

texte zur
mathematischen
forschung und lehre

80

Anja Jütz

Förderung der Fachsprache

insbesondere von Schülern nichtdeutscher Herkunftssprache im Mathematikunterricht der Klassenstufen 5 und 6 bei der Lösung von Sachaufgaben im Themenbereich „Größen“

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Bibliographic information published by Die Deutsche Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek lists this publication in the Deutsche
Nationalbibliografie; detailed bibliographic data is available in the
Internet at <<http://dnb.ddb.de>>.

Anja Jütz
Förderung der Fachsprache
insbesondere von Schülern nichtdeutscher Herkunftssprache im Mathemati-
kunterricht der Klassenstufen 5 und 6 bei der Lösung von Sachaufgaben im
Themenbereich „Größen“

ISBN 978-3-88120-529-0

Dissertation
Zur Erlangung des akademischen Grades des Dr. Phil.
Vorgelegt am Lehrstuhl der Fakultät für Geisteswissenschaften
der Technischen Universität Berlin
bei Herrn Prof. Dr. Steinmüller (1. Prüfer)
und Frau Dr. Wieser (2. Prüferin)
Von Anja Jütz
São Paulo, 16.11.2012

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere die der
Vervielfältigung und Übertragung auch einzelner Textabschnitte, Bilder oder
Zeichnungen vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Zustim-
mung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert werden (Ausnahmen
gem. 53, 54 URG). Das gilt sowohl für die Vervielfältigung durch Fotokopie
oder irgendein anderes Verfahren als auch für die Übertragung auf Filme,
Bänder, Platten, Transparente, Disketten und andere Medien.

Danksagung

Ich bedanke mich bei folgenden Kolleginnen und Kollegen des Colégio Humboldt, die an der Realisierung der Dissertation mitgewirkt haben:

Für die Durchführung der Interviews mit den Schülerinnen und Schülern der Klassen 6B und 7B:

Christina Krüger (Grundschullehrerin sowie Differenzierungslehrerin für Mathematik in den Klassen 6B und 7B)

Petra Schloh (Grundschullehrerin für Mathematik und Deutsch)

Elisa Stephan (Praktikantin/Studentin an der Humboldt-Universität zu Berlin im Fachbereich „Master of education“ für Mathematik und Physik)

Für die Durchführung von Unterrichtsstunden im Rahmen der Untersuchung:

Christina Krüger (Grundschullehrerin sowie Differenzierungslehrerin für Mathematik in den Klassen 6B und 7B)

Für die Einschätzung des Deutschniveaus der Schülerinnen und Schüler der Klassen 6B und 7B

Jochen Klein (Deutsch- und Klassenlehrer der Klasse 6B)

Daniel Kuschel (Deutsch- und Klassenlehrer der Klasse 7B)

Für Anregungen zur Überarbeitung der Dissertation

Hans Wagner (Deutscher Schulleiter des Colégio Humboldt zur Zeit der Planungsphase)

Für die redaktionelle Überarbeitung

Simone Wind (Freie Redakteurin)

Besonders bedanke ich mich bei **Frau Dr. Dorothee Wieser** (Gastprofessorin an der Humboldt-Universität zu Berlin für Neuere deutsche Literatur/Fachdidaktik Deutsch) für ihre fachliche Beratung zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung.

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater **Prof. Dr. Ulrich Steimüller** (Professor am Institut für Sprache und Kommunikation der Technischen Universität zu Berlin) für die engagierte Unterstützung, die stete Betreuung und seinen fachlichen Rat.

Anja Jütz

Inhaltsverzeichnis

1	<u>Einführung</u>	11
1.1	Gegenstand der Dissertation	11
1.2	Vorgehen	12
1.3	Sprachkompetenz als Voraussetzung für Fachkompetenz	16
1.3.1	Vernetzung der Teilkompetenzen beim Sachrechnen	18
1.3.2	Anforderungen an den Mathematikunterricht	19
1.4	Theoretische Grundlagen – Ein Überblick	19
1.5	Übersicht über die inhaltliche Struktur der Dissertation	25
2	<u>Die PISA-Studien</u>	27
2.1	Der PISA-Schock	29
2.2	Übersicht der PISA-Ergebnisse	30
2.3	Übersicht über die Entwicklung der Kompetenzen im Bereich Lesen	31
2.4	Übersicht über die Entwicklung der Kompetenzen im Bereich Mathematik	34
2.5	Konsequenzen	39
3	<u>Fachsprachen</u>	41
3.1	Übersicht zu den wesentlichen Modellen von Fachsprache in ihrer Bedeutung für den Bereich des Sachrechnens	47
3.2	Fachsprache bei Schülern nichtdeutscher Herkunftssprache	49
3.3	Einordnung der Fachsprache von Sachaufgaben	53
3.4	Grammatikverständnis zur Merkmalsbestimmung von Fachsprache in Sachaufgaben	55

3.5	Fachsprachliche Merkmale von Wörtern/Begriffen	57
3.5.1	Morphologie	58
3.5.2	Lexik	58
3.6	Fachsprachliche Merkmale des gesamten Textes einer Sachaufgabe	58
3.7	Fachsprachliche Merkmale der Präsentationsform von Sachaufgabentexten	59
3.7.1	Reale Phänomene	60
3.7.2	Authentische Materialien und Imitationen	60
3.7.3	Bildaufgaben/Aufgaben mit diskontinuierlichen Texten	61
3.7.4	Bild-Text-Aufgabe	62
3.7.5	Textaufgaben mit Frage	63
3.7.6	Textaufgabe ohne Frage	64
3.7.7	Sachtexte	65
3.7.8	Projekte	66
3.7.9	Innermathematische Aufgaben	67
3.7.10	Knobelaufgaben	67
3.7.11	Zusammenfassung der fachsprachlichen Merkmale der Präsentationsform	68
3.8	Das fachsprachliche Merkmal der sprachlogischen Komplexität	69
3.9	Zusammenfassung der Merkmale/Untersuchungskriterien	
3.9.1	Morphologie	70
3.9.2	Lexik	70
3.9.3	Syntax	70
3.9.4	Text	71
3.9.5	Sonstiges	71
4	<u>Lesekompetenz</u>	72
4.1	Verschiedene Modelle der Lesekompetenz	72
4.1.1	Das Lesekompetenzmodell/Literacy-Modell	73
4.1.2	Das Modell der Lesesozialisationsforschung	74
4.1.3	Weitere Theorien zur Lesekompetenz	75
4.2	Auffassung von Lesekompetenz als Grundlage dieser Arbeit	77
4.2.1	Formen der Kohärenzbildung bei Präsentationsformen von Sachaufgaben	79
4.2.1.1	Kohärenzbildung beim Verstehen von Texten	79
4.2.1.2	Kohärenzbildung beim Verstehen von Bildern	79
4.2.2	Erweiterter Lesebegriff als Grundlage dieser Arbeit	81
4.2.3	Weitere fachsprachliche Anforderungen der Lesekompetenz in Bezug auf Sachaufgaben	82
4.2.3.1	Fachsprachliche Merkmale	82
4.2.3.2	Vorwissen	82

4.2.3.3	Frage/Aufforderung	82
4.3	Zusammenfassung der Anforderungen zur Lesekompetenz bei Sachaufgabentexten	83
4.4	Strategisches Lesen	84
5	<u>Sachrechnen</u>	86
5.1	Mathematische Grundsituation	86
5.2	Definition von Sachrechnen	87
5.2.1	Sachrechnen als Problemlösen	87
5.2.2	Sachrechnen als mathematische Modellierung	90
5.2.3	Mathematische Modellierung nach Henning, Kubitzka & Hartfeld	92
5.3	Kompetenzstufen von Sachrechenaufgaben nach dem PISA-Modell	94
5.4	Größen als Gegenstand von Sachaufgaben	96
6	<u>Rückblick</u>	98
7	<u>Planung der Untersuchung</u>	101
7.1	Vorgehen	101
7.2	Messinstrumente	102
8	<u>Analyse der Ausgangslage</u>	105
8.1	Lesekompetenz	105
8.1.1	Lesekompetenz der Klasse 6B	106
8.1.2	Lesekompetenz der Klasse 7B	107
8.2	Beherrschen der deutschen Sprache	108
8.2.1	Einschätzung durch die Deutschlehrer	108
8.2.2	Selbsteinschätzung der Schüler	109
8.2.3	Gegenüberstellung zur Einschätzung des Beherrschens der deutschen Sprache	110
8.3	Haltung gegenüber Sachaufgaben	111

9	<u>Aufbau der Unterrichtsreihe</u>	114
9.1	Unterrichtsreihe 1: Umgang mit Größen	115
9.1.1	Aufbau der Unterrichtsreihe 1	115
9.1.2	Dokumentation der Unterrichtsreihe 1	116
9.2	Unterrichtsreihe 2: Umrechnen von Maßeinheiten	123
9.2.1	Aufbau der Unterrichtsreihe 2	123
9.2.2	Dokumentation der Unterrichtsreihe 2	124
9.3	Aufbau der Unterrichtsreihe 3: Lösen von Sachaufgaben	125
9.3.1	Unterrichtseinheit 1	125
9.3.2	Unterrichtseinheit 2	127
9.3.3	Unterrichtseinheit 3	127
9.4	Kriterien zur Auswahl der Sachaufgaben	128
9.5	Analyseformate	130
9.5.1	Analyse der Sachaufgaben	131
9.5.2	Interviews	132
9.5.3	Bearbeitungshilfe	138
9.5.3.1	Beispiel zur Aufgabe „Fahrplan“	143
9.5.3.2	Beispiel zur Aufgabe „Fische“	145
9.5.3.3	Beispiel zur Aufgabe „Lunge“	147
9.5.3.4	Beispiel zur Aufgabe „Schnee“	149
9.5.3.5	Beispiel zur Aufgabe „Teppich“	151
9.5.3.6	Beispiel zur Aufgabe „Urlaubsfahrt“	153
9.5.3.7	Beispiel zur Aufgabe „Zeitung“	155
9.5.4	Unterrichtsbeobachtung	157
10	<u>Analyse der Sachaufgaben</u>	158
10.1	Aufgabe Teppich	159
10.1.1	Theoretische Analyse ausgewählter Merkmale	159
10.1.1.1	Sprachlogische Komplexität	160
10.1.1.2	Fachsprachliche Merkmale	160
10.1.1.3	Präsentationsform	161
10.1.2	Unterrichtsbeobachtungen	162
10.1.3	Auswertung der Bearbeitungshilfen	162
10.1.3.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	162
10.1.3.2	Sprachlogische Komplexität/Modellieren	164
10.1.4	Auswertung der Interviews	166
10.1.4.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	166
10.1.4.2	Reihenfolge der mathematischen Bearbeitung/sprachlogische Komplexität	166
10.1.4.3	Mathematische Modellierung	167
10.1.4.4	Einschätzung der Unterstützung durch die Bearbeitungshilfe	168
10.1.4.5	Vorwissen	168

10.1.4.6	Bewertung des Schwierigkeitsgrades	168
10.1.5	Zusammenfassung	168
10.2	Aufgabe Urlaubsreise	172
10.2.1	Theoretische Analyse ausgewählter Merkmale	172
10.2.1.1	Sprachlogische Komplexität	173
10.2.1.2	Fachsprachliche Merkmale	174
10.2.1.3	Präsentationsform	175
10.2.1.4	Mathematische Anforderungen	175
10.2.2	Unterrichtsbeobachtungen	175
10.2.3	Auswertung der Bearbeitungshilfen	177
10.2.3.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	177
10.2.3.2	Sprachlogische Komplexität/Modellieren	180
10.2.4	Auswertung der Interviews	182
10.2.4.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	182
10.2.4.2	Reihenfolge der mathematischen Bearbeitung/sprachlogische Komplexität	184
10.2.4.3	Mathematische Modellierung	185
10.2.4.4	Einschätzung der Unterstützung durch die Bearbeitungshilfe	187
10.2.4.5	Vorwissen	187
10.2.4.6	Bewertung des Schwierigkeitsgrades	187
10.2.5	Zusammenfassung	187
10.3	Aufgabe Lunge	191
10.3.1	Theoretische Analyse ausgewählter Merkmale	191
10.3.1.1	Sprachlogische Komplexität	192
10.3.1.2	Fachsprachliche Merkmale	192
10.3.1.3	Präsentationsform	194
10.3.1.4	Mathematische Anforderungen	195
10.3.2	Unterrichtsbeobachtungen	195
10.3.3	Auswertung der Bearbeitungshilfen	196
10.3.3.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	197
10.3.3.2	Sprachlogische Komplexität/Modellieren	198
10.3.4	Auswertung der Interviews	200
10.3.4.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	201
10.3.4.2	Reihenfolge der mathematischen Bearbeitung/sprachlogische Komplexität	202
10.3.4.3	Mathematische Modellierung	204
10.3.4.4	Einschätzung der Unterstützung durch die Bearbeitungshilfe	205
10.3.4.5	Vorwissen	205
10.3.4.6	Bewertung des Schwierigkeitsgrades	205
10.3.5	Zusammenfassung	205
10.4	Aufgabe Fahrplan	209
10.4.1	Theoretische Analyse ausgewählter Merkmale	210
10.4.1.1	Sprachlogische Komplexität	210
10.4.1.2	Fachsprachliche Merkmale	211
10.4.1.3	Präsentationsform	212
10.4.1.4	Mathematische Anforderungen	212
10.4.2	Unterrichtsbeobachtungen	212

10.4.3	Auswertung der Bearbeitungshilfen	213
10.4.3.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	214
10.4.3.2	Modellieren	215
10.4.4	Auswertung der Interviews	218
10.4.5	Bewertung des Schwierigkeitsgrades	218
10.4.6	Zusammenfassung	219
10.5	Aufgabe Zeitung	223
10.5.1	Theoretische Analyse ausgewählter Merkmale	224
10.5.1.1	Sprachlogische Komplexität	224
10.5.1.2	Fachsprachliche Merkmale	225
10.5.1.3	Präsentationsform	227
10.5.1.4	Mathematische Anforderungen	228
10.5.2	Unterrichtsbeobachtungen	228
10.5.3	Auswertung der Bearbeitungshilfen	228
10.5.3.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	229
10.5.3.2	Sprachlogische Komplexität/Modellieren	230
10.5.4	Auswertung der Interviews	231
10.5.4.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	232
10.5.4.2	Bewertung des Schwierigkeitsgrades	233
10.5.5	Zusammenfassung	233
10.6	Aufgabe Fische	236
10.6.1	Theoretische Analyse ausgewählter Merkmale	237
10.6.1.1	Sprachlogische Komplexität	237
10.6.1.2	Fachsprachliche Merkmale	237
10.6.1.3	Präsentationsform	240
10.6.1.4	Mathematische Anforderungen	240
10.6.2	Unterrichtsbeobachtungen	240
10.6.3	Auswertung der Bearbeitungshilfen	241
10.6.3.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	241
10.6.3.2	Sprachlogische Komplexität/Modellieren	243
10.6.4	Auswertung der Interviews	245
10.6.4.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	246
10.6.4.2	Reihenfolge der mathematischen Bearbeitung/sprachlogische Komplexität	248
10.6.4.3	Mathematische Modellierung	249
10.6.4.4	Einschätzung der Unterstützung durch die Bearbeitungshilfe	250
10.6.4.5	Vorwissen	250
10.6.4.6	Bewertung des Schwierigkeitsgrades	250
10.6.5	Zusammenfassung	251
10.7	Aufgabe Schnee	254
10.7.1	Theoretische Analyse ausgewählter Merkmale	255
10.7.1.1	Sprachlogische Komplexität	255
10.7.1.2	Fachsprachliche Merkmale	258
10.7.1.3	Präsentationsform	258
10.7.1.4	Mathematische Anforderungen	259
10.7.2	Unterrichtsbeobachtungen	259
10.7.3	Auswertung der Bearbeitungshilfen	260

10.7.3.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	260
10.7.3.2	Sprachlogische Komplexität/Modellieren	261
10.7.4	Auswertung der Interviews	263
10.7.4.1	Fachsprachliche Schwierigkeiten	263
10.7.4.2	Mathematische Modellierung	265
10.7.4.3	Bewertung des Schwierigkeitsgrades	266
10.7.5	Zusammenfassung	267
11	<u>Darstellung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse</u>	269
11.1	Bestätigung von Annahme 1	269
11.1.1	Qualitative Auswertung der Zusammenfassungen	270
11.1.2	Auswertung der Bearbeitungshilfen	277
11.1.2.1	Qualitative Auswertung auftretender fachsprachlicher Schwierigkeiten	277
11.1.2.2	Quantitative Auswertung auftretender fachsprachlicher Schwierigkeiten	279
11.1.3	Das Spannungsfeld zwischen Rezipienten- und Produzentenkontext	280
11.1.4	Bestätigung von Annahme 1	282
11.2	Bestätigung von Annahme 2	283
11.2.1	Auswertung der Bearbeitungshilfe	285
11.2.1.1	Organisierende Strategie: Hervorheben/Unterstreichen von wichtigen Informationen und/oder unverständlichen Begriffen	288
11.2.1.2	Organisierende Strategie: Notieren nicht/schwer verständlicher Begriffe	288
11.2.1.3	Organisierende Strategie: Nachschlagen/Bedeutungsfindung bei nicht verständlichen Begriffen	288
11.2.1.4	Ord nende Strategie: Notieren lösungsrelevanter Informationen	289
11.2.1.5	Darstellen von Zusammenhängen zwischen den lösungsrelevanten Informationen	289
11.2.1.6	Ord nende Strategie: Notieren der gesuchten Größe	290
11.2.1.7	Mathematisierende Strategie: Notieren und Umwandeln wesentlicher Maßeinheiten	290
11.2.1.8	Mathematisierende Strategie: Notieren der geforderten Rechenschritte	290
11.2.1.9	Mathematisierende Strategie: Darstellen der Lösung	291
11.2.1.10	Interpretierende Strategie: Überprüfung der Lösung	291
11.2.1.11	Dokumentation: Markierung schwieriger Stellen im Lösungsverlauf	291
11.2.1.12	Dokumentation: Einschätzen des Schwierigkeitsgrades	291
11.2.1.13	Zusammenfassende Darstellung	292
11.2.2	Auswertung der Einschätzung hinsichtlich des Unterstützungsgrades der Bearbeitungshilfe	293
11.2.3	Auswertung durch die Interviews	293
11.2.4	Auswertung der Klassengespräche	294

11.2.5	Bestätigung von Annahme 2	294
11.3	Die Förderung des Verständnisses von Sachaufgaben aus fachsprachlicher Sicht	297
11.3.1	Intensionalität	298
11.3.2	Intertextualität	300
11.3.3	Situationalität	300
11.3.4	Informativität	302
11.3.5	Akzeptabilität	305
11.3.6	Zusammenfassung	306
12	<u>Zusammenfassung und Ausblick</u>	309
13	<u>Literaturverzeichnis</u>	311
14	<u>Abbildungsverzeichnis</u>	324

1 Einführung

1.1 Gegenstand der Dissertation

Thema: Förderung der Fachsprache im Mathematikunterricht insbesondere von Schülern nichtdeutscher Herkunftssprache der Klassenstufen 5 und 6 bei der Lösung von Sachaufgaben im Themenbereich „Größen“

Ausgangspunkt meiner Dissertation sind Sachaufgabentexte, die ich unter fachsprachlichen Gesichtspunkten auf ihr Anforderungspotenzial hin untersuchen möchte. Dabei konzentriere ich mich auf Sachaufgaben für die Jahrgangsstufen 5 und 6 im Themenbereich „Größen“. Mit der Begrifflichkeit „Schüler“ sind in der vorliegenden Arbeit sowohl Schülerinnen als auch Schüler gemeint.

Schon lange richtet sich mein berufliches Interesse auf den Bereich der speziellen Anforderungen, die Sachaufgaben nicht nur aus mathematischer, sondern zunächst aus sprachlicher Sicht an Schüler stellen. Ich unterrichte seit über zehn Jahren Deutsch und Mathematik, vornehmlich in den Klassenstufe 5 und 6. Dabei ist mir immer wieder aufgefallen, dass gerade die sprachlichen Anforderungen von Sachaufgabentexten, im Gegensatz zum rein formellen Rechnen, den Schülern besondere Probleme bereiten.

<p><u>Ausgangspunkt:</u> Eigene Erfahrungen aus langjähriger beruflicher Praxis, Ergebnisse der PISA-Studien</p>

Um die Aussage eines Sachaufgabentextes zu erfassen, müssen die Schüler zunächst alle im Text vorkommenden Wörter verstehen. Darüber hinaus ist es aber auch grundlegend, die Beziehung der Wörter untereinander nachzuvollziehen. Diese Beziehung wird durch die grammatische Struktur definiert, so dass die Schüler auf entsprechende grammatische Kenntnisse zurückgreifen müssen. Und nicht zuletzt spielt gerade bei Sachaufgaben das Vorwissen eine besondere Rolle, da die im Text dargestellte Situation in einen gedanklichen Kontext eingebunden werden muss, aus dem heraus die jeweilige Aufgabe mathematisch gelöst werden soll.

In allen Klassen, in denen ich unterrichtet habe, war der Anteil nichtdeutscher Schüler verhältnismäßig hoch und so wurde mir bewusst, dass gerade Schüler nichtdeutscher Herkunftssprache besondere Verständnisschwierigkeiten beim Verstehen von Sachaufgabentexten haben, oftmals ohne diese genau versprachlichen zu können.

Über den Rahmen meiner eigenen beruflichen Erfahrungen hinaus kann man an dieser Stelle auf die Ergebnisse der PISA-Studien verweisen, die einen ausdrücklichen Förderbedarf insbesondere von Schülern nichtdeutscher Herkunftssprache nachweisen.

Auf diese Weise rückten zunehmend konkret die Textstellen in meinen Fokus, die Probleme beim sinnentnehmenden Lesen einer Sachaufgabe hervorrufen können und es reifte der Entschluss, an dieser Stelle genauer zu forschen.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit eben diesen „sprachlichen Hürden“ von Sachaufgaben. Dabei gehe ich von folgender Annahme aus:

Annahme 1: „Das sprachliche Verständnis ist neben rein mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten die Voraussetzung dafür, Sachaufgaben erfolgreich zu lösen.“

Allerdings möchte ich nicht nur das sprachliche Anforderungspotenzial von Sachaufgaben darstellen, sondern in einem weiteren Schritt über mögliche Fördermaßnahmen nachdenken. Aus meiner beruflichen Praxis ist mir bekannt, dass Schüler oftmals schlichtweg über mangelnde Lesekompetenz verfügen, so dass es ihnen schwerfällt, den Inhalt von Sachaufgabentexten zu erfassen. Dies trifft sowohl auf Schüler nichtdeutscher Herkunftssprache als auch auf monolinguale deutschsprachige Schüler zu.

Daher nehme ich eine weitere Annahme mit in meine Arbeit auf, die sich auf die Förderung von Lesekompetenz bezieht:

Annahme 2: „Die spezifische Förderung der Lesekompetenz im Mathematikunterricht fördert das Verständnis von Sachaufgaben.“

1.2 Vorgehen

Wie bereits angedeutet, können sich Sachaufgaben durch eine hohe Komplexität auszeichnen. Wie ausgeprägt die Komplexität ist, hängt zum einen von ihren fachsprachlichen Merkmalen, wie Textbauplan, Fachlexik, Syntax oder Morphologie ab, zum anderen natürlich auch von der geforderten mathematischen Modellierung, also dem „Lösungsweg“, der zur erfolgreichen Bearbeitung der Aufgabe notwendig ist. Dabei können verschiedene Typen mathematischen Arbeitens zum Einsatz kommen, die wiederum jeweils ein unterschiedliches mathematisches Schwierigkeitsniveau aufweisen können.

Komplexität von Sachaufgaben:

- Fachsprachliche Aspekte
- Mathematisches Niveau
- Typen mathematischen Arbeitens
- Sachaufgabentyp
- Textpräsentation
- Sprachlogische Komplexität

Aber auch die Präsentationsform des Textes kann ausschlaggebend sein: Gerade bei Sachaufgaben treten häufig diskontinuierliche Texte auf, also solche Texte, die Abbildungen wie bildliche Darstellungen zur entsprechenden Sachsituation oder aber auch Diagramme aufweisen. Oftmals hängt die Präsentationsform von dem Typ der Sachaufgabe ab. Hier unterscheidet man verschiedene Formen, wie beispielsweise „Textaufgaben“, „Aufgaben mit authentischen Materialien“ oder „Projekte“.

Nicht zuletzt ist aber das Merkmal der sprachlogischen Komplexität ausschlaggebend für den Grad der Komplexität einer Aufgabe. Die sprachlogische Komplexität beschreibt die Anforderungen beim Erfassen und Verstehen von für die Lösung relevanten Informationen des Aufgabentextes, die danach in eine mathematische Beschreibung und Bearbeitung überführt werden. Das Merkmal der sprachlogischen Komplexität ist demnach das Verbindungsglied zwischen der „Textsprache“ und der „mathematischen Sprache“.

Es wird deutlich, dass der Untersuchungsgegenstand durch vielerlei Einflussfaktoren an Komplexität gewinnt. Mein Ziel ist es, zu Ergebnissen zu gelangen, die auch für andere nützlich sein können.

Aus diesem Grunde ist es erforderlich, eine Vereinfachung bei der Untersuchung zu erzielen: Ich wähle repräsentativ Aufgaben aus und versuche so, das Spektrum ihrer Komplexität mit ihren unterschiedlichen Erscheinungsformen abzudecken. Zu diesem Zweck entwickle ich ein Raster zur Merkmalsbestimmung von Sachaufgaben, das aus einer fundierten Auseinandersetzung mit den entsprechenden Teilbereichen von „Fachsprache“ und „Lesekompetenz“ sowie „Mathematische Modellierung“ und „Sachrechnen“ hervorgeht.

Auswahl repräsentativer Aufgaben:
Um ein möglichst breites Spektrum von Erscheinungsformen abzudecken

Während dieses Prozesses lege ich besonderen Wert auf das Herausarbeiten eigener Sichtweisen in den oben genannten Teilbereichen, die ich für die Zwecke der vorliegenden Arbeit miteinander verknüpfe. Auf diese Weise entsteht nicht nur ein Raster zur Auswahl von Sachaufgaben, sondern auch die sogenannte „Bearbeitungshilfe“. Es handelt sich hierbei um eine Vorgabe zur Bearbeitung der ausgewählten Sachaufgaben, die versucht, den Schülern eine Hilfe an die Hand zu geben, die Aufgabentexte schrittweise sinnentnehmend zu erlesen und diesen Prozess gleichzeitig mit der Abfolge mathematischer Modellierung zu verbinden.

Auf diese Weise entstehen Dokumente, die ich hinsichtlich auftretender sprachlicher Verständnisschwierigkeiten untersuchen kann, um in einem ersten Schritt meine Annahme überprüfen zu können, inwieweit das sprachliche Verständnis Voraussetzung zur erfolgreichen Lösung von Sachaufgaben ist.

Es handelt sich bei der vorliegenden Dissertation um eine theoretische Arbeit mit explorativem Anteil. Die Untersuchung wird in zwei Klassen der Jahrgangsstufen 5 und 6 durchgeführt. Insgesamt nehmen 37 Schüler teil und es liegen 219 Bearbeitungshilfen zur Dokumentenanalyse vor.

Die Untersuchungsgruppe ist also relativ klein, die Anzahl der verschiedenen Einflussfaktoren hingegen hoch. Vor allem lässt sich oftmals nicht deutlich erkennen, ob sprachliche Verständnisschwierigkeiten aufgrund mangelnder Lesekompetenz, nicht ausreichender Deutschkenntnisse oder schlichtweg aufgrund fehlenden Vorwissens auftreten. Zudem wird im Laufe der Durchführung durch die Auswertung eines im Vorfeld vorgeschalteten Fragebogens deutlich, wie sehr die subjektive Haltung der Schüler ihre Herangehensweise an die Bearbeitung von Sachaufgaben beeinflusst.

Qualitative Ausrichtung der Untersuchung:
Theoretische Arbeit mit explorativem Anteil

Diese Untersuchungsbedingungen legen demnach ein eher qualitatives Vorgehen nahe. Allerdings nehme ich durchaus auch quantitative Auszählungen vor, vor allem um das anzahlmäßige Auftreten konkreter sprachlicher Schwierigkeiten darzustellen. Dies erfolgt jedoch nur im Rahmen der beiden untersuchten Schülergruppen und erhebt keineswegs den Anspruch, empirisch abgesicherte Ergebnisse bereitzustellen. Vielmehr dient das quantitative Erfassen sprachlicher Schwierigkeiten einer vereinfachten Darstellung der

Untersuchungsergebnisse, mit dem Ziel, konkrete Anhaltspunkte herauszukristallisieren, die möglicherweise in weiteren Untersuchungen näher analysiert werden können.

Die Bearbeitungshilfe dient nicht nur allein zur Erfassung sprachlicher Schwierigkeiten. Sie fungiert gleichzeitig als Lese- und Lösehilfe zur Bearbeitung der Sachaufgaben und stellt somit eine Verbindung zwischen der Sprache der Sachaufgabentexte und ihrer Umsetzung in „mathematische Sprache“ dar. Sie dient entsprechend als fachspezifische Lesehilfe. Die Auswertung der Lösungswege der Schüler erlaubt demzufolge ebenfalls eine Erkundung dahingehend, inwieweit eine fachspezifische Leseförderung das Verständnis von Sachaufgaben fördern kann. Auch bei der Überprüfung dieser zweiten Annahme nehme ich u. a. eine quantitative Auswertung vor. Diese hat den gleichen Stellenwert wie die quantitative Darstellung auftretender sprachlicher Schwierigkeiten: Ebenfalls ohne den Anspruch empirisch abgesicherte Ergebnisse zu liefern, stellt sie dennoch Möglichkeiten zur Förderung von fachspezifischer Lesekompetenz vor.

Die Dokumentation durch den Einsatz der Bearbeitungshilfe stellt einen wesentlichen Teil zur Gewinnung von Untersuchungsformate Untersuchungsformaten im Rahmen der vorliegenden Arbeit dar. Allerdings greife ich auf weitere Untersuchungsformate zurück, um meine Erkenntnisse nicht allein auf die Form der Dokumentenanalyse zu stützen:

- Fragebogen für die Schüler (Teil 1) zur Einschätzung des Deutschniveaus
- Fragebogen für die Schüler (Teil 2) zur Einschätzung der Haltung gegenüber Sachaufgaben
- Einschätzung des Deutschniveaus durch die Fachlehrer
- Bearbeitungshilfe
- Interviews
- Unterrichtsbeobachtungen während der Durchführung der Unterrichtsreihe zu den untersuchten Sachaufgaben

Der Einsatz der weiteren Untersuchungsformate dient dazu, die durch die Auswertung der Bearbeitungshilfe gewonnen Erkenntnisse besser zu gewichten. So geben die Interviews mit den Schülern Hinweise darauf, worauf sich konkrete sprachliche Verständnisschwierigkeiten zurückführen lassen, also ob sie beispielsweise aufgrund mangelnder Lesekompetenz, aufgrund von Problemen mit der deutschen Sprache oder aufgrund fehlenden Vorwissens zustande gekommen sind.

Die Unterrichtsbeobachtungen dokumentieren die in der jeweiligen Gruppe auftretenden spontanen Probleme beim Verständnis sowie auch inwieweit die Schüler selbstständig auf Hilfsmittel zu deren Überwindung zurückgreifen, beispielsweise indem sie Wörterbücher oder auch Bücher aus anderen Fächern zu Rate ziehen.

Der Einschätzung des Deutschniveaus wird sowohl durch die Schüler selbst als auch von den jeweiligen Fachlehrern vorgenommen. Beide Einschätzungen werden gegenüber gestellt und ausgewertet und dienen zur Analyse der Ausgangslage, die auf einen hohen Anteil nichtmuttersprachlicher Schüler hinweist.

Besonders interessant erscheint die Auswertung der Fragebögen zur Haltung der Schüler gegenüber Sachaufgaben, die eine wesentliche Auswirkung auf die Herangehensweise bei der Lösung haben kann.

Die Durchführung der Untersuchung findet während des Regelunterrichts statt. Lediglich die Interviews werden ggf. auch außerhalb dieser Zeiten durchgeführt werden, da sie recht viel Zeit in Anspruch nehmen. Die Untersuchung selbst gliedert sich in verschiedene Phasen, die nach folgendem zuvor aufgestellten Plan ablaufen sollen:

Untersuchungsplan

<u>Phase 1</u>	<u>Unterrichtsreihe 1</u> Stationenlernen zum spielerischen Umgang mit allen Größen,	um im Sinne eines Spiralcurriculums an die Vorerfahrungen der Schüler anzuknüpfen.
	<u>Unterrichtsreihe 2</u> Umrechnen von Maßeinheiten als vertiefende Wiederholung,	mit dem Ziel einer zunehmenden Automatisierung wesentlicher Umrechnungsgrößen.
<u>Phase 2</u>	<u>Fragebogen</u> mit allen teilnehmenden Schülern zur Selbsteinschätzung des eigenen Deutschniveaus,	um im Abgleich mit der Einschätzung durch die Deutschlehrer das Deutschniveau der Ausgangslage bestimmen zu können.
	<u>Einschätzung des Deutschniveaus</u> der Schüler durch die jeweiligen Fachlehrer,	um im Abgleich mit der Selbsteinschätzung durch die Schüler das Deutschniveau der Ausgangslage bestimmen zu können.
<u>Phase 3</u>	<u>Fragebogen</u> mit allen teilnehmenden Schülern zur Haltung gegenüber Sachaufgaben,	um die motivationale Ausgangslage bestimmen zu können und bei der Durchführung zu berücksichtigen.
<u>Phase 4</u>	<u>Unterrichtsreihe 3</u> Lösen von Sachaufgaben mit Bearbeitungshilfe	mit dem Ziel, Daten im Hinblick auf die Analyse sprachlicher Schwierigkeiten zu gewinnen.
	<u>Unterrichtsbeobachtung</u> während der Durchführung der Unterrichtsreihe 3,	um die Ergebnisse der Auswertung der Bearbeitungshilfe (Dokumentenanalyse) besser einordnen zu können.
<u>Phase 5</u>	<u>Interviews</u> mit ausgewählten Schülern zum sprachlichen Verständnis der jeweiligen Sachaufgaben und ihrem Vorgehen bei der Lösung,	um die Ergebnisse der Auswertung der Bearbeitungshilfe (Dokumentenanalyse) besser einordnen zu können.

Um eine größtmögliche Objektivität bei der Durchführung der Untersuchung zu erzielen, greife ich bei der Gewinnung von Ergebnissen auf die Unterstützung durch Kollegen zurück. So erfolgt auch die Durchführung der Unterrichtsreihe 3, bei der die Dokumentationen durch die Bearbeitungshilfen entstehen, nach Möglichkeit über eine Kollegin. Dies hat den Vorteil, dass ich eine beobachtende Position einnehmen kann, die es mir erlaubt, entsprechende Beobachtungsprotokolle zu notieren.

1.3 Sprachkompetenz als Voraussetzung für Fachkompetenz

„Jeder Unterricht ist auch Sprachunterricht.“¹ Diese Aussage aus dem Lehrplan „Sprache“ für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen bringt eine wesentliche Tatsache auf den Punkt: Jeder Unterricht in der Schule wird über Sprache vermittelt und verstanden. Denn „wer nicht lesen kann, kann weder literarische Texte verstehen, noch kann er in den Sachfächern Informationen aus Texten entnehmen. (...) Wer sich sprachlich nicht ausdrücken kann, kann nicht nachfragen, kann seine Meinung nicht adäquat äußern und begründen. Dies gilt sowohl für den schriftlichen wie auch für den mündlichen Bereich.“² Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass gerade an Schüler mit nichtdeutscher Muttersprache besondere Herausforderungen im Schulunterricht gestellt werden.

Bei meinen Erfahrungen an verschiedenen Schulformen (Grund-, Haupt-, Real- und deutsche Auslandsschule) konnte ich feststellen, dass die schulischen Probleme von Schülern mit nichtdeutscher Muttersprache in der Grundschule zumeist noch aufgefangen werden konnten. (Anmerkung: In Nordrhein-Westfalen endet die Grundschule bereits nach der vierten Klasse). Dies führe ich darauf zurück, dass an vielen Grundschulen ein fächerübergreifender Zugang zu den Unterrichtsthemen angestrebt wird. Ein Thema wird von den Standpunkten verschiedener Fächer beleuchtet. Dabei spielt der sprachliche Zugang eine große Rolle, so dass eine sprachliche Förderung oft themen- (fach-) spezifisch gewährleistet ist.

Beim Übergang auf die weiterführenden Schulen jedoch ändert sich die Lehr- und Lernstruktur oft schon dadurch, dass der Unterrichtsstoff an verschiedene Unterrichtsfächer „verteilt“ wird und die Fachlehrer sich auf ihre Fächer spezialisiert haben. Mir ist aufgefallen, dass gerade im Fachbereich „Mathematik“ Lehrer unterrichten, deren weitere Fächer vornehmlich dem naturwissenschaftlichen Bereich zugeordnet werden können (Physik, Chemie, Biologie, Technik, Arbeitslehre). Diese Bereiche ergänzen sich in vielerlei Hinsicht, vernachlässigen jedoch den Aspekt der Sprachförderung. Aber: „Um Sprachförderung im Fachunterricht wirkungsvoll umsetzen zu können, benötigen allerdings auch die Fachlehrerinnen und Fachlehrer Grundkenntnisse in der linguistischen Beschreibung des Deutschen.“ Vgl.: Steinmüller³.

Darüber hinaus spiegeln sich die immer komplexeren Fachinhalte in der Unterrichtssprache wieder: Durch zunehmend differenzierte Fachterminologie und abstrakte Auseinandersetzung mit theoretischen Unterrichtsinhalten steigen die sprachlichen Anforderungen. Gleichzeitig fällt die noch in der Grundschule oft vorhandene gezielte, auf das jeweilige Fach bezogene sprachliche Unterstützung durch den Deutschlehrer weg. Dies führt vor allem bei Schülern mit nichtdeutscher Muttersprache zum „Backsliding“, einem Rückschritt bereits erworbener Sprachfähigkeit. In vielen Fällen wird durch solche Misserfolgserlebnisse eine „Negativspirale“ in Gang gesetzt: Gerade Schüler mit geringer Frustrationstoleranz neigen dazu, nicht mehr aktiv am Unterrichtsgeschehen teilzunehmen. Auf diese Weise verstärken sich die fachsprachlichen Probleme.

Es sind in erster Linie diese Probleme, die die in letzten Jahren regelmäßig durchgeführten Studien (Pisa, Vera, Iglu, Tims etc.) zu dem Ergebnis gelangen lassen, dass „... der

¹ Ministerium für Schule und Weiterbildung NRW: „Richtlinien Sprache Grundschule“, Verlagsgesellschaft Ritterbach mbH, Frechen, 2001

² Thiedemann, M., Wolz, H. : „Ein Projekt zur Förderung der Sprachfähigkeit“ in: Praxis Schule 5–10, Heft 2, Westermann, Braunschweig, 2004

³ Steinmüller, U. : „Deutsch als Fremdsprache: Didaktische Überlegungen zum Fachsprachenunterricht“, in: Zielsprache Deutsch 2/90, Stauffenburg Verlag, Tübingen, 1990, 16–23