



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung  
(IMST-Fonds)**

**S3 „Themenorientierung im Unterricht“**

---

# **KONSTRUKTIVISTISCH ORIENTIERTER STANDBASISCHER MATHEMA- TIKUNTERRICHT**

**ID 524**

**Anna Peer**

**Elisabeth Gortan, Rosina Haider, Christine Painer,  
Mag<sup>a</sup>. Ehrentraud Maier**

**Hauptschule Anger**

**Elisabeth Bauer, Waltraud Rosmarin, Hugo Troppauer**

**Volksschule Anger**

**Anger, Juli 2007**

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2 RAHMENBEDINGUNGEN</b> .....	<b>6</b>
2.1 Ausgangssituation.....	6
2.2 Vorerfahrungen .....	6
<b>3 PROJEKTVERLAUF</b> .....	<b>8</b>
3.1 Organisatorischer Ablauf.....	8
3.2 Ziele .....	9
3.3 Praktische Umsetzung im Unterricht.....	9
3.3.1 Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz zur Lösung von Textaufgaben .....	10
3.3.2 Lösen von mathematischen Problemstellungen auf viablen Wegen .....	11
3.3.3 Verbalisieren, Dokumentieren und Reflektieren von Lösungswegen .....	12
3.3.4 Steigerung von Freude und Interesse beim Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen .....	14
<b>4 METHODE</b> .....	<b>16</b>
4.1 Forschungsfragen und Hypothesen .....	16
4.2 Stichprobe.....	17
4.3 Messinstrument.....	18
4.3.1 Fragebogen zu konstruktivistisch orientiertem standardbasiertem Mathematikunterricht .....	18
<b>5 ERGEBNISSE DER HAUPTSCHULE ANGER</b> .....	<b>21</b>
5.1 Ergebnisse aus dem Fragebogen .....	21
5.1.1 Freude und Interesse an Mathematik .....	21
5.1.2 Viabilität .....	23
5.1.3 Dokumentieren, Verbalisieren und Reflektieren.....	24
5.1.4 Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz .....	25
<b>6 ERGEBNISSE DER VOLKSSCHULE ANGER</b> .....	<b>30</b>
6.1 Ergebnisse aus dem Fragebogen .....	30

6.1.1	Freude und Interesse .....	30
6.1.2	Viabilität .....	31
6.1.3	Dokumentieren, Verbalisieren und Reflektieren.....	32
6.1.4	Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz.....	33
<b>7</b>	<b>DISKUSSION DER ERGEBNISSE.....</b>	<b>38</b>
7.1	Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse .....	38
7.2	Resümee und Ausblick .....	41
<b>8</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>44</b>
<b>9</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>45</b>
	A Beispiele	
	B Abbildungen	
	C Fragebogen	

## ABSTRACT

*Die Frage nach Verbesserungen im Mathematikunterricht war Anlass für eine Untersuchung an 95 Schüler/innen (Hauptschule, Volksschule). In so genannten „Forscherstunden“ wurde die mathematikspezifische Lesekompetenz gefördert, die Schüler/innen zu eigenständigem Arbeiten, zum Suchen individueller (viabler) Lösungswege und zum Dokumentieren, Verbalisieren und Reflektieren ihrer Lösungswege angehalten und ermutigt. Es wurde der Frage nachgegangen, ob es einen Unterschied macht, wenn Knaben und Mädchen in geschlechtshomogenen bzw. in gemischten Gruppen unterrichtet werden. Die Ergebnisse der Untersuchung lassen darauf schließen, dass sich „Forscherstunden“ positiv auf Freude, Interesse, eigenständiges Arbeiten und Reflektieren von Lösungswegen auswirken.*

Schulstufe: Dritte und fünfte Schulstufe

Fächer: Mathematik

Kontaktperson: Anna Peer

Kontaktadresse: Baierdorf-Dorf 42, 8184 Anger

Schüler/innen: *36 Schüler/innen der Volksschule Anger und 59 Schüler/innen der Hauptschule Anger*

# 1 EINLEITUNG

Schon seit längerer Zeit hat sich eine Gruppe von Mathematik - Lehrerinnen der Hauptschule Anger Gedanken über den Mathematikunterricht in der derzeitigen Form gemacht und nach Verbesserungen gesucht. Kann der Unterricht so gestaltet werden, dass Kindern die Alltagsrelevanz der Mathematik bewusst wird? Können wir Lehrplanforderungen mit Aufgaben umsetzen, die mit der Lebens- und Erfahrungswelt der Schüler/innen zu tun haben?

Die Einführung der Bildungsstandards und das schlechte Abschneiden österreichischer Schüler/innen bei internationalen Vergleichstests haben die Frage nach einem nachhaltigen Unterricht in Mathematik erneut ins Blickfeld unseres Interesses gestellt. Der Aufbau eines soliden Grundwissens und eine bessere Vernetzung des Gelernten scheinen uns für das Erreichen der Bildungsstandards von großer Bedeutung.

Die „Schulbuchmathematik“ scheint manche Schwächen zu haben: mathematische Inhalte werden segmentiert und den Schülern und Schülerinnen in kleinen Portionen präsentiert. „Ein Stoffgebiet nach dem anderen, ein Lehrbuchkapitel nach dem anderen wird sorgfältig erarbeitet, gewissenhaft eingeübt, abgeprüft – und gerät dann wieder in Vergessenheit“ (Ulm, Volker, 2005, S.11). Wie kann ein Mathematikunterricht gestaltet werden, damit dies nicht passiert? Kann es durch eine Veränderung der Lehr- und Lernkultur gelingen, Schüler/innen nicht nur zum Reproduzieren von gelernten und eingeübten Inhalten zu bringen, sondern sie zum selbständigen Überlegen und Handeln, Prüfen und Argumentieren anzuleiten? Gelingt es uns von Frontalunterricht und Instruktion wegzukommen und mehr Konstruktion zuzulassen? Welche Rolle spielt die Sprache für das Lösen von mathematischen Problemstellungen?

Fragen, die uns veranlassten die Anregung unserer Bezirksschulinspektorin, Frau Juliane Müller, nach Umsetzung neuer fachdidaktischer Ansätze im Mathematikunterricht bereitwillig aufzunehmen. Um auf breiter Basis wirksam zu sein, sollte diese Idee an mehreren Schulen im Bezirk Weiz Nord verwirklicht werden. Regionale Fortbildungen zur vertieften fachdidaktischen Weiterbildung für alle interessierten Lehrer/innen wurden begleitend angeboten. Neu war der Gedanke einer Zusammenarbeit der Hauptschulen mit den Volksschulen.

## **2 RAHMENBEDINGUNGEN**

### **2.1 Ausgangssituation**

Das Projekt wurde in der 3. Schulstufe der Volksschule Anger und in der 5. Schulstufe der Hauptschule Anger durchgeführt. Alle Schüler/innen dieser beiden Schulstufen, insgesamt 95, waren am Projekt beteiligt.

Die Schüler/innen der Hauptschule kommen aus fünf verschiedenen Volksschulen. Die „Abschöpfung“ durch das Gymnasium ist nicht sehr groß, allerdings gehen in den letzten Jahren Kinder vermehrt auch in andere Schwerpunkt-Hauptschulen. Erstmals seit Einführung der Neuen Hauptschule im Jahr 1985 mit Leistungsgruppenunterricht war auch die Hauptschule Anger in diesem Schuljahr mit einem starken Rückgang der Schüler/innenzahl konfrontiert. So konnten wir heuer erstmals nur zwei Stammklassen mit 59 Schüler/innen führen. Diese verteilten sich gleichmäßig auf eine Klasse mit fremdsprachlichem Schwerpunkt und eine mit Informatik-Schwerpunkt. Zur Unterstützung des Projektes konnten aus den zwei Stammklassen vier Mathematikgruppen gebildet werden. In jeder Gruppe waren Schüler/innen aus der 1a und der 1b Klasse. Bei der Gruppeneinteilung wurde auf die Mathematiknote aus der Volksschule keine Rücksicht genommen. Da in diesem Projekt auch der Genderaspekt untersucht werden sollte wurden die Kinder in geschlechtshomogene bzw. eine koedukativ geführte Gruppe eingeteilt.

In der Volksschule wurden 36 Schüler/innen in zwei Klassen unterrichtet. In den Projektstunden wurden sie jedoch in drei Gruppen, eine Mädchen-, eine Knaben- und eine koedukativ geführte Gruppe aufgeteilt. Zusätzlich zu den Klassenlehrerinnen übernahm der Leiter der Schule in diesen Stunden auch den Unterricht in einer Gruppe.

Ein wichtiger Aspekt dieses Projekts war das Erproben neuer Wege im regionalen Bildungsmanagement zur Lehrer/innenfortbildung im Bezirk Weiz Nord als Unterstützungsmaßnahme zur Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung für den mathematik-naturwissenschaftlichen Unterricht. Eine datenorientierte Unterrichtsentwicklung sollte Ausgangspunkt für Schulentwicklungsprozesse sein und wurde von der Leitung der Volks- und Hauptschule ausdrücklich begrüßt.

### **2.2 Vorerfahrungen**

Eine wissenschaftliche Untersuchung von Schwetz und Höfert „Sind gute Leser gute Textrechner? Mathematik und Sprache“ (2005) hat gezeigt, dass es Unterschiede gibt zwischen allgemeiner und fachspezifischer Lesekompetenz. Bei dieser Untersuchung hat sich gezeigt, dass gute literarische Lesefertigkeit allein nicht ausreicht für das Lösen von mathematischen Textaufgaben. Es gibt Spitzenleser/innen, die schlechte Textrechner/innen sind aber auch schlechte Leser/innen, die Textaufgaben gut lösen können. Es muss also auch eine mathematikspezifische Lesekompetenz geben. Diese zu fördern war uns ein wichtiges Anliegen in unserem Projekt.

Der in den Fächern Physik und Chemie beschrittene Weg der Interessensförderung und gendersensitiven Unterrichtsentwicklung sollte im Bereich Mathematik fortgesetzt werden. Im Juli 2006 wurde von Frau Dipl. Päd. Rosina Haider die Dokumenta-

tion über „Zeitlich begrenzte Aufhebung der Koedukation unter Einbeziehung von offenem Lernen im Physik- bzw. Chemieunterricht in der 8. Schulstufe einer Hauptschule im ländlichen Raum“ eingereicht. (MNI – Projekt: S4 „Interaktionen im Unterricht – Unterrichtsanalyse“) Diese Untersuchung hat gezeigt, dass der monoedukative Unterricht in den Fächern Physik und Chemie für Mädchen einen großen Vorteil bietet, sich für Knaben aber nicht nachteilig auswirkt.

Wir wollten auch im Mathematikunterricht der Frage nachgehen, ob es einen Unterschied macht, wenn Knaben und Mädchen in geschlechtshomogenen Gruppen bzw. in gemischten Gruppen unterrichtet werden. Die Schüler/innen wurden daher sowohl in der Volksschule als auch in der Hauptschule in geschlechtshomogene Gruppen eingeteilt. An jeder Schule gab es als Kontrollgruppe eine heterogen geführte Gruppe.

## 3 PROJEKTVERLAUF

### 3.1 Organisatorischer Ablauf

Der Durchführungszeitraum des Projektes erstreckte sich auf das ganze Schuljahr. Die Schüler/innen und Eltern der vier Klassen wurden über die Teilnahme an der Untersuchung informiert und um ihre Mitarbeit gebeten. Die erste Befragung der Schüler/innen wurde nach einigen organisatorischen Abänderungen Ende Jänner 2007 durchgeführt. Die Retestung fand Ende März 2007 statt. Um die Fragebögen der zwei Messzeitpunkte einander zuordnen zu können, wurden die Schüler/innen gebeten einen sechsstelligen Code auszufüllen. Für diesen Code wurden der erste und letzte Buchstabe des Vornamens des Kindes, der Geburtstag sowie der Geburtsmonat verwendet. Die Befragungen fanden während der Unterrichtsstunden statt. Die Instruktionen wurden mündlich gegeben. Nach Bearbeitung des Beispielitems konnten noch Fragen gestellt werden. Die Bearbeitung des Fragebogens dauerte ca. 20 Minuten pro Klasse. Die abschließende Evaluation und das Verfassen des Projektberichtes fand im Mai 2007 statt.

In der Hauptschule wurden die 59 Schüler/innen der beiden ersten Klassen in 4 Gruppen eingeteilt: eine Mädchen-, zwei Knaben- und eine heterogen geführte Gruppe. Somit ergab sich eine Gruppengröße von 15 bzw. in einer Gruppe von 14 Schüler/innen. Jede Gruppe wurde das ganze Jahr über von der gleichen Lehrerin unterrichtet. Die Einstufung in Leistungsgruppen wurde erst am Ende des ersten Semesters vorgenommen, die leistungsheterogene Gruppenzusammensetzung auch dann beibehalten. Bei der Stundenplangestaltung wurde dem Wunsch der am Projekt beteiligten Lehrerinnen nach einer Doppelstunde Mathematik pro Woche Rechnung getragen. Diese Doppelstunde, von uns als „Forscherstunde“ bezeichnet, war die eigentliche Projektstunde, in der wir die Ziele des Projektes durch das Anbieten verschiedenster Lernumgebungen umsetzen wollten. In der Volksschule wurde auch die doppelstündige „Forscherstunde“ eingeführt. Am Ende des ersten Semesters kamen die Lehrer/innen jedoch überein, diese Projektstunde auf eine Stunde pro Woche zu verkürzen, weil für die Vermittlung von grundlegenden mathematischen Kenntnissen (Grundrechnungsarten) mehr Zeit notwendig war. Für das Arbeiten mit reichen Lernumgebungen, wie sie auch hier angeboten wurden, ist das Beherrschen der Grundrechnungsarten doch eine wesentliche Voraussetzung.

In der Volksschule wurden die Kinder der zwei Klassen für die „Forscherstunde“ in eine Mädchen-, eine Knaben- und eine heterogen geführte Gruppe geteilt. Die beiden Klassenlehrerinnen und der Leiter der Schule betreuten abwechselnd die drei Gruppen. In den restlichen zwei Mathematikstunden wurden die Kinder in den Stammklassen von den Klassenlehrerinnen unterrichtet. Das Führen eines eigenen „Forscherheftes“ in der Volksschule unterstrich die Bedeutung dieser Projektstunde. In der Hauptschule wurde in allen Mathematikstunden dasselbe Heft verwendet. Zusätzlich führten die Kinder ein mathematisches Vokabelheft zur Unterstützung der fachlichen Begriffsbildung.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Lehrplan: Beitrag zur Aufgabe der Schule: Der Mathematikunterricht soll ... ermöglichen ...Mathematik neben Muttersprache und Fremdsprache als weitere Sprache mit einer eigenen Grammatik und einem eigenen Vokabular zu begreifen.

Von großer Bedeutung waren die wöchentlichen Teambesprechungen der Lehrer/innen, in welchen die Vorbereitung der „Forscherstunden“ erfolgte, aber auch die Erfahrungen aus dem Unterricht besprochen wurden. Dieser Austausch erfolgte auch in regelmäßigen Abständen zwischen Volks- und Hauptschullehrer/innen und trug ganz wesentlich zu einem besseren gegenseitigen Verständnis bei. Dies könnte ein Weg sein, Problemen vorzubeugen, die manchmal an der Nahtstelle Volksschule – Hauptschule auftreten.

### **3.2 Ziele**

Aufgrund der vorangegangenen Überlegungen ergaben sich für die Hauptschule und Volksschule Anger folgende Ziele für dieses Projekt:

- ◆ Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz zur Lösung von Textaufgaben
- ◆ Lösen von mathematischen Problemstellungen auf viablen Wegen
- ◆ Verbalisieren, Dokumentieren und Reflektieren von Lösungswegen
- ◆ Steigerung von Freude und Interesse beim Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen

Zusätzlich zu diesen Zielen wurde auch jeweils der Genderaspekt untersucht.

### **3.3 Praktische Umsetzung im Unterricht**

Die beiden Fachmathematiker Fischer und Malle stellen die Frage nach der Sinnhaftigkeit des Mathematikunterrichts: „Wir sind der Auffassung, dass Sinnfragen im Mathematikunterricht in zu geringem Maß gestellt werden, wenn sie nicht überhaupt systematisch ausgeklammert werden. Eine Ursache sehen wir in einem Bild von Mathematik, das oft anzutreffen ist (insbesondere bei Lehrern) und so aussieht: Mathematik ist eine Menge von Definitionen, Sätzen und Verfahren, die alle sehr sicher (zumindest im Vergleich zu anderen Wissenschaften) und sehr bedeutend sind.“ (Fischer und Malle, 1985, S.11). Manche Experten sehen im Formalisieren, Abstrahieren, dem Abarbeiten von Algorithmen, dem Einüben von Operationen etc. das ausschließliche Ziel des Mathematikunterrichts.

Dem steht ein anwendungsbezogener, schülerorientierter und entschleunigter Mathematikunterricht entgegen, der sehr stark die kognitiven Möglichkeiten der Kinder in Erwägung zieht. Freudenthal hat in den Niederlanden den „Realistic Mathematics Education“ - Ansatz entwickelt. Er fordert von den Lehrer/innen, dass „reiche“ (Streefland 1991, S.19) Lernumgebungen für den mathematischen Lernprozess zur Verfügung stehen sollen, die in der Lage sind, bei den Kindern Neugier und Forschungsfreude auszulösen.

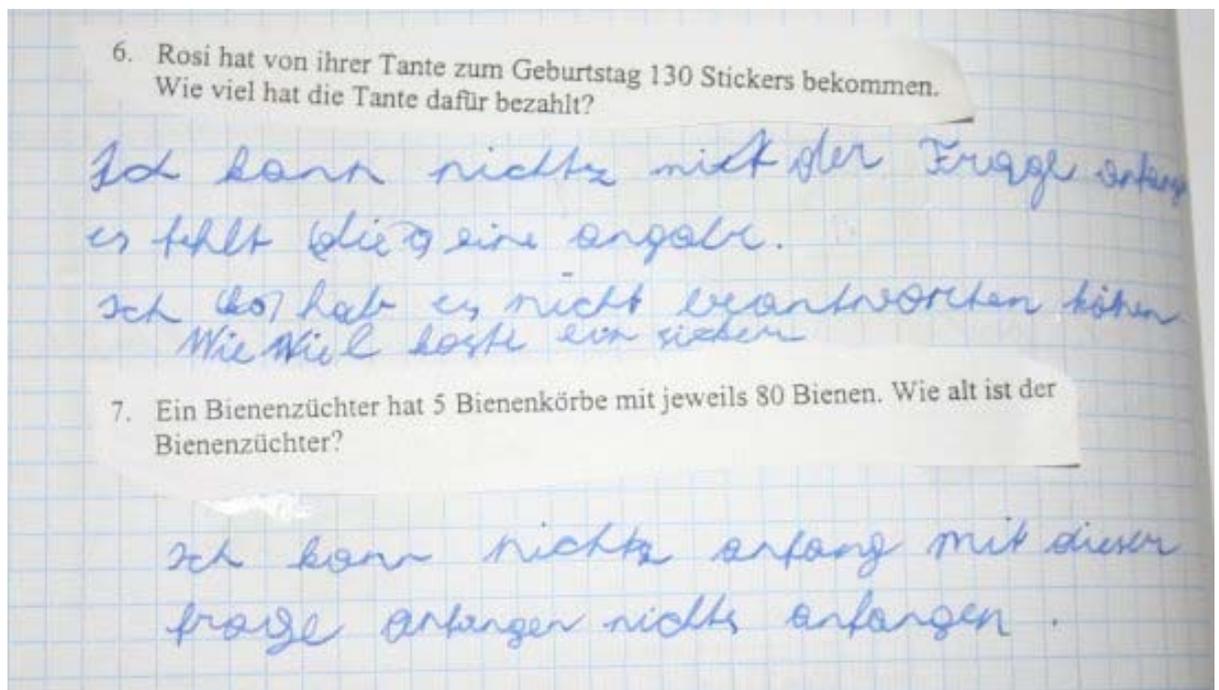
Eine wesentliche Aufgabe des Projektteams bestand darin, geeignete Lernumgebungen mit einem reichen Kontext zu gestalten, um die oben genannten Ziele zu erreichen. Wir ermutigten Schüler/innen zum selbstständigen und kritischen Denken, zum Verbalisieren ihrer Denkwege und zum Reflektieren ihrer Lösungswege und Lösungen.

### 3.3.1 Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz zur Lösung von Textaufgaben

Die Aufgabenstellungen in vielen Schulbüchern sind nach unseren Erfahrungen so konzipiert, dass bei Textrechnungen immer etwas auszurechnen ist und dass alle Zahlenangaben in einem Text für die Lösung verwendet werden müssen. Die von Lehrer/innen gut gemeinte „scheibchenweise“ Aufbereitung des Stoffes bewirkt bei Schüler/innen die Annahme, Textrechnungen beziehen sich immer auf den gerade durchgenommenen Stoff: Hat man gerade das Addieren durchgenommen, werden die Zahlen in einer Textrechnung addiert.

Der Unterricht in den Projektstunden war nicht dem Einüben von Rechenoperationen und dem formalisierten Rechnen gewidmet. Die Schüler/innen mussten sich mit verschiedensten Aufgabenstellungen und neuen Lernumgebungen auseinandersetzen.

- Unter den Textrechnungen befanden sich Aufgaben, die nicht lösbar sind, so genannte Hirten- oder Kapitänsaufgaben. (Anhang A 1)



- Zum genauen und kritischen Lesen forderten überladene Aufgabenstellungen heraus: Texte enthielten wesentlich mehr Angaben als zur Lösung des Problems notwendig waren. (Anhang A 2)
- Problemaufgaben, die einfache oder komplexe Schlussfolgerungen verlangten. (Anhang A 3)

Unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass Schüler/innen innerhalb kurzer Zeit lernen, den Text in Sachaufgaben kritisch zu hinterfragen und nicht unreflektiert jedes Beispiel, in dem Zahlen vorkommen, lösen. Die Problemlösekompetenz erhöhte sich, Flexibilität und Kritikfähigkeit nahmen zu. „Ist das da, um uns zu verwirren?“ (Frage eines Volksschülers zu einer Hirtenaufgabe).

### 3.3.2 Lösen von mathematischen Problemstellungen auf viablen Wegen

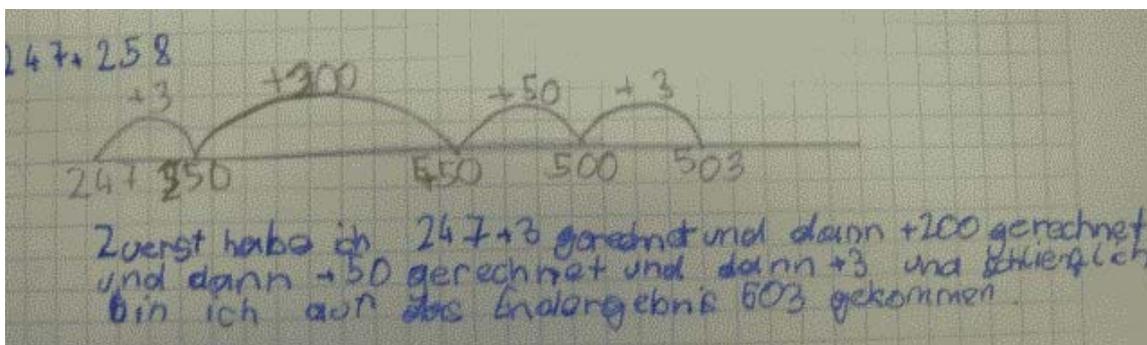
Viabilität könnte man erklären mit „Viele Wege führen nach Rom“. Ein viabilitätsorientierter Unterricht gibt nicht fertige Lösungswege vor, die nach Meinung der Lehrer/innen am sichersten zum Ziel führen, sondern lässt verschiedene Lösungswege und, wenn sinnvoll, in weiterer Folge auch verschiedene Lösungen zu. Die enge Führung durch die Lehrpersonen macht einem selbstständigen Durchdringen einer Aufgabe und dem Suchen nach einem geeigneten Lösungsweg Platz. Unsere Aufgabe als Lehrer/innen sahen wir in der Ermutigung und Unterstützung der Kinder, diese individuellen Wege zu gehen. „Wenn man akzeptiert, dass jeder Mensch auf eigenen, nicht vorhersehbaren Wegen lernt, wird der Dialog zwischen prinzipiell gleichberechtigten Partnern zur Basis des Unterrichts.“ (Gallin, P. & Ruf, U., 1998, S.16)

Ein Prototyp einer Lernumgebung für viables Lernen ist „Game 24“ (Anhang A 4)

Schüler bekommen Karten, auf jeder Karte stehen vier Zahlen von 1 bis 9. Mit diesen vier Zahlen sollen Rechenoperationen so ausgeführt werden, dass die Lösung 24 dabei herauskommt. Jede Zahl muss und darf nur ein Mal verwendet werden. Die Kernidee hinter dieser Lernumgebung ist das Zerlegen von Zahlen und das Verbinden von verschiedenen Rechenoperationen. Schüler/innen finden heraus, dass nur bestimmte Teilergebnisse zum Endergebnis 24 führen – sie lernen die Teiler von 24 kennen. Zum Lösen dieser Aufgabe ist es notwendig, die Hierarchie der Rechenoperationen und die Bedeutung der Klammer zu kennen. Es erwies sich als sinnvoll in diesem Zusammenhang die so genannten „Vorrangregeln“ zu erklären.<sup>2</sup>

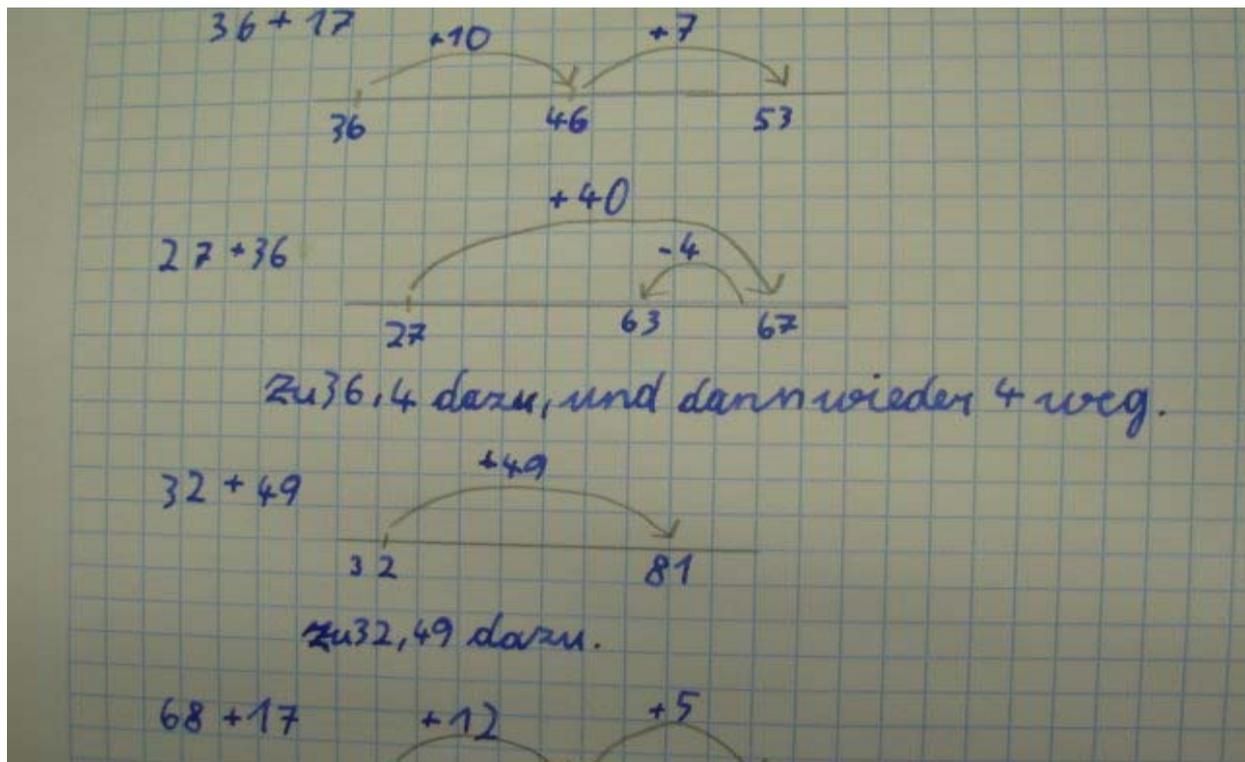
In der Volksschule wurde „Game 24“ in abgewandelter und damit schulstufenadäquater Form durchgeführt. Die Schüler/innen mussten zu einem vorgegebenen Ergebnis Rechnungen finden. (Anhang A 5)

Zur Unterstützung des Kopfrechnens<sup>3</sup> bietet sich sowohl in der Hauptschule als auch in der Volksschule der „Rechenstrich“ an. Müssen zwei „schiache“ Zahlen addiert oder subtrahiert werden, hält man die Zwischenschritte auf einem Rechenstrich fest. Jedes Kind zerlegt die Rechnung auf seine Weise in Teilschritte. Damit wird eine Formalisierung nach dem Muster der schriftlichen Addition oder Subtraktion vermieden. Wir konnten beobachten, dass Schüler/innen ganz unterschiedliche Zerlegungen vornehmen.



<sup>2</sup> Lehrplan 1.1: Arbeiten mit Zahlen: die Regeln über die Reihenfolge von Rechenoperationen, einschließlich der Klammerregeln, anwenden können.

<sup>3</sup> Lehrplan 1.1: Arbeiten mit Zahlen und Maßen: grundlegende Sicherheit im Kopfrechnen gewinnen.



### 3.3.3 Verbalisieren, Dokumentieren und Reflektieren von Lösungswegen

„Jeder Schüler lernt also auf seinen eigenen Wegen. Aufgabe des Lehrers ist es, festzustellen, wo jeder Schüler steht; jeder Schüler muss von seinem Standort aus in einen privaten Dialog mit dem Stoff eintreten können. Die Sprache, in ihrer mündlichen und in ihrer schriftlichen Form, spielt dabei eine Schlüsselrolle. Nur wenn der Lehrer ernst nimmt, was der Schüler sagt und schreibt, kann er dessen Standort auffindig machen; und nur wenn der Schüler mündlich und schriftlich über seine Auseinandersetzung mit dem Stoff berichtet, kann ihm der Lehrer tatsächlich weiterhelfen.“ (Gallin, P. & Ruf, U., 1998, S.11)

Diese Meinung der Schweizer Lehrer Gallin und Ruf hat uns veranlasst, der Sprache im Mathematikunterricht eine größere Rolle beizumessen als bisher. Das Versprachlichen der Gedanken ermöglicht ein tieferes Eindringen in ein Problem. Wenn Schüler/innen ihr Vorgehen bei einer Problemlösung mündlich oder schriftlich artikulieren, kann die Lehrperson sich in ihre Denkweise hineinversetzen, ihnen „beim Denken zuschauen“. Wenn man als Lehrer/in bereit ist, den Gedankengängen der Schüler/innen zu folgen, kann man auf individuelle Schwierigkeiten reagieren. Es reichen oft schon kleine Denkanstöße aus, um einem Kind weiter zu helfen. Oft erhellte sich schon während des Redens über ein Problem der Gesichtsausdruck beim Kind, weil sich plötzlich eine Erkenntnis eingestellt hat.

Die Sprachaktivitäten der Kinder beschränken sich im Mathematikunterricht zumeist auf Sprachrezeption und Sprachreproduktion: sie lesen einen Text, lösen das Problem rechnerisch und schreiben eine Antwort. Zum Erreichen der Bildungsstandards ist aber die Ebene der Sprachproduktion unerlässlich. Unsere Schüler/innen wurden immer wieder aufgefordert zu erklären, wie sie zu ihrer Problemlösung gekommen

sind. Diese Erklärung erfolgte entweder in der Schüler/innengruppe oder der Lösungsweg wurde der Lehrperson erklärt. Bedeutsam erscheint uns in diesem Zusammenhang, dass Kinder auf ihrem jeweiligen Sprachniveau über Mathematik sprechen oder schreiben durften. Auf Form und sprachliche Richtigkeit (Rechtschreibung und Ausdruck) wurde bei den Formulierungen kein großer Wert gelegt. Zur Unterstützung der mathematischen Begriffsbildung führten die Kinder ein mathematisches Vokabelheft. Begriffserklärungen wurden gemeinsam oder manchmal auch eigenständig von den Kindern geschrieben. Bei Unklarheiten benutzten die Schüler/innen das Vokabelheft als Nachschlagewerk. Es soll natürlich im nächsten Jahr weitergeführt werden, sodass im Laufe der Hauptschulzeit eine Sammlung von mathematischen Begriffen entsteht.

Eine andere Möglichkeit für Sprachproduktionen war das Schreiben von Rechengeschichten zu vorgegebenen Zahlen oder Rechnungen. Manche dieser Geschichten waren Anlass zum Ableiten einer mathematischen Regel oder Gesetzmäßigkeit (Vorangeregeln, Klammerregel, Distributivgesetz).

**A Finde eine Rechengeschichte!**

1.  $50 - 3 \cdot 5 =$

3€ · 5	50€
<u>15€</u>	<u>-15€</u>
	<u>35€</u>

3 Hans hat 50 €. Er kauft 3 Schokoladen zu Preis für von je 5€. Wie viel Geld hat er noch?  
35€ hat er noch.

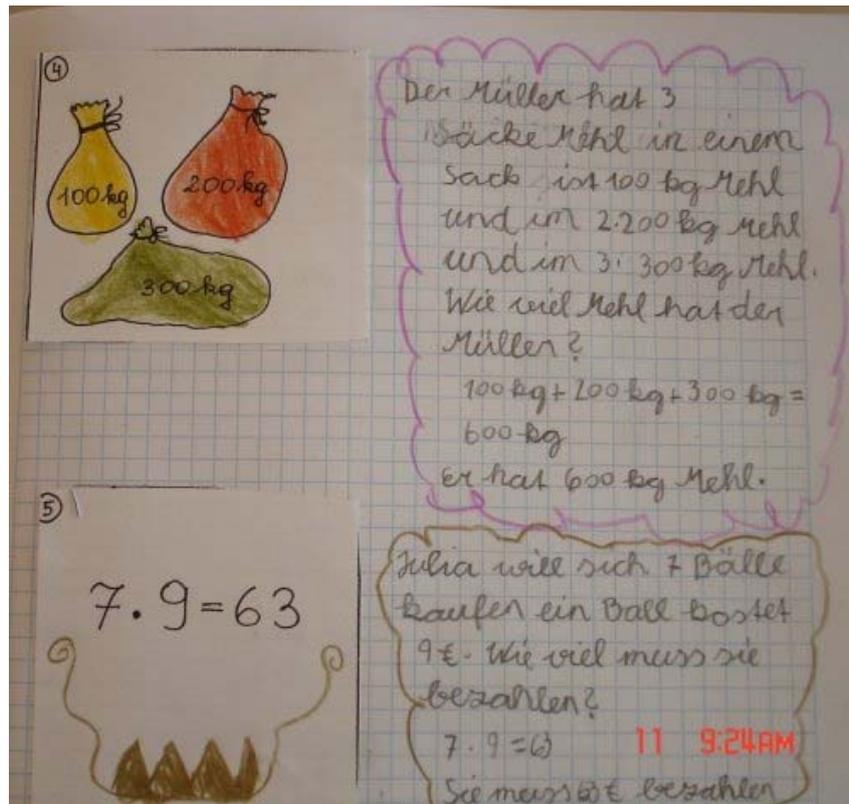
2.  $2 \cdot 3 + 3 \cdot 4 =$

2€ · 3	4€ · 3
<u>6€</u>	<u>12€</u>
	<u>18€</u>

12€  
6€  
18€

3. 400g; 1 kg;  $\frac{1}{4}$  kg

1 In ~~den~~ einer Woche bekommt Tom 2€ von seiner Mutter und 4€ von seinem Vater. Wie viel bekommt er in 5 Wochen insgesamt?  
18€ bekommt er in 5 Wochen insgesamt!



Interessante Ergebnisse brachten Rechengeschichten als Einstieg in das Thema „Bruchrechnen“. Der Auftrag lautete: „Schreibt eine Rechengeschichte mit Bruchzahlen. Denkt daran, wo ihr schon mit Brüchen zu tun hattet.“ In den Ergebnissen zeigte sich ein deutlicher Unterschied zwischen Buben und Mädchen in der Themenwahl. Während Mädchen in erster Linie die Themen Essen, Kochen, Trinken in Rechengeschichten verpackten, war es bei vielen Buben das Thema Computerspiel.

### 3.3.4 Steigerung von Freude und Interesse beim Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen

Wir sind davon ausgegangen, dass anregende Lernumgebungen Schüler/innen zum selbstständigen Probieren und Suchen nach individuellen Lösungswegen motivieren. In den „Forscherstunden“ wurden nicht nur Rechenoperationen eingeübt und Algorithmen abgehandelt, sondern die Kinder zum aktiven und individuellen Arbeiten und Ausprobieren, zum „Forschen“ angehalten. Die Aufforderung: „probiert aus, geht hinaus und misst, vergleicht“ hat sich stark motivierend auf das Arbeitsverhalten der Schüler/innen ausgewirkt. „Haben wir heute wieder Forscherstunde“? Mit dieser Frage wurden wir einige Male in der Mathematikstunde von den Schüler/innen freudig erwartet.

Die Differenzierung bzw. Individualisierung des Unterrichts ließ sich mit Lernumgebungen sehr gut bewerkstelligen. Schüler/innen konnten in ihrem eigenen Lern- und Arbeitstempo jene Bereiche auswählen, die ihren Fähigkeiten entsprachen, gute Schüler/innen wurden durch entsprechende Fragestellungen besonders gefordert.

Besonders positiv ausgewirkt hat sich auf die Förderung von Freude und Interesse die Ermutigung der Schüler/innen, die Anerkennung auch kleinster Lernfortschritte, das Interesse der Lehrer/innen für die Gedankengänge der Schüler/innen.<sup>4</sup> Lösungswege durften ausprobiert werden ohne dass Fehler sofort korrigiert oder beurteilt wurden. Fehler waren Ausgangspunkt für behutsame Gespräche, um Kinder auf den richtigen Weg zu bringen und nicht, um ihnen sofort einen einzig gangbaren Weg vorzuschlagen. Bei Textaufgaben besteht die Gefahr, dass die Formulierungen nicht so eindeutig sind, wie sie uns Lehrpersonen erscheinen, weil wir von stillen Voraussetzungen ausgehen oder ein bestimmtes Ergebnis im Auge haben.

Das folgende Beispiel soll dies demonstrieren:

Paul bekommt von seinem Opa 120 €. Die Hälfte legt er auf das Sparbuch. Um ein Viertel kauft er Geschenke für seine Eltern. Den Rest braucht er für die Projektwoche, das sind ..... €. Die logische Antwort – aus Sicht der Lehrer/innen – wäre folgende Aufteilung gewesen: 60 € kommen auf das Sparbuch, um 30 € kauft er Geschenke und 30 € braucht er für die Projektwoche.

Das Ergebnis eines Großteils der Schüler/innen lautete: Paul braucht 45 € für die Projektwoche.

Wie dachten sie? – Paul legt die Hälfte von 120 € auf das Sparbuch, somit hat er nur mehr 60 € für Geschenke und Projektwoche zur Verfügung. Davon ist ein Viertel 15 € und 45 € bleiben für die Projektwoche.

Eine wichtige Erkenntnis daraus: Kinder denken anders als Erwachsene, wie dies schon Spiegel und Selter festgestellt haben (Spiegel, H. und Selter, C., 3.Auflage 2006,16 ff). Dies muss auch bei der Beurteilung von Schüler/innenleistungen Berücksichtigung finden. In diesem Fall haben wir die Antwort als richtig gelöst bewertet, weil sie der Erfahrungswelt der Kinder entspricht und nicht unserer beabsichtigten Problemstellung.

---

<sup>4</sup> Lehrplan: Didaktische Grundsätze: Motivierung der Schülerinnen und Schüler: Selbständiges Entdecken und Erfolgserlebnisse sind ein wesentlicher Beitrag zur Motivation.

## 4 METHODE

### 4.1 Forschungsfragen und Hypothesen

Der Wunsch nach einer Verbesserung des Mathematikunterrichts führte zu einer vermehrten Auseinandersetzung mit neuen Möglichkeiten den Unterricht anwendungsorientierter zu gestalten. Einerseits sollte die Neugierde und Forschungsfreude auf Mathematik bei Schüler/innen geweckt bzw. aufrechterhalten werden und andererseits sollten Schüler/innen ermutigt werden eigene Lösungswege für mathematische Aufgabenstellungen zu finden. Außerdem sollten Schüler/innen zu selbständigem und kritischem Denken angeregt werden, indem sie zum Verbalisieren, Dokumentieren und Reflektieren ihrer Lösungswege aufgefordert werden. Da es Unterschiede zwischen allgemeiner und fachspezifischer Lesekompetenz gibt, sollten die Schüler/innen in ihrer mathematikspezifischen Lesekompetenz gefördert werden, um ihnen das Lösen von Textrechnungen zu erleichtern. All dies setzt aber auch eine Veränderung der Lernumgebung und eine Bereitstellung von anregenden Kontexten voraus. Diese beiden Voraussetzungen sollten bei Kindern Neugierde, Forschungsfreude, selbständige Lösungsfindung, kritisches Denken und größere Kompetenz beim Lösen von Textrechnungen ermöglichen. Aus all diesen Überlegungen ergaben sich einige Fragestellungen, die für die Untersuchung relevant erschienen.

1. Ist die Steigerung von Freude und Interesse am Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen in monoedukativ geführten Gruppen höher als in der koedukativ geführten Gruppe?
2. Sind Buben interessierter und haben sie mehr Freude am Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen als Mädchen?
3. Ist das Finden von Lösungswegen in monoedukativ geführten Gruppen häufiger der Fall als in koedukativ geführten Gruppen?
4. Unterscheiden sich die Knaben im Finden von eigenen Lösungswegen von den Mädchen?
5. Unterscheiden sich monoedukativ geführte Gruppen von koedukativ geführten Gruppen im Verbalisieren, Dokumentieren und Reflektieren von Lösungswegen?
6. Können Knaben ihre Lösungswege besser verbalisieren, dokumentieren und reflektieren als Mädchen?
7. Können viele Schüler/innen durch eine Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz Aufgaben lösen, die komplexere Schlussfolgerungen und das Prüfen und Bewerten von Sprache und Inhalt erfordern?
8. Gibt es Unterschiede zwischen monoedukativ geführten Gruppen und koedukativ geführten Gruppen bei der Lösung von Aufgaben, die komplexere Schlussfolgerungen und das Prüfen und Bewerten von Sprache und Inhalt erfordern?
9. Unterscheiden sich Buben von Mädchen beim Lösen von Aufgaben, die komplexere Schlussfolgerungen und das Prüfen und Bewerten von Sprache und Inhalt erfordern?

Aus all diesen Fragen ergeben sich folgende Hypothesen:

1. In monoedukativ geführten Gruppen ist die Steigerung von Freude und Interesse am Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen höher als in den koedukativ geführten Gruppen.
2. Buben sind interessierter und haben mehr Freude am Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen als Mädchen.
3. Monoedukativ geführte Gruppen unterscheiden sich nicht im Finden von eigenen Lösungswegen von koedukativ geführten Gruppen.
4. Knaben suchen häufiger eigene Lösungswege als Mädchen.
5. Monoedukativ geführte Gruppen können Lösungswege besser verbalisieren, dokumentieren und reflektieren als koedukativ geführte Gruppen.
6. Knaben können ihre Lösungswege besser verbalisieren, dokumentieren und reflektieren als Mädchen.
7. Mindestens drei Viertel aller Schüler/innen können Aufgaben, die komplexere Schlussfolgerungen und das Prüfen und Bewerten von Sprache und Inhalt erfordern durch Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz lösen.
8. Monoedukativ geführte Gruppen unterscheiden sich nicht von koedukativ geführten Gruppen bei der Lösung von Aufgaben, die komplexere Schlussfolgerungen und das Prüfen und Bewerten von Sprache und Inhalt erfordern.
9. Knaben lösen häufiger als Mädchen Aufgaben, die komplexere Schlussfolgerungen und das Prüfen und Bewerten von Sprache und Inhalt erfordern.

## 4.2 Stichprobe

Das MNI-Projekt wurde an der Volksschule und der Hauptschule in Anger durchgeführt. Beide Schulen liegen im ländlichen Raum im Bezirk Weiz. Die Stichprobe umfasste insgesamt 95 Schüler/innen. Von den beiden dritten Klassen der VS Anger nahmen 36 Schüler/innen und von den beiden ersten Klassen der HS Anger nahmen 59 Schüler/innen an der Untersuchung teil. Die Teilnahme am MNI-Projekt: „Konstruktivistisch orientierter standardbasierter Mathematikunterricht“ und die Erfahrungen aus dem im Schuljahr 2005/2006 durchgeführten MNI-Projekt in den beiden Unterrichtsfächern Physik und Chemie legten eine Aufteilung der Schüler/innen in monoedukative und koedukative Lerngruppen nahe. Diese Aufteilung betraf die Schüler/innen der 1a-Klasse und 1b-Klasse der Hauptschule Anger ebenso wie die Schüler/innen der 3a-Klasse und 3b-Klasse der Volksschule Anger. Tabelle 1 zeigt die Anzahl und das Geschlecht der Teilnehmer/innen beider Schulen zum Zeitpunkt der beiden Messungen.

Tabelle 1

Anzahl und Geschlecht der Untersuchungsteilnehmer/innen der Volksschule und Hauptschule Anger zum Zeitpunkt der beiden Messungen

Schule/ Klasse	Erster Messzeitpunkt Jänner			Zweiter Messzeitpunkt März		
	Gesamt			Gesamt		
	Geschlecht			Geschlecht		
	männlich	weiblich		männlich	weiblich	
HS/1a	16	13	29	16	13	29
HS/1b	17	12	29	18	12	30
<b>Gesamt</b>	<b>33</b>	<b>25</b>	<b>58</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>59</b>
VS/3a	--	--	--	11	7	18
VS/3b	--	--	--	11	6	17
<b>Gesamt</b>				<b>22</b>	<b>13</b>	<b>35</b>

Von den Schüler/innen der HS Anger wurden zum ersten Testzeitpunkt insgesamt 58 Fragebögen und bei der Testwiederholung 59 Fragebögen (alle) retourniert. Von 36 Schüler/innen der VS Anger haben 35 an der Untersuchung teilgenommen. Ein Schüler war zum Zeitpunkt der Testung krank. Für die Berechnungen wurden alle 152 Fragebögen herangezogen.

## 4.3 Messinstrument

### 4.3.1 Fragebogen zu konstruktivistisch orientiertem standardbasiertem Mathematikunterricht

Für die Evaluation wurde vom Projektteam gemeinsam mit Frau Mag.<sup>a</sup> Maier, Lehrerin an der HS Anger, ein Fragebogen entwickelt. Der Fragebogen sollte einerseits die Freude und das Interesse beim Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen und das Lösen von mathematischen Problemstellungen auf viablen Wegen erfragen und andererseits das Verbalisieren, Dokumentieren und Reflektieren von Lösungswegen sowie die mathematikspezifische Lesekompetenz erfassen. Der Fragebogen enthält 27 Aussagen und 12 mathematische Aufgaben. Die Aussagen verteilen sich auf drei Skalen:

- Freude und Interesse
- Viabilität
- Verbalisieren, dokumentieren und reflektieren

Die Frage, ob Freude und Interesse am Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen durch einen anwendungsorientierten Unterricht gesteigert wird sollte mit der Skala „Freude und Interesse“ erfragt werden. Die Skala umfasst zehn Items zum Mathematikunterricht und der Forscherstunde („Ich freue mich auf die Mathematikstunde“, „Die Forscherstunde interessiert mich“). Fünf Items beziehen sich auf den Mathematikunterricht und fünf Items auf die Forscherstunde.

Das Lösen von mathematischen Problemstellungen auf viablen Wegen sollte mit der Skala „Viabilität“ erfasst werden. Die Skala enthält acht Items. Drei Items erfragen das aktive Verhalten des Schülers, eigene Lösungswege zu suchen und drei Items

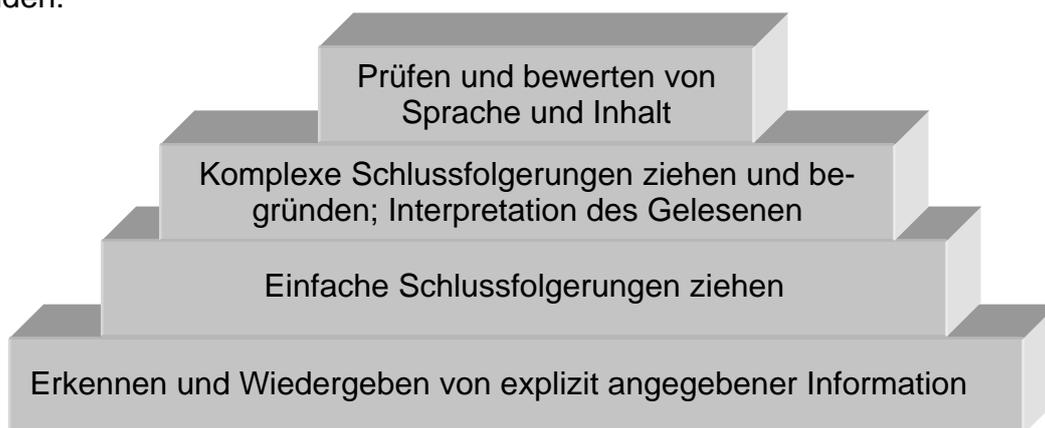
beziehen sich auf die Unterstützung durch die Mathematiklehrerin eigene Lösungswege zu finden („Wenn wir in Mathematik etwas Neues lernen, suche ich eigene Lösungswege“, „Unsere Mathematiklehrerin unterstützt uns, eigene Lösungswege zu finden“). Zwei Items der Skala „Viabilität“ wurden für die Berechnungen umgepolt. Diese zwei Items beziehen sich auf das Abschreiben von der Tafel bzw. auf die Erklärung der Rechnungen durch die Mathematiklehrerin.

Es sollte auch erhoben werden, ob Schüler/innen ihre Lösungswege verbalisieren, dokumentieren und reflektieren können. Dazu wurde die Skala „Verbalisieren, dokumentieren und reflektieren“ konstruiert. Die Skala umfasst neun Items („Ich kann den Mitschülern erklären, wie ich ein Beispiel gelöst habe“, „Ich kann meine Lösungswege aufschreiben“, „Ich erkenne, wenn ein Beispiel nicht zu lösen ist“).

Die einzelnen Skalen des Fragebogens und die genaue Formulierung der Items können dem Anhang C entnommen werden.

Alle Aussagen mussten auf einer vierstufigen Ratingskala (1= stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher schon und 4 = stimmt genau) beurteilt werden. Die mittlere Kategorie wurde weggelassen, um Antworttendenzen vorzubeugen. Ein höherer Wert ist gleichbedeutend mit einer positiven Ausprägung des Merkmals. Zusätzlich wurden die Schule, die Klassenzugehörigkeit, das Geschlecht und der Name der Mathematiklehrerin erhoben. Ein Beispiel diente dazu, den Schüler/innen den Umgang mit der Ratingskala zu erklären. Zum ersten Messzeitpunkt wurde den Schüler/innen nur dieser Teil des Fragebogens zum Ausfüllen gegeben. Sie wurden gebeten an die Mathematikstunden in den ersten Wochen zu Schulbeginn zu denken und ohne zu zögern, zügig den Fragebogen zu bearbeiten. Zum zweiten Messzeitpunkt erhielten die Schüler/innen beide Teile des Fragebogens mit der Bitte, an den Mathematikunterricht der letzten Wochen zu denken und ihn zügig zu bearbeiten.

Um die Lesekompetenz der Schüler/innen zu erheben wurden 12 Mathematikaufgaben gestellt. Diese wurden von den Mathematiklehrerinnen nach dem Modell für Textaufgaben aus der IGLU-Untersuchung (Voss et al. 2005, 21ff) erstellt. Das Modell für Textaufgaben besteht aus vier Ebenen, die sich im Schwierigkeitsgrad unterscheiden:



Es stellte sich die Frage, wie viele Schüler/innen durch eine Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz komplexere Textrechnungen und Hirtenaufgaben lösen können. Um diese Frage beantworten zu können, wurden zu den einzelnen Ebenen des Modells je drei Beispiele von den Mathematiklehrerinnen zusammengestellt. Somit entstanden vier verschiedene Skalen mit je drei Beispielen:

- Erkennen und Wiedergeben von explizit angegebener Information (**EHS;EVS**)
- Einfache **S**chlussfolgerungen ziehen (**SHS, SVS**)
- **K**omplexe Schlussfolgerungen ziehen und begründen; Interpretation des Gelesenen (**KSHS, KSVS**)
- **P**rüfen und bewerten von Sprache und Inhalt (**PHS, PVS**)

Bei den Skalenbezeichnungen wurde ein „HS“ für die Ergebnisse der Hauptschule und ein „VS“ für die Ergebnisse der Volksschule angehängt.

Die Beispiele zu den einzelnen Skalen kann dem Fragebogen im Anhang C entnommen werden. Bei sechs Aufgaben war das Antwortformat „richtig“ oder „falsch“ anzukreuzen und bei sechs Aufgaben musste die richtige Lösung von den Schüler/innen in ein Kästchen eingetragen werden. Es wurde die Anzahl der richtigen Lösungen ausgewertet.

Außerdem wurden die beiden Ebenen „Komplexe Schlussfolgerungen ziehen und begründen; Interpretation des Gelesenen“ sowie „Prüfen und bewerten von Sprache und Inhalt“ gemeinsam ausgewertet, um zu sehen wie viele Schüler/innen in der Lage sind diese komplexen Ebenen mit ihrer mathematischen Lesekompetenz zu bewältigen. Um die Frage zu lösen, wann Schüler/innen eine „genügende“ mathematische Lesekompetenz besitzen, wurde auf das Benotungssystem der Hauptschule zurückgegriffen. Somit müssen die Schüler/innen mindestens drei der sechs Aufgaben lösen (50%), um ausreichende mathematische Lesekompetenz nachweisen zu können.

# 5 ERGEBNISSE DER HAUPTSCHULE ANGER

## 5.1 Ergebnisse aus dem Fragebogen

### 5.1.1 Freude und Interesse an Mathematik

Die Freude und das Interesse an Mathematik waren bei den Schüler/innen zu beiden Messzeitpunkten überdurchschnittlich hoch. Es zeigte sich allgemein ein Anstieg bei Freude und Interesse vom ersten Messzeitpunkt zum zweiten Messzeitpunkt. Ein Vergleich der Mathematikstunden mit den Forscherstunden zu beiden Messzeitpunkten ergab ein deutlich höheres Ansteigen der Freude und des Interesses in den Forscherstunden. Die Mittelwerte für Freude und Interesse der Hauptschüler/innen in den einzelnen Gruppen an den Mathematikstunden und Forscherstunden zu den beiden Messzeitpunkten können den Abbildungen B 1 und B 2 im Anhang B entnommen werden.

Abbildung 1 zeigt die Mittelwerte für Freude und Interesse der Hauptschüler/innen an den Mathematik- bzw. den Forscherstunden zu den beiden Messzeitpunkten.

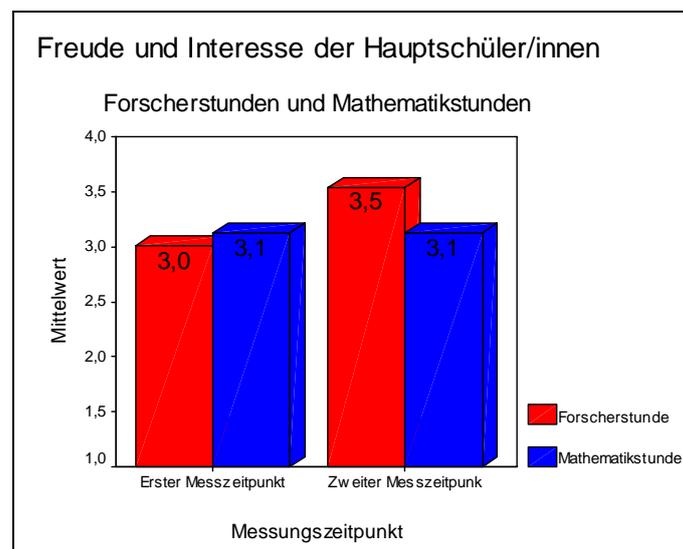


Abbildung 1

*Mittelwerte für Freude und Interesse der Hauptschüler/innen an den Mathematik- und Forscherstunden zu den beiden Messzeitpunkten.*

Die reinen Knabengruppen zeigten mehr Freude und ein höheres Interesse an Mathematik als die reine Mädchengruppe, deren Angaben sehr inhomogen waren. In dieser Gruppe wurden die Freude und das Interesse am geringsten bewertet. Die beiden Knabengruppen unterschieden sich deutlich voneinander. In der Knabengruppe H waren die Angaben zu Freude und Interesse wesentlich höher als in der Knabengruppe G. Die koedukativ geführte Gruppe, deren Angaben wesentlich homogener waren als bei der reinen Mädchengruppe, unterschieden sich nicht wesentlich von einer der beiden Knabengruppen. Abbildung 2 zeigt die Mittelwerte der monoedukativ und koedukativ geführten Gruppen für Freude und Interesse an Mathematik. Die Mädchen der koedukativ geführten Gruppe (M=3,2) gaben ein höheres In-

teresse und eine größere Freude am Mathematikunterricht an als die monoedukativ geführte Mädchengruppe (M=2,9).

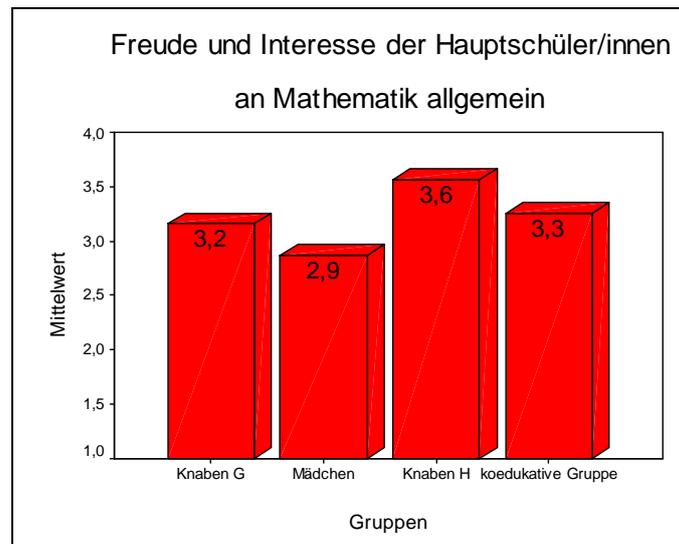


Abbildung 2  
Mittelwerte für Freude und Interesse der Schüler/innen an den Mathematikstunden in den einzelnen Gruppen über beide Messzeitpunkte.

Zum ersten Messzeitpunkt unterschieden sich die Knaben nicht von den Mädchen. Zum zweiten Messzeitpunkt gaben die Knaben (M = 3,5) eine größere Freude und mehr Interesse an Mathematik an als die Mädchen (M = 3,1). Es zeigten sich Unterschiede zwischen den Mathematikstunden und den Forscherstunden. In den Mathematikstunden waren Freude und Interesse bei den Knaben wenig höher als bei den Mädchen. In den Forscherstunden unterschieden sich die Knaben sehr deutlich von den Mädchen. Die Knaben zeigten ein wesentlich höheres Interesse und mehr Freude an den Forscherstunden als die Mädchen. Abbildung 3 zeigt die Freude und das Interesse für die Forscherstunden und Mathematikstunden bei den Knaben und Mädchen zum zweiten Messzeitpunkt.

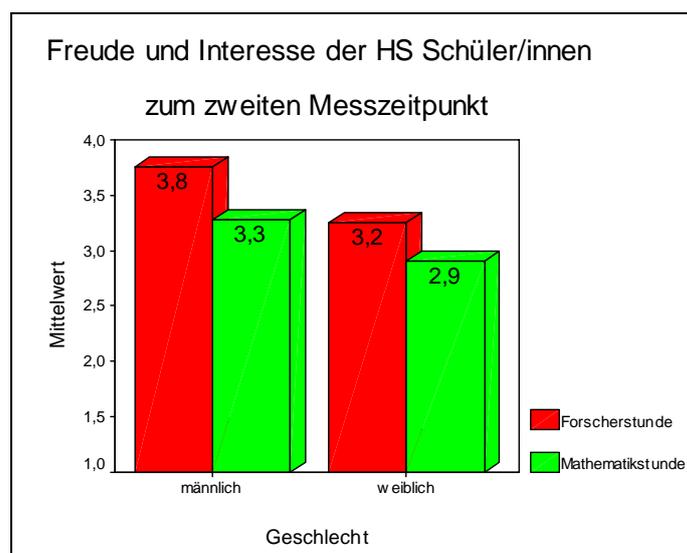


Abbildung 3  
Mittelwerte für Freude und Interesse der Knaben und Mädchen an den Forscherstunden und an den Mathematikstunden zum zweiten Messzeitpunkt.

## 5.1.2 Viabilität

Die Schüler/innen gaben zu beiden Messzeitpunkten an, dass es eher schon stimmt, dass sie auf eigenen Wegen zu Lösungen kommen. Sie probieren eigene Ideen aus und werden von ihren Mathematiklehrer/innen unterstützt und ermutigt eigene Lösungswege zu finden. Sie mögen es eher nicht, wenn die Lehrerin an der Tafel rechnet und die Schüler/innen nur abschreiben müssen bzw. wenn die Lehrerin erklärt, wie die Beispiele zu rechnen sind. Bei diesen Aussagen unterschieden sich die Knaben nicht von den Mädchen und es zeigten sich keine Unterschiede in den einzelnen Gruppen. Die Mittelwerte für das Lernen auf viablen Wegen von den Knaben und Mädchen der Hauptschule nach den einzelnen Gruppen zu den beiden Messzeitpunkten können den Abbildungen B 3 und B 4 im Anhang B entnommen werden.

Dies gilt auch für die Mädchen in der koedukativ bzw. monoedukativ geführten Gruppe. Auf der Itemebene zeigten sich Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Beim Item „Unser/e Mathematiklehrer/in ermutigt uns eigene Lösungswege zu finden“ unterschieden sich zum ersten Messzeitpunkt die Knabengruppe H von der Knabengruppe G. Beide Gruppen gaben überdurchschnittliche Ermutigung durch die Mathematiklehrer/innen an. Die Knaben H gaben an, mehr ermutigt zu werden als die Knaben G. Zum zweiten Messzeitpunkt ergaben sich Unterschiede zwischen den Gruppen für das Item „In Mathematik überlege ich eigene Lösungswege“. Die Knaben der koedukativen Gruppe überlegten sich sehr deutlich eher einen eigenen Lösungsweg als die monoedukative Knabengruppe G. Abbildung 4 gibt die Mittelwerte für das Lernen auf viablen Wegen für die monoedukativen Gruppen und die koedukative Gruppe der Hauptschule an.

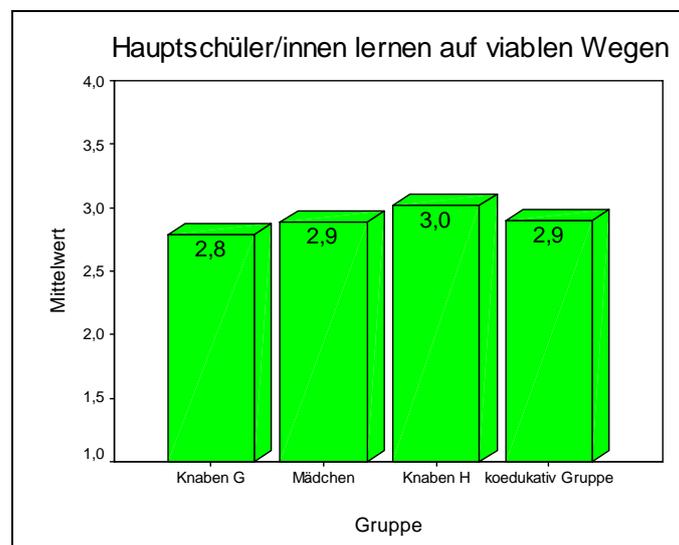


Abbildung 4

*Mittelwerte der einzelnen Gruppen für das Lernen auf viablen Wegen über beide Messzeitpunkte in der Hauptschule*

### 5.1.3 Dokumentieren, Verbalisieren und Reflektieren

Die Fähigkeit zu dokumentieren, verbalisieren und reflektieren stieg vom ersten Messzeitpunkt zum zweiten Messzeitpunkt ein wenig an. Zum ersten Messzeitpunkt gaben alle Schüler/innen gleichermaßen an, dass sie eher schon dokumentieren, verbalisieren und reflektieren können. Die Knaben beurteilten sich beim Aufschreiben von Lösungswegen und Herausfinden von lösungsrelevanten Zahlen aus einem Text besser als die Mädchen.

Zum zweiten Messzeitpunkt zeigten sich zum Teil sehr deutliche Unterschiede zwischen den Mädchen und Knaben. Die Knaben beurteilten sich sehr viel besser beim Erklären, Aufschreiben und Zeichnen von Lösungswegen als die Mädchen. Beim Herausfinden von Zahlen aus einem Text, die zu einer Lösung eines Beispiels führen gaben die Mädchen gleich hohe Werte wie die Knaben an. Die Knabengruppe H unterschied sich sehr deutlich von allen anderen Gruppen. Sie beurteilten ihre Fähigkeiten zu dokumentieren, verbalisieren und reflektieren am höchsten. Die koedukativ geführte Gruppe unterschied sich in geringem Ausmaß von der Mädchengruppe und nicht von der zweiten Knabengruppe (Knaben G). Die Mittelwerte für das Verbalisieren, Dokumentieren und Reflektieren der Hauptschüler/innen in den einzelnen Gruppen nach Geschlecht zu den beiden Messzeitpunkten können den Abbildungen B 5 und B 6 im Anhang B entnommen werden.

Abbildung 5 zeigt die mittleren Angaben der einzelnen Gruppen für ihre Fähigkeiten zu dokumentieren, verbalisieren und reflektieren zum zweiten Messzeitpunkt. Die Mädchen der koedukativ geführten Gruppe beurteilten ihre Fähigkeiten zu dokumentieren, verbalisieren und reflektieren höher als die Mädchen der monoedukativ geführten Gruppe. Abbildung 6 gibt die Mittelwerte der Knaben und Mädchen für ihre Fähigkeiten zu dokumentieren, verbalisieren und reflektieren zum zweiten Messzeitpunkt an.

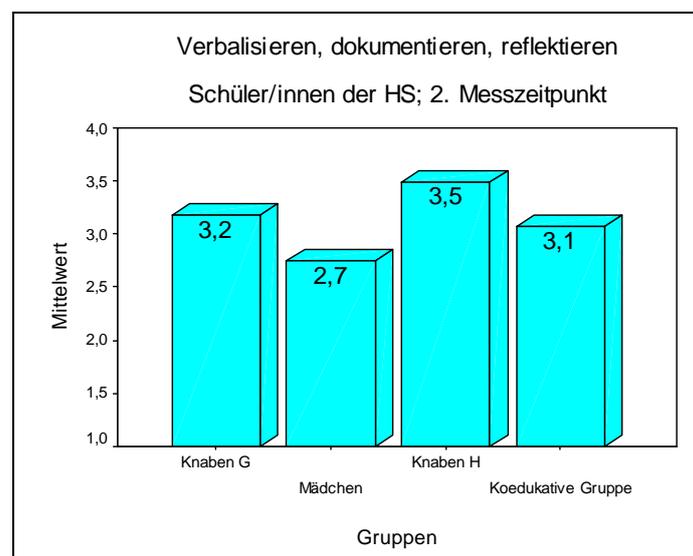


Abbildung 5  
*Durchschnittliche Fähigkeit der einzelnen Gruppen zu dokumentieren, verbalisieren und reflektieren zum zweiten Messzeitpunkt.*

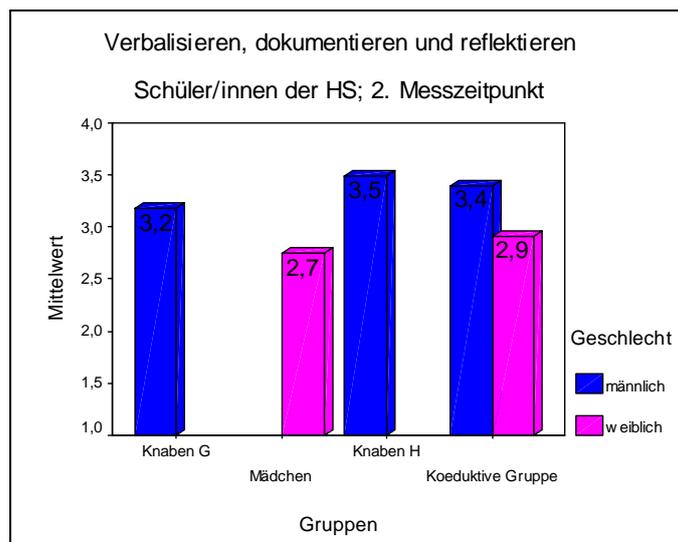


Abbildung 6

*Durchschnittliche Fähigkeit der Knaben und Mädchen zu dokumentieren, verbalisieren und reflektieren zum zweiten Messzeitpunkt*

## 5.1.4 Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz

### 5.1.4.1 Erkennen und Wiedergeben von explizit angegebenen Informationen (EHS)

Beim Erkennen und Wiedergeben von explizit angegebenen Informationen konnten ungefähr zwei Drittel aller Schüler/innen alle drei Beispiele lösen. Mehr Mädchen (64%) als Knaben (61,8%) lösten alle drei Beispiele. Ein Drittel aller Schüler/innen lösten mindestens ein Beispiel bzw. zwei Beispiele. Drei Schüler/innen (zwei Knaben und ein Mädchen) lösten nur ein Beispiel. Abbildung 7 zeigt die Anzahl der Schüler/innen in Prozent, die ein, zwei bzw. drei Beispiele gelöst haben. Der Vergleich zwischen den koedukativ und monoedukativ unterrichteten Gruppen ergab keine bedeutsamen Unterschiede. Die Knabengruppen unterschieden sich deutlich voneinander. Bei der Knabengruppe H lösten ca. 79% aller Schüler und in der koedukativen Gruppe 80% aller Knaben alle Beispiele. In der Knabengruppe G lösten nur mehr 40% aller Schüler alle Beispiele. Die Mädchen der monoedukativen Gruppe unterschieden sich in den prozentuellen Lösungshäufigkeiten nicht von den Mädchen der koedukativen Gruppe.

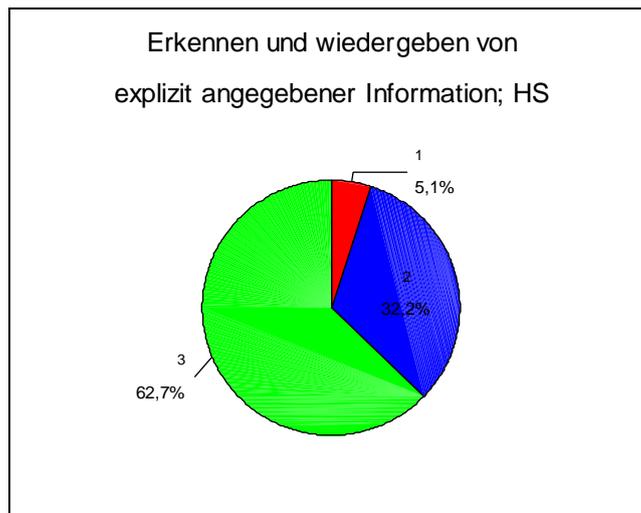


Abbildung 7  
Anzahl der Schüler/innen in Prozent, die ein, zwei bzw. drei Beispiele gelöst haben, bei denen es um das Erkennen und Wiedergeben von explizit angegebener Information ging.

#### 5.1.4.2 Einfache Schlussfolgerungen ziehen (SHS)

Ungefähr ein Drittel aller Schüler/innen lösten alle drei Beispiele, bei denen einfache Schlussfolgerungen zu ziehen waren. Weitere 46% der Schüler/innen konnten zwei Beispiele lösen. Mehr Knaben (91,2%) als Mädchen (60%) konnten mindestens zwei bzw. drei Beispiele lösen. Mehr Mädchen (36%) als Knaben (5,9%) lösten nur zwei Beispiele. Abbildung 8 zeigt die Anzahl der Schüler/innen in Prozent für Beispiele, bei denen einfache Schlussfolgerungen zu ziehen waren.

Der Vergleich der einzelnen Gruppen miteinander zeigt, dass 60% der Knaben in der koedukativen Gruppe alle Beispiele lösen konnten. In den monoedukativen Knabengruppen lösten 40% der Knaben der Gruppe G und 21,4% der Knaben der Gruppe H alle Beispiele. In der monoedukativen Mädchengruppe lösten 26,7 % und in der koedukativen Gruppe 30% der Mädchen alle Beispiele.

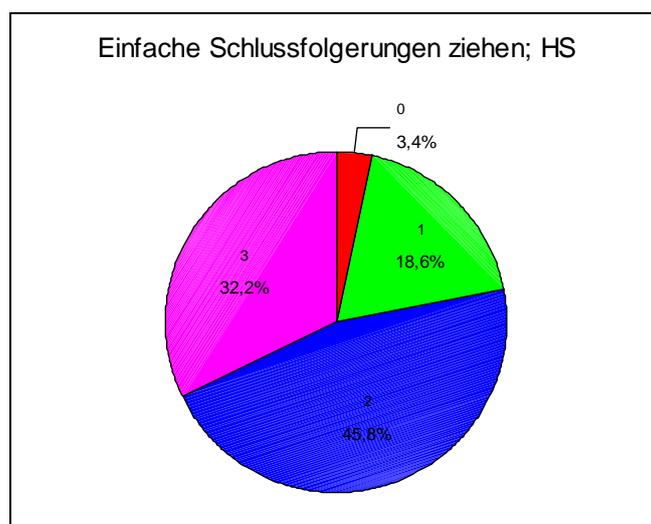


Abbildung 8  
Schüler/innen in Prozentangaben für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen einfache Schlussfolgerungen zu ziehen waren.

### 5.1.4.3 Komplexe Schlussfolgerungen ziehen und begründen; Interpretation des Gelesenen (KSHS)

Weniger als 50% aller Schüler/innen lösten zwei bzw. drei Beispiele, bei denen sie komplexe Schlussfolgerungen ziehen, diese begründen und das Gelesene interpretieren mussten. Eine Aufgabe wurde von 42,4% der Schüler/innen gelöst und ca. 17% aller Schüler/innen konnten keine der drei Aufgaben lösen. Abbildung 9 zeigt die Anzahl der Schüler/innen in Prozent für die Beispiele, bei denen komplexe Schlussfolgerungen zu ziehen waren. Mehr Knaben (47%) als Mädchen (32%) lösten zwei bzw. drei der Aufgaben. Mehr Mädchen (24%) als Knaben (11,8%) konnten keines der drei Beispiele lösen. Ein Vergleich der einzelnen Gruppen ergab einen Unterschied zwischen den Knaben. 60% der Knaben der koedukativen Gruppe konnten zwei bzw. drei Beispiele lösen. In den beiden monoedukativen Knabengruppen waren es zwischen 43% und 47% der Schüler, die zwei bzw. drei Beispiele lösten. Die Mädchen der koedukativen Gruppe unterschieden sich kaum von denen der monoedukativen Gruppe. In beiden Gruppen konnten ca.30% - 33% der Schülerinnen zwei bzw. drei Beispiele lösen.

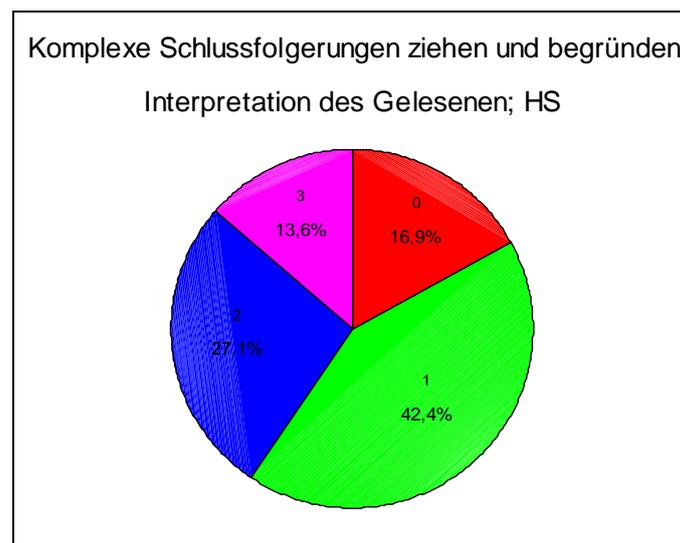


Abbildung 9  
Anzahl der Schüler/innen in Prozent für Beispiele, bei denen komplexe Schlussfolgerungen zu ziehen waren.

### 5.1.4.4 Prüfen und bewerten von Sprache und Inhalt (PHS)

Die Auswertung der Beispiele, bei denen die Schüler/innen Sprache und Inhalt prüfen und bewerten mussten, ergab, dass ca. ein Drittel aller Schüler/innen alle drei Beispiele lösen konnten. Mehr als 42% lösten zwei Aufgaben und 3,4% aller Schüler/innen konnten keines der Beispiele lösen. Abbildung 10 gibt Auskunft über die Anzahl der Schüler/innen in Prozent für Beispiele, bei denen Sprache und Inhalt geprüft und bewertet werden mussten. Der Vergleich zwischen Knaben und Mädchen ergab, dass mehr Knaben (44,1%) als Mädchen (24%) alle Beispiele lösen konnten. Die monoedukative Knabengruppe G unterschied sich deutlich von allen anderen Grup-

pen. 60% der Knaben dieser Gruppe lösten alle Aufgaben im Vergleich zu 35,7% der Knaben in Gruppe H, 26,7% der Mädchen in der monoedukativen Gruppe und 20% der Schüler/innen der koedukativen Gruppe. Alle drei Beispiele wurden von 27% der Mädchen der koedukativen Gruppe und von 20% der Mädchen der monoedukativen Gruppe gelöst.

Um festzustellen, ob drei Viertel aller Schüler/innen komplexe Schlussfolgerungen ziehen und die Sprache prüfen und bewerten können, wurden diese beiden Ebenen nach dem Modell für Textaufgaben aus der IGLU-Untersuchung (Voss et al. 2005, 21ff) zusammen ausgewertet. Von sechs Aufgaben zu diesen beiden Ebenen haben 83% der Schüler/innen mindestens drei Aufgaben gelöst. Die Prozentangaben der Schüler/innen für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen sie komplexe Schlussfolgerungen ziehen und die Sprache prüfen und bewerten mussten kann der Abbildung 11 entnommen werden.

Mindestens die Hälfte der Textaufgaben mit komplexen Schlussfolgerungen und Aufgaben zur Prüfung und Bewertung von Sprache und Inhalt wurden von 91,2 % der Knaben und 72% der Mädchen gelöst. Die monoedukativ und koedukativ unterrichteten Mädchen unterschieden sich nicht voneinander in der Anzahl der gelösten Beispiele. Tabelle 1 zeigt die Anzahl der Schüler/innen in Prozent, die ein bis sechs Beispiele gelöst haben.

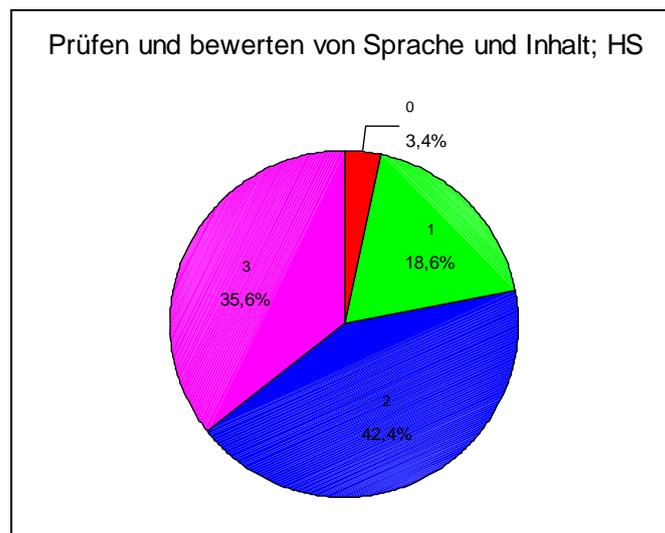


Abbildung 10  
*Prozentangaben der Schüler/innen für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen Sprache und Inhalt geprüft und bewertet werden mussten*

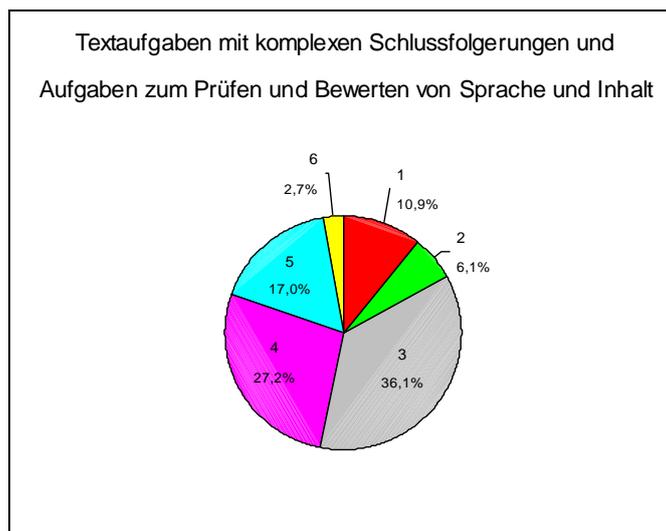


Abbildung 11  
Schüler/innen in Prozentangaben für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen sie komplexe Schlussfolgerungen ziehen und die Sprache prüfen und bewerten mussten.

Tabelle 1  
Anzahl der Schüler/innen in Prozent, die ein bis sechs Beispiele gelöst haben.

**Aufgaben mit komplexen Schlussfolgerungen und Aufgaben zur Prüfung und Bewertung von Sprache und Inhalt**

Anzahl der gelösten Beispiele		1	2	3	4	5	6	Total
<b>männlich</b>	<b>%</b>		8,8%	32,4%	35,3%	17,6%	5,9%	<b>100,0%</b>
<b>weiblich</b>	<b>%</b>	24%	4%	40%	12%	16%	4%	<b>100,0%</b>

# 6 ERGEBNISSE DER VOLKSSCHULE ANGER

## 6.1 Ergebnisse aus dem Fragebogen

### 6.1.1 Freude und Interesse

Die Freude und das Interesse an Mathematik waren bei Knaben und Mädchen überdurchschnittlich hoch. Mädchen zeigten ein ebenso hohes Interesse und eine gleich große Freude an Mathematik wie die Knaben. Die Mittelwerte für die Freude und das Interesse der Volksschüler/innen der dritten Klassen in den einzelnen Gruppen kann der Abbildung B 7 im Anhang B entnommen werden.

Ein Vergleich zwischen Forscherstunden und Mathematikstunden zeigte, dass die Schüler/innen der Volksschule keinen Unterschied zwischen den Mathematikstunden und den Forscherstunden machten und an beiden gleichermaßen Freude und Interesse angaben. Abbildung 12 zeigt die durchschnittliche Freude und das durchschnittliche Interesse an den Forscherstunden und den Mathematikstunden bei den Knaben und Mädchen der dritten Klassen der Volksschule.

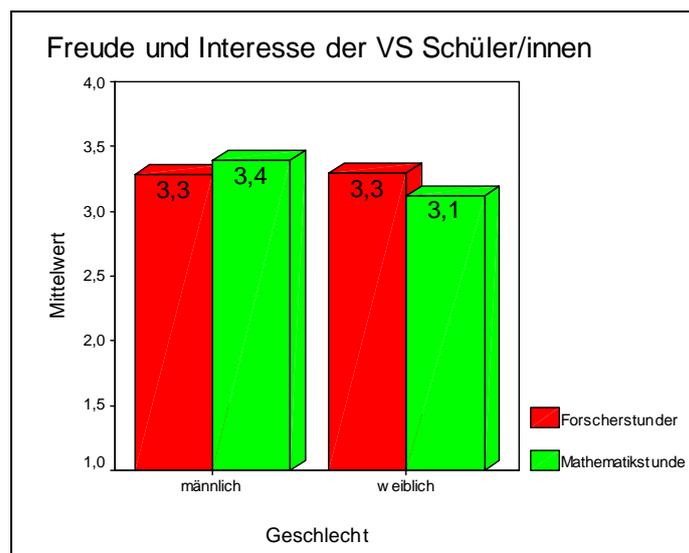


Abbildung 12

*Mittelwerte für Freude und Interesse an der Forscherstunde und der Mathematikstunde bei Knaben und Mädchen der dritten Klassen der Volksschule.*

Ein Vergleich der monoedukativen Gruppen mit der koedukativen Gruppe zeigte, dass die koedukativ unterrichtete Gruppe die höchsten Werte für Freude und Interesse, sowohl für die Forscherstunde als auch für die Mathematikstunde, angegeben haben. Die niedrigsten Werte für Freude und Interesse an den Forscherstunden und den Mathematikstunden gaben die Mädchen der reinen Mädchengruppe an. Sie unterschieden sich deutlich von der koedukativen Gruppe und kaum von der reinen Knabengruppe. Die reine Knabengruppe unterschied sich nur geringfügig von der koedukativen Gruppe. Abbildung 13 zeigt die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen für Freude und Interesse an den Forscherstunden und den Mathematikstunden in den dritten Klassen der Volksschule.

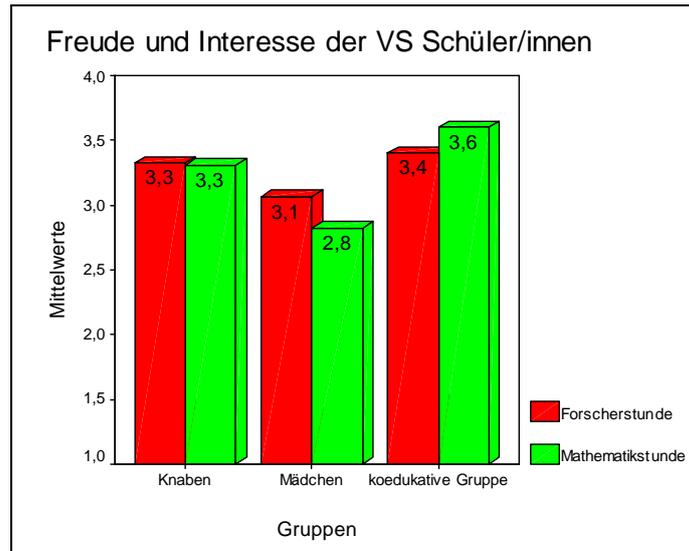


Abbildung 13

*Mittelwerte für Freude und Interesse der einzelnen Gruppen an den Forscherstunden und den Mathematikstunden in den dritten Klassen der Volksschule.*

### 6.1.2 Viabilität

Die Schüler/innen gaben an, dass es eher schon stimmt, dass sie auf eigenen Wegen zu Lösungen kommen, eigene Ideen ausprobieren und von ihren Mathematiklehrer/innen unterstützt und ermutigt werden eigene Lösungswege zu finden. Sie mögen es eher nicht, wenn die Lehrer/innen an der Tafel rechnen und die Schüler/innen nur abschreiben müssen bzw. wenn die Lehrer/innen erklären, wie die Beispiele zu rechnen sind. Bei diesen Aussagen unterschieden sich die Knaben nicht von den Mädchen und es zeigten sich keine Unterschiede in den einzelnen Gruppen. Auf der Itemebene zeigte sich für das Item „Ich mag es, wenn die Lehrerin/der Lehrer an der Tafel rechnet und ich nur abschreiben muss“ ein sehr deutlicher Unterschied zwischen den Mädchen der koedukativen Gruppe und der monoedukativen Knabengruppe. Die Knaben gaben an, dass sie dies eher mögen als die Mädchen. Abbildung 14 gibt die Mittelwerte für das Lernen auf viablen Wegen für die monoedukativen Gruppen und koedukative Gruppe der Volksschule an.

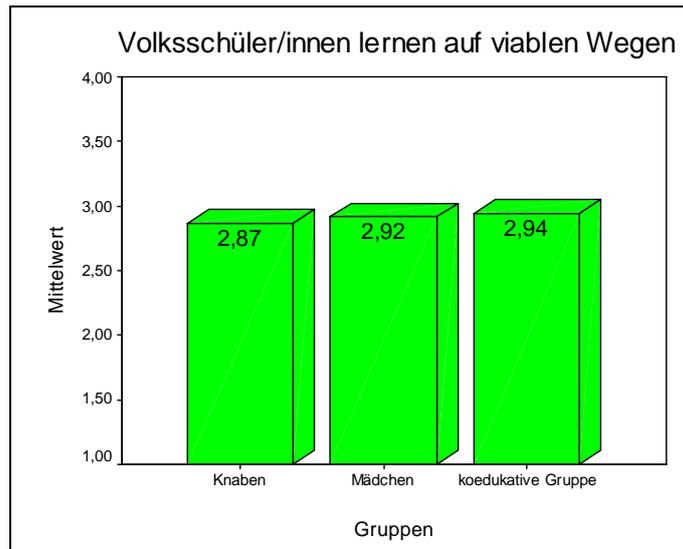


Abbildung 14  
 Mittelwerte für das Lernen auf viablen Wegen der einzelnen Gruppen in den dritten Klassen der Volksschule

### 6.1.3 Dokumentieren, Verbalisieren und Reflektieren

Die Mädchen unterschieden sich nicht von den Knaben, wenn es darum ging Lösungswege zu erklären, aufzuschreiben oder zu zeichnen. Alle Schüler/innen gaben an überdurchschnittlich gut Lösungswege dokumentieren, verbalisieren und reflektieren zu können. Tendenzielle Unterschiede zeigten sich zwischen den Mädchen der koedukativen Gruppe und der monoedukativ geführten Mädchengruppe. Die monoedukativ geführte Mädchengruppe beurteilte ihre Fähigkeiten zu dokumentieren, verbalisieren und reflektieren höher als die Mädchen der koedukativ geführten Gruppe. Abbildung 15 zeigt die Mittelwerte der Knaben und Mädchen für ihre Fähigkeiten zu dokumentieren, verbalisieren und reflektieren.

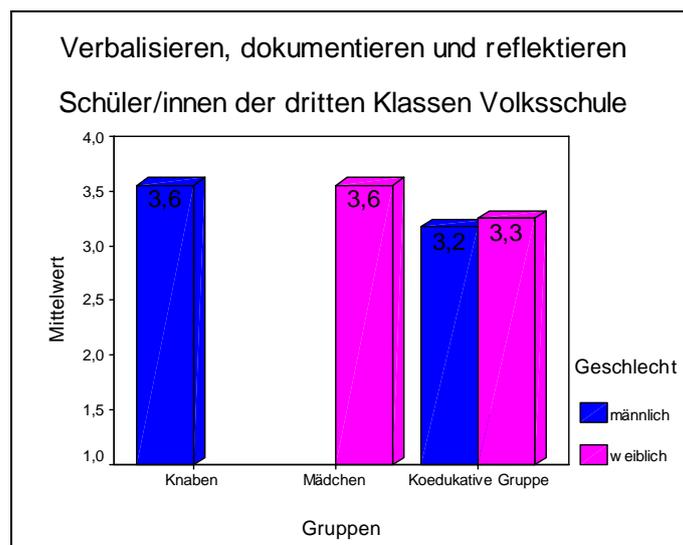


Abbildung 15  
 Durchschnittliche Fähigkeit der Knaben und Mädchen in den einzelnen Gruppen der dritten Klassen der Volksschule zu dokumentieren, verbalisieren und reflektieren.

## 6.1.4 Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz

### 6.1.4.1 Erkennen und Wiedergeben von explizit angegebenen Informationen (EVS)

Beim Erkennen und Wiedergeben von explizit angegebenen Informationen konnten 94,3 % aller Schüler/innen alle drei Beispiele lösen. Mehr Knaben (95,5%) als Mädchen (92,3%) lösten alle drei Beispiele. Zwei Beispiele wurden von 5,7% der Schüler/innen gelöst und niemand hatte nur ein oder kein Beispiel gelöst. Abbildung 16 zeigt den Prozentanteil der Schüler/innen für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen sie explizit angegebene Informationen erkennen und wiedergeben mussten. Der Vergleich zwischen den koedukativ und monoedukativ unterrichteten Gruppen ergab keine bedeutsamen Unterschiede. Alle Mädchen der monoedukativen Gruppe lösten alle drei Beispiele während drei Viertel der Mädchen der koedukativen Gruppe alle drei Beispiele lösten.

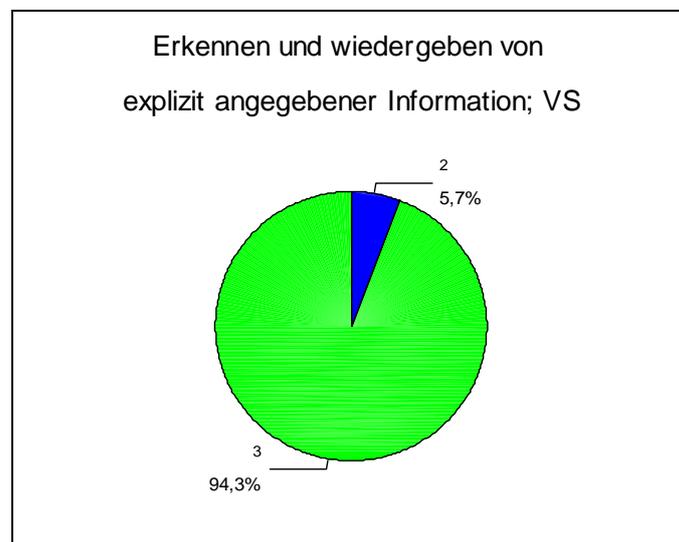


Abbildung 16

*Prozentanteil der Schüler/innen für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen sie explizit angegebene Informationen erkennen und wiedergeben mussten.*

### 6.1.4.2. Einfache Schlussfolgerungen ziehen (SVS)

Ungefähr zwei Drittel aller Schüler/innen lösten alle drei Beispiele, bei denen einfache Schlussfolgerungen zu ziehen waren und ein Drittel der Schüler/innen konnten ein bzw. zwei Beispiele lösen. Mehr Mädchen (ca.77%) als Knaben (ca. 60%) konnten alle drei Beispiele lösen. Abbildung 17 gibt den Prozentanteil der Schüler/innen für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen einfache Schlussfolgerungen zu ziehen waren an. Der Vergleich der einzelnen Gruppen miteinander zeigt, dass ca. 77% der Schüler/innen in der koedukativen Gruppe, 67% der Mädchen der monoedukativen Gruppe und 54% der Knaben der monoedukativen Gruppe alle Beispiele lösen konnten.

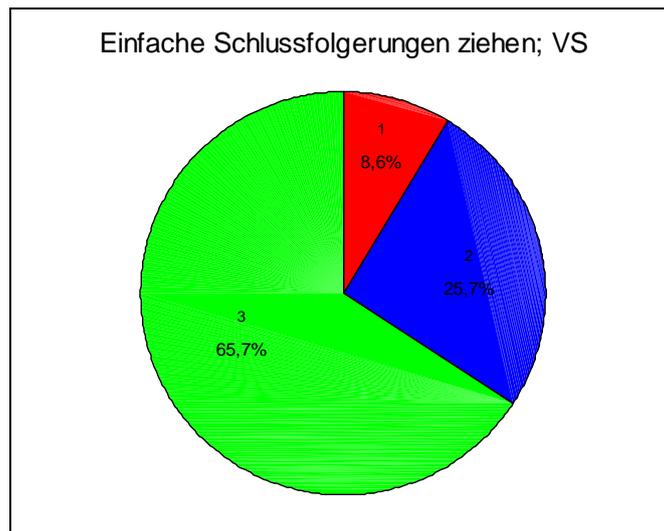


Abbildung 17

*Prozentanteil der Schüler/innen für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen einfache Schlussfolgerungen zu ziehen waren.*

### **6.1.4.3. Komplexe Schlussfolgerungen ziehen und begründen; Interpretation des Gelesenen (KSVS)**

Ungefähr ein Viertel aller Schüler/innen konnten kein Beispiel lösen, bei denen sie komplexe Schlussfolgerungen ziehen, diese begründen und das Gelesene interpretieren mussten. Eine Aufgabe wurde von ca. 43% der Schüler/innen gelöst und ca. 31% aller Schüler/innen konnten zwei der drei Aufgaben lösen. Abbildung 18 zeigt die Prozentangabe der Schüler/innen für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen sie komplexe Schlussfolgerungen ziehen mussten. Mehr Knaben (ca. 44%) als Mädchen (ca. 38%) lösten zwei bzw. drei der Aufgaben. Mehr Mädchen (ca. 46%) als Knaben (ca. 9%) konnten keines der drei Beispiele lösen. Ein Vergleich der einzelnen Gruppen ergab, dass in der monoedukativen Mädchengruppe ca. 44% der Schülerinnen keine der Aufgaben lösen konnten, in der koedukativen Gruppe waren es ca. 23% der Schüler/innen und in der Knabengruppe ca. 8% der Knaben, die keine der Aufgaben lösen konnten. In der koedukativen Mädchengruppe löste keine Schülerin alle drei Beispiele und ein Viertel der Mädchen konnten zwei Beispiele lösen. Bei den Mädchen der monoedukativen Gruppe lösten ca. 44% alle drei bzw. zwei Beispiele. Die Knaben der monoedukativen Gruppe unterschieden sich nicht wesentlich von den Knaben der koedukativen Gruppe.

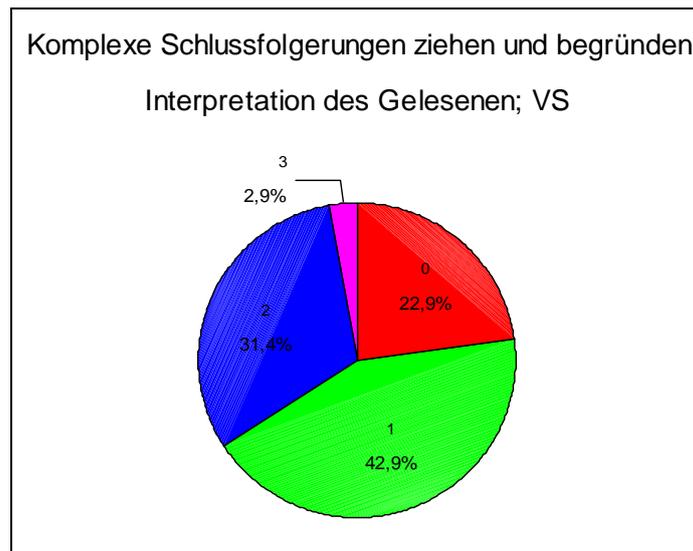


Abbildung 18

Prozentanzahl der Schüler/innen für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen sie komplexe Schlussfolgerungen ziehen mussten.

#### 6.1.4.4. Prüfen und bewerten von Sprache und Inhalt (PVS)

Die Auswertung der Beispiele, bei denen die Schüler/innen Sprache und Inhalt prüfen und bewerten mussten, ergab, dass alle Schüler/innen zwei bzw. alle drei Beispiele lösten. Ungefähr die Hälfte aller Schüler/innen lösten alle drei Beispiele und mehr als 48% lösten zwei Aufgaben. Abbildung 19 gibt Auskunft über die Anzahl der Schüler/innen in Prozent für Beispiele, bei denen Sprache und Inhalt geprüft und bewertet werden mussten. Der Vergleich zwischen Knaben und Mädchen ergab, dass mehr Knaben (54,5%) als Mädchen (46,2%) alle Beispiele lösen konnten. Die monoedukative Knabengruppe unterschied sich von allen anderen Gruppen. Ungefähr 62% der Knaben dieser Gruppe lösten alle Aufgaben im Vergleich zu ca. 44% der Mädchen in der monoedukativen Gruppe und ca. 46% der Schüler/innen in der koedukativen Gruppe. Alle drei Beispiele wurden von 50% der Mädchen der koedukativen Gruppe und von 44,4% der Mädchen der monoedukativen Gruppe gelöst.

Um festzustellen, ob drei Viertel aller Schüler/innen komplexe Schlussfolgerungen ziehen und die Sprache prüfen und bewerten können, wurden diese beiden Ebenen nach dem Modell für Textaufgaben aus der IGLU-Untersuchung (Voss et al. 2005, 21ff) zusammen ausgewertet. Von sechs Aufgaben zu diesen beiden Ebenen haben 79,2% der Schüler/innen mindestens drei Aufgaben gelöst. Die Prozentangaben der Schüler/innen für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen sie komplexe Schlussfolgerungen ziehen und die Sprache prüfen und bewerten mussten kann der Abbildung 20 entnommen werden.

Mindestens die Hälfte der Textaufgaben mit komplexen Schlussfolgerungen und Aufgaben zur Prüfung und Bewertung von Sprache und Inhalt wurden von 90,9% der Knaben und 69,3% der Mädchen gelöst. Alle Schüler/innen haben mindestens zwei bzw. mehr Aufgaben von sechs möglichen gelöst. Die monoedukativ und koedukativ unterrichteten Mädchen unterschieden sich nicht voneinander in der Anzahl der gelösten Beispiele. Tabelle 2 zeigt die Anzahl der Schüler/innen in Prozent, die ein bis sechs Beispiele gelöst haben.

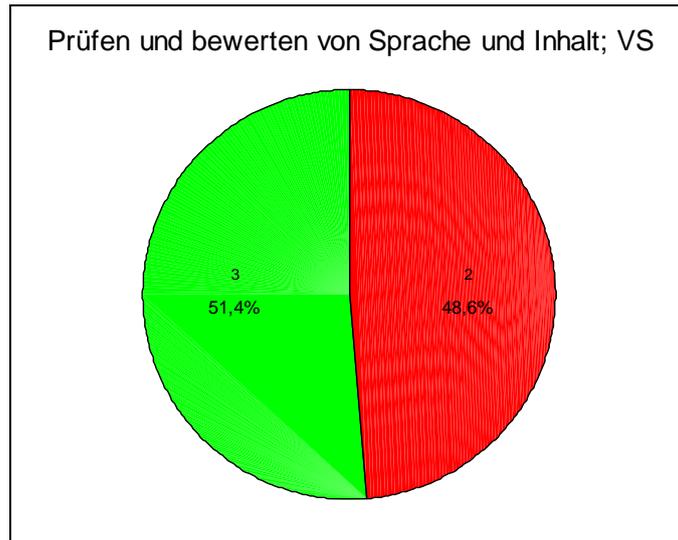


Abbildung 19  
*Anzahl der Schüler/innen in Prozent für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen Sprache und Inhalt geprüft und bewertet werden mussten.*

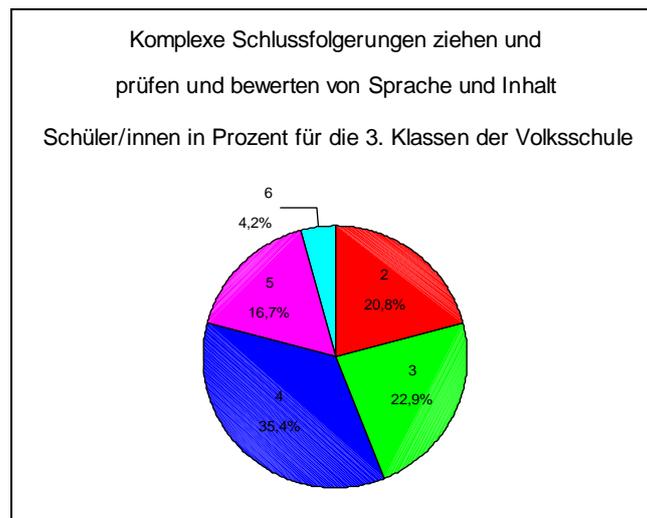


Abbildung 20  
*Prozentangaben der Schüler/innen für die Anzahl der gelösten Beispiele, bei denen sie komplexe Schlussfolgerungen ziehen und die Sprache prüfen und bewerten mussten.*

Tabelle 2

Anzahl der Schüler/innen in Prozent, die ein bis sechs Beispiele von Aufgaben mit komplexen Schlussfolgerungen und Aufgaben zur Prüfung und Bewertung von Sprache und Inhalt gelöst haben.

Geschlecht	Anzahl der gelösten Aufgaben					Total
	2	3	4	5	6	
<b>Knaben</b>	9,1%	22,7%	50,0%	18,2%	--	<b>100%</b>
<b>Mädchen</b>	30,8%	23,1%	23,1%	15,4%	7,7%	<b>100%</b>
<b>Schüler/innen Gesamt</b>	<b>17,1%</b>	<b>22,9%</b>	<b>40,0%</b>	<b>17,1%</b>	<b>2,9%</b>	<b>100%</b>

# 7 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

## 7.1 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Ein Ziel dieser Untersuchung war, die Freude und das Interesse an Mathematik zu erheben. Durch die Ergebnisse der Untersuchung „Zeitlich begrenzte Aufhebung der Koedukation unter Einbeziehung von Offenem Lernen im Physik- bzw. Chemieunterricht in der 8. Schulstufe einer Hauptschule im ländlichen Raum“ von Diplompädagogin Rosina Haider (2006) konnte davon ausgegangen werden, dass Mädchen in monoedukativen Gruppen motivierter und aktiver am Unterricht teilnehmen als Mädchen von koedukativen Gruppen. „Reiche“ Lernumgebungen wecken nach Freudenthal bei den Kindern Neugier und Forschungsfreude in Mathematik. Wenn Schüler/innen motivierter und aktiver im Unterricht sind und neue Lernumgebungen vorfinden, kann davon ausgegangen werden, dass sie mehr Freude und Interesse am Mathematikunterricht haben. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten, dass die Freude und das Interesse an Mathematik überdurchschnittlich hoch waren und sich im Laufe der Zeit noch steigerten. Die Schüler/innen der Hauptschule unterschieden jedoch zwischen den herkömmlichen Mathematikstunden und den „Forscherstunden“. Diese machten ihnen mehr Spaß und interessierten die Schüler/innen mehr. Eine neue, „reichere“ Lernumgebung scheint sich positiv auf Freude und Interesse auszuwirken, unabhängig davon, wer sie anbietet. Fällt diese Lernumgebung weg, sinken Freude und Interesse. In monoedukativ geführten Gruppen ist die Steigerung von Freude und Interesse am Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen nicht höher als in den koedukativ geführten Gruppen. Somit konnte die erste Hypothese, in der eine Steigerung von Freude und Interesse in den monoedukativen Gruppen erwartet wurde, nicht bestätigt werden. Das kurze Zeitintervall zwischen der ersten und zweiten Messung (ca. zwei Monate) und die Anweisung bei der ersten Messung „an die Mathematikstunden in den ersten Wochen zu Schulbeginn zu denken und ohne zu zögern zügig den Fragebogen zu bearbeiten“ könnten dafür ausschlaggebend gewesen sein. Diese Anweisung dürfte vielen Schüler/innen Schwierigkeiten bereitet haben, weil die positiven Erfahrungen der letzten Mathematikstunden vor der Befragung sich noch zu sehr im Gedächtnis festgesetzt hatten. Das kurze Zeitintervall ergab sich aus organisatorischen Gründen. Es wurde erst sehr spät festgelegt, wie die Evaluation erfolgen sollte. Dies könnte für die geringen Unterschiede zwischen den Gruppen verantwortlich zeichnen. Interessant ist auch das Ergebnis, dass die reinen Mädchengruppen sowohl in der Hauptschule als auch in der Volksschule die Freude und das Interesse am niedrigsten beurteilten. Dies könnte vielleicht damit zusammenhängen, dass Mädchen sich verstärkt an der typisch weiblichen Geschlechterrolle orientieren und aufgrund ihrer Sozialisation weniger Kontakt bzw. weniger Erfahrung mit den Naturwissenschaften (z. B.: Technik, Mathematik...) haben. Auffallend war, dass Mädchen in der Hauptschule bei Rechengeschichten andere, geschlechtstypische Themen (Kochen, Backen...) wählten, diese aber im Mathematikunterricht nicht so häufig vorkommen. Außerdem könnten Vorerfahrungen mit Mathematik und die damit zusammenhängende Beurteilung eine Rolle spielen. So ist die durchschnittliche Mathematiknote in der monoedukativ unterrichteten Mädchengruppe an der Hauptschule mit  $M = 2,4$  am höchsten von allen Hauptschulgruppen. Die Knaben der Hauptschule zeigten an den „Forscherstunden“ ein deutlich höheres Interesse als die Mädchen.

In der Volksschule zeigten sich keine Unterschiede zwischen den „herkömmlichen“ Mathematikstunden und „Forscherstunden“. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Lehrer/innen seit Jahren „Offenes Lernen“ praktizieren und ihren Schüler/innen neue Lernumgebungen bieten. Für die Volksschüler/innen ergaben sich daher nicht so große Unterschiede in den Lehrmethoden zwischen den „Forscherstunden“ und den herkömmlichen Mathematikstunden.

Die Hypothese, dass Knaben interessierter sind und mehr Freude am Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen haben als Mädchen hat sich teilweise bestätigt. Die Knaben der Hauptschule gaben zum zweiten Messzeitpunkt ein sehr deutlich höheres Interesse an Mathematik an als die Mädchen der Hauptschule. An der Volksschule gab es keinen Unterschied zwischen Knaben und Mädchen. Vielleicht liegt es daran, dass erst mit zunehmender Schwierigkeit der mathematischen Themen in der Hauptschule Geschlechtsstereotypen immer mehr Rolle spielen. Außerdem könnte es mit dem Selbstkonzept der Schüler/innen zusammenhängen. Knaben in der Hauptschule haben ein besseres Selbstwertgefühl und Selbstkonzept als Mädchen und fühlen sich in den naturwissenschaftlichen Bereichen den Mädchen überlegen. Lehrer/innen unterstützen dies, indem sie sich den herausrufenden Knaben häufiger zuwenden und ihnen mehr Aufmerksamkeit schenken. Mädchen werden weniger oft beachtet, da sie zurückhaltender in ihren Äußerungen sind und sich nicht in den Vordergrund drängen. Vielleicht dachten die Knaben bei der zweiten Befragung eher an die „Forscherstunde“ und die Mädchen an die herkömmliche Mathematikstunde, sodass sich diese Unterschiede ergaben.

Ein weiteres Ziel dieser Untersuchung war festzustellen, ob Schüler/innen im Mathematikunterricht viable Lernwege wählen, ob monoedukative und koedukative Schüler/innengruppen sich in ihrer Wahl des viablen Lernweges unterscheiden und, ob Mathematiklehrer/innen viable Lernwege unterstützen. Es bestätigte sich die Hypothese, dass im Finden von eigenen Lösungswegen sich monoedukative Gruppen nicht von koedukativen Gruppen unterscheiden. Nicht bestätigt hat sich hingegen die Hypothese, dass Knaben häufiger eigene Lösungswege suchen als Mädchen. Alle Schüler/innen, sowohl in der Hauptschule als auch in der Volksschule, wählten eigene Wege, um zu Lösungen zu kommen, probierten eigene Ideen aus und wurden von ihren Mathematiklehrer/innen unterstützt. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass Schüler/innen leichter bzw. lieber eigene Lernwege einschlagen und Lösungswege suchen, wenn Fehler als Lernchance (Erfolgsenerlebnis) und nicht als Misserfolgsenerlebnis erfahren werden. Außerdem erleben Schüler/innen sich selbst häufiger als kompetent, wenn ihre Wege zu richtigen Lösungen führen, was ihr Selbstwertgefühl steigert und zu einem besseren Selbstkonzept führen kann. Mädchen erleben sich ebenso kompetent wie Knaben. Dass in der Hauptschule die Knaben der koedukativen Gruppe sich noch eher eigene Lösungswege überlegten als die Knaben der monoedukativen Gruppe könnte mit dem Leistungsniveau der Schüler in diesen Gruppen zusammenhängen. Die durchschnittliche Mathematiknote in der Volksschule betrug bei den Knaben der koedukativen Gruppe  $M = 1,3$ , während sie bei der monoedukativen Knabengruppe  $G M = 2$  betrug. In der Volksschule mochten die Mädchen der koedukativen Gruppe es eher nicht, wenn der Lehrer/die Lehrerin an der Tafel rechnete und sie nur abschreiben mussten, während die Knabengruppe dies eher schon mochte. Dies könnte einerseits mit einer Bequemlichkeit der Knaben zusammenhängen bzw. mit der Erfahrung der Mädchen, dass sie ebenso kompetent sind wie die Knaben in ihrer Gruppe.

Die Ergebnisse zu der Skala „Dokumentieren, verbalisieren und reflektieren“ bestätigten nicht die Hypothese, dass monoedukativ geführte Gruppen Lösungswege bes-

ser verbalisieren, dokumentieren und reflektieren können als koedukativ geführte Gruppen. Vielmehr scheinen die aufgetretenen Unterschiede zwischen einzelnen Gruppen in der Hauptschule auf das allgemeine Leistungsniveau der Schüler/innen zurückzuführen sein. Die Mädchen der koedukativen Gruppe und die Knabengruppe H hatten sehr gute bis gute durchschnittliche Leistungen in Mathematik in der Volksschule. Leistungsstarke Schüler/innen können eher erklären, aufschreiben und zeichnen bzw. relevante Dinge aus einem Text herausfinden als leistungsschwächere Schüler/innen. Bestätigt hat sich allerdings die Hypothese, dass Knaben ihre Lösungswege besser verbalisieren, dokumentieren und reflektieren können als Mädchen, aber nur für die Schüler/innen der Hauptschule. Einerseits könnte dies mit dem Selbstkonzept der Schüler/innen zusammenhängen und andererseits mit den Leistungsunterschieden. Die Knaben wiesen in Mathematik durchschnittlich eine bessere Note auf als die Mädchen. Die Knabengruppe H, die sich in vielen Ergebnissen von allen anderen Gruppen unterschieden hat, hatte die beste durchschnittliche mathematische Leistung im Vergleich zu anderen Gruppen. Außerdem wäre zu berücksichtigen, dass herausrufende Knaben häufiger beachtet werden und so mehr Bestätigung erfahren als Mädchen, die stiller sind aber auch gut erklären, aufschreiben oder aufzeichnen könnten aber nicht so häufig die Aufmerksamkeit der Lehrerin/des Lehrers auf sich ziehen. Beobachtungen der Lehrer/innen bestätigten, dass die Schüler/innen durch die neue Lernkultur selbstbewusster und kritischer im Umgang mit Texten sind, ihre Gedanken zu den Aufgabenstellungen verbalisieren, häufiger Fragen stellen und sich gegenseitig im Finden von Lösungswegen helfen. Für die Schüler/innen der Volksschule hat sich der Unterschied zwischen Knaben und Mädchen nicht bestätigt. Vielleicht sind deren Leistungen homogener, oder sie sind die Arbeitsweise gewohnt und trauen sich mehr zu, da die Lehrer/innen der Volksschule schon seit einigen Jahren sehr ähnlich in ihren Klassen arbeiten.

Die Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz wurde aus organisatorischen Gründen nur zum zweiten Messzeitpunkt erhoben. Die Ergebnisse für die Hauptschule zeigten, dass auf der einfachen Ebene des Erkennens und Wiedergebens von explizit angegebener Information die Mädchen einen Vorteil gegenüber den Knaben aufwiesen. Dies könnte daran liegen, dass Mädchen im Allgemeinen genauer arbeiten als Knaben und diese daher bei einfachen Aufgaben schlampiger und ungenauer sind weil sie davon ausgehen, diese Aufgaben sowieso zu beherrschen. Je komplexer die Aufgabenstellung war, desto eher verschob sich die Anzahl der richtigen Aufgabenlösungen zugunsten der Knaben. Die Hypothese, dass mindestens drei Viertel aller Schüler/innen komplexe Schlussfolgerungen ziehen und begründen können und Sprache und Inhalt prüfen und bewerten können durch Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz, hat sich für beide Schulen bestätigt. Es können jedoch keine Aussagen darüber gemacht werden, ob die Schüler/innen sich durch die Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz verbessert haben oder ob sie allgemein gute Leser sind. Die „Forscherstunden“ scheinen jedoch die Schüler/innen zu logischem Denken zu veranlassen und geben ihnen die Möglichkeit zu erkennen, dass es nicht immer für alle Beispiele eine Lösung gibt bzw. dass sie auf verschiedenen Lösungswegen zu einem richtigen Ergebnis kommen können. Dass die Schüler/innen bei der Stufe des Prüfens und Bewertens von Sprache und Inhalt besser abgeschnitten haben als auf den einfacheren Stufen („Einfache Schlussfolgerungen ziehen“, Komplexe Schlussfolgerungen ziehen und begründen; Interpretation des Gelesenen“) könnte mit den Aufgabenstellungen zu tun gehabt haben. Diese waren zu einseitig und hatten die möglichen Aufgabenstellungen dieser Stufe mit all ihren Schwierigkeiten nicht abgebildet. Somit war der

Wiedererkennenswert für die Beispiele dieser Stufe für viele der Schüler/innen sehr hoch gewesen. Es machte für die Anzahl der richtigen Lösungen auch keinen Unterschied, ob die Schüler/innen in monoedukativ geführten Gruppen oder in koedukativ geführten Gruppen unterrichtet wurden. Somit bestätigte sich die Hypothese, dass Schüler/innen in monoedukativ geführten Gruppen sich nicht von den Schüler/innen in koedukativ geführten Gruppen beim Ziehen und Begründen von komplexen Schlussfolgerungen und dem Prüfen und Bewerten von Sprache und Inhalt unterscheiden. Bestätigt hat sich für beide Schulen die Hypothese, dass Knaben häufiger als Mädchen Aufgaben lösen können, bei denen sie komplexe Schlussfolgerungen ziehen und begründen müssen bzw. Aufgaben, bei denen sie Sprache und Inhalt prüfen und bewerten müssen. Ein sehr wesentlicher Faktor für dieses Ergebnis dürfte das sehr gute Leistungsniveau der Hauptschulknaben im Vergleich zu dem der Hauptschulmädchen (gutes) sein.

## 7.2 Resümee und Ausblick

Die Ergebnisse dieser Untersuchung lassen darauf schließen, dass eine „reiche“ Lernumgebung und ein anderer Umgang mit Fehlern – Fehler als Lernchance und nicht als Misserfolg – sich positiv auf die Freude und das Interesse am Mathematikunterricht auswirken. Der monoedukative Unterricht im Unterrichtsfach Mathematik wird von den Mädchen sehr geschätzt, zeigt aber in den Ergebnissen der Untersuchung keine deutlichen Auswirkungen. Er bietet den Mädchen den Vorteil, dass es in den Mädchengruppen leiser ist und sie mehr aus sich herausgehen können. Die Einteilung in monoedukative Lerngruppen soll im nächsten Schuljahr weitergeführt werden, damit besser auf geschlechtsspezifische Interessen und Bedürfnisse eingegangen werden kann. Damit diesen Anforderungen auch entsprochen werden kann, müssen entsprechende Beispielsammlungen oder Lehrbücher zur Verfügung gestellt werden. Interessant könnten auch Lernplattformen sein, die entsprechendes Lern- und Lehrmaterial anbieten. In weiterer Folge müssen Lehrpläne auf geschlechtsspezifische Inhalte untersucht und gegebenenfalls geändert werden. Die Einteilung der Klasse in geschlechtsspezifische Gruppen kann für das Selbstkonzept der Schülerinnen von positiver Bedeutung sein. Das heißt also, Mädchen werden durch monoedukativen Unterricht in ihrem Selbstkonzept besser unterstützt, weil sie mehr Aufmerksamkeit (positive Rückmeldung) durch die Lehrer/innen erfahren

Forscherstunden bedeuten mehr Freude und Interesse an Mathematik, Lernen auf viablen Wegen bzw. Lernen zu verbalisieren, dokumentieren und reflektieren. Wünschenswert wäre, dass „reiche“ Lernumgebungen im Mathematikunterricht verstärkt zum Einsatz kommen und selbstverständlich werden. Dies bedeutet aber auch, dass in der Aus- und Fortbildung von Lehrer/innen die neuen Erkenntnisse im Hinblick auf den konstruktivistisch orientierten Mathematikunterricht vermittelt werden müssen. Außerdem ist durch den anderen Umgang mit Fehlern, das vernetzte Denken und das eigenständige lösungsorientierte Arbeiten der Schüler/innen eine positive Auswirkung auf andere Gegenstände zu erwarten.

Als weitere positive Auswirkung ist die Erweiterung von sozialen Kompetenzen der Schüler/innen zu erwarten. Eine Erweiterung von sozialen Kompetenzen konnte bereits beobachtet werden: gab es anfangs Probleme bei der Gruppenfindung oder – zusammensetzung und auch Kommunikationsprobleme innerhalb einer Gruppe, so funktionierte dies im Laufe der Zeit immer besser. Dasselbe konnte in Bezug auf das Arbeitsverhalten festgestellt werden. Wurde in den ersten Projektstunden bei Prob-

lernen sehr schnell der Lehrer oder die Lehrerin zu Hilfe gerufen, so wurden gegen Ende des Jahres immer mehr die Mitschüler/innen als Ansprechpartner/innen bei Schwierigkeiten gesucht.

Die Einführung der Bildungsstandards erfordert nicht nur das Reproduzieren von Wissen sondern auch das Produzieren von Wissen. Eigenständiges, vernetztes Denken, Argumentieren, Dokumentieren, kritisches Reflektieren stehen im Vordergrund und dienen der Entwicklung der dynamischen Fähigkeiten der Schüler/innen. Es hat sich gezeigt, dass diese Anforderungen an den Unterricht mit Lernumgebungen, die viables Lernen zulassen, gut erfüllt werden können.

Eine Konsequenz aus diesen Ergebnissen für die Hauptschule Anger könnte darin bestehen, dass alle Lehrer/innen und Schulpartner/innen mit den Ergebnissen vertraut gemacht werden und sie auf die Vorteile der neuen Lernumgebungen in Mathematik hingewiesen werden. Auch für Eltern ist es ein Lernprozess, den Kindern zuzugestehen auf eigenen Wegen zu Lernen und zu Lösungen zu kommen, da nicht einübende Verfahren sondern denkende Verfahren im Vordergrund stehen. Außerdem sollten kontraproduktive Aussagen („das rechnet man ganz anders“) der Erziehenden damit vermieden werden.

Eine weitere Konsequenz aus den positiven Erfahrungen der Lehrer/innen wäre ein verstärkter Einsatz von Teamarbeit auch in anderen Fächern. Veränderungen dieser Art können nur in einem Team durchgeführt werden. Ein gutes Team kann mehr bewirken als der einzelne Lehrer/die einzelne Lehrerin.

Anzumerken ist, dass die Ergebnisse dieser Untersuchung nicht generalisiert werden können, sondern nur für die Hauptschule und Volksschule Anger gelten. In dieser Untersuchung konnten verschiedene Einflüsse durch Faktoren wie zum Beispiel das Geschlecht der Lehrpersonen, die Gruppen- bzw. Klassenzusammensetzung, die soziale Schichtzugehörigkeit der Schüler/innen, Leistungs- und Interessensprofil der Schüler/innen usw. nicht kontrolliert werden. Um einige dieser Einflüsse auszuschalten, hätten die Schüler/innen den beiden Gruppen (monoedukative Gruppe und koedukative Gruppe) zufällig zugewiesen werden müssen. Dies war jedoch aufgrund der schulischen Rahmenbedingungen nicht möglich. Außerdem lässt die geringe Anzahl der Untersuchungsteilnehmer/innen keine allgemein gültigen Aussagen zu. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sollten an der Hauptschule und der Volksschule Anger in den zukünftigen Klassen fachdidaktische Berücksichtigung finden.

Abschließend kann festgestellt werden, dass die am Projekt beteiligten Lehrer/innen und Schüler/innen mit viel Freude, Spaß und Einsatz an diese Herausforderung herangegangen sind, diese angenommen haben und ihre Motivation erhalten konnten. Im nächsten Schuljahr soll ein Projekt in ähnlicher Form durchgeführt werden.

## 8 LITERATUR

FISCHER, R. & MALLE, G. (1985). Mensch und Mathematik. Mannheim: Bibliographisches Institut Wissenschaftsverlag.

GALLIN, P. & RUF, U. (1998). Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz. Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung GmbH.

HÖFERT, S. & SCHWETZ, H. (2005). Sind gute Leser gute Textrechner? Mathematik und Sprache: Ergebnisse einer großen Untersuchung im Jahr 2005

SPIEGEL, H. & SELTER, C. (2006). Kinder & Mathematik. Was Erwachsene wissen sollten. Seelze: Erhard Friedrich Verlag GmbH

STREEFLAND, L. (1991). Realistic Mathematics Education. Utrecht: Freudenthal Institute Publications

ULM, V. (2005). Mathematikunterricht in der Sekundarstufe für individuelle Lernwege öffnen. 2. Auflage. Seelze-Velber: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung GmbH.

Internetadressen:

[http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/Hauptschulen\\_HS\\_Lehrplan1590.xml](http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/Hauptschulen_HS_Lehrplan1590.xml)  
(4.5.2007)