



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

S4 „Interaktionen im Unterricht“

ERPROBUNG EINES KONSTRUKTI- VISTISCH ORIENTIERTEN MATHEMA- TIKUNTERRICHTS AN DER NAHT- STELLE VS - HS

ID 636

Karin Dörfler, Paul Almer

**Eva Konrad,
Michaela Reitbauer, Susanne Bartos,
Renate Rinnerhofer**

**Christine Almer, Kurt Domaingo
Elisabeth Stiftinger, Erika Thaler**

**VS Birkfeld
HS Birkfeld I
HS Birkfeld II**

Birkfeld, Mai, 2007

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 AUSGANGSPUNKT	4
1.1 Unsere Schulen – unsere Klassen.....	4
1.2 Vorerfahrungen.....	4
2 ZIELE UND ERWARTUNGEN	6
3 AKTIVITÄTEN UND VERLAUF	2
3.1 Zusammenkünfte der Projektteilnehmer	2
3.2 In der Volksschule.....	2
3.3 In der Hauptschule.....	11
4 ERFAHRUNGEN UND ERKENNTNISSE	17
4.1 Forschungsinteresse und Hypothesen.....	17
4.2 Methoden der Datensammlung.....	17
4.3 Analyse der Ergebnisse	18
4.3.1 Ad 1. Forschungsfrage.....	18
4.3.2 Ad 2. Forschungsfrage.....	22
Dokumentation der Entwicklung an Hand der Forscherhefte	22
4.3.3 Beobachtungen in der Freiarbeit.....	23
4.3.4 Forschertagebuch	24
4.3.5 Geschlossene Befragung zu den beliebtesten Interaktionsformen	24
4.4 Interpretation.....	25
5 AUSBLICK UND RESÜMEE	26
6 LITERATUR	27

ABSTRACT

Diese Projektarbeit befasst sich mit einem aktiv entdeckenden Lernen im Mathematikunterricht ohne streng festgelegte Lösungsmuster. Speziell ausgewählte Aufgabenstellungen, die auch der Interessenswelt der SchülerInnen entsprechen, sollen die mathematikspezifische Lesefähigkeit verbessern. In Hinblick auf die Bildungsstandards in Mathematik wird besonders auf die Versprachlichung von Lösungsstrategien und das Erkennen von Mustern Wert gelegt.

Dieser Bericht beschreibt, analysiert und reflektiert die Erfahrungen mit diesen neuen Wegen im Mathematikunterricht an der Nahtstelle zwischen Volks- und Hauptschule.

Schulstufe: 3., 4. und 5.

Fächer: Mathematik

Kontaktperson: Paul Almer

Kontaktadresse: Sonnensiedlung 12, 8190 Birkfeld; E-Mail: paul.almer@schule.at

1 AUSGANGSPUNKT

1.1 Unsere Schulen – unsere Klassen

Am Projekt nahmen die vier ersten Klassen der beiden ortsansässigen Hauptschulen und jeweils die beiden dritten und vierten Klassen der Volksschule teil. Die Hauptschulklassen werden im Leistungsgruppenunterricht geführt. Aus dem zugehörigen Schulsprenkel treten alle Volksschulabgänger in eine der beiden Hauptschulen ein, da die nächste AHS-Unterstufe zu weit entfernt ist.

Die meisten SchülerInnen kommen aus dem bäuerlichen und/oder Arbeitermilieu. Es gibt keine SchülerInnen mit Migrationshintergrund oder nichtdeutscher Muttersprache.

1.2 Vorerfahrungen

Infolge unserer Tätigkeit als Pilotlehrer für die Bildungsstandards in Mathematik haben wir festgestellt, dass die SchülerInnen große Defizite im Versprachlichen von mathematischen Lösungsstrategien aufweisen. Weiters fiel uns in allen beteiligten Schulen auf, dass die SchülerInnen Schwierigkeiten beim Lösen von Sachproblemen auf Grund mangelnder mathematischer Lesekompetenz haben. Durch die langjährige Erfahrung mit gängigen Unterrichtsbüchern für Mathematik erkannten wir, dass die Sachaufgaben nicht der Interessenswelt der Schüler entsprachen und somit nicht zur Motivation beitrugen.

Der Übertritt von der Volksschule in die Hauptschule führte vielfach zu Problemen, denen wir durch die Vernetzung VS – HS entgegenwirken wollten.

Die Auseinandersetzung mit den Ideen des Konstruktivismus (Viabilität der Lösungswege, Fehlerkultur) brachte uns zu einer kritischeren Sichtweise unserer Unterrichtsarbeit. Als wesentliche Forderungen des Konstruktivismus erscheinen uns folgende Inhalte:

- *Kenntnisse lassen sich im Allgemeinen nicht auf das Kind übertragen. Das Kind muss sie konstruieren und rekonstruieren, und dies in einem Prozess, in dem es dies selbständig tut.*
- *Will jemand Kenntnisse einfach übertragen, so behindert er das Kind in einem gewissen Maße am Lernen, d.h. es wird verhindert, dass es selber die Wirklichkeit konstruiert.*
- *Das Problem besteht darin, dass die Struktur des Lehrers/der Lehrerin nicht derjenigen des Schülers/der Schülerin entspricht oder aber, dass der Lehrer/die Lehrerin die Objekte der Erkenntnis rekonstruiert, der Schüler/die Schülerin aber nicht.*
- *Man muss also den Schüler/die Schülerin lehren, seine/ihre eigenen intellektuellen Wege zu finden, dies mit den vorgegebenen Inhalten und durch ein optimales Angebot von Handlungsmöglichkeiten. Der Lehrer/die Lehrerin müsste also Bedingungen schaffen, damit der Schüler/die Schülerin aktiv sein kann..¹*

¹ Aus dem Handout „Einführung in die konstruktivistisch orientierte Didaktik“, Feb. 2007; Univ. Doz. Mag. Dr. Herbert Schwetz

An dieser Stelle möchten wir auch anführen, dass unser Team versuchte zu einer neuen Sichtweise von Fehlern zu gelangen, die ebenfalls dem konstruktivistischen Gedankengut entstammte. Wir wollten versuchen diese Fehlerkultur in unserem Unterricht zu etablieren.

Mit einem kurzen Zitat möchten wir nun zur Begriffsklärung beitragen:

Fehler sind zunächst einmal keine Fehlanpassung, sondern Ausdruck einer vorangegangenen erfolgreichen Konstruktbildung und der erste Schritt zur Bildung eines neuen Konstrukts. Insofern sind Fehler die notwendige Begleiterscheinung jedes Lernprozesses. Fehler können aber kommunikations- und kreativitätshemmend wirken, wenn sie von Seiten der SchülerInnen und LehrerInnen als Indikatoren von Misserfolg gewertet werden.²

Weitere Anregungen zur Thematik „Sprache und Mathematik“ lieferte uns das gleichnamige Buch von Peter Gallin und Urs Ruf. Sie schreiben unter dem Titel „Was Lehrkräfte leisten können“.

Lehrkräfte sind Fachleute für die Vermittlung von Stoff und für die Beurteilung der Schülerleistungen. Auf der einen Seite steht der Stoff, auf der anderen Seite der Mensch; zwischen ihnen muss der Lehrer – wir denken von Fall zu Fall an einen Mann oder an eine Frau – vermitteln. Auf drei Fundamenten basiert die Kompetenz des Lehrers: auf den Wissenschaften, aus denen der Stoff der einzelnen Fächer stammt, auf der Psychologie, die ein Bild der Schülerpersönlichkeit und ihrer Entwicklung entwirft, und auf der Didaktik, die sich mit der Lehr- und Lernbarkeit des Stoffs befasst. Die Aufgabe, den Stoff nicht nur zu vermitteln, sondern auch zu prüfen, ob ihn die Schüler beherrschen, zwingt den Lehrer in eine spannungsgeladene Doppelrolle: Auch wenn er sich alle Mühe gibt, den Stoff zu präparieren und zu präsentieren, muss er feststellen, dass immer nur ein Teil seiner Schüler das anvisierte Ziel erreicht. Die übrigen sind irgendwo auf der Strecke geblieben. Natürlich bekommen die, welche die erwarteten Leistungen erbracht haben, eine gute Note; und die anderen bekommen, das war immer schon so, eine schlechte Note. Damit kann man sich als Lehrer zufrieden geben: Es gibt eben intelligente und weniger intelligente Schüler.

Auch wir stellten uns so wie Gallin und Ruf die Frage: Muss das so sein? Warum ist der Lehrer / die Lehrerin heute oft überfordert? Gallin und Ruf bieten uns zusammenfassend folgende Antwort an:

Der Lehrer ist überfordert, wenn er sich ernsthaft bemüht, der gängigen Vorstellung der Stoffvermittlung zu genügen. Auf der einen Seite steht der Stoffberg, auf der anderen Seite stehen zwanzig Schüler. Der Lehrer sollte nun Stück für Stück von diesem Stoffberg abtragen, schülergerecht präparieren und in Portionen verabreichen, die zwanzig verschiedenen Mägen bekömmlich sind. Dieser Auftrag ist unlösbar: Selbst wenn er alle Kräfte mobilisiert, kann der Lehrer weder dem Stoff noch den Schülern gerecht werden. Erst eine Änderung der Einstellung gegenüber dem Stoff und den Schülern schafft die Voraussetzung für einen Unterricht, in den Schüler aller Begabungsrichtungen auf ihre Rechnung kommen.³

² Quelle: Timo Leuders; Qualität im Mathematikunterricht; Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co.KG, Berlin

³ Quelle: Peter Gallin und Urs Ruf; Sprache und Mathematik in der Schule; 1998, Kallmeyer'sche Verlagsbuchhandlung GmbH

Einige Grundsätze bezüglich der Änderung der Grundhaltung im Unterrichtsgespräch erschienen auf unser Projekt zuzutreffen. Hier eine Gegenüberstellung:

- *Ich fordere die SchülerInnen auf: Folgt mir nach!*
- *Vor welchen Fallen und Fußangeln muss ich die SchülerInnen bewahren?*
- *Wie muss ich sprechen, damit mich alle SchülerInnen verstehen und meinen Gedanken folgen können?*
- *Welche Lösungsmuster müssen von allen SchülerInnen eingeübt werden?*
- *Ich ermuntere jeden Schüler/jede Schülerin: Geh du voran!*
- *Welche Erfahrungen und Einsichten können die SchülerInnen im Stoffgebiet gewinnen?*
- *Wie kann ich dem Stoff eine Chance geben, jeden einzelnen Schüler/jede Schülerin anzusprechen?*
- *Wie findet jeder Schüler/jede Schülerin den Weg, der ihn am schnellsten zum Ziel führt?⁴*

2 ZIELE UND ERWARTUNGEN

- Die SchülerInnen sollen mit Textaufgaben besser umgehen lernen,
- die Freude an Mathematik soll gesteigert und
- der Übertritt von der Volksschule in die Hauptschule soll erleichtert werden.
- Wir erhoffen uns eine allmähliche Verbesserung des Textverständnisses bei Sachaufgaben und eine Steigerung der Motivation.
- Durch regelmäßige Treffen aller am Projekt beteiligten LehrerInnen außerhalb des Unterrichts erwarten wir uns Einblicke in die Arbeitsweisen des jeweils anderen Schultyps zu gewinnen und dass ein hilfreicher Erfahrungs- und Materialaustausch stattfindet.

Um diese Ziele zu erreichen, setzen wir die im nächsten Kapitel angeführten Maßnahmen.

⁴ Quelle: Peter Gallin und Urs Ruf; Sprache und Mathematik in der Schule; 1998, Kallmeyer'sche Verlagsbuchhandlung GmbH

3 AKTIVITÄTEN UND VERLAUF

3.1 Zusammenkünfte der Projektteilnehmer

Da an unserem Projekt insgesamt neun LehrerInnen teilgenommen haben, war es notwendig, sich in regelmäßigen Abständen zu treffen, um sich über den Fortschritt und die Erfahrungen auszutauschen. Zu diesem Zweck trafen wir uns in monatlichen Abständen im privaten Bereich und bei gemeinsamen bezirksweiten Fortbildungsveranstaltungen.

Durch die oftmaligen Treffen konzentrierte sich das Gespräch auf kleinere Bereiche des Lehrstoffes. Gute Ideen zu den jeweiligen Stoffgebieten konnten aufgegriffen und in den folgenden Unterrichtsstunden in der eigenen Klasse umgesetzt werden. So wurde im Zuge dieser Treffen beschlossen, Forscherhefte anzulegen. Bereichernd war auch die Besprechung vermehrt auftretender Schülerfehler und inwieweit die Ergebnisse dieser Forscherstunden in die Leistungsbeurteilung einbezogen werden. So konnten alle KollegInnen feststellen, dass den SchülerInnen schon die Versprachlichung mathematischer Zusammenhänge große Probleme bereitete, aber der Sprung von der Versprachlichung zur Verschriftlichung eine mindestens so große Hürde darstellte. Die Information an die Eltern wurde abgestimmt und auftretende Probleme diskutiert. Besonders bereichernd waren der Austausch erprobter Lernumgebungen und die Präsentation angekaufter bzw. selbst hergestellter Unterrichtsmaterialien. Deren Einsatz im Unterricht und die geeigneten Interaktionsformen wurden ausführlich diskutiert. Eine gemeinsame Fahrt zur Interpädagogika nach Wien wurde beschlossen und durchgeführt. Dabei wurde dann vor Ort in zahlreichen Büchern geschmökert und geeignetes Material ausgewählt und angekauft. Leider mussten wir feststellen, dass in den gängigen Schulbüchern wenig geeignete Problemstellungen zu finden sind.

3.2 In der Volksschule

Rahmenbedingungen

In unserer Schule wurde das Projekt in den 4 Klassen der Grundstufe II (3. und 4. Schulstufe) mit 69 SchülerInnen, davon 33 Buben und 36 Mädchen, durchgeführt.

Zu Beginn dieses Schuljahres führten wir ein Forscherheft für die SchülerInnen ein, um die Entwicklung besser dokumentieren zu können. Dieses Heft verblieb an der Schule und wurde weitgehend nicht korrigiert. Wir benannten diese Einheit in der wir unser Unterrichtsprojekt durchführen wollten „Forscherstunde“, die meist einmal pro Woche auf unserem Stundenplan stand. In den Forscherstunden findet kein Frontalunterricht statt, die SchülerInnen bearbeiten selbständig in Gruppen eine Aufgabenstellung und müssen sich in ihrer Gruppe auf einen Lösungsweg einigen.

Nun mussten Aufgabenbeispiele gesucht werden, die einer Lernumgebung entsprechen, die die Textlesekompetenz und das Problemlöseverhalten fördern und auch motivierend wirken, um so unseren Zielen näher zu kommen.

Es erwies sich als eine nicht ganz leichte Aufgabe, da in den herkömmlichen Mathematikbüchern kaum solche Beispiele zu finden waren.

Da alle beteiligten Schulen als Pilotschulen für die Erprobung der Aufgabenbeispiele zu den Bildungsstandards ausgewählt wurden, versuchten wir, uns bei der Auswahl unserer Beispiele an den Kompetenzbereichen dieser Bildungsstandards zu orientieren. Diese gliedern sich in allgemeine (AK) und inhaltliche (IK) mathematische Kompetenzen:

AK 1 Modellieren	IK 1 Arbeiten mit Zahlen
AK 2 Operieren und Darstellen	IK 2 Arbeiten mit Operationen
AK 3 Kommunizieren	IK 3 Arbeiten mit Größen
AK 4 Probleme stellen und lösen	IK 4 Arbeiten mit Ebene und Raum

Begriffsdefinition: Lernumgebung

Vorweg möchten wir noch die Begriffe „Lernumgebung“ und „Kernidee“ näher erläutern:

Lernumgebungen sollen eine mathematische Kernidee oder einen Bildungsstandard transportieren und Ausgangspunkt zum autonomen Lernen sein, also konstruktivistisch orientiert sein. Lernumgebungen sollten „viabel“ sein, das heißt mehrere Lösungswege zulassen.

Kernideen müssen so beschaffen sein, dass sie in der singulären Welt der Schülerinnen Fragen wecken, welche die Aufmerksamkeit auf ein bestimmtes Sachgebiet des Unterrichts lenken.⁵

Projektverlauf in der 3b Klasse

In der nun folgenden Beschreibung der Aktivitäten werde ich aber vorwiegend von meiner Klasse, der 3b (7Mäd./9Kn.) berichten, um wirklich authentisch zu bleiben.

Diese Klasse hat ein durchschnittliches Leistungsniveau, mit einer Spitze von 2 SchülerInnen (1K, 1M) und drei SchülerInnen (2M, 1K) mit mathematischen Problemen.

Organisations -, Interaktionsformen in der 3b Klasse

Meine SchülerInnen bildeten zur Lösung unserer Projektaufgaben nach Erhalt des Arbeitsauftrages Gruppen (2-4 SchülerInnen) und begaben sich auf den Platz ihrer Wahl- zumeist war das der Fußboden. Die Gruppen bildeten sich meist geschlechterspezifisch getrennt. Manchmal musste auch ich in die Gruppenbildung eingreifen, damit niemand ausgeschlossen wurde, aus disziplinären Gründen oder auf Grund des zu unterschiedlichen Leistungsniveaus, was dazu führen würde, dass schwächere SchülerInnen sich kaum anstrengen und die Lösungswege von guten RechnerInnen unreflektiert als richtig anerkennen.

In der vom Leistungsniveau etwa gleich starken Gruppe suchten sie gemeinsam nach Lösungsstrategien. Hier sollte ihnen Raum und Zeit für eigene Lösungsideen gegeben werden. Wenn SchülerInnen allerdings lieber alleine arbeiten wollten, war das natürlich möglich. Auch ich stand den lernschwächeren SchülerInnen (Gruppen) jederzeit zur Verfügung, was diese bei Bedarf auch gerne annahmen.

Anschließend stellten die SchülerInnen die verschiedenen Lösungswege im gemeinsamen Sitzkreis vor. Es erfolgte die Versprachlichung und manchmal auch eine Diskussion in der ich versuchte nur gesprächslenkend zu fungieren.



Lösungssuche in der Kleingruppe



Präsentation der Lösung vor der Klasse

Exemplarische Aufgabenbeispiele

Ich möchte nun exemplarisch einige Aufgabenbeispiele anführen, um unseren Projektverlauf besser illustrieren zu können.

Luftballons

Zum Bildungsstandard Arbeiten mit Operationen(IK2) setzte ich als erste Lernumgebung das „**Luftballonbeispiel**“ (siehe Anhang) ein.

Bei diesem Beispiel wurde die Kernidee „Rechenoperationen verknüpfen, dabei Vorrangregeln berücksichtigen und Zahlen zerlegen „ transportiert.

Ich wählte gerade dieses Beispiel, da es viable Lösungswege ermöglicht.

Die SchülerInnen erhielten den Arbeitsauftrag die Ziffern der Clowns so miteinander zu verknüpfen, dass sich die Zahlen in den Luftballons als Lösung ergeben. In der ersten Phase durften die SchülerInnen die Ziffern für eine Rechenoperation mehrmals verwenden, in der zweiten Einheit durfte jede Ziffer nur mehr einmal vorkommen, es mussten aber jeweils alle Ziffern verwendet werden, was natürlich zu wesentlich weniger Möglichkeiten führte und einen viel größeren Schwierigkeitsgrad darstellte. Hierbei ging es mir darum, dass die SchülerInnen Zahlen mannigfaltig verknüpfen lernen in Hinblick auf eine bestimmte Intention.

Handwritten solutions for the 'Luftballonbeispiel' task, showing a wide variety of complex arithmetic operations using the digits 1, 3, 5, 7:

$$\begin{aligned} 1 \cdot 7 &= 7 \\ 5 + 5 &= 10 \\ 3 \cdot 5 + 4 &= 20 \\ 6 \cdot 3 &= 18 \\ 3 + 3 + 1 + 1 + 1 - 1 &= 7 \\ 3 + 5 - 2 + 7 &= 12 \\ 1 + 56 - 7 - 7 + 5 + 3 + 1 &= 16 \\ 1 \cdot 1 + 1 + 7 + 7 + 7 + 3 + 3 + 5 + 1 &= 12 \\ 3 \cdot 5 - 3 \cdot 5 + 3 \cdot 5 - 3 \cdot 8 + 7 \cdot 5 + 1 - 1 + 1 + 1 + 1 &= 100 \\ 3 \cdot 5 \cdot 1 + 1 &= 16 \\ 3 \cdot 3 + 2 + 2 &= 11 \\ 3 \cdot 3 + 1 + 8 &= 15 \\ 3 \cdot 7 - 1 &= 20 \\ 7 + 2 + 6 - 7 &= 16 \\ 7 + 2 + 6 &= 16 \\ 7 + 5 + 7 &= 19 \\ 7 \cdot 1 &= 7 \end{aligned}$$

Lösung guter Rechner

Handwritten solutions for the 'Luftballonbeispiel' task, showing a limited set of simple arithmetic operations using the digits 3, 5, 7:

$$\begin{aligned} 3 \cdot 5 &= 15 \\ 3 \cdot 3 &= 9 \\ 3 + 3 + 1 &= 7 \\ 5 + 5 + 7 &= 17 \\ 5 \cdot 5 - 5 &= 20 \\ 3 \cdot 3 + 3 &= 12 \\ 3 \cdot 3 + 3 \cdot 3 - 1 - 1 &= 16 \\ \hline 1 \cdot 7 + 3 &= 10 \\ 7 \cdot 1 &= 7 \\ 5 \cdot 3 &= 15 \end{aligned}$$

Lösung schwacher Rechner

Dabei ergab sich eine große Bandbreite von Lösungen und es war klar zu erkennen, dass gute Rechner alle Grundrechnungsarten mannigfaltig einbauten und viele Lösungswege fanden und schwache Rechner die Division nicht verwendeten und die Rechnungen nicht so komplex aufgebaut waren. Zwischen Lösungsstrategien der Buben und Mädchen konnte ich geschlechterspezifisch keinen Unterschied erkennen.

Beispiele zu den allgemeinen mathematischen Kompetenzen der Bildungsstandards

Ad AK 1 Modellieren, AK 3 Kommunizieren

Die nächsten Lernumgebungen wählte ich in Hinblick auf die mathematisch spezifische Lese- und Sprachkompetenz aus.

Hirten und Kapitänsaufgaben

Das sind Sachaufgaben, die auf Grund fehlender Informationen nicht zu berechnen sind.

Mit dem Einsatz solcher Aufgaben wollte ich eine kritische Auseinandersetzung der SchülerInnen mit Sachtexten erreichen und dabei erkennen, inwieweit SchülerInnen nur bestrebt sind, Zahlen ohne Sinnhaftigkeit miteinander in Verbindung zu bringen um „Problemlösungen“ zu erzielen .

Dazu folgendes Beispiel: Im Autobus sitzen 26 Männer und 9 Frauen...
Wie alt ist der Fahrer?

Es war auffallend, dass Mädchen eher geneigt waren dieses Beispiel zu berechnen, als Buben.

Diese Sachaufgabe durfte von der Textauffassung her keine Schwierigkeit darstellen, da sie für die SchülerInnen nur bekannte Begriffe enthielt. Trotzdem berechneten 4 SchülerInnen das Alter des Fahrers, 3 davon waren Mädchen. Sie verknüpften also die Zahlen, weil sie das bei Sachrechnungen immer so gemacht hatten. Bei der Nachfrage meinerseits, ob man mit Hilfe einer Anzahl von Männern und Frauen das Alter des Fahrers berechnen könnte, sprachen sie sich ganz klar dagegen aus. Den 7 Mädchen meiner Klasse bereitete es anfangs allgemein mehr Schwierigkeiten selbständiges Problemlösen zu praktizieren als den 9 Buben. Mittlerweile konnte ich feststellen, dass nur mehr 2 Schülerinnen große Unsicherheiten zeigen.

Der Arbeitsauftrag lautete aber auch, dass sie es begründen mussten, wenn sie dieses Beispiel nicht lösen konnten.

Einige Auszüge aus den Antworten der Kinder: „So alt wie er halt ist.“ „Das kann ich so nicht wissen.“ „Kann ich nicht berechnen.“ ...

In der nächsten Forschereinheit erhielten die SchülerInnen den Arbeitsauftrag, unlösbare Aufgaben zu erkennen und nur berechenbare Aufgaben zu markieren.

Beispiel: Frau Leeb fährt mit dem Bus in die Stadt. Sie braucht dazu 10 min.
In ihrer Geldtasche hat sie noch 26 Euro und 34 Cent.

In der anschließenden Diskussionsrunde begründeten die SchülerInnen ihre Auswahl.

Sehr ruhige und zurückhaltende SchülerInnen versuchte ich hier bewusst aufzumuntern sich an dem Gespräch zu beteiligen. Fragen wie:“ Erzähle mir was du herausgefunden hast?““ Warum glaubst du, dass man diese Aufgabe nicht lösen kann?“, konnten dazu hilfreich sein, auch ganz „ruhige“ aus der Reserve zu locken.

Als nächsten Schritt durften die Kinder Fragen zu den berechenbaren Texten finden. Auch bei diesen Beispielen mussten die Kinder nichts ausrechnen. Das war für die SchülerInnen, die ja den traditionellen Mathematikunterricht gewohnt waren, etwas Neues und somit eine ungewohnte Herausforderung.

Ad AK 2 Operieren und Darstellen, AK 4 Probleme stellen und lösen

Finden und Verfassen von Sachaufgaben- eine kreative Forscherstunde

Um die Weihnachtszeit erfüllten sich die SchülerInnen mit Hilfe von Werbeprospekten „**Weihnachtswünsche**“. Sie schnitten dazu für sie attraktive Gegenstände aus, klebten diese auf ein Blatt Papier und erfanden dazu Sachtexte mit Rechenaufträgen. Auf der Rückseite hielten sie ihren Lösungsweg fest. Das erledigte jedes Kind in Einzelarbeit. Viele gameboys, playstations und handys fanden auf diesen Zetteln einen neuen Platz. Es war auffallend, dass Buben vorwiegend technische Geräte ausschnitten, und Mädchen auch Lebensmittel und Kleidung für ihre Aufgabe verwendeten.

Diese Aufgabenzettel wurden von mir eingesammelt und gemeinsam mit dem „Erfinder“ besprochen und nötigenfalls korrigiert. Manche Kinder legten ihre Aufgaben so komplex an, dass sie beim Lösen selbst überfordert waren. Hier war dann ein zweiter Versuch notwendig.

Die so gewonnene Aufgabensammlung mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad wurde der Klasse zur freien Auswahl zur Verfügung gestellt.

Nun sollten möglichst viele Beispiele aus dieser Sammlung allein oder in Gruppen gelöst und vom jeweiligen Autor kontrolliert werden.

Im Laufe der Forscherstunden ergab es sich, dass ein Schüler lieber alleine arbeitete und ein weiterer Bub sich meist einer Mädchengruppe anschloss, da er zu dieser Zeit auch neben einem Mädchen saß.

Den Kindern war es dabei sehr wichtig, dass ihre eigene Aufgabe besonders begehrt war.



In Folge durften die SchülerInnen noch des öfteren Sachaufgaben zu Illustrationen finden.

Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz – Sachaufgaben mit Textfülle

Bei der Suche nach Sachtexten, die für Kinder interessant sein könnten, fielen mir die **Mathe-Krimis**⁶ vom Oldenburgverlag in die Hände. Hierbei handelte es sich um spannende Geschichten zu unterschiedlichen, voneinander unabhängigen, Themenbereichen, in die arithmetische Aufgaben eingebettet waren, die zur Lösung des Falles führten.

Mit diesen „Krimis“ ließen sich sowohl die Lesekompetenz fördern, als auch Rechenfertigkeit und -fähigkeit üben. Als weiterer Vorteil erwies sich, dass jede Geschichte in zwei unterschiedlichen Textschwierigkeitsgraden vorlag.

Da wir zu dieser Zeit in der Lesererziehung gerade eine Leseregatta durchs Piratenland durchführten, segelten wir in unserer Forscherstunde mit Sven Säbelwetzter durchs „Meer der tausend Gefahren.“ Hierbei erhielten sie auch den Auftrag, den Segelkurs in die abgebildete Karte einzutragen, was innerhalb der Gruppen zu heißen Diskussionen führte.

Beispiel im Anhang

Bei diesem Beispiel gelang es allen Gruppen die Schlaraffeninsel zu finden! Die Segelrouten fielen allerdings unterschiedlich aus.

Entsprochen wurde mit dieser Aufgabe den Bildungsstandards AK1-4, und IK2.

Aufgaben zu den allgemeinen und inhaltlichen mathematischen Kompetenzen der Bildungsstandards

Freude an Mathematik mit Knobelaufgaben

Knobelaufgaben sind für Kinder spannend und decken viele mathematische Kompetenzen ab, deshalb setzte ich sie des Öfteren im Unterricht ein.

Im Anschluss an eine Sachunterrichtsstunde, in der wir uns mit dem Biber beschäftigten, machte ich sie in der Forscherstunde mit den **Knobelaufgaben der Familie Biber** (Mama Frieda, Papa Ernst, Kinder Amelie und Florian, Onkel Beppi und Kusine Franziska) vertraut.

Das ist eine Aufgabensammlung in Form von Karten, die so aufgebaut ist, dass sie einen breiten Themenbereich abdeckt. Die Illustrationen sind sehr kindgerecht.⁷

Von Aufgaben zur Geometrie über logische Denkaufgaben bis hin zu Sachrechnungen und Zahlenspielen kann man hier alles finden.

Bei logischen Denkaufgaben machte ich die Erfahrung, dass im Allgemeinen Buben unkomplizierter und selbstsicherer an die Lösung herangehen, als die meisten Mädchen, aber es gibt innerhalb der Geschlechtergruppe auch große Streuungen.

Zu jeder Aufgabenkarte gibt es auch eine Lösungskarte, die autonomes Lernen gewährleistet.

In der Knobelstunde wählte jede Gruppe eine Karte aus und diskutierte die Lösung. Nach der Einigung zeigten sie mir ihr Ergebnis und wir verglichen es gemeinsam mit der Lösungskarte.

Falsche Ergebnisse sollten dazu führen, dass die SchülerInnen ihre Lösungsstrategie nochmals überdachten und korrigierten. (Fehlerkultur)

Fanden sie keine zielführende Strategie, versuchte ich sie mit gezielten Fragen dorthin zu führen. Das erforderte oft eine große Selbstbeherrschung von mir, nicht gleich den richtigen Weg zu erklären.

Jede Gruppe erledigte so viele Aufgaben, wie es ihnen eben zeitlich in der Einheit möglich war.

⁷ Ann-Katrin Heger; Pocket Quiz Junior; Logisches Denken; 50 Aufgaben und Lösungen für Kinder ab 8 Jahren; Moses-Verlag

Grundrechnungsarten verschriftlichen

Zur Festigung der Division und zur Reflexion der dazu benötigten Schritte forderte ich die SchülerInnen auf alles, was sie über die schriftliche Division wissen, aufzuschreiben.

Da das für sie in der Form wenig Sinn machen würde, bat ich sie, sie mögen das für mich tun, da ich aus unerfindlichen Gründen den Vorgang des Dividierens vergessen hätte. So kamen sie mir bereitwillig zur Hilfe. Die Beispiele zeigten, wie ernst sie ihren Auftrag nahmen.

Ein Schüler war nicht in der Lage, auch nur einen Satz dazu zu formulieren. Hier übernahm ich die Rolle der Schreiberin und ließ mir sein Wissen darüber diktieren.

Alle anderen konnten es mehr oder weniger genau erklären, schrieben aber mindestens 6 Sätze darüber. Hier wurde die Vielfalt des Denkens der Kinder offenbart. Falsches wurde nicht berichtet.

Das weis ich über die schriftliche Division

schätzung

40

① $137:345$ *leser*

17 *Rechnung* $45 \cdot 3$

2R *Rechnung* 135

$\frac{2}{2}$

137

erklärung

② Man muss rechnen auf schreiben wie bei der Nummer *Rechnung* zuerst die *Rechnung* dann einfach ausrechnen. Bei der Probe den rest dazu rechnen.

③ Bei 137 bei der Probe 2 rest weg rechnen dann die 2 rest wieder dazu rechnen *später*

③ Du musst es versuchen und die Rechnung lösen.

Du musst dich anstrengen. Es ist ganz einfach wenn du es kannst. Einfach wie bei der Nummer ① Ich hoffe du lernst es schnell wieder. Es ist anstrengend die Rechnen bei zu bringen.

Danke dass du dich so bemüht hast!

Svenja

Das entspricht wiederum dem Bildungsstandard AK3: Kommunizieren

3.3 In der Hauptschule

In den beiden Hauptschulen wurde das Projekt in den 1. Klassen (5. Schulstufe) mit 100 SchülerInnen durchgeführt. Nach der im November erfolgten Einstufung zeigte sich folgende Zuordnung der Knaben (K) und Mädchen (M) zu den drei Leistungsgruppen:

HS I	15 K / 11 M	9 K / 8 M	3 K / 4 M
HS II	9 K / 11 M	8 K / 12 M	5 K / 5 M
Gesamt	24 K / 22 M	17 K / 20 M	8 K / 9 M

Ebenso wie in der Volksschule wurde für alle SchülerInnen ein Forscherheft angekauft, das während des Schuljahres in der Schule aufbewahrt wird. Das Ausmaß der Unterrichtsstunden, die auch von uns als „Forscherstunden“ bezeichnet werden, bewegte sich je nach Leistungsgruppe zwischen 10% bis 15% der Unterrichtseinheiten.

Die Auswahl geeigneter Aufgabenstellungen, die den Projektzielen gerecht werden, erwies sich oftmals als schwierig. Doch mittlerweile konnten wir einen Aufgabenpool ansammeln. Neben entsprechender Literatur waren auch die mehrmaligen Nahtstellentreffen mit den KollegInnen der teilnehmenden Schulen sehr hilfreich.

In den folgenden Beschreibungen der Aktivitäten beschränke ich mich auf die Arbeit in meiner 3. Leistungsgruppe. Sie setzt sich aus 10 SchülerInnen (5 Knaben, 5 Mädchen) zusammen.

Exemplarische Aufgabenbeispiele

Als Einstieg in die Projektarbeit mit meiner Gruppe wählte ich das folgende Beispiel aus.

In Bezug auf die Bildungsstandards entspricht dieses Beispiel dem Bildungsstandard AK 1 (Allgemeine mathematische Kompetenz: Modellieren) und IK 1 (Inhaltliche mathematische Kompetenz: Arbeiten mit Zahlen) bzw. IK 2 (Arbeiten mit Operationen).

Beispiel: „Für Naschkatzen“ (Arbeitsvorlage siehe Anhang)
Peter hat zum Geburtstag von seiner Tante 10€ geschenkt bekommen. Er überlegt, was er sich alles kaufen kann. Hilf ihm und mache Peter mehrere Vorschläge.

Ein kurzer, leicht verständlicher Text und eine Grafik, die ich einem Prospekt entnahm, sollte die SchülerInnen dazu ermuntern, mehrere Lösungen zu suchen und auf dem Rechenblatt zu verschriftlichen. Als Interaktionsform wählte ich zuerst Alleinarbeit, nach 10 Minuten durften sich alle einen Partner/eine Partnerin suchen und mit ihm die gefundenen Lösungen besprechen. Anschließend mussten sich die jeweiligen Partner auf eine Lösungsmöglichkeit einigen und diese der gesamten Gruppe vorstellen. Die Kommaschreibweise für Geldbeträge war den SchülerInnen zwar schon aus der Volksschule bekannt, trotzdem zogen es die meisten SchülerInnen vor, alle Beträge in Cent umzuwandeln.

Im Plenum der Gruppe stellte ich den SchülerInnen abschließend die Frage: „Was könnte man aus den errechneten Ergebnissen noch berechnen?“ Eine Schülerin schlug vor: „Wir können ausrechnen, wie viel Geld man zurück bekommt.“

Banknoten 3,99	3,99	
Banknoten 2,99	2,99	
Banknoten 1,99	1,99	
Banknoten 1,99	1,99	
	<u>9,96</u>	Wahrscheinlich
<hr/>		
Halbes Goldstück 5,99	5,99	
Schwarzes Goldstück 1,99	1,99	
Schwarzes Goldstück 1,99	1,99	
	<u>8,97</u>	R: 2,72

Förderung der mathematikspezifischen Lesekompetenz – überladene Textaufgaben

Bei Textaufgaben haben die SchülerInnen oft Probleme, die für die Lösung des Rechenproblems relevanten Textpassagen bzw. Angaben aus dem Text herauszufiltern. Zur Schulung dieser mathematikspezifischen Lesekompetenz stellten wir folgende Aufgabenstellung zusammen.

Beispiel: „Weltspartag“ (Arbeitsvorlage siehe Anhang)

Die SchülerInnen erhielten den Auftrag, die Arbeitsanweisungen genau durchzulesen und für die Bearbeitung den Text in einzelne Sätze zu zerschneiden. Danach sollten die Textzeilen, die für die Problemlösung notwendig waren, herausgesucht und in der richtigen Reihenfolge geordnet werden. Nach einer Kontrolle durch einen Mitschüler / eine Mitschülerin durften die Textstreifen in das Forscherheft eingeklebt werden. Danach wurde die Berechnung durchgeführt und das Ergebnis war in einem Satz zu verschriftlichen.

Ilse hat 185 € gespart.

Karin hat um 43 € mehr gespart als Ilse.

Peter hat um 35 € weniger als Karin.

Wer hat man wenigsten gespart?

Karin: 228 €
 Ilse: 185 €
 Peter: 193 €

KK: 185 €	PK: 228 €
+ 43 €	- 35 €
228 €	193 €

∴ Ilse hat am wenigsten gespart.
 nicht benötigte Sätze:

Ilse, Peter und Karin vergleichen ihre Ersparnisse.
 Jeder hat sein Sparschwein mitgebracht.
 Sie treffen sich um 15.00 in der Bank.

Am 31. Oktober ist Weltspartag.

Die Freunde Ilse, Peter und Karin gehen gemeinsam zur Sparkasse.

Diese Form der Aufgabenstellung konnte von allen Schülern der Gruppe richtig gelöst werden. Von einem Schüler kam der Vorschlag, auch die nicht benötigten Textzeilen im Anschluss an die Lösung ins Heft zu kleben.

Verfassen von Textaufgaben

Nach der Erarbeitung der Längenmaße in Dezimalschreibweise setzte ich die folgende, umfangreiche Textaufgabe ein.⁸

Beispiel: „Der Elefant“ (Text- und Arbeitsvorlage siehe Anhang)

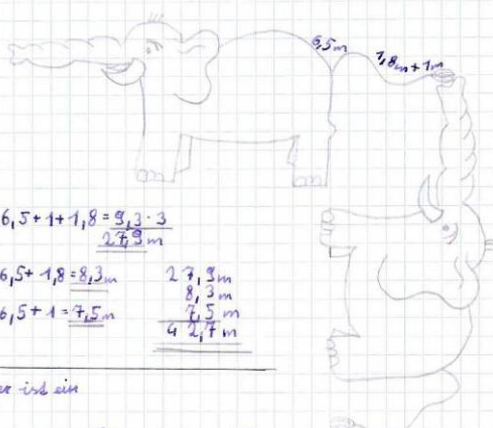
Zuerst mussten die SchülerInnen den gesamten Informationstext leise durchlesen. Danach wurde im Plenum der Gruppe – bei verdecktem Informationstext – der Inhalt desselben von den SchülerInnen in einem kurzen Brainstorming wiedergegeben. Danach erhielten die SchülerInnen ein Arbeitsblatt mit mehreren Arbeitsaufträgen. Zur Durchführung der Aufträge durften die SchülerInnen auch den Vorraum zu den Klassen nützen, weil sich die Einrichtung in der Klasse beim Messen als hinderlich erwies.

Danach sollten die SchülerInnen in Partnerarbeit aus dem Informationstext selbständig weitere Aufgabenstellungen formulieren und den anderen Gruppen stellen. Unter Mithilfe des Lehrers gelang es, folgende Problemstellungen zu erarbeiten:

⁸ Michele Jackson; Sachrechnen: So geht's; 2001; Verlag an der Ruhr

⁹ (Dieses Beispiel entspricht dem Bildungsstandard AK 1 (Modellieren) und AK2 (Operieren und Darstellen) sowie IK 1 (Arbeiten mit Zahlen) und IK 2 (Arbeiten mit Operationen).)

1. Wie lange ist eine Kette aus 5 Elefanten, die den vorderen Elefant mit ausgedrecktem Rüssel und am ausgerückten Schwanz ferkhalten?



$6,5 + 1 + 1,8 = 9,3 \cdot 3$
 $\underline{\underline{27,9\text{ m}}}$

$6,5 + 1,8 = 8,3\text{ m}$
 $27,9\text{ m}$
 $8,3\text{ m}$
 $6,5 + 1 = 7,5\text{ m}$
 $7,5\text{ m}$
 $\underline{\underline{42,7\text{ m}}}$

2. Wie schwer ist ein Achse?

$7000 : 10 = \underline{\underline{700}}$
 00
 00
 00

3. Wie viel kg Nahrung nimmt ein Elefant zu sich?
(1 l Wasser = 1 kg)

200 kg Wasser
 100 l (= kg) Wasser
 300 kg Nahrung

Diese Aufgabenstellung beinhaltete viel Motivation, weil die SchülerInnen dabei ihre Fertigkeit beim Umgang mit dem Maßband zeigen konnten und – wie obiges Beispiel zeigt – dabei auch die künstlerische Kompetenz zum Ausdruck kam.

Versprachlichung des mathematischen Problems Flächenberechnung

Bei der Erarbeitung der Flächenmaße und des Begriffes Fläche zeigte sich, dass die SchülerInnen kaum eine Vorstellung von der Größe einer bestimmten Fläche haben. Zur besseren Veranschaulichung und zur Verbesserung der Zuordnung bestimmter Flächen zu einem bestimmten Flächenmaß sollten die SchülerInnen Sätze der folgenden Art formulieren: „Ein Fingernagel ist ungefähr so groß wie....“. Auf diese Art und Weise wurden Größen bis zu einem Quadratmeter erarbeitet. Damit sich die SchülerInnen auch größere Flächenmaße vorstellen können, erhielten sie den Auftrag, aus Zeitungspapier Quadrate mit einem Meter Seitenlänge herzustellen. Die Quadrate wurden auf dem Sportplatz der Schule so aufgelegt, dass die Umrisse der Fläche 1 Ar erkennbar waren.

10 Diese Aufgabenstellung spricht die Bildungsstandards AK 1 (Modellieren), AK 2 (Operieren und Darstellen), AK 3 (Kommunizieren) und Ak 4 (Probleme stellen und lösen) an sowie die inhaltlichen Kompetenzen IK 2 (Arbeiten mit Operationen) und IK 3 (Arbeiten mit Größen)



Alle SchülerInnen der beiden ersten Klassen fanden Platz auf einem Ar. Besonders lustig war der Wettbewerb, wie viele SchülerInnen zugleich auf einem Quadratmeter stehend Platz finden. Die Mädchen stellten den Rekord mit 19.

Für die Erarbeitung der Flächenberechnung zusammengesetzter Figuren wählte ich in meiner Gruppe die folgenden Aufgabenstellungen:¹¹

Die SchülerInnen sollten zuerst auf einer Zeichnung die Größe von zwei Klassenräumen vergleichen, ohne ein Lineal oder Maßband zu verwenden.¹² (Siehe Arbeitsblatt Anhang). Auf Grund der eingezeichneten Rasterung konnten die Flächen einfach durch Abzählen der Quadrate verglichen werden. Eine Schülerin kam sogar auf die Idee, nur je eine Reihe abzuzählen und die beiden erhaltenen Zahlen miteinander zu multiplizieren. Im weiteren Verlauf dieser Unterrichtsstunde sollten die SchülerInnen zusammengesetzte Flächen, deren Umrisse ich im Vorraum mit Isolierband aufgeklebt hatte, vergleichen und berechnen. Die Mädchengruppe agierte beim Messen mit besonderer Sorgfalt.



Für den Vergleich durften die SchülerInnen vorerst kein Maßband oder Lineal verwenden. Sie kamen rasch auf die Idee, die Fliesen der umklebten Flächen zu zählen. Schließlich wurden Maßbänder ausgegeben und die benötigten Längen ermittelt.

¹¹ Diese Aufgabe erfüllt die Anforderungen der Bildungsstandards AK 3 – Kommunizieren und IK 4 - Arbeiten mit Ebenen und Raum.

¹² aus Bildungsstandards für Mathematik, Version 2.2 mit Aufgabenbeispielen

In den Forscherheften wurden eifrig die Teilflächen berechnet und zusammengezählt. In der Klasse wurden dann die Ergebnisse besprochen und wir versuchten, die Arbeitsweise in eine verständliche mathematische Sprache zu bringen. Leider musste ich bei dieser Arbeit feststellen, dass die SchülerInnen eine gewisse Abneigung gegen das Verschriftlichen beibehalten haben. Im Folgenden die Arbeit einer Schülerin.

Aufgabenbeispiele:

1. Aufgabe: Welches Klassenzimmer hat den größeren Flächeninhalt?

Ergebnis:
2a: 700m² 2a ist größer

Schreib auf, wie du zu deinem Ergebnis gekommen bist.

Ich habe ein Rechteck gezeichnet
und dann, wie gezeichnet

Berechne abgebildete Flächen!

$A_1 = a \cdot a$
 $A_1 = 45 \cdot 5 = 225$

$A_2 = b \cdot a$
 $A_2 = 50 \cdot 5 = 250$

$A = A_1 + A_2 = 225 + 250 = 475$

$A = a \cdot b$
 $A = 25 \cdot 25 = 625$

4 ERFAHRUNGEN UND ERKENNTNISSE

4.1 Forschungsinteresse und Hypothesen

In Hinblick auf die Erfahrungen mit der im vorigen Kapitel beschriebenen Unterrichtsarbeit beschäftigten uns für unser Forschungsinteresse noch folgende zwei wesentliche Fragen:

- 1) Mit welchen Aufgaben gelingt es uns, die SchülerInnen zum mathematischen Problemlösen zu motivieren?
- 2) Mit welcher Struktur können die SchülerInnen dabei bestmöglich unterstützt werden?

Hypothesen

Ad1: Beispiele wie Mathekrimis, Knobelaufgaben, Kapitänsaufgaben (=Hirtenaufgaben), Zahlenrätsel und Sachaufgaben mit Tieren sind geeignet, Schüler/innen verstärkt zu motivieren.

Ad2: Die Schüler/innen gelangen zum selbständigen Problemlösen durch:

- a) Schrittweises Hineinführen ins Problemlösen,
- b) Wechsel der Darstellungsform (Text in bildliche Darstellung übersetzen)
- c) Durch Strukturieren der Interaktionen (Einzelarbeit, Kleingruppe, Klassengespräch)

Um herauszufinden, ob sich unsere Hypothesen als richtig erweisen, setzten wir folgende Methoden der Datensammlung ein.

4.2 Methoden der Datensammlung

- Strategieplakate zur Veranschaulichung des Sachproblems
- Forscherhefte um die Entwicklung zu dokumentieren
- Fragebogen mit geschlossener Befragung zu den Forscherstunden
- Befragung zur Erhebung beliebter Aufgabenbeispiele
- Beobachtungen in der Freiarbeit (Mitarbeitsnotizen)
- Beobachtungen während der Forscherstunden (Forschertagebuch)

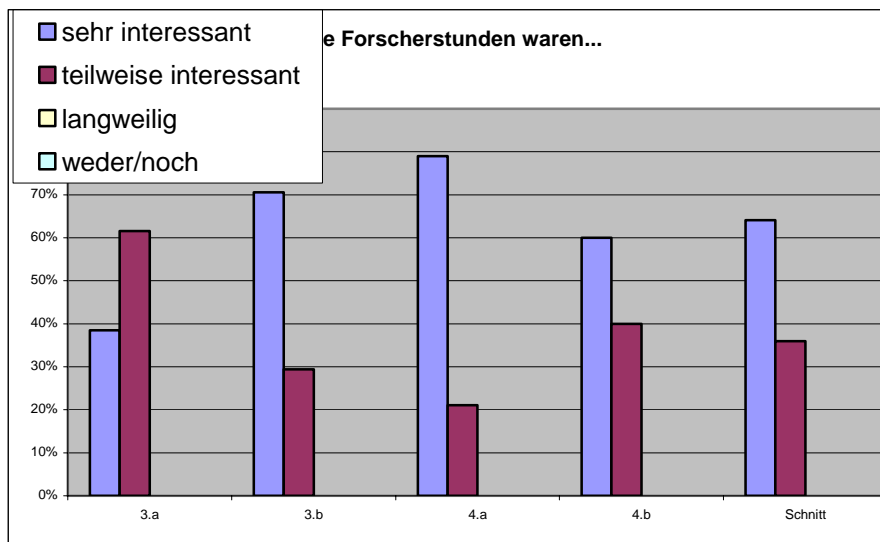
4.3 Analyse der Ergebnisse

4.3.1 Ad 1. Forschungsfrage

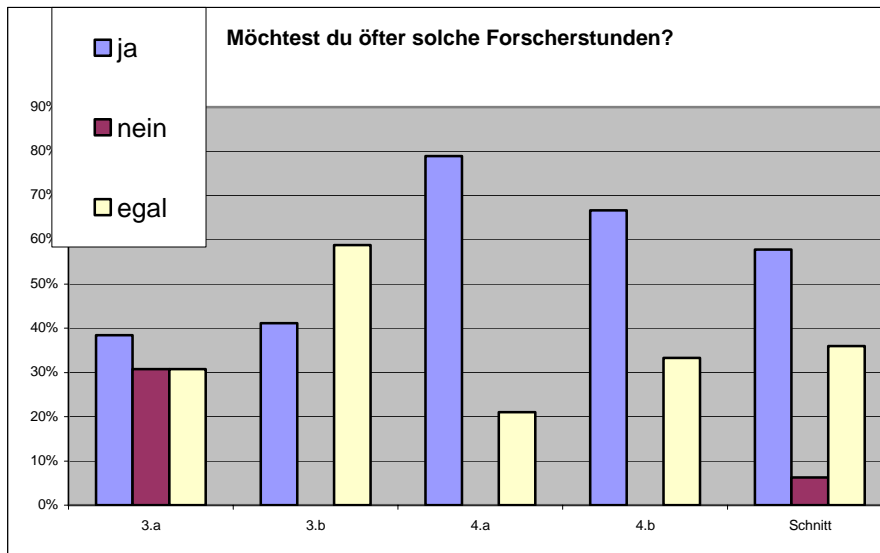
4.3.1.1 Volksschule

Aus dem Fragebogen lässt sich erkennen, dass das Interesse an den Forscherstunden groß war. 64% fanden die Stunden sehr interessant, der Rest teilweise interessant. Niemand gab an, die Einheiten seien langweilig gewesen. Auffällig ist das Ergebnis in der 3.a-Klasse. Dazu muss berichtet werden, dass in dieser Klasse die Forscherstunden bereits seit der 1. Klasse Bestand haben.

Fragestellung: „Die Forscherstunden waren sehr interessant, teilweise interessant, langweilig, weder/noch.“



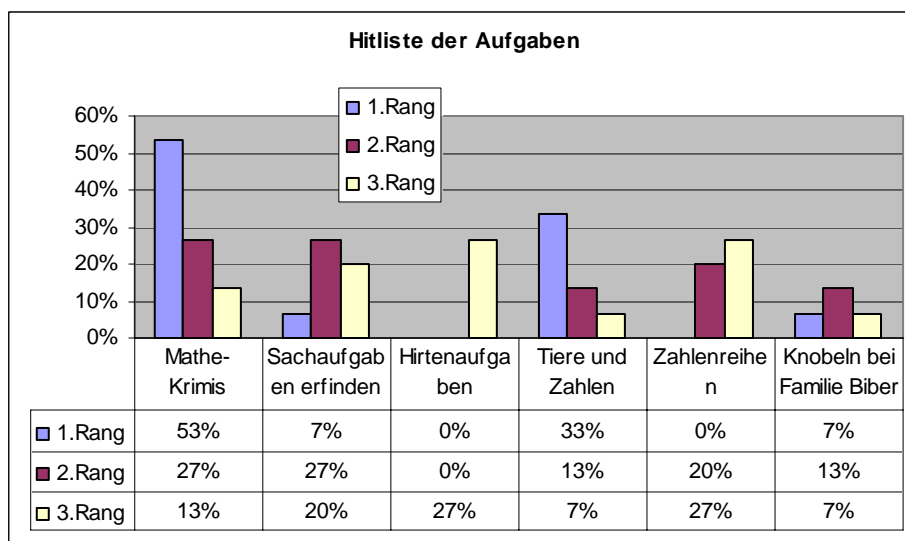
Mehr als die Hälfte der SchülerInnen antwortet auf die Fragestellung: „Möchtest du öfter solche Forscherstunden?“, dass sie auch weiterhin solche Forscherstunden befürworten. Nur in der 3.a-Klasse sprechen sich doch 30% gegen solche Stunden aus.



Fragestellung: „Möchtest du öfter solche Forscherstunden?“

Auf Grund einer Kurzbefragung der Schüler in der 3B-Klasse der VS, was den SchülerInnen an den Forscherstunden besonders gut gefallen hat, bekamen wir die Rückmeldung, dass von 16 SchülerInnen 5 SchülerInnen spannende Knobelaufgaben bevorzugen und 2 SchülerInnen alles gefallen hat. Nur zwei SchülerInnen lehnten Sachaufgaben ab und die übrigen gaben zu den Aufgabenbeispielen keine Meinung ab.

Volksschulkindern fällt es schwer, Aufgaben beim Namen zu nennen, deshalb war die obige Frage nicht ganz glücklich gewählt. Um genauere Informationen zu erhalten, erstellten die SchülerInnen noch zusätzlich eine Hitliste mit Aufgabenbeispielen aus ihren Forscherheften.

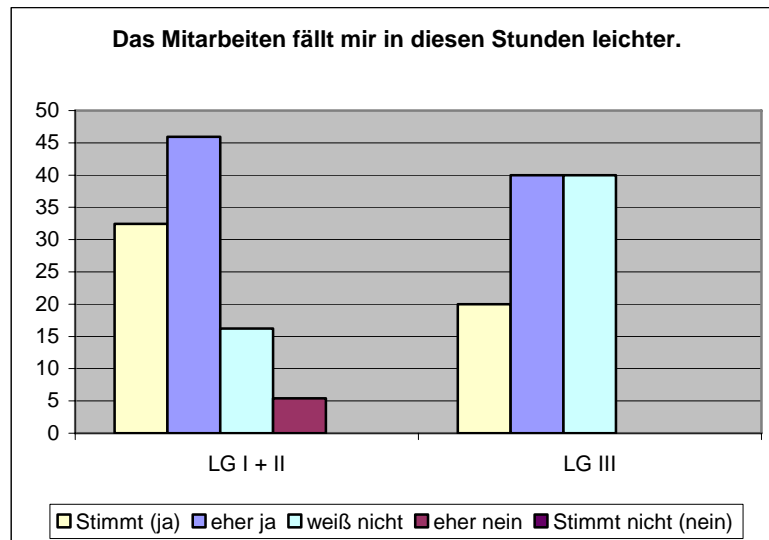


Wie man an der Grafik erkennen kann, ergab sich nun ein anderes Bild. Die Mathe-krimis waren vor selbst erfundenen Sachaufgaben eindeutig an der Spitze zu finden.

4.3.1.2 Hauptschule

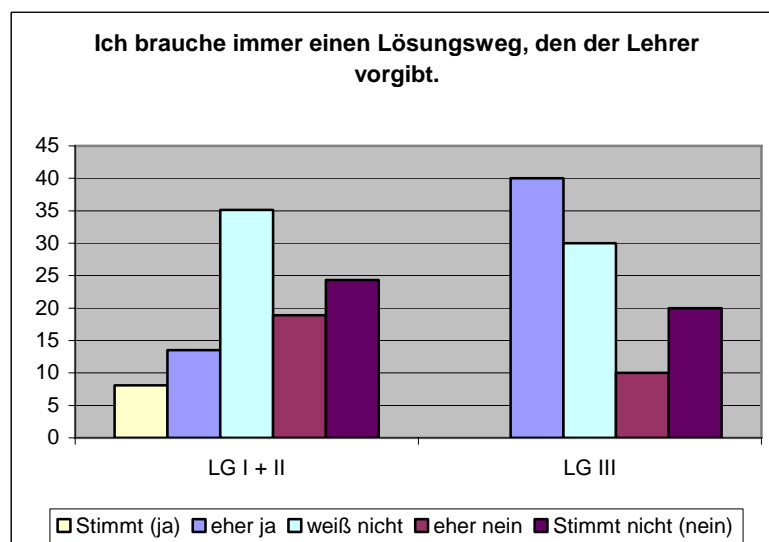
In den beiden Hauptschulen wurde an die SchülerInnen ein Fragebogen mit zehn unterschiedlichen Statements zu den Forscherstunden ausgegeben. (Fragebogen siehe Anhang). Die SchülerInnen konnten ihre Zustimmung zum jeweiligen Statement durch Ankreuzen einer von fünf Wahlmöglichkeiten geben.

Fragestellung: „Das Mitarbeiten fällt mir in diesen Stunden leichter.“



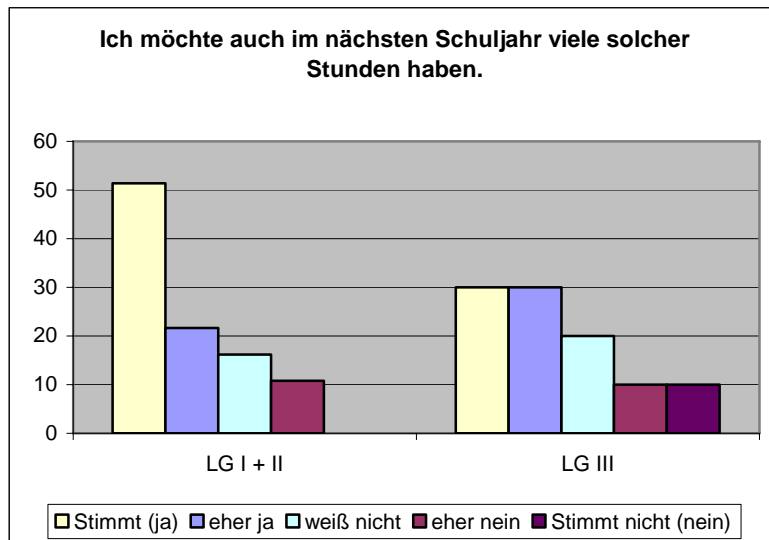
Die Zustimmung aller Schüler bezüglich dieser Fragestellung ist zu erkennen.

Fragestellung: „Ich brauche immer einen Lösungsweg, den der Lehrer vorgibt.“



Bei dieser Fragestellung fällt besonders das konträre Ergebnis der 3. Leistungsgruppe auf.

Fragestellung: „Ich möchte auch im nächsten Schuljahr viele solcher Stunden haben.“



Aus obiger Grafik ist eindeutig erkennbar, dass die Forscherstunden bei allen SchülerInnen sehr beliebt waren. In der 3. Leistungsgruppe ist auffällig, dass sich ein Schüler / eine Schülerin in diesen Stunden nicht wohl fühlt.

4.3.2 Ad 2. Forschungsfrage

Dokumentation der Entwicklung an Hand der Forscherhefte

Aus der Entwicklung im Forscherheft ist zu entnehmen, dass Kapitänsaufgaben schneller erkannt werden.

Schülerzitat: „Auf solche Aufgaben fallen wir nicht mehr herein!“

Da die Versprachlichung von Lösungsstrategien im Zentrum unseres Projektes stand, lässt sich auch hier ein Entwicklungsfortschritt deutlich erkennen. Im folgenden Auszug eine Schülerinnenarbeit, die im April entstanden ist und bereits eine sehr gute Versprachlichung zeigt.

Das weiß ich über die Schriftlichkeitsdimension

1. Die Rechnung aufschreiben.
2. Das Markieren bei der ersten Zahl machen aber immer wenn die Zahl durch die man dividiert größer ist als die erste Zahl bei der Rechnung.
3. Die Punkte machen, ob das oben ein dreistelliges oder ein zweistelliges Ergebnis wird.
4. Beginne zu rechnen, rechne wie oft die Zahl durch die du dividierst in die erste Zahl
Beispiel: $377 : 2 = 188 \dots$
5. Den Rest schreiben, $377 : 2 = 188 \dots$
6. Rechne weiter sich nach wie oft 2 in 77 geht
$$\begin{array}{r} 377 : 2 = 188 \dots \\ 17 \\ \hline 17 \\ \hline 17 \end{array}$$
7. weiter: sich nach wie oft 2 in 77 geht
$$\begin{array}{r} 377 : 2 = 188 \dots \\ 17 \\ \hline 17 \\ \hline 17 \end{array}$$
8. Stelle den Rest fertig

Anna

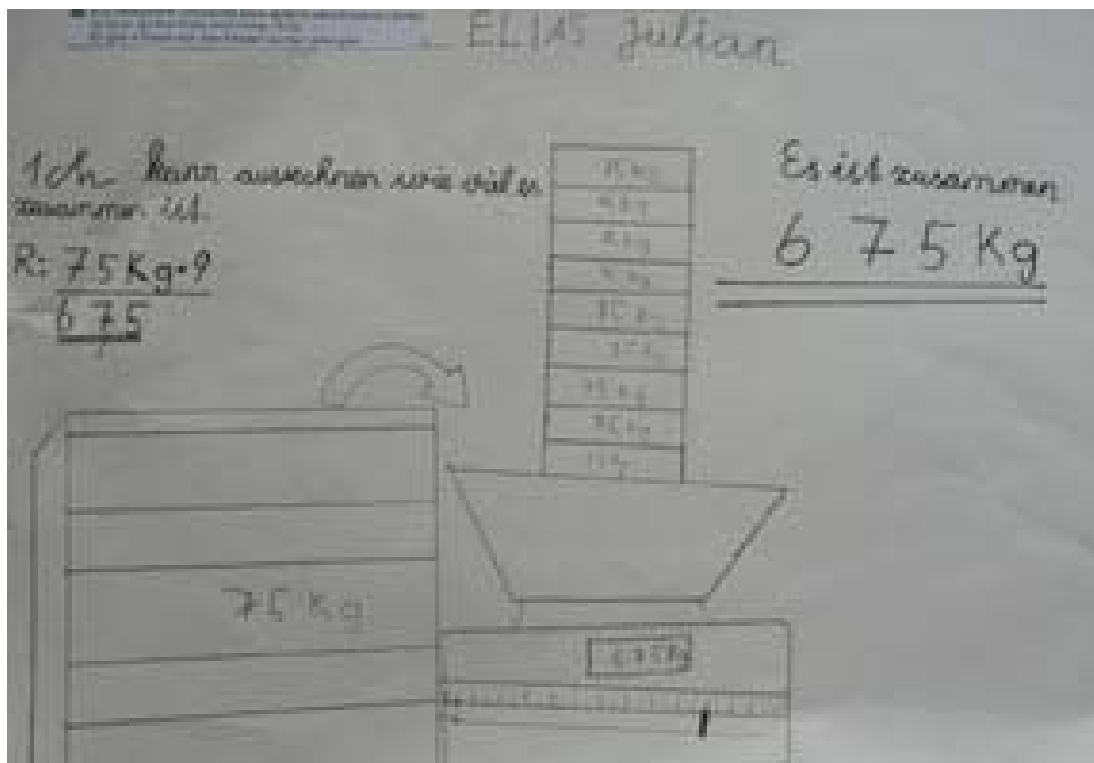
Das ist eine sehr gute Erklärung!

Durch schrittweises Hineinführen (Steigerung des Schwierigkeitsgrades und des Textumfangs) lässt sich auch eine Steigerung der eigenständigen Lösungskompetenz in den Forscherheften erkennen.

4.3.2.1 Strategieplakat

Dieses Strategieplakat macht die Denkweise **der SchülerInnen** sichtbar. Das Sachproblem wird für **LehrerInnen** und SchülerInnen veranschaulicht. Die Lehrerin kann Rückschlüsse auf das Textverständnis und die Rechenfähigkeit ziehen.

Haben die SchülerInnen alle Inhalte des Textes im richtigen Sinn verbildlicht? Welche Rechenoperationen haben sie zur Lösung gewählt? In diesem konkreten Fall stellten die Schüler die Rechnung additiv dar, aber lösten sie multiplikativ.



4.3.3 Beobachtungen in der Freiarbeit

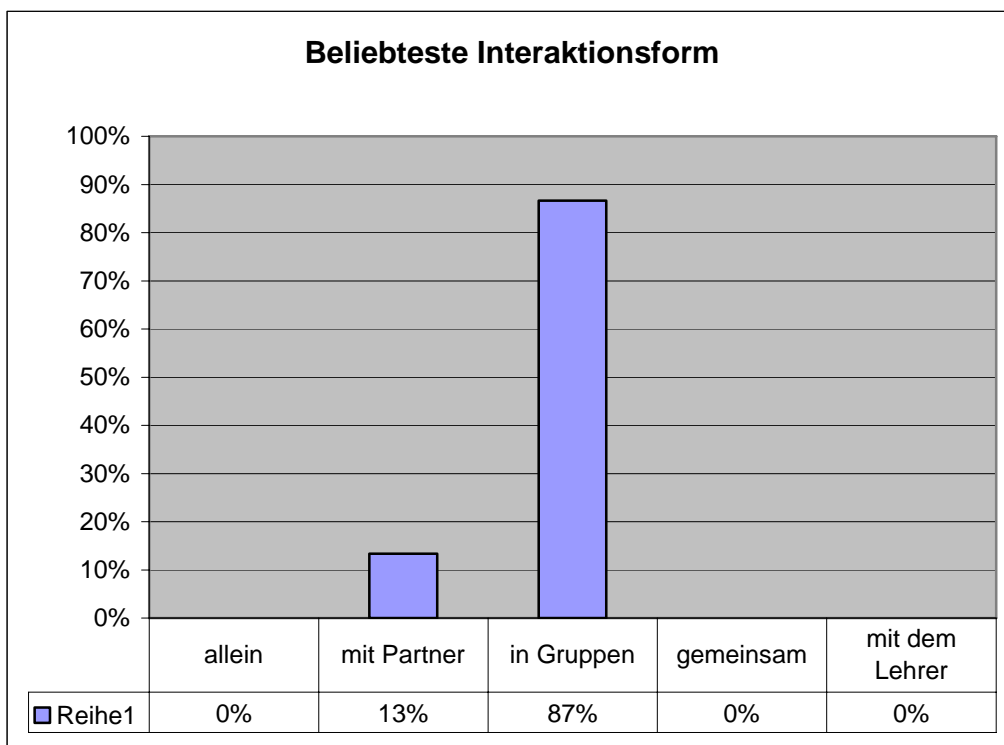
Die SchülerInnen wurden jeweils zu zweit in einer Freiarbeitseinheit aufgefordert, einen Sachtext laut vorzulesen und dem Lehrer/der Lehrerin dann den Inhalt mit eigenen Worten wiederzugeben.

In einer anderen Freiarbeitseinheit sollten sie den Text vorher leise lesen. Es ergab sich, dass das leise Lesen eines Sachtextes für die Sinnerfassung von Vorteil war.

4.3.4 Forschertagebuch

Aus unseren Notizen im Forschertagebuch geht hervor, dass sich die SchülerInnen in den Forscherstunden nicht so sehr unter Druck gesetzt fühlten. Leider wurde das von manchen Kindern auch zum „Blödeln“ ausgenutzt. Als Gegenmaßnahme veranlassten wir eine Änderung der Gruppenszusammensetzungen.

4.3.5 Geschlossene Befragung zu den beliebtesten Interaktionsformen



Die Gruppenarbeit wird von 87% bevorzugt.

4.4 Interpretation

Wir schließen aus den Evaluationsergebnissen, dass die von uns ausgewählten Beispiele meist gut der Motivation dienen. Damit fanden wir unsere erste Hypothese bestätigt.

Bei zu großer Häufigkeit der Forscherstunden wird ein Gewöhnungseffekt erzielt und somit kann das Interesse sinken, wie man es in der 3.a-Klasse der VS nachvollziehen kann.

Es erscheint uns doch möglich, dass SchülerInnen zu einer kritischen Auseinandersetzung mit Sachtexten gelangen, wenn man sie schrittweise hinführt. Das bestätigt wiederum unsere Hypothese 2.a.

Leises Lesen der Sachaufgaben ist dem Textverständnis dienlich.

Auch das Verbalisieren von Lösungsstrategien ist zum Teil eine Sache der Übung.

Aufgabenbeispiele mit entsprechender kindgerechter Illustration motivieren zusätzlich.

Die Umsetzung der Textaufgaben in bildliche Darstellungsformen (Strategieplakate) ist sehr zeitaufwendig und lenkt oft von der mathematischen Aufgabe ab. Damit wird die Hypothese 2.b für uns nur teilweise bestätigt.

Wir stellen fest, dass Schüler in der Gruppe weniger Scheu haben, ihren Lösungsweg vorzustellen. Außerdem gefällt ihnen, dass es dort auch ab und zu lustiger zugehen kann. Sie haben weiters mehr Zeit, müssen weniger rechnen, aber dafür mehr sprechen und Inhalte bildlich darstellen.

Für die SchülerInnen der 3. Leistungsgruppe der Hauptschule waren die Forscherstunden immer eine willkommene Abwechslung, weil in den unterschiedlichen Interaktionsformen nicht so sehr auf feste Regeln geachtet wurde. Mit viel Engagement arbeiteten sie, wenn sie aktiv etwas tun durften: Arbeit mit verschiedenen Materialien, Ausschneiden, Kleben, Bemalen macht den SchülerInnen großen Spaß. Dies bestätigt die Hypothese 2.c.

Alleine die Versprachlichung eines gestellten mathematischen Problems mit eigenen Worten war anfänglich mit großen Hemmungen behaftet. Durch die immer wieder notwendige Aufforderung, die richtigen mathematischen Begriffe zu verwenden, gelangten die Schüler allmählich zu einer einfachen mathematischen Ausdrucksweise. Die Geduld des Lehrers wurde dabei einer harten Prüfung unterzogen. Eine noch größere Hürde bedeutet das Verschriftlichen eines mathematischen Lösungsweges. Dies liegt sicher auch darin begründet, dass die SchülerInnen zum größten Teil auch im Gegenstand Deutsch in der 3. Leistungsgruppe sitzen und große Probleme haben, Sätze mit entsprechendem Satzbau zu formulieren.

5 AUSBLICK UND RESÜMEE

Auf Grund der Erfahrungswerte unserer Projektarbeit haben wir festgestellt, dass nachhaltiges Lernen stattfindet, wenn die SchülerInnen in einer Unterrichtseinheit ein Beispiel wirklich selbsttätig nachvollziehen und mit bereits Gelerntem vernetzen können. Es hat sich für uns klar ergeben, dass lernschwächere SchülerInnen unbedingt der persönlichen Unterstützung durch die LehrerIn bedürfen, um zu einer befriedigenden Problemlösung zu gelangen.

Das Verbalisieren der Lösungswege hat für die SchülerInnen den Vorteil, dass sie sich ihrer Strategien bewusst werden, eine Reflexion und somit eine Festigung stattfindet.

Der Einsatz der Forscherstunden hat zur Steigerung der Motivation in unserem Mathematikunterricht beigetragen; deshalb wollen wir diese Stunden auch weiterhin einbauen. So denken wir für das nächste Schuljahr an die Einführung eines mathematischen Vokabelheftes um zur Verbesserung des Verständnisses der mathematikspezifischen Sprache beizutragen. Bewährte Lernumgebungen werden gesammelt und den anderen KollegInnen an den Schulen zur Verfügung gestellt.

Zur Häufigkeit der Forscherstunden möchten wir festhalten, dass diese eine besondere Anstrengung für die SchülerInnen bedeuten und deshalb nicht zu oft eingesetzt werden sollten, auch um einer Übersättigung vorzubeugen. Für uns hat sich mindestens eine Forscherstunde pro Woche bewährt. Wir sind zur Überzeugung gelangt, dass ein methodisch didaktischer „Mischwald“ für alle Schüler die ergiebigste Unterrichtsform darstellt.

Auf Grund der guten Erfahrungen mit unseren schulübergreifenden Treffen, beschlossen die LehrerInnen der beiden Hauptschulen, im folgenden Schuljahr eine gemeinsame Besprechungsstunde einzuplanen. Auch der Kontakt zur Volksschule soll aufrecht erhalten bleiben, da es sehr hilfreich ist, wenn einerseits die VolksschullehrerInnen über die Anforderungen und Arbeitsweisen in der 1.Klasse Hauptschule besser Bescheid wissen und andererseits die HauptschullehrerInnen erfahren, auf welchem Stand sie die VolksschülerInnen am Ende der 4.Klasse abholen können.

Trotz mancher Schwierigkeiten und Pannen werden wir die Ideen des konstruktivistischen Mathematikunterrichts auch weiterhin in unseren Unterricht einfließen lassen.

6 LITERATUR

BALMAEKERS, Marijke, (2006). Denk fit – denk mit! Schaffhausen: Schubi Lernmedien AG.

BARTL, Almuth, (2006). 111 kleine, lustige Spiele für den Mathematikunterricht. Donauwörth: Auer Verlag GmbH.

GALLIN, Peter, RUF, Urs, (1998). Sprache und Mathematik in der Schule. Seelze: Kallmeyer`sche Verlagsbuchhandlung GmbH.

GALLIN, Peter, RUF, Urs, (1995). Ich mache das so!... Weinfelden: Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.

HEGER, Ann-Katrin, (2003). Junior Pocket Quiz – Logisches Denken. Kempen: Moses-Verlag.

JACKSON, Michele, (2001). Sachrechnen: So geht´s. Mülheim: Verlag an der Ruhr.

LEUDERS, Timo, (2001). Qualität im Mathematikunterricht. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG.

LORENZ, Jens Holger, (2004). Kinder entdecken die Mathematik. Braunschweig: Westermann Verlag.

MIRWALD, Elke, (2004). Die Welt mit mathematischen Augen sehen. Heinsberg: Dieck-Verlag.

PIRKLBAUER, Josef u. a., (2004). Mathematik entdecken 4. Linz: Veritas-Verlag.

RASCH, Renate, (2003). 42 Denk- und Sachaufgaben. Seelze: Kallmeyer`sche Verlagsbuchhandlung GmbH.

WEBERSBERGER, Annette, (2006). Mathekrimis. München, Düsseldorf, Stuttgart: Oldenburg Schulbuchverlag GmbH.

SCHERER, Petra, (2004). Mathematik für Kinder – Mathematik von Kindern. Hemsbach: Druckhaus Beltz.

WOLF, Wilhelm, (2003). Lehrplan der Volksschule. Wien: Holzhausen Druck & Medien GmbH.

WOLF, Wilhelm, (2004). Kommentar zum Lehrplan der Volksschule. Wien: ÖBV Pädagogischer Verlag GmbH.

Sonstige Quellen:

SCHWETZ, Herbert, Univ. Doz. Mag. Dr. (2007). Einführung in die konstruktivistisch orientierte Didaktik. Handout bei einer Lehrerfortbildung.

BUNDESMINISTERIUM für Bildung, Wissenschaft und Kultur (2006). Bildungsstandards für Mathematik 4. Schulstufe, Version 2.2 mit Aufgabenbeispielen. Wien