieriger zu bearbeiten ist, die Bearbeitung der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext dagegen leichter fällt.

Bei der Analyse der Bedeutung des Kontextes für Lösung, Nacherzählung und Unterstreichen relevanter Informationen zeigten sich einzelne überraschende Effekte. So wurde die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext seltener korrekt gelöst wurde, als man erwarten würde. Nur knapp 50% der Kinder (28 von 60) lösten diese Rechengeschichte korrekt. Für dieses Ergebnis könnte die Ungewohntheit der verwendeten Rechengeschichten verantwortlich sind (vgl. auch Velten 2010, S.877). Dazu gehören die folgenden Aspekte:

- *Textumfang*: Die Rechengeschichten sind umfangreicher als die schulbuchtypischen Textaufgaben. Sie enthalten eine komplexe mathematische Struktur

[309] Hier wurden die Lösungen von 120 Kindern gezählt.

[($a_1 \bullet b_1 + a_2 \bullet b_2$) : 2]. Diese Eigenschaften der Rechengeschichten könnten zu Schwierigkeiten führen.

So stellten zum Beispiel Kintsch & Greeno (1985) heraus, dass auch die Länge der Aufgabe die Lösungswahrscheinlichkeit verringern kann (vgl. ebd., S.122). Die Fehleranfälligkeit erhöht sich Kintsch & Greeno (1985, S.127) zufolge aufgrund der vermehrten kognitiven Belastung zur Verarbeitung des längeren Textes. Ferner stellen sie folgende Problemquelle heraus:

> „The formal cues in a story that trigger many macro-operators must be suppressed in comprehending arithmetic word problems. Concerns about the motives of characters, narrative categories, and the like, interfere with the proper understandig of these problems.“ (ebd., S.127)

Diese Überlegung trifft möglicherweise in dieser Studie zu. Durch den angereicherten Situationskontext könnten die Kinder – vor allem diejenigen, welche die Rechengeschichten nacherzählen sollten, – zu einer zu starken Fixierung auf diesen Kontext verführt worden sein, dass sie die Mathematik, die dem Text zugrunde liegt, vernachlässigten.

Schaut man in Schulbücher für den Mathematikunterricht, so lassen sich dort vorrangig kurze Textaufgaben finden. Derartig umfangreiche Textaufgaben wie die Rechengeschichten der Studie finden sich dagegen allenfalls selten. Für die Kinder sind diese Rechengeschichten folglich unvertraute Aufgaben, was wiederum ebenfalls Einfluss auf die Erfolgsquote nehmen kann. Im Hinblick auf die Aussagekraft war die Wahl der längeren Textaufgaben mitunter nicht gut. Dass allerdings längere Textaufgaben nicht zwingend häufiger fehlerhaft bearbeitet werden als kurze Textaufgaben haben auch einige Studierende des Lehramtes der Universität Duisburg-Essen im Rahmen ihrer (unveröffentlichten) Examensarbeiten beobachten können (vgl. Hufer & Jarisch (2011)[310], Westhuis (2015)[311], Steinhauer (2011)[312], Crom-Usinger (2012)[313],

[310] Hufer, E. & Jarisch, V. (2011). *Kurz- vs. Langversionen von Textaufgaben. Eine empirische Untersuchung in Klasse 8*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

[311] Westhuis, M. (2015). *Situationelle Umformulierung von Textaufgaben – eine empirische Studie*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

[312] Steinhauer, L. (2011). *Zum Einfluss von Textmerkmalen auf die Lösungshäufigkeit bei Textaufgaben: Eine empirische Untersuchung in achten Klassen*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

[313] Crom-Usinger, L. (2012). *Kurze versus lange Textaufgaben. Eine Untersuchung in der 4. Klasse*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

und Börmann (2008)[314]). In einigen Fällen wurden Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I, in einigen Fällen Kinder der Grundschule untersucht. Sowohl in der weiterführenden Schule als auch in der Grundschule konnten die Studierenden beobachten, dass zwischen der Zahl an korrekten Lösungen der Kurzfassung einer Textaufgabe und der Zahl an korrekten Lösungen der Langfassung der Textaufgabe in den meisten Fällen kein signifikanter Unterschied besteht.

- *Präsenz irrelevanter Zahlen im Text*: Das Vorkommen von Zahlen, welche zur Lösung der Rechengeschichte nicht verwendet werden müssen, kann zu Irritationen führen. In einigen Lösungen der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext ließ sich beobachten, dass die Kinder die Zahl 27 verarbeiten, obwohl diese nicht zur Lösung der Aufgabe beiträgt. In der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext sind die nicht lösungsrelevanten Zahlen nicht in Ziffern gegeben. Dass diese Zahlen in der Lösung aufgegriffen wurden, ließ sich daher in den Lösungen zur Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ nicht beobachten.
- *Problematische Formulierung in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext*: In der Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ endet die Figur Tom mit dem Satz: „Deswegen habe ich doch Schokolade gekauft.“ Vorab wurde im Text darauf verwiesen, dass die Figur Katja gern Schokolade isst. Auch wenn der letzte Satz in der endgültigen Fassung weniger stark impliziert[315], dass die Schokolade speziell für die Figur Katja gekauft wurde, könnten die Formulierungen innerhalb der Rechengeschichte weiterhin die Überlegungen begünstigen, dass die Figur Katja die Schokolade bezahlen müsse. Dass einige Kinder tatsächlich zum Ergebnis von 2,40€ kommen, wurde in der Darstellung von qualitativen Beobachtungen deutlich. Dies wird unten spezifiziert.

Verwunderlich sind ferner die Tendenzen, die sich hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen den Variablen „Kontext der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ zeigen, sowie die Beobachtung, dass zwischen den Variablen „Kontext der Rechengeschichte“ und „Qualität der Textverarbeitung“ kein

[314] Börmann, L. (2008). *Zum Einfluss von Textmerkmalen auf die Bildung von Situationsmodellen beim Lösen von Textaufgaben*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

[315] In der letzten Vorfassung der Rechengeschichte lautete der Satz „Deswegen habe ich für dich Schokolade gekauft.“

Zusammenhang besteht. Anscheinend beeinflusst der Kontext der Rechengeschichte nicht die Markierungen von Informationen, denn Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext bearbeiteten, waren im Vergleich zu den Kindern, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext bearbeiteten, bezüglich der Variablen „Qualität der Textverarbeitung" ähnlich gut.

Erklärungen für dieses Ergebnis könnten in der Bestimmung der Werte der Variablen „Qualität der Textverarbeitung" liegen. Jedes Kind erhält einen der drei Werte dieser Variablen in Abhängigkeit des Punktwertes, welcher aufgrund der Markierungen und der Antworten der Kinder bestimmt wird. Die Frage nach einer irrelevanten Zahl lässt sich im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext leichter beantworten. Somit waren die Kinder, welche die Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung" bearbeiteten, diesbezüglich im Vorteil. Dies kann dazu geführt haben, dass der Kontext sich hier nicht auswirkt.

Auch wenn kein Zusammenhang zwischen den Variablen besteht, lässt sich dennoch eine Tendenz beschreiben, welche auch für die Variablen „Qualität des Situationsmodells" und „Kontext der Rechengeschichte" gilt: Kinder, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext bearbeiteten, erreichten häufiger den oberen Wert der Variablen „Qualität des Situationsmodells" bzw. „Qualität der Textverarbeitung" als Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext bearbeiteten.

Bezüglich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" sieht dies hingegen anders aus: Die Kinder, welche die Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty" bearbeiteten, erreichten im Vergleich zu den Kindern, welche die Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung" lösten, seltener den oberen Wert der Variablen. 30 von 52 Kindern erreichten den mittleren Wert der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns", wenn sie die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext bearbeiteten, dagegen gilt dies nur für 18 von 53 Kindern, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext bearbeiteten. Beim oberen Wert dieser Variablen ist das Verhältnis dagegen 6 (von 52) zu 14 (von 53) zugunsten der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext. Bezüglich des unteren Wertes ist das Verhältnis hingegen ausgeglichener (16 (von 52) zu 21 (von 53)).

Eine Ursache liegt möglicherweise in der Bewertung der Daten. Welchen Wert der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" ein Kind erhält, wird anhand der Nacherzählung bzw. Markierung der mathematischen Informationen bestimmt. Diese erreichten Punkte stellen einen Anteil der Punkte dar, welche die Kinder für die gesamte Nacherzählung bzw. die Markierung und Beantwortung der Fragen erhalten. So kann sich folgende Situation ergeben: Ein Kind der Gruppe „Nacherzählen“ kann folglich den unteren Wert der Variablen „Qualität des Situationsmodells“ erhalten, da es zum Beispiel nur wenige Informationen der Rechengeschichte nacherzählt, zugleich aber den oberen Wert der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“, wenn die wenigen genannten Informationen zum Beispiel ausschließlich mathematische Informationen waren. Diese Argumentation lässt sich auch auf die Gruppe „Unterstreichen“ übertragen.

Weitere mögliche Erklärungen dieses Ergebnisses sind:

- *Markierungen aufgrund eines Missverständnisses der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext*: Wie in den Ergebnissen dargestellt, finden sich unter den fehlerhaften Lösungen der Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ solche, in denen lediglich die Informationen bezüglich der Schokolade verwendet werden. Die Kinder der Gruppe „Unterstreichen“ markierten folglich möglicherweise ausschließlich diese Informationen, so dass sie den unteren Wert der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ erhalten im Vergleich zu den Kindern der Gruppe „Unterstreichen“, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext bearbeiten. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass diese Kinder, welche die Rechengeschichte mit vertrautem Kontext bearbeiteten, vermutlich auch den unteren Wert der Variablen „Qualität der Textverarbeitung“ erhalten, da sie vermutlich ebenfalls die Frage nach irrelevanten Zahlen nicht korrekt beantworten.
- *Bewertung der Nacherzählung*: Die Bewertung der Nacherzählungen erfolgte zunächst so, dass die Kinder je nach Qualität keinen, einen halben oder eine vollen Punkt für jede nacherzählte Information erhielten. Zum Vergleich der Gruppen „Unterstreichen“ und „Nacherzählen“ hinsichtlich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ musste in der Gruppe „Nacherzählen“ eine veränderte Bewertung vorgenommen werden. Unabhängig von der Qualität der Nacherzählung erhielten die Kinder im Hinblick auf die die Variable „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ für die Nacherzählung der mathematischen Informationen einen Punkt. Von dieser Änderung konnten die Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext nacherzählten, mitunter stärker profitieren als die Kinder, welche die Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ nacherzählten. Da die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext für die Kinder einen größeren Schwierigkeitsgrad aufweist, sind die Nacherzählungen qualitativ weniger gut

als die Nacherzählungen, die von der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext angefertigt wurden. Das zeigte sich in den Ergebnissen bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen den Variablen „Kontext der Rechengeschichte" und „Qualität des Situationsmodells". Kinder, welche die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext nacherzählten und bei dieser Nacherzählung Schwierigkeiten hatten, hatten mitunter auch Schwierigkeiten, die mathematischen Informationen nachzuerzählen. In einzelnen Beispielen wurde darauf hingewiesen, dass die Kinder nur die Verbrauchswerte an Grün-Öl nannten, nicht aber die Spezifizierung, dass es sich um einen Verbrauch pro Monat handelt. Entsprechend erhielten die Kinder im Sinne der Bewertung der Nacherzählungen bezüglich der Variablen „Qualität des Situationsmodells" lediglich einen halben Punkt. Im Zuge der Bewertung für den Vergleich der Strategiegruppen fand dann eine Aufwertung statt, statt eines halben Punktes erhielten die Kinder nun einen ganzen Punkt. Dies kann sich auf die Ergebnisse auswirken.

Allerdings gilt, dass der Zusammenhang zwischen den Variablen „Kontext der Rechengeschichte" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" lediglich schwach ist. Daher sollte das Ergebnis bei der Kritik der Entscheidung für die Änderung des Bewertungsschemas nicht allzu sehr ins Gewicht fallen.

Getrennt bezüglich der Variablen „Kontext der Rechengeschichte" wurde geprüft, ob unter dieser Bedingung Zusammenhänge zwischen der Variable „Strategie" einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte", „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" bestehen. Dies ist nicht der Fall, wie in Kapitel 8 dargestellt. Trotz der Wirkung des Kontexts auf das Verständnis und die Lösung der Rechengeschichten, lässt sich nicht beobachten, dass eine Strategie sich als besonders hilfreich erweist, die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext erfolgreich bearbeiten zu können. Möglicherweise weist die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext einen so hohen Schwierigkeitsgrad auf, dass die Strategien keine Hilfe sein können. Wie oben erläutert, setzt zum Beispiel die Strategie Unterstreichen voraus, dass der Leser eines Textes diesen zumindest soweit verstanden haben muss, dass er relevante Informationen von irrelevanten unterscheiden kann. Dies ist mitunter bei der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext für die Kinder nicht möglich.

Wie im Fall des Ergebnisses, dass kein Zusammenhang zwischen den Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ besteht, kann ebenso in diesem Fall die Erklärung gelten, dass zwei Strategien miteinander verglichen werden, so dass sich keine der beiden zwingend als „erfolgreicher“ für das Verstehen des Textes erweisen muss.

3. Geschlecht der Kinder

Die Strategiegruppen wurden hinsichtlich des Geschlechts der Kinder unterteilt und statistische Tests auf Zusammenhang zwischen der Variablen „Strategie“ einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits wurden für die beiden Geschlechter (getrennt) durchgeführt. In allen Fällen bestand kein signifikanter Zusammenhang[316]. Dem Ergebnis zufolge profitiert keines der beiden Geschlechter von einer der beiden Strategien mehr als von der anderen.

Dass sich bezüglich des Geschlechts ein solches Ergebnis zeigt, ist vor dem Hintergrund des Ergebnisses zur zentralen Fragestellung zu erwarten gewesen. Da die Gruppen parallelisiert wurden, war der Anteil von Jungen und Mädchen in den Gruppen annähernd gleich. Auch innerhalb der Strategiegruppen waren die Anteile an Jungen und Mädchen annähernd gleich (32 Jungen, 28 Mädchen pro Strategiegruppe, insgesamt 64 Jungen und 56 Mädchen). Somit hätte, wenn ein Geschlecht zum Beispiel bei der Anwendung der Strategie „Unterstreichen“ häufiger die Rechengeschichte korrekt lösen würde, sich dieses entsprechend auf das Gesamtergebnis (Zusammenhangsprüfung zwischen den Variablen „Strategie“ einerseits und „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits) ausgewirkt.

Das Ergebnis steht nicht im Widerspruch zu den in Kapitel 4.2 genannten Motiven zur Berücksichtigung des Geschlechts. Die dort angeführten Arbeiten bzw. Studien (IGLU (Hornberg et al. 2007), PISA (Stanat & Kunter 2001), weitere: siehe Kapitel 4.2) verwiesen zwar auf Leistungsunterschiede und verschiedene Haltungen von Jungen und Mädchen in und gegenüber den Fächern Deutsch und Mathematik, aber da hier Vergleiche innerhalb eines Geschlechts erfolgten, kommen diese Unterschiede nicht zum Tragen.

[316] wobei für die Variablen „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ in der Gruppe der Jungen kein χ^2-Test durchgeführt werden konnte

Untersucht man, ob Zusammenhänge zwischen der Variablen „Geschlecht“ einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ bestehen, lässt sich den Ergebnissen von PISA und IGLU zufolge (s. Kapitel 4.2) ein positiver Ausgang erwarten. Auch Hollenstein (1996) (s. Kapitel 2.4.2) berücksichtigt das Geschlecht aus diesem Grund in seiner Untersuchung zu Schreibanlässen. Die statistischen Tests weisen aber darauf hin, dass keine Zusammenhänge zwischen den Variablen „Geschlecht“ und „Lösung der Rechengeschichte“, „Geschlecht“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ sowie „Geschlecht“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ bestehen. Auch zwischen den Variablen „Geschlecht“ und „Qualität der Textverarbeitung“ besteht kein Zusammenhang. Für die Variablen „Geschlecht“ und „Qualität des Situationsmodells“ sind die Voraussetzungen für die Durchführung eines Tests nicht gegeben, aber die absoluten Häufigkeiten in den Zellen in der Tabelle 63 lassen zumindest die Tendenz erkennen, dass kein Zusammenhang bestehen kann. Eine mögliche Erklärung für diese Abweichung von der Erwartung ist, dass – anders als in PISA und IGLU – hier Inhalte des Mathematik- und des Deutschunterrichts zusammenfließen. Daher wirken sich hier die Geschlechterunterschiede möglicherweise nicht aus.

4. Lage der Schule

Da in der Darstellung der Ergebnisse von PISA (vgl. Baumert & Schümer 2001, Baumert et al. 2001[317]) und IGLU (vgl. Bos et al. 2007) auch auf die Bedeutung des sozioökonomischen Hintergrunds auf die Schulleistung verwiesen wurde, wurde dieser zumindest ansatzweise durch die Variable „Lage der Schule“ berücksichtigt. Sicherlich ist mit der Einteilung der Schulen in „Schulen im Norden von Essen“ und „Schulen im Süden von Essen“ der sozioökonomische Hintergrund nicht exakt abgebildet. Für eine exakte Bestimmung hätten Informationen über Einkommen der Eltern etc. eingeholt werden müssen. Dies hätte Eltern eventuell dazu veranlassen können, ihre Kinder nicht an der Studie teilnehmen zu lassen. Daher wurde versucht, den sozioökonomischen Hintergrund zumindest indirekt über die Variable „Lage der Schule“ grob zu erfassen.

[317] Weitere Belege siehe Kapitel 4.2.

Innerhalb der Kinder, die Schulen im Norden von Essen besuchen, sowie innerhalb der Kinder, die Schulen im Süden von Essen besuchen, besteht (sofern statistisch geprüft werden durfte) kein Zusammenhang zwischen den Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“, „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ sowie „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“. Erklären lässt sich dies möglicherweise mit dem Ergebnis der Prüfung, ob ein Zusammenhang zwischen den Variablen „Lage der Schule“ und „Lösung der Rechengeschichte“, „Lage der Schule“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ sowie „Lage der Schule“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ besteht. Hier zeigte sich, dass lediglich zwischen den Variablen „Lage der Schule“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ ein signifikanter Zusammenhang besteht. In den anderen beiden Fällen verwies der Test hingegen auf Nichtexistenz eines signifikanten Zusammenhangs.

Der signifikante Zusammenhang zwischen den Variablen „Lage der Schule“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ ließ sich aufgrund der Ergebnisse aus IGLU (vgl. Bos et al. 2007, S.234-240) erwarten. Nimmt man die absoluten Häufigkeiten hinzu, lässt sich beobachten: bei den Kindern, welche Schulen im Süden von Essen besuchen, fertigen nur neun Kinder eine weniger gute Lösung an, 20 Kinder erhalten bereits 3 bis 5,5 Punkte für ihre Lösung und 27 Kinder fertigen eine gute Lösung an. Bei den Kindern, welche Schulen im Norden von Essen besuchen, zeigt sich hingegen keine derartige Tendenz. Hier fertigen sowohl 25 Kinder eine weniger gute als auch 25 Kinder eine gute Lösung an. Es zeigt sich, dass der Anteil der Kinder, welche eine Schule im Norden von Essen besuchen und eine weniger gute Lösung anfertigen, größer ist als der Anteil der Kinder, welche eine Schule im Süden von Essen besuchen und eine weniger gute Lösung anfertigen. Vermutlich ist diese Verteilung auch für den Ausgang des χ^2-Tests verantwortlich. Zugleich ist aber auch der Anteil an Kindern, welche eine gute Lösung anfertigen und eine Schule im Norden von Essen besuchen, relativ groß (annähernd so groß wie der Anteil an Kindern, die eine gute Lösung anfertigen und eine Schule im Süden von Essen besuchen).

Es ist zu bedenken, dass die Zuordnung zu den Werten der Variable „Lage der Schule“ nicht immer einfach ist. Bei Schulen, die in der Nähe der Stadtmitte liegen, ist die Zuweisung einer der beiden Kategorien (Nord oder Süd) teilweise schwierig[318], was vermutlich allerdings lediglich geringe Auswirkungen auf die Ergebnisse hat.

---

[318] Die Entscheidung wurde so getroffen, da es auch nach Aussage von Einzelpersonen in diesem Stadtteile soziale Brennpunkte gibt. Wie man auf der Karte sehen kann, liegen ansonsten Steele und

5. Leistungsgruppe im Mathematiktest und in VERA Lesen

Da Strategien Hilfen zur Problemlösung darstellen, ist es möglich, dass leistungsstarke Kinder keinen großen Nutzen durch die Anwendung einer Strategie haben, wohingegen Kinder, die im unteren oder mittleren Leistungsbereich sind, mitunter vom Einsatz von Strategien profitieren. Daher wurde überprüft, ob eine von drei Leistungsgruppen (im Bereich Mathematik und im Bereich Lesen) durch das mündliche Nacherzählen eine bessere Erfolgsquote in der Bearbeitung der Rechengeschichten erreicht. Während zur Ermittlung der Fähigkeiten im Bereich Lesen die Ergebnisse aus VERA herangezogen wurden[319], wurde die Leistungsfähigkeit im Bereich Mathematik durch den Mathe-Test erhoben.

Untersucht man innerhalb der drei Leistungsgruppen (im Bereich Mathematik und Lesen), ob ein Zusammenhang zwischen den Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“, „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ sowie „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ besteht, beobachtet man, dass kein Zusammenhang besteht. Dass auch in der mittleren und der unteren Leistungsgruppe kein Zusammenhang besteht, lässt sich ebenfalls mit den oben angeführten Begründungen erklären. Zum einen verwenden alle Kinder in beiden Vergleichsgruppen eine Strategie zur Bearbeitung der Rechengeschichte. Zum anderen kann sich die Wirkung von Strategien dann entfalten, wenn der Text zumindest ansatzweise verstanden wurde. Kinder, welche sich in der unteren Leistungsgruppe befinden, profitieren daher möglicherweise von keiner Strategie, da sie grundsätzlich Schwierigkeiten haben, den Text zu verstehen.

Zwar durfte für die Kinder der mittleren Leistungsgruppe im Mathematik-Test kein statistischer Test durchgeführt werden, die absoluten Häufigkeiten weisen aber darauf hin, dass kein Zusammenhang zu erwarten ist. Gerade bei den Kindern des mittleren Leistungsniveaus hätte man erwarten können, dass die Strategien zu größerem Erfolg führen. Auch hier könnte wie oben gelten, dass schließlich in beiden Gruppen Hilfsstrategien angewendet wurden. Ferner könnten die Texte für die Kinder der mittleren Leistungsgruppe bereits zu komplex sein.

Es wurde ferner untersucht, ob Zusammenhänge zwischen den Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ einerseits und „Lösung der Rechengeschichte“,

---

Steele-Horst annähernd auf derselben Höhe wie Bergerhausen (siehe https://www.google.de/maps/place/Essen/@51.4261111,7.0149884,11z/data=!4m2!3m1!1s0x47b8c2b796abf639:0x6a00e111a4ad2c9d, zuletzt eingesehen am 15.10.2014)

[319] mit Einverständnis der Eltern

„Qualität der Lösung der Rechengeschichte", „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns", „Qualität des Situationsmodells" sowie „Qualität der Textverarbeitung" andererseits bestehen. Dass lediglich der Zusammenhang zwischen den Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" signifikant ist, überrascht wenig. Sicherlich war zu erwarten, dass Kinder, welche im Mathematiktest gute Leistungen zeigen, auch tendenziell dazu neigen, gute Lösungen der Rechengeschichten anzufertigen. Das Ergebnis bestätigt daher die Qualität des Mathematiktests.

Warum existieren keine Zusammenhänge zwischen den Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest" einerseits und den oben genannten Variablen andererseits? Möglicherweise ist die Zahl an korrekten Lösungen der Rechengeschichten insgesamt zu klein, so dass sich kein Zusammenhang zwischen den Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest" und „Lösung der Rechengeschichte" zeigen kann. Es lässt sich allenfalls an den absoluten Häufigkeiten eine Tendenz beobachten: Die Zahl an korrekten Lösungen ist bei Kindern der oberen Leistungsgruppe am größten, bei Kindern der mittleren Leistungsgruppe ist die Zahl der korrekten Lösungen im Vergleich dazu kleiner, aber sie ist größer gegenüber der Zahl an korrekten Lösungen der Kinder der unteren Leistungsgruppe.

Dass zwischen den Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest" und „Qualität des Situationsmodells", „Leistungsgruppe im Mathematiktest" und „Qualität der Textverarbeitung" sowie „Leistungsgruppe im Mathematiktest" und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" kein Zusammenhang besteht, lässt sich möglicherweise mit der sprachlichen Anforderung erklären. Zwar setzen die Textaufgaben im Mathematiktest sowohl mathematisches Können als auch Lesekompetenz[320] voraus (s. Kapitel 2), aber die Bearbeitung der Textaufgaben unterscheidet sich deutlich von der Anforderung, die Rechengeschichten nachzuerzählen oder lösungsrelevante Informationen darin zu markieren und zu erläutern. Während die Textaufgaben lediglich schriftlich bearbeitet werden mussten und im Vergleich zu den Rechengeschichten weniger Text umfassten, mussten sich die Kinder im Interview mündlich zu den Texten äußern. Beim Nacherzählen dominiert zunächst die sprachliche Komponente, das Hauptaugenmerk liegt hier zunächst auf dem Textverständnis, die mathematischen Anforderungen rücken zunächst in den Hintergrund. Beim Unterstreichen lösungsre-

[320] in einem hinreichenden Maß

levanter Informationen sowie deren Begründung sind beide Anforderungen zwar vermischt. Allerdings gilt auch hier: wer die Lösungsrelevanz von Informationen nicht begründen kann, weil die sprachliche Kompetenz noch nicht hinreichend ausgebildet ist, erreicht möglicherweise in der Variablen „Qualität der Textverarbeitung" einen schlechteren Wert als jemand, der die Fragen zur Lösungsrelevanz aufgrund einer hinreichend ausgebildeten sprachlichen Kompetenz gut beantworten kann.

Bei der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen"" einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte", „Qualität der Lösung der Rechengeschichte", „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns", „Qualität des Situationsmodells" und „Qualität der Textverarbeitung" andererseits zeigte sich lediglich zwischen den Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen"" und „Qualität der Textverarbeitung" kein signifikanter Zusammenhang. Dieses Ergebnis lässt sich möglicherweise mit der Anforderung der Aufgabe erklären. Selbst wenn Kinder sämtliche lösungsrelevante Informationen finden können, ist es durchaus möglich, dass sie Schwierigkeiten mit der Erklärung der Lösungsrelevanz haben. Es ist mitunter schwierig zu begründen, weshalb eine Zahl zur Berechnung der Lösung notwendig ist. Vergleichbar schwierig kann die Erklärung sein, weshalb eine Zahl nicht lösungsrelevant ist.

Signifikante Zusammenhänge zwischen den Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen"" und „Lösung der Rechengeschichte" sowie „Leistungsgruppe in „VERA Lesen"" und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" konnten erwartet werden. Wie in Kapitel 2 beschrieben, erfordert das Lösen von Textaufgaben sowohl mathematische Fähigkeiten als auch Lesefertigkeiten. Mängel in der Lesefähigkeit führen dazu, dass kein angemessenes mentales und entsprechend kein angemessenes mathematisches Modell aufgebaut werden kann. Auch wenn Vorbehalte gegenüber den Einzelergebnissen in VERA bestehen (s. Kapitel 4), war aufgrund des dargestellten Sachverhalts zu erwarten, dass ein Kind, welches Niveaustufe 3 in VERA Lesen erreicht hat, auch die Rechengeschichte entsprechend gut lösen kann. Dass zugleich für 56 Kinder gilt, dass sie sowohl beim Mathematiktest als auch bei VERA in der gleichen Leistungsgruppe liegen, für 58 Kinder gilt, dass sie im Mathematiktest in einer Leistungsgruppe liegen, die eine Stufe unter oder eine Stufe über ihrem Kompetenzniveau in VERA liegt, unterstützt diese Überlegung.[321]

[321] Bei 6 Kindern lag der Fall vor, dass sie entweder in VERA Lesen Kompetenzniveau 3 erreichten und im Mathematiktest in der unteren Leistungsgruppe sind oder umgekehrt in VERA Lesen Niveaustufe 1 erreichten, im Mathematiktest dagegen zur oberen Leistungsgruppe gehörten. Gezählt wurden

Der signifikante Zusammenhang zwischen den Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität des Situationsmodells“ war zu erwarten. Wie in Kapitel 1.1.1 dargestellt, wird während des Lesens ein Modell des Textes aufgebaut, in welches nach dem C-I-Modell von Kintsch Propositionen nach und nach integriert werden. Die Qualität des Modells bestimmt sich durch die Lesefähigkeit. Wer folglich über gut ausgeprägte Lesefertigkeiten verfügt, versteht die Rechengeschichte besser und kann sie auch besser nacherzählen.

Der bestehende Zusammenhang zwischen den Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität des Situationsmodells“ ermöglicht auch folgende Deutungen:

- Die Ergebnisse aus VERA spiegeln (s. Bemerkung S.174) wider, wie gut jedes Kind lesen kann (in Form der Leseniveau-Stufen). Folglich lässt sich den Ergebnissen entnehmen, wie gut ein Kind Texte verstehen kann und somit – im Sinne der Leseverstehens-Modelle (s. Kapitel 1.1) – ein angemessenes mentales Modell aufbauen kann. Letzteres wiederum beeinflusst die Nacherzählung, denn wie in Kapitel 3.5 dargestellt, können bei längeren Texten nicht sämtliche Informationen nur im Kurzzeitgedächtnis gespeichert werden, sondern müssen entsprechend verarbeitet werden, um zum Abruf zur Verfügung zu stehen. Wenn nun die Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität des Situationsmodells“ – letztere als Maß für die Qualität der Nacherzählung – korrelieren, bedeutet dies, dass die Annahme, dass Nacherzählen nicht lediglich ein Abrufen von Auswendiggelerntem sein kann, sondern dass nur Informationen nacherzählt werden können, die entsprechend verarbeitet wurden (sich im mentalen Modell befinden), berechtigt ist.
- Die Korrelation zwischen den Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität des Situationsmodells“ spricht aufgrund dieser Erklärung auch für das Bewertungsschema der Nacherzählungen. Allerdings ist der Zusammenhang zwischen den Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität des Situationsmodells“ lediglich mittelstark. Man hätte vielleicht einen starken Zusammenhang erwarten können, da der Erwerb des Lesens und Nacherzählen Gegenstand des Deutschunterrichts sind und beide in Verbindung zum Textverstehen stehen. Auf der anderen Seite stellen Lesen und Nacherzählen zwei unterschiedliche Tätigkeiten dar. Während beim Lesen der Text

die 120 Kinder, deren Ergebnisse in die statistischen Tests eingingen. Darin eingeschlossen sind auch die 15 Kinder, welche für die Auswertung der verbalen Daten ausgeschlossen wurden.

vorliegt, muss er beim Nacherzählen quasi „neu-geschaffen“ werden. Die Anforderungen sind folglich anders. Wie in Kapitel 3.3.1 dargestellt, ist die Erzählkompetenz ferner nicht unbedingt bei allen Kindern zu Beginn des vierten Schuljahres voll ausgebildet, so dass möglicherweise auch daher ein lediglich mittelstarker Zusammenhang besteht.

Die Rangkorrelation zwischen den Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ ist zwar signifikant, aber lediglich schwach bis mittelstark. Als mögliche Ursachen lassen sich folgende Aspekte anführen:

- Die Variable „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ ist mit den Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Textverarbeitung“ eng verbunden, zur Bestimmung des Wertes der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ wird schließlich ein Teil-Punktwert aus dem Punktwert, der zur Bestimmung des Wertes der Variablen „Qualität des Situationsmodells“ bzw. „Qualität der Textverarbeitung“ genommen wird, gewählt. Da zwischen den Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität des Situationsmodells“ ein mittelstarker Zusammenhang, zwischen den Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität der Textverarbeitung“ hingegen kein Zusammenhang besteht, wirkt sich dies möglicherweise auf den Zusammenhang zwischen den Variablen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ aus.
- In der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ spiegelt sich wider, wie die mathematischen Informationen verstanden wurden. Möglicherweise spielt hier neben der Lesefähigkeit auch die mathematische Fähigkeit eine Rolle, weshalb der Zusammenhang lediglich schwach bis mittelstark ist, da einige Kinder mitunter bessere Leistungen in Mathematik als im Lesen zeigen.

6. Diskussion der qualitativen Beobachtungen

6.1. Abweichungen zwischen Strategieanwendung und Lösung

Wie in Kapitel 3.5 dargestellt, können die Meinungen darüber, ob Nacherzählen eine rein reproduktive oder ob es auch eine konstruktive Tätigkeit ist, divergieren. Der beobachtete Zusammenhang zwischen den Werten, welche die Kinder in den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ erhalten, kann in dieser Frage verschieden gedeutet werden. So könnte man den Zusammenhang dahingehend deuten, dass Nacherzählen rein reproduktiv ist: Die Kinder erzählen weniger mathematische Informationen nach, da sie sich lediglich an einige Informationen erinnern können, und können lediglich deswegen eine gute Lösung anfertigen, da ihnen der Text in der Lösungsphase vorliegt. Für das andere Verständnis des Nacherzählens spricht, dass in einigen Fällen dagegen mehr mathematische Informationen nacherzählt als letztlich in der Lösung verwendet werden.

Die beobachteten Abweichungen zwischen Nacherzählung bzw. Markierung und Lösung ergeben sich mitunter aufgrund der Bewertung. Durch die Entscheidung, für die Qualität der Nacherzählung jeder Information entsprechend Punkte zu geben, können in mehrdeutigen Situationen eventuell Abzüge vorgenommen werden, die dem Kind gegenüber ungerecht sind. Als Beispiel lässt sich das Kind 47 heranziehen. Wie oben beschrieben (Kapitel 8.7), sind die Aussagen des Kindes manchmal nicht eindeutig. Es sind Interpretationen möglich, ob ein Kind mit wenigen Worten vielleicht mehr sagen möchte, als die Aussage augenscheinlich erkennen lässt.

Ein weiteres Beispiel für Abweichungen in den Bewertungen von Nacherzählung und Lösung ist das Kind 54. Es erhält mehr Punkte für die Nacherzählung als für die Lösung. Grund: Das Kind erwähnte nicht, dass die im Text genannten Preise als „Preis pro Stück“ gelten, sondern vielmehr ging aus seiner Nacherzählung hervor, dass es die Preise als Gesamtpreis für Gummibärchen und Schokolade verstanden hat. Qualitativ gesehen weichen Nacherzählung und Lösung nicht voneinander ab, eine Abweichung besteht nur in der Bewertung. Zugleich ist dies ein Beispiel dafür, dass die Nacherzählung das Verständnis des Textes widerspiegelt und keine bloße Reproduktion von Auswendiggelerntem ist.

Im Zuge der Auswertung wurden einige Beispiele für eine gute Deckung zwischen Nacherzählung und Lösung bzw. Markierungen und Lösung sowie auch Beispiele für kleinere bis größere Abweichungen zwischen Nacherzählung und Lösung bzw. Markierung und Lösung angeführt. Die Beispiele für Abweichungen lassen Fragen nach Ursachen aufkommen. Mitunter könnte die Konzeption der Interviews (der Text liegt in der Lösungsphase jedem Kind vor, jedes Kind kann mathematische Informationen ggf. nachlesen) hier verantwortlich sind.

Für Abweichungen zwischen Lösung und Nacherzählung kann auch das Textverständnis verantwortlich sein. Die Information „Verbrauch pro Monat“ wurde von einigen Kindern nicht verstanden und folglich in der Lösung nicht berücksichtigt.[322] In den Nacherzählungen deutet sich dies oftmals an, da diese Information entsprechend inkorrekt (als „Gesamt-Verbrauch“, nicht als „Verbrauch pro Monat“) nacherzählt wird. Auch die unten beschriebene Fehl-Interpretation, dass die Figur Katja lediglich die Kosten der Schokolade übernehmen muss, kann zu Abweichungen in den Bewertungen von Nacherzählung und Lösung führen, da die Kinder definitiv mehr Informationen nacherzählen, als sie letztlich verwenden.

6.2. Entdecken irrelevanter Zahlen

Im Rahmen der Studie fällt in der Gruppe „Unterstreichen“ auf, dass von 27 Kindern, welche die Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ bearbeiteten und deren mündliche Daten in die statistischen Berechnungen einbezogen wurden, lediglich zehn Kinder eine Zahl, welche nicht lösungsrelevant ist, entdecken konnten. Unter den 28 Kindern, welche die Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung“ bearbeiteten und deren mündliche Daten in die statistischen Daten einbezogen wurden, fanden hingegen 18 Kinder eine Zahl, welche nicht lösungsrelevant ist. Die Erklärung liegt vermutlich in der Darstellungsform: Während in der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext eine Zahl, die nicht lösungsrelevant ist, in Ziffern notiert ist und somit folglich im Text auffällt, sind in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext alle irrelevanten Zahlen nur in Wortform gegeben. Daher konnten diese Zahlen in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext leichter übersehen werden.

Für diese Erklärung spricht, dass alle Kinder, welche in der Rechengeschichte „Die Grün-Öl-Bestellung“ eine nicht lösungsrelevante Zahl identifizieren konnten, tatsächlich die Zahl 27 nannten. Von den zehn Kindern, welche in der Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ eine nicht lösungsrelevante Zahl entdeckten, nannten neun Kinder die Zahl 2. Das zehnte Kind dagegen nennt die Zahl 1 als nicht benötigte Zahl und bezieht sich auf den Artikel im Satz „Nur ein Haus ist schon seit einiger Zeit unbewohnt.“.

Eine statistische Prüfung, ob der beschriebene Unterschied signifikant ist, wurde nicht durchgeführt, da dies kein Anliegen der Arbeit war. Subjektiv gesehen ist der Erfolg, eine nicht lösungsrelevante Zahl zu entdecken, in der Rechengeschichte mit

[322] Dieses Verständnis zeigt sich in Einzelfällen bereits in der Nacherzählung von Kindern in der Vorstudie (z.B. Kind D16).

unvertrautem Kontext größer. Diese Beobachtung bestätigt die Vermutung, dass Zahlen leichter im Text entdeckt werden, wenn sie in Ziffern gegeben sind, da hier (im weitgefassten Sinne) eine Schlüsselwortstrategie angewendet werden kann (s. Kapitel 2, vgl. z.B. Franke 2003, S.80[323]).

Auf die Schwierigkeit, in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext eine nicht lösungsrelevante Zahl zu entdecken, weisen ferner einzelne Antworten von Kindern hin, die zum Beispiel „viel“ oder „Null“ als nicht notwendige Zahl bezeichnen. In Einzelfällen wird auch der Geldbetrag 0,80€ genannt.[324] Ferner finden sich Kinder, welche eine Zahl als irrelevant bezeichnen, die sie zuvor als lösungsrelevant markiert haben (zum Beispiel Kind 83). In diesem Fall führt möglicherweise die Verlegenheit, keine weiteren als die lösungsrelevanten Zahlen im Text zu finden, zu dieser Entscheidung.

In wenigen Interviews (zum Beispiel bei Kind 105 oder Kind 83) wird deutlich, dass die Beantwortung der Frage nach einer Begründung für die Lösungsrelevanz von Informationen bzw. die Irrelevanz einer Zahl für die Lösung schwierig ist. Möglicherweise ist die Frage für die Kinder zu ungewohnt.

6.3. Rechnen in der Strategiephase

Im Rahmen der qualitativen Analyse fielen einzelne Kinder auf, welche während der Strategiephase bereits rechneten. Für die Studie ergibt sich das Problem, dass diese Kinder das Ergebnis möglicherweise beeinflussen können. Sie sind mitunter in der Lage, die Aufgabe korrekt zu lösen, ohne eine Strategie zu benötigen. Ob die Strategie als Hilfe fungieren kann, lässt sich an diesen Kindern nicht messen.

Kinder, welche die Rechengeschichte vor Anwendung der Strategie inkorrekt lösen, können das Ergebnis ebenfalls beeinflussen. Sie sind möglicherweise von der Korrektheit ihrer Lösung überzeugt, so dass die Strategie auf diese keinen Einfluss mehr nehmen kann. Ob diese Überlegungen zutreffend sind, wurde allerdings nicht überprüft.

6.4. Fehlertypen

Im Rahmen der Ergebnisse wurden auch Fehlertypen beschrieben. In den Lösungen zur Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext traten am häufigsten die Fehler

[323] Weitere Arbeiten, die eine Orientierung an Schlüsselwörtern als Fehlerursache beschreiben, wurden in Kapitel 2.2 angeführt.

[324] Im Hinblick auf die Vorstellung, dass die Figur Katja die Kosten für die Schokolade übernehmen muss, ist dieser Betrag in der Tat nicht lösungsrelevant.

„14 + 6“ und „(14 + 6):2“ (24 von 54 fehlerhaften Lösungen) auf. Dies belegt, dass besonders die Information „pro Monat“ nicht korrekt verstanden wurde bzw. dass diese Information schwierig zu verstehen ist, zumal die Zahl der Monate in Wortform und nicht in Ziffern gegeben ist. Im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext ist der häufigste Fehler „4•0,60€“ (10 von 32 Fehlern). Wie bereits in Kapitel 8 dargestellt, liegt diesem Fehler die Überlegung zugrunde, dass die Figur Katja die Kosten der Schokolade tragen soll. Aus diesem Grund lösten zwölf[325] Kinder die Rechengeschichte derart inkorrekt, dass sie lediglich die Informationen zur Schokolade in der Lösung verwendeten. Dieses Ergebnis war aufgrund der Erfahrungen in der Vorstudie und nach Änderung des Textes nicht absehbar. In der Vorstudie trat dieser Fehler lediglich selten auf. Grund für diese Interpretation des Textes kann im Aufbau der Rechengeschichte liegen: Zwar wurde die oben genannte Formulierung abgeändert, aber die Rechengeschichte enthielt weiterhin die Sätze „Er achtet darauf, dass in den Tüten möglichst viele rote Gummibärchen sind. Die mag Tom am liebsten.“ Und „‚Dann kann ich noch Schokolade kaufen‘, denkt Tom. Die mag Katja besonders gern.“ Sowie „Rote Gummibärchen mag ich nicht.“ Gerade diese Sätze könnten weiterhin das Verständnis, dass beide Figuren jeweils die Produkte bezahlen, welche ihnen schmecken, fördern.

Diese Überlegung ist naheliegend, da die Kinder, welche die Rechengeschichte entsprechend lösen (und nur die Kosten für die Schokolade berechnen), damit argumentieren, dass die Figur Katja keine Gummibärchen mag[326]. Auffallend sind dagegen zwölf Kinder, welche explizit im Interview erwähnten, dass die Figur Tom für die Figur Katja Schokolade kauft, und die Rechengeschichte zugleich entweder korrekt lösten oder zumindest auch Informationen über die Gummibärchen in der Lösung einbezogen[327]. Neben den Kindern, die explizit davon sprechen, dass die Figur Tom für die Figur Katja Schokolade gekauft hat, lösten auch andere Kinder die Rechengeschichte korrekt oder verwendeten zumindest auch Informationen bezüglich der Gummibärchen in der Lösung. Diese Kinder sind Beispiele dafür, dass die Formulierungen des Textes nicht zwingend zu der oben beschriebenen Interpretation führen. Im Ge-

[325] Man kann theoretisch ein weiteres Kind hinzuzählen, welches in seiner Lösung zwar auch die Informationen über die Gummibärchen verwendet, allerdings in seiner Erklärung explizit darauf verweist, dass die Figur Katja keine Gummibärchen mag und daher diese Kosten nicht tragen muss (vgl. Transkript zu Kind 113).
[326] Die Kinder beschreiben dieses Argument mit verschiedenen Worten.
[327] Zu diesen Kindern ließen sich noch zwei Kinder zählen, deren mündliche Daten nicht in die statistischen Berechnungen einbezogen wurden.

genteil: Bei der Mehrheit der Kinder lässt sich dieses Missverständnis nicht beobachten. Dennoch liegt die Ursache für diese Interpretation in der Formulierung der Rechengeschichte. Weitere Ursachen – z. B. weniger gut ausgebildete Lesekompetenz – wurden aber nicht geprüft.

Auch wenn das Phänomen, dass zwölf Kinder diese Interpretation vornehmen, auf die Problematik der Formulierung der Rechengeschichte hinweist, ist es im Hinblick auf die Diskussion in Kapitel 2.1 interessant: An diesen zwölf Kindern wird deutlich, dass sie ein Situationsmodell aufgebaut haben, in welchem die Figur Katja die Schokolade und die Figur Tom ausschließlich die Gummibärchen bezahlt. Dieses Modell ist im eigentlichen Sinne der Rechengeschichte inkorrekt. Der Aufbau des mathematischen Modells orientiert sich an diesem unangemessenen Situationsmodell. Er verläuft im Grunde fehlerfrei, da das mathematische Modell zum Situationsmodell passt, liefert aber dennoch ein fehlerhaftes mathematisches Modell, da das Situationsverständnis nicht korrekt ist. Diese Beobachtung könnte somit für die linguistisch-semantische Erklärungshypothese sprechen.

Die niedrige Erfolgsquote bezogen auf beide Texte (34 von 120) war nicht zu erwarten gewesen. Zwar war im Fall der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext zu erwarten, dass die Zahl an korrekten Lösungen relativ klein sein würde, so war im Fall der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext ein Lösungserfolg unter 50% nicht vorhersehbar. Vermutlich liegt die Ursache in den Texten, wie oben bereits erläutert wurde. Die relativ hohe Zahl an inkorrekten Lösungen zu beiden Rechengeschichten kann sich ferner mit der Begründung erklären lassen, dass einige Kinder mit den Rechenanforderungen überfordert sind. Vereinzelt äußerten Kinder, dass sie „das“ nicht können (Bsp.: Kind 84). Ob das Kind mit „das“ nur das Lösen von Textaufgaben, die Durchführung bestimmter Rechenoperationen oder Mathematik insgesamt meint, lässt sich den Aussagen des Kindes nicht entnehmen. Das Beispiel weist aber darauf hin, dass mitunter Kinder aufgrund von Problemen mit den Rechenoperationen die Rechengeschichten nicht korrekt lösen können. Ferner kann die Einstellung eines Kindes, nicht rechnen zu können, das Kind möglicherweise blockieren und somit Fehler verursachen oder zumindest begünstigen.

6.5. Weitere Beobachtungen

Im Rahmen der Bewertung der Interviewbeiträge fielen einzelne Besonderheiten auf. So ließ sich zum Beispiel beobachten, dass Kind 23 durch das Wort „sparen“ in der

Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext irritiert wurde. Für dieses Kind steht dieses Wort im Kontext von Geldwerten. Es suchte aufgrund dessen im Text nach Geldwerten. Dieses Beispiel sowie Fälle, in denen zunächst lediglich Zahlen in Ziffernschreibweise wahrgenommen werden, können als Hinweis auf oberflächliches Lesen gedeutet werden. Die Beobachtungen, die von anderen Forschern der Fachdidaktik angeführt wurden, lassen sich folglich auch in dieser Studie wahrnehmen.

Ferner ließ sich ein Beispiel finden, an welchem sich gut nachvollziehen lässt, dass die in Kapitel 2 beschriebene Kritik an der Strategie „Unterstreichen" (um wichtige Informationen zu markieren, muss man den Text entsprechend verstehen können) ihre Berechtigung hat. Kind 1 hatte Schwierigkeiten, den Text korrekt zu verstehen, und folglich auch Schwierigkeiten, relevante Informationen zu markieren (es markierte zwei relevante Informationen, darüber hinaus allerdings auch sieben nicht relevante Informationen).

Es lassen sich darüber hinaus auch Beispiele für die Anwendung von Schlüsselwortstrategien finden. So lässt sich unter den Kindern, welche 14 – 6 als Lösung anfertigen, auch der Fall finden, in denen das Wort „senken" zur Subtraktion führt (vgl. Transkript zu Kind 97, Z.48). Das Kind scheint folglich den Text mehr oder weniger nur oberflächlich verstanden zu haben.

Abschließende Bemerkung zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse

Aufgrund der Anlage der Studie sowie der Zusammensetzung der Stichpobe und der Versuchsgruppen sollte eine Generalisierung der Ergebnisse mit Vorsicht vorgenommen werden: Es konnte aufgrund der wechselnden Intervieworte keine Gleichheit der Raumbeschaffenheit oder der Hintergrundgeräusche geschaffen werden. Ferner wurden lediglich Kinder von Schulen in städtischer Umgebung interviewt, Kinder, welche eine Grundschule in ländlicher Umgebung besuchen, wurden nicht in die Studie einbezogen. Es handelte sich außerdem nicht um eine rein zufällige Auswahl von Kindern und Schulen. Aus organisatorischen Gründen war eine zufällige Auswahl an Schulen nicht möglich. Zumindest wurde darauf geachtet, dass sich die teilnehmenden Schulen über das Stadtgebiet verteilten und nicht sämtlich konzentriert in benachbarten Stadtteilen lagen.

Auch wurden die Vergleichsgruppen parallelisiert, wie oben erläutert wurde. In Bortz & Döring (2006, S.54) wird Untersuchungen, bei denen Randomisierung zur Verteilung der Probanden eingesetzt wird, hohe interne Validität zugesprochen. Da in der vorliegenden Studie die Gruppen durch die Versuchsleiterin parallelisiert wurden und die Zuordnung somit nicht per Zufall erfolgte, ist folglich die interne Validität eingeschränkt. Die Entscheidung, die Gruppen zu parallelisieren, wurde allerdings begründet getroffen. Die Zahl an möglichen Einflussfaktoren (siehe Kapitel 4) erschien als sehr groß, zumal die Gruppengröße für eine Verteilung per Zufall als zu klein eingeschätzt wurde[328]. Bei einer Verteilung per Zufall hätten die Kinder mitunter ungünstig verteilt sein können, so dass zum Beispiel eine Gruppe nur aus leistungsstarken Jungen, eine andere dagegen nur aus leistungsschwachen Mädchen bestehen könnte. Dies würde einen Vergleich erschweren. Außerdem konnte durch die Zuordnung durch die Versuchsleiterin vermieden werden, dass alle Kinder einer Schule den gleichen Text bearbeiten sollten. Somit wurde das Risiko von Absprachen verringert.

9.4 Gedanken zu weiteren Forschungsvorhaben

Der Ausgang dieser Studie verweist theoretisch darauf, dass mündliches Nacherzählen im Vergleich zum Markieren lösungsrelevanter Informationen keine besseren Ergebnisse bewirkt. Die Frage von De Corte & Verschaffel (1987a) ließe sich auf der Basis der Ergebnisse mit „vielleicht“ beantworten, denn die Kinder der Gruppe „Nacherzählen“ zeigten auch keine schlechteren Leistungen als die Kinder der Gruppe „Unterstreichen“. Um die Frage möglicherweise eindeutig positiv oder negativ zu beantworten, wären folgende Änderungen für weitere Forschungsarbeiten denkbar:

- Der Vergleich der Ergebnisse zweier Gruppen, welche beide Hilfsstrategien anwenden, hat den Nachteil, dass die Wirkung des Nacherzählens mitunter verborgen bleibt. Die Einbeziehung einer Kontrollgruppe, die (als zeitlichen Ausgleich für die Strategieanwendung) den Text zweimal lesen könnte, wäre ggf. hilfreich. Diese Kontrollgruppe würde keine spezielle Lesestratgie anwenden. In der anderen Gruppe würden die Kinder die Rechengeschichte wie in dieser Studie nacherzählen. Möglicherweise würde sich bei dieser Konzeption eine „größere“ Wirkung des mündlichen Nacherzählens zeigen. Dies wäre für eine Folgestudie zu bedenken.
- In der hier dargestellten Studie wurde vorausgesetzt, dass den Kindern das Nacherzählen vertraut sei. Lediglich in wenigen Fällen fragten Kinder nach, was konkret mit „nacherzählen“ gemeint sei. Dennoch wäre es eine Option,

[328] Laut Bortz & Döring (2006, S.524) würde allerdings bereits eine Gruppengröße von 20 Teilnehmern als ausreichend groß bezeichnet werden.

vor den eigentlichen Interviews eine kurze Phase des Einübens von Nacherzählen einzuschieben. Die Kinder könnten auf diese Weise Nacherzählen als Strategie kennen und anwenden lernen.

- Der hohe Schwierigkeitsgrad der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext ist vermutlich Ursache für die relativ niedrige Erfolgsquote. Sollte die Studie wiederholt werden, wäre es daher sinnvoll, einen Text mit einem etwas niedrigeren Schwierigkeitsgrad zu wählen. Dass der Text einen unvertrauten Kontext aufweist, sollte allerdings beibehalten werden.
- Wie sich zum Beispiel an der Lösung von Kind 32 ($4 \bullet 14+6=56$) beobachten lässt, ist die Wahl der Zahlen in den Rechengeschichten mitunter ungünstig. So ist die Zahl 2 einerseits eine Zahl im Text, andererseits zugleich die Hälfte der Zahl 4. Ferner ist die Zahl 1 die Hälfte der Zahl 2. So lässt sich an der oben genannten Lösung nicht eindeutig ablesen, ob das Kind die Zahl 6 bewusst mit der Zahl 1 (im Kopf) multipliziert, weil diese Zahl die Hälfte der Zahl 2 ist, oder ob es die Zahl 6 mit der Zahl 1 multipliziert, weil es davon ausgeht, dass die Figur Timo im gesamten Jahr sechs Liter Grün-Öl verbraucht. Es wäre daher bei einer möglichen Verwendung der Texte in einer anderen Studie zu überlegen, die Zahlen auszutauschen.
- Im Rahmen der Studie wurde mithilfe eines kurzen Tests ein Eindruck über die mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten der Kinder gewonnen. Es handelt sich dabei allerdings nicht um einen „geeichten" Test, besitzt daher nicht die gleiche Qualität wie Aufgaben, die zum Beispiel in den Vergleichsarbeiten eingesetzt werden. Um einen einfachen Einblick in die Fähigkeiten, Textaufgaben zu lösen, zu erhalten, wurde der Test als hinreichend bewertet. Der Rückgriff auf einen geeichten Test, der ebenfalls die Fähigkeiten im Umgang mit Textaufgaben widerspiegelt, stellt aber eine „sicherere" Variante dar, die Leistungsgruppen können ggf. zuverlässiger gebildet werden, da man ein erprobtes Instrument verwendet.

Die Fragestellung bezieht sich auf die Wirkung des mündlichen Nacherzählens auf das Lösen und Verstehen von Rechengeschichten (längeren Textaufgaben). Im Rahmen von Kapitel 3.5 sowie in den Verweisen auf die Gedanken dieses Kapitels in der Diskussion wurde genannt, dass das Nacherzählen einerseits Verstehen voraussetzt, andererseits aber auch das Verstehen positiv beeinflussen kann. Besonders die Ergebnisse der Arbeiten von Chi (Chi 2000; deLeeuw & Chi 2003) geben Hinweise darauf, dass diese Wirkung bestehen kann. Im Rahmen der hier vorliegenden Studie wurde die Auswirkung des mündlichen Nacherzählens zwar auf das Verstehen des Textes (Lösung der Aufgabe, Qualität der Nacherzählung), aber nicht direkt auf das mentale Modell überprüft. Es wurde nicht gemessen, welches mentale Modell ein Kind unmittelbar nach dem Lesen aufgebaut hat und wie dieses Modell nach der Phase des Nacherzählens aussieht, ob Veränderungen vorkommen. Dies könnte im Rahmen anderer Forschungsarbeiten geschehen.

Weitere Konsequenzen:

- Im Rahmen der Hauptstudie wurden nur Schulen auf städtischem Gebiet einbezogen, während in der Vorstudie auch Kinder einer Schule in eher ländlicher Umgebung teilnahmen. Denkbar wäre, auch einen Vergleich zwischen Kindern aus Großstädten und Kindern aus eher ländlicher Umgebung vorzunehmen.
- In der Studie wurden gezielt Rechengeschichten verwendet, da sie eine interessante Vorlage zum Nacherzählen bieten als kurze Textaufgaben. Die Frage von De Corte & Verschaffel (1987a) bezieht sich allerdings auf das Verständnis von Textaufgaben. Möglicherweise würden die Ergebnisse beim Einsatz von herkömmlichen Textaufgaben anders ausfallen. Eine Untersuchung mit solchen Aufgaben wäre denkbar.
- Dass in einzelnen Fällen Abweichungen in der Auswertung der Nacherzählungen auftreten, ist nicht absolut vermeidbar. Möglicherweise wäre aber eine Optimierung der Kriterien möglich, so dass die Zahl an Abweichungen reduziert werden kann und das Schema objektiver wird.
- Geprüft werden könnte ferner, ob sich die Bearbeitungszeit der Rechengeschichte auswirkt. Die Zeitspanne, in welcher sich die Kinder der unterschiedlichen Strategiegruppen mit dem Text auseinandersetzen, ist in der Gruppe „Unterstreichen" mitunter größer als in der Gruppe „Nacherzählen". Ob sich daraus eine Wirkung ergibt, könnte geprüft werden.
- Im Rahmen der Darstellung des theoretischen Hintergrundes (Kapitel 2.2) wurden verschiedene Arten von Fehlern, welche bei der Bearbeitung von Textaufgaben auftreten können, angeführt. Die Ursachen für das Begehen dieser Fehler sind durchaus verschieden. Ob mündliches Nacherzählen bewirken kann, dass ein typischer Fehler möglicherweise seltener begangen wird, wurde nicht untersucht. Dazu wäre erforderlich, die Lösungen der Kinder hinsichtlich der Fehlertypen in Kategorien einzuteilen. Das Design der Studie müsste entspre-

chend angepasst werden, zum Beispiel würde sich eine Kontrollgruppe anbieten, welche ohne Anwendung einer Strategie die Aufgaben lösen muss, als sinnvoll erweisen. Die Gruppen könnten anschließend hinsichtlich der Fehlertypen verglichen werden.

- Auch ein anderer Aspekt wurde im Rahmen dieser Studie nicht verfolgt. Wie oben skizziert, stellt sich die korrigierende Wirkung des Selbsterklärens in den Arbeiten von Chi (Chi 2000, deLeeuw & Chi 2003) während des Prozesses des Selbsterklärens ein. Während man sich einen Sachverhalt selbst erklärt, verbessert sich das mentale Modell. Ähnlich gilt für die Überlegungen von Kleist, dass während des Sprechens Veränderungen in den Gedanken erfolgen. Ob dies für das mündliche Nacherzählen gilt, wurde im Rahmen der hier beschriebenen Studie nicht überprüft. Es wäre vermutlich erforderlich, das mentale Modell vor und nach der Nacherzählung zu erfassen. Zwar lassen sich Veränderungen möglicherweise auch in der Nacherzählung finden (in Einzelfällen mag es vorkommen, dass Kinder ihre eigene Nacherzählung korrigieren), dies wurde aber nicht näher analysiert. Für die hier vorliegende Studie erschien es als hinreichend, die Wirkung des mündlichen Nacherzählens lediglich anhand der Lösung der Rechengeschichte, der Qualität der Lösung der Rechengeschichte sowie der Qualität der Nacherzählung zu prüfen.

9.5 Was ergibt sich für die Praxis?

Zwar befasst sich die Studie mit der Frage nach der Wirksamkeit von Strategien zur Lösung von Textaufgaben, dennoch ist es schwierig, Aussagen für die Schulpraxis zu formulieren. Dass die Ergebnisse die Überlegung, mündliches Nacherzählen als Strategie zum Verstehen von Texten einzusetzen, nicht bestätigen, ist allerdings nicht der ausschlaggebende Grund. Im Rahmen der Studie haben schließlich mündliches Nacherzählen und Markieren lösungsrelevanter Informationen in vergleichbarer Weise auf die Lösung und das Textverstehen eingewirkt. Da – wie oben dargestellt – sowohl Nacherzählen als auch Markieren lösungsrelevanter Informationen als Strategien in den Fachdidaktiken aufgeführt werden, ist es positiv zu sehen, dass beide Strategien vergleichbar sind.

Dass die Studie keine konkreten Anregungen für die Schulpraxis geben kann, liegt vielmehr im Bereich der Methodik: Die Kinder wurden schließlich einzeln interviewt, sie befanden sich nicht in der Klassensituation; sie bekamen während des gesamten Interviews die Aufmerksamkeit einer erwachsenen Person (der Interviewleiterin), im

Unterricht ist dies in der Form nicht möglich; im Interview konnte das Kind den Text laut nacherzählen, im Unterricht kann dies nur in bestimmten Situationen geschehen; die verwendeten Texte unterscheiden sich von klassischen Textaufgaben in der Länge deutlich.

Aufgrund der vom Unterricht abweichenden Interviewsituation ist ein Bezug zur Praxis bzw. sind Aussagen über Konsequenzen für die Praxis schwierig. Es wäre theoretisch denkbar, die Situation zu adaptieren, wie es in den Büchern zur Mathematikdidaktik (siehe Kapitel 2.4.1) vorgeschlagen wird (die Kinder können sich gegenseitig den Text nacherzählen, möglich wäre auch, dass ein Kind der Lehrperson den Text nacherzählt). Ferner wäre denkbar, längere Textaufgaben (Rechengeschichten) in den Unterricht zu integrieren, die tatsächlich nacherzählt werden können.

Ferner lässt sich die Beobachtung, dass Kinder mitunter dazu neigen, durch eine oder maximal zwei Rechenoperationen die Rechengeschichte zu lösen zu versuchen, möglicherweise durch die typischen Textaufgaben in Schulbüchern erklären. Diesen liegt oft eine einfache mathematische Struktur zugrunde. Textaufgaben mit komplexeren mathematischen Strukturen lassen sich zwar auch finden, sind allerdings im Vergleich zu den einfachen Textaufgaben in der Unterzahl. Im Vergleich zu den hier verwendeten Rechengeschichten sind die Textaufgaben in Schulbüchern üblicherweise kürzer. Diese Besonderheiten können mitunter das Ergebnis der Studie beeinflusst haben, da die Kinder derartige Textaufgaben, wie sie in der Studie geboten wurden, aus dem Unterricht nicht gewohnt sind. Es wäre zu überlegen, ob Rechengeschichten nicht auch im Unterricht eingesetzt werden sollten. Diese Überlegung wird nicht durch Ergebnisse gestützt.

Resümee

Was lässt sich am Ende festhalten? Hat mündliches Nacherzählen keine hilfreiche Wirkung auf den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells und den Bearbeitungserfolg von Textaufgaben, speziell hier von Rechengeschichten?

Wie in der Darstellung und der Diskussion der Studie und der Ergebnisse deutlich geworden ist, lässt sich die Frage nicht einfach mit Ja oder mit Nein beantworten. Neben möglichen Fehlern in der Methodik, die in der Diskussion erörtert wurden, können verschiedene Faktoren für den Ausgang der Studie verantwortlich sein (s. o.; vgl. auch Velten 2011, S.857): Die Unvertrautheit der Situation – Nacherzählen im Mathematikunterricht; die Unvertrautheit der Texte – umfangreiche Rechengeschichten mit komplexer mathematischer Struktur, die nicht zum regelmäßigen Inhalt des Mathematikunterrichts gehören; die Interviewsituation – vor laufender Kamera mit einer fremden erwachsenen Person reden. All dies kann zusätzlich das Ergebnis beeinflussen.

Dennoch lässt sich festhalten, dass in allen Teilgruppen – in der Gruppe der Mädchen und der Jungen, in der Gruppe der leistungsschwächeren, der mittelmäßigen und der leistungsstärkeren Kinder – keine Zusammenhänge zwischen der Variablen „Strategie“ und den entsprechenden Variablen „Lösung der Rechengeschichte“; „Qualität der Lösung und der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ bestanden. Mündliches Nacherzählen erweist sich folglich im Vergleich zum Markieren lösungsrelevanter Informationen als ebenfalls geeignete Strategie, denn das Unterstreichen wichtiger Aussagen ist – wie in Kapitel 2.4 dargestellt – eine erprobte Strategie.

Als interessant erweisen sich die Lösungen zur Rechengeschichte mit vertrautem Kontext, in denen lediglich die Kosten für die Schokolade berücksichtigt wurden. Wie oben beschrieben, bauten diese Kinder vermutlich ein entsprechendes Situationsmodell auf, wodurch sie ein im Sinne der Rechengeschichte fehlerhaftes mathematisches Modell bildeten. Der Fehler lag vermutlich aber nicht in der Übertragung vom Situations- zum mathematischen Modell, sondern im Aufbau des Situationsmodells. Dies wiederum würde dafür sprechen, dass zunächst das Situationsverständnis entscheidend ist. Ebenso kann für diese These sprechen, dass in einigen Fällen eine gute Deckung zwischen der Nacherzählung der Rechengeschichte und der Lösung besteht (s. Kapitel 8.7).

Dass nun die Erfolgsquote in der Lösung der Rechengeschichten relativ gering war, basiert vermutlich auf der Wahl der Texte, die aufgrund ihrer Komplexität eine Herausforderung für die Kinder darstellen (dies geilt besonders für die Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext). Ferner bestand für die Kinder weiterhin die Rahmung des Mathematikunterrichts (die Kinder wurden durch den Mathematiktest und die Einleitung der Interviews auf den Kontext „Mathematikunterricht“ aufmerksam gemacht), welcher möglicherweise das Lösungsverhalten beeinflusst.

Insgesamt stellte die Interviewsituation für die Kinder eine Herausforderung dar (s. o.; vgl. Velten 2011, S.857f.). Vor diesem Hintergrund ist zu honorieren, dass in der Hauptstudie acht Kinder ein gutes, angemessenes und 27 Kinder immerhin ein mittelmäßiges Situationsmodell des Textes aufbauten. Lediglich 15 Kinder erzählten die Rechengeschichten weniger gut nach.

Zusammenfassung

Im Bereich der Forschung zum Verstehen und Lösen von Textaufgaben existieren verschiedene Auffassungen darüber, wo die Ursache für Schwierigkeiten und Fehler im Lösen von Textaufgaben liegt. Als Quellen werden in der einen Richtung verstärkt Mängel im mathematischen Wissen erachtet, in der anderen Richtung stehen hingegen das Text- und Situationsverständnis als Faktor für Schwierigkeiten im Vordergrund (vgl. Kapitel 2). Für letztere Richtung ist entscheidend, dass im Sinne der Textverstehensmodelle (vgl. Kapitel 1.1) zunächst ein angemessenes Situationsmodell des Aufgabentextes aufgebaut wird, welches die Basis für den weiteren Lösungsprozess bildet.

Im Rahmen dieser Studie stand die Frage nach einer speziellen Form, den Aufbau eines angemessenen Situationsmodells zu unterstützen, im Fokus: das mündliche Nacherzählen. Als zentrale Fragestellung wurde untersucht (Kapitel 4.1):

> *Wirkt sich das mündliche Nacherzählen von Rechengeschichten positiv auf das Situationsmodell sowie auf den Lösungserfolg im Vergleich zum Markieren lösungsrelevanter Informationen aus?*

Die Untersuchung[329] dieser Fragestellung erfolgte über den Vergleich einer Gruppe von Kindern, welche eine von zwei Rechengeschichten nacherzählten und anschließend lösten, mit einer Gruppe von Kindern, welche zunächst lösungsrelevante Informationen markierten und danach die Rechengeschichte lösten. Durch die Berücksichtigung der Variablen „Geschlecht“, „Lage der Schule“, „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ (bei der Einteilung der Kinder zu den Vergleichsgruppen) und „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ war ferner möglich, die zentrale Fragestellung für einzelne Teilgruppen bzw. hinsichtlich des Kontextes der Rechengeschichte (vertrauter oder unvertrauter Kontext) zu untersuchen (vgl. Kapitel 4.2 und 4.3).

Im Rahmen der Studie wurden 120 Kinder zu Beginn des vierten Schuljahres sowohl gebeten, einen Mathematiktest (bestehend aus Rechen- und Textaufgaben, wobei die Bearbeitung der Textaufgaben für die Zuteilung zu einer von drei Leistungsgruppen ausschlaggebend war) zu bearbeiten[330], als auch ferner in Einzelinterviews gebeten, eine von zwei Rechengeschichten entweder nachzuerählen oder lösungsrelevante

[329] Darstellung des Designs: s. Kapitel 7 sowie Velten (2010) und Velten (2011)

[330] An dem Test nahmen mehr als 120 Kinder teil, da zum einen eine größere Zahl an Kindern die Erlaubnis hatte, an der Studie teilzunehmen, und zum anderen auf Wunsch der Lehrerinnen oder aus organisatorischen Gründen die Kinder einer Klasse teilnahmen – aus den Kindern, welche aufgrund der Zustimmung der Eltern an der Studie teilnehmen durften, wurden letztlich die Kinder für die Interviews ausgewählt.

Informationen zu markieren. Anschließend fertigten sie eine Lösung der Rechengeschichte an.

Die Tests und die Interviews wurden vorab in Vorstudien getestet und entsprechend modifiziert (vgl. Kapitel 5 und vor allem Kapitel 6). Die Durchführung von Mathematiktest und Interviews erfolgte durch zwei studentische Hilfskräfte und die Autorin, ebenso wurde die Auswertung der Test- und Interviewergebnisse nach einem vorgegebenen Schema von diesen dreien vorgenommen (s. Kapitel 7). Das Auswertungsschema für Test und Interview ist jeweils additiv: Kinder erhielten für richtige Teilschritte sowie nacherzählte oder markierte Informationen Punkte, die zu einer Summe zusammengezählt wurden, welche letztlich für die Zuteilung zu den Kategorien der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" und „Qualität des Situationsmodells" (nur Gruppe „Nacherzählen"), „Qualität der Textverarbeitung" (nur Gruppe „Unterstreichen") und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns" ausschlaggebend war.

Auf der Basis dieser Daten wurden anschließend die zentrale Fragestellung sowie die für Teilgruppen spezifizierten Fragen überprüft. Es wurden für die zentrale Fragestellung folgende statistische Hypothesen formuliert, die sich speziell für jede Teilgruppe entsprechend ebenfalls formulieren lassen (s. Kapitel 8.1):

a) bezüglich der Variablen „Lösung der Rechengeschichte"

   H_0: Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Lösung der Rechengeschichte" und „Strategie". Die Zahl an korrekten Lösungen unterscheidet sich in beiden Strategiegruppen nicht.

   H_1: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Lösung der Rechengeschichte" und „Strategie". Die Zahl an korrekten Lösungen unterscheidet sich in beiden Strategiegruppen signifikant.

b) bezüglich der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte"

   H_0: Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" und „Strategie". In beiden Strategiegruppen zeigt sich eine vergleichbare Verteilung der Werte der Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte".

   H_1: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität der Lösung der Rechengeschichte" und „Strategie".

c) bezüglich der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“

H_0: Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Strategie“. In beiden Strategiegruppen erreichen die Kinder vergleichbare Werte in der Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“.

H_1: Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ und „Strategie“.

Bei den einzelnen statistischen Tests zeigten sich folgende Ergebnisse (vgl. Kapitel 8, z. T. (1.-6.) auch Velten 2010 und Velten 2011[331]):

1. Bezüglich der zentralen Fragestellung zeigte die Durchführung des χ^2-Tests, dass kein Zusammenhang zwischen den Variablen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ besteht. Gleiches gilt für die Variablen „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ sowie „Strategie“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“. Sowohl mithilfe des mündlichen Nacherzählens als auch mithilfe des Markierens lösungsrelevanter Informationen zeigten sich in beiden Gruppen vergleichbare Leistungen.

2. Bei der Betrachtung der Variablen „Qualität des Situationsmodells“, Qualität der Textverarbeitung“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ zeigten sich die Tendenzen, dass Kinder, welche ein angemessenes Verständnis des Textes und des mathematischen Modells besaßen, häufiger eine korrekte Lösung oder zumindest eine gute Lösung anfertigen konnten als Kinder, welche ein weniger gutes Verständnis der Rechengeschichte zeigten.

3. Die Verwendung einer Rechengeschichte mit vertrautem und einer Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext ermöglichte die Prüfung, ob sich hinsichtlich des Kontextes eine der beiden Strategien als besonders geeignet erwies. Teilte man die beiden Vergleichsgruppen hinsichtlich des Kontextes der Rechengeschichten, zeigten

[331] In Velten 2010 wurden folgende Ergebnisse vorab veröffentlicht: Zusammenhangsprüfung zwischen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ sowie zwischen „Kontext der Rechengeschichte“ und „Lösung der Rechengeschichte“; in Velten 2011 wurden folgende Ergebnisse vorab veröffentlicht: Zusammenhangsprüfung zwischen „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“, „Kontext der Rechengeschichte“ und „Lösung der Rechengeschichte“, „Strategie“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, „Strategie“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ getrennt sowohl für Jungen und Mädchen als auch für die drei Leistungsgruppen im Mathematiktest; ferner lassen sich auch die Zusammenhangsprüfungen zwischen den Variablen „Geschlecht“ und „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ andererseits in der Darstellung in Velten 2011 implizit finden.

sich auch hier – sofern eine statistische Prüfung zulässig war – keine Zusammenhänge zwischen den Variablen „Strategie“ einerseits und „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits. Wohl aber waren die Variablen „Kontext der Rechengeschichte“ und „Lösung der Rechengeschichte“ bzw. „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ statistisch voneinander abhängig, es besteht zwischen ihnen ein signifikanter Zusammenhang. Auch bezüglich der Variablen „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Textverarbeitung“ zeigte sich die Tendenz, dass der Kontext der Rechengeschichte Einfluss nehmen konnte. Bei der Betrachtung des Zusammenhangs der Variablen „Kontext der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ zeigte sich, dass kein signifikanter Zusammenhang besteht.

4. Die Berücksichtigung des Geschlechts erfolgte, weil Mädchen und Jungen unterschiedliche Leistungen in den Bereichen „Lesen“ und „Mathematik“ zeigen können (vgl. Kapitel 4.2, Verweis auf die entsprechenden Ergebnisse aus PISA und IGLU). Möglicherweise könnte sich bei einem der beiden Geschlechter eine der beiden Strategien als geeigneter gegenüber der anderen erweisen. Eine Überprüfung der zentralen Fragestellung getrennt nach Geschlechtern zeigte allerdings, dass weder für die Gruppe der Mädchen noch für die Gruppe der Jungen ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Variablen „Strategie“ einerseits und „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits besteht (sofern eine rechnerische Prüfung durchgeführt werden durfte). War die Durchführung des χ^2-Tests nicht erlaubt, ließ sich in der Tabelle anhand der Werte in der Regel ablesen, dass kein Zusammenhang zu erwarten wäre. Eine mögliche Erklärung liegt in der Tatsache, dass bereits zwischen den Variablen „Geschlecht“ einerseits und „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“, „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Textverarbeitung“ andererseits kein Zusammenhang besteht.

5. Die Berücksichtigung der „Lage der Schule“ führte ebenfalls zur Möglichkeit, die zentrale Fragestellung getrennt für Kinder in Schulen im Norden von Essen und für Kinder in Schulen im Süden von Essen zu untersuchen. Bei der statistischen Überprüfung zeigte sich, dass zwischen den Variablen „Strategie“ einerseits und „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits – getrennt hinsichtlich der

Variablen „Lage der Schule“ – keine signifikanten Zusammenhänge bestehen. Es zegte sich lediglich zwischen den Variablen „Lage der Schule“ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ ein signifikanter Zusammenhang.

6. Es erschien ferner interessant, unterschiedliche Leistungsgruppen („Leistungsgruppe im Mathematiktest“, „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““) zu berücksichtigen und zu prüfen, ob Zusammenhänge zwischen den Variablen „Strategie“ einerseits und „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits bestehen. Unterteilt man die Vergleichsgruppen hinsichtlich der Leistungsgruppen im Mathematiktest, so existiert zwischen den jeweils oben angegebenen Variablen-Paaren kein signifikanter Zusammenhang bzw. lässt sich in den Fällen, in welchen keine statistische Prüfung möglich ist, aufgrund der Werte in den Tabellen die Tendenz ablesen, dass kein Zusammenhang bei einer statistischen Prüfung zu erwarten wäre. Gleiches gilt, wenn man die Vergleichsgruppen hinsichtlich der Leistungsgruppen in „VERA Lesen“ unterteilt und die zentrale Fragestellung für diese drei Leistungsgruppen untersucht.

Hinsichtlich der Prüfung, ob Zusammenhänge zwischen den Variablen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ einerseits und „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“, „Qualität des Situationsmodells“ und „Qualität der Textverarbeitung“ andererseits bestehen, ließ sich beobachten, dass lediglich signifikante Zusammenhänge zwischen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Lösung der Rechengeschichte“, zwischen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“, zwischen „Leistungsgruppe im Mathematiktest“ und „Qualität der Lösung der Rechengechichte“, zwischen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität des Situationsmodells“ (Rangkorrelationen) sowie zwischen „Leistungsgruppe in „VERA Lesen““ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ (Rangkorrelationen, schwacher Zusammenhang).

7. In der qualitativen Analyse von einzelnen Beispielen konnte einerseits beobachtet werden, dass sich die verbalen Äußerungen von einzelnen Kindern gut mit ihren Lösungen der Rechengeschichten decken. Zum Teil zeigte sich, dass einzelne Kinder zum Beispiel die Verbrauchsinformation missverstanden hatten (Verbrauch pro Jahr) und dieses Missverständnis sich in der Lösung widerspiegelt. In anderen Fällen zeigte sich hingegen, dass die verbale Äußerungen und Lösungen voneinander abwichen. So

finden sich bspw. Kinder, welche lediglich wenige Informationen nacherzählten, aber dennoch eine gute Lösung anfertigen konnten. Eine mögliche Erklärung hierfür kann in der Konzeption der Lösungsphase liegen, in welcher den Kindern erlaubt war, wieder in den Text einzusehen.

Interessant war die Beobachtung, wie Kinder die Rechengeschichte „Eine süße Willkommensparty“ verstehen. So fanden sich zwölf Kinder, welche in der Lösung lediglich die Kosten der Schokolade berechneten, weil sie davon ausgingen, dass die Figur Tom diese speziell für die Figur Katja gekauft habe. Auf der anderen Seite finden sich dagegen Kinder, welche in der Nacherzählung erwähnten, dass die Schokolade für die Figur Katja gedacht sei, aber dennoch die Gesamtkosten berechneten und halbierten.

Es zeigte sich ferner, dass es schwieriger ist, eine irrelevante Zahl in der Rechengeschichte mit vertrautem Kontext zu finden als in der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext. Grund dafür ist, dass in ersterer keine zusätzlichen Zahlen in Ziffernschreibweise gegeben sind. Dies irritierte einige Kinder. Auch die Verwendung des Begriffs „Sparen“ in der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext führte in wenigen Fällen zu Irritationen. Kinder verbinden mit dem Begriff „Sparen“ Geldwerte, die in der Rechengeschichte mit unvertrautem Kontext allerdings nicht vorkamen.

In einigen Interviews wurde deutlich, dass die Bewertung der Nacherzählungen nicht in jedem Fall unproblematisch sein würde. So ließen sich in Einzelfällen Aussagen finden, die unterschiedlich von einem Zuhörer verstanden und folglich unterschiedlich bewertet werden können.

Für den Ausgang der statistischen Prüfung sind verschiedene Erklärungen möglich (vgl. Kapitel 9):

- Die Strategie „Nacherzählen“ wurde mit einer anderen Strategie verglichen. Wenn beide Strategien als Strategien wirksam sind, musste ein solches Ergebnis eintreten. Dass keine Zusammenhänge zwischen der Variablen „Strategie“ einerseits und den Variablen „Lösung der Rechengeschichte“, „Qualität der Lösung der Rechengeschichte“ und „Qualität des Verständnisses des mathematischen Kerns“ andererseits bestehen, lässt sich dahingehend deuten, dass der Lösungserfolg unabhängig von der Wahl der Strategie ist und somit mündliches Nacherzählen ebenso erfolgsversprechend sein kann wie das Unterstreichen lösungsrelevanter Informationen.

- Die Rechengeschichten waren relativ anspruchsvoll und für Kinder im vierten Schuljahr ungewohnt, da sie deutlich umfangreicher waren als herkömmliche Textaufgaben. Dies könnte die niedrige Erfolgsquote erklären.
- Die Gruppen waren möglicherweise nicht repräsentativ. Zudem wurde der Mathematiktest zum einen vorab nicht hinreichend erprobt (geeicht), zum anderen wurden letztlich in der Bewertung lediglich die Textaufgaben berücksichtigt (nicht aber die Bearbeitung der Rechenaufgaben), wodurch der Test möglicherweise nicht hinreichend aussagekräftig war. Ebenso war die Zuordnung der Schulen zum Norden oder Süden von Essen in Einzelfällen nicht einfach.
- Möglicherweise hat die Wiedervorlage des Textes in der Lösungsphase das Ergebnis verzerrt. Zugleich sollte in der Gruppe „Nacherzählen“ vermieden werden, auf das Behalten und Erinnern zu drängen, was aber erforderlich gewesen wäre, wenn die Kinder die Zahlen zur Lösung der Rechengeschichte ohne Vorlage des Textes hätten wissen müssen.
- Vielleicht wurde durch die Art und Weise der Auswertung der mündlichen Nacherzählungen und der Antworten zu den Fragen keine hinreichend objektive Bewertung vorgenommen.
- Verschiedene Faktoren auf Seiten der Kinder (z. B. die Tagesform) oder der räumlichen Gegebenheiten (z. B. Straßenlärm von außen) konnten nicht kontrolliert werden.
- Die ungewohnte Situation für Kinder (Kamera, fremde Person, Einzelgespräch) könnte ebenfalls Einfluss auf die Kinder haben (vgl. Velten 2011). Auch diese Unvertrautheit der Situation könnte das Ergebnis beeinflussen.

Diese möglichen Faktoren wurden im Anschluss an die Darstellung der Ergebnisse diskutiert (Kapitel 9).

Für die Schulpraxis lassen sich aufgrund des Designs (Einzelinterviews) nur begrenzt Hinweise ableiten. Denkbar wäre der Einsatz von längeren Textaufgaben, um Kinder mit dieser Art von Aufgaben vertraut zu machen. Ob im Unterricht möglich ist, dass ein Kind einem anderen Kind eine Rechengeschichte nacherzählt, muss je nach Situation entschieden werden (besteht die Möglichkeit, im Unterricht laut zu sprechen?; Kapitel 9).

Unberücksichtigt blieben zum Beispiel die Zeit der Auseinandersetzung mit dem Text sowie Schulen in ländlichen Umgebungen. Ebenso wurde durch die Wahl von Rechengeschichten nicht berücksichtigt, ob die Strategien bei kürzeren Textaufgaben vielleicht eine andere Wirkung zeigen. Diese Aspekte könnten in weiteren Forschungsvorhaben berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 9).

Literaturverzeichnis

Abraham, U. (2000). Nacherzählen. In U. Abraham, O. Beisbart, G. Koß & D. Marenbach (Eds.), *Praxis des Deutschunterrichts. Arbeitsfelder, Tätigkeiten, Methoden* (2 ed., pp. 185 – 187). Donauwörth: Auer Verlag.

Abraham, U. (2008). *Sprechen als reflexive Praxis. Mündlicher Sprachgebrauch in einem kompetenzorientierten Deutschunterricht*. Freiburg im Breisgau: Fillibach Verlag.

Albrecht, J. E., & O'Brien, E. J. (1993). Updating a Mental Model: Maintaining Both Local and Global Coherence. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 19*(5), 1061 – 1070.

Artelt, C., McElvany, N., Christmann, U., Richter, T., Groeben, N., Köster, J., et al. (2007). *Förderung von Lesekompetenz – Expertise*. Bonn, Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Artelt, C., Stanat, P., Schneider, W., & Schiefele, U. (2001). Lesekompetenz: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (pp. 69 – 137). Opladen: Leske + Budrich.

Barwell, R. (2001). Difficulties with mathematical word problems. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics, 21*(2), 63 – 74.

Baumert, J., & Schümer, G. (2001). Familiäre Lebensverhältnisse: Bildungsbeteiligung und Kompetenzerwerb. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann, & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (pp. 323 – 407). Opladen: Leske + Budrich.

Baumert, J., Stanat, P., & Demmrich, A. (2001). PISA 2000: Untersuchungsgegenstand, theoretische Grundlagen und Durchführung der Studie. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann, & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (pp. 15 – 68). Opladen: Leske + Budrich.

Becker, T. (2002). Mündliches und schriftliches Erzählen. Ein Vergleich unter entwicklungstheoretischen Gesichtspunkten. *Didaktik Deutsch, 12*, 23 – 38.

Beisbart, O. (2000). Erzählen. In U. Abraham, O. Beisbart, G. Koß & D. Marenbach (Eds.), *Praxis des Deutschunterrichts. Arbeitsfelder, Tätigkeiten, Methoden* (2 ed., pp. 124 – 130). Donauwörth: Auer Verlag.

Böhmer, A. (2000). Variationen einer Textaufgabe. *Mathematik lehren, 100*, 15 – 16.

Bongartz, T., & Verboom, L. (Eds.). (2007). *Fundgrube Sachrechnen. Unterrichtsideen, Beispiele und methodische Anregungen für das 1. Bis 4. Schuljahr*. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG.

Börmann, L. (2008). *Zum Einfluss von Textmerkmalen auf die Bildung von Situationsmodellen beim Lösen von Textaufgaben*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6 ed.). Heidelberg: Springer.

Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4 ed.). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.

Bortz, J., & Lienert, G. A. (2008). *Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung. Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben.* (3., aktualisierte und bearbeitete ed.). Heidelberg: Springer.

Bos, W., Schwippert, K., & Stubbe, T. C. (2007). Die Koppelung von sozialer Herkunft und Schülerleistung im internationalen Vergleich. In W. Bos, S. Hornberg, K.-H. Arnold, G. Faust, L. Fried, E.-M. Lankes, K. Schwippert, & R. Valtin (Eds.), *IGLU 2006. Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (pp. 225 – 247). Münster / New York: Waxmann.

Boueke, D., Schülein, F., Büscher, H., Terhorst, E., & Wolf, D. (1995). *Wie Kinder erzählen. Untersuchungen zur Erzähltheorie und zur Entwicklung narrativer Fähigkeiten*. München: Wilhelm Fink Verlag.

Bremer, U., & Dahlke, E. (1980). Schwierigkeiten im Prozeß des Lösens von Sachaufgaben. In H.-J. Vollrath (Ed.), *Sachrechnen. Didaktische Materialien für die Hauptschule* (pp. 7 – 21). Stuttgart: Klett.

Britton, B. K., Meyer, B. J. F., Simpson, R., Holdredge, T. S., & Curry, C. (1979). Effects of the Organisation of Text on Memory: Tests of Two Implications of a Selective Attention Hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 5*(5), 496 - 506.

Brügelmann, H. (2005). Wahrheit durch VERA? Anmerkungen zum ersten Durchgang der landesweiten Leistungstests in sieben Bundesländern. *Grundschule aktuell*(89), 7-9.

Burmester, K., & Bönig, D. (1993). „Im Mathebuch ergeben alle Aufgaben einen Sinn…“ – warum lösen Schüler Kapitänsaufgaben? In K. P. Müller (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht. Vorträge auf der 27. Bundestagung für Didaktik der Mathematik vom 22. Bis zum 26.3.1993 Freiburg, Schweiz* (pp. 104 – 107). Hildesheim: Verlag Franzbecker.

Carpenter, T. P., Corbitt, M. K., Kepner, J., Henry S., Lindquist, M. M., & Reys, R. E. (1980). Solving Verbal Problems: Results and Implication from National Assessment. *Arithmetic Teacher, 28*(1), 8 – 12.

Chi, M. (2000). Self-Explaining Expository Texts: The Dual Processes of Generating Inferences and Repairing Mental Model. In R. Glaser (Ed.), *Advances in Instructional Psychology* (pp. 161 – 238). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Christmann, U., & Groeben, N. (1999). Psychologie des Lesens. In B. Franzmann, K. Hasemann, D. Löffler & E. Schön (Eds.), *Handbuch Lesen* (pp. 145 – 223). München: Saur.

Claussen, C. (2009). *Die große Erzählwerkstatt für kleine Geschichtenerfinder. Das Praxispaket zur Entwicklung von Erzählkompetenz und Kreativität* (1 ed.). Donauwörth: Auer Verlag GmbH.

Cottmann, K. (2008). Rechengeschichten hören. *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 12 – 13.

Crom-Usinger, L. (2012). *Kurze versus lange Textaufgaben. Eine Untersuchung in der 4. Klasse*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

Cummins, D. D. (1991). Children's Interpretation of Arithmetic Word Problems. *Cognition and Instruction, 8*(3), 261 – 289.

Cummins, D. D., Kintsch, W., Reusser, K., & Weimer, R. (1988). The Role of Understanding in Solving Word Problems. *Cognitive Psychology, 20*, 405 – 438.

Davis-Dorsey, J., Ross, S. M., & Morrison, G. R. (1991). The Role of Rewording and Context Personalization in the Solving of Mathematical Word Problem. *Journal of Educational Psychology, 83*(1), 61 – 68.

De Corte, E., & Verschaffel, L. (1985). Beginning First Graders' Initial Representation of Arithmetic Word Problems. *The Journal of Mathematical Behavior, 4*, 3 – 21.

De Corte, E., & Verschaffel, L. (1987a). Using retelling data to study young children's word-problem-solving. In J. A. Sloboda & D. Rogers (Eds.), *Cognitive Processes in Mathematics* (pp. 42 – 59). Oxford: Oxford University Press.

De Corte, E., & Verschaffel, L. (1987b). The Effect of Semantic Structure on First Graders' Strategies for Solving Addition and Subtraction Word Problems. *Journal for Research in Mathematics Education, 18*(5), 363 – 381.

De Corte, E., Verschaffel, L., & De Win, L. (1985). Influence of Rewording Verbal Problems on Children's Problem Representations and Solutions. *Journal of Educational Psychology, 77*(4), 460 – 470.

deLeeuw, N., & Chi, M. T. H. (2003). Self-Explanation: Enriching a Situation Model or Repairing a Domain Model? (oder: The role of self-explanation in conceptual change learning). In G. M. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (pp. 55 – 78). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Erichson, C. (1993). Sachtexte statt Textaufgaben – Ein fächerübergreifender Ansatz zur Erschließung der Verschrifteten Umwelt. In K. P. Müller (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht. Vorträge auf der 27. Bundestagung für Didaktik der Mathematik vom 22. Bis zum 26.3.1993 Freiburg, Schweiz.* (pp. 116 – 119). Hildesheim: Verlag Franzbecker.

Fischer, P. M., & Mandl, H. (1984). Learner, Text Variables, and the Control of Text Comprehension and Recall. In H. Mandl, N. L. Stein & T. Trabasso (Eds.), *Learning and comprehension of text* (pp. 213 – 254). Hillsdale, New Jersey; London: Lawrence Erlbaum Associates.

Franke, M. (2003). *Didaktik des Sachrechnens in der Grundschule*. Heidelberg; Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

Frentz, H. (2006a). Erzählen. In H.-J. Kliewer & I. Pohl (Eds.), *Lexikon Deutschdidaktik. Band 1. A – L* (Vol. 1, pp. 127 – 129). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Frentz, H. (2006b). Nacherzählen. In H.-J. Kliewer & I. Pohl (Eds.), *Lexikon Deutschdidaktik. Band 2. M – Z* (Vol. 2, pp. 549 – 550). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Frey, H. (2007). Kann eine Vermittlung von Lesestrategien die Lesekompetenz verbessern? In H. Willenberg (Ed.), *Kompetenzhandbuch für den Deutschunterricht.*

Auf der empirischen Basis des DESI-Projekts (pp. 188 – 198). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Frommer, H. (1984). Warum nicht Nacherzählen? Eine methodische Anregung für den Literaturunterricht auf allen Stufen. *Deutschunterricht, 36*(2), 21 – 36.

Gage, N. L., & Berliner, D. C. (1996). *Pädagogische Psychologie* (G. Bach, Trans. 5., vollständig überarbeitete ed.). Weinheim: Psychologische Verlags Union.

Gambrell, L. B., Bradley, V. N., & McLaughlin, E. M. (1987). Young children's comprehension and recall of computer screen displayed text. *Journal of Research in Reading, 10*(2), 156 – 163.

Garbe, C. (2003). Warum lesen Mädchen besser als Jungen? Zur Notwendigkeit einer geschlechterdifferenzierenden Leseforschung und Leseförderung. In U. Abraham, A. Bremerich-Vos, V. Frederking & P. Wieler (Eds.), *Deutschdidaktik und Deutschunterricht nach PISA* (pp. 69 – 89). Freiburg im Breisgau: Fillibach Verlag.

Gold, A. (2010/2007). *Lesen kann man lernen. Lesestrategien für das 5. Und 6. Schuljahr* (2., bearbeitete und aktualisierte ed.). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

Götze, D. (2007). *Mathematische Gespräche unter Kindern. Zum Einfluss sozialer Interaktion von Grundschulkindern beim Lösen komplexer Aufgaben*. Hildesheim; Berlin: Verlag Franzbecker.

Graf, G. (1983). Zur Addition heuristischer und kommunikativer Lernziele im Schreibcurriculum – dargestellt am Beispiel der Textsorte „Inhaltsangabe“. *Wirkendes Wort, 33*(3), 191 – 210.

Gravemeijer, K. (1997). Commentary Solving word problems: a case of modelling? *Learning and Instruction, 7*(4), 389 – 397.

Greer, B. (1997). Modelling realitiy in mathematics classrooms: the case of word problems. *Learning and Instruction, 7*(4), 293 – 307.

Häsel-Weide, U. (2008). Unsere Klasse durch die Mathe-Brille betrachtet. *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 20 -23.

Hasselhorn, M., & Hille, B. (1998). Nacherzählen einer Geschichte: Zu Sprach- und Gedächtnisunterschieden zwischen entwicklungsdysphasischen und sprachlich unauffälligen Kindern. *Heilpädagogische Forschung. Zeitschrift für Pädagogik und Psychologie Behinderter, 24*(1), 12 – 20.

Hausendorf, H., & Wolf, D. (1998). Erzählentwicklung und -didaktik. *Der Deutschunterricht, 50*(1), 38 – 52.

Heinen, S. (2001). *Der Einfluss von Vorwissen, Interesse und Arbeitsgedächtniskapazität auf die mentale Repräsentation von Texten.* Bielefeld: Universität Bielefeld.

(elektronische Ressource: https://pub.uni-bielefeld.de/publication/2303784, zuletzt eingesehen am 02.09.2016)

Heßelmann, V. (1996). *Das AAT-Supplement Text-Nacherzählen: Klinisch-empirische Untersuchungen zu Gütekriterien und Normierung. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Medizin*. Aachen.

Hollenstein, A. (1996). *Schreibanlässe im Mathematikunterricht. Eine Unterrichtsform für den anwendungsorientierten Mathematikunterricht auf der Sekundarstufe. Theoretische Analyse, didaktischer Vorschlag und empirische Evaluation.* Bern; Stuttgart; Wien: Verlag Paul Haupt.

Hornberg, S., Valtin, R., Potthoff, B., Schwippert, K., & Schulz-Zander, R. (2007). Lesekompetenzen von Mädchen und Jungen im internationalen Vergleich. In W. Bos, S. Hornberg, K.-H. Arnold, G. Faust, L. Fried, E.-M. Lankes, K. Schwippert, & R. Valtin (Eds.), *IGLU 2006. Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich* (pp. 195 – 223). Münster / New York: Waxmann Verlag.

Hošpesová, A., & Budějovice, Č. (1993). Difficulties With Word Problems. In K. P. Müller (Ed.), *Beiträge zum Mathematikunterricht. Vorträge auf der 27. Bundestagung für Didaktik der Mathematik vom 22. Bis zum 26.3.1993 Freiburg, Schweiz* (pp. 197 – 200). Hildesheim: Verlag Franzbecker.

Hubben, I., & Laferi, M. (2008). Rechengeschichten – schreiben, bearbeiten, rückmelden, bewerten. *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 36 – 41.

Hudson, T. (1983). Correspondences and Numerical Differences between Disjoint Sets. *Child Development, 54*(1), 84 – 90.

Hufer, E. & Jarisch, V. (2011). *Kurz- vs. Langversionen von Textaufgaben. Eine empirische Untersuchung in Klasse 8*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

Hurrelmann, B. (2002a). Leseleistung – Lesekompetenz. Folgerungen aus PISA, mit einem Plädoyer für ein didaktisches Konzept des Lesens als kultureller Praxis. *Praxis Deutsch, 29*(176), 6 – 18.

Hurrelmann, B. (2002b). Prototypische Merkmale der Lesekompetenz. In N. Groeben & B. Hurrelmann (Eds.), *Lesekompetenz. Bedingungen, Dimensionen, Funktionen* (pp. 275 – 286). Weinheim und München: Juventa Verlag.

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models. Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Kalmbach, H. (1994). Sachrechnen im dritten und vierten Schuljahr. In A. Abele & H. Kalmbach (Eds.), *Handbuch zur Grundschulmathematik. Anregungen und Beispiele zum Bildungsplan Baden-Württembergs* (Vol. 2 (3. & 4. Schuljahr), pp. 101 – 118). Stuttgart: Klett Verlag.

Karg, I. (2007). Hermeneutik und Fortschritte im Verstehen. In H. Willenberg (Ed.), *Kompetenzhandbuch für den Deutschunterricht. Auf der empirischen Basis des DESI-Projekts* (pp. 37 – 48). Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

Kaufmann, S. (2008). Üben von Teilfähigkeiten. *Grundschule Mathematik, 16*(1), 32 – 35.

Kincade, K. M. (1991). Patterns in children's ability to recall explicit, implicit and metaphorical information. *Journal of Research in Reading, 14*(2), 81 – 98.

Kintsch, W. (1998). *Comprehension. A paradigm for cognition*. Cambridge u.a.: Cambridge University Press.

Kintsch, W., & Greene, E. (1978). The Role of Culture-Specific Schemata in the Comprehension and Recall of Stories. *Discourse Processes, 1*(1), 1 – 13.

Kintsch, W., & Greeno, J. G. (1985). Understanding and Solving Word Arithmetic Problems. *Psychological Review, 92*(1), 109 – 129.

Kintsch, W., Kozminsky, E., Streby, W. J., McKoon, G., & Keenan, J. M. (1975). Comprehension and Recall of Text as a Function of Content Variables. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 14*, 196 – 214.

Kleist, H. v. (1806 /2010). Über die allmählige Verfertigung der Gedanken beim Reden. In R. Reuß & P. Staengle (Eds.), *Heinrich von Kleist – Sämtliche Werke und Briefe* (Vol. II, pp. 284 – 289). München: Carl Hanser Verlag.

Klieme, E., Neubrand, M., & Lüdtke, O. (2001). Mathematische Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (pp. 139 – 190). Opladen: Leske + Budrich.

Klin, C. M. (1995). Causal Inferences in Reading: From Immediate Activation to Long-Term Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 21*(6), 1483 – 1494.

Klöckener, J. (1996). Schlüsselwörter in Sachaufgaben. *Mathematische Unterrichtspraxis, IV. Quartal*, 1 – 8.

Kurth, W. (1992). Problemlösen als Informationsverarbeitung – zum Beispiel Textaufgaben. *Mathematikunterricht, 5*, 30 – 39.

Lorenz, J. H. (1994). Schwierigkeiten bei Sachrechen-Aufgaben. *Grundschule, 26*(3), 14 – 15.

Mandl, H., Friedrich, H. F., & Hron, A. (1988). Theoretische Ansätze zum Wissenserwerb. In H. Mandl & H. Spada (Eds.), *Wissenspsychologie* (pp. 123 – 160). München; Weinheim: Psychologische Verlags Union.

Mangazeev, M. (2010). *Strategien beim Bearbeiten von Rechengeschichten*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

Mayer, R. E. (1982). Memory for Algebra Story Problems. *Journal of Educational Psychology, 74*(2), 199 – 216.

McNamara, D., Kintsch, E., Songer, N. B., & Kintsch, W. (1996). Are Good Texts Always Better? Interactions of Text Coherence, Background Knowledge, and Levels of Understanding in Learning From Text. *Cognition and Instruction, 14*(1), 1 – 43.

Miller, J. R., & Kintsch, W. (1980). Readability and Recall of Short Prose Passages: A Theoretical Analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 6*(4), 335 – 354.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Ed.) (2008). *Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen*. Frechen: Ritterbach. (elektronisch verfügbar unter http://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/lehrplaene_download/grundschule/grs_faecher.pdf, zuletzt eingesehen am 06.09.2016)

Nathan, M. J., Kintsch, W., & Young, E. (1992). A Theory of Algebra-Word-Problem Comprehension and Its Implications for the Design of Learning Environments. *Cognition and Instruction, 9*(4), 329 – 389.

Omanson, R. C., Warren, W. H., & Trabasso, T. (1978). Goals, Inferential Comprehension, and Recall of Stories by Children. *Discourse Processes, 1*, 337 – 354.

O'Neill, D. K., Pearce, M. J., & Pick, J. L. (2004). Preschool children's narratives and performance on the Peabody Individualized Achievement Test – Revised: Evidence of a relation between early narrative and later mathematical ability. *First Language, 24*(2), 149 – 183.

Pichert, J. W., & Anderson, R. C. (1977). Taking Different Perspectives on a Story. *Journal of Educational Psychology, 69*(4), 309 – 315.

Radatz, H., Schipper, W., Ebeling, A., & Dröge, R. (1996). *Handbuch für den Mathematikunterricht. 1. Schuljahr*. Hannover: Schroedel.

Radatz, H., Schipper, W., Dröge, R., & Ebeling, A. (1998). *Handbuch für den Mathematikunterricht. 2. Schuljahr*. Hannover: Schroedel.

Radatz, H., Schipper, W., Dröge, R., & Ebeling, A. (1999). *Handbuch für den Mathematikunterricht. 3. Schuljahr*. Hannover: Schroedel.

Reusser, K. (1997). Erwerb mathematischer Kompetenzen: Literaturüberblick. In F. E. Weinert & A. Helmke (Eds.), *Entwicklungen im Grundschulalter* (pp. 141 – 155). Weinheim: Psychologische Verlags Union.

Reusser, K. (1990). From text to situation to equation: cognitive simulation of understanding and solving mathematical word problems. In H. Mandl, E. De Corte, N. Bennett & H. F. Friedrich (Eds.), *Learning and Instruction. European Research in an International Context* (Vol. 2.2, pp. 477 – 498). Oxford u.a.: Pergamon Press.

Reusser, K. (1989/1995). *Vom Text zur Situation zur Gleichung. Kognitive Simulation von Sprachverständnis und Mathematisierung beim Lösen von Textaufgaben*. Habilitationsschrift Universität Bern, Neudruck: Zürich. (Neudruck der Habilitationsschrift (1989) von 1995, daher die zweifache Jahreszahlangabe)

Reusser, K., & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution – the social rationality of mathematical modeling in schools. *Learning and Instruction, 7*(4), 309 – 327.

Riley, M. S., Greeno, J. G., & Heller, J. I. (1983). Development of Children's Problem-Solving Ability in Arithmetic. In H. P. Ginsburg (Ed.), *The Development of Mathematical Thinking* (pp. 153 – 196). New York u.a.: Academic Press.

Ring, K. (2003). Handeln nach der PISA-Studie: Den Menschen ist das Lesen nicht angeboren (pp. 1 – 9). Mainz: Stiftung Lesen.

Rütten, C. (2008). Was ist eigentlich eine gute Rechengeschichte? *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 28 – 31.

Saxer, U. (1993). Lesesozialisation. In H. Bonfadelli, A. Fritz & R. Köcher (Eds.), *Lesesozialisation. Band 2. Leseerfahrungen und Lesekarrieren* (pp. 311 – 374). Gütersloh: Verlag Bertelsmann Stiftung.

Schilcher, A. (2003). Was machen die Jungs? Geschlechterdifferenzierender Deutschunterricht nach PISA. In U. Abraham, A. Bremerich-Vos, V. Frederking & P. Wieler (Eds.), *Deutschdidaktik und Deutschunterricht nach PISA* (pp. 361 – 377). Freiburg im Breisgau: Fillibach Verlag.

Schneider, W., Körkel, J., & Weinert, F. E. (1989). Domain-Specific Knowledge and Memory Performance: A Comparison of High- and Low-Aptitude Children. *Journal of Educational Psychology, 81*(3), 306 - 312.

Schubert-Felmy, B. (2006). Umgang mit Texten in der Sekundarstufe I. In M. Kämper van den Boogaart (Ed.), *Deutschdidaktik. Leitfaden für die Sekundarstufe I und II* (3 ed., pp. 95 – 116). Baltmannsweiler: Cornelsen Verlag Scriptor.

Schuler, S. (2008). Kinder vervollständigen Rechengeschichten. *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 14 – 17.

Schütte, S. (1997). Rechengeschichten statt Textaufgaben: Mathematik und Sprache verbinden. *Die Grundschulzeitschrift, 11*(102), 6 – 11.

Spiegel, B. (2008). Erstklässler erzählen Rechengeschichten. *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 8 – 11.

Spiegel, H., & Götze, D. (2006). Von der Verfertigung mathematischer Gedanken beim Reden. In R. Rapp & M. Wettler (Eds.), *Perspectives on cognition: a Festschrift für Manfred Wettler* (pp. 215 – 230). Lengerich u.a.: Pabst Science Publ.

Spinner, K. H. (1993). Entwicklung des literarischen Verstehens. In O. Beisbart, U. Eisenbeiß, G. Koß & D. Marenbach (Eds.), *Leseförderung und Leseerziehung. Theorie und Praxis des Umgangs mit Büchern für junge Leser. (Hans E. Giehrl zum 65. Geburtstag)* (1 ed., pp. 55 – 64). Donauwörth: Ludwig Auer GmbH.

Spiro, R. J. (1977). Remembering Information from Text: The „State of Schema“ Approach. In R. C. Anderson, R. J. Spiro & W. E. Montague (Eds.), *Schooling and the Acquisition of Knowlegde* (pp. 137 – 165). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Stanat, P., & Kunter, M. (2001). Geschlechterunterschiede in Basiskompetenzen. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand, M. Prenzel, U. Schiefele, W. Schneider, P. Stanat, K.-J. Tillmann, & M. Weiß (Eds.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (pp. 249 – 269). Opladen: Leske + Budrich.

Staub, F. C., & Reusser, K. (1995). The Role of Presentational Structures in Understanding and Solving Mathematical Word Problems. In C. A. Weaver, S. Mannes

& C. R. Fletcher (Eds.), *Discourse Comprehension. Essays in Honor of Walter Kintsch* (pp. 285 – 305). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Steinhauer, L. (2011). *Zum Einfluss von Textmerkmalen auf die Lösungshäufigkeit bei Textaufgaben: Eine empirische Untersuchung in achten Klassen*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

Stern, E. (1994). Die Erweiterung des mathematischen Verständnisses mit Hilfe von Textaufgaben. *Grundschule, 26*(3), 23 – 25.

Stern, E. (1992). Warum werden Kapitänsaufgaben „gelöst“? Das Verstehen von Textaufgaben aus psychologischer Sicht. *Der Mathematikunterricht, 38*(5), 7 – 29.

Stern, E. (1993). What makes certain arithmetic word problems involving the comparison of sets so difficult for children? *Journal of Educational Psychology, 85*(1), 7 – 23.

Stern, E., & Lehrndorfer, A. (1992). The Role of Situational Context in Solving Word Problems. *Cognitive Development, 7*, 259 – 268.

Strauß, J. (1970). *Sachrechnen im 5. Bis 10. Schuljahr* (1 ed.). Stuttgart: Klett.

Vauras, M., Hyönä, J., & Niemi, P. (1992). Comprehending coherent and incoherent texts: evidence form eye movement patterns and recall performance. *Journal of Research in Reading, 15*(1), 39 – 54.

Velten, M. (2010). Nacherzählen von Rechengeschichte. In A. Lindmeier & S. Ufer (Eds.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010* (pp. 875-878). Münster: WTM.

Velten, M. (2011). Rechengeschichten nacherzählen. In R. Haug & L. Holzäpfel (Eds.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011* (Vol. 2, pp. 855-858). Münster: WTM.

Verboom, L. (2008). Eine spannende Rechengeschichte? *Grundschule Mathematik, 16*(1. Quartal), 4 – 7.

Verschaffel, L., De Corte, E., & Vierstraete, H. (1999). Upper Elementary School Pupils‘ Difficulties in Modeling and Solving Nonstandard Additive Word Problem Involving Ordinal Numbers. *Journal for Research in Mathematics Education, 30*(3), 265 – 285.

Vicente, S., Orrantia, J., & Verschaffel, L. (2007). Influence of situational and conceptual rewording on word problem solving. *British Journal of Educational Psychology, 77*, 829 – 848.

Vicente, S., Orrantia, J., & Verschaffel, L. (2008). Influence of situational and mathematical informationon situationally difficult word problems. *Studia Psychologica, 50*(4), 337 – 356.

Voß, D. (2009). *Nacherzählen von Rechengeschichten. Eine empirische Untersuchung*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

Weis, E. (1992). *PONS Englisch-Deutsch* (3. Ed., Nachdruck der 2. Auflage von 1991). Stuttgart; Dresden: Klett.

Weiser, G. (1981). *Sachrechnen in der Orientierungsstufe in Beispielen* (2. Auflage ed. Vol. 17). Donauwörth: Verlag Ludwig Auer.

Westhuis, M. (2015). *Situationelle Umformulierung von Textaufgaben – eine empirische Studie*. Unveröffentlichte Hausarbeit im Rahmen der ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen und den entsprechenden Jahrgangsstufen der Gesamtschule. Universität Duisburg-Essen.

Winter, H. (1994). Modelle als Konstrukte zwischen lebensweltlichen Situationen und arithmetischen Begriffen. *Grundschule, 26*(3), 10 – 13.

Winter, H. (1992). *Sachrechnen in der Grundschule*. Frankfurt a. M.: Cornelsen Scriptor.

Winter, H. (1980). Zur Durchdringung von Algebra und Sachrechnen in der Hauptschule. In H.-J. Vollrath (Ed.), *Sachrechnen. Didaktische Materialien für die Hauptschule* (pp. 80 – 123). Stuttgart: Klett.

Wintersteiner, W. (1990). Erzählen im Deutschunterricht. Bemerkungen zu einem vernachlässigten Thema. *Ide – Informationen zur Deutschdidaktik. Zeitschrift für den Deutschunterricht in Wissenschaft und Schule, 14. Jahrgang*(3), 75 – 81.

Würmli, M., Ring, W., & Petersen, K. (Red.) (2003). *Der Kinder-Brockhaus Tiere*. Mannheim: Brockhaus.

Wyndhamn, J., & Säljö, R. (1997). Word problems and mathematical reasoning – a study of children's mastery of reference and meaning in textual realities. *Learning and Instruction, 7*(4), 361 – 382.

Yoshida, H., Verschaffel, L., & De Corte, E. (1997). Realistic considerations in solving problematic word problems: Do Japanese and Belgian children have the same difficulties? *Learning and Instruction, 7*(4), 329 – 338.

Schulbücher:

Rinkens, H.-D., Hönisch, K., & Träger, G. (2010). *Welt der Zahl 3* (Vol. 3). Braunschweig: Schroedel.

Wittmann, E. C., & Müller, G. N. (2005). *Das Zahlenbuch 3*. Leipzig: Klett.

Wittmann, E. C., & Müller, G. N. (2005). *Das Zahlenbuch 4*. Leipzig: Klett.

Wittmann, E. C., & Müller, G. N. (2005). *Das Zahlenbuch 4. Arbeitsheft* (1 ed.). Leipzig: Ernst Klett Grundschulverlag.

Wittmann, E. C., Müller, G. N., Berger, A., Birnstengel-Höft, U., Fischer, M., Hoffmann, M., .Jüttemeier, M., Müller, U. (1999). *Das Zahlenbuch. Mathematik im 4. Schuljahr.* Leipzig: Klett.

Verwendete Internet-Quellen:

http://de.wikipedia.org/wiki/Jean_de_La_Fontaine (zuletzt eingesehen 04.08.2016)

http://dict.leo.org/ende/index_en.html#/search=recall&searchLoc=0&resultOrder=basic&multiwordShowSingle=on&pos=0 (zuletzt eingesehen am 02.08.2016)

http://www.big-cats.de/loewe.htm, (zuletzt eingesehen am 10.09.2016)

http://www.ferienwohnung-paris.fr/paris_ferienwohnung_6.html (zuletzt eingesehen am 16.10.2011)

https://www.google.de/maps/place/Essen/@51.4261111,7.0149884,11z/data=!4m2!3m1!1s0x47b8c2b796abf639:0x6a00e111a4ad2c9d (zuletzt eingesehen am 15.10.2014)

http://www.grundschulverband.de/fileadmin/Bildungspolitik/3_VERA_Kritik_Alternativen.09.pdf (zuletzt eingesehen am 09.09.2016)

http://www.legakids.net/fileadmin/user_upload/Downloads/Lernmaterialien/Mathetiger.pdf (zuletzt eingesehen am 3.9.2016)

http://www.reiter1.com/Glossar/Glossar.htm (zuletzt eingesehen am 10.09.2016) https://media.essen.de/media/wwwessende/aemter/68/Mietspiegel.pdf (zuletzt eingesehen am 23.10.2012)

https://www.ukaachen.de/kliniken-institute/klinik-fuer-neurologie/klinik/aphasiestation/behandlungsschema/logopaedische-intensivtherapie.html (zuletzt eingesehen 10.01.2017)

www.uni-landau.de/vera/ (zuletzt eingesehen am 16.07.2014)

Hinweis zur verwendeten Software:

Neben der üblichen Software zum Verfassen von Texten, zum Erstellen von Tabellen und -kalkulationen oder Scans, zur Literaturverwaltung sowie Geräte zur Aufzeichnung und Software zum Übertragen und Abspielen von Videos (Word, Excel, Paint / ScanSnap-Programm, Windows Media Player / Movie Maker, EndNote) wurde zur Durchführung der statistischen Tests vorrangig die Software SPSS genutzt.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen / Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, sind als solche entsprechend kenntlich gemacht.

Diese schriftliche Arbeit wurde in dieser oder ähnlicher Form keiner weiteren Prüfungsbehörde vorgelegt.

Oberhausen, den 26.01.2017

____

(Martina Velten)