



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

Die Relevanz von Lesekompetenz für den Mathematikunterricht

ausgeführt am

Institut für Diskrete Mathematik und Geometrie

der Technischen Universität Wien

Wiedner Hauptstraße 8-10

1040 Wien

unter Anleitung von

Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Manfred Kronfellner

durch

Christoph Kainz

Promenadegasse 45A/4

1170 Wien

Wien, am 04.05.2011

моей бабушке

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei meiner Familie bedanken, insbesondere bei meinen Eltern und meiner Schwester, die mir auf dem teilweise schwierigen Weg zur Diplomarbeit immer beiseite gestanden sind und das Studium überhaupt erst ermöglicht haben. Weiters ergeht auch ein ganz großes Danke an all diejenigen, die mich in den letzten Jahren begleitet und mit mir gemeinsam die Zeit – sei es an der TU, Slawistik oder Romanistik, bei brütender Hitze bei ActiLingua im Theresianum oder in *meiner* Integrativen Schule Hernals – bestritten haben. Abschließend möchte ich mich auch noch bei Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Kronfellner bedanken, der sich bereit erklärt hat, meine Diplomarbeit zu betreuen, und mir mit wertvollen Hinweisen beim Verfassen geholfen hat.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
2	Auch Mathematikunterricht ist Sprachunterricht	8
	2.1 Die Rolle der Sprache im Mathematikunterricht	8
	2.2 Parallelen zwischen Mathematik- und Sprachunterricht.....	11
3	Lesekompetenz	13
	3.1 Definition	13
	3.2 Sprachentwicklung und Lesekompetenz als Lehrziele	17
	3.2.1 Lehrplan: Allgemeiner Teil	17
	3.2.2 Lehrplan: AHS-Unterstufe	18
	3.2.3 Lehrplan: AHS-Oberstufe.....	18
	3.2.4 Grundsatzterlass zum Unterrichtsprinzip Leseeziehung	19
	3.2.5 Lehrziele des Mathematikunterrichts in Bezug auf Sprache und Lesen.....	19
	3.3 Exkurs: Österreich und PISA	23
4	Die Fachsprache Mathematik	25
	4.1 Definition	25
	4.2 Charakteristik der Fachsprache Mathematik.....	27
	4.2.1 Allgemeines	27
	4.2.2 Das mathematisch-spezifische Vokabular	29
	4.2.3 Symbolsprache.....	38
	4.2.4 Besonderheiten der Syntax	40
	4.2.5 Noch ein Vergleich mit natürlichen Sprachen.....	41
	4.2.6 Die mathematische Fachsprache in Schulbüchern	42
	4.3 Verwendung der Sprache im Klassenzimmer	44
5	Mathematikspezifisches Lesen	45
	5.1 Lesen von Texten	45
	5.1.1 Lesen als mentaler Prozess	45
	5.1.2 Beschaffenheit von Texten	47
	5.2 Mathematische Texte	49
	5.2.1 Textsorten im Mathematikunterricht	49
	5.2.2 Charakteristik mathematischer Texte	49
	5.2.3 Training der mathematischen Lesekompetenz	51

5.3	Textaufgaben.....	59
5.3.1	Charakteristik von Textaufgaben.....	59
5.3.2	Sinnhaftigkeit von Textaufgaben im Schulunterricht.....	59
5.3.3	Mentaler Ablauf bei Textaufgaben.....	62
5.3.4	Training von Textaufgaben.....	64
5.4	Texte von Lehrenden.....	66
5.5	Sprachliche Gestaltung von Schulbüchern.....	67
6	Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache im österreichischen Schulsystem.....	69
6.1	Begriffliche Grundlagen.....	69
6.2	Aktuelle Situation in Österreich.....	70
6.2.1	Zahlen und Statistiken	70
6.2.2	Ergebnisse von PISA	71
6.2.3	Chancen im Bildungsbereich.....	71
6.3	Situation der Kinder mit Deutsch als Zweitsprache im Schulunterricht.....	72
6.3.1	Sprachentwicklung bei Kindern mit Migrationshintergrund.....	72
6.3.2	Sprachliche Schwierigkeiten	75
6.3.3	Konkrete Fördermaßnahmen im Mathematikunterricht.....	76
7	Nachwort.....	80
8	Literaturverzeichnis.....	82
9	Abbildungsverzeichnis.....	89
10	Anhang	90
10.1	Kulturstatistik 2007.....	90
10.2	Schülerinnen und Schüler mit anderen Erstsprachen als Deutsch – Statistische Übersicht Schuljahre 2002/03 bis 2009/10	91
10.3	Beispielseiten aus <i>Interkulturelles Lernen Mathematik – 7. Schulstufe</i>	93

1 Einleitung

Bei der Auswahl des Themas für meine Diplomarbeit standen für mich zwei zentrale Überlegungen im Vordergrund. Einerseits wollte ich darin mein Interesse sowohl an Mathematik als auch an Sprache(n), das sich im Rahmen meines Mathematik-, Russisch- und Französischstudiums sowie bei der Tätigkeit als Lektor für Deutsch als Fremdsprache immer mehr vergrößerte, verbinden. Andererseits entwickelte ich im Laufe meines Studiums besonderes Interesse für die Didaktik. Es war mir außerdem ein großes Anliegen, ein Thema zu finden, von dem ich und hoffentlich auch andere Lehrerinnen und Lehrer im Schulalltag profitieren können.

Durch diese Gedanken veranlasst, kam ich bald auf die Idee, mich mit der Rolle der Sprache im Mathematikunterricht zu beschäftigen. Jedoch wollte ich dieses Thema nicht in seiner gesamten Breite behandeln, sondern entschied mich dafür, speziell auf die Lesekompetenz und ihre Relevanz für den Mathematikunterricht einzugehen. Ein entscheidender Grund dafür liegt in der Tatsache, dass ich während meiner Tätigkeit als Nachhilfelehrer in den letzten Jahren gemerkt habe, dass bei vielen Schülern und Schülerinnen das schlechte Abschneiden bei Textbeispielen und in weiterer Folge die schlechten Mathematiknoten nicht ausschließlich an den mangelnden mathematischen Fähigkeiten liegen, sondern der Grund auch häufig bei den unzureichenden Sprachkenntnissen bzw. der unzulänglichen Lesefertigkeit zu suchen ist. Dies habe ich zum Anlass genommen, um zu untersuchen, warum gerade mathematische Texte schwer zu verstehen sind und inwiefern Mathematiklehrerinnen und -lehrer aufgefordert sind, die Lesekompetenz zu fördern.

Auf Grund dieser Überlegungen habe ich folgende zentrale Fragestellungen für meine Arbeit formuliert: Zu Beginn (*Kapitel 2*) möchte ich kurz auf die Rolle der Sprache im Mathematikunterricht eingehen und untersuchen, welche Parallelen zum Sprachunterricht vorhanden sind. In *Kapitel 3* werde ich versuchen, den Begriff *Lesekompetenz* zu definieren, und danach herausarbeiten, welche Forderungen es diesbezüglich in den derzeit gültigen österreichischen Lehrplänen gibt. Am Ende dieses Abschnitts möchte ich auch einen kurzen Exkurs zur PISA-Studie einfügen und die für mein Thema relevanten Ergebnisse daraus präsentieren. Im darauffolgenden Teil (*Kapitel 4*) wird die Sprache der Mathematik selbst genauer untersucht. Auf der einen Seite will ich hierbei die mathematischen Schreibweisen und Ausdrücke in Bezug auf deren Aufbau erläutern, auf der anderen Seite werde ich die Fachsprache der Mathematik sowie die sprachlichen Mittel des Deutschen, mit denen mathematische Sachverhalte und Vorgänge beschrieben werden, analysieren. Hierbei möchte ich auch ein besonderes Au-

genmerk auf die Vielzahl fachspezifischer Begriffe legen, die Jugendliche im Laufe ihrer Schulzeit erlernen und beherrschen müssen, und gleichzeitig auch Möglichkeiten aufzeigen, wie man sie möglichst effizient lehren und lernen kann. In *Kapitel 5* werde ich die verschiedenen Arten von mathematischen Texten, die im Unterricht verwendet werden, aufzählen, auf die spezifischen Schwierigkeiten darin hinweisen und mögliche Fördermaßnahmen beschreiben. Ganz besonders will ich dabei auf Textbeispiele und das Schulbuch als Textquelle eingehen. Abschließen werde ich die Arbeit mit einem gerade in Wien sehr brisanten Thema: Der letzte Abschnitt (*Kapitel 6*) handelt von jenen Schülern und Schülerinnen, deren Muttersprache nicht Deutsch ist. Dabei möchte ich zunächst einen kurzen Überblick über die mehrsprachige Situation speziell in Wiens Klassen geben, danach die spezifischen Probleme dieser Jugendlichen analysieren und zuletzt auf mögliche Fördermaßnahmen im Unterricht hinweisen.

Zu Beginn meiner Arbeit war ich unsicher, ob sich zu einem derartigen Thema überhaupt genügend Literatur finden lassen würde, um darüber eine Diplomarbeit schreiben zu können. Diese Befürchtung hat sich allerdings nicht bewahrheitet. Wenn man sich näher mit dem Thema auseinandersetzt, öffnen sich ständig neue Forschungsfelder und man findet viel Literatur, die sich mit dieser Problematik beschäftigt. Die Erkenntnis, dass einige gegenwärtige Didaktikerinnen und Didaktiker bereits den Zusammenhang zwischen Mathematik und Sprache bestätigt haben, unterstreicht die Relevanz des Themas. In ihren Werken bekräftigen diese Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen, dass die beiden Fächer nicht mehr ausschließlich getrennt voneinander behandelt werden dürfen.

Als Werk, das einen guten Gesamtüberblick über dieses Thema gibt, kann ich das Buch *Mathematik und Sprache* von Hermann Maier und Fritz Schweiger (MAIER 1999) empfehlen. Eine gute Einführung in die Problematik der Lesekompetenz bietet das Werk *Sachtexte lesen im Fachunterricht der Sekundarstufe* (LEISEN 2009), das vom Studienseminar Koblenz unter der Leitung von Josef Leisen und Hanna Mentges herausgegeben wurde.

2 Auch Mathematikunterricht ist Sprachunterricht

2.1 Die Rolle der Sprache im Mathematikunterricht

Zu Beginn wird sich mancher Leser bzw. manche Leserin vielleicht die Frage stellen, warum sich Mathematiklehrer und -lehrerinnen für Sprache(n) interessieren sollen. Viele haben wahrscheinlich bewusst das Fach „Mathematik“ gewählt, weil sie in Sprachen nicht so begabt sind oder kein besonderes Interesse an ihnen haben. Auch in unseren Köpfen sind Sprachen und naturwissenschaftliche Fächer meist noch stark voneinander getrennt, am konträrsten gelten vermutlich die Fächer Deutsch und Mathematik. Wer kennt aus seiner Schulzeit nicht die Aussage „Wer in Sprachen gut ist, kann nicht gleichzeitig auch in Mathematik gut sein“ und vice versa. Ziel dieses Kapitels ist es zu zeigen, wie stark auch der Mathematikunterricht von Sprache abhängig ist, ja sogar ohne Sprache gar nicht möglich wäre, und warum sich deshalb jede Lehrkraft, unabhängig von den Fächern, die sie unterrichtet, mit dieser Fragestellung auseinandersetzen sollte.

Zu allererst muss man sich dessen bewusst sein, dass Mathematik in einer bestimmten Sprache formuliert, aufgezeichnet und mitgeteilt wird, die sich durch ganz besondere Merkmale, teilweise deutlich von der Alltagssprache abweichend, charakterisieren lässt (siehe *Kapitel 4*). Im Mathematikunterricht sollen außerdem laut Lehrplan Kompetenzen erworben werden, die ohne Sprache nicht vorstell- bzw. lösbar wären (siehe *Kapitel 3*). Darunter fallen zum Beispiel die Fähigkeiten, Angaben zu verstehen, Beispiele zu lösen und dabei den Rechenweg zu erklären, Antworten auf Fragen der Lehrperson zu geben, Sachverhalte zu begründen oder zu beweisen. All diese Kompetenzen verlangen sowohl mathematische als auch sprachliche Fertigkeiten. Wenn ein Teil davon nur unzulänglich oder überhaupt nicht entwickelt ist, bewirkt dies automatisch eine Benachteiligung im Mathematikunterricht.

Diese Fähigkeiten verlieren auch nach Ende der Schulzeit nicht an Wichtigkeit. Zum Beispiel gilt gerade die Kompetenz, schlüssig argumentieren zu können, heute als eine der Schlüsselqualifikationen nicht nur in der Schule, sondern in weiterer Folge auch an der Universität und im Berufsleben. Und genau da eignet sich die Mathematik hervorragend, um präzise, genau und widerspruchsfrei Sachverhalte darzustellen und argumentieren zu üben (vgl. KRAUTHAUSEN 2007, 154ff.).

Wenn man eine gewöhnliche Schulstunde im Kopf ablaufen lässt, wird man den großen Anteil an Sprache sofort feststellen können. Die Lehrkraft erklärt Beispiele, stellt Fragen, Schüler und Schülerinnen geben Antworten, lesen Texte im Schulbuch und vieles mehr. Das klingt zunächst banal, dennoch muss man sich meines Erachtens über den Stellenwert der

Sprache im Unterricht einmal bewusst werden. Jede Lehrperson sollte sich daher überlegen, wie sie Sprache im Unterricht einsetzt, welche Begriffe, Formulierungen etc. sie verwendet, und wie sie sich an die Gegebenheiten der jeweiligen Klasse anpasst. Es wird niemand in Frage stellen, dass man mit Zehnjährigen anders als mit Maturantinnen und Maturanten reden muss. Ebenso wird man in einer Schule mit einem hohen Prozentsatz an Schülern und Schülerinnen mit Migrationshintergrund eine andere Wortwahl treffen als in Klassen, in denen der Großteil der Jugendlichen Deutsch als Muttersprache hat. Zusätzlich muss man aber gerade in Fachsprachen (und es steht außer Zweifel, dass Mathematik eine Fachsprache hat und ist), die zusätzlich spezielle Strukturen abweichend von der Alltagssprache besitzen, besonders sensibel mit Gesprochenem umgehen, damit der Vortrag für alle Lernenden verständlich bleibt. Ein sinnloses und unüberlegtes Herumwerfen mit Fachbegriffen hat hier keinen Sinn.

Diese Unvorsichtigkeit ist wahrscheinlich auch einer der Gründe, warum die Mathematik oft den Ruf einer „Geheimwissenschaft“ hat. Wenn man Texte in Philosophie, Geschichte oder Pädagogik hört oder liest, kennt man vielleicht auch nicht alle Begriffe, kann aber im Allgemeinen durch sein Vorwissen Zusammenhänge erkennen und verfolgen, worum es sich handelt. Ganz anders ist das bei mathematischen Artikeln – wenn sich jemand nicht mit Mathematik beschäftigt, werden viele mathematische Abhandlungen unklar bleiben, selbst wenn man die meisten Symbole kennt und der Text in der Muttersprache verfasst ist (vgl. MESCHKOWSKI 1965, 158f.). Schon Goethe hat diese Sonderstellung bemerkt und daher über Mathematiker gesagt: „Die Mathematiker sind eine Art Franzosen; redet man zu ihnen, so übersetzen sie es in ihre Sprache, und dann ist es alsobald ganz etwas anderes“ (GOETHE 1836, 474).

Der unmittelbare Zusammenhang der beiden Disziplinen wird nun an ein paar Beispielen demonstriert. Betrachtet man den Beginn der mathematischen Erfahrungen, die ein Kind in seinem Leben macht, so zeigt sich ganz deutlich, wie eng diese mit der sprachlichen Kompetenz verbunden sind. Nehmen wir als Beispiel das Alter des Kindes, in dem es die Zahlen und das Zählen lernt. Gehören nun die Worte bzw. Zahlen „eins, zwei, drei, ...“ zur Mutter- oder Mathematiksprache? Wenn ein Kind versucht auszudrücken, wie alt, wie schwer oder wie groß es ist, steht dann der sprachliche oder mathematische Aspekt im Vordergrund? Wo sind die Grenzen zu ziehen? Hier muss man allerdings zusätzlich festhalten, dass die Gemeinsamkeiten mit steigendem Niveau nicht immer ganz eindeutig festzustellen bleiben (vgl. FREUDENTHAL 1985, 3f.).

Es gibt diese Besonderheit auch in vielen Wendungen des täglichen Lebens, in denen mathematische und sprachliche Ausdrücke miteinander verbunden sind, selbst wenn wir uns des-

sen nicht immer so bewusst sind: Man denke nur an den Dialog: „Wo warst du gestern Abend?“ – „Mit einer Freundin in der Disco in Krähwinkel.“ – „Wo ist denn das?“ ... „Ja, etwa 20 Kilometer südlich vom Stadtzentrum, aber wegen des dichten Verkehrs haben wir über eine halbe Stunde gebraucht.““ Schon sind in ganz gewöhnlichen Dialogen die (mathematischen) Begriffe der Orientierung und des Messens vorhanden (SCHWEIGER 2010, 12).

Weiters gilt ein gewisses Repertoire an mathematischer Sprache unabdingbar als Teil der Allgemeinbildung. Auch wenn es heute noch immer von Teilen der Gesellschaft toleriert wird, von Mathematik keine Ahnung zu haben, gibt es gewisse Begriffe und Ausdrucksweisen, die auf jeden Fall zur Allgemeinbildung dazugehören. Und alleine schon das Verstehen und Produzieren von sinnvollen mathematischen Ausdrücken ist ein Beitrag zur Bildung, der im täglichen Leben auch gefordert wird. Dies ist notwendig, um zum Beispiel Statistiken lesen, beschreiben und interpretieren zu können, mathematische Sachverhalte zu analysieren, zu hinterfragen und sich nicht etwa von jeder Werbeaktion hinters Licht führen zu lassen. Es darf auch kein Problem darstellen, Zusammenhänge wie „In einem College sind 5 mal mehr Studenten als Professoren“ richtig interpretieren zu können, egal ob man nun studiert hat oder nicht (vgl. MESCHKOWSKI 1965, 159; SCHWEIGER 2010, 15).

Einige Didaktiker und Didaktikerinnen gehen heute schon so weit, dass sie die Sprache als Schlüssel zum Erfolg in der Mathematik sehen (vgl. GALLIN 1998, 91f.). Manche Bildungsexpertinnen und -experten vertreten sogar die Meinung, dass die Lesekompetenz *die* grundlegende Kompetenz ist, der alle anderen (Mathematik, Naturwissenschaft, etc.) untergeordnet sind (vgl. LEISEN 2009, 21). Auch wenn dieser Ansatz heute noch nicht viel Verbreitung gefunden hat, findet man bereits in der 1968 erschienenen vierten Auflage des Werks *Methodik des mathematischen Unterrichtens* von Lietzmann folgenden Leitsatz: „Jede Unterrichtsstunde soll eine deutsche Stunde sein“ (LIETZMANN 1968, 29).

Abschließend sei noch auf folgenden Vergleich von Thiel hingewiesen, der meiner Meinung nach gut getroffen ist.

Wenn man das Bild auf der rechten Seite (Abb. 1) betrachtet,

kann man sowohl eine Vase als auch zwei Gesichter erkennen. Beide Darstellungen sind mögliche Interpretationen, jedoch erfasst der Großteil der Betrachter und Betrachterinnen ohne zusätzliche Hinweise zunächst wahrscheinlich nur ein Bild. Der Inhalt der Wahrnehmung wird wesentlich von der Einstellung und den Erfahrungen des Subjekts beeinflusst. Deshalb wird derselbe Gegenstand von verschiedenen Menschen unterschiedlich wahrgenommen.



Abb. 1

nommen (vgl. THIEL 1975, 146f.). So ähnlich verhält es sich meines Erachtens auch mit Sprache und Mathematik im Mathematikunterricht. Es sind stets beide Komponenten vorhanden, auch wenn man sie nicht immer sofort erkennen kann.

2.2 Parallelen zwischen Mathematik- und Sprachunterricht

„Der gewissenhafte und geschickte Mathematiker, der nicht bloß Zahlen- und Formelkrämer oder Figurenmaler ist, ist ein nicht zu verachtender Bundesgenosse des Sprachlehrers“ J.V.C. Hoffmann (LIETZMANN 1968, 29).

Manche Didaktikerinnen und Didaktiker bezeichnen heute die Mathematik als erste Fremdsprache, mit der ein Kind konfrontiert wird (vgl. GAARLICH 1991, 102). Bei diesem Vergleich eröffnen sich mehrere Fragestellungen: Wie lehre und lerne ich nun Mathematik unter diesem neuen Aspekt? Gibt es Parallelen zum „normalen Sprachunterricht“ in der Schule bzw. welche gravierenden Unterschiede bestehen? Was ändert sich dadurch am bisherigen Unterricht? Möglicherweise kann der Mathematikunterricht durch ein Umdeuten von den didaktischen Prinzipien des Sprachunterrichts profitieren.

Dieser Ansatz existiert schon jahrhundertlang. Leibniz hat zum Beispiel einen philosophischen Begriff von Sprache geprägt, der sehr weit gefasst ist und auch die Mathematik in ihrer Funktion als Sprache beinhaltet:

„Alles menschliche Denken vollzieht sich mittels gewisser Zeichen oder Charaktere... Zu den Zeichen zähle ich demnach die Wörter, die Buchstaben, die chemischen, die astronomischen, die chinesischen, die hieroglyphischen Figuren, die Noten der Musik, die geheimschriftlichen, die arithmetischen, algebraischen und alle anderen Zeichen, die wir beim Denken für die Dinge gebrauchen“ (THIEL 1975, 114).

Leibniz war sich außerdem bereits im Klaren, dass sowohl *künstliche Sprachen*, zu denen er die Mathematik zählte, als auch die *natürlichen Sprachen* Syntax und Semantik besitzen. An einem einfachen Beispiel lässt sich diese Behauptung für den Bereich der Syntax illustrieren. Liest man den englischen Satz „Where do come you from?“, kann man feststellen, dass hier gegen die syntaktischen Regeln der Sprache verstoßen wurde. Auch in der Mathematik lässt sich leicht ein ähnliches Beispiel finden. Beim Ausdruck „ $3 + - = x$ “ wird jeder zustimmen, dass gegen die Normen der Syntax der Mathematik gehandelt wurde und somit ein Fehler entstanden ist. Daraus lässt sich schließen, dass eine bestimmte Syntax in jeder Sprache zu erlernen ist und daher sich sowohl Mathematik- als auch Sprachlehrende (in verschiedenem Ausmaß) überlegen müssen, wie sie diese ihren Schülern und Schülerinnen beibringen (vgl. THIEL 1975, 114f.).

Dazu kommt die Fülle an Vokabel, die man beim Erlernen einer Sprache erwerben muss. In den natürlichen Sprachen ist klar, was damit gemeint ist, in der Mathematik handelt es sich um die Vielzahl an Fachbegriffen, die entweder gar nicht, nur teilweise oder sogar in anderen Bedeutungen im Alltag vorkommen. Dabei stellt sich wie auch im Sprachunterricht die Frage, auf welche Weise man die mathematischen Begriffen am besten lehrt und lernt (vgl. *Kapitel 4*) (vgl. VOLLRATH 1984).

Interessant ist meines Erachtens der Vergleich, dass aus der Mathematik bekannte Strukturen auch in Sprachen auftreten, nur dort nicht so bewusst wahrgenommen werden. Man findet zum Beispiel das Distributivgesetz $(a+b)c=ac+bc$ ebenfalls in sprachlichen Wendungen des Deutschen. Allerdings ist es nicht üblich, diese Erscheinung auch so zu bezeichnen. An einem einfachen Beispiel lässt sich die Existenz demonstrieren. Der Ausdruck *Volksschule und Hauptschule* entspricht der Form $ac+bc$. Auf der anderen Seite ist aber auch der Ausdruck *Volks- und Hauptschule*, was wiederum die Form $(a+b)c$ widerspiegelt, im Deutschen üblich (vgl. EICHBERGER 1991, 45).

Manchmal findet man sogar ganze Phrasen aus der Mathematik in der Alltagssprache wieder. Hier gilt es in beiden Fällen besonders auf die Syntax und die Reihenfolge zu achten. Die allen Mathematikstudierenden gut bekannte Formulierung „ $\forall \epsilon > 0 \exists \delta > 0: \dots$ “ aus der Stetigkeitsdefinition lässt sich hier als Beispiel gut anführen. Man kann schon am Buchstaben ϵ die konventionelle Signalwirkung erkennen. Im Alltag ist es die Verschiedenheit der Begriffe und eine leichte Phrasierung, die hier helfen: „Für alle Krankheiten gibt es eine passende Behandlung“ ist vielleicht noch ein Wunschtraum, hingegen der Satz „Es gibt eine Behandlung, die bei jeder Krankheit hilft“ kaum glaubwürdig. In der Mathematik sind ϵ und δ beides eben nur Zahlen. Man sieht also, dass auch in der Alltagssprache der All- und Existenzquantor vorkommen, die ebenfalls mit Vorsicht und Präzision verwendet werden müssen, um einen Sachverhalt richtig zu beschreiben (vgl. SCHWEIGER 2010, 18).

Auf Grund dieser gemeinsamen Ausgangslage sind in den letzten Jahren bereits Kooperationen zwischen Sprach- und Mathematiklehrenden entstanden. Besonders seien hier der Mathematiklehrer Peter Gallin und der Deutschlehrer Urs Ruf aus der Schweiz zu erwähnen. Als eine der ersten auf diesem Gebiet haben sie versucht, Nutzen aus dem Wissen des jeweils anderen Faches für ihren eigenen Unterricht zu ziehen. Ganz wesentlich war und ist die Erkenntnis auf Seiten des Mathematikers, dass die Schwierigkeiten, die Jugendliche oft mit mathematischen Sachverhalten und Erklärungen haben, nicht nur an den Lernenden selbst liegen. Auch der studierte Germanist hat bei ungeschickten und unvorsichtigen Formulierungen sei-

nes Kollegen Probleme, ihm bei mathematischen Dialogen folgen zu können (vgl. GALLIN 1998, 8ff.).

Von diesem neuen Denkansatz geleitet, haben sich schon einige fächerübergreifende Projekte zwischen Lehrkräften so „unterschiedlicher Fächer“ entwickelt. Es gibt bereits eigene kleine Curricula für Einheiten, die auf die Kooperation des Deutsch- und Mathematikunterrichts gestützt sind. Das betrifft etwa die Förderung von Kommunikation oder Argumentation, die schriftsprachliche Ausdrucksfähigkeit und auch die Lesefähigkeit. Ein gut kommentiertes Beispiel ist etwa in der Erarbeitung von Definitionen im fächerübergreifenden Unterricht dokumentiert (vgl. SCHNEITER 1985).

Teilweise sind dieselben didaktischen Ansätze sowohl in Sprach- als auch Mathematikunterricht zu finden. Im Fremdsprachenunterricht existiert die Meinung, Lernende in ein sogenanntes „sprachliches Bad“ zu setzen und sie von allen Seiten so viel wie möglich der Sprache auszusetzen. Zu Beginn des Artikels von Gaarlichs und Hagstedt befindet sich ein Zitat von Hartmut von Hentig, das meines Erachtens gerade diesen Aspekt besonders gut unterstreicht.

„Mathematik müßte [sic!] so allgemein gemacht werden
wie die Muttersprache:
wir müssten lernen, in ihr zu leben,
wahrzunehmen, zu denken, zu kommunizieren.
.... Wir müßten [sic!] die Mathematik ... entzaubern“
(GAARLICHS 1991, 102).

In diesen Zeilen wird gefordert, dass Mathematik viel mehr und vor allem viel bewusster in das Leben der Kinder integriert werden sollte. Gerade das könnte jeder Mathematiklehrer bzw. jede Mathematiklehrerin mitgestalten.

3 Lesekompetenz

3.1 Definition

„Lesen heißt, dass ein Leser einem Text (Geschriebenem, Gedrucktem, aber auch Zeichen anderer Art) im Vorgang des Verstehens Bedeutung gibt. Kompetentes Lesen erfordert nicht nur, Einzelzeichen zu entziffern, sondern darüber hinaus, Zusammenhänge eines Textes zu erschließen und ihn so synthetisierend zu verstehen“ (BROCKHAUS).

Der Definition von Brockhaus nach umfasst Lesen vielmehr, als nur einzelne Wörter zu entziffern. Ganz im Gegenteil ist Lesen eine aktive, bedeutungsschaffende Tätigkeit, bei der

die Leserinnen und Leser die Angebote des Textes an ihr Sprach- und Weltwissen konstruktiv anschließen müssen, um sie für sich sinnhaft zu machen (vgl. BROCKHAUS).

So gesehen ist Lesen Voraussetzung für schulischen und beruflichen Erfolg, ja noch viel mehr sogar für die aktive Teilnahme am gesellschaftlichen Leben. Kompetentes Lesen ist definitiv zu einer kulturellen Schlüsselqualifikation geworden. Wer damit Probleme hat, wird in unserer Gesellschaft immer benachteiligt sein (vgl. ebd.).

Zum Vergleich sei an dieser Stelle die Auffassung der Lesekompetenz nach PISA (Programme for International Student Assessment), der internationalen Schulleistungsstudie der OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), angeführt.

„Unter Lesekompetenz versteht PISA die Fähigkeit, geschriebene Texte unterschiedlichster Art in ihren Aussagen, ihren Absichten und ihrer formalen Struktur zu verstehen und sie in einen größeren sinnstiftenden Zusammenhang einzuordnen sowie in der Lage zu sein, Texte für verschiedene Zwecke sachgerecht zu nutzen. In der Entfaltung dieser Definition unterscheidet PISA unterschiedliche Textsorten, typische Anwendungssituationen und eine Reihe von Leseaufgaben, die verschiedene Aspekte des Textverständnisses erfassen“ (LEISEN 2009, 83).

Sehr ähnlich wie im Brockhaus beschrieben, sieht also auch PISA in der Lesekompetenz, die dort oft mit dem Ausdruck *Reading Literacy* bezeichnet wird, eine grundlegende Form kommunikativen Umgangs mit der Welt. Interessant ist hier anzumerken, dass PISA von einem fachübergreifenden Lesebegriff ausgeht. Zum Textverständnis gehört daneben auch die Fähigkeit, Texte funktional zu nutzen und sie zu reflektieren, um eigene Ziele zu erreichen, eigene Potenziale weiterzuentwickeln und am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen (vgl. ebd.).

Auch im Leseerlass des Bundesministeriums für Unterricht, Kunst und Kultur wird dieser Ansatz der Lesefertigkeit aufgegriffen. Daneben wird darauf hingewiesen, dass Lesekompetenz im Wesentlichen aus den drei Teilbereichen *Lesesicherheit* (Lesegenauigkeit), *Lesegeläufigkeit* (Leseflüssigkeit) und *sinnverstehendes und sinngestaltendes Lesen* (sinnerfassendes Lesen) von Texten mit unterschiedlicher Länge, Komplexität und Sinngehalt besteht (vgl. BMUKK 1999).

Um die Kompetenz von Lesern und Leserinnen nach ihrem Niveau einzuteilen, gibt es verschiedene Ansätze. Zwei Möglichkeiten werden hier präsentiert:

PISA unterscheidet drei Kompetenzbereiche: *Informationen ermitteln* (= eine oder mehrere Informationen bzw. Teilinformationen im Text lokalisieren), *textbezogenes Interpretieren* (= Bedeutung konstruieren und Schlussfolgerungen aus einem oder mehreren Teilen des Textes ziehen) und *Reflektieren und Bewerten* (= den Text mit eigenen Erfahrungen, Wissensbeständen und Ideen in Beziehung setzen, sich mit dem Gelesenen kritisch auseinandersetzen). Jeder

Kompetenzbereich wird dann in drei Kompetenzstufen geteilt. Das ergibt folgende Lesekompetenzmatrix:

		Kompetenzbereich		
		A: Informationen ermitteln	B: Textbezogenes Interpretieren	C: Reflektieren und Bewerten
Kompetenzstufen	I	unabhängige, aber ausdrücklich gegebene Informationen lokalisieren	den Hauptgedanken des Textes oder die Intention des Autors erkennen, wenn das Thema bekannt ist	eine einfache Verbindung zwischen Textinformation und Alltagswissen herstellen
	II	Einzelinformationen heraussuchen und Beziehungen beachten	Aussagen in verschiedenen Textteilen berücksichtigen und integrieren	Vergleiche ziehen und Verbindungen herstellen, Erklärungen geben und Merkmale bewerten
	III	tief eingebettete Informationen lokalisieren und geordnet wiedergeben	einen unbekanntem Text in den Details verstehen	einen Text kritisch bewerten und Hypothesen formulieren unter Nutzung von speziellem Wissen

(LEISEN 2009, 84).

Einen ganz anderen Zugang beschreibt Groeben. In seinem Buch *Textverständnis – Textverständlichkeit* schlägt er eine Klassifikation nach vier Niveaustufen vor, die auf Grund empirischer Prüfung bei Schülerinnen und Schülern entstanden ist:

- Selbstständiges Lesen entspricht einem Lesen mit einer Verständnisrate von mehr als 90 %, das heißt 90 % der im Text vorkommenden Sachinhalte werden korrekt erfasst. Dieses Niveau liefert sehr gute Voraussetzungen für das Textverstehen.
- Strukturell vorhandene Lesefähigkeit bringt mit mehr als 75 % noch eine befriedigende Verstehensrate.
- Bei einer noch unterrichtsbefähigenden Lesefähigkeit ist die Verständnisrate auf etwa 50 % beschränkt. Sie bringt bei jedem 14. Wort einen Wahrnehmungsfehler hervor.
- Die frustrierende Lesefähigkeit drückt die Verständnisrate auf bis zu 20 %, sodass praktisch kein zusammenhängendes Verstehen mehr festzustellen ist.

(GROEBEN 1982, 91).

Wenn man sich mit der Definition von Lesekompetenz beschäftigt, lohnt es sich auch, die unterschiedlichen Funktionen des Lesens, die zum Beispiel im Erlass zur Leseerziehung des Ministeriums angeführt sind, anzusehen. Lesen dient in erster Linie der Informations-

beschaffung. Dabei sollen Kinder das richtige Herangehen an Informations- und Kommunikationsmedien lernen, das ihnen bei lebenspraktischen und beruflichen Aufgabenstellungen hilft. Eine weitere Funktion besteht darin, dass Lesen Freude und Vergnügen schafft, gleichzeitig einen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung darstellt und den Aufbau einer kulturellen Identität unterstützt. Drittens dient das Lesen der Kommunikationsfähigkeit. In dieser Funktion wird das Lesen als Dialog über zeitliche und räumliche Distanzen hinweg gesehen. Dabei werden die Selbst-, Sozial- und Sachkompetenz sowie vernetztes Denken gefördert, die Denk-, Ausdrucks-, Kommunikations- und Handlungsfähigkeit geschult und Kulturgut sowie auch Wissen erschlossen. Schließlich ist Lesen auch eine kreativ-konstruktive Tätigkeit. Jeder Leser bzw. jede Leserin gestaltet den Sinn eines Textes für sich und schult damit seine bzw. ihre Phantasie und Kreativität (vgl. BMUKK 1999).

Um abschließend ein kurzes Bild über das Leseverhalten der österreichischen Bevölkerung zu geben, sei an dieser Stelle eine Statistik aus dem Jahr 2007 präsentiert. Bei dieser Erhebung wurden Erwachsene im Alter zwischen 25 und 64 Jahren befragt. Das Ergebnis zeigt, dass 25,2 % der Österreicherinnen und Österreicher 2007 kein einziges Buch gelesen haben, 26,5 % lediglich ein bis drei Bücher. Wenn man die Zahlen addiert, kommt man zu dem Ergebnis, dass mehr als 50 % der Österreicher und Österreicherinnen maximal drei Bücher pro Jahr lesen. Lediglich 17,4 % der Befragten lesen mehr als zwölf Bücher im Jahr¹ (vgl. STATISTIK AUSTRIA 2009).

In diesem Zusammenhang muss man auch auf das Problem des funktionalen Analphabetismus², der heute vor allem in den Industrieländern anzutreffen ist, hinweisen. Bereits seit den achtziger Jahren wird darüber diskutiert und versucht dagegen Maßnahmen zu ergreifen (BROCKHAUS). Das *Netzwerk Basisbildung und Alphabetisierung in Österreich* geht davon aus, dass 10 bis 20 % der österreichischen Bevölkerung über 16 Jahre über so schlechte Lese- und Schreibkompetenzen verfügen, dass sie in der Gesellschaft alleine nicht zurechtkommen. Um die Rechenkenntnisse ist es übrigens noch schlechter bestellt. Hier wird angenommen, dass der Anteil an Menschen mit unzureichenden Rechenkenntnissen bis zu 50 % reicht (vgl. BASISBILDUNG UND ALPHABETISIERUNG 2007).

¹ Die komplette Statistik ist im Anhang nachzulesen.

² Als *funktionale Analphabeten* bezeichnet man diejenigen Menschen, denen die rudimentären Lese-, Schreib- und Rechenfertigkeiten fehlen und die deswegen z. B. Straßenschilder oder Fahrpläne nicht lesen oder Formulare bei einer Behörde nicht ausfüllen können. Sie sind nicht in der Lage, angemessen am kulturellen, gesellschaftlichen und politischen Leben teilzunehmen. Auf Grund ihrer uneinheitlichen Bildungsvoraussetzungen sind diese Analphabeten bisher nicht eindeutig definiert, weshalb auch ihre Anzahl schwer zu ermitteln ist (vgl. BROCKHAUS).

3.2 Sprachentwicklung und Lesekompetenz als Lehrziele

In diesem Kapitel werden zunächst die verschiedenen Teile der derzeit gültigen Lehrpläne nach ihren Einträgen in Bezug auf Lehrziele, welche die Sprache und insbesondere das Lesen betreffen, analysiert. Ergebnisse dazu findet man im allgemeinen Teil des Lehrplans (3.2.1) und in den fachspezifischen Lehrplänen der Unter- und Oberstufe (3.2.2 und 3.2.3). Auf der Homepage des Bundesministeriums für Unterricht, Kunst und Kultur ist außerdem der bereits erwähnte *Grundsatzterlass zum Unterrichtsprinzip Leseerziehung* zu finden (3.2.4). Abschließend werden die Forderungen in Bezug auf Sprach- und Lesekompetenzentwicklung im Unterricht von einigen anerkannten Mathematikdidaktikern und -didaktikerinnen angeführt (3.2.5).

3.2.1 Lehrplan: Allgemeiner Teil

Der allgemeine Teil des Lehrplans gilt für die gesamte AHS und ist in vier Teile gegliedert:

- 1. Teil: Allgemeines Bildungsziel
- 2. Teil: Allgemein didaktische Grundsätze
- 3. Teil: Schul- und Unterrichtsplanung
- 4. Teil: Studentafeln

Dabei sind der erste und zweite Teil für diese Arbeit von besonderem Interesse. Am Ende des Abschnitts *Allgemeines Bildungsziel* werden in Form von fünf Bildungsbereichen Ziele zusammengefasst, die über das in den einzelnen Fächern erworbene Wissen hinausgehen und daher in jedem Unterrichtsfach berücksichtigt werden sollen. In den Bildungsbereichen sind Punkte wie Sexualerziehung, Verkehrserziehung, Medienerziehung oder eben auch Lese- und Sprecherziehung enthalten. Im Bildungsbereich *Sprache und Kommunikation* wird speziell darauf hingewiesen, dass die Jugendlichen mit und über Sprache zu befähigen sind, ihre kognitiven, emotionalen, sozialen und kreativen Kapazitäten zu nutzen und zu erweitern.

Im zweiten Teil sind allgemeine didaktische Grundsätze festgeschrieben, die bei der Planung von Unterricht zu beachten sind. Unter den neun angeführten Punkten findet man bei Nummer 2 den Grundsatz *Interkulturelles Lernen*. Hier geht es bei weitem nicht nur darum, andere Kulturen kennen zu lernen. Ganz im Gegenteil sollte man versuchen, kulturelle Werte zu lernen, zu begreifen, zu erleben und mitzugestalten. Kinder sollen sich der kulturellen Vielfalt bewusst werden, ohne sie abzuwerten. Es wäre enorm wichtig, die gerade in Wien oft vorhandene Zwei- oder Mehrsprachigkeit der Schülerinnen und Schüler positiv(er) zu bewerten. Dabei sollten jene Kinder ermuntert werden, Kenntnisse ihrer Muttersprache sinnvoll im

Unterricht einzubringen und somit auch erleben, dass diese geschätzt und nicht immer nur als Hindernis in der Schule angesehen wird (vgl. BMUKK 2004a).

3.2.2 Lehrplan: AHS-Unterstufe

In den Lehrplänen der einzelnen Fächer werden die oben angesprochenen Bildungsbereiche genauer erläutert. Für Mathematik in der Unterstufe werden im Bildungsbereich *Sprache und Kommunikation* explizit die Ziele *Umsetzen von Texten in mathematische Handlungen* sowie auch das *Konzentrieren von Sachverhalten in mathematischen Formeln* und das *Auflösen von Formeln in sprachliche Formulierungen* angeführt. Um die Anforderungen dieses Bildungsbereiches zu erreichen, muss während des Unterrichts auf das Vermitteln und Verwenden einer Fachsprache mit spezifischen grammatikalischen Strukturen geachtet werden.

Danach wird im Lehrplan ein ganzes Kapitel dem Lesen mathematischer Texte und der Fachsprache gewidmet. Bereits ab der ersten Klasse ist darauf Wert zu legen, dass sich Schüler und Schülerinnen auch in Mathematik mit Text und Textformen auseinandersetzen, was sie zum Beispiel durch selbstständiges Erarbeiten aus Musterbeispielen und Erklärungstexten üben. Elementare Begriffe, Symbole und Darstellungsformen sollen zur Beschreibung mathematischer und außermathematischer Sachverhalte verwendet werden können. Das Ziel besteht darin, dass der Umgang mit mathematischer Sprache und Symbolik geläufig wird. Außerdem sollen der Nutzen von Nachschlagewerken erkannt und der Gebrauch von Formelsammlungen, Tabellen und Ähnlichem gelernt werden (vgl. BMUKK 2000).

3.2.3 Lehrplan: AHS-Oberstufe

Im Lehrplan der Oberstufe werden die Forderungen, die den sprachlichen Aspekt betreffen, nur noch durch ein paar Punkte ergänzt. Dabei ist es Aufgabe der Lehrenden, den Schülerinnen und Schülern bewusst zu machen, dass es sich bei Mathematik um ein elaboriertes Begriffsnetz handelt und es erforderlich ist, sich ständig um exakten Ausdruck zu bemühen, indem die Fähigkeit zum Argumentieren, Kritisieren und Urteilen entwickelt sowie die sprachliche Ausdrucksfähigkeit gefördert werden sollen (vgl. BMUKK 2004b).

Im Bildungsbereich *Sprache und Kommunikation* wird der Fremdsprachenaspekt der Mathematik erwähnt und unterstrichen:

„Mathematik ergänzt und erweitert die Umgangssprache, vor allem durch ihre Symbole und ihre Darstellungen, sie präzisiert Aussagen und verdichtet sie; neben der Muttersprache und den Fremdsprachen wird Mathematik so zu einer weiteren Art von Sprache“ (ebd.).

3.2.4 Grundsatz erlass zum Unterrichtsprinzip Leseerziehung

Bereits im März 1999 wurde der *Grundsatz erlass zum Unterrichtsprinzip Leseerziehung* veröffentlicht, der auf unbefristete Zeit seine Gültigkeit trägt. Dieser Erlass weist einerseits auf die Bedeutung und die Funktionen des Lesens hin, andererseits gibt er Aufschlüsse über die Aufgaben der Leseerziehung und die konkrete Umsetzung der festgesetzten Forderungen.

Im Erlass wird betont, dass der Leseerziehung gemeinsam mit der Sprecherziehung eine besondere Bedeutung im Schulunterricht zuzuteilen ist. Diese Forderungen werden nicht einem einzigen Gegenstand zugeordnet, sondern sind Bildungs- und Erziehungsaufgabe in jedem Fach und daher auch in allen Lehrplänen als Unterrichtsprinzip enthalten. Ein sinnvolles Ergebnis auf diesem Gebiet kann nur in einem Miteinander aller Unterrichtsgegenstände erreicht werden, wofür eine Koordination der einzelnen Fächer unter Nutzung aller Querverbindungen erforderlich ist.

Konkret gibt der Erlass Lehrenden aller Gegenstände und Schularten Richtlinien bzw. Anregungen, um

- die Freude am und die Bereitschaft zum Lesen zu fördern.
- Lesen als selbstbestimmte, lebensbegleitende Tätigkeit zu vermitteln.
- die Kooperation mit (öffentlichen) Bibliotheken zu intensivieren.
- einen kompetenten Umgang mit Textträgern unter Einbeziehung neuer Informations- und Kommunikationstechnologien zu vermitteln.
- an der Entwicklung einer schulischen Lesekultur als wichtigen Beitrag zur Schulqualität mitzuwirken.

Idealerweise soll der Schulunterricht dabei die drei Bereiche Lesesicherheit, Lesegeläufigkeit sowie das sinnverstehende und sinn gestaltende Lesen in jeder Schulstufe und in jeder Schulform fördern (vgl. BMUKK 1999).

3.2.5 Lehrziele des Mathematikunterrichts in Bezug auf Sprache und Lesen

In diesem Unterkapitel werden zunächst allgemeine Überlegungen von einigen Forschenden zu Sprache und Spracherziehung im Unterricht präsentiert und im Anschluss daran die speziellen Ziele zur Lesekompetenz hervorgehoben. Obwohl der Deutschunterricht in diesem Bereich sicherlich noch immer eine Schlüsselfunktion innehat, findet das Sprachlernpotenzial aller anderen Fächer in der wissenschaftlichen und didaktischen Literatur immer mehr Beachtung (vgl. HELTEN-PACHER 2010, 120).

Maier und Schweiger widmen in ihrem Buch der Sprachförderung ein ganzes Kapitel. Sie unterscheiden im Mathematikunterricht allgemeine Ziele der Sprachförderung und solche, die speziell die Fachsprache betreffen. Zu den allgemeinen Zielen gehören:

- Sprachverstehen:

Zu diesem Punkt zählen die Autoren auf der einen Seite das Verstehen von sprachlichen Äußerungen, fachlichen Erklärungen, Instruktionen und Kommentaren des Lehrers bzw. der Lehrerin sowie Aussagen der Mitschülerinnen und Mitschüler. Auf der anderen Seite gehört hierzu auch das Verstehen von Aufgabentexten und schriftlichen Erklärungen, Anleitungen und mathematischen Texten. Diese Kompetenz wird auch oft unter der Bezeichnung „sinnentnehmendes Lesen“ zusammengefasst.

- Sprachproduktion:

Darunter versteht man das Hervorbringen eigener sprachlicher Äußerungen und Texte. Auf der einen Seite liegt das im Aufgabenbereich der Lehrperson. Sie formuliert im gemeinsam erarbeitenden Unterricht Instruktionen und Kommentare oder gibt Erklärungen. Schriftlich präsentiert sie Übungs- und Prüfungsaufgaben. Auf der anderen Seite ist die Sprachproduktion auch von den Lernenden gefordert, wenn sie zum Beispiel Antworten geben, in Partner- oder Gruppenarbeiten Aufgaben lösen, über Lösungsverfahren berichten oder argumentieren. Sogar eigenständig formulierte Texte sehen Maier und Schweiger als Ziel des Mathematikunterrichts an.

- Übersetzen:

Hierbei soll die Übertragung von gesprochener Sprache in die geschriebene bzw. umgekehrt auch jene eines vornehmlich in Symbolen geschriebenen mathematischen Textes zu einer entsprechend normierten Verbalisierung geübt werden. Dabei ist zu beachten, dass diese Übersetzungstätigkeit zu keiner mechanischen Tätigkeit wird, bei der Lernende jeden Ausdruck eins zu eins übersetzen, ohne nachzudenken. Um das zu verhindern, muss man die Fähigkeit, Sachverhalte zu umschreiben und zu paraphrasieren, trainieren.

(vgl. MAIER 1999, 165ff.).

Demgegenüber stellen Maier und Schweiger die Förderung der fachsprachlichen Kompetenz. In zehn Punkten fassen sie die wichtigsten Ziele zusammen:

- Fachliche Bedeutungen von Bezeichnungen mathematischer Objekte und Relationen sowie von Symbolen für mathematische Konstanten kennen und sinnvoll verwenden.
- Bedeutung von Variablen verstehen und diese im mathematischen Sinn gebrauchen können.

- Definitionen mathematischer Begriffe verstehen, interpretieren und unter angemessener Verwendung fachsprachlicher Mitteln selbst formulieren können.
- Lösungsprozesse für mathematische Aufgaben formulieren können.
- Logische Aussageverknüpfungen korrekt erfassen und Elementaraussagen auch logisch korrekt verknüpfen können.
- Quantifizierte Aussagen korrekt auffassen und selbst bilden.
- Wichtige Konventionen des mathematischen Sprachgebrauchs kennen, auffassen und verwenden: Abkürzungen, etc.
- Die Grundsätze des mathematischen Sprachgebrauchs sollen vertraut sein.
- Bei Formulierung fachlicher Texte nach angemessener Vollständigkeit streben.
- Prägnanz in mathematischen Texten paraphrasierend auflösen können.

(vgl. MAIER 1999, 170ff.).

Einen ganz ähnlichen, jedoch nicht so ausführlich beschriebenen Zugang zu diesen Zielen wählt Krauthausen in seiner *Einführung in die Mathematikdidaktik*. Dort führt er folgende Ziele der Sprachförderung an: Darstellen mathematischer Sachverhalte, Förderung sprachlicher Ausdrucksfähigkeit, sachgerechtes und kritisches Rezipieren von Darstellungen, Verstehen von Skizzen, Tabellen und Graphiken und Argumentieren. Obwohl es im Vergleich zu Maier und Schweiger Unterschiede in der Ausformulierung gibt, lassen sich die gemeinsamen Grundgedanken erkennen (vgl. KRAUTHAUSEN 2007, 154f.).

Bloom misst dem Begriff des *Verstehens* besondere Bedeutung bei. Er meint, dass alle intellektuellen Fertigkeiten und Fähigkeiten, die an Schulen und Hochschulen gefördert werden, eine Klasse bilden, die größtenteils das Verstehen beinhalten – das Verstehen sowohl in mündlicher als auch in schriftlicher Form, in symbolischer als auch in verbaler Form. Diese Auffassung beinhaltet das Lesen, geht aber noch über diesen Begriff hinaus. Verstehen schließt seiner Meinung nach die Ziele, das Verhalten und die Reaktionen ein, die ein Erfassen des wörtlichen Inhalts einer Information repräsentieren (vgl. BLOOM 1972, 98f.).

Claus geht in seiner *Einführung in die Didaktik der Mathematik* sogar einen Schritt weiter und versucht von den vagen Lernzielformulierungen weg zu kommen. So sollte sich jede Lehrkraft zum Beispiel überlegen, was es bedeutet, einen Text zu *verstehen*, und wann ein Schüler bzw. eine Schülerin behaupten kann, einen Text *verstanden* zu haben. Für eine Lehrperson sollte sich immer die Frage anschließen, wie man das überprüfen kann. Dabei helfen die sogenannten operationalisierten Lernzielforderungen. In diesem Zusammenhang könnte man zum Beispiel verlangen, den im Text vorhandenen Sachverhalt zu beschreiben, neu zu

formulieren, in einem Beispiel anzuwenden oder auch in eigenen Worten aufzuschreiben (vgl. CLAUS 1989, 20).

Leisen führt zusätzlich noch eine Liste mit Lernzielen an, die speziell die Lesekompetenz betreffen. Schülerinnen und Schüler sollten nach einem guten Mathematikunterricht problemlos mit einer Vielfalt an mathematischen Texten umgehen können. Schulbüchern kommt bei Leisen vergleichsweise nur eine relativ geringe Bedeutung im Unterricht zu. Sie ordnen sich in eine Reihe von mathematischen Texten ein, die behandelt werden sollten. Trotzdem zeigt sich, dass Schulbüchern auf Grund ihrer Konzeption und Gestaltung in den Mathematikstunden eine besondere Rolle zusteht. Daher wird dieser Punkt in *Kapitel 5* noch ausführlicher behandelt (vgl. LEISEN 2010, 213).

All diese „neuen“ Lernziele fordern ein Umdenken in der Ausbildung. Zukünftige Lehrkräfte sollten unbedingt auch in der Didaktik und Methodik der Sprachförderung und des Leseverstehens von Sachtexten ausgebildet werden. Es ist ebenso erstaunlich wie unverständlich, dass es sowohl in der Lesedidaktik als auch in der Ausbildung an den Hochschulen kaum Bemühungen gibt, die Strategien im Umgang mit Sachtexten der einzelnen Fächer auf Gemeinsamkeiten hin zu überprüfen, gemeinsame Sprachregelungen zu finden, Herangehensweisen abzugleichen und voneinander zu lernen. Das käme nicht nur den Lehrkräften, sondern vor allem auch den Schülern und Schülerinnen zugute. Leseverstehen und Leseförderung sind eine ebenso ideale wie gewinnbringende Aufgabe für die Qualitätsentwicklung jeder Schule und jeder Ausbildungsstätte für zukünftige Lehrpersonen (vgl. LEISEN 2009, 6).

In der Ausbildung an den österreichischen Universitäten hat dieser Ansatz noch nicht die nötige Zustimmung gefunden. Betrachtet man jedoch etwa die Fortbildungsmöglichkeiten an der PH Wien für das Sommersemester 2011, so sind im dortigen Lehrangebot bereits Veränderungen festzustellen. Zum Beispiel werden Fortbildungen zu den Themen: *Textkompetenz in Mathematik entwickeln und stärken*, *Textkompetenz in Fachgegenständen* oder *Vom Lesen zum Schreiben von Fachtexten: Sprachförderung in allen Fächern* angeboten (vgl. PH WIEN 2011).

„Die Schüler können doch lesen!“, lautet häufig das Gegenargument von vielen Lehrenden, die sich nicht auch noch mit dem Leseverhalten beschäftigen wollen. Das ist in gewisser Weise auch richtig. Hier ist es allerdings wichtig, die zwei oben erwähnten, unterschiedlichen Auffassungen von Lesen auseinander zu halten. Sicherlich wird man es nicht als Ziel des Mathematikunterrichts ansehen, die bloße Fähigkeit, Worte und Texte zu entziffern, zu erwerben. Diesen rein technischen Vorgang lernt man bereits in der Volksschule und man wird ihn sicher nie in den Zuständigkeitsbereich des Mathematikunterrichts verlegen. Hier geht es da-

rum, auch sinnerfassend zu lesen, das heißt zu verstehen, was man liest, und sich mit dem Inhalt des Textes auseinanderzusetzen (vgl. LEISEN 2009, 10).

Natürlich erfordert das einen Mehraufwand und eine gewisse Neuorientierung für Lehrerinnen und Lehrer, jedoch muss man sich vor Augen halten, dass jede Investition in die Lesekompetenz der Schüler und Schülerinnen dem eigenen Unterricht und dem Verstehen im Fach zugute kommt. „*Meine* Leseförderung in *meinem* Fachunterricht bringt Lernerfolge *meiner* SchülerInnen in *meinem* Fach“, schreibt Leisen als Plädoyer für eine Beschäftigung mit dem Leseverstehen (LEISEN 2010, 212).

3.3 Exkurs: Österreich und PISA

PISA ist in den letzten Jahren wohl zu einem *der* Angstwörter vieler Unterrichtsminister und -ministerinnen geworden. Zum ersten Mal wurde Österreich im Jahr 2000 schwarz auf weiß präsentiert, dass sein Bildungssystem bzw. die Schülerinnen und Schüler, die dieses Bildungssystem durchlaufen, im internationalen Vergleich nur mittelmäßig sind und sich die Leistungen trotz zahlreicher Reformen in den letzten Jahren nicht wirklich verbessert haben. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der letzten PISA-Studie reflektiert und Schlussfolgerungen für den derzeitigen Unterricht vor allem in Hinblick auf Lesen und Mathematik gezogen.

PISA ist *die* internationale Schulleistungsstudie der OECD. Sie untersucht, inwieweit Schüler und Schülerinnen gegen Ende ihrer Pflichtschulzeit die Kenntnisse und Fähigkeiten für eine volle Teilnahme an der Wissensgesellschaft erworben haben. Im Jahr 2000 fand die Studie zum ersten Mal statt. Alle drei Jahre werden Jugendliche im Alter von 15 und 16 Jahren zu drei Wissensgebieten (Lesen, Mathematik, Naturwissenschaft) befragt. Bei jedem Test gibt es einen wechselnden Schwerpunkt, 2009 lag dieser zum zweiten Mal beim Lesen (vgl. BIFIE).

Der PISA-Studie liegt wie schon erwähnt im Bereich des Lesens der Begriff der *Reading Literacy* zugrunde. PISA orientiert sich bei der Lesekompetenz im Allgemeinen nicht an einzelnen Fächern. Es geht in erster Linie darum, ob Jugendliche im Alter von 15 Jahren zum Beispiel einen Zugfahrplan lesen oder einem Inserat die wichtigsten Informationen entnehmen können. Dass sie im technischen Sinn lesen können, wird bei PISA vorausgesetzt und im Test daher nicht direkt überprüft (vgl. LEISEN 2009, 42).

Im Folgenden werden noch einige meines Erachtens bemerkens- und überlegenswerte Ergebnisse aus der PISA-Studie der letzten Jahre präsentiert. Wenn man die Resultate der ersten drei Studien miteinander vergleicht, fällt auf, dass sich die Lesekompetenz der österreichi-

schen Schülerinnen und Schüler praktisch nicht verändert hat. Im Jahr 2000 erzielten sie 492, 2003 491 und 2006 490 Punkte. Mit Berücksichtigung der Schwankungsbreite bedeutet das statistisch gesehen den 12. bis 20. Platz in Europa. Erst bei der Studie von 2009 gab es einen deutlichen Abfall der Leseleistungen der österreichischen Schüler und Schülerinnen. Mit nur 470 Punkten lag Österreich diesmal ganz deutlich unter dem OECD-Schnitt. Dabei haben Mädchen im Allgemeinen eine bessere Lesekompetenz als Burschen (vgl. SCHREINER 2007, 40, 46; SCHWANTNER 2010, 18).

Besonders schockierend ist die Größe der Risikogruppe. Risikoschülerinnen und -schüler zeichnen sich dadurch aus, dass sie elementare Leseaufgaben nicht routinemäßig lösen können. Sie haben zum Beispiel Probleme, in einfachen Texten Informationen zu lokalisieren, Schlussfolgerungen zu ziehen oder die Hauptidee eines gut gekennzeichneten Textes zu erkennen. 2009 gehörten 28 % der österreichischen Schüler und Schülerinnen dieser Gruppe an, das heißt mehr als jeder vierte Jugendliche kann gegen Ende der Pflichtschulzeit nur unzureichend sinnerfassend lesen, sodass dadurch das private und gesellschaftliche Leben beeinträchtigt wird. Somit kann sich auch der Eintritt in den Arbeitsmarkt für diese Schülerinnen und Schüler schwierig gestalten. Ein trauriger Vergleich: 2006 lag die Zahl bei „nur“ 21,5 %, 2003 bei 20 %. Das bedeutet, die Zahl der leseschwachen Schüler und Schülerinnen ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen. Gerade in einem hochentwickelten Land wie Österreich entspricht dieses Ergebnis nicht den zu erwartenden Werten (vgl. SCHREINER 2007, 45; SCHWANTNER 2010, 21).

Auf Grund dieser alarmierenden Zahlen darf es nicht verwundern, wenn man im Mathematikunterricht auf große Schwierigkeiten etwa bei Textaufgaben stößt. Wenn ein Viertel der Jugendlichen nicht imstande ist, einfache Texte sinnerfassend zu lesen, wie sollen sie dann mit einem mathematisch-fachsprachlichen Text umgehen können? Man muss daher an der Wurzel des Problems ansetzen.

Weiters lässt sich im Zuge der Studie feststellen, dass Kinder von Eltern nur mit Pflichtschulabschluss weit schlechter abschneiden als jene von Eltern mit akademischer Ausbildung. Im Schnitt beträgt hier der Unterschied 100 Punkte. Im Zuge eines Interviews äußerte sich Bildungsministerin Schmied folgendermaßen zu dieser Problematik:

„Besonders zu denken muss uns die geringe soziale Durchlässigkeit unseres Bildungssystems geben. Es ist gesellschaftspolitisch und ökonomisch problematisch, dass die Bildungschancen unserer Kinder nicht nur von ihrer Leistung, sondern auch in be-

trächtlichem Ausmaß von ihrer Herkunft abhängen. Der sozioökonomische Status der Eltern bestimmt leider noch immer das Bildungsniveau“ (BMUKK 2009).³

Schließlich zeigt sich auch in aller Deutlichkeit, dass Jugendliche mit Migrationshintergrund wesentlich niedrigere Lesekompetenzwerte und damit verbunden wesentlich schlechtere Schulleistungen haben. Schmied betont in diesem Zusammenhang, dass Lesekompetenz Grundvoraussetzung für den Bildungserfolg aller Kinder sei, vor allem aber ist die Sprach- und Lesekompetenz auch ein Schlüssel für erfolgreiche Integration. Dieses Thema wird in *Kapitel 6* noch ausführlich behandelt (vgl. SCHREINER 2007, 59; BMUKK 2009).

4 Die Fachsprache Mathematik

4.1 Definition

Auch wenn der Terminus *Fachsprache* allgemein verständlich zu sein scheint, ist es dennoch nicht möglich, eine exakte Definition für diesen Begriff zu finden. Dies folgt im Allgemeinen aus zwei Gründen. Auf der einen Seite deckt der Begriff sehr unterschiedliche Bereiche wie handwerkliche, technische oder wissenschaftliche Sprachen und ihre Übergangsformen ab, die schwer auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen sind. Auf der anderen Seite wird er kontrastiv zum Begriff der *Alltagssprache* gebraucht, der jedoch ebenso wenig definiert ist (vgl. FLUCK 1996, 11). Warum Fachsprachen notwendig sind, ist hingegen leicht nachvollziehbar. Goethe erklärt dies folgendermaßen:

„Alle Sprachen sind aus naheliegenden menschlichen Bedürfnissen, menschlichen Beschäftigungen und allgemeinen menschlichen Empfindungen und Anschauungen entstanden. Wenn nun ein höherer Mensch über das geheime Wirken und Walten der Natur eine Ahnung und Einsicht gewinnt, so reicht seine ihm überlieferte Sprache nicht hin, um ein solches von menschlichen Dingen durchaus Fernliegendes auszudrücken“ (HOFFMANN 1987, 44).

In diesem Abschnitt wird nun versucht, gewisse allgemeingültige Charakteristika von Fachsprachen zu präsentieren, um eine bessere und umfassendere Vorstellung von diesem Begriff zu bekommen. An den Beginn sei ein Zitat von Schmidt gestellt. Eine Fachsprache erscheint ihm als ...

„... das Mittel einer optimalen Verständigung über ein Fachgebiet unter Fachleuten; sie ist gekennzeichnet durch einen spezifischen Fachwortschatz und spezielle Normen für die Auswahl, Verwendung und Frequenz gemeinsprachlicher lexikalischer und grammatischer Mittel, sie existiert nicht als selbständige Erscheinungsform der Sprache, sondern wird in Fachtexten aktualisiert, die außer der fachsprachlichen Schicht

³ Hier ist anzumerken, dass ein derartiges „Bildungssystem“ auch eine systematische Elternbildung umfassen muss!

immer gemeinsprachliche Elemente enthalten“ (SCHMIDT 1869, zit. nach: FLUCK 1996, 14f.).

Fachsprachen sind also Zwecksprachen, die auf natürlichen Sprachen bzw. deren Elementen basieren und von ihnen abgeleitet sind. In diesem Zusammenhang sei auf eine Bemerkung von Hoffmann, deren Kerngedanke auch schon im Zitat von Schmidt anklingt, hingewiesen. Er ist der Meinung, dass natürliche Sprachen ohne Fachsprachen bzw. künstliche Sprachen existieren könnten, allerdings ist das umgekehrt nicht der Fall. Die natürliche Sprache wird bei jeder Fachsprache als Metasprache gebraucht (vgl. HOFFMANN 1987, 45).

Um eine Fachsprache verwenden zu können, ist eine gewisse fachliche Ausbildung Voraussetzung. Niemand beherrscht eine Fachsprache, ohne sie sich bewusst angeeignet zu haben. Sie ist daher meist auf die Kommunikation zwischen Fachleuten, die in demselben oder zumindest einem verwandten Gebiet arbeiten, beschränkt (vgl. ebd., 53).

Dabei ist der spezielle, erst zu erlernende Wortschatz sicherlich eines der markantesten Merkmale von Fachsprachen. Das vorhandene Begriffsinventar soll dazu beitragen, sich über bestimmte Gegenstands- und Sachbereiche möglichst präzise und ökonomisch verständigen zu können. Beim Aneignen einer Fachsprache müssen sich die Lernenden über das Wesen der Begriffe Klarheit verschaffen und sie von anderen exakt abgrenzen können (vgl. FLUCK 1996, 12; HOFFMANN 1987, 24). Um zumindest die Kommunikation zwischen Fachleuten desselben Forschungsgebiets, die jedoch aus unterschiedlichen Ländern kommen, ein wenig zu vereinfachen, versucht man im Allgemeinen eine möglichst internationale Terminologie zu erreichen (vgl. HOFFMANN 1987, 27).

An dieser Stelle sei eine Studie von Eisenreich erwähnt. Er stellt fest, dass bei einem technischen Text von etwa 500 Wörtern der Anteil an Fachbegriffen normalerweise 30 % des Gesamtwortschatzes nicht übersteigt. Berücksichtigt man dabei nur die verschiedenen Begriffe, das heißt jedes Fachwort wird auch bei mehrmaligem Auftreten nur einmal gezählt, so beträgt dieser Anteil meist nur 12-15 %. Trotzdem erschweren diese 15 % erheblich das Verständnis (vgl. FLUCK 1996, 146).

Lange Zeit wurde das Wesen der Fachsprache fast ausschließlich in ihrem Begriffsinventar und den Terminologien gesucht. Aus heutiger Sicht weiß man aber, dass die Bedeutung der Fachwörter gegenüber der Relevanz der Syntax überschätzt wurde. Zwar ist es richtig, dass das Wesentliche der fachlichen Aussagen in den Begriffen liegt, es ist jedoch ebenso bedeutsam für das Strukturbild und die Charakterisierung der Fachsprachen, dass ihre syntaktischen Eigenheiten berücksichtigt werden. Außerdem wäre eine Fachsprache ohne Einbeziehung der

Syntax keine Sprache, sondern nur eine Ansammlung von Fachwörtern (vgl. HOFFMANN 1987, 21; FLUCK 1996, 12).

Zur besseren Einteilung von Fachsprachen verwendet Fluck in seiner Einführung die Begriffe *horizontale* und *vertikale Schichtung*. Unter horizontaler Schichtung versteht er die gleichzeitige Existenz von Fachsprachen wie Physik, Chemie oder Mathematik nebeneinander. Die vertikale Schichtung bezeichnet hingegen den Grad der Fachsprachlichkeit, die vom gemeinsprachlichen bis hin zum wissenschaftlichen Wortschatz reicht (vgl. FLUCK 1996, 16f.).

In den letzten Jahren ist das Spezialvokabular in den einzelnen Fachsprachen extrem angewachsen, womit nicht nur Vorteile verbunden sind. Die Kommunikation zwischen Laien und Fachleuten wird dadurch immer schwieriger, aber selbst unter Fachleuten führt diese Entwicklung zu Problemen.

Fachsprache stellt für viele Laien eine unüberwindbare Barriere dar und erzeugt gleichzeitig eine Hierarchie. Jene Menschen, die eine Expertensprache beherrschen, besitzen Macht. So sind es in der Schule die Lehrenden, die auf Grund ihrer Ausbildung automatisch eine den Schülerinnen und Schülern überlegene Position innehaben.

Schwierigkeiten entstehen dann, wenn fachsprachliche Aspekte in gesamtgesellschaftliche Diskussionen einfließen und alle, die einer bestimmten Fachsprache nicht mächtig sind, dadurch mehr oder weniger ausgeschlossen werden. Die hier beschriebene Problematik rückt also dann in das öffentliche Interesse, wenn sie das Leben der Allgemeinheit berührt. Dies ist sehr häufig in der Verwaltungs- und Rechtssprache der Fall. Einem auf diesem Fachgebiet nicht ausgebildeten Menschen ist es fast unmöglich, sie zu verstehen. Daher sind Laien auf die Hilfe von Spezialisten und Spezialistinnen angewiesen und müssen hoffen, dass jene ihre Unwissenheit nicht ausnützen (vgl. ebd., 37ff.).

4.2 Charakteristik der Fachsprache Mathematik

4.2.1 Allgemeines

Die mathematische Fachsprache besteht aus Worten der Alltagssprache, Symbolen und Fachbegriffen (vgl. MAIER 1999, 28). An einem typischen Beispiel aus dem Schulbuch lassen sich diese drei Komponenten leicht nachweisen.

Berechne durch zweimalige partielle Integration:
 $\int x^2 e^{2x} dx$ (REICHEL 2002, 46).

Die Worte *Berechne* und *durch* wird man dabei wahrscheinlich zur Alltagssprache zählen, der Ausdruck *zweimalige partielle Integration* als Fachbegriff kategorisieren und das Integral $\int x^2 e^{2x} dx$ in den Bereich der Symbolsprache einordnen.

Dieser spezielle Aufbau macht es möglich, dass die Mathematik als sehr internationale Sprache gilt. Dies sei an folgendem Beispiel illustriert: Wenige von uns werden wahrscheinlich behaupten können, der indonesischen Sprache mächtig zu sein. Liest man jedoch die mathematische Aussage „Garislurus $y=ax+3$ melalui titik tetap (0;3) dengan keceruan a“, wird vielen, die sich mit Mathematik beschäftigen, klar sein, dass es sich hierbei um eine Gerade handelt, die durch den Punkt (0/3) geht und die Steigung a hat, ohne dabei auch nur ein Wort Indonesisch zu verstehen. Die Tatsache, dass die mathematischen Symbole auf der ganzen Welt verstanden werden, ist einer der großen Vorteile dieser Fachsprache (vgl. MAIER 1999, 28).

Eine vielleicht etwas unerwartete Besonderheit der naturwissenschaftlichen Fachsprache findet sich in folgender Anmerkung von Hoffmann: Er stellt fest, dass Naturwissenschaften und insbesondere die Mathematik innerhalb einer bestimmten Textmenge mit einem wesentlich kleineren Wortschatz (*Lexik*) auskommen als zum Beispiel Geisteswissenschaften. Daher verfügt die Lexik naturwissenschaftlicher Texte im Vergleich zu anderen Fachsprachen über eine wesentlich höhere Wiederholungsrate (vgl. HOFFMANN 1987, 288).

Trotzdem bereitet das Verstehen von mathematischer Sprache teils enorme Probleme. Das hängt mitunter damit zusammen, dass naturwissenschaftliche Aussagen durch einen vergleichsweise hohen Informationsgehalt geprägt sind. Schweiger bezeichnet diese Eigenschaft als *Verdichtung von Informationen*. Betrachtet man etwa den Satz „G_st_rn war i__ i_ Ki_o“, der rein aus sprachlichen Komponenten besteht, stellt es kein Problem dar, ihn zu verstehen und die fehlenden Teile zu vervollständigen. Nimmt man hingegen ein Beispiel aus dem Mathematikbuch und führt dasselbe Experiment durch, steht man vor einer ganz anderen Situation. In der Angabe „_kg Äpf_l kostet €1,_2. Wie vielbezahlt Fr_u Bau_r für 1,75__?“, ist es viel schwieriger, genau genommen sogar unmöglich, den Sachverhalt richtig und eindeutig zu rekonstruieren. Es bleibt nur die Möglichkeit, Vermutungen über die fehlenden Elemente anzustellen (vgl. MESCHKOWSKI 1965, 147; SCHWEIGER 2010, 18).

In der mathematischen Fachsprache kommt es eben auf (fast) jedes kleine Wort, jede Zahl und jede einzelne Information an, die es bei der Interpretation zu beachten gibt. Diese Eigenschaft hat auch schon im Fernsehen für Verwirrung gestiftet. Im Jänner 2003 wurde in Deutschland bei der bekannten Quizsendung *Wer wird Millionär?* folgende Aufgabe gestellt: „Jedes Rechteck ist ein ... A) Rhombus B) Quadrat C) Trapez D) Parallelogramm“. Der

Computer ließ nur Antwort D) Parallelogramm gelten. Begründet wurde das mit der Definition des Brockhaus: „Ein Trapez ist ein Viereck mit zwei parallelen, aber unterschiedlich langen Seiten.“ Dass die beiden Seiten bei einem Trapez dennoch auch gleich lang sein können, wurde fälschlicherweise von der Jury nicht zugelassen (vgl. BOSTELMANN 2009, 189).

4.2.2 Das mathematisch-spezifische Vokabular

„Bei der Behandlung der Satzgruppe des Pythagoras wird die Definition der Hypotenuse benötigt.

L[ehrer]: Was ist die Hypotenuse in einem rechtwinkligen Dreieck?

S[chüler]: c “ (VOLLRATH 1978, 57).

Dies stellt nur ein Beispiel dar, das stellvertretend für die zahlreichen Fehlleistungen beim Begriffslernen steht. Da dies oft den Grund für massive Behinderungen der Schülerinnen und Schüler im Unterricht darstellt, wird dieses Kapitel der „Vokabelarbeit“ im Mathematikunterricht gewidmet. Nach dem Versuch des Aufstellens einer Definition und der Einteilung der Begriffe nach verschiedenen Gesichtspunkten beschäftigt sich der Hauptteil mit den Schwierigkeiten beim Lernen von neuem Vokabular und möglichen Unterrichtsabläufen und -konzepten.

Zunächst gilt zu klären, was man (vor allem in der Mathematik) unter einem *Begriff* versteht. Claus definiert den Terminus als abstrakte, mit einem Wort oder Zeichen verbundene, nicht anschauliche Vorstellung eines Gegenstands. Man denkt also von allen wahrnehmbaren Eigenschaften eines Gegenstands nur an die konstituierenden Merkmale des Begriffs, die den Inhalt ausmachen (vgl. CLAUS 1989, 110). Laut Zech spricht man allgemein von einem Begriff, wenn eine Anzahl von Objekten oder Ereignissen auf Grund gewisser übereinstimmender Merkmale mit einem gemeinsamen Namen belegt wird (vgl. ZECH 1989, 170).

Maier listet die mathematischen Begriffe unter anderem nach der Häufigkeit der vorkommenden Wortarten auf. Den größten Anteil an Fachbegriffen machen Substantive (*Summe, Polynom, Funktion, etc.*) aus. Danach kommen Adjektive (*rational, differenzierbar, rechtwinklig, etc.*) und Verben zur Bezeichnung von mathematischen Handlungen (*subtrahieren, potenzieren, differenzieren, etc.*). Auch Modalverben (*können, dürfen, sollen, etc.*), Zahlwörter und logische Konnektoren haben größere Bedeutung (vgl. MAIER 1999, 29ff.).

Es drängt sich die Frage auf, warum Begriffe in der Mathematik (und in jeder anderen Fachsprache) überhaupt gelernt werden müssen und welchen Nutzen Lernende davon haben. Hier seien einige Überlegungen dazu angeführt:

- Begriffe reduzieren die Komplexität der Wirklichkeit. Es gibt zum Beispiel 2,7 Millionen Blautöne auf der Welt, die unter dem Begriff *blau* subsumiert werden.
- Begriffe helfen neue Objekte einzuordnen.
- Begriffe erlauben die Formulierung allgemeiner Aussagen über die Wirklichkeit, welche eine Vorhersage von Ereignissen und eine Beherrschung derselben ermöglichen.
- Begriffe und Regeln erhöhen die Effektivität des Lehrens und Lernens.
- Die Klärung von Begriffen ist auch mit deren Exaktifizierung verbunden. Ein wesentliches Motiv dafür besteht in der Verbesserung von Kommunikation. Exakte Begriffe sind einfacher und besser mittelbar.

(vgl. FISCHER 1985, 144f., WITTMANN 1976, 79).

Die Einteilung der mathematischen Fachbegriffe verläuft im Wesentlichen nach drei Gesichtspunkten. Erstens wird zwischen *Eigenschafts-* und *Relationsbegriffen* unterschieden. Unter Eigenschaftsbegriffen versteht man jene Worte, die einem mathematischen Gegenstand eine bestimmte Charakteristik zuweisen. Hierzu gehören Begriffe wie *prim*, *offen* oder *differenzierbar*. Relationsbegriffe können hingegen nicht absolut, sondern nur im Zusammenhang verwendet werden. „Menge A ist Teilmenge von Menge B“ und „5 ist größer als 3“ sind Beispiele dafür (vgl. WITTMANN 1976, 79).

Weiters wird zwischen *einfachen* und *zusammengesetzten (abgeleiteten) Begriffen* unterschieden. Einfache Begriffe sind in der axiomatisch betriebenen Mathematik die sogenannten Grundbegriffe (*Punkt*, *Gerade*, etc.). Was man jedoch als Grundbegriff wählt, ist bis zu einem gewissen Grad willkürlich. Es hängt letztendlich von der axiomatischen Basis ab, die man als sinnvoll hält. Im Schulunterricht, der nicht axiomatisch verläuft, wird überhaupt eine willkürliche Ordnung getroffen. Hier werden diejenigen Begriffe als einfach bezeichnet, die „keiner Erklärung mehr bedürfen“ (zum Beispiel *Linie*, *Fläche*, *Gerade*). Diese Einteilung kann erst recht wieder nur relative und subjektive Bedeutung haben. Zusammengesetzte Begriffe (*Trapez*, *Deltoid*, etc.) werden hingegen durch Definitionen auf andere, bereits bekannte Begriffe zurückgeführt (ZECH 1989, 170).

Zuletzt werden fachsprachliche Begriffe auch auf ihren Bezug zur Umgangssprache⁴ hin eingeteilt. Vollrath unterscheidet in seinem Artikel fünf Stufen:

1. Von der Umgangssprache assimilierte mathematische Begriffe

Hierzu gehören Begriffe wie *Summe*, *Quadrat*, *Kreis*, *parallel*, etc., die inzwischen so selbstverständlich zur Umgangssprache gehören, dass ihre sprachliche Bedeutung nicht mehr hinterfragt wird.

⁴ Die Begriffe *Umgangssprache* und *Alltagssprache* werden in dieser Arbeit synonym verwendet.

2. Aus der Umgangssprache verstehbare Fachtermini

Bei dieser Gruppe ergibt sich die Bedeutung der Fachtermini unmittelbar aus der sprachlichen Formulierung, die auf die entscheidenden Eigenschaften des Begriffs hinweist. So sind zum Beispiel Begriffe wie *fünfstellige Zahl* oder *Winkelhalbierende* aus dem Kontext verständlich.

3. An umgangssprachliche Begriffe angelehnte Termini

Eine große Anzahl an Begriffen trägt Bezeichnungen, die an umgangssprachliche Vorstellungen knüpfen. Hierunter fallen Begriffe wie *ähnlich*, *Randpunkt*, *stetig*, etc. Ihnen liegt in der Regel ein sehr anschauliches Phänomen zugrunde, das man im Unterricht in einem Mathematisierungsprozess zu erfassen versucht.

4. Aus der Umgangssprache entlehnte Termini mit anderer Bedeutung

Hierzu werden Begriffe wie *Gruppe*, *Körper* oder *Ring* gezählt, die in der Umgangssprache eine ganz andere Bedeutung als in der Mathematik tragen und somit auch mit unterschiedlichen Vorstellungen verbunden sind.

5. Kunstwörter in der Fachsprache

Darunter versteht man Begriffe wie zum Beispiel *Ringoid*, die eigens für die Mathematik geschaffen wurden und nicht in der Alltagssprache auftreten. Man muss hinzufügen, dass der Großteil dieser Begriffe erst in der höheren Mathematik gebraucht wird.

(VOLLRATH 1978, 62ff.).

Das wahrscheinlich größte Problem beim Erlernen von Begriffen liegt in der Interferenz. Den Lernenden bereiten vor allem diejenigen Fachtermini Schwierigkeiten, die in der Alltagssprache eine andere Bedeutung als in der Mathematik besitzen. In der Sprachwissenschaft wird das Phänomen, bei dem ein und derselbe Begriff mehrere Bedeutungen trägt, *Polysemie* genannt. Betrachtet man zum Beispiel das Wort *Ring*, so kann man darunter ein Schmuckstück, die Ringe unter den Augen, ein Turngerät, die Straße im Zentrum Wiens oder eben auch ein mathematisches Objekt verstehen (vgl. MAIER 1999, 120; EICHBERGER 1991, 16).

Bei vielen Fachbegriffen lässt sich außerdem feststellen, dass sie einen engeren oder weiteren Bedeutungsumfang als in der Alltagssprache aufweisen. Manchmal existieren sogar Termini, die sowohl allgemeiner als auch spezieller verwendet werden. Ein Beispiel dafür wäre der Begriff *Menge*. In der Mathematik wird er einerseits allgemeiner gebraucht, weil auch leere Mengen bzw. Mengen mit nur einem Element durchaus üblich sind. Im Alltag würde wohl niemand einen Apfel als eine „Menge von Äpfeln“ bezeichnen. Auf der anderen Seite ist die fachliche Bedeutung spezieller, da hier kontinuierliche Mengen nicht erlaubt sind, in der Alltagssprache hingegen ist etwa „eine Menge Bier“ durchaus zulässig (MAIER 1999, 120).

Um eine Vorstellung darüber zu bekommen, um welche Anzahl an Begriffen es sich handelt, die Schüler und Schülerinnen im Mathematikunterricht bewältigen müssen, sei an dieser Stelle eine Statistik von Maier präsentiert. Obwohl diese nicht mehr ganz aktuell ist und inzwischen einige Schul- und Lehrplanreformen stattgefunden haben, kann das Ergebnis meines Erachtens noch immer als guter Richtwert betrachtet werden. Die Untersuchung besagt, dass in jedem Schuljahr ungefähr zwischen 100 und 150 neue Begriffe erlernt und beherrscht werden müssen (vgl. MAIER 1999, 117).

Im Unterricht besteht die Herausforderung darin, mit Fachbegriffen konstruktiv umzugehen. Eine Bewusstseinsbildung bei den Schülerinnen und Schülern ist unumgänglich. Bei der Unterrichtsplanung muss sich jede Lehrperson zunächst einmal selbst über die Schwierigkeiten klar werden. Als Leitgedanken könnte man hier folgenden Kommentar von Maier hinzufügen: „Je näher die Bedeutung eines Begriffes aus dem Alltag und der Fachsprache beisammen liegt, desto schwieriger ist es, sie zu unterscheiden“ (ebd., 123).

Weiters sind bei der Vorbereitung auf den Unterricht auch die unterschiedlichen Vorerfahrungen, die ein Kind mitbringt, zu berücksichtigen. Sogar die Tatsache, ob eine Klasse bereits Latein in der Schule lernt und daher mit aus dem Lateinischen abgeleiteten Begriffen besser umgehen kann, ist bei der Vorbereitung zu bedenken (vgl. ebd., 120ff.).

Bevor im Anschluss konkrete Vorschläge zur Unterrichtsgestaltung präsentiert werden, sei auf die *Gagnésche Hierarchie* hingewiesen. Gagné definiert acht Stufen des Lernens und ordnet sie hierarchisch nach dem Grad der Komplexität.

- 1) Signallernen (Klassisches Konditionieren): Beispiel: Pawlowscher Hund
- 2) Reiz-Reaktion-Lernen (Operantes Konditionieren): Beispiel: Aussprache von Fremdwörtern
- 3) Kettenlernen (Lernen von Fähigkeiten): Beispiel: Schuhband knüpfen
- 4) Sprachliche Assoziationen: Beispiel: Benennung von Objekten, Lernen eines Gedichts
- 5) Multiple Diskrimination: Darunter versteht man die Fähigkeit, auf verschiedene Reize einer Reizkollektion unterschiedlich zu reagieren. Beispiel: Lernen von mehreren Vokabeln
- 6) Begriffslernen: Dabei wird gelernt, Objekte einer Klasse als äquivalent zu behandeln. Beispiel: Ein *Würfel* umfasst Würfel verschiedener Größen, jeglichen Materials und jeder Farbe.
- 7) Regellernen: Der Begriff *Regel* wird hier einerseits als Verfahrensregel und andererseits als Regel im Sinne von Satz, Gesetz und Gesetzmäßigkeit verstanden. Zum Bei-

spiel gehört die Aussage „ $(\mathbb{Q}, +, \cdot, <)$ ist ein angeordneter Körper“ in den Bereich des Regellernens.

- 8) Problemlösen: Problemlösen erfordert die Anwendung von Regeln und ändert dabei das Verhalten der Problemlösenden, da sie etwas dazulernen. Problemlösen darf daher mit Recht als Lernen angesehen werden. Was gelernt wird, ist nach Gagné eine Regel höherer Ordnung. So wird etwa das Zeichnen eines Dreiecks mit Zirkel und Lineal als Regel höherer Ordnung verstanden, wenn das Zeichnen von Kreisen und Strecken als dazugehörige vorgeordnete Regel aufgefasst wird.

(vgl. WITTMANN 1976, 77f.).

An dieser Einteilung lässt sich erkennen, dass Begriffslernen bereits eine relativ hohe Komplexität aufweist und daher verdient, im Unterricht besondere Aufmerksamkeit zu bekommen. Wenn man von Begriffsverständnis spricht, muss man auch die unterschiedlichen Niveaus der Kenntnis eines Terminus beachten. Dazu sei die Taxonomie von Vollrath angeführt, in der er vier Stufen unterscheidet.

Stufe I: Inhaltliche, nichtformale Kenntnis des Begriffs

Schüler und Schülerinnen kennen wichtige Modelle, können mit ihnen arbeiten, mit ihnen Probleme und Anwendungsaufgaben lösen und Beispiele, Gegenbeispiele und Unterbegriffe angeben.

Stufe II: Formale Kenntnis des Begriffs

Die Lernenden können die Definition des Begriffs angeben und begründen, warum ein mathematisches Objekt unter den Begriff fällt, ein anderes nicht. Sie können weitere Beispiele, Gegenbeispiele und Grenzfälle nennen.

Stufe III: Integrierte Kenntnis des Begriffs

Schülerinnen und Schüler können Beziehungen zwischen verschiedenen Begriffen angeben und zum Beispiel in einem Diagramm darstellen.

Stufe IV: Kritische Kenntnis des Begriffs

Die Lernenden können Begriffe bewerten, äquivalente Fassungen desselben Begriffs erkennen und beweisen. Weiters sind sie imstande, die Bedeutung des Begriffs abzuschätzen, und kennen bei zentralen Begriffen die historischen Wurzeln. Diese Stufe ist maximal in Sekundarstufe II zu erreichen.

(vgl. CLAUS 1989, 118f.).

Zu Beginn jeder Unterrichtsplanung muss man sich also zusätzlich immer die Frage stellen, welche dieser oben genannten Stufen die Lernenden im aktuellen Stadium erreichen sol-

len bzw. können. Dabei wäre es wünschenswert, langfristige Lernziele zu verfolgen. Jedes gelernte Fachwort trägt zur Bildung neuer Begriffe bei und somit entsteht ein immer größeres Begriffsnetz, in dem auch Querverbindungen zwischen den Fachtermini verstanden werden sollen (vgl. ZECH 1989, 226f.).

Viele von den in dieser Arbeit angeführten Didaktikern und Didaktikerinnen geben in ihren Werken Vorschläge zur konkreten Umsetzung vom Begriffslernen im Unterricht an. Vergleicht man die Modelle miteinander, so findet man zwar normalerweise unterschiedliche Bezeichnungen der Abläufe, es kristallisieren sich mit geringen Abweichungen jedoch immer dieselben Phasen, die beim Planen von Unterricht zu berücksichtigen sind, heraus (vgl. FISCHER 1985, 150; VOLLRATH 1984, 124; ZECH 1989, 222). Daher wird im Anschluss als Beispiel nur das Modell von Zech genauer ausgeführt.

Zuvor seien noch zwei Prinzipien erklärt, die zur Festigung des Verständnisses von Begriffen im Unterricht von Bedeutung sind. Es handelt sich hierbei um das *Prinzip der Variation* und das *Kontraprinzip*. Unter dem Prinzip der Variation versteht man das Bereitstellen von Beispielen, in denen die nicht relevanten Merkmale eines Begriffs unterschiedlich stark ausgeprägt auftreten. So muss ein Quadrat etwa zuerst nach Größe, dann nach Lage und schließlich nach Größe und Lage unterschiedlich dargestellt werden. Schülerinnen und Schüler neigen zum Beispiel oft dazu, ein auf der Spitze stehendes Quadrat nur als Karo zu bezeichnen.

Beim Kontraprinzip geht es darum, positiven Beispielen zu einem Begriff Gegenbeispiele folgen zu lassen, damit die Schüler und Schülerinnen auch die Grenzen des Begriffs genau kennen lernen. Besonderen Wert legt man hier auf Grenzfälle, die sich nur wenig von den Objekten unterscheiden, die unter den Begriff fallen. Dafür wählt man am besten Gegenbeispiele, denen nur ein relevantes Merkmal fehlt, so etwa ein „Fast-Quadrat“, beim dem nicht alle Seiten gleich lang sind.

Um einen Begriff also in neuen Situationen richtig zuzuordnen und anwenden zu können, sind ausreichend Beispiele und Gegenbeispiele erforderlich. Ein Begriff muss sozusagen von den zufälligen Besonderheiten der Situation, in der man ihn kennen gelernt hat, befreit werden (vgl. CLAUS 1989, 117f.).

Im Folgenden werden nun die Überlegungen von Zech zur konkreten Unterrichtsdurchführung beim Begriffslernen präsentiert.

1. Zur Vorbereitung der Lehrenden

Die Lehrperson entscheidet bei der Planung über die dem Begriff spezifischen und relevanten Eigenschaften und trennt sie von den irrelevanten. Dabei identifiziert sie mögliche Vorbe-griiffe und Lernvoraussetzungen, die für das Verständnis der Schülerinnen und Schüler not-

wendig sind. Abschließend sollte sie sich auch eine den Lernenden gemäße Begriffsbeschreibung zurechtlegen.

2. Motivation

In diesem Schritt soll den Lernenden die Bedeutsamkeit des neuen Begriffs bewusst gemacht werden. Die Aufmerksamkeit ist auf Beispiele des Begriffs zu lenken, die für die Lernenden interessant sind. Ein mehr oder minder praktisches Problem, am besten aus einem nichtmathematischen Bereich, eignet sich hier gut.

3. Schwierigkeiten und ihre Überwindung

Die Schwierigkeit für Schüler und Schülerinnen besteht zu Beginn meist darin, die relevanten Merkmale des Begriffs zu erkennen. Daher empfiehlt es sich, am Anfang positive Beispiele herzunehmen, die möglichst wenig irrelevante Merkmale aufweisen. In diesem Schritt sollten mehrere Beispiele gleichzeitig präsentiert werden. Die Lehrperson ist dabei angehalten, verbale Hinweise auf die relevanten Merkmale zu geben („Achtet auf ...!“). Bei der Erarbeitung ist der Einsatz von didaktischen Hilfsmitteln wünschenswert, wie zum Beispiel das farbige Hervorheben bestimmter Merkmale, übersichtliche Darstellungen in Tabellen oder auch schriftliches Fixieren der wesentlichen Merkmale. Im Zuge dessen sollten die Lernenden aktiv miteinbezogen werden und Erklärungsversuche liefern.

4. Sicherung und Lernkontrolle

In diesem Stadium sollte die Lehrkraft versuchen, durch ausgewählte Beispiele die tatsächliche Breite des zu erarbeitenden Begriffs zu repräsentieren. Dazu kommen jetzt vor allem das Variations- und das Kontrastprinzip zum Einsatz. Anhand von Beispielen und Gegenbeispielen wird das Begriffsverständnis kontrolliert.

5. Operative Übung und (erste) Anwendung

Das Verständnis des Begriffs wird in dieser Phase noch weiter anhand neuer Situationen vertieft und gefestigt. Darüber hinaus sollten auch Situationen gesucht werden, in denen der Begriff im fachlichen oder praktischen Kontext tatsächlich gebraucht wird.

6. Weitere Anwendung und Transfer

Hier wird der erlernte Begriff in darauf aufbauende „höhere“ Lernprozesse eingebaut und man versucht, ihn in größere Zusammenhänge zu stellen.

(vgl. ZECH 1989, 228ff.).

Dieses Schema sei nun am Begriff des *Quadrats* illustriert:

1. Zur Vorbereitung der Lehrenden

Zu Beginn legt sich die Lehrperson eine zielgruppengerechte Definition fest. Eine Möglichkeit wäre „Ein Quadrat ist ein Viereck mit vier gleich langen Seiten und vier rechten Win-

keln“. Dabei ist man sich bewusst, dass diese Definition überbestimmt ist. Die begriffsspezifischen Eigenschaften lauten: Alle Quadrate haben vier Seiten bzw. Ecken, alle Seiten eines Quadrats sind gleich lang und alle Winkel an den Ecken sind rechte. Irrelevante Eigenschaften sind hingegen die Lage und die Größe des Quadrats. Vorgeordnete Begriffe wären in diesem Fall *vier*, *Seite*, *Ecke*, *Viereck*, (*rechter*) *Winkel*, *Länge* und *gleich lang*. Die Lernenden sollten außerdem bereits wissen, wie man die Länge einer Seite misst und wie ein rechter Winkel festgestellt werden kann.

2. Motivation

Als Einstieg kann die Lehrperson Beispiele aus dem Alltag präsentieren, so wie etwa quadratische Fliesen, damit die Schülerinnen und Schüler sofort erkennen, dass sie mit dieser Form schon konfrontiert waren. Dabei kann auch gleichzeitig darauf aufmerksam gemacht werden, dass etwa ein Fußballfeld kein Quadrat ist, weil die Entfernung von einer Ecke zur nächsten nicht immer ident ist.

3. Schwierigkeiten und ihre Überwindung

Die Lehrkraft bereitet zum Beispiel aus Papier ausgeschnittene Quadrate unterschiedlicher Größe vor, fixiert sie an der Tafel und fragt die Lernenden nach den Besonderheiten dieser Figuren. Die Schüler und Schülerinnen sollen nun die relevanten Merkmale beschreiben.

4. Sicherung und Lernkontrolle

In diesem Schritt präsentiert die Lehrperson mehrere Figuren, die nicht alle Quadrate sind. Dabei sollen die Lernenden herausfinden, welche Beispiele keine Quadrate sind, und erklären können, warum es sich dabei nicht um ein Quadrat handelt.

5. Operative Übung und (erste) Anwendung

Im nächsten Schritt könnten die Schülerinnen und Schüler selbst möglichst viele verschiedenartige Quadrate an die Tafel zeichnen und kommentieren. Danach sollten sie auch weitere Beispiele aus ihrer Umwelt nennen können. Anschließend sollte man damit beginnen, Quadrate zu konstruieren, die Seiten und Winkel zu beschriften und die Definition symbolisch zu notieren.

6. Weitere Anwendung und Transfer

Hier könnte man nach den Möglichkeiten fragen, eine gegebene Anzahl von Quadraten zu kombinieren (Abb. 2),

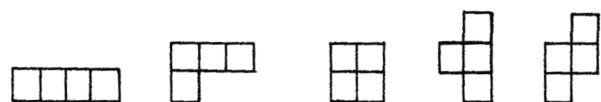


Abb.2

bereits den Würfel behandeln oder auch ein Rechteck mit Quadraten auslegen und deren Anzahl feststellen lassen.

(vgl. ZECH 1989, 232ff.).

Diese Punkte dürfen keinesfalls als starres Schema, sondern als Leitfaden für die Planung verstanden werden. Wichtig ist hier zu betonen, dass die Definition von neuen Begriffen nicht am Anfang, sondern am Ende eines Einführungsprozesses stehen soll. Winter schreibt dazu, dass Begriffe entdeckt und Definitionen nacherfunden werden müssen. Man lernt einen Begriff nicht, indem man sich die von der Lehrperson gegebene Definition anhört und auswendig lernt, sondern indem man ihn bei der Arbeit an einem mathematischen Problem im Zusammenhang mit anderen Begriffen als Werkzeug erfährt (vgl. WINTER 1983, 187).

Abschließend sei noch ein kurzer Einblick in die Rolle der Sprache beim Begriffslernen gegeben. Zech definiert in diesem Zusammenhang folgende Funktionen der Sprache.

- Die Sprache der Lehrenden hat vor allem zu Beginn des Lernprozesses orientierende Funktion. Sie unterstreicht die Bedeutsamkeit des zu lernenden Begriffs, knüpft an Vorbegriffe der Schüler und Schülerinnen an und macht auf erste relevante bzw. irrelevante Merkmale aufmerksam.
- Während des Lernprozesses erhält die Sprache eine hinweisende Funktion. Die Lehrkraft hebt relevante und irrelevante Merkmale des Begriffs anhand von Beispielen und Gegenbeispielen hervor. Die Schülerinnen und Schüler hingegen begründen, wann und warum es sich um ein Beispiel bzw. Gegenbeispiel handelt.
- Weiters verfügt die Sprache über eine rückmeldende Funktion. Die Lehrperson bestätigt richtige und korrigiert falsche Aussagen.
- Unter der Benennungsfunktion versteht man die Eigenschaft, dass jedem Begriff ein Name zugeordnet werden kann und er dadurch leichter mitteilbar ist.
- Abschließend besitzt Sprache auch eine Definitionsfunktion. Der Begriffsinhalt wird durch Verbalisierung genauer umrissen und durch eine prägnante Definition zusammengefasst. Hier wird Wesentliches für die Transferfähigkeit des Begriffes geleistet, denn die Sprache hilft dabei, das Erlernte aus den speziellen Situationen herauszulösen, sodass es für verschiedene Situationen anwendbar wird.

(vgl. ZECH 1989, 224f.).

Lietzmann weist außerdem auf die Wichtigkeit der sprachlichen Richtigkeit bei neuen Begriffen hin. Bei der Einführung ist unbedingt auf die Rechtschreibung und die Grammatik zu achten. Er geht sogar so weit, dass eine Schularbeit, die mathematisch fehlerlos, sprachlich jedoch sehr mangelhaft ist, kein „Sehr gut“ verdienen kann. Zwar lässt sich über die genauen Konsequenzen von sprachlichen Mängeln in Mathematikarbeiten diskutieren, unbestritten ist meiner Meinung nach aber die Relevanz der richtigen Schreibweise und Verwendung der neuen Begriffe, auch wenn das mitunter viel Geduld der Lehrenden erfordert. Ebenfalls sollte

man den Kindern sprachliche Verstöße gegen die Mathematik der Art „der längliche Würfel“ oder „die größere Hälfte“ bewusst machen und ausbessern (vgl. LIETZMANN 1968, 73).

4.2.3 Symbolsprache

Die Verwendung von Symbolen ist für viele wahrscheinlich *das* Kennzeichen der mathematischen Sprache. Symbole sind allgemein als Abkürzungen für mathematische Ausdrücke aufzufassen. Dabei unterscheidet man *Konstante* und *Variable*.

Konstante sind Symbole, denen eine feste Bedeutung zugeordnet ist, das bedeutet sie stehen für bestimmte Objekte bzw. Objektklassen, Eigenschaften, Handlungen oder Beziehungen. Man kann sie daher auch als Namen auffassen. Hierzu zählt man auch die „erfundenen“ Zeichen wie etwa die Wurzel $\sqrt{\quad}$. In der folgenden Tabelle sind einige Beispiele dazu aufgelistet:

<i>Symbol</i>	<i>Bezeichnung</i>	<i>Symbol</i>	<i>Bezeichnung</i>
3	drei	{ }	leere Menge
$\frac{3}{4}$	drei Viertel		teilt
π	Pi	\in	ist Element von

(vgl. MAIER 1999, 39).

Weiters gilt hier zu beachten, dass auch die richtige Sprechweise der Symbole mit den Schülern und Schülerinnen trainiert werden muss. Nur weil ihnen der Name des Symbols \int bereits bekannt ist, bedeutet das noch nicht, dass sie den Ausdruck $\int_0^1 x^2 dx$ auch als „Integral x Quadrat dx von Null bis Eins“ aussprechen können (vgl. ebd., 42).

Variable sind hingegen Zeichen, die keine selbstständige Bedeutung tragen und nicht für einmal festgelegte, bestimmte Objekte, Eigenschaften, Handlungen oder Beziehungen stehen. Vielmehr sind sie einem Grund- oder Einsatzbereich (einer Grundmenge) von Objekten zugeordnet, dessen Elemente bei passender Gelegenheit an ihre Stelle gesetzt werden können. Variable können somit als Platzhalter für Elemente einer Menge (oder einer Klasse) aufgefasst werden (vgl. ebd., 40).

Diese Besonderheit von Variablen sollten Lehrende mit ihren Schülerinnen und Schülern auf alle Fälle immer wieder besprechen. Da es keine fixe Zuordnung gibt, kann ein und dieselbe Variable in zwei unterschiedlichen Beispielen als Platzhalter für verschiedene Objekte verwendet werden. So ist etwa den Lernenden klar zu machen, dass die Hypotenuse in einem rechtwinkligen Dreieck nicht immer mit der Variablen c bezeichnet werden muss (vgl. ebd., 124).

Zur Bildung von Symbolen und Symbolsystemen gibt es ein paar Konventionen, die zu beachten sind:

- Die Reihenfolge der Zeichen ist relevant: Es besteht etwa ein Unterschied zwischen 23 und 32.
- Die Position spielt eine Rolle: 23 und 2^3 stellen verschiedene Zahlen dar.
- Die relative Größe der Zahlen zueinander muss beachtet werden. Hochzahlen werden zum Beispiel kleiner geschrieben als die Basis.
- Die Orientierung der Symbole ist entscheidend: Schnittmenge und Vereinigung unterscheiden sich etwa nur durch die Ausrichtung des Symbols.
- Tiefgestellte Zahlzeichen oder Buchstaben gelten als Indizes zur Unterscheidung verschiedener Objekte bzw. Objektklassen, zum Beispiel: a_1, y_n, \dots
- Andere Formen der Indizierung dienen zur Unterscheidung von Objekten und Objektklassen, zum Beispiel: a', \bar{b}, \dots
- Hochgestellte Zahlzeichen oder Buchstaben stehen als Abkürzung von Produkten gleicher Faktoren bzw. zur Darstellung von Potenzen, zum Beispiel: a^5, x^m, \dots
- Weiters existieren noch spezielle flächenhaft aufgebaute Symbolsysteme, wie zum Beispiel: $\frac{3}{4}, \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 6 & 4 \end{vmatrix}, \sqrt[5]{x}, \dots$

(vgl. MAIER 1999, 41).

Werden aus mehreren einzelnen Zeichen, die auch aus verschiedenen Alphabeten kommen können, neue Zeichen gebildet, spricht man von *Superzeichen*. Diese werden dann nicht mehr als einzelne Zeichen, sondern als ein Ganzes wahrgenommen und als solches interpretiert. Beispiele dafür sind Integrale, wie etwa $\int_0^1 x^2 dx$, oder auch Summen, wie $\sum_{i=1}^n x_i$ (vgl. ebd.).

In der Mathematik ist außerdem die Konventionalität sprachlicher Zeichen deutlich erkennbar. Mathematische Symbole können beliebig ausgetauscht werden, wenn die Kodierungsregeln vereinbart sind. So besteht die Möglichkeit, die Aussage $\frac{d \sin x}{dx} = \cos x$ auch in der Form $\sin' y = \cos y$ zu schreiben (vgl. ebd., 39).

Abschließend sei noch eine ganz wesentliche Eigenschaft erwähnt: Zeichen haben nicht nur Symbolcharakter, das heißt sie bezeichnen nicht nur ein Objekt oder einen Begriff, sondern besitzen darüber hinaus in unterschiedlichem Ausmaß auch Signalcharakter und fordern zu einer Handlung heraus. Betrachtet man zum Beispiel den Ausdruck $\frac{d}{dx} \sin(\omega x + \delta)$, so kann dieser einerseits als Ableitung der Funktion $\sin(\omega x + \delta)$ gelesen werden, andererseits auch als Aufforderung interpretiert werden, diese Ableitung zu berechnen (vgl. ebd., 110).

4.2.4 Besonderheiten der Syntax

Die Syntax stellt in jeder Sprache Informationen über die Bildung von Sätzen und Satzteilen bereit. Die syntaktischen Besonderheiten der mathematischen Fachsprache werden im Folgenden kurz präsentiert.

Auffallend und typisch ist die häufigere Verwendung der Hilfsverben *haben* und *sein* im Vergleich zur Alltagssprache. Bei einem Großteil der Angaben von Beispielen, Definitionen und Texten werden diese Verben gebraucht, wie etwa in den Aussagen „4 *ist* ein Element der natürlichen Zahlen“ oder „Ein Rhombus *hat* vier gleich lange Seiten“. Eine der Schwierigkeiten bei mathematischen Texten besteht jedoch darin, dass diese Verben in den verschiedensten grammatikalischen Formen auftreten, unter anderem auch in solchen, die im Alltag nicht so häufig verwendet werden. So trifft man zum Beispiel in mathematischen Texten wesentlich öfter auf den Konjunktiv Präsens als in der Alltagssprache. Angaben der Art „*Sei* a die längere Seite eines Dreiecks“ sind keine Seltenheit (vgl. MAIER 1999, 48f).

Weiters findet man in der mathematischen Sprache oft Nominalisierungen von Verben, die zunächst etwas ungewöhnlich erscheinen. Anstelle der Aufforderung „Differenziere dreimal“ findet man in Angaben mindestens genauso oft „Berechne durch dreimaliges Differenzieren“.

Das Passiv wird in der Fachsprache ebenfalls viel häufiger als in der Umgangssprache gebraucht. Die Definition „Ein Viereck mit gleich langen Seiten wird Rhombus genannt“ ist häufig in Lehrbüchern zu finden, hingegen wirkt der Satz „Ich nenne ein Viereck mit gleich langen Seiten Rhombus“ als mathematische Definition unpassend. Um das Passiv zu vermeiden, ist es auch üblich, unpersönliche Wendungen mit *man* oder *es ist* + *Adjektiv* zu verwenden. So könnte man das oben angeführte Beispiel auch noch mit der Umschreibung formulieren: „Man nennt ein Viereck mit gleich langen Seiten Rhombus“.

Wie bei Texten dienen auch bei mathematischen Aussagen Klammern zur Gliederung und Strukturierung von Aussagen. Allerdings besitzen sie in der Alltagssprache andere Funktionen. In der Arithmetik und Algebra werden Klammern verwendet, um die eindeutige Abarbeitung von Rechenoperationen in den konventionellen Schreibweisen sicherzustellen. In diesen zwei Beispielen $(3 \cdot 4) + 1 = 13$ und $3 \cdot (4 + 1) = 15$ kann man sehen, dass bei der Nichtbeachtung dieser Konventionen ganz unterschiedliche Ergebnisse auftreten können. Aus ökonomischen Gründen können bei Produkten die Klammern weggelassen werden (vgl. ebd., 50f).

Teilweise erhebliche Schwierigkeiten stellt die Negation von Aussagen in der Mathematik dar. Möchte man eine Aussage verneinen, muss man sich zuvor genau überlegen, welcher

Teil verneint werden soll. Betrachtet man den Satz „Die Gerade schneidet den Kreis“, so kann man feststellen, dass es mehrere Möglichkeiten zur Verneinung gibt:

- Die Gerade schneidet den Kreis nicht.
- Nicht die Gerade (sondern die Ellipse) schneidet den Kreis.
- Die Gerade schneidet nicht den Kreis (sondern die Hyperbel).

Alleine mit der Positionierung von *nicht* kann man somit ganz unterschiedliche Sachverhalte ausdrücken. Daher ist es gut zu überlegen, welche Information man mit seiner Aussage übermitteln möchte. Ebenso ist es bei der Rezeption eines solchen Satzes wichtig, sich die Frage zu stellen, welcher Teil nun verneint ist und welche Auswirkungen dies mit sich bringt (vgl. MAIER 1999, 53).

Typisch für die mathematische Fachsprache sind Schachtelsätze, die ja im Deutschunterricht eher zu vermeiden versucht werden. Doch Aussagen wie: „Eine Funktion f heißt im Punkt x_0 differenzierbar, wenn es eine Zahl k gibt, so dass es zu jeder Zahl $\varepsilon > 0$ eine Zahl $\delta > 0$ gibt, so dass aus der Bedingung $|x - x_0| \leq \delta$ folgt $|f(x) - f(x_0) - k(x - x_0)| \leq \varepsilon|x - x_0|$.“, die aus drei und mehr Nebensätzen bestehen, sind in der Mathematik nicht selten anzutreffen (SCHWEIGER 2010, 18).

Nicht zuletzt zeichnen auch logische Konjunktionen die Sprache der Mathematik besonders aus. Gerade die Verknüpfungen *und* bzw. *oder* sind sehr häufig anzutreffen und mit Vorsicht zu verwenden. Die Konjunktion *und* besitzt dieselbe Bedeutung wie in der Alltagssprache. Die durch Verknüpfung zweier Aussagen mittels *und* entstehende Aussage ist genau dann wahr, wenn beide Aussagen für sich wahr sind, wie zum Beispiel „3 *und* 10 sind natürliche Zahlen“.

Anders verhält es sich bei der Verbindung mit *oder*. Durch diese Konjunktion verknüpfte mathematische Aussagen sind genau dann wahr, wenn mindestens eine der beiden Aussagen wahr ist. Man spricht in diesem Fall auch vom *nichtausschließenden oder*. In dem Beispiel „0 *oder* – 1 ist die Lösung der Gleichung $x^2 = -x$ “ wird dadurch ausgedrückt, dass beide Zahlen Lösungen sind. In der Alltagssprache hingegen verwenden wir zumeist das *ausschließende oder*. Die Aussage „Ich gehe heute *oder* morgen ins Kino“ impliziert, dass ich entweder heute oder morgen ins Kino gehe. Dass beide Ereignisse eintreten, wird bei diesem Satz wahrscheinlich nicht angenommen (vgl. MAIER 1999, 126, 128; BOCK 1972, 19, 33).

4.2.5 Noch ein Vergleich mit natürlichen Sprachen

Durch die vorliegende Analyse der mathematischen Sprache drängt sich noch einmal der Vergleich mit Fremdsprachen auf. Maier fasst den Gedanken auf diese Weise zusammen:

„Der Erwerb jeglichen Wissens bedeutet eine Erweiterung der Sprachfähigkeit, nicht zuletzt auch das Erlernen von Mathematik“ (MAIER 1999, 68).

Hier stellt sich weiters die Frage, ob sich Mathematik – bei all den Parallelen, die es zwischen Mathematik und herkömmlichen Sprachen gibt – nicht doch auf natürliche Weise erwerben lässt. Kinder eignen sich grundlegende Fähigkeiten wie Zählen, Klassifizieren, Ordnen, Erkennen und Herstellen von räumlichen Mustern offenbar ohne gezielte Instruktion an. Studien haben gezeigt, dass aber bereits das Rechnen nur durch planvolle Instruktion möglich ist (vgl. ebd.).

Dennoch kann man Schlussfolgerungen aus dem Wissen über das natürliche Sprachlernen ziehen und daher seien hier noch einige Maßnahmen und Bedingungen aus dem Bereich von Sprachlernsituationen, die auch für den Mathematikunterricht von Bedeutung sind, aufgelistet:

- Einbettung: Kinder sollen wahrnehmen, dass der Alltag nicht nur mit Sprache erfüllt ist, sondern auch jede Menge Mathematik enthält.
- Hinweisen: Es soll immer wieder gezeigt werden, dass Mathematik in vielerlei und sinnvoller Weise verwendet wird.
- Erwartung: Es muss gelingen, Kinder zu überzeugen, dass sie mit dem Lernen von Mathematik, wie mit Erlernen von Sprache, Erfolg haben können.
- Verantwortung: Kinder sollen eigene Wege zum Lernen von Mathematik finden, wie ihnen dies auch bei der Sprache gelingt.
- Annäherung: Kinder sollen auch beim Mathematiklernen das Gefühl haben, dass man ihre Antworten akzeptiert, auch wenn sie korrigiert werden müssen. Das Selbstvertrauen sollte unbedingt gestärkt und der Mut zum Risiko gefördert werden.
- Beschäftigung: Es sollte den Kindern oft Gelegenheit geboten werden, ihre mathematischen Fertigkeiten vor allem auch in ihnen selbst sinnvoll erscheinende Aufgaben einsetzen zu können.
- Rückmeldung: Brauchbare Antworten der Kinder sollten bestätigt und wenn nötig, mit einer indirekten Korrektur verbunden werden.

(vgl. ebd., 70).

4.2.6 Die mathematische Fachsprache in Schulbüchern

In diesem kurzen Abschnitt wird untersucht, wie die mathematische Fachsprache in derzeit aktuellen Schulbüchern präsentiert wird. Dabei ist gleich festzuhalten, dass bei weitem nicht in allen Schulbüchern eigene Kapitel diesem Thema gewidmet sind. Wenn es dazu Informati-

onen gibt, so befinden sich diese im Lehrbuch der 5. Klasse. Zwei Ausgaben, die darüber schreiben, werden hier aufgegriffen.

Im *Mathematik Lehrbuch 5* (GÖTZ 2005) steht gleich das erste Kapitel im Zeichen der Sprache der Mathematik. Als Einleitung findet man folgendes Zitat:

„Vieles, was wir wahrnehmen, fühlen und denken, lässt sich mit den Mitteln unserer Umgangssprache nur umständlich ‚in Sätzen sagen‘. Oftmals sind diese ‚Aussagen‘ unscharf, mehrdeutig, (im Moment oder prinzipiell) unentscheidbar, ja sogar (in sich oder in ihrem gegenseitigen Bezug) widersprüchlich oder selbstbezüglich. Daher bedient sich die Mathematik – wie viele andere Wissenschaften auch – neben der unentbehrlichen Umgangssprache einer eigenen Fachsprache samt zugehöriger Notation. Grundvoraussetzung für ein Verständnis von Mathematik ist es daher, ihre ‚Sprache verstehen‘ und ihre ‚Notation entschlüsseln‘ zu lernen“ (ebd., 11).

Zu Beginn widmet sich das Schulbuch mathematischen Aussagen. Dabei werden wahre von falschen Aussagen unterschieden, All- und Existenzaussagen erklärt und die Negation von Aussagen besprochen und geübt. Der zweite große Teil beschäftigt sich mit Mengen. Hier werden die verschiedenen Arten und Notationsmöglichkeiten von Mengen sowie die Verknüpfungsmöglichkeiten behandelt. Als möglichen Erweiterungstoff führen die Autoren auch noch das Arbeiten mit Wahrheitstabellen, die Mengenalgebra, VENN-Diagramme und abschließend einen kurzen Ausblick auf die Fuzzy-Logik an (vgl. ebd., 11ff.).

Im *MatheMaster 5* (STEINER 2004) wird die Sprache der Mathematik ebenfalls nach einem kurzen Wiederholungskapitel an den Anfang des Buches gestellt. Die Inhalte des Kapitels sind ähnlich zu jenen aus dem Lehrbuch von Götz. Jedoch beginnt man hier mit der Klärung der Begriffe *Zeichen* und *Symbole* und merkt an, dass die Mathematik im Vergleich zu anderen Fremdsprachen mit viel weniger Wörtern und die mathematische Schrift (zumindest in der Schule) lediglich mit ein paar Dutzend Zeichen auskommt. Danach wird die Aussagenlogik besprochen. Wie schon bei Götz werden auch hier die Negation von Aussagen, Konjunktionen und Disjunktionen behandelt. Anschließend thematisieren die Autoren noch Wahrheitstabellen.

Im darauffolgenden Kapitel werden Mengen und die dazugehörigen Mengenoperationen besprochen. Zusätzlich sind auch Erklärungen zu den Begriffen *Produktmenge* und *geordnete Paare* zu finden. Abschließend wird das Beweisen von Aussagen thematisiert (vgl. STEINER 2004, 14ff.).

Zusammenfassend kann man sagen, dass in beiden Schulbüchern meines Erachtens bei weitem nicht die Sprache der Mathematik in ihrer Gesamtheit präsentiert wird. Es handelt sich jeweils nur um einen kleinen Bereich vor allem aus der Symbolsprache, der am Beispiel der Mengenlehre demonstriert wird. Es muss jedoch allen Lehrenden und Lernenden bewusst

sein, dass man mit Sprach- und Terminologearbeit sicher nicht nur in der Mengenlehre, sondern bei jedem Kapitel konfrontiert wird. Das Erarbeiten eines neuen Themas ist automatisch sowohl mit unbekanntem Fachbegriffen als auch Symbolen verbunden, die es zu erlernen und beherrschen gilt. Somit ist es eigentlich so gut wie unmöglich, in einem Schulbuch ein umfassendes Kapitel über die Sprache der Mathematik zu präsentieren, da sie ja allgegenwärtig ist.

Die Feststellung von Steiner, dass in der mathematischen Fachsprache lediglich ein paar Dutzend Zeichen vorkommen, ist meiner Meinung nach, auch wenn man nur die in der Schulmathematik auftretenden Zeichen berücksichtigt, untertrieben und entspricht nicht der Realität, wenn man wie etwa Maier davon ausgeht, dass alle mathematischen Zeichen angefangen von Zahlen, Rechenzeichen bis hin zum Integral als Symbole aufgefasst werden. Hier nahm der Autor einen (bewussten?) Einschnitt in die Realität vor und viele Zeichen wurden wahrscheinlich nicht mehr als Symbole gedeutet. Vielleicht liegt der Grund für diese Darstellung auch darin, dass „das Konkrete das Abstrakte [ist], an das wir uns gewöhnt haben“ (KRONFELLNER 2010, 6).

4.3 Verwendung der Sprache im Klassenzimmer

Jeder Lehrperson muss klar sein, dass nie zu 100 Prozent Fachsprache im Unterricht verwendet wird bzw. werden kann. Die in der Schule eingesetzte Sprache ist eine Mischform, die unter anderem Merkmale der Fachsprache enthält. In der Regel ist der fachsprachliche Anteil in der Lehrer-/Lehrerinnen- und Mediensprache höher als in den Sprachbeiträgen der Schüler und Schülerinnen, die den Gebrauch der Fachsprache erst erlernen müssen (vgl. MAIER 1999, 109).

Kommunikationsschwierigkeiten sind demnach programmiert. Die Lehrenden denken meist im Sinn des „richtigen“ Begriffs, wie er in der mathematischen Definition vorliegt. Durch ihre mathematische Ausbildung haben sie ein höheres Niveau und eine andere Betrachtungsweise erreicht und verstehen dadurch manchmal die Schwierigkeiten von Lernenden nicht (mehr) (vgl. FISCHER 1985, 142).

Zum Nachteil für alle Schülerinnen und Schüler wechseln Lehrende aber auch innerhalb einer Stunde oft unbewusst zwischen Fach- und Alltagssprache hin und her, so dass dadurch öfters Verständigungsschwierigkeiten die Folge sind. Zur Illustration wird dazu abschließend das Beispiel des unbestimmten Artikels bzw. des Zahlwortes *ein* betrachtet. In der mathematischen Aussage „Die Geraden g und h schließen einen Winkel ein“ wird keineswegs ausgeschlossen, dass die beiden Geraden auch noch weitere Winkel bilden. Andernfalls müsste man schreiben: „ g und h schließen *einen und nur einen* Winkel ein“ bzw. „ g und h schließen *genau*

einen Winkel ein“. In der Alltagssprache wird der unbestimmte Artikel automatisch jedoch mit der Zahl *1* identifiziert und drückt für sich schon das aus, was in der Fachsprache mit den Ausdrücken *ein und nur ein* bzw. *genau ein* präzisiert werden muss. Daher würde man den Satz „Im Korb liegt ein Apfel“ als Lüge empfinden, wenn sich tatsächlich fünf Äpfel darin befinden würden. Wechselt eine Lehrperson nun oft zwischen den beiden Auffassungen hin und her, ohne sich dessen bewusst zu sein, kann das zu Verwirrungen bei den Lernenden führen (vgl. MAIER 1999, 126).

5 Mathematikspezifisches Lesen

5.1 Lesen von Texten

5.1.1 Lesen als mentaler Prozess

Beim Lesen eines Textes erfüllt das menschliche Gehirn weit mehr Aufgaben, als nur die Augen von Zeile zu Zeile wandern zu lassen. Das Ziel des folgenden Kapitels besteht darin, einen Einblick in diesen mentalen Prozess zu geben.

Eine der auffallendsten Besonderheiten des Lesens liegt in der Tatsache, dass diese Tätigkeit von den Rezipienten und Rezipientinnen weitgehend selbst gestaltet wird, da sie zum Beispiel jederzeit die Möglichkeit haben, Textpassagen zu überspringen oder noch einmal zu lesen. Dieses Merkmal lässt sich in der Forschung dazu nutzen, um aus der bloßen Beobachtung der Augenbewegungen etwas über den Verstehensprozess in Erfahrung zu bringen.

Entgegen dem Gefühlseindruck gleiten die Augen beim Lesen nicht linear über die Zeilen, sondern führen kreisförmige Bewegungen aus. Einen Augenblick lang wird ein bestimmter Ausschnitt einer Zeile fixiert und der Inhalt wahrgenommen. Im nächsten Moment wird die Fixierung aufgehoben und die Augen stellen sich auf die nächste Fixierung ein. Einen Sprung von einer Fixierungsstelle zur nächsten nennt man *Sakkade*. Verarbeitbare Informationen gewinnt man hauptsächlich während der Fixationspause zwischen zwei Sakkaden.

Durch die Sakkaden entsteht auch eine Bewegung entgegengesetzt zur Leserichtung, die man *Regression* nennt. Dabei fixiert man eine Textstelle, die zuvor schon einmal betrachtet oder in einer Sakkade übersprungen wurde. Sakkaden, Regressionen und Fixationspausen gehören zu den unbewussten motorischen Bewegungsabläufen bei jedem Lesevorgang. Sie sind sehr kurzlebige Ereignisse und werden daher mit speziellen Apparaturen in Millisekunden gemessen (vgl. HOLLE 2009, 115f.).

Hier ist ein Beispiel für eine typische Augenbewegung während eines Lesevorgangs:

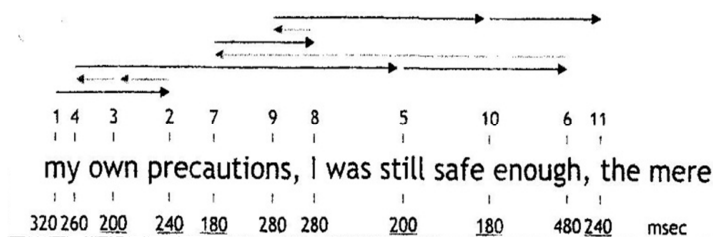


Abb. 3

Durch Beobachtung lassen sich relativ leicht geübte von ungeübten Leserinnen und Lesern unterscheiden. Sie weisen in so gut wie allen Bewegungsphasen verschiedene Verhaltensmuster auf. Leseanfänger und Leseanfängerinnen benötigen insgesamt mehr Sakkaden, längere Fixationspausen und eine höhere Anzahl an Regressionen. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass geübte Leserinnen und Leser ihre Augenbewegungen den jeweiligen Verstehenschwierigkeiten besser anpassen können, indem sie die Fixationsdauer häufiger wechseln (vgl. HOLLE 2009, 117).

Währenddessen versucht das Gehirn die ihm zugespielten Informationen zu bewältigen. Diese Verarbeitung ist ebenfalls kein linearer Prozess, sondern ein ständiges Wechselspiel von *Hineinlesen* und *Herauslesen*. In der Fachliteratur werden dafür die Begriffe *Bottom-up-Prozesse* für das Hineinlesen und *Top-down-Prozesse* für das Herauslesen verwendet.

Zunächst versucht der Leser bzw. die Leserin Vorstellungen auf Grundlage des Textes aufzubauen (Herauslesen). Damit und durch das Vorwissen entwickelt er bzw. sie Erwartungen (im Sinne von Verstehenshypothesen) an den Text, prüft die Vorstellungen (Hineinlesen) und passt sie gegebenenfalls noch an. Erst im Zusammenspiel beider Verarbeitungsprozesse konstruiert die Leserin bzw. der Leser den Inhalt des eben Gelesenen und tritt so gewissermaßen mit dem Text in einen dialogischen Prozess des Aushandelns. Lesen wird daher als doppelt zyklischer Prozess modelliert (vgl. HOLLE 2009, 128; LEISEN 2009, 84f.).

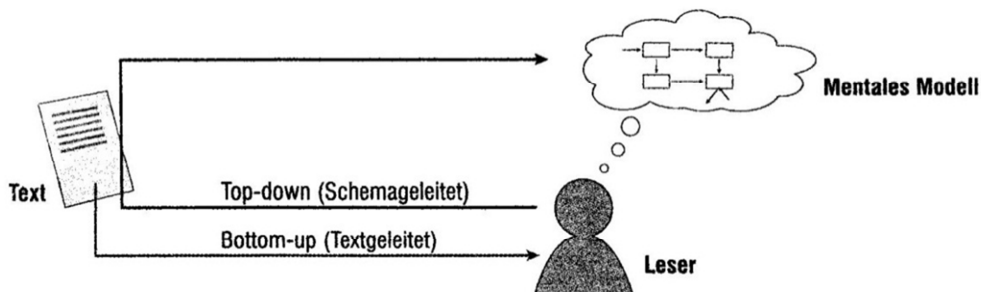


Abb. 4

An dieser Stelle sei kurz ein Vergleich mit Piagets *Äquilibrationstheorie* angeführt. Darin erklärt Piaget, dass Intelligenz dem Überleben eines Individuums in der Auseinandersetzung mit der Umwelt dient. Dies versucht er durch Anpassung (*Adaption*) an seine Umwelt zu er-

reichen. Adaption beinhaltet zwei Vorstellungen: *Akkommodation* und *Assimilation*. Unter Assimilation versteht man, dass Lernende ein zu einem vorliegenden Problem passendes Schema, das in früheren Situationen bereits erworben wurde, suchen, es an die persönliche Erfahrung anpassen und in vertraute Begriffe übersetzen. Bei der Akkommodation hingegen wird nicht nur die vorhandene kognitive Struktur verwendet, sondern sie muss auch verändert bzw. erweitert werden, wenn neue Elemente hinzukommen. Zwischen beiden Vorgängen versucht das Individuum ein Gleichgewicht (*Äquilibration*) herzustellen. Genau dieses Gleichgewicht wird auch beim Lesen zwischen Bottom-up- und Top-down-Prozessen gesucht (vgl. KRONFELLNER 2009, 2; WITTMANN 1976, 44f.).

Maßgeblich beeinflusst wird der Leseprozess durch die:

- Merkmale der Lesenden (Vorwissen, Größe des Wortschatzes, Motivation, Lern- und Lesestrategiewissen, etc.)
- Aktivitäten der Lesenden (Einsatz von Lesestrategien)
- Beschaffenheit des Textes (Inhaltsorganisation und Strukturierung)
- Leseanforderungen (verstehendes, kritisches, reflexives Lesen).

Ein großes Vorwissen und ein reicher Wortschatz gehen also mit guter Lesefähigkeit einher. Im Gegensatz zum Vorwissen der Lernenden, das man als Lehrperson (vor allem bei neu übernommenen Klassen) nur begrenzt beeinflussen kann, lassen sich die Beschaffenheit und Gestaltung eines Textes teilweise mitbestimmen, was im Folgenden noch genauer erläutert wird (vgl. LEISEN 2009, 86).

5.1.2 Beschaffenheit von Texten

Jeder Fachtext lässt sich im Allgemeinen in Hinblick auf vier Gesichtspunkte charakterisieren:

1. Kommunikationsbereich und Themenkreis

Hier werden der wissenschaftliche Sachstil (Kunstwissenschaft, Geschichtswissenschaft, Geisteswissenschaft, Logik, Naturwissenschaft, Medizin, etc.) und der praktische Sprachstil (Wirtschaft, Technik, Handwerk, Sport) unterschieden.

2. Fachlichkeitsgrad

Darunter versteht man die Einstellung eines Textes zu den Empfängern und Empfängerinnen. Beispiele dafür sind der Forscherstil, der belehrende Stil, der Stil der Lehrbücher, der Lexikonstil, der populärwissenschaftliche Stil, etc.

3. Medium der Mitteilung

Damit ist die graphische Anordnung eines Textes gemeint. Man untersucht, ob Absätze, Titel, Zwischentitel, Marginalien, Nummerierungen, Zitate, Abkürzungen, Tabellen, Bilder, etc. verwendet werden.

4. Art der Stoffbehandlung

Hier wird die Textsorte beschrieben und geklärt, ob es sich um einen Bericht, eine Erzählung, Beschreibung, Erörterung, Betrachtung, etc. handelt.

(vgl. HOFFMANN 1987, 32f.).

Einerseits ist es wichtig, sich diese Einordnung zu vergegenwärtigen, um die Aussage des Textes besser verstehen zu können. Andererseits ist dieses Wissen auch für die Wahl der Methode(n) zur Aufbereitung im Unterricht entscheidend.

Das Forschungsfeld *Lesbarkeit von Texten* ist jenes Teilgebiet der Linguistik, das die Merkmale untersucht, die verstehendes Lesen beeinflussen, fördern oder hemmen können. Dabei spielen vor allem die formal-stilistischen Merkmale eine Rolle. Positiv wirken sich kurze Satzteile, aktive Satzkonstruktionen sowie die Vermeidung von Negationen und Substantivierungen auf die Verständlichkeit aus. Andererseits spielt auch die mittlere semantische Dichte eine Rolle. Um ein optimales Verständnis zu erreichen, sollte man versuchen, keine synonymen oder wörtlichen Wiederholungen von Satzgliedern mit wichtiger Bedeutung zu verwenden, aber auch nicht auf jegliche Redundanz verzichten (vgl. MAIER 1999, 232).

Ein weiterer nicht zu verachtender Punkt ist die Thematisierung der graphischen, vor allem typographischen Merkmale gedruckter Texte. Bei manchen Forschenden wird dieser Aspekt unter dem Konzept der Lesbarkeit subsumiert, bei anderen findet man dieses Gebiet unter dem Begriff *Leserlichkeit* eines Textes wieder. Zur Leserlichkeit werden Eigenschaften wie Drucktype, Zeilenlänge, Zeilenabstand, Farbe, Kontrast, Druckanordnung, Größe, Papierbeschaffenheit, die auch maßgeblich am Leseerfolg beteiligt sind, zusammengefasst. Eine Studie zu diesem Thema brachte folgende Ergebnisse:

- Fette Schriftzeichen erhöhen zwar die Erkennbarkeit der einzelnen Zeichen, verbessern jedoch nicht die Lesegeschwindigkeit.
- Kursive Schriftzeichen beeinträchtigen die Lesegeschwindigkeit und werden von vielen Personen als unangenehm empfunden.
- Die ausschließliche Verwendung von Großbuchstaben verlangsamt den Leseablauf.
- Die Schriftgröße 11 Punkt wurde als ideal, 10 bis 12 Punkt allgemein als gut lesbar eingestuft. Größer oder kleiner geschriebene Texte stören den Leseprozess.

(vgl. GROEBEN 1982, 173ff.).

5.2 Mathematische Texte

5.2.1 Textsorten im Mathematikunterricht

In einem modernen Unterricht in Zeiten von PISA sollten sich die in der Schule behandelten mathematischen Texte nicht auf Auszüge aus dem Schulbuch und Beispielangaben beschränken. Ganz im Gegenteil wird gefordert, auch im Mathematikunterricht längere, authentische Texte wie zum Beispiel Anleitungen, Nachrichten, Sach- und Fachmagazine, Zeitungsartikel und Nachschlagewerke zusätzlich zu behandeln.

Bostelmann teilt die im Unterricht vorkommenden mathematischen Texte in drei Gruppen ein:

- Instruktionstexte: Darunter versteht man zum Beispiel Anleitungen, die den Lernenden helfen sollen, bestimmte mathematische Verfahren zu verstehen und anzuwenden.
- Aufgabentexte: Hierzu zählt man im Allgemeinen Textaufgaben, die zur Sicherung und Vertiefung des gelernten Stoffes eingesetzt werden.
- Informative Texte: In diese Kategorie fallen etwa Texte über historische Hintergründe oder Anwendungsbezüge. Eine gute Ergänzung bilden Zeitungsartikel, die mathematische Aussagen enthalten. Diese übermitteln nicht nur einen mathematischen Inhalt, sondern auch Aktualität und Authentizität. Gegebenenfalls stellt ein regionaler Bezug dabei zusätzliche Motivation für Schülerinnen und Schüler dar. In den letzten Jahren findet diese Form allmählich immer häufiger Einsatz im Schulunterricht, deren positive Auswirkung auf die Leistungen der Lernenden bereits im Jahr 2006 von einer finnischen Studie festgestellt wurde.

(vgl. BOSTELMANN 2009, 190f.).

5.2.2 Charakteristik mathematischer Texte

Alltägliche und mathematische Texte unterscheiden sich in Bezug auf Struktur und Aufbau maßgeblich voneinander und erfordern deshalb verschiedene Herangehensweisen der Leser und Leserinnen. Im folgenden Abschnitt wird versucht, die Besonderheiten von mathematischen Texten kontrastiv zu beschreiben.

Im Allgemeinen liest man alltägliche Texte nicht Wort für Wort, sondern bereits nach wenigen Worten erstellt man Hypothesen über den Inhalt, die dann stichprobenartig überprüft werden. Selbst wenn man einige Worte komplett auslässt, stellt das im Normalfall kein großes Problem für das Globalverstehen dar, da bei diesen Texten mehrere Wörter ein und dieselbe Information beschreiben (*Redundanz*). Andererseits können Leserinnen und Leser oft Wissen

und Alltagserfahrungen, die beim Verstehen eines solchen Textes helfen, einbringen (vgl. MAIER 1999, 237f.).

Bei mathematischen Texten versucht man hingegen mit möglichst wenig sprachlichen Mitteln möglichst viel auszudrücken und vermeidet im Normalfall redundante Informationen. Komplexe Bezüge werden mit Hilfe der in *Kapitel 4* beschriebenen Formelelemente und verkürzenden Floskeln sehr komprimiert dargestellt. Die Prägnanz und hohe Komplexität der mathematischen Sprache machen ein Wort-für-Wort-Lesen unbedingt notwendig. Außerdem haben Schüler und Schülerinnen meist keine Erfahrung oder kein Vorwissen zu dem beschriebenen Sachverhalt. Der Fundus an selbst erlebten oder gehörten Begebenheiten aus dem Alltag, um Vermutungen über den „Ausgang einer Geschichte“ anstellen zu können, existiert nicht. Somit sind Lernende hier oft mit sprachlichen und fachlichen Schwierigkeiten gleichzeitig konfrontiert (vgl. BERGUNDE 2010, 243f.).

Weiters vermittelt ein derartiger mathematischer Text nicht automatisch Verständnis, Wissen und Können, sondern gibt nur Impulse für geistige Tätigkeit. Hier stehen die Lernenden vor einer anderen Situation als im Schulunterricht. Dort werden neue Sachverhalte (im Idealfall) zuerst intuitiv erarbeitet, anschaulich erklärt und am Ende zu einer exakten Definition geführt. Bei einem Text ist jedoch schon zu Beginn alles präzise beschrieben und die Leserin bzw. der Leser muss sich selbst den Weg zum Verständnis erarbeiten (vgl. CLAUS 1989, 143).

Auch von psychologischer Seite unterscheidet sich die Lektüre eines mathematischen Textes. Sie ist sehr oft mit Zwang, einer Prüfung oder der Tatsache, dass man der Lehrperson imponieren möchte, verbunden. Statistisch gesehen wird diese Literatur noch um ein Vielfaches seltener gelesen als jene aus dem Deutschunterricht (vgl. EICHBERGER 1991, 93ff.).

Betrachtet man mathematische Texte in Bezug auf deren optischen Aufbau, so lässt sich oft eine Art interaktive Auseinandersetzung zwischen Text und Bildelementen, die verschiedene Funktionen übernehmen können, feststellen. Bostelmann unterscheidet hier:

Dekorative Bilder (Abb. 5): Sie bieten eine atmosphärische Hilfe, sich in eine Situation hineinzudenken, haben aber für das Verständnis des Textes relativ wenig Relevanz.

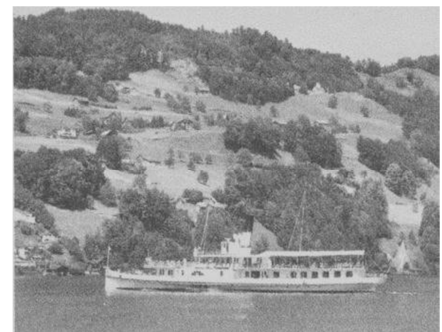


Abb. 5

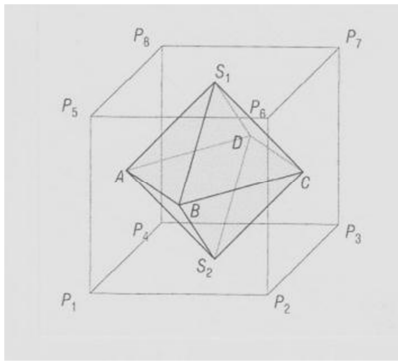


Abb. 6

Deskriptive Bilder (Abb. 6): Sie helfen den Lesenden, die im Text beschriebene Situation richtig zu verstehen. Ohne sie wäre es oft schwieriger, sich den dargelegten Umstand vorstellen zu können.

Normative Bilder (Abb. 7): Ihre Aufgabe besteht darin, Größen und Bezeichnungen übersichtlich zu vermitteln.

(vgl. BOSTELMANN 2009, 192f).

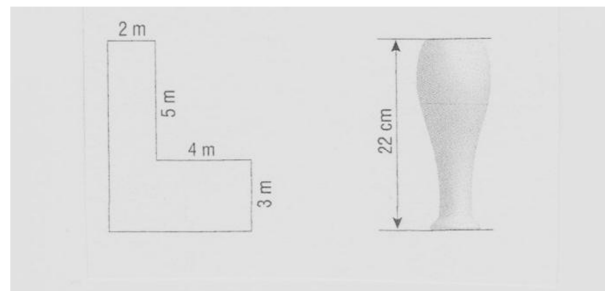


Abb. 7

5.2.3 Training der mathematischen Lesekompetenz

Das Leseverständnis lässt sich am besten trainieren, indem man liest und sich mit Texten auseinandersetzt. Das klingt banal, ist aber der Grundstein für den Erfolg. Jedoch kann das Lesen von Texten, die für das Niveau der Lernenden nicht geeignet sind, schnell die Motivation zerstören. Daher sind Lehrende dazu angehalten, dem Wissensstand der Schüler und Schülerinnen entsprechende Texte auszusuchen und aufzubereiten. Eines der Hauptziele besteht meiner Ansicht nach darin, den Lernenden abseits vom entsprechenden Fachvokabular auch Strategien beizubringen, mit deren Hilfe sie dann Texte leichter erschließen können. Dieses Wissen kann später außerdem bei der Lektüre von Fachtexten anderer Disziplinen nützlich sein.

Als erste Annäherung an das Thema sei zunächst der Ablaufplan von Walther aus dem Jahr 1981 erwähnt, um gleichzeitig auch ein wenig die Entwicklung der Lesedidaktik im Mathematikunterricht in den letzten Jahren zu demonstrieren.

Im ersten Schritt dieses Ablaufplans geht es darum, den Text einmal schnell durchzulesen, um eine Übersicht zu gewinnen und den Gesamtzusammenhang zu erkennen. Dabei sollten die Leserinnen und Leser logische Zusammenhänge, fundamentale Ideen und eventuell schon Querverbindungen erkennen. Im Anschluss wird versucht, die Gliederung des Textes zu erfassen und zu unterscheiden, worin die wichtigen bzw. nebensächlichen Informationen liegen.

Die Lernenden haben im zweiten Teil des Leseprozesses die Aufgabe, den Text mehrfach intensiv durchzuarbeiten, dabei Wichtiges zu unterstreichen und unbekannte Ausdrücke nachzuschlagen bzw. die Lehrkraft danach zu fragen. Die Ergebnisse sollten dann in Kurzform mit eigenen Worten aufgeschrieben und abschließend in der Klasse mündlich vorgetragen werden.

Dabei ist es sinnvoll, erste Versuche des selbständigen Lesens an Lehrbuchtexten im Unterricht durchzuführen. Studien haben gezeigt, dass eines der größten Probleme der Schüler und Schülerinnen darin besteht, dass sie sehr oberflächlich lesen und sich nicht auf einen Dialog mit dem Text einlassen. Genau darauf sollte man als Lehrkraft achten und das mit den Lernenden trainieren (vgl. WALTHER 1981, zit. nach: CLAUS 1989, 143f.).

Auf Grund der Beschäftigung mit Fremdsprachendidaktik haben sich auch die Modelle für den Mathematikunterricht in den letzten Jahren weiterentwickelt. In Anlehnung an die Prinzipien der Lesedidaktik der Sprachfächer erstellt Leisen einen detaillierten Plan von Phasen, in denen die Erarbeitung eines Textes ablaufen soll:

- In der Einführung werden Lernende über den Leseprozess vorinformiert.
- Vorwissensaktivierung: Hier wird das Vorwissen zu dem Thema, das beim Leseprozess eingebunden werden muss, aktiviert.
- Die Erstrezeption dient dem Überblick und der Vorbereitung auf die spätere Detailrezeption.
- Wirkungsgespräch: Dabei äußern sich Schülerinnen und Schüler reihum zum Text. Mit Hilfe dieser Wortmeldungen erfährt die Lehrkraft Näheres über den Verstehensgrad und kann das weitere Vorgehen darauf abstimmen.
- Die Detailrezeption erfolgt über eine zum Text passende Lesestrategie.
- Verständnisüberprüfung: Nach der Erarbeitung des Textes werden offene Fragen gestellt und soweit wie möglich von den Mitschülern und Mitschülerinnen selbst beantwortet. Bei Problemen greift die Lehrkraft gegebenenfalls ein.
- Anschlusskommunikation: Hier wird der Text in Bezug zu Eigen- und Fremderfahrungen und danach in größere Kontexte gesetzt.
- Eventuell kann man die Einheit mit einer Textproduktionsphase beenden. Die Textproduktion fällt den Schülerinnen und Schülern jedoch im Normalfall schwerer als die Textrezeption.

(vgl. LEISEN 2010, 221f.).

Im allgemeinen Teil des Werkes *Sachtexte lesen im Fachunterricht der Sekundarstufe* definiert Leisen insgesamt zehn Strategien, die bei der Detailrezeption eines Fachtextes helfen.

Im mathematikspezifischen Kapitel werden sieben dieser zehn Strategien hervorgehoben, die sich im Laufe von Studien speziell für den Mathematikunterricht als hilfreich erwiesen haben:

- Fragen zum Text beantworten

Dem Text sind Fragen beigelegt, die den Leser bzw. die Leserin anleiten, sich mit ihm intensiver zu beschäftigen. Diese herkömmliche Strategie kann bei jedem Text eingesetzt werden. Folgende Überlegungen sind dabei zu beachten: Leichte Fragen sollten an den Beginn, schwere Frage an das Ende gesetzt werden. Es können Aufgabenstellungen, die explizit auf eine im Text angegebene Information ausgerichtet sind, angeführt werden, aber auch solche, die sich auf tiefer eingebettete bzw. implizit angegebene Inhalte beziehen (vgl. LEISEN 2009, 19).

- Fragen zum Text stellen

Bei dieser Strategie stellt die Leserin bzw. der Leser gegebenenfalls nach einem Vorbild selbst Fragen an den Text und versucht, sie auch zu beantworten. Hierzu empfiehlt sich die Anzahl der gewünschten Fragen, das Anspruchsniveau und die Form der Beantwortung anzugeben. Die Bearbeitung der Aufgaben kann zum Beispiel in einer Partnerarbeit erfolgen. Besonders geeignete, schwierige oder interessante Fragen sollten dann in der Klasse besprochen werden (vgl. ebd., 19).

- Den Text strukturieren

Bei dieser Strategie teilt der Leser bzw. die Leserin den Text in Sinnabschnitte ein und formuliert Überschriften. Diese Methode eignet sich besonders bei schlecht strukturierten Texten. Sie verlangt von den Lesenden zu abstrahieren, da sie kategorisieren und Oberbegriffe finden müssen. Die Textstruktur lässt sich auch am Rand durch spezielle Markierungen (Thema, Erklärung, Definition, Beispiel, etc.) kennzeichnen. Verschiedene Lösungen können anschließend wieder in der Klasse diskutiert werden (vgl. ebd., 19f.).

- Den Text mit dem Bild lesen

Bei Sachtexten mit Bildern, Tabellen, Graphiken oder Zeichnungen wird die Leserin bzw. der Leser dazu angeleitet, Text und Bild zu vergleichen. Der Vorteil dieser Strategie liegt darin, dass verschiedene Wahrnehmungskanäle gleichzeitig angesprochen werden und das Vorwissen in unterschiedlicher Weise aktiviert wird. Ob man mit der Lektüre des Textes oder des Bildes beginnt, bleibt in der Hand der Lesenden (vgl. ebd., 20).

- Farborientiert markieren

Sachtexte sind durch Fachbegriffe, Objekte, Personen, Gegenstände, die in vielfältigen Relationen zueinander stehen, gekennzeichnet. Um Ordnung und Übersicht zu erhalten, markiert der Leser bzw. die Leserin Begriffe oder Textteile verschiedener Kategorien farblich differen-

zierend. Dadurch entsteht ein übersichtliches Beziehungsgefüge im Text, das die Weiterarbeit erleichtert. Diese Strategie der formalen Analyse dient oft als Vorbereitung auf nachfolgende Arbeitsschritte. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, dass sich die Leserin bzw. der Leser mehrfach in Form von immer neuen Bearbeitungsaufträgen mit dem Text auseinandersetzt (*Prinzip der zyklischen Bearbeitung*). Durch das schrittweise und gestufte Vorgehen entwickeln sich allmählich Textbezüge und Sinnstrukturen (vgl. LEISEN 2009, 20).

- Den Text in eine andere Darstellungsform übertragen

Bei dieser sehr effizienten und oft einsetzbaren Strategie übersetzen die Leser und Leserinnen den Text in Skizzen, Tabellen, Diagramme, etc. Sie fördert die aktive, eigenständige Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit dem Text. Das zwingt sie dazu, von einer anderen Seite an den Inhalt heranzugehen. Dieser Vorgang stellt einen entscheidenden Schritt bei der Erschließung des Sinnes dar, da man sich dabei vom Ursprungstext zu lösen beginnt. Bei der Methode sind Kreativität und Abstraktionsvermögen gefordert. Hier werden in der Regel sehr verschiedene Lösungen, die Anlass zur Besprechung in der Klasse sein sollten, zustande kommen. Es empfiehlt sich, diese Strategie auch in Partner- und Gruppenarbeit durchzuführen, da dabei zusätzlich eine intensive Kommunikation über den vorliegenden Sachverhalt verlangt wird (vgl. ebd., 20f.).

- Den Text expandieren

Viele Fachtexte sind derart verdichtet und mit Informationen überhäuft, dass man sie kaum zusammenfassen kann. Das Expandieren des Textes durch Beispiele und Erläuterungen ist in diesen Fällen die angemessene Strategie. Somit erhalten die Lernenden einen Text mit Zusätzen, Erläuterungen, Beispielen, Skizzen und weiteren Informationen. Meist ist ein Adressatenbezug, zum Beispiel *Schreibe eine Erklärung für deinen jüngeren Bruder*, sinnvoll. Der Nachteil bei dieser Strategie besteht darin, dass sie sehr anspruchsvoll ist und bereits hohe Kompetenz im Bereich des Wissens und der Darstellung erfordert (vgl. ebd., 21).

- Das Fünf-Phasen-Schema

Das Fünf-Phasen-Schema ist ein umfangreiches Modell, das komplett auf eigenständige Erarbeitung des Inhalts abzielt. Bei Leisen wird es zu den zehn Texterschließungsstrategien gezählt, wobei es meiner Ansicht nach etwas außerhalb der gerade aufgezählten Methoden steht. Es handelt sich hierbei nämlich um ein Verfahren, das viele der beschriebenen Methoden als Teilstrategien nutzt. Daher kann es eher als deren konkrete Anwendungsmöglichkeit und nicht so sehr als eigene Strategie gesehen werden. Auf Grund seiner Bedeutung für die Lesedidaktik wird es trotzdem in diesem Zusammenhang präsentiert.

Das Schema beginnt mit einer vorbereitenden Orientierung (*orientierendes Lesen* bzw. *Skimming*). Dabei sollen die Schüler und Schülerinnen den Text überfliegen, das Thema feststellen und die Abschnitte bzw. Besonderheiten festhalten. Danach folgt das Aufsuchen von Verstehensinseln (*extensives Lesen und selektives Lesen*). Hier markiert man jene Teile im Text, die man schon versteht. Von diesen Stellen geht die Erarbeitung des Gesamtzusammenhangs aus. Im zentralen dritten Schritt werden inhaltliche Details erschlossen (*intensives Lesen*). Jetzt werden die einzelnen Verstehensinseln zueinander in Beziehung gesetzt und mit dem Vorwissen verknüpft. Ein genaues Lesen und Mitdenken ist bei diesem Schritt unerlässlich. Hier helfen die vorher angeführten Lesestrategien. Im vierten Schritt wird der Text reflektiert und man versucht, den *roten Faden* zu finden. Sinnvoll ist hier eine kleine Gliederung des Textes zu erstellen und den Inhalt in wenigen Sätzen zusammenzufassen. Im fünften und letzten Schritt wird das Verstandene überprüft, indem man sich den Sinn noch einmal vergegenwärtigt. Im Idealfall verfasst man als Abschluss einen eigenen Text.

Der entscheidende Punkt bei diesem Schema ist die Tatsache, dass nicht davon ausgegangen wird, was Schülerinnen und Schüler nicht verstehen, sondern im Gegenteil von den Teilen des Textes, die sie verstehen. Außerdem werden die Lernenden auch bei dieser Methode zum mehrfachen, zyklischen Bearbeiten des Textes unter immer neuen und anderen Gesichtspunkten geführt. Der heikelste Schritt besteht darin, eine passende Lesestrategie für die Detailrezeption zu finden (vgl. LEISEN 2009, 23f.).

Man muss zusätzlich bedenken, dass viele mathematische Texte relativ kurz sind und daher diese eben beschriebenen Lesestrategien oft nur punktuell zur Anwendung kommen. Als besonders hilfreich für den Mathematikunterricht haben sich dafür die Strategien *Den Text mit dem Bild lesen*, *Den Text in eine andere Darstellungsform übertragen* und *Den Text expandieren* erwiesen. Außerdem hängt die Effizienz der einzelnen Strategien auch individuell von der Persönlichkeit der Lesenden ab (vgl. BOSTELMANN 2009, 194).

Um diese theoretischen Grundlagen in praktischer Verwendung zu sehen, seien hier im Folgenden je ein Beispiel für das Arbeiten an einem Instruktionstext bzw. an einem informativen Text angeführt. Auf Grund der besonderen Wichtigkeit von Textbeispielen und der großen Menge an der dazu existierenden Literatur werden diese nicht hier, sondern gesondert in *Kapitel 5.3* behandelt.

Zunächst wird die mögliche Bearbeitung eines Instruktionstextes besprochen. Gegeben sei folgender Absatz:

„In vielen Anwendungsaufgaben sind Nullstellen einer Funktion zu bestimmen. Dies kann sehr aufwendig [sic!], manchmal sogar unmöglich sein. In solchen Fällen begnügt man sich mit Näherungslösungen, vor allem dann, wenn diese mit der dem Problem angemessenen Genauigkeit berechnet werden können“ (JAHNKE 2002, 194).

Wie man erkennen kann, stecken in diesem kurzen Text sehr viele Fachbegriffe. Für die Erarbeitung des Inhaltes eignen sich daher die Strategien *Farborientiert markieren* und *Den Text expandieren*. Derartige Arbeitsaufträge wären hier denkbar:

„Der Text ist nicht leicht zu verstehen, da er viele mathematische Begriffe enthält und in der Satzkonstruktion kompliziert ist.

1. Markiere im Text die Begriffe, die auch im Inhaltsverzeichnis [oder Register]⁵ des Buches stehen könnten [und versuche sie deinem Nachbarn zu erklären]⁵.
2. Der Verlag will, dass ihr in Partnergruppen einen Text schreibt, der für Schüler leicht verständlich ist, aber auch von Mathematikern akzeptiert wird.

Mögliche Lösungen

1. Anwendungsaufgabe, Nullstellenbestimmung, Rechenaufwand, Existenz von Lösungen, Näherungslösungen, Genauigkeit.
2. In vielen Anwendungsaufgaben muss man die Nullstellen von Funktionen bestimmen. Dies kann sehr aufwändig sein und manchmal existiert gar keine Lösung. Wenn es sehr aufwändig ist, berechnet man die Lösungen näherungsweise (=Näherungslösungen). Das macht man vor allem dann, wenn man die Rechnung mit einer Genauigkeit durchführen möchte, die für das Problem gut genug ist“ (BOSTELMANN 2009, 195).⁶

Für die Erzielung eines solchen Ergebnisses ist jedoch Übung notwendig, damit diese Aufgaben zur Selbstverständlichkeit für Schüler und Schülerinnen werden. Es wäre unangebracht, gleich beim ersten Versuch derartige Formulierungen zu erwarten.

Als zweites Beispiel wird hier die Arbeit an einem informativen Text, in diesem Fall einem Presseartikel präsentiert. Gegeben ist folgender Zeitungsausschnitt:

⁵ Das sind meine zusätzlichen Vorschläge.

⁶ Meiner Ansicht nach könnte man hier noch weitere Begriffe wie etwa *Nullstelle* oder *Funktion* erklären.

Vollförderung wäre fast an 53 Quadratcentimetern gescheitert
Ein wahrhaft fleißiger Beamter haute voll auf den Putz

GOSLAR. Im Dezember vorigen Jahres reichte die Stadt Goslar für den Erweiterungsbau des Jerstedter Kindergartens einen Förderantrag bei der Bezirksregierung Braunschweig ein, um wie geplant eine zweite Kindergartengruppe mit 25 Plätzen einrichten zu können. Für jeden Kindergartenplatz muss dabei eine Fläche von zwei Quadratmetern vorgesehen werden. Die beigelegten Pläne sahen für die Erweiterung eine Raumgröße von 51 Quadratmetern vor.

Geprüft wurde der Antrag unter anderem vom Landesjugendamt und dort fand man die Zeit, ganz genau zu prüfen. Wenn nämlich, so der Sachbearbeiter, die Wände verputzt seien, blieben nur noch 49,47 Quadratmeter übrig. Da fehlten immerhin satte 53 Quadratcentimeter, mit dem Ergebnis: Es können nur 24 Plätze eingerichtet werden, und ergo gibt's 5000 DM Förderung weniger.

Die Sache ging hin und her, sogar der Regierungspräsident wurde eingeschaltet. Wenn's denn daran scheitern sollte, merkte der zuständige Goslarer Dezernent, Stadtdirektor Otto Neideck, süffisant an, könne man ja die Tapete etwas dünner machen. Nach zähen Verhandlungen waren schließlich der 25. Platz und die gesamte Fördersumme gesichert.

Goslarsche Zeitung vom 10. 08. 1993

Abb. 8

Bei der Bearbeitung dieses Textes eignen sich zum Beispiel die Strategien *Fragen an den Text stellen*, *Farborientiert markieren* und *Den Text in eine andere Darstellungsform übertragen*. Bostelmann fügt folgende Arbeitsaufträge an:

„In Zeitungstexten werden oft „Rechnungen aufgemacht“, die unglaublich wirken und mathematisch provozieren.

1. Stelle möglichst viele Fragen an den Zeitungstext.
2. Markiere im Text alle mathematisch wichtigen Informationen und rechnet in Partnergruppen nach, ob die Rechnung des Beamten stimmt“ (BOSTELMANN 2009, 198).

Als Beispiel für die Bearbeitung der Aufgaben werden folgende Ergebnisse einer Schülerin präsentiert:

Ein wahrhaft fleißiger Beamtenhelfer voll auf den Putz.

- ① → Kann es sein, dass der Sachbearbeiter sich verrechnet hat?
- ② → Ist der Sachbearbeiter von 50 oder 51 m² ausgegangen?
- ③ → Tapete dünner machen?
- ④ → Welchen Putz benutzt er?
- ⑤ → Streichen statt Tapete?
- ⑥ → Ergebnisse der Prüfungen mit Berechnung?
- ⑦ → Geht man bei 51 m² um verputzten Raum aus?
- ⑧ → Stimmen die Rechtsgrundlagen?
- ⑨ → Welche Zahlen werden genannt und wie hängen sie zusammen?

Abb. 9

Bei der Durchführung dieser Methode im Unterricht konnte folgender Verlauf beobachtet werden: Zunächst empörten sich die Jugendlichen darüber, dass auf Grund von 53 cm² die Förderung von 5000 DM gestrichen werden sollte. Anschließend machten sie sich darüber Gedanken, welche Größenordnung 53 cm² überhaupt hat, und sie kamen zu dem Ergebnis, dass es sich hierbei etwa um die Größe einer Kreditkarte handelt⁷. Danach stellten sie fest, dass im Text ein Rechenfehler begangen wurde, denn 0,53 m² sind nicht 53 cm², sondern 5300 cm². Dadurch begannen die Schülerinnen und Schüler auch gegenüber den anderen Angaben skeptisch zu werden, was sich etwa in den Fragen 6 und 8 äußert. Trotz aufmerksamen Lesens mussten sie feststellen, dass nicht alle Fragen (in diesem Fall 2 und 7) unter Verwendung des Textes beantwortet werden können.

Die Fragen 4, 6 und 9 führten dann zur Frage „Können durch das Verputzen überhaupt 1,5 m² des Raumes verloren gehen?“. Um das zu überprüfen, verwendeten die Lernenden die in der Mathematik beliebte Strategie *In eine andere Darstellungsform übersetzen*. Eine Schülerin nahm dafür einen extrem langen, jedoch schmalen Raum bzw. einen fast quadratischen Raum als Vergleich. Durch Überlegungen dieser Beispiele kam sie zu dem Ergebnis, dass ein Verlust von 1,5 m² sehr unrealistisch ist (vgl. BOSTELMANN 2009, 199).

⁷ In Wirklichkeit ist eine Kreditkarte etwas kleiner. Ihre Größe beträgt ungefähr 46,5 cm².

5.3 Textaufgaben

5.3.1 Charakteristik von Textaufgaben

Textaufgaben geben den Lernenden eine mehr oder weniger reale Situation, in der Problemstellungen zu lösen sind, vor. Durch Überlegungen kommt man zu einem mathematischen Modell, in dem die als relevant angesehenen Eigenschaften der Situation in idealisierter Form wiederzuerkennen sind. Nach der Lösung ist zu untersuchen, welches Ergebnis des realen Problems sie ermöglicht. Textaufgaben sind ein wichtiger Bestandteil des anwendungsorientierten Unterrichts, wo sie auch als *Anwendungsaufgaben* bezeichnet werden (vgl. CLAUS 1989, 163).

Die Schwierigkeiten dabei liegen auf Grund des geringen Textumfangs nicht ausschließlich im Bereich der Lesekompetenz, sondern vor allem auch im Bereich des Modellierens. Für den Rechengang bedeutet diese Besonderheit, dass das fachliche Ziel erst erkannt werden muss, bevor das Beispiel überhaupt gelöst werden kann. Daher benötigen Textaufgaben ein spezielles Training (vgl. BOSTELMANN 2009, 190f., MINNI 1992, 42).

Neben den schon im allgemeinen Teil erwähnten Bedingungen des Textverständnisses spielen auch noch folgende Faktoren in Bezug auf den Schwierigkeitsgrad eines Textbeispiels eine Rolle. Derartige Aufgaben erscheinen umso schwieriger,

- je größer die Anzahl der Bedingungen oder verlangten Operationen ist.
- je weniger Automatismen in den geforderten Operationen enthalten sind.
- je mehr unwesentliche Angaben explizit genannt werden.
- je mehr Denkschritte das Aufdecken impliziter wesentlicher Bedingungen erfordert.
- je unanschaulicher und abstrakter die Darstellungsformen aller für die Lösung notwendigen Angaben sind.
- je mehr die Reihenfolge der Angaben im Text und der Lösungsschritte divergieren.

(vgl. ZECH 1989, 303).

5.3.2 Sinnhaftigkeit von Textaufgaben im Schulunterricht

Es stellt sich nun die Frage, ob Textaufgaben im Schulunterricht überhaupt behandelt werden sollen und wenn ja, warum. Im Allgemeinen sprechen sich Didaktiker und Didaktikerinnen für den Einsatz derartiger Beispiele im Schulunterricht aus. Im Folgenden seien einige Gründe dafür zusammengestellt.

Ein wichtiges Ziel des Mathematikunterrichts ist die Vermittlung von mathematischen Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten, die zur Beschreibung, zum besseren Verständnis

und zur erfolgreichen Bewältigung von aktuellen, außermathematischen Situationen und Problemen in der Umwelt beitragen können. Eine solche Hilfeleistung lässt sich sinnvoll nur durch Herstellen entsprechender Anwendungsbezüge erzielen. Dabei sollten sich die Schülerinnen und Schüler ein Metawissen aneignen, wie Mathematik überhaupt in der Praxis angewendet werden kann. Freudenthal formuliert den entscheidenden Punkt folgendermaßen: „Ich möchte, dass der Schüler nicht angewandte Mathematik lernt, sondern lernt, wie man Mathematik anwendet“ (FREUDENTHAL 1973, zit. nach: BLUM 1983, 246).

Außerdem sollen die Lernenden dabei Prozessschritte erkennen und verstehen, dass ein Modell von der repräsentierten Situation verschieden ist und nur ungenau und ausschnittsweise die Realität beschreibt. Ein weiteres Ziel besteht darin, die Sicherheit und Genauigkeit der Modelle beurteilen zu können, die Grenzen und Gefahren zu erkennen und eine kritische Einstellung zur Modellbildung zu behalten. Ohne Berücksichtigung der Anwendungen würde den Lernenden in diesem Punkt ein falsches Bild der Mathematik sowohl in der Erscheinung als auch Bedeutung in der heutigen Welt und Geschichte skizziert werden. Mathematik sollte längerfristig als *kulturelles und gesellschaftliches Gesamtphänomen* wahrgenommen werden. Die Vermittlung eines ausgewogenen und möglichst wenig entstellten Bildes der Mathematik ist wünschenswert.

Textbeispiele können zu mathematischen Inhalten hinführen, diese motivieren oder veranschaulichen. Motivation schließt auch die gefühlsmäßige Einstellung der Schüler und Schülerinnen zu Mathematik ein. Anwendungskontexte können weiters zur Organisation größerer mathematischer Stoffeinheiten beitragen, außerdem tieferes Verständnis und längeres Behalten der mathematischen Inhalte fördern (vgl. BLUM 1983, 245ff.; FISCHER 1985, 112).

Nebenbei werden beim Lösen von Textaufgaben bis zu einem gewissen Grad auch Ziele, welche die persönliche Entwicklung eines Menschen betreffen, verfolgt. Im Idealfall fördert man dadurch Eigenständigkeit und Eigenverantwortlichkeit der Schülerinnen und Schüler. Mit Hilfe dieser Aufgaben werden weiters Kommunikationsfähigkeit, Flexibilität, Kritikfähigkeit, kreatives Verhalten, aber auch die Fähigkeit zur Teamarbeit gefördert. Textbeispiele können zum Beispiel als Anlass genommen werden, um in Gruppen Aufgaben zu lösen. Dabei haben schwächere Schüler und Schülerinnen eher als im Frontalunterricht die Möglichkeit zu Wort zu kommen (vgl. FISCHER 1985, 113f.; MARKERT 1979, 23ff.).

Um die ganze Theorie auch in der Praxis zu erfahren, seien im Folgenden einige Aufgaben präsentiert und analysiert. An den Beginn sei ein Textbeispiel gestellt, von dem wohl viele behaupten würden, dass es für den Mathematikunterricht ganz typisch ist.

„Ein Bauer baut auf seinen Feldern Weizen und Gerste an. Für die nächste Ernte rechnet er beim Weizen mit einem Ertrag von 7,5 Tonnen pro Hektar.

1. Wie viel Weizen erntet er, wenn er 11 Hektar Weizen angebaut hat?
2. Wie hoch sind die Einnahmen, wenn der Bauer pro Tonne 27 € erhält?
3. Wie hoch ist der Ertrag bei der Gerste, wenn auf 12 Hektar 102 Tonnen geerntet werden?
4. Durch einen neuen Dünger kann der Ertrag des Weizens um 15 % gesteigert werden. Der Dünger kostet ca. 12 € pro Hektar, lohnt sich das?“
(BOSTELMANN 2009, 191).

Allerdings entspricht dieses Beispiel nicht den Anforderungen an eine im eben beschriebenen Sinne gute Textaufgabe. Kontraproduktiv für die Entwicklung von Leseverständnis und das Erlernen des Umgangs mit Anwendungsaufgaben ist die gegebene Vorstrukturiertheit des Textes. Statt Informationen in einem allgemeinen Einleitungstext unterzubringen, werden sie bereits klein portioniert auf Teilaufgaben verteilt. Für Lernende ist damit schon im Vorhinein klar, welche Daten sie zur Beantwortung der jeweiligen Fragen verwenden müssen. Der Ausbildung heuristischer Strategien läuft das zuwider. Viele „konditionierte“ Schülerinnen und Schüler identifizieren in derartigen Beispielen schnell das Problem, lösen es und vernachlässigen komplett den Kontext. Es sei noch erwähnt, dass Beispiele dieser Art nicht an sich schlecht sind und etwa in Prüfungssituationen durchaus ihre Berechtigung haben können, allerdings in Übungsphasen zum Erreichen der oben genannten Ziele nicht zweckmäßig sind. (vgl. BOSTELMANN 2009, 191, 195; FISCHER 1985, 115).

Die unüberlegte Behandlung von Textbeispielen stellt auch einen der Gründe dar, warum sich immer wieder Kritik gegen sie und in weiterer Folge auch den anwendungsorientierten Unterricht erhebt. Außerdem wird argumentiert, dass die in der Praxis angewandten mathematischen Modelle meist wesentlich komplexer und von höherem mathematischen Niveau sind. Dadurch wird Text- bzw. Anwendungsaufgaben in der Schule oft Realitätsferne vorgeworfen. Bei herkömmlichen Texten in Schulbüchern wird die Umwelt systematisch verfremdet, damit die Schüler und Schülerinnen den verarmten Text verstehen, und Zahlen werden so verändert, dass sie die Aufgaben berechnen können. Gefordert wird hingegen, den Lernenden in Sachtexten eine realistische Umweltsituation zu bieten, in der Zahlen und Daten eine Rolle spielen (vgl. CLAUS 1989, 168; KRAUTHAUSEN 2007, 87).

Hält man sich jedoch an diese Forderungen, entsteht für Schülerinnen und Schüler häufig ein wesentlich anspruchsvollerer Unterricht. Die dann dafür benötigte Unterrichtszeit sprengt im Normalfall den vorhandenen Rahmen (vgl. BLUM 1983, 249). In *Kapitel 5.3.4* werden Methoden und Beispiele gezeigt, wie man Textaufgaben besser und sinnvoller im Mathematikunterricht einsetzen kann und dennoch nicht die Lernenden überfordert.

5.3.3 Mentaler Ablauf bei Textaufgaben

In diesem Kapitel wird erklärt, welche Schritte beim Lösen einer Textaufgabe notwendig sind und wo bzw. inwieweit das Lesen dabei eine Rolle spielt. Bei vielen Didaktikern findet man dazu Modelle, die versuchen, einen Idealablauf beim Lösen von Textbeispielen zu beschreiben (vgl. CLAUS 1989, 149ff., KRAUTHAUSEN 2007, 77ff.; MALLE, 1993, 97ff.; ZECH 1989, 308) Die einzelnen Vorschläge unterscheiden sich inhaltlich relativ wenig voneinander, verwenden lediglich verschiedene Begriffe und setzen andere Akzente. Aus diesem Grund seien stellvertretend die Zugänge von Krauthausen und Zech dargestellt.

Die große Schwierigkeit bei diesen Aufgaben besteht, wie schon oben beschrieben, im Mathematisieren bzw. Modellieren, das heißt im Übersetzen der Kontextsituation auf die Ebene der Mathematik. Der Unterricht bringt dabei im Idealfall mathematische Begriffsbildungen und Verfahren mit Situationen aus der Lebenswirklichkeit der Kinder in Zusammenhang. Einerseits muss vorhandenes Alltagswissen ausgenutzt werden, um mathematische Ideen darzustellen, andererseits das mathematische Vorwissen aktiviert werden, um damit operieren zu können. Das Lösen einer Anwendungsaufgabe ist ein ständiges Wechselspiel zwischen beiden Seiten (vgl. KRAUTHAUSEN 2007, 78).

In seinem Modell stellt Krauthausen den Ablauf folgendermaßen schematisch dar:

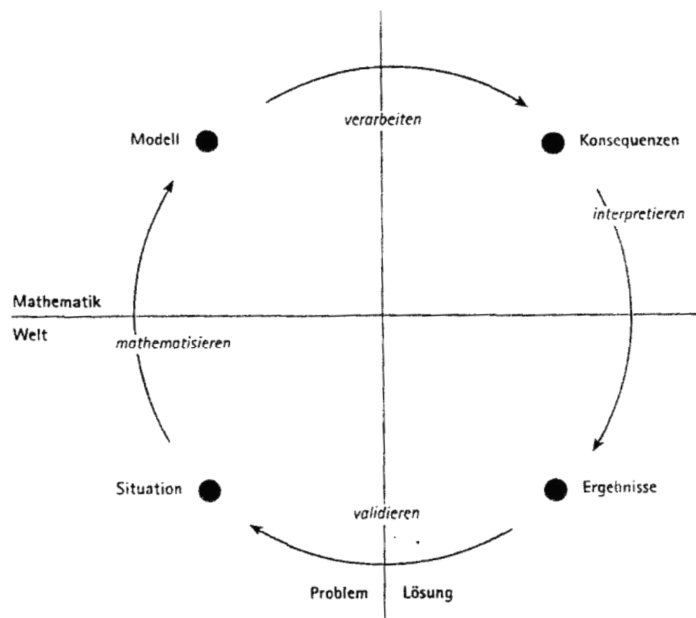


Abb. 10

Gegeben ist ein Problem in Form einer (hoffentlich) realitätsnahen Situation. Der erste Schritt besteht in der Analyse und Auswertung der gegebenen Information (*Verstehen der Angabe*) und im Umsetzen in ein Modell (*Mathematisieren*). Danach müssen die Informatio-

nen verarbeitet werden (*Rechnen*), Konsequenzen gezogen und interpretiert werden. Die Ergebnisse werden validiert, mit der ursprünglichen Ausgangssituation in Verbindung gestellt und im besten Fall wird die Lösung präsentiert (vgl. KRAUTHAUSEN 2007, 78).

An einem konkreten Beispiel sei dieser Ablauf demonstriert. Gegeben sei folgende Fragestellung:

„Die Weihnachtsferien begannen am 24.12.2005. Das war der erste Ferientag. Sie endeten am 6.1.2006. Das war der letzte Ferientag. Wie lange dauerten die Weihnachtsferien?“ (vgl. ebd., 77).

Ein möglicher Ablauf im Rahmen des Modells könnte folgendermaßen aussehen: Zunächst muss man die wesentlichen Informationen des Textes herausfiltern und sich etwa den Beginn und das Ende der Ferien herauschreiben. Danach kommt der Schritt des Mathematisierens, indem man zum Beispiel eine Zeitleiste anfertigt und die angegebenen Daten einträgt. Danach berechnet man die Zeitspanne zwischen dem 24. und 31. Dezember bzw. jene vom 1. bis 6. Jänner. Das Ergebnis liefert 8 bzw. 6 Tage, also haben die Weihnachtsferien 2005/06 insgesamt 14 Tage gedauert. Am Ende folgt die entscheidende Phase der Interpretation der erhaltenen Resultate, die eine Rückübersetzung auf die Sachebene erforderlich macht. Zum Beispiel zeigt ein Blick in den Kalender, dass der 6. Jänner 2006 auf einen Freitag fiel und somit das Ergebnis neu gedeutet werden muss, wenn wir davon ausgehen, dass am Samstag und Sonntag, wie zum Beispiel in der Schule, nicht gearbeitet wurde. Falls das der Fall ist, ändert sich das Ergebnis auf 16 Tage. Abschließend ist es notwendig, die Ergebnisse zu überprüfen und zu validieren, ob es sich um ein realistisches Resultat handelt oder die Lösung zu verwerfen ist, wenn sich etwa „Komma-Tage“ ergeben würden (vgl. ebd., 79f.).

Zech bietet im Vergleich hierzu einen detaillierten Plan mit Handlungsanweisungen an, den man bei der Lösung der Aufgabe befolgen sollte:

1. Erfasse und analysiere die Aufgabe!
 - a. Du musst die Aufgabe verstehen.
 - b. Erfasse die gegebenen und gesuchten Größen.
 - c. Du musst die Beziehung der Aufgabenstellung erfassen.
2. Ermittle den mathematischen Ansatz!
 - a. Ist zur Berechnung der gesuchten Größe eine Formel anwendbar, dann gehe zu 2.b, ansonsten zu 2.c.
 - b. Stelle die Formel auf.
 - c. Bestimme eine Gleichung/Gleichungen, durch die die gesuchte/n Größe/n ermittelt werden kann/können.

- d. Stelle einen Ansatz für die Berechnungen der Hilfsgrößen auf.
 3. Löse die mathematischen Aufgaben!
 - a. Überschlage.
 - b. Rechne unter Umständen die Maßeinheiten um.
 - c. Berechne die Hilfsgrößen.
 - d. Berechne die gesuchten Größen/die gesuchte Größe.
 4. Werte das Ergebnis/die Ergebnisse aus!
 - a. Vergleiche den Überschlag mit dem Resultat.
 - b. Überprüfe das Ergebnis am Text der Aufgabe.
 - c. Formuliere den Antwortsatz.
- (vgl. Zech 1989, 308).

Die sprachlichen Probleme spielen also zu Beginn des Beispiels die entscheidende Rolle. Versteht ein Schüler die Angabe nicht, kann er das Beispiel nicht angemessen lösen.

5.3.4 Training von Textaufgaben

Prinzipiell lässt sich sagen, dass nur durch häufigen Umgang mit derartigen Aufgaben, Sicherheit, Selbstständigkeit und Erfolge erzielt werden können (vgl. KEITEL 1980, 138). Allerdings gibt es einige Ideen und Methoden, wie man die *Verstehenskompetenz* bei Textbeispielen sinnvoll trainieren kann.

Zum besseren Verständnis des Textes sollten die Schüler

- den Text in eigene Worte fassen.
- die Situation visualisieren: Anfertigung von Skizzen und Visualisierungen.
- Signalwörter und Synonyme lernen (*addiere, vermehre, erhöhe, ...*).
- sich das Phänomen zu Gebrauch machen, dass eine holprige, ungenau formulierte Erklärung von anderen Schülern und Schülerinnen manchmal mehr hilft, als die wohlgesetzte, fachlich richtige Erklärung der Lehrkraft
- den umgekehrten Weg einer Textaufgabe kennen lernen. So kann man den Lernenden einen Rechenweg vorgeben und ihre Aufgabe besteht darin, eigenständig eine Angabe dazu zu schreiben. Das Thema ist dabei ganz frei zu wählen, lediglich das Lösungsverfahren ist vorgegeben.

(vgl. BERGUNDE 2010, 246; KRAUTHAUSEN 2007, 85; MALLE 1993, 98ff.).

Eine Methode, die viele von den oben genannten Punkten enthält, besteht darin, Erklärungsbriefe zu schreiben. Im Laufe von Studien hat sich gezeigt, dass es sich hierbei um ein sehr produktives Verfahren handelt. In der Fachliteratur werden sie als *Anna-Briefe* oder

Briefe an eine Mars-Amöbe bezeichnet (vgl. BERGUNDE 2010, 246f.). Ein derartiges Beispiel könnte wie folgt formuliert sein:

„Angabe: Schreibe als Term, berechne dann. Addiere zum Produkt der Zahlen 24 und 4 die Zahl 18.

Zusätzliche Erklärungsaufgabe: Niki klagt: „Bei solchen Texten komme ich immer durcheinander“. Schreibe einen Brief an Niki. Erkläre, wie man die Aufgabe am besten löst!

Lieber Niki!

Meine Aufgaben habe ich folgendermaßen gelöst:

1. Ich lese mir den Text stückweise durch und mache Notizen, z.B. wenn da steht: „Subtrahiere“, schreibe ich schon mal ein „–“.
2. Wenn da steht „Subtrahiere von der Summe der Zahlen 48 und 16“. Dann schreibe ich schon mal $(48+16) -$.
3. Wenn ich mir die Stücke zu einem Term zusammengereimt habe, rechne ich das Ergebnis aus.
4. Ich bin FERTIG!

Ich hoffe, ich habe dir ein bisschen geholfen. Viel Spaß beim Lösen der Aufgaben!

Deine J.“ (ebd., 247).

Der große Vorteil, den diese Methode mit sich bringt, liegt an der Auseinandersetzung mit einer fiktiven Persönlichkeit. Dies bringt Gefühle und etwas Gemüthafes in den Mathematikunterricht, was sonst nicht immer so leicht ist. Außerdem beschäftigen sich Schülerinnen und Schüler dadurch in der Regel viel intensiver mit der Problematik und sind ganzheitlich angesprochen. Dieser Ansatz entspricht auch den affektiven Lernzielen der Mathematik, die unter anderem fordern,

- Freude und Interessen an der Mathematik sowie eine positive Einstellung zum Fach zu entwickeln.
- selbstständig, mit Selbstvertrauen und Begeisterung zu arbeiten.
- die Mathematik als relevant und nützlich zu verstehen und ihren Wert für die Gesellschaft zu würdigen.

(vgl. BERGUNDE 2010, 247; CLAUS 1989, 31).

Eine andere Methode ist das *Laute Denken* und besteht darin, dass man beim lauten Lesen des Textes gleichzeitig auch die Gedanken, die sich zum gegebenen Problem einstellen, ausspricht. Hierbei ist ganz entscheidend, dass die nötigen Rahmenbedingungen wie Motivation, Vertrauen, Aufbau einer Lerngemeinschaft, etc. in der Klasse hergestellt werden und niemand davor Angst haben braucht. Diese Methode erfordert Übung und ist für alle Beteiligten ungewohnt. Ihr Vorteil liegt in der Tatsache, dass jeder Schüler und jede Schülerin von der großen Verschiedenheit der typischen Denk- und Leseweisen enorm profitieren kann (vgl. BERGUNDE 2010, 248).

Abschließend sei noch ein Textbeispiel von Bostelmann präsentiert, das meiner Ansicht nach gut durchdacht ist und die zuvor angesprochenen Punkte erfolgreich umsetzt:

„Ein Ausflugsdampfer fährt auf einem Fluss stromabwärts zu einer 30 km entfernten Anlegestelle, legt dort an und fährt dann wieder stromaufwärts zurück. Die reine Fahrtzeit für eine Hin- und Rückfahrt beträgt 5 Stunden. Der Fluss strömt mit einer Geschwindigkeit von $v = 8$ km/h. Wie lange würde das Schiff für eine gleich lange Hin- und Rückfahrt auf einem See, also ohne Strömung, benötigen?“ (BOSTELMANN 2009, 195).

„Arbeitsaufträge

1. Im Aufgabentext wird eine Situation beschrieben und dann wird eine Frage gestellt. Bevor ihr drauflos rechnet, beantwortet in Partnerarbeit folgende Fragen:
 - Was ist ein Ausflugsdampfer?
 - Was bedeuten „stromabwärts“ und „stromaufwärts“?
 - Was bedeutet „reine Fahrtzeit“?
 - Mit welcher Geschwindigkeit treibt der Dampfer stromabwärts, wenn der Motor ausgeschaltet ist?
 - Mit welcher Geschwindigkeit muss der Dampfer stromaufwärts fahren, um relativ zum Ufer stehen zu bleiben?
 - Wie groß muss die Geschwindigkeit des Dampfers stromaufwärts mindestens sein, um überhaupt ans Ziel zu kommen?
 - Wie groß ist die Geschwindigkeit des Dampfers stromabwärts, relativ zum Ufer?
2. Ihr werdet euch vielleicht fragen, warum ihr das überhaupt ausrechnen sollt. Hinter der Rechenfrage steht eine Problemfrage. Entdeckt diese!
3. Löst die Rechenfrage und beantwortet die Problemfrage!
4. Als aufmerksamen Lesern fallen euch noch Ungereimtheiten auf. Stellt dem Autor Fragen dazu!“ (ebd., 196).

Aufgearbeitet wurde diese Aufgabe mit den schon früher beschriebenen Strategien *Fragen zum Text beantworten*, *Fragen an den Text stellen* und *Den Text mit dem Bild lesen*. Hier kann man ein Beispiel sehen, in dem die Angabe nicht vorstrukturiert ist, ein realer Bezug hergestellt wird und durch die vielen Einzelaufgaben die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten sind, sich intensiv mit dem Text zu beschäftigen.

5.4 Texte von Lehrenden

In diesem Kapitel sei darauf hingewiesen, dass die Gründe für die Schwierigkeiten beim Verstehen eines mathematischen Textes nicht ausschließlich bei den mangelnden Kompetenzen der Lernenden, sondern auch an der unzureichenden Formulierungsfähigkeit der Verfasser und Verfasserinnen eines Textes, so zum Beispiel auch an der Lehrkraft, liegen können. Gerade in entscheidenden Situationen sind Schülerinnen und Schüler jedoch ausschließlich darauf angewiesen (vgl. SALZGER 1994, 75).

Vor allem Schularbeits- und Prüfungstexte erfüllen hier eine besondere Rolle: Einerseits sind sie Träger von Informationen und Auslöser zu Handlungen, aber andererseits auch das

Hilfsmittel zur Leistungsfeststellung von Schülern und Schülerinnen. In ihrer Dissertation ist Tönies zu dem Ergebnis gekommen, dass von 167 untersuchten Schularbeitstexten 38 derart mangelhaft waren, dass es unweigerlich zu Umsetzungsfehlern bei den Lernenden kommen musste. Dieses Ergebnis sollte allen Mathematiklehrenden zu denken geben (vgl. TÖNIES 1986, 118).

Folgende Mängel von Seiten der Lehrperson wurden der Studie zufolge am häufigsten bei Schularbeitstexten angetroffen:

1. Die Lehrkraft überschätzt die Vollständigkeit ihres Unterrichts und prüft etwas, was sie nicht unterrichtet hat.
2. Die Lehrperson überschätzt die Qualität ihres Unterrichts und prüft etwas, was sie nicht hinreichend klar machen konnte.
3. Die zeitliche Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler wird überschätzt und die Lösung der Aufgaben nimmt zu viel Zeit in Anspruch.
4. Man beachtet nicht die psychische Situation der Lernenden und das Milieu ist schlecht konditioniert.
5. Die Lehrkraft geht in der Formulierung der Aufgaben sorglos vor und kann sich nicht auf die sprachlichen Fähigkeiten der Lernenden einstellen.

(vgl. ebd., 13f.).

5.5 Sprachliche Gestaltung von Schulbüchern

Die triviale Feststellung, dass ein Schulbuch zur Gattung der „Bücher“ gehört, gilt als Umstand, der vielen Schülern und Schülerinnen, aber auch Lehrpersonen häufig nicht bewusst ist. Oft werden damit nur schlechte Erfahrungen, Lernen, Zwang, Hausaufgaben und dergleichen mehr verbunden. Es gilt für viele Lernende als ein unpersönliches, zwangsläufig erhaltenes Geschenk des Staates (vgl. GLATFELD 1981, 17f.).

Jedoch stellt gerade das Lehrbuch in vielen Fällen das wichtigste Arbeitsmittel dar. Im Idealfall sollten das Mathematikbuch und die Arbeit mit ihm selbst Gegenstand des Unterrichts sein. Die Lehrenden sind dazu angehalten, Schülerinnen und Schülern beizubringen, wie sie diesen Unterrichtsbehelf sinnvoll nutzen können. Außerdem fördert die Verwendung von Lehrbüchern im Idealfall den selbstständigen Umgang mit Wissen und sollte daher eine Brückenfunktion zwischen Lernen in der Schule und selbständigem Lernen zu Hause erfüllen.

Die Schulbuchautoren bzw. Schulbuchautorinnen übernehmen hierbei die Rolle der wissensvermittelnden Personen. Sie verfassen einen Text, der von didaktischen, methodischen Überlegungen, Lehrplanforderungen und Verlagsvorschriften beeinflusst ist, und informieren

über bestimmte mathematische Inhalte. Auf Grund dieser zahlreichen Vorgaben muss man sich bewusst sein, dass ein Lehrbuchtext nicht allen Wünschen und Forderungen in gleichem Ausmaß gerecht werden kann (vgl. KEITEL 1980, 119, 205; POSSAUTZ 1990, 13).

Folgende Beiträge kann das Schulbuch zum Mathematiklernen leisten:

- Selbständiges Erarbeiten neuer Inhalte
- Nachschlagen, um Gedächtnislücken zu füllen oder das Vorwissen aufzufrischen
- Wiederholung des Unterrichtsstoffes
- Bearbeitung von Übungsaufgaben
- Nachholen von Rückständen
- Vorbereiten auf Schularbeiten

(vgl. POSSAUTZ 1990, 25f.).

Dass Schulbücher so selten als „Bücher“ verwendet werden, liegt laut der Meinung von Fachleuten vor allem auch an der Gestaltung der Lehrwerke. In den letzten Jahrzehnten wurde an ihnen schon mehrmals Kritik geübt, ohne jedoch grundlegende Änderungen bewirkt zu haben. Bereits in den achtziger Jahren kritisierte Merzyn in seinem Artikel *Die Sprache unserer Schulbücher* die schlechte Lesbarkeit der Schulbücher. Sie enthalten im Normalfall zu lange Sätze und Wörter, viele ausgefallene Begriffe, verfügen über einen komplizierten Satzbau und all das in einer prägnanten und komplexen Sprache. Schon damals merkte er an, dass Schulbücher nicht altersgemäß verfasst sind, und sie daher den meisten Lernenden unverständlich bleiben (vgl. MERZYN 1987, 78).

Im Artikel *Schreibtraining für Autoren* der Internetseite orf.at vom August 2009 wurde genau dieser Sachverhalt erneut kritisiert. Die in Österreich verwendeten Schulbücher sind laut einer Studie in der Regel zwei bis drei Schulstufen zu schwer geschrieben. Die Satzlängen betragen durchschnittlich 17,5 Worte, doch auch Sätze mit bis zu 30 Worten und darüber hinaus sind keine Seltenheit. Die unangemessene Wortwahl zieht sich von den Sonderschulbüchern bis hin zu den AHS-Lehrwerken. In den letzten 20 Jahren hat man anscheinend nicht aus früheren Fehlern gelernt. Weiters muss man berücksichtigen, dass die Lesekompetenz der Schülerinnen und Schüler heute eher abnimmt, wenn man den Ergebnissen von PISA vertrauen darf. Es ist wichtig, etwas an dieser Lage zu ändern, denn die Verständlichkeit in Schulbüchern beeinflusst erwiesenermaßen den Lernprozess positiv (vgl. ORF 2009).

Ein ganz entscheidender Kritikpunkt an den Schulbüchern liegt in der begrifflichen Wortwahl. In seiner Studie stellte Lörcher fest, dass in Lehrwerken eine teilweise unzumutbare Präzisierung der mathematischen Begrifflichkeit verwendet wird. Zum Beispiel unterscheidet ein von Lörcher untersuchtes Lehrbuch zwischen den Termini *Zahl*, *Zahlnamen*, *Zahlwort*

und *Zahlzeichen*. Dabei stellt sich die Frage, ob eine derartige Differenzierung in der Schule sinnvoll ist oder nur Verwirrung stiftet.

Besonders schwierig ist der Umstand zu verstehen, dass derselbe Sachverhalt in unterschiedlichen Schulbüchern leider sogar in verschiedenen Bänden derselben Reihe auf ganz andere Weise bezeichnet wird, sodass Schüler und Schülerinnen bei einem Klassen- bzw. Schulwechsel umlernen müssen (vgl. MAIER 1999, 119).

Nach Lörchers Ansicht sollte sich jeder Pädagoge bzw. jede Pädagogin genau überlegen, wann ein Fachbegriff im Schulunterricht eingesetzt wird. Seine Studien haben ergeben, dass sich in einem Mathematikschulbuch ungefähr 400 Fachbegriffe befinden. Jedoch treten zwischen 30 und 50 % der in einem Schulbuch existierenden Fachwörter nur ein einziges Mal auf. Bei einem Vergleich von vier Schulbüchern für die achte Schulstufe stellte Lörcher außerdem fest, dass lediglich 28 % der insgesamt vorkommenden Fachwörter in allen vier konkurrierenden Werken zu finden sind, aber 34 % nur in einem einzigen Buch auftreten (vgl. MERZYN 1987, 77).

6 Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache im österreichischen Schulsystem

6.1 Begriffliche Grundlagen

Zum besseren Verständnis seien zu Beginn dieses Abschnitts einige grundlegende Informationen in Bezug auf das Sprachlernen zusammengefasst.

Unter *Erstsprache* versteht man die erste Sprache, die ein Mensch erwirbt und in der er meist über gute Kompetenzen verfügt. Wie bei Fthenakis (1985) oder de Cillia (2003) sollen auch in der vorliegenden Arbeit die Begriffe *Erstsprache*, *Muttersprache* und *L1 (lingua bzw. language 1)* synonym gebraucht werden.⁸

Mit *L2 (lingua bzw. language 2)* bezeichnet man diejenige Sprache, die man sich nach der Muttersprache aneignet. Dabei kann sie entweder als *Zweit-* oder *Fremdsprache* auftreten. Die Unterscheidung dieser beiden Begriffe ist in der Fachliteratur nicht einheitlich. Im Folgenden sei die Einteilung von Edmondson (2000) verwendet.

Als *Zweitsprache* bezeichnet man demnach jene Sprache, die im Anschluss an die *Erstsprache* in natürlicher Umgebung und in einem ungesteuerten Prozess erworben wird. Dies

⁸ Andere Autoren und Autorinnen, wie zum Beispiel Günther (2007), schlagen eine klare Trennung zwischen den Begriffen *Erstsprache* und *Muttersprache* vor, da die Sprache, die man zuerst erwirbt, nicht zwangsweise die Muttersprache bzw. jene Sprache sein muss, in der man sich am besten ausdrücken kann.

tritt in Österreich dann häufig auf, wenn Kinder mit zum Beispiel türkischer oder kroatischer Muttersprache zusätzlich Deutsch in ihrem alltäglichen Umfeld erwerben.

Fremdsprachen werden hingegen in einem systematisch gesteuerten Unterricht mit Hilfe einer Lehrperson oder im Selbststudium erlernt. Das trifft meist auf die in der Schule unterrichteten Sprachen wie Englisch oder Französisch zu, welche die Lernenden im Alltag nicht regelmäßig anwenden können. Manche Forschenden bezeichnen bei einsprachig aufwachsenden Kindern auch die erste lebende Fremdsprache, die in der Schule erlernt wird, als *Zweitsprache*. Zur besseren Unterscheidung soll dieser Begriff den eben erwähnten Aspekt in der vorliegenden Arbeit aber nicht umfassen (vgl. EDMONDSON 2000, 10; FTHENAKIS 1985, 118ff.; GÜNTHER 2007, 56ff.).

6.2 Aktuelle Situation in Österreich

6.2.1 Zahlen und Statistiken

Der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit nichtdeutscher Muttersprache in Österreich ist in den letzten Jahren kontinuierlich angewachsen. Während der Anstieg auf Gesamtösterreich bezogen noch moderat ist, stellt die Situation in Wien mittlerweile eine wahre Herausforderung für alle Lehrer und Lehrerinnen dar. Sie stehen heute mehr denn je vor dem Problem, dass das sprachliche Niveau der Kinder in den einzelnen Klassen sehr heterogen ist. Dieses Kapitel soll einen kurzen Überblick über die Entwicklungen der letzten Jahre in Österreich und im Speziellen in Wien geben.

Im österreichischen Durchschnitt ist der Anteil von Schülerinnen und Schülern mit nichtdeutscher Muttersprache von 13,3 % im Schuljahr 2004/05 auf 17,7 % im Schuljahr 2009/10 gestiegen. In Wien wird hingegen ungefähr das Dreifache dieser Werte erreicht: Hatte vor sechs Jahren mit 33,6 % „nur“ jeder dritte Jugendliche nicht Deutsch als Muttersprache, so erhöhte sich der Prozentsatz im vorigen Schuljahr bereits auf 42,2 %.

Der Unterschied in den Hauptschulen ist wahrscheinlich am markantesten: In Österreich liegt der Anteil im Schuljahr 2009/10 bei lediglich 20,9 %, in der Hauptstadt ist diese Zahl in den letzten Jahren auf 62,8 % gestiegen. In den AHS ist hingegen ein deutlich niedrigerer Prozentsatz festzustellen. Während er in Wien mit 30,8 % in der Unterstufe und 27,3 % in der Oberstufe noch immer relativ hoch ist, liegt er im österreichischen Durchschnitt bei 15,2 % bzw. 12,7 % und somit aber in beiden Fällen deutlich niedriger als in den Hauptschulen.

Diese Verteilung ist auch in den berufsbildenden Schulen erkennbar. Der Anteil an Jugendlichen mit nichtdeutscher Muttersprache an den BMS liegt weit über jenem der BHS. Die

Zahlen der letztgenannten Bildungseinrichtung decken sich ungefähr mit jenen aus den AHS⁹ (vgl. BMUKK 2011).

6.2.2 Ergebnisse von PISA

Der Eindruck, dass Kinder mit Migrationshintergrund und nichtdeutscher Muttersprache oft größere Schwierigkeiten im Schulalltag und dadurch schlechtere Leistungen haben, wurde auch von der PISA-Studie bestätigt. Im Folgenden seien die für Österreich wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

Bei PISA 2009 schnitten Jugendliche mit Migrationshintergrund in allen Bereichen deutlich schlechter ab als ihre österreichischen Klassenkollegen und -kolleginnen. Besonders gravierend ist der Unterschied allerdings beim Lesen. Hier gehört Österreich gemeinsam mit Italien und Belgien zu den drei Ländern mit den größten Leistungsunterschieden zwischen einheimischen und ausländischen Schülerinnen und Schülern.

In der Studie wird zwischen Migranten und Migrantinnen der ersten und zweiten Generation unterschieden, was wie folgt festgelegt ist:

„Migrantinnen und Migranten der 1. Generation sind nach ihrer Geburt mit ihren Eltern nach Österreich eingewandert. Migrantinnen und Migranten der 2. Generation sind selbst in Österreich geboren, ihre Eltern sind jedoch zugewandert. Jugendliche, die zumindest einen in Österreich geborenen Elternteil haben, werden von der OECD zu den einheimischen Schülerinnen und Schülern gezählt“ (SCHWANTNER 2010, 43).

Die schwächsten Ergebnisse erreichten Jugendliche der ersten Migrationsgeneration, deren Leistung sich seit 2006 massiv verschlechtert hat. Jetzt liegen ihre Leistungen mit 384 Punkten (2006: 451 Punkte) deutlich hinter jenen der zweiten Generation, die im Durchschnitt 420 (2006: 427) Punkte erreicht hat. Gleichzeitig bedeutet das eine enorme Differenz zum Mittelwert der österreichischen Schülerinnen und Schüler, der bei 481 Punkten liegt (2006: 499) (vgl. ebd.).

6.2.3 Chancen im Bildungsbereich

Bei der Beschäftigung mit diesem Thema wird schnell klar, dass Jugendliche mit Migrationshintergrund wesentlich geringere Chancen im österreichischen Bildungsbereich haben. Diese These wird durch die deutliche Abnahme der Anzahl an Schüler und Schülerinnen mit Migrationshintergrund mit steigendem Niveau der Ausbildungsstätte bestätigt.

Khan-Svik spricht in diesem Zusammenhang von einem *sich nach oben hin zweimal verengenden Flaschenhals* – ein Bild, das meiner Meinung nach die Chancenungleichheit gut

⁹ Die komplette Statistik aller Schulsparten für Wien und Österreich von den Schuljahren 2004/05 bis 2009/10 befindet sich im Anhang.

versinnbildlicht. Damit bezieht sich die Autorin auf zwei wesentliche Schnittstellen während der Schullaufbahn, bei denen es zu einer Selektion kommt. Einerseits ist der Übergang von Volksschule in die Sekundarstufe und andererseits jener zwischen der Schule und dem Eintritt ins Berufsleben gemeint. Dabei kann man feststellen, dass Jugendliche mit Migrationshintergrund überdurchschnittlich oft den „schlechteren“ Weg einschlagen (müssen). In vielen Studien wird der Hauptgrund dafür in den schlechten sowohl muttersprachlichen als auch unterrichtssprachlichen Kompetenzen gesehen.

Außerdem können diese Schülerinnen und Schüler auf Grund mangelnder sprachlicher Kenntnisse verhältnismäßig selten mit der Unterstützung von Seiten der Eltern bei der Erledigung von Hausübungen und Vorbereitung auf Prüfungen rechnen. Ihnen fehlen somit auch der emotionale Rückhalt sowie eine angemessene Förderung der kognitiven Fähigkeiten in der Familie (vgl. KHAN-SVIK 1999, 186ff.).

Daher werden jene Jugendlichen nicht selten wegen schlechter (Sprach-)Leistungen zum Beispiel bereits nach der Volksschule zu einem Besuch der Hauptschule verpflichtet, obwohl sie auf Grund ihrer kognitiven Fähigkeiten für eine AHS geeignet wären. Weiters müssen überdurchschnittlich viele Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache während ihrer Schulzeit eine Klasse wiederholen oder bekommen nicht einmal einen Hauptschulabschluss. Nach der Schulausbildung haben jene Jugendlichen dadurch auch im Allgemeinen weniger Chancen auf eine erfolgreiche berufliche Karriere (vgl. BREIT 1997, 1; KHAN-SVIK 1999, 190ff.).

Als Abschluss dieses Abschnitts soll noch ein Zitat von de Cillia angeführt werden. Darin trifft er meiner Meinung nach genau den Punkt, warum jede Lehrkraft zumindest moralisch dazu verpflichtet ist, sich mit der Förderung von Schülerinnen und Schülern mit nichtdeutscher Muttersprache zu beschäftigen.

„Allen Kindern, egal welcher Muttersprache, muß [sic!] dasselbe Recht auf sprachliche und Persönlichkeitsentwicklung zugestanden werden, nicht nur denjenigen, die zufällig das Glück hatten, hierzulande in eine deutschsprachige Familie hineingeboren worden zu sein“ (DE CILLIA 1995, 261).

6.3 Situation der Kinder mit Deutsch als Zweitsprache im Schulunterricht

6.3.1 Sprachentwicklung bei Kindern mit Migrationshintergrund

Die zentrale Rolle der Muttersprache in Bezug auf Schulerfolge ist bereits seit den sechziger Jahren bekannt. Sie bildet die Basis für jegliches Lernen und somit auch den Grundstein für das Erlernen von Zweit-, Fremd- und Fachsprachen. Dabei muss man zusätzlich bedenken, dass die Ausbildung der Muttersprache mit Schuleintritt bei weitem noch nicht abgeschlossen

ist. Wesentliche Bereiche der Grammatik, des Wortschatzes und der Rechtschreibung müssen in der Schule erst ergänzt oder überhaupt erst erlernt werden.

Das große Problem bei Kindern mit Deutsch als Zweitsprache in Österreich besteht in der Tatsache, dass die natürliche Entwicklung ihrer Muttersprache mit Beginn der Schulzeit mehr oder weniger abrupt abbricht und sie in einer „fremden“ Sprache alphabetisiert werden. Als Folge davon kann sich bei diesen Kindern weder die eine noch die andere Sprache voll entwickeln und der Spracherwerb verläuft in beiden Fällen unbefriedigend. Weitere Fremdsprachen sowie auch Fachsprachen werden dann im Normalfall nur über eine ungenügend beherrschte Zweitsprache erlernt (vgl. DE CILLIA 2003, 3f.).

In der Wissenschaft wird dieses Phänomen als *Halbsprachigkeit* oder *Semilingualismus* bezeichnet. Im Alltag bemerkt man die sprachlichen Defizite nicht in dem Ausmaß, in dem das in der Schule der Fall ist. Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache können sich in vertrauten Situationen meist problemlos verständlich machen und Gesprächen folgen. Das täuscht jedoch über die wahren Lücken hinweg, die erst dann bemerkbar sind, wenn die so genannten kognitiv-akademischen sprachlichen Fertigkeiten in den Vordergrund rücken. Das ist meistens dann der Fall, wenn die Lernenden mit abstrakten Begriffen operieren müssen, was ja gerade in Mathematik eine große Rolle spielt. Der Unterricht verlangt in diesem Bereich Sprachfertigkeiten, die im Alltag in der Regel nicht gefordert sind und daher auch nicht im nötigen Maß trainiert werden können (vgl. DE CILLIA 2003, 4; LEISEN, 2009, 28; WODE 1995, 142).

Aus diesem Grund sollten ausländische Schüler und Schülerinnen auch in der Muttersprache unterrichtet werden. Dabei werden ganz wesentliche, allgemeine sprachliche Kompetenzen erworben, die in einer fremden Sprache nicht in dem nötigen Ausmaß zugänglich sind. Fehlen diese Erfahrungen in der Muttersprache, sind Lese- und Schreibschwierigkeiten, aber sogar auch allgemein kognitive Defizite die Folge, die den weiteren Wissenserwerb sowie die Einzelfachleistungen beeinträchtigen (vgl. DE CILLIA 2003, 4).

In diesem Zusammenhang stellt Cummins zwei zentrale Thesen auf:

- Das erreichbare Niveau der Zweitsprache ist vom L1-Niveau der Lernenden abhängig (*Interdependenzhypothese*).
- Schülerinnen und Schüler müssen ein bestimmtes L1-Niveau erreichen, ehe sich für sie die Zweisprachigkeit positiv auswirkt (*Schwellenhypothese*).

(vgl. CUMMINS 1986 zit. nach: WODE 1995, 142).

In vielen Köpfen herrscht jedoch noch immer die krampfhafteste Vorstellung, dass der Mensch ein einsprachiges Lebewesen sei und daher den Kindern mit nichtdeutscher Mutter-

sprache die Zweisprachigkeit verboten werden soll. Lange Zeit wurde sogar an der Behauptung festgehalten, dass man nicht zwei Sprachen gleichzeitig auf gutem Niveau erlernen kann. Wenn überhaupt, dann sei dies nur unter einer enormen Mehrbelastung möglich, was wiederum automatisch zu schlechteren Schulleistungen führe. Daher sei es Aufgabe der Schule, jedem Kind einzig und allein ein gutes Deutsch beizubringen. All diese Thesen konnten in den letzten Jahren widerlegt werden und viele aktuelle Studien beweisen ganz im Gegenteil die positiven Auswirkungen, wenn in der Schule auch an der Muttersprache dieser Kinder gearbeitet wird (vgl. DE CILLIA 1995, 257; WODE 1995, 16).

Zur Illustration der positiven Auswirkung bei der Berücksichtigung der Muttersprache sei eine Studie präsentiert, die Beobachtungen aus Schweden aus dem Jahr 1976 beschreibt. Sie handelt von zwei Gruppen finnischer Schüler und Schülerinnen, die in ihrer Kindheit nach Schweden zogen. Während die erste Gruppe bereits im Vorschulalter übersiedelte und in der neuen Heimat eingeschult wurde, waren die anderen Jugendlichen einige Jahre in Finnland in die Schule gegangen, bevor sie im Alter von etwa zehn bis zwölf Jahren nach Schweden auswanderten.

Als Gemeinsamkeit konnte man feststellen, dass alle Versuchsteilnehmenden Schwedisch als Zweitsprache so gut erwarben, dass sie im Alltag mit keinen sprachlichen Schwierigkeiten zu kämpfen hatten. Schulisch aber benötigte die erste Gruppe deutlich länger, um dem Unterricht auf Schwedisch folgen zu können. Die Kinder der anderen Gruppe hatten hingegen schon ein sprachliches Schulregister für ihre L1 entwickelt, konnten auf diesem Wissen aufbauen und daher auch leichter dem fremdsprachigen Unterricht folgen. Daraus lässt sich schließen, dass die intensive Förderung der Muttersprache längerfristig zu einem höheren Leistungsvermögen in der L2 führt, auch wenn die verfügbare Zeit für den Unterricht in dieser und über diese Zweitsprache dadurch reduziert wird (vgl. FTHENAKIS 1985, 37f.; WODE 1995, 143f).

Weiters konnte man bemerken, dass die Förderung der Muttersprache auch in unmittelbarem Zusammenhang mit den Leistungen in naturwissenschaftlichen Fächern steht. Auf höherer Ebene schien das Finnische sogar noch wichtiger für die Leistungen in Mathematik zu sein als das Schwedische. Folglich ist in jenen Fächern, die in besonderem Maß begriffliches Denken erfordern, eine hohe muttersprachliche Kompetenz auf abstraktem Niveau absolut erforderlich (vgl. FTHENAKIS 1985, 38f.).

Abseits dieser institutionellen Gegebenheiten spielen auch außerschulische Aspekte eine wesentliche Rolle. Der Erfolg von Schülerinnen und Schülern hängt maßgeblich von der eigenen Einstellung zur Herkunftssprache bzw. deren Status in der Familie und ihrem Umfeld

ab. Oft stehen diese Kinder vor dem Problem, dass Türkisch, Serbisch oder Kroatisch als „mindere“ Sprachen in der Gesellschaft gelten, was sich erwiesenermaßen negativ auf ihre Entwicklung auswirkt. Das Ansehen von Minderheiten und das Prestigegefälle zwischen den einzelnen Sprachen sind nicht zu unterschätzende Faktoren, die Einfluss auf den Spracherwerb haben (vgl. DE CILLIA 1995, 257; WODE 1995, 141).

6.3.2 Sprachliche Schwierigkeiten

Die mangelnden Kenntnisse der Unterrichtssprache bei Schülern und Schülerinnen mit nicht-deutscher Muttersprache sind in den verschiedensten Bereichen feststellbar. Im Folgenden seien einige typische Schwächen zusammengefasst.

In Bezug auf die Grammatik ist zu bemerken, dass diese Kinder auffallend oft falsche Formen gebrauchen. Sie haben zum Beispiel Schwierigkeit, die richtigen Artikel, Pluralformen, Modalverben, etc. zu verwenden.

Vor dem freien Sprechen im Unterrichtskontext scheuen sie sich meist mehr als ihre einheimischen Klassenkolleginnen und -kollegen. Dabei fällt ihnen vor allem das spontane Verbalisieren von persönlichen Ideen und Gedanken schwer. Zusätzlich wirkt ihr Sprachfluss unnatürlich und abgehakt.

Beim (lauten) Lesen von Texten sind eine deutlich verringerte Lesegeschwindigkeit und eine fehlerhafte Aussprache festzustellen. Große Verständnisschwierigkeiten gibt es vor allem bei komplexen grammatischen Strukturen sowie verschachtelten Sätzen. Bei Texten mit Themen und Ausdrücken, die über das Alltagsniveau hinausgehen, haben diese Jugendlichen in vielen Fällen Probleme, einen Zusammenhang herzustellen.

Dazu trägt auch ihr bedeutend geringerer Wortschatz bei, der auf Grund fehlender Erfahrungen in der Unterrichtssprache nicht so ausgereift wie bei muttersprachlichen Lernenden ist. Außerdem fällt es jenen Schülern und Schülerinnen schwerer, sich Mehrfachbedeutungen von Worten bewusst zu machen. Das hängt unter anderem auch mit den Interferenzen zwischen Erst- und Zweitsprache zusammen. Es gibt zahlreiche Beispiele für Wörter, die sowohl in der Muttersprache als auch in der Unterrichtssprache existieren, jedoch einen anderen Bedeutungsumfang aufweisen. Um diese Feinheiten verstehen und unterscheiden zu können, bedarf es eines sehr hohen sprachlichen Niveaus.

Deshalb helfen Schülerinnen und Schülern mit Deutsch als Zweitsprache nicht alle *im Kapitel 5* beschriebenen Lesehilfen und Lesestrategien im gewünschten Maße, weil sie bereits vor deren Einsatz über andere Schwierigkeiten stolpern. Diese Kinder müssen durch gezielte

Übungen vorentlastet werden, damit sie überhaupt Textmerkmale wahrnehmen können (vgl. BREIT 1997, 2; JUNK-DEPPENMEIER 2010, 75f.; LEISEN 2009, 28f.).

6.3.3 Konkrete Fördermaßnahmen im Mathematikunterricht

Auf Grund der multikulturellen Zusammensetzung in den österreichischen Schulklassen ist eine Neu- bzw. Umgestaltung des Unterrichts absolut notwendig. Im Folgenden soll erläutert werden, was Mathematiklehrer und -lehrerinnen tun können, um die sprachliche Entwicklung der Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache zu fördern.

Die wichtigste Maßnahme besteht wie schon erwähnt in der Verbesserung der muttersprachlichen Kompetenz. Natürlich kann man die Bewältigung dieser Forderung von keiner Lehrperson verlangen, dennoch liegt es mitunter in ihrer Verantwortung, die Eltern auf die Wichtigkeit der Muttersprache hinzuweisen und darauf aufmerksam zu machen, dass ihrem Kind nicht geholfen ist, wenn sie mit ihm ständig in einem schlechten Deutsch sprechen.

Aber auch in der Klasse können Lehrende einen Rahmen schaffen, in dem die Muttersprache gefördert werden kann. So sollte etwa die Kommunikation in der L1 der Kinder in bestimmten Situationen während des Unterrichts (so etwa beim Lösen von Aufgaben in Partner- oder Gruppenarbeiten) zugelassen werden. Weiters kann jede Lehrkraft versuchen, zumindest einige Ausdrücke in den verschiedenen Sprachen zu lernen. Es wäre zum Beispiel denkbar, gemeinsam in der Klasse die Zahlen von eins bis zehn in den einzelnen Muttersprachen der Schülerinnen und Schüler zu lernen. Dadurch werden diese automatisch aufgewertet und die Lehrperson zeigt damit, dass sie mit Respekt den anderen Kulturen gegenüber steht. Im Idealfall sollten zusätzlich mehrsprachige Unterrichtsmaterialien zur Verfügung gestellt werden. Hierzu hat zum Beispiel das Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur bereits Materialien für den Mathematikunterricht in der Unterstufe für die Sprachen Bosnisch/Kroatisch/Serbisch und Türkisch erarbeitet¹⁰.

Die vorhandene Mehrsprachigkeit sollte nach Möglichkeit in der Klasse sichtbar gemacht werden. Dies kann man leicht dadurch erreichen, indem man das Klassenzimmer mit relevanten Plakaten und Texten ausschmückt. Aber auch in der Repräsentation nach außen kann jede Schule für eine größtmögliche Präsenz der verschiedenen Sprachen sorgen. Das lässt sich schon durch kleine Schritte verwirklichen, indem man zum Beispiel auf muttersprachliche Einladungen für Elternabende achtet, die Schulhomepage in verschiedene Sprachen übersetzt und Bücher in den einzelnen Muttersprachen in der Schulbibliothek zur Verfügung stellt.

¹⁰ Zwei Beispielseiten aus diesem Übungsbuch zu den Themen *Ganze Zahlen* und *Prozentrechnung* befinden sich im Anhang.

Auch bei Elterngesprächen sollte bei Bedarf eine Übersetzung ermöglicht werden (vgl. DE CILLIA 2003, 6).

Durch Beachtung dieser Punkte werden automatisch ganz zentrale Aspekte des Unterrichtsprinzips der *Interkulturellen Erziehung*, das für alle Unterrichtsfächer verpflichtend gilt, aufgegriffen. Demnach sollte auch der Mathematikunterricht folgende Bereiche berücksichtigen:

- Das Zusammenleben von Menschen aus verschiedenen Kulturen wird Gegenstand des Lernens.
- Bewusstmachen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden zwischen den einzelnen Kulturen
- Überwindung ethnozentrischer und kulturrassistischer Anschauungen
- Entwicklung einer Kultur der Zwei- und Mehrsprachigkeit

(vgl. BMUKK 2004c).

Im Moment existieren wenige Förderungsmodelle für Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache im Mathematikunterricht. Erste Artikel (vgl. KNAPP 2010; LANGER 2010) zu diesem Thema zeigen aber bereits, dass sich diese Methoden vermutlich nicht so stark von jenen unterscheiden, die *im Kapitel 5* vor allem für Lernende mit deutscher Muttersprache erarbeitet wurden. Lediglich bei der Vorbereitung müssen unbedingt die unterschiedlichen sprachlichen Fertigkeiten und Voraussetzungen berücksichtigt werden.

Eine konkrete Methode für die Verbesserung der mathematischen Verstehenskompetenz von Sachtexten bei Schülern und Schülerinnen mit nichtdeutscher Muttersprache wird bei Knapp beschrieben. Die zentrale Komponente dieses Modells liegt im selbstständigen Schreiben von mathematischen Texten zu einer vorgegebenen Problematik. Versuche haben gezeigt, dass bei regelmäßiger Anwendung dieser Methode gerade bei Jugendlichen mit nichtdeutscher Muttersprache das Grundverständnis für mathematische Texte deutlich verbessert werden kann (vgl. KNAPP 2010, 239ff.). Konkret bringt diese Methode folgende Vorteile:

- Die Schülerinnen und Schüler setzen sich vertieft mit einem mathematischen Sachverhalt auseinander, da das Schreiben mit einer Verlangsamung des Denkprozesses einhergeht und dadurch ein mehrfaches Überdenken angeregt wird. Durch die Reflexion in der Schreibsituation wird neues Wissen in bestehende Wissensnetze eingegliedert.
- Außerdem wird durch das Schreiben ein Problembewusstsein für die Lektüre eines weiteren Textes zum selben Thema geschaffen.

- Das Ausdrücken mathematischer Zusammenhänge in eigenen Worten ermöglicht und verlangt, die gewonnen Einsichten im individuellen Denken und damit auch in der eigenen Lebenswelt zu verankern.

(vgl. KNAPP 2010, 240ff.).

Sehr nützlich hat sich das eigenständige Verfassen von Mathematikaufgaben erwiesen, das zusätzlich zu den normalen Routineaufgaben im Unterricht geübt werden sollte. Hierbei gibt man den Lernenden einen Rechenweg vor und lässt sie dann einen dazu passenden Aufgabentext schreiben. Beim Lösen derartiger Beispiele werden folgende Arbeitsschritte durchlaufen: Zunächst müssen die Lernenden den mathematischen Sachverhalt bewältigen und verstehen, was mit dem angegebenen Rechenweg gemeint sein könnte. Danach versuchen sie eine passende Situation finden, in die der Rechenweg sinnvoll eingebaut werden kann. Abschließend wird dann die Textaufgabe formuliert. Dabei findet zu Beginn der Bearbeitung eine vertiefte Auseinandersetzung mit den mathematischen Sachverhalten, gegen Ende eine intensivere Befassung mit den sprachlichen Mustern statt.

Bei der Durchführung derartiger Aufgaben in der Schule hat sich gezeigt, dass in Partnerarbeit die besten Ergebnisse erzielt werden können, da die Lernenden zusätzlich noch über den vorliegenden Sachverhalt diskutieren und sich auf eine Lösungsmöglichkeit einigen müssen. Damit werden die allgemeine Sprachkompetenz und Ausdrucksfähigkeit gefördert. Auch Schüler und Schülerinnen mit deutscher Muttersprache können von dieser Methode profitieren (vgl. ebd., 241f.).

An einem konkreten Beispiel soll dieses Modell abschließend noch illustriert werden. Gegeben seien folgende Zahlen:

100 % --- 220	220,00
1 % --- 2,20	44,00
20 % --- 44,00	264,00

(vgl. ebd., 243).

Die Lernenden haben nun die Aufgabe, diese vorgegebenen Zahlen zu analysieren und eine passende Angabe für ein Textbeispiel zu finden. Eine angemessene Lösung lautet etwa:

„Ein Fernsehapparat kostet 220 Euro. Dazu kommen 20% Mehrwertsteuer. Wie viel muss man insgesamt bezahlen?“ (vgl. ebd., 244).

Bei der Durchführung dieses Beispiels in der Schule, entwarfen zwei Schüler folgenden Aufgabentext:

„Herr Kleiner verdient 220 Euro monatlich. Er bekommt 44,00 Euro Weihnachtsgeld. Rechne in Prozent aus, wie viel Weihnachtsgeld er bekommt!“ (vgl. KNAPP 2010, 245).

Im Anschluss an die Arbeitsphase ist es bei dieser Methode wesentlich, die Ergebnisse auch zu besprechen und zu kommentieren. In dem von den Schülern vorgeschlagenen Text ist festzustellen, dass sie lediglich die linken drei Zahlen der Angabe für die Bewältigung ihrer Aufgabe verwendet haben. Außerdem könnte man die Lernenden darauf aufmerksam machen, dass sie eine Frage gestellt haben, zu der 20 % die Antwort ist und nicht 44,00, so wie es ursprünglich gedacht war. Allerdings kann diese Interpretation der Lernenden auch an der Unzulänglichkeit der Vorgabe liegen, was im Anschluss mit ihnen zu klären wäre (vgl. ebd., 245).

7 Nachwort

Lesen gehört unwiderruflich zu den wichtigsten Kulturkompetenzen der Gegenwart. Jedoch geht es dabei in erster Linie nicht um die mechanische Fähigkeit, einzelne Buchstaben erkennen und zu Wörtern zusammenfügen zu können, sondern um die sinnerfassende Rezeption von Texten. Unser Alltag ist dermaßen durch das Lesen von Informationen geprägt, dass es bei mangelnden Fähigkeiten unweigerlich zu Nachteilen in der Gesellschaft kommt. Leider muss man feststellen, dass gerade in Österreich die Lesekompetenz in den letzten Jahren kontinuierlich gesunken, die Zahl der sekundären Analphabetinnen und Analphabeten hingegen gestiegen ist. Daher sind Maßnahmen, um diese Tendenz zu stoppen, unumgänglich.

Lange Zeit wurde darauf beharrt, dass sich in erster Linie der Deutschunterricht und vielleicht noch der Fremdsprachenunterricht um das Lesen zu kümmern hat. Heute ist man von dieser Ansicht bereits abgekommen und es wird von Didaktikern und Didakterinnen sowie auch dem derzeit gültigen österreichischen Lehrplan gefordert, dass sich alle Unterrichtsfächer mit der Förderung der Lesekompetenz beschäftigen müssen. Durch die Brisanz des Themas wurden in den letzten Jahren bereits einige didaktische Modelle entwickelt, die sich mit einer Verbesserung der Lesekompetenz in allen Unterrichtsfächern befassen.

Mathematische Texte unterscheiden sich auf Grund ihrer Sprachstruktur und ihres Aufbaus maßgeblich von alltäglichen Texten. Durch die hohe Komplexität, die Verbindung von Alltagssprachlichen, fachsprachlichen und symbolischen Elementen sowie die Prägnanz der mathematischen Sprache kommt es beim Lesen derartiger Texte unweigerlich zu zusätzlichen Verständnishürden. Außerdem behandeln mathematische Abhandlungen im Normalfall Themen, die man nur selten mit Alltagserfahrungen in Verbindung bringen kann.

Ein entscheidender Punkt ist hierbei, dass sich Lehrerinnen und Lehrer trauen müssen, *Texte* auch im Mathematikunterricht zu behandeln. Nur durch den Kontakt mit authentischem Material kann man die Lesekompetenz der Schüler und Schülerinnen langfristig verbessern. Dabei sollten Texte mit möglichst realitätsnahen Problematiken behandelt werden. Einer der Hauptvorwürfe lautet immer, dass Mathematik nicht vorstellbar und im Alltag unbrauchbar sei. Gerade dadurch könnte man demonstrieren, dass Mathematik sehr stark unser Leben bestimmt, wir das jedoch nicht immer in diesem Ausmaß wahrnehmen.

Bei der Auswahl der Texte muss allerdings darauf geachtet werden, dass sie dem Niveau der Kinder angepasst sind und altersgerecht aufbereitet werden. Texte sind mitunter auch deshalb unverständlich und abschreckend für Schülerinnen und Schüler, weil sie für ihr Alter zu

schwierig geschrieben sind. Lehrende sollten sich mit dieser Problematik unbedingt auseinandersetzen, da sie gerade in entscheidenden Situationen im Schulalltag, wie zum Beispiel beim Erstellen von Schularbeitsangaben, vor der Aufgabe stehen, selbst Texte verfassen zu müssen.

Durch die vermehrte Zusammenarbeit zwischen den sprachlichen und naturwissenschaftlichen Fächern hat sich auch in der Mathematik die Lesedidaktik in den letzten Jahren enorm weiterentwickelt. So sind zahlreiche Strategien, Methoden und sogar ganze Unterrichtsmodelle zur Bearbeitung von mathematischen Fachtexten entwickelt worden. Das Training des Umgangs mit dieser Art von Lektüre wird von vielen Didaktikerinnen und Didaktikern heute bereits als fixer Bestandteil des Mathematikunterrichts gesehen.

Weiters sollte gerade in Österreich die spezielle Situation der Schüler und Schülerinnen mit nichtdeutscher Muttersprache, die vor allem in Fächern wie Mathematik oft mit zusätzlichen sprachlichen Schwierigkeiten zu kämpfen haben, thematisiert und ernst genommen werden. Kein Kind wählt selbst seine Erstsprache aus und daher darf sie meiner Ansicht nach in der Schule nicht von vornherein „verurteilt“ werden. Ohne dass darunter der Fachunterricht leidet, sollte jede Lehrperson versuchen, Rahmenbedingungen zu schaffen, unter denen alle Schülerinnen und Schüler erfolgreich arbeiten können, und bei Bedarf für spezielle Fördermaßnahmen sorgen. Jedes Kind, das in Österreich eine Schullaufbahn durchläuft, sollte a priori dieselben Chancen haben und sich nicht als Schülerin bzw. Schüler „zweiter Klasse“ fühlen müssen.

Im Vergleich zu anderer am Markt erhältlicher Literatur zu Mathematikdidaktik, steckt jene die Sprach- und Leseförderung betreffend sicher noch in den Kinderschuhen. Meiner Ansicht nach ist es wichtig, in einem nächsten Schritt diese Überlegungen auf Grund ihrer hohen Aktualität und Wichtigkeit auch in das Lehramtsstudium einfließen zu lassen, damit sich alle zukünftigen Lehrenden dieser Problematik bewusst werden. Lesen *ist* die Schlüsselqualifikation der Zukunft und gleichzeitig das Tor zu jeglichem selbstständigen Lernen und somit auch zu allen weiteren Disziplinen.

8 Literaturverzeichnis

- AHRENHOLZ 2010:** Ahrenholz, Bernt (Hrsg.): Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache, Tübingen, 2010.
- APELTAUER 1987:** Apeltauer, Ernst (Hrsg.): Gesteuerter Zweitspracherwerb. Voraussetzungen und Konsequenzen für den Unterricht, München, 1987.
- BASISBILDUNG UND ALPHABETISIERUNG 2007:** Netzwerk Basisbildung und Alphabetisierung in Österreich: Zahlen und Fakten, 2007, Online unter: http://www.alphabetisierung.at/fileadmin/pdf/Infoarchiv/Zahlen_und_Fakten.pdf [Zugriff: 04.05.2011].
- BERGUNDE 2010:** Bergunde, Manfred: Von Subjekt zu Subjekt. Unterrichtspraktische Anregungen für die fachspezifische Sprachförderung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht, in: Fenkart, Gabriele/Lembens, Anja/Erlacher-Zeitlinger, Edith (Hrsg.): Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften, Innsbruck, 2010, 232-249.
- BIFIE:** Bildungsforschung, Innovation & Entwicklung des österreichischen Schulwesens: PISA – Programme for International Student Assessment, Online unter: <http://www.bifie.at/pisa> [Zugriff: 04.05.2011].
- BLOOM 1972:** Bloom, Benjamin S.: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich, Weinheim/Basel, 1972.
- BLUM 1983:** Blum, Werner/Törner, Günter: Didaktik der Analysis, Göttingen, 1983.
- BMUKK 1999:** Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur: Grundsatz erlass zum Unterrichtsprinzip Leseerziehung, 1999, Online unter: <http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/prinz/Leseerziehung1594.xml> [Zugriff: 04.05.2011].
- BMUKK 2000:** Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur: Lehrplan AHS Unterstufe, 2000, Online unter: <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/789/ahs14.pdf> [Zugriff: 04.05.2011].
- BMUKK 2004a:** Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur: Lehrplan Allgemeiner Teil, 2004, Online unter: <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11668/11668.pdf> [Zugriff: 04.05.2011].
- BMUKK 2004b:** Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur: Lehrplan AHS Oberstufe, 2004, Online unter: http://www.bmukk.gv.at/medienpool/11859/lp_neu_ahs_07.pdf [Zugriff: 04.05.2011].

- BMUKK 2004c:** Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur: Unterrichtsprinzip Interkulturelles Lernen an AHS, 2004, Online unter: http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/prinz/interkult_lernen_lp.xml [Zugriff: 04.05.2011].
- BMUKK 2009:** Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur: PISA 2006 – Programme for International Student Assessment, 2009, Online unter: <http://www.bmukk.gv.at/schulen/sb/pisa2006.xml> [Zugriff: 04.05.2011].
- BMUKK 2011:** Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur: SchülerInnen mit anderen Erstsprachen als Deutsch. Statistische Übersicht Schuljahre 2002/03 bis 2009/10, Informationsblätter des Referats für Migration und Schule, 2/2011, Online unter: http://www.bmukk.gv.at/medienpool/8953/nr2_10.pdf [Zugriff: 04.05.2011].
- BOCK 1972:** Bock, Hans/Gottwald, Siegfried/Mühlig, Rolf-Peter: Zum Sprachgebrauch in der Mathematik, Leipzig, 1972.
- BOSTELMANN 2009:** Bostelmann, Michael: Sachtexte lesen im Fach Mathematik, in: Leisen, Josef/Mentges, Hanna (Hrsg.): Sachtexte lesen im Fachunterricht der Sekundarstufe, Berlin, 2009, 189-199.
- BREIT 1997:** Breit, Helmut: Interkulturelles Lernen. Mathematik – 7. Schulstufe. Materialien für Lehrerinnen und Lehrer an Hauptschulen, Sonderschulen und allgemeinbildenden höheren Schulen, Wien, 1997.
- BROCKHAUS:** Brockhaus Enzyklopädie Online, Online unter: <http://www.brockhaus-encyklopaedie.de/> [Zugriff: 04.05.2011].
- CLAUS 1989:** Claus, Heinz Jörg: Einführung in die Didaktik der Mathematik, Darmstadt, 1989.
- CUMMINS 1986:** Cummins, Jim: Language proficiency and academic achievement, in: Cummins, Jim/Swain Merrill (Hrsg.): Bilingualism in education, London, 1986, 139-161, zit. nach: Wode, Henning: Lernen in der Fremdsprache. Grundzüge von Immersion und bilingualem Unterricht, Ismaning, 1995.
- DE CILLIA 1995:** De Cillia, Rudolf: Höhere Schulen – ausländerfrei? SchülerInnen mit nicht-deutscher Muttersprache an höheren Schulen, in: De Cillia, Rudolf/Wodak, Ruth (Hrsg.): Sprachenpolitik in Mittel- und Osteuropa, Wien, 1995, 253-263.
- DE CILLIA 2003:** De Cillia, Rudolf: Spracherwerb in der Migration, Informationsblätter des Referats für interkulturelles Lernen, Wien, 3/2003.
- EDMONDSON 2000:** Edmondson, Willis/House, Juliane: Einführung in die Sprachlehrforschung, Tübingen/Basel, 2000².

- EICHBERGER 1991:** Eichberger, Renate: Zum Problem der Sprache im Mathematikunterricht und empirische Untersuchungen im Bereich des Geometrieunterrichts der 6. Schulstufe AHS, Wien, Univ., Diss., 1991.
- FENKART 2010:** Fenkart, Gabriele/Lembens, Anja/Erlacher-Zeitlinger, Edith (Hrsg.): Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften, Innsbruck, 2010.
- FISCHER 1985:** Fischer, Roland/Malle, Günther: Mensch und Mathematik. Eine Einführung in didaktisches Handeln und Denken, Mannheim/Wien/Zürich, 1985.
- FLUCK 1996:** Fluck, Hans-Rüdiger: Fachsprachen. Einführung und Bibliographie, Tübingen/Basel, 1996⁵.
- FREUDENTHAL 1973:** Freudenthal, Hans: Mathematik als pädagogische Aufgabe, Stuttgart, 1973, zit. nach: Blum, Werner/Törner, Günter: Didaktik der Analysis, Göttingen, 1983.
- FREUDENTHAL 1985:** Freudenthal, Hans: Muttersprache und Mathematik, in: ml, 9/1985, 3-5.
- FTHENAKIS 1985:** Fthenakis, Wassilios E. et al.: Bilingual-bikulturelle Entwicklung des Kindes. Ein Handbuch für Psychologen, Pädagogen und Linguisten, München, 1985.
- GAARLICHS 1991:** Gaarlichs, Ariane/Hagstedt Herbert: Mathematik als erste Fremdsprache?, in: Postel, Helmut/Kirsch, Arnold/Blum, Werner (Hrsg.): Mathematik lehren und lernen. Festschrift für Heinz Griesel, Hannover, 1991, 102-112.
- GALLIN 1998:** Gallin, Peter/Ruf, Urs: Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz, Seelze, 1998.
- GARBE 2009:** Garbe, Christine/Holle, Karl/Jesch, Tatjana: Texte lesen. Lesekompetenz – Textverstehen – Lesedidaktik – Lesesozialisation, Paderborn, 2009.
- GLATFELD 1981:** Glatfeld, Martin (Hrsg.): Das Schulbuch im Mathematikunterricht, Braunschweig/Wiesbaden, 1981.
- GOETHE 1836:** Goethe, Johann Wolfgang von: Goethe's poetische und prosaische Werke in zwei Bänden, Erster Band, Stuttgart/Tübingen, 1836.
- GÖTZ 2005:** Götz, Stefan/Reichel, Hans-Christian (Hrsg.): Mathematik Lehrbuch 5, Wien, 2005.
- GROEBEN 1982:** Groeben, Norbert: Leserpsychologie. Textverständnis – Textverständlichkeit, Münster, 1982.
- GRÖPEL 1999:** Gröpel, Wolfgang (Hrsg.): Migration und Schullaufbahn, Frankfurt am Main, 1999.
- GÜNTHER 2007:** Günther, Britta/Günther, Herbert: Erstsprache Zweitsprache Fremdsprache. Eine Einführung, Weinheim/Basel, 2007².

- HELTEN-PACHER 2010:** Helten-Pacher, Maria-Rita: Sprachförderung in allen Fächern. Überlegungen zur LehrerInnenaus- und -fortbildung, in: Fenkart, Gabriele/Lembens, Anja/Erlacher-Zeitlinger, Edith (Hrsg.): Sprache, Mathematik und Naturwissenschaft, Innsbruck, 2010, 120-134.
- HOFFMANN 1987:** Hoffmann, Lothar: Kommunikationsmittel Fachsprache. Eine Einführung, Berlin, 1987.
- HOLLE 2009:** Holle, Karl: Psychologische Lesemodelle und ihre lesedidaktische Implikationen, in: Garbe, Christine/Holle, Karl/Jesch, Tatjana: Texte lesen. Lesekompetenz – Textverstehen – Lesedidaktik – Lesesozialisation, Paderborn, 2009, 103-165.
- JAHNKE 2002:** Jahnke, Thomas/Wuttke, Hans (Hrsg.): Mathematik Analysis, Gymnasiale Oberstufe, Berlin, 2002.
- JUNK-DEPPENMEIER 2010:** Junk-Deppenmeier, Alexandra/Schäfer, Joachim: Lesekompetenz als Voraussetzung für das Lernen im Fachunterricht, in: Ahrenholz, Bernt (Hrsg.): Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache, Tübingen, 2010, 69-86.
- KEITEL 1980:** Keitel, Christine/Otte, Michael/Seeger, Falk: Text Wissen Tätigkeit. Das Schulbuch im Mathematikunterricht, Königstein, 1980.
- KHAN-SVIK 1999:** Khan-Svik, Gabriele: Der sich nach oben hin zweimal verengende Flaschenhals. Die Selektion von „ausländischen“ Schülerinnen und Schülern bei den Übertritten in die Mittelstufe und in die Berufsausbildung, in: Gröpel, Wolfgang (Hrsg.): Migration und Schullaufbahn, Frankfurt am Main, 1999, 186-197.
- KNAPP 2010:** Knapp, Werner/Pfaff, Harald/Werner, Sybille: Verstehen durch Schreiben. Anlage einer empirischen Studie zum produktiven Umgang mit mathematischen Textaufgaben, in: Ahrenholz, Bernt (Hrsg.): Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache, Tübingen, 2010, 239-255.
- KRAUTHAUSEN 2007:** Krauthausen, Günther/Scherer, Petra: Einführung in die Mathematikdidaktik, München, 2007³.
- KRONFELLNER 2009:** Kronfellner, Manfred: Didaktik der Mathematik. Teil III: Didaktische Prinzipien, Vorlesungsskriptum, TU Wien, 2009.
- KRONFELLNER 2010:** Kronfellner, Manfred: Differential- und Integralrechnung im Schulunterricht, Vorlesungsskriptum, TU Wien, 2010.
- LANGER 2010:** Langer, Elisabeth: Spracherwerb im Naturwissenschaftsunterricht in Klassen mit Migrationshintergrund, in: Fenkart, Gabriele/Lembens, Anja/Erlacher-Zeitlinger, Edith (Hrsg.): Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften, Innsbruck, 2010, 89-107.

- LEISEN 2009:** Leisen, Josef/Mentges, Hanna (Hrsg.): Sachttexte lesen im Fachunterricht der Sekundarstufe, Berlin, 2009.
- LEISEN 2010:** Leisen, Josef: Leseverstehen und Leseförderung in den Naturwissenschaften, in Fenkart, Gabriele/Lembens, Anja/Erlacher-Zeitlinger, Edith (Hrsg.): Sprache, Mathematik und Naturwissenschaft, Innsbruck, 2010.
- LIETZMANN 1968:** Lietzmann, Walter: Methodik des mathematischen Unterrichtens, Heidelberg, 1968⁴.
- MAIER 1999:** Maier, Hermann/Schweiger, Fritz: Mathematik und Sprache. Zum Verstehen und Verwenden von Fachsprache im Mathematikunterricht, Wien, 1999.
- MALLE 1993:** Malle, Günther: Didaktische Probleme der elementaren Algebra, Braunschweig/Wiesbaden, 1993.
- MARKERT 1979:** Markert, Dieter: Aufgabenstellen im Mathematikunterricht, Freiburg/Basel/Wien, 1979.
- MECHERIL 2010:** Mecheril, Paul et al.: Migrationspädagogik, Weinheim/Basel, 2010.
- MERZYN 1987:** Merzyn, Gottfried: Die Sprache unserer Schulbücher, in: Der mathematisch und naturwissenschaftliche Unterricht, Jahrgang 40, 2/1987, 75-80.
- MESCHKOWSKI 1965:** Meschkowski, Herbert: Mathematik als Bildungsgrundlage, Braunschweig, 1965.
- MINNI 1992:** Minni, Susanne: Sprachaspekte im Mathematikunterricht, Wien, Univ., Dipl.-Arb., 1992.
- ORF 2009:** ORF Online und Teletext GmbH: Schreibtraining für Autoren, 26.08.2009, Online unter: <http://newsv1.orf.at/090826-41872/> [Zugriff: 04.05.2011].
- PH WIEN 2011:** Pädagogische Hochschule Wien: Vorlesungsverzeichnis für Fortbildung, Sommersemester 2011, Online unter: http://www.phwien.ac.at/fileadmin/phvie/users/15/IFB_APS_PDF_SS11/phw_vorlesungsverzeichnis_SS_2011_A4.pdf [Zugriff: 04.05.2011].
- POSAUTZ 1990:** Posautz, Maria Elisabeth: Die Lesbarkeit der Mathematik Schulbücher. Aspekte der Textauseinandersetzung im Umgang mit Mathematik Schulbuchtexten der 5. Schulstufe, Wien, Univ., Diss., 1990.
- REICHEL 2002:** Reichel, Hans-Christian/Müller, Robert/Hanisch, Günter, Lehrbuch der Mathematik 8, Wien, 2002³.
- SALZGER 1994:** Salzger, Bernhard: Sprachgebrauch im Mathematikunterricht, Wien, Univ., Dipl.-Arb., 1994.

- SCHMIDT 1969:** Schmidt, Wilhelm: Charakter und gesellschaftliche Bedeutung der Fachsprachen, in: Sprachpflege 18/1969, 10-20, zit. nach: Fluck, Hans-Rüdiger: Fachsprachen. Einführung und Bibliographie, Tübingen/Basel, 1996⁵.
- SCHNEITER 1985:** Schneiter, Rudolf/Zimmermann, Peter: Wie eine Definition im Deutsch- und Mathematikunterricht erarbeitet werden kann, in: ml, 9/1985, 46-50.
- SCHREINER 2007:** Schreiner, Claudia: PISA 2006 Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Erste Ergebnisse, Graz, 2007.
- SCHWANTNER 2010:** Schwantner, Ursula/Schreiner, Claudia: PISA 2009 Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Erste Ergebnisse, Graz, 2010.
- SCHWEIGER 2010:** Schweiger, Fritz: (Fast) alles ist Zahl. Eine kleine Kulturgeschichte der Mathematik und ihrer Sprache, in: Fenkart, Gabriele/Lembens, Anja/Erlacher-Zeitlinger, Edith (Hrsg.): Sprache, Mathematik und Naturwissenschaft, Innsbruck, 2010, 11-20.
- STATISTIK AUSTRIA 2009:** Statistik Austria (Hrsg.): Kulturstatistik 2007. Tabellenwerk, Wien, 2009.
- STEINDL 1987:** Steindl, Michael: Lehrbücher oder Materialien. Bilinguale Materialien für den Sachkunde- und Mathematikunterricht mit Ausländerkindern der Klasse 2-4, in: Apeltauer, Ernst (Hrsg.): Gesteuerter Zweitspracherwerb. Voraussetzungen und Konsequenzen für den Unterricht, München, 1987, 285-294.
- STEINER 2004:** Steiner, Gerald F./Novak, Johann: MatheMaster 5, Wien, 2004.
- THIEL 1975:** Thiel, Rainer: Mathematik – Sprache – Dialektik, Berlin, 1975.
- TÖNIES 1986:** Tönies, Edith: Verständnisschwierigkeiten im Umgang mit Mathematikschularbeitstexten. Untersuchung der Formulierungen von Mathematikschularbeitstexten der ersten Klassen einer Wiener AHS, Wien, Univ., Diss., 1986.
- VOLLRATH 1978:** Vollrath, Hans-Joachim: Lernschwierigkeiten, die sich aus dem umgangssprachlichen Verständnis geometrischer Begriffe ergeben, in: Schriftenreihe des IDM, 18/1978, 57-73.
- VOLLRATH 1984:** Vollrath, Hans-Joachim: Methodik des Begriffslehrens im Mathematikunterricht, Stuttgart, 1984.
- WALTHER 1981:** Walther, Gerd: Autonomous Learning and the Reading of Mathematical Texts, Journal für Mathematik-Didaktik, 2/1981, 147-177, zit. nach: Claus, Heinz Jörg: Einführung in die Didaktik der Mathematik, Darmstadt, 1989.
- WINTER 1983:** Winter, Heinrich: Entfaltung begrifflichen Denkens, Journal für Mathematik-Didaktik 4, 3/1983, 175-204.

WITTMANN 1976: Wittmann, Erich: Grundfragen des Mathematikunterrichts, Braunschweig, 1976⁴.

WODE 1995: Wode, Henning: Lernen in der Fremdsprache. Grundzüge von Immersion und bilinguaem Unterricht, Ismaning, 1995.

ZECH 1989: Zech, Friedrich: Grundkurs Mathematikdidaktik. Theoretische und praktische Anleitungen für das Lehren und Lernen im Fach Mathematik, Weinheim/Basel, 1989⁶.

9 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** http://www.on-the-move.ch/bilder/Kippbild02_Vase%20und%20Gesicht.jpg [Zugriff: 04.05.2011].
- Abb. 2:** Zech, Friedrich: Grundkurs Mathematikdidaktik. Theoretische und praktische Anleitungen für das Lehren und Lernen im Fach Mathematik, Weinheim/Basel, 1989⁶, 234.
- Abb. 3:** Holle, Karl: Psychologische Lesemodelle und ihre lesedidaktische Implikationen, in: Garbe, Christine/Holle, Karl/Jesch, Tatjana: Texte lesen. Lesekompetenz – Textverstehen – Lesedidaktik – Lesesozialisation, Paderborn, 2009, 116.
- Abb. 4:** Leisen, Josef: Leseverstehen und Leseförderung in den Naturwissenschaften, in Fenkart, Gabriele/Lembens, Anja/Erlacher-Zeitlinger, Edith (Hrsg.): Sprache, Mathematik und Naturwissenschaft, Innsbruck, 2010, 85.
- Abb. 5:** vgl. ebd., 193.
- Abb. 6:** vgl. ebd.
- Abb. 7:** vgl. ebd.
- Abb. 8:** vgl. ebd., 198.
- Abb. 9:** vgl. ebd., 199.
- Abb. 10:** Krauthausen, Günther/Scherer, Petra: Einführung in die Mathematikdidaktik, München, 2007³, 78.

10 Anhang

10.1 Kulturstatistik 2007

KA5. Kulturelle Aktivitäten in den letzten 12 Monaten: Leseverhalten - Anzahl der gelesenen Bücher 2006/07

Gliederungsmerkmale	Alle Personen (25-64 Jahre)	Davon Personen, die in den letzten zwölf Monaten ¹⁾ in der Freizeit ... lasen					
		kein Buch	1 bis 3 Bücher	4 bis 7 Bücher	8 bis 12 Bücher	mehr als 12 Bücher	unbekannt
	in 1.000	%					
Insgesamt	4.561,8	25,2	26,5	18,6	11,9	17,4	(0,4)
Geschlecht							
Männer	2.272,5	31,7	28,3	17,2	9,9	12,4	(0,5)
Frauen	2.289,3	18,8	24,7	20,0	13,9	22,4	(0,2)
Alter							
25 bis 34 Jahre	1.079,9	25,2	26,4	20,2	11,6	16,0	(0,6)
35 bis 44 Jahre	1.377,1	23,9	26,8	18,6	12,2	18,0	(0,4)
45 bis 54 Jahre	1.182,2	26,1	24,6	19,2	12,2	17,7	(0,2)
55 bis 64 Jahre	922,6	26,1	28,6	15,9	11,4	17,8	(0,3)
Höchste abgeschlossene Schulbildung							
Pflichtschule	853,5	47,2	30,0	11,0	6,3	5,0	(0,3)
Lehre	1.842,3	30,4	30,9	16,6	9,6	12,2	(0,1)
Berufsbildende mittlere Schule (BMS)	630,1	16,9	25,7	23,1	15,1	18,9	(0,4)
Höhere Schule (AHS/BHS)	657,4	8,2	20,8	27,0	16,8	26,5	(0,8)
Universität, Fachhochschule, hochschulverwandte Ausbildung	578,6	4,7	14,6	21,5	18,4	40,2	(0,6)
Erwerbsstatus							
Erwerbstätig	3.231,5	24,4	26,4	18,9	12,0	17,9	(0,4)
Arbeitslos	190,2	33,9	25,7	19,0	(7,3)	14,1	(-)
Nicht-Erwerbspersonen einschl. Personen in Elternkarenz	1.140,2	26,1	26,9	17,6	12,6	16,5	(0,4)
Staatsangehörigkeit							
Österreichische Staatsbürgerschaft	4.143,6	23,9	26,4	19,2	12,3	17,8	(0,3)
Keine österreichische Staatsbürgerschaft	418,3	38,5	27,4	12,4	7,7	13,3	(0,8)
Besiedlungsdichte							
Dicht	1.490,5	21,3	23,9	19,9	13,0	21,4	(0,5)
Mittel	1.142,2	24,1	24,8	20,2	13,5	17,0	(0,4)
Dünn	1.929,1	28,9	29,5	16,6	10,2	14,5	(0,3)
Wohnsitz nach NUTS1							
Ostösterreich	1.965,8	22,6	25,8	18,5	13,0	19,8	(0,3)
Südösterreich	962,5	28,7	28,0	18,9	10,3	13,6	(0,6)
Westösterreich	1.633,5	26,4	26,5	18,5	11,6	16,8	(0,3)

Q: Erwachsenenbildungserhebung 2007 (AES).

Werte in Klammern beruhen auf weniger als 20 Beobachtungen. - 1) In den letzten zwölf Monaten vor der Befragung.

10.2 Schülerinnen und Schüler mit anderen Erstsprachen als Deutsch – Statistische Übersicht Schuljahre 2002/03 bis 2009/10

SchülerInnen mit anderen Erstsprachen als Deutsch
in Prozentzahlen

	2002/03	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10
ÖSTERREICH							
Volksschulen (inkl. Vorschule)	16,4	17,4	18,8	20,3	21,3	22,3	23,2
darunter Vorschulstufen ¹⁾	---	---	---	41,2	41,8	46,6	49,0
Hauptschulen	13,1	15,1	17,3	18,7	19,6	20,5	20,9
Sonderschulen	22,0	24,0	24,9	26,5	27,2	27,8	27,8
Polytechnische Schulen	15,3	19,2	18,8	20,4	20,6	21,7	23,2
Allgemein bildende Pflichtschulen	15,2	16,7	18,3	19,8	20,7	21,7	22,4
Modellversuch „Neue Mittelschule“	---	---	---	---	---	24,2	27,5
AHS-Unterstufe	9,1	10,3	11,5	12,3	13,3	14,2	15,2
AHS-Oberstufe ²⁾	8,6	9,7	10,1	10,8	11,4	12,1	12,7
Allgemein bildende höhere Schulen	8,9	10,0	10,9	11,7	12,5	13,3	14,1
Berufsbildende Pflichtschulen	5,6	5,9	6,2	7,9	8,1	8,2	8,8
Berufsbildende mittlere Schulen	12,5	13,4	14,2	15,4	16,1	17,0	18,2
Berufsbildende höhere Schulen	7,7	8,4	8,7	9,8	10,5	11,0	11,7
Lehrerbildende höhere Schulen	2,3	2,5	2,3	2,6	2,7	2,8	3,5
Berufsbildende Schulen	---	8,1	8,4	9,7	10,2	10,5	11,3
alle Schulen ³⁾	---	13,3	14,4	15,5	16,2	16,9	17,7

¹⁾ erst ab 2006/07 erhoben

²⁾ 2002/03 nur Langform

³⁾ ohne Bundesanstalten für Leibeserziehung und ohne Schulen mit eigenem Organisationsstatut

**SchülerInnen mit anderen Erstsprachen als Deutsch
in Prozentzahlen**

WIEN	2002/03	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10
Volksschulen (inkl. Vorschule)	40,9	43,4	45,6	48,0	49,3	50,6	51,8
darunter Vorschulstufen ¹⁾	---	---	---	60,1	61,9	66,2	73,0
Hauptschulen	47,0	50,6	54,1	57,1	59,1	60,9	62,8
Sonderschulen	36,5	39,0	41,2	47,0	49,0	51,8	51,8
Polytechnische Schulen	51,6	52,9	48,6	56,8	57,7	60,8	59,5
Allgemein bildende Pflichtschulen	43,0	45,9	48,4	51,2	52,7	54,2	55,3
Modellversuch „Neue Mittelschule“	---	---	---	---	---	---	47,4
AHS-Unterstufe ²⁾	19,2	22,0	24,2	25,7	27,3	29,1	30,8
AHS-Oberstufe ²⁾	19,3	20,8	22,4	23,7	25,1	26,2	27,3
Allgemein bildende höhere Schulen	19,2	21,6	23,5	24,9	26,4	27,9	29,3
Berufsbildende Pflichtschulen	17,3	18,4	21,5	28,4	29,3	30,2	32,5
Berufsbildende mittlere Schulen	35,5	35,9	40,3	44,3	46,3	46,5	49,3
Berufsbildende höhere Schulen	19,7	20,4	21,8	25,7	27,6	28,7	29,9
Lehrerbildende höhere Schulen	4,1	5,8	5,5	6,6	7,6	8,7	10,2
Berufsbildende Schulen	---	21,5	23,7	28,5	30,0	30,8	32,7
alle Schulen ³⁾	---	33,6	35,7	38,3	39,6	40,9	42,2

¹⁾ erst ab 2006/07 erhoben

²⁾ 2002/03 nur Langform

³⁾ ohne Bundesanstalten für Leibeserziehung und ohne Schulen mit eigenem Organisationsstatut

10.3 Beispielseiten aus *Interkulturelles Lernen Mathematik – 7. Schulstufe*

GANZE ZAHLEN

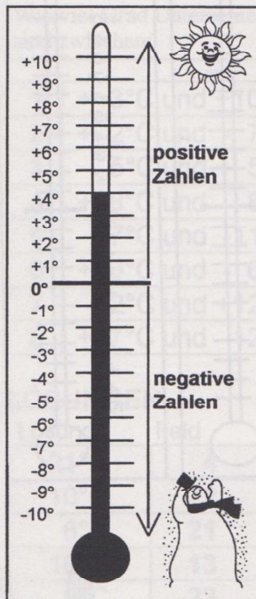
CIJELI BROJEVI

TAM SAYILAR

POSITIVE UND
NEGATIVE ZAHLEN

POZITIVNI I NEGATIVNI
BROJEVI

ARTI VE EKSI
SAYILAR



Zum Messen der Temperatur verwendet man ein Thermometer. Bei uns werden die Temperaturen in Grad Celsius ($^{\circ}\text{C}$) angegeben.

Ein Thermometer zeigt Temperaturen über 0°C (**positive Zahlen**) und unter 0°C (**negative Zahlen**) an. Hier zeigt das Thermometer $+4^{\circ}\text{C}$.

i

Za mjerenje temperature koristi se termometar. Kod nas se temperatura navodi u stepenima Celzijusove skale ($^{\circ}\text{C}$).

Termometar pokazuje temperaturu iznad 0° (**pozitivni brojevi**) i ispod 0° (**negativni brojevi**). Ovdje termometar pokazuje $+4^{\circ}\text{C}$.

Isıyı ölçmek için termometre kullanırız.

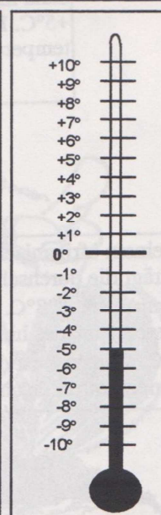
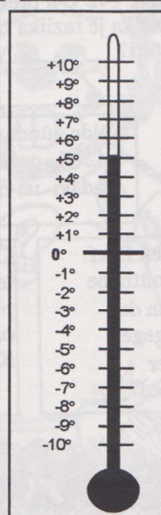
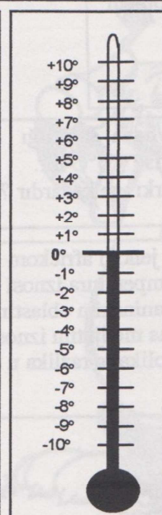
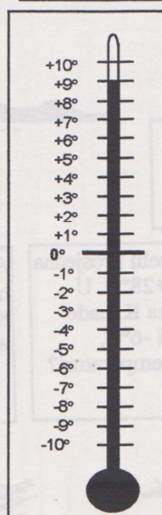
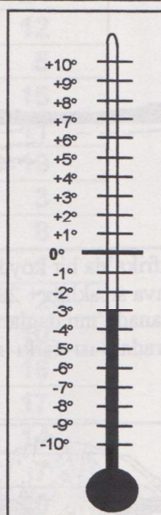
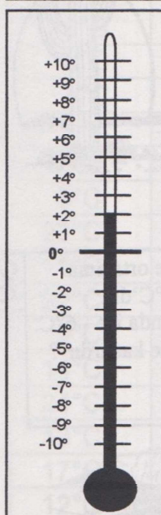
Isıyıfade ederken ise, derece Celsius ($^{\circ}\text{C}$) olarak belirtiriz.

Termometre, 0°C 'nin üzerindeki (**artı sayılar**) ve 0°C 'nin altındaki (**eksi sayılar**) ısı değerlerini gösterir. Burada termometre $+4^{\circ}\text{C}$ 'yi göstermektedir.

Welche Temperaturen zeigen die Thermometer an?

Koje temperature pokazuju termometri ovdje?

Termometreler kaç derece göstermekte?





BERECHNEN DES PROZENTANTEILS

IZRAČUNAVANJE PROCENTNOG UDJELA

YÜZDELIGIN HESAPLANMASI

Prozentanteil = $\frac{\text{Grundwert} \cdot \text{Prozentsatz}}{100}$ $A = \frac{G \cdot p}{100}$

i

Procentni udio = $\frac{\text{osnovna vrijed.} \cdot \text{procentna stopa}}{100}$

Yüzdelik = $\frac{\text{Tüm} \cdot \text{Yüzde oranı}}{100}$

Von einer Klasse mit 25 SchülerInnen haben 40% eine nichtdeutsche Muttersprache. Wie viel SchülerInnen sind das?

$A = \frac{25 \cdot 40}{100} = 10$

Antwort: 10 SchülerInnen der Klasse haben eine nicht-deutsche Muttersprache.

U jednom razredu od 25 učenika 40% ima kao maternji jezik neki drugi jezik nego njemački. Koliko je to učenika?

$A = \frac{25 \cdot 40}{100} = 10$

Odgovor: 10 učenika u razredu ima maternji jezik koji nije njemački.

25 öğrencili bir sınıfta, öğrencilerin % 40'ının anadili Almanca değildir. Kaç öğrencinin anadili Almanca değildir?

$A = \frac{25 \cdot 40}{100} = 10$

Yanıt: 10 öğrencinin anadili Almanca değildir.

B

20% einer Klasse mit 20 SchülerInnen kommen aus Bosnien. Wie viel Kinder sind das?

A = _____ =

Antwort: _____

20% učenika jednog razreda sa 20 učenika je porijeklom iz Bosne. Koliko je to djece?

A = _____ =

Odgovor: _____

20 öğrenciden oluşan bir sınıfın % 20'si Bosnalı öğrencilerdir. Kaç çocuk Bosnalıdır?

A = _____ =

Yanıt: _____

Ü


In Österreich leben ca. 7,5 Mill. Menschen. 8% davon sind AusländerInnen. Wie viel Menschen sind das?

A = _____ =

Antwort: _____

U Austriji živi oko 7,5 miliona ljudi. 8% od njih su stranci. Koliko je to ljudi?

A = _____ =

Odgovor: _____

Avusturya'da yaklaşık 7,5 milyon kişi yaşar. Bunların % 8'ini yabancılar oluşturur. Avusturya'da kaç yabancı yaşamaktadır?

A = _____ =

Yanıt: _____

