Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)
S3 „Themenorientierung im Unterricht“

ERPROBEN EINER NEUEN DIDAKTIK FÜR DIE EINFÜHRUNG DER PROPORTIONEN

ID 997

Anna Peer

Elisabeth Gortan, Rosina Haider, Christine Painer
Hauptschule Anger

Elisabeth Bauer, Waltraud Rosmarin
Volksschule Anger

Karl Gschaider
Volksschule Pacher

Anger, Juli 2008

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT

Kann es gelingen, mit einer anderen Aufgaben- und Lernkultur ein besseres Verständnis für die direkte und indirekte Proportionalität zu erzielen? Dieser Frage wollten wir in unserem Projekt nachgehen. Wir haben bei der Einführung der Proportionen auf eine Formalisierung verzichtet und stattdessen mit verschiedensten Lernumgebungen Kinder zum Denken und selbstständigen Lösen von Problemen angeregt. Positive Erfahrungen mit neuen Wegen im Mathematikunterricht haben wir schon im vergangenen Schuljahr in einem gemeinsamen Projekt zwischen Hauptschule und Volksschule gesammelt. Diese neuen Wege haben wir fortgesetzt mit einem Unterricht, in dem das aktive und kreative Lösen von Problemen und damit die Steigerung der Problemlösekompetenz im Vordergrund standen.

Schulstufe:	4. und 6.
Fächer:	Mathematik
Kontaktperson:	Anna Peer
Kontaktadresse:	8184 Anger, Baierdorf-Dorf 42
Schüler/innen:	98 Schülerinnen
	Hauptschule: 34 Knaben, 25 Mädchen
	Volksschule: 24 Knaben, 15 Mädchen

1 EINLEITUNG

In unserer sich stetig verändernden Welt ist es eine natürliche Haltung, sein Tun immer wieder kritisch zu überprüfen und danach zu fragen, wo man sich selbst auch ändern sollte. In diesem Sinne veraltet die Frage nach der Qualität des von uns „veranstalteten" Mathematikunterrichtes nie und ist Teil unseres professionellen Selbstverständnisses – oder kurz: Die stetige Bereitschaft zur Innovation gehört zum Lehrerberuf (Bruder, Leuders, Büchter 2008, S.7).

In diesem Sinne suchten die Mathematiklehrer/innen, die an diesem Projekt teilnahmen, nach neuen Wegen im Unterricht. Diese neuen Wege sollten das Fach für Kinder interessant und spannend machen, sie waren aber auch eine neue Motivation und Herausforderung für die Lehrer/innen. Mathematik sollte als etwas erlebt werden, das mit dem Leben zu tun hat, als Mittel, die Welt zu verstehen.

Wir blickten bereits auf ein Jahr Erfahrung mit erfreulichen Ergebnissen zurück und sind überzeugt, dass der konstruktivistische Zugang im Mathematikunterricht viele Fähigkeiten bei den Schüler/innen weckt und fördert.

2 RAHMENBEDINGUNGEN

2.1 Vorerfahrungen

Im Schuljahr 2006/07 haben wir am Schulstandort Anger in der Oststeiermark ein MNI-Projekt mit dem Titel „Konstruktivistisch orientierter standardbasierter Mathematikunterricht" durchgeführt.[1] Beteiligt waren die zwei dritten Klassen der Volksschule und die zwei ersten Klassen der Hauptschule Anger. Erstmals hat eine Volksschule in Zusammenarbeit mit einer Hauptschule an einem IMST-Projekt teilgenommen. Ziel war eine Veränderung der Lern- und Aufgabenkultur vor allem im Hinblick auf Textrechnungen. Frontalunterricht und instruktivistische Methoden sollten überwunden werden zugunsten von selbstständigem Überlegen und Handeln, Prüfen und Argumentieren. Das Erwerben von Kompetenzen, wie sie in den Bildungsstandards formuliert sind, sollte im Vordergrund stehen.

Ein weiteres Ziel war, der Sprache im Mathematikunterricht mehr Bedeutung zu geben. Kinder mussten über das, was sie tun reden, schreiben und reflektieren.

Untersucht wurde auch die Frage, ob es einen Unterschied macht, wenn Kinder in reinen Mädchen- bzw. Bubengruppen oder in gemischten Gruppen unterrichtet werden. Daher wurden die Schülerinnen und Schüler sowohl in der Volksschule als auch in der Hauptschule in reine Mädchen- und Bubengruppen und je eine gemischtgeschlechtliche Gruppe eingeteilt. Es hat sich gezeigt, dass die Mädchen den Unterricht in der monoedukativen Gruppe sehr geschätzt haben, in den Ergebnissen der Untersuchung waren aber keine signifikanten Unterschiede zu den anderen Gruppen sichtbar.

Die positiven Erfahrungen mit den neuen Wegen im Mathematikunterricht haben uns veranlasst, das Projekt in diesem Schuljahr mit den gleichen Klassen fortzusetzen. Die Einteilung der Kinder erfolgte in reine Mädchen- und Bubengruppen bzw. eine gemischtgeschlechtliche Gruppe. Als neues Projektmitglied ist die Volksschule Pacher dazugekommen, eine Kleinschule im oberen Feistritztal, mit 3 Schülern und Schülerinnen der 4. Schulstufe.

2.2 Unterstützung durch das Bezirksnetzwerk

Große Unterstützung erhielt das Projektteam durch ein fachdidaktisches Bezirksnetzwerk, das im Schulbezirk Weiz, Aufsichtsbereich I auf Initiative von Frau Bezirksschulinspektorin Juliane Müller schon im vergangenen Schuljahr entstanden ist. Auf regelmäßig stattfindenden Fortbildungsveranstaltungen erhielten alle interessierten Lehrerinnen und Lehrer aus dem Pflichtschulbereich fachdidaktische Anregungen und Inputs. Diese Treffen dienten aber auch der Reflexion und dem Erfahrungsaustausch, dem Kennenlernen von Lernumgebungen und Materialien.

Die Idee eines auf Lernumgebungen basierten, viabilitätsorientierten Unterrichts sollte auf diese Weise im ganzen Bezirk Verbreitung finden und die Unterrichtsentwicklung fördern.

---

[1] https://imst.uni-klu.ac.at/programme_prinzipien/fonds/projektberichte05-07/2006-07/s3/200607/anna_peer.html

2.3 Zusammenarbeit zwischen Volksschule und Hauptschule

Ein großes Anliegen bei diesem Projekt ist die Nahtstellenthematik. Gespräche zwischen den Lehrern und Lehrerinnen der Volksschule und Hauptschule sind sowohl in unserem Projekt als auch bei den Fortbildungsveranstaltungen ein wichtiges Thema. In einem solchen Nahtstellengespräch haben sich die Lehrer/innen der beiden Schultypen nach eingehender Diskussion auf einen Konsens bezüglich einiger allgemeiner und inhaltlicher mathematischer Kompetenzen, die ein Kind in der Volksschule – im Rahmen des Lehrplans – erwerben soll, festgelegt. Diese Vereinbarungen wurden schriftlich festgehalten und sind für die Schulen im Bezirk Weiz, Aufsichtsbereich I, verbindlich.

Für unsere Projektarbeit waren die Besprechungen des Lehrer/innenteams von großer Bedeutung. Einerseits dienten sie der Koordination und Kooperation und andererseits vertieften sie die Einblicke in die Arbeit der anderen Kollegen und Kolleginnen und erhöhten damit das gegenseitige Verständnis.

Heuer haben wir diese Zusammenarbeit auch auf die Ebene der Schüler/innen ausgedehnt und einen gemeinsamen „Stationentag“ geplant. Absicht war, dass Volksschulkinder und Hauptschulkinder gemeinsam an der Lösung von Aufgaben arbeiten und erkennen, dass „Groß und Klein“ kein Gegensatz ist, sondern sich gut ergänzen und unterstützen kann.

3 PROJEKTDURCHFÜHRUNG

3.1 Organisatorisches

Die Einteilung der 59 Kinder der 6. Schulstufe in vier Lerngruppen wurde auch heuer beibehalten: es gab in der Hauptschule zwei Knaben-, eine Mädchen- und eine gemischte Gruppe. Auf Grund dieser Zusammensetzung nach Geschlechtern war eine Einteilung nach Leistungsgruppen nicht möglich. Das bedeutet, dass in jeder Lerngruppe Kinder des ersten und zweiten Leistungsniveaus und in zwei Gruppen zusätzlich auch Kinder des dritten Leistungsniveaus waren.

Für die Kinder war die Projektstunde auch heuer wieder die „Forscherstunde". In der Hauptschule war das eine Doppelstunde Mathematik pro Woche, in der Volksschule war es im Projektzeitraum eine Einzelstunde, in der die Kinder der zwei Stammklassen in eine Mädchen- und eine Bubengruppe geteilt wurden.

Für dieses Projekt wurden in der 6. Schulstufe zusätzliche Stunden zugeteilt, sodass die 59 Schüler/innen der zwei Stammklassen im Mathematikunterricht in vier Gruppen geteilt werden konnten – in der Regel dürfen aus zwei Stammklassen nur drei Lerngruppen gemacht werden. Die kleineren Lerngruppen erleichterten die Individualisierung und Differenzierung, die auf Grund der leistungsheterogenen Schüler/innengruppen besonders notwendig war.

3.2 Projektverlauf

Der Projektzeitraum erstreckte sich auf die Monate Dezember bis Februar. In diesem Zeitraum wurden das Projektthema „Proportionen" aber auch andere Inhalte in allen Mathematikstunden konstruktivistisch orientiert unterrichtet. Schüler/innen sollten auf viablen Wegen eigenständig mathematische Problemaufgaben bewältigen und nach Lösungen suchen.

Die „Forscherstunden" an den Schulen ließen ausreichend Zeit zum Forschen, Probieren und selbstständigen Arbeiten mit Lernumgebungen. Die Schüler/innen sollten an Hand verschiedenster Aufgabenstellungen, vor allem über die Sprache, einen nicht formalisierten Zugang zu den Proportionen gewinnen.

Die Evaluation mittels eines Fragebogens wurde am 21. April durchgeführt.

3.3 Projektziele

Einführung von proportionalen und umgekehrt proportionalen Zuordnungen über Lernumgebungen, die individuelle Lösungswege ermöglichen

Unter Lernumgebungen versteht man *Lernmaterialien, Lernaufgaben und deren Gestaltung in einer Lernsituation, womit erwünschte Lernprozesse ausgelöst werden sollen* (Issing und Klimsa, 1995, S.558).

Lernumgebungen sollen Kinder zum Forschen und Lernen motivieren und den Umgang mit realen Problemstellungen und authentischen Situationen ermöglichen und/oder anregen. Durch starkes Interesse an der Lösung und der Sache selbst entstehen weniger Motivations- und Aufmerksamkeitsprobleme. Sie sollen „viabel" sein, also mehrere Lösungswege oder sogar Lösungen zulassen. Die Lösung soll nicht sofort sichtbar sein.
Lernumgebungen beinhalten auch eine natürliche innere Differenzierung:
- sie bieten Beispiele für langsamer lernende Kinder

- aber dank ihrer Reichhaltigkeit auch für schneller lernende und sogar für hochbegabte Kinder. [2]

Vermeiden einer frühzeitigen Formalisierung beim Lösen von Proportionen – Modelle bilden

Durch entsprechende Lernumgebungen und Aufgaben aus dem Erfahrungsbereich der Kinder sollte ein Verständnis für die direkte und indirekte Proportionalität geweckt werden. Die Schülerinnen und Schüler wurden nicht von vornherein mit einem Algorithmus vertraut gemacht, sondern mussten selbstständig Lösungswege finden. Wir strebten einen anwendungsbezogenen, schüler/innenorientierten Unterricht an, in dem nicht eine Fülle von gleichartigen Beispielen geübt, sondern an Problemen gearbeitet wurde.

Besondere Berücksichtigung der Sprache

Kinder sollen:

- Lösungen und Lösungswege erklären
- Aufgaben selbst verfassen
- dokumentieren und präsentieren

Es gibt beliebig viele Standorte, von denen aus man sich dem Fachwissen nähern kann. Aufgabe der Lehrperson ist es, den absoluten Standpunkt aufzugeben und individuelle Lernprozesse zu fördern. Dazu muss man aber in einen Dialog mit dem Kind treten. *Unterricht ist Gespräch zwischen Lehrern und Schülern und zwischen Menschen und Stoffen. Jeder äußert sich dabei in seiner eigenen Sprache; und alle Sprachen stehen gleichberechtigt nebeneinander: Die Sprachen der Lehrer neben den Sprachen der Schüler, fachsprachliche Höchstleistungen neben unbeholfenem Schülergekritzel* (Gallin und Ruf 1998, S.11).

Durch das Versprachlichen kann man sich in das Denken der Kinder hineinversetzen, ihnen „beim Denken zuschauen“, sie auf ihren Wegen (und Irrwegen) des Lernens begleiten und dort eingreifen, wo es notwendig ist (vgl.Gallin und Ruf 1998, S.11).

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, ihre Rechenwege zu erklären, Rechengeschichten zu verfassen und ihre Problemlösungsstrategien zu präsentieren.

Berücksichtigung des Genderaspektes durch die Führung von monoedukativen Schüler/innengruppen

Aus Medienberichten weiß man, dass Mädchen und Frauen in den naturwissenschaftlichen Bereichen stark unterrepräsentiert sind. Ursula Kessels (2002) beschreibt in ihrer Studie, dass Mädchen in monoedukativen Gruppen ein besseres Selbstkonzept der eigenen Begabungen aufweisen als in koedukativen Gruppen. Schülerinnen aus reinen

---

[2] Lehrplan der Hauptschule: Mathematik - Didaktische Grundsätze – Individualisierung und Differenzierung: „Durch Differenzierungsmaßnahmen sollen die Schülerinnen und Schüler entsprechend ihren individuellen Begabungen, Fähigkeiten, Neigungen, Bedürfnissen und Interessen bestmöglich gefördert werden.“

Mädchengruppen waren motivierter und haben sich aktiver in den Unterricht eingebracht als Mädchen in gemischten Lerngruppen.

Erfahrungen aus Projekten, die an unserer Schule durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass Mädchen sich in monoedukativ geführten Gruppen wohler fühlen, häufiger aufzeigen und mehr Aufmerksamkeit (positive Rückmeldung) durch die Lehrer/innen erfahren. Daher wurden die im Vorjahr gebildeten monoedukativen Gruppen im Mathematikunterricht auch heuer weitergeführt.

3.4 Maßnahmen zur Erreichung der Ziele

3.4.1 Hauptschule

Für unsere Unterrichtsgestaltung waren uns folgende Punkte wichtig:

- Keine Segmentierung des Stoffes in kleine Einheiten: durch umfassendere Problemstellungen sollten die Kinder die Möglichkeit haben, ihre Vorkenntnisse einzubringen und anzuwenden. Sie sollten aber auch herausgefordert werden, nach individuellen Lösungswegen zu suchen.
- Die Beispiele sollten mit dem Erfahrungsbereich der Kinder zu tun haben und so ihr Interesse wecken.
- Es wurden keine Algorithmen oder Lösungsstrategien angeboten. Im Vordergrund stand das Wecken eines Verständnisses für die direkte und indirekte Proportionalität und nicht ein schematisches Abarbeiten von vielen Textbeispielen. [3]
- Wir verlangten von den Schüler/innen keine bestimmte Form bei der Lösung der Aufgaben.
- Die Beispiele sollten eine Binnendifferenzierung ermöglichen.
- Es wurden unterschiedliche Sozialformen gewählt: Gruppenarbeit, Partnerarbeit, Alleinarbeit.

Als Einstieg in das Lösen von direkten Proportionen wählten wir folgende **Lernumgebung**:

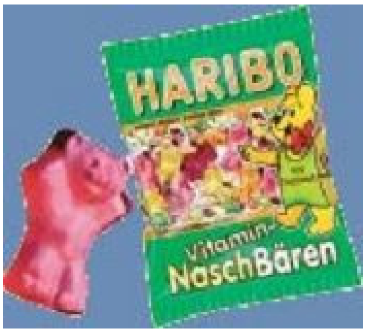
Gummibär-Schätzwettbewerb

Für ein Schulfest wird ein Gummibär-Schätzwettbewerb vorbereitet: In ein großes Glas kommen Gummibärchen oder Weingummi. Wer die richtige Anzahl der im Glas befindlichen Gummibärchen schätzt oder der Zahl am nächsten kommt, hat gewonnen.

Dazu braucht man mindestens 5 kg Gummibärchen oder Weingummi. Selbstverständlich will man die Gummibärchen oder den Weingummi möglichst günstig einkaufen.

---

[3] Lehrplan der Hauptschule: Lehrstoff - 2. Klasse - 2.4: „Arbeiten mit Modellen, Statistik - charakteristische Kennzeichen von indirekten und direkten Proportionalitäten an Beispielen angeben können."



200 g Beutel für 1,20 Euro

Angebot 1

Haribo Weiße Mäuse oder Kirschohrringe

Sie dürfen selbst eine Tüte zusammenstellen!

50 g für 0,25 Euro

Angebot 2

Mini-Bärchen in 25 kleinen Tüten je 10 g in einer großen Tüte

Preis: 1,90 Euro

Angebot 3

Die Kinder setzten sich zuerst in Einzelarbeit mit dieser Aufgabenstellung auseinander. Danach diskutierten sie in Gruppen ihre Lösungen oder erklärten die Lösung den Mitschülerinnen und Mitschülern. Zuletzt wurden die unterschiedlichen Lösungsmöglichkeiten der ganzen Schüler/innengruppe präsentiert.

In diesem methodischen Dreischritt musste sich jedes Kind mit der Aufgabenstellung auseinandersetzen. Verschiedene Wege für einen Preisvergleich waren möglich, auch das Schätzen wurde von einigen Kindern als Ziel führende Methode eingesetzt.

Die Kinder mussten ihren Lösungsweg auch schriftlich erklären. Die folgenden Ausführungen zeigen sehr deutlich, dass nicht nach einem erlernten Algorithmus gerechnet wurde, sondern jedes Kind einen eigenen Lösungsweg gesucht hat.

Schülerin 1 erklärte ihren Lösungsweg so:

Wir haben alles in 250g umgewandelt. Das erste Angebot war mit 200g = 1,20€ und haben ich gedacht was die hälfte wäre und wie viel sie kostet 100g = 0,60€ und es noch einmal halbirt also ein viertel 50g = 0,30€ und dazu gerechnet. Die 2. Aufgabe einfach 50 • 5 und dann 0,25 . 5 = 1,25€. Die 3 Aufgabe einfach 25.10 = 250g und es kostete 1,90€. Dann habe ich nur noch alles verglichen und das biligste war das 2. Angebot.

Schüler 2 erklärte so:

Wir haben geschaut, wieviel das Angebot kostet, wenn es nur 50g wiegt. Darum haben wir das 2 Angebot nicht umrechnen müssen.

Das Schließen von der Einheit auf eine Mehrheit, von der Mehrheit auf die Einheit oder von einer Mehrheit auf eine andere Mehrheit bereitete bei weiteren Textbeispielen kein Problem, obwohl dazu keine Anleitungen gegeben wurden.

Schreiben von eigenen Rechengeschichten:

Informationen, Tabellen und Zahlen dienten immer wieder als Anregung für die Schülerinnen und Schüler zum Verfassen von eigenen Rechengeschichten. Ausgehend vom Schulschikurs sollten an Hand einer Tabelle mit Liftpreisen aus einem steirischen Schigebiet Textrechnungen von den Kindern geschrieben werden (siehe Anhang A-1.).

Jedes Kind musste eine Aufgabenstellung schreiben und auch selbst lösen. Danach wurden die Beispiele auch untereinander ausgetauscht, sodass jedes Kind auch ein „fremdes“ Beispiel gelöst hat.

Das Verfassen von Textrechnungen ist eine Möglichkeit der Differenzierung und Individualisierung. Das zeigen auch die folgenden Beispiele.

In a Anger Fahren die 2. Klassen 8 Tage Skikurs. Inder A Klasse sind 29 Schüler und inder B- Klasse 30 Schüler. Sie sind Kinder. Wie vid müssen sie insgesamd bezahlen?

Familie Mayer will Ski fahren gehen. Sie wollen einen ganzen Taglang fahren. Die kleine Anna ist 6 Jahre alt. Sie möchte nur einen halben Tag fahren. Mama bleibt mit ihr in der Hütte. Papa und Elisabeth (15 J.) fahren den ganzen Tag. Wie viel müssen sie für die Liftkarten bezahlen? Und welche Liftkarten müssen sie kaufen?

Für die indirekte Proportionalität haben wir verschiedene Zugänge gewählt, um ein Verständnis anzubahnen. Schon vor der eigentlichen Projektphase haben wir aus aktuellen Gründen eine Lernumgebung zum Thema „Geschwindigkeit" gestaltet (aktuell deswegen, weil die Marathonläuferin Eva Maria Gradwohl eine Einheimische ist und eine Zeitungsmeldung über einen neuen Weltrekord im 100 m–Lauf von Asafa Powell Anlass für die Gestaltung einer Lernumgebung bot - siehe Anhang A-2.).

Dazu boten Informationen über Höchstgeschwindigkeiten bei Tieren vielfältige Sprech- und Diskussionsanlässe. Eine Geschwindigkeitsanzeigetafel vor der Schule konnte genutzt werden, um Geh- und Sprintgeschwindigkeiten der Kinder zu messen.

In der eigentlichen Projektphase sind wir wieder von der Handlungsebene[4] ausgegangen, um die indirekte Proportionalität für Kinder begreifbar zu machen. Die folgende Aufgabenstellung war in Gruppenarbeit zu lösen:

24 Zuckerl sollten auf 2, 3, 4 usw. Kinder aufgeteilt werden. Die Zahlen wurden so gewählt, dass die Lösung immer ganzzahlig war. Als besondere Herausforderung sollte die Zuckerlmenge auch auf alle Kinder der Lerngruppe aufgeteilt werden, also 24 Zuckerl auf 14 oder 15 Kinder. Es war interessant, dass fast alle Kinder dieses Problem auf der Handlungsebene lösen konnten. Besonders eindrucksvoll war die Lösung einer Gruppe mittels Bruchrechnung.

Lernumgebung zur indirekten Proportionalität:

Plötzlich zu wenig Käse?

Die Käsebrötchen verkaufen sich auf dem Schulfest wirklich gut – das muss an den englischen Sketchen liegen. Der Käse wird knapp, Brötchen sind noch genug da. Die Schüler/innen wissen

[4] Lehrplan: Didaktische Grundsätze – Unterrichtsformen: „… Auch bei leistungsstärkeren Schülerinnen und Schülern ist handlungsorientiert vorzugehen."

nicht genau, wie viel Brötchen noch nachgefragt werden, aber man kann ja in etwa schätzen. Sie haben noch ca. 2 kg Käse im Kühlschrank. Nachkaufen ist nicht möglich!

Wie viel Käse könnte man auf jedes Brötchen tun, wenn noch 20, 22, 24, 26, 28, 30 oder 32 Brötchen belegt werden sollen?

Jeder Schüler isst zwei Scheiben Käse. Wie viele Schüler/innen kann man mit dem Käse noch versorgen, wenn eine Scheibe Käse 25 g wiegt?

Die Schüler/innen suchten in Gruppenarbeit (mit Taschenrechner) nach Lösungen und hielten sie in einer Tabelle fest. An Hand dieser Tabelle konnte dann gut die indirekte Proportionalität erkannt und beschrieben werden. Für leistungsschwächere Schüler/innen wurden die Ausgangszahlen so gewählt, dass ganzzahlige Lösungen möglich waren.

Eine andere Lernumgebung haben wir aus aktuellem Anlass (Bildungskongress für alle Lehrer/innen des Bezirkes Weiz, Aufsichtsbereich I, in Anger), angeregt durch eine Aufgabenstellung von Büchter und Leuders (2005, S.121), gestaltet:

Für den Bildungskongress an der HS Anger müssen Getränke eingekauft werden.

Die Verantwortlichen stellen folgende Überlegungen an:

Es gibt ca. 400 Lehrerinnen und Lehrer im Bezirk, die eingeladen sind. Wenn alle kommen und im Schnitt jeder Gast ¼ Liter pro Halbtag trinkt, dann sind das 100 Liter Getränk für einen halben Tag.

Was ist aber, wenn nicht so viele kommen? Wie viel könnte jeder trinken, wenn nur 250 Leute kommen aber 100 Liter Getränk gerichtet ist?

Ein Schüler rechnet und sagt: „Dann könnte jeder 0,4 Liter trinken!“

Was aber, wenn viel mehr Personen kommen? Es sind auch Eltern eingeladen!

Der Schüler meint: „Wenn 500 Personen kommen, dann könnte jeder nur 0,2 Liter trinken. Und wenn 1000 kommen würden, bekäme jeder 0 Liter!“

Überprüfe die Rechnungen und Argumente. Gibt es Fehler? Vielleicht kannst du helfen!

Die Kinder mussten die Situation auf eigenen Wegen rechnend erkunden, korrigieren und erklären, warum die Rechnung so nicht funktioniert.

Die Erklärung führte in einer Bubengruppe zu einer lebhaften Diskussion: Wenn jeder 0 Liter bekommt, bleibt die ganze Getränkemenge übrig! Folglich muss jede/r eine ganz kleine Menge bekommen, je mehr Leute, desto winziger ist diese Menge! – Da wurde doch schon der Begriff der Unendlichkeit angedacht!

In einer anderen Variante wurde dieselbe Thematik ohne konkrete Zahlenangabe formuliert, sodass die Schüler/innen selbst Entscheidungen über die Zahlen treffen mussten:

Ihr sollt für den Bildungskongress in Anger die Getränke einkaufen. Wie viel Liter wird wohl jeder Teilnehmer im Schnitt trinken? Wie viele Gäste erwartet ihr? Wie viel müsst ihr für einen Halbtag einkaufen? Nehmt vernünftige Werte an. Was passiert, wenn mehr Gäste als erwartet kommen und ihr kein Getränk mehr nachkaufen könnt? Spielt verschiedene Gästezahlen durch und haltet die Ergebnisse systematisch fest. Überlegt: wie hängt die Anzahl der Gäste zusammen mit der Getränkemenge pro Gast?

In Schulbüchern gibt es in der Mehrzahl geschlossen formulierte Aufgaben: ein Problem ist benannt, eine eindeutige Lösung und ein Verfahren zur Lösungsfindung direkt ersichtlich. Im außerschulischen Leben zeigen sich Probleme, die mit mathematischen Mitteln gelöst werden können, nicht so offensichtlich: Lösungswege sind nicht sofort ersichtlich, oft gibt es auch mehrere Lösungen für ein Problem. Wenn der Mathematikunterricht auf das Leben vorbereiten soll, ist es daher notwendig, dass auch offene Aufgabenstellungen Berücksichtigung finden (vgl. Büchter, Leuders, S.88).

Aufgaben für das Erkunden, Entdecken und Erfinden. Ein Kriterienkatalog. …Herausforderung: Die Aufgabe hat Aufforderungscharakter, z.B. durch ein den Schülern am Herzen liegendes Produkt. Besser aber noch: die Aufgabe wirft herausfordernde Fragen auf, z.B. durch offensichtliche innere Widersprüche (oder Paradoxien). Offenheit der Ausgangssituation: Die Aufgabe besteht aus einer Situation, in der man erst geeignete mathematische Fragen finden muss (Büchter, Leuders, S.118).

3.4.2 Volksschule

Grundsätzlich wurde auch in diesem Schuljahr die Sprache in den Mittelpunkt des Mathematikunterrichts gestellt. Die Kinder sollten über die Sprache die Mathematik erfahren, entdecken, erleben und erforschen.[5]

Besonders in den Forscherstunden arbeiteten die Kinder immer in Partner- oder Gruppenarbeit:

- Hier klärten sie in einem Gespräch zuerst die Aufgabenstellung, also
  - Worum geht es?
  - Was wissen wir?
  - Was wollen wir wissen?
- Sie klärten für das Verständnis notwendige Begriffe und zwar sowohl Alltagsbegriffe als auch mathematische Begriffe
- Sie beschrieben dabei ihre Gedanken und Meinungen (die sie manchmal gut begründen und „verteidigen“ mussten)
- Sie sprachen gemeinsam über mögliche Hilfen (Material zum Darstellen, Hantieren, Spielen,…)

[5] Lehrplan der Volksschule: Bildungs- und Lehraufgabe: „Schöpferische Fähigkeiten sind durch spielerisches, forschend-entdeckendes und konstruktives Tun aufzubauen.“

- Sie besprachen miteinander verschiedene Wege, die zu einer Lösung führen könnten

Hauptziel dabei war, dass die Kinder eine gewisse Sicherheit erlangen, die mathematische Sprache zu verstehen und sich in ihr auszudrücken.

1. Schwerpunkt: Verschiedene Zuordnungen

Die Kinder bekamen verschiedene Aufgabenstellungen und mussten zuerst im Gespräch die Regel der Zuordnung feststellen und anschließend die Zuordnungen durchführen. Beispiele: Symbole, Zahlen, Buchstaben, Begriffe, Geheimschriften (Anhang, A-3).

2. Schwerpunkt: Schlussfolgerungen ziehen ohne zu rechnen (mathematisches Lesetraining)

Die Kinder erhielten Kurztexte mit verschiedenen Impulsen zu Schlussfolgerungen: durch Handeln, Darstellen, Spielen, Gespräche etc. sollten die Schlussfolgerungen begründet und gezogen werden.
In Folge erhielten die Kinder Aussagen mit Schlussfolgerungen, die sie mit **richtig** oder **falsch** beurteilen sollten (Anhang A-4).

3. Schwerpunkt: Anwendung in verschiedenen Sachaufgaben und Lernumgebungen

a) Aus Tabellen, Preislisten etc. sollten die Kinder Angaben entnehmen und damit gestellte Aufgaben lösen.[6] Es ging um Vergleiche, Relationen und Proportionen. Konkretes Handeln und Lösungswege über die Sprache zu finden stand im Mittelpunkt

b) Aus Informationen (Tabellen, Preisangaben, verschiedene Zahlenangaben zu einem Thema,…) sollten die Kinder selbst Rechengeschichten schreiben und lösen. (Anhang A-5)

3.4.3 Volksschule und Hauptschule arbeiten zusammen

Ein Höhepunkt in unserem diesjährigen Projekt war der „Stationentag“ am 13. Februar in der Volksschule Anger. Da wir nun schon ein zweites Jahr an einem gemeinsamen Projekt arbeiten, sollten auch die beteiligten Kinder einmal in Kontakt miteinander kommen und gemeinsam Aufgaben lösen. Das Projektteam hat Arbeitsaufträge für 17 Stationen gestaltet, von einfachen Zuordnungsaufgaben bis zur Interpretation von Graphen, von Legeaufgaben bis zu Aufgaben, die am Computer zu lösen waren (Anhang A-6).

95 Schüler/innen versammelten sich im Turnsaal der Volksschule Anger. Dort erhielten sie die Erklärungen für den Ablauf dieser gemeinsamen Arbeit. Spannend war das Auslosen der Gruppenzusammensetzung: in jede Dreiergruppe wurden Kinder aus der

[6] Lehrplan der Volksschule: Mathematik – Lehrstoff – 4.Schulstufe: „Lösen von Sachproblemen – Diskutieren der dargestellten Sachverhalte, die z.B. in Texten, Problembildern, Datenmaterial, graphischen Darstellungen enthalten sind.“

Volksschule und aus der Hauptschule gelost. Mit einem Stationenplan in der Hand konnten sie nun von Station zu Station gehen und die dort gestellten Aufgaben gemeinsam lösen. Es gab keine Vorgaben bezüglich Zeit oder Reihenfolge. Auch die Pause konnte von den Kindern selbst eingeteilt werden. Alle Kolleg/innen des Projektteams waren bei den Stationen für Erklärungen bzw. zur Hilfestellung anwesend.

Die Kinder haben zwei Stunden lang intensiv gearbeitet, alle Gruppen wollten möglichst viele Aufgaben erledigen. Obwohl fast 100 Kinder an diesem Stationenbetrieb beteiligt waren, herrschte während der ganzen Arbeitszeit eine ruhige Atmosphäre.

Beeindruckend war für uns vor allem der Umgang der Kinder miteinander. Es war eine Freude zu sehen, wie selbstverständlich Volks- und Hauptschüler/innen miteinander arbeiteten. Natürlich waren einige Kinder etwas lebhafter und begeisterter bei der Sache, andere wieder etwas vorsichtiger und zurückhaltender, aber gerade diese Mischung und Vielfalt war so interessant und für die Kinder eine Bereicherung und spannende Erfahrung.

Die Stationen waren sehr unterschiedlich zusammengestellt, gemeinsam war aber allen, dass die Kinder viel miteinander sprechen mussten. Die Wahl des Stationenbetriebes als Arbeitsform hat sich wirklich als gut geeignet erwiesen.

Wir hatten als Beobachter/innen den Eindruck, dass die Kinder an diesem Vormittag die Mathematik einmal losgelöst von der Arbeit mit Heften und Büchern und vom Hantieren und Üben im Klassenzimmer erleben konnten und erfahren durften, dass Mathematik spannend, interessant und abwechslungsreich sein kann!

In einer Aussage einer Hauptschülerin kam die Wertschätzung für das Wissen der Volksschüler/innen sehr deutlich zum Ausdruck: „Die Volksschulkinder sind aber schon gut in Mathematik. Ich glaube, ich kann jetzt heimgehen und lernen!“

4 METHODE

4.1 Untersuchungsfragen

Der Wunsch nach einer Verbesserung des Mathematikunterrichts und die positiven Erfahrungen mit den neuen Wegen im Mathematikunterricht im vorigen Schuljahr haben dazu geführt, dass das Projekt in diesem Schuljahr fortgesetzt wurde. Schüler/innen sollten ermutigt werden, für proportionale Zuordnungen eigene Lösungswege zu suchen auch ohne einen Algorithmus dafür zu kennen. Außerdem sollten die Schüler/innen zu selbstständigem und kritischem Denken angeregt werden, indem sie zum Verbalisieren, Dokumentieren und Reflektieren ihrer Lösungswege aufgefordert wurden. Der konstruktivistisch orientierte Zugang im Mathematikunterricht wurde bezogen auf das Thema „Proportionen" genauer beobachtet und evaluiert. Es wurde aber, so wie im Gutachten vorgeschlagen, keine Kontrollgruppe zu Vergleichszwecken herangezogen. Diese Überlegungen, die Erfahrungen des vorigen Schuljahres und die Projektziele führten zu folgenden Fragestellungen:

1. Wie wirkt sich der neue, nicht formalisierte Zugang, der individuelle Lösungswege ermöglicht, auf die Einführung von proportionalen und umgekehrt proportionalen Zuordnungen auf die unterschiedlichen Schüler/innengruppen aus?
2. Können Schüler/innen ohne von vornherein mit einem Algorithmus vertraut gemacht worden zu sein, selbstständig Lösungswege finden?
3. In welchem Ausmaß können leistungsschwächere Schüler/innen anspruchsvollere Textaufgaben lösen?
4. Unterscheiden sich die Schüler/innengruppen in den einzelnen Stufen des Textrechenmodells?
5. Wie unterscheiden sich die Testwerte der leistungsschwächeren Schüler/innen von den Testwerten der leistungsstärkeren Schüler/innen?
6. Gibt es geschlechtsspezifische Unterschiede im Lösen von textbezogenen Aufgaben nach dem modifizierten Textrechenmodell?
7. Hat die Einteilung der Mädchen in eine reine Mädchengruppe und eine gemischtgeschlechtliche Gruppe Auswirkungen auf die Testwerte?
8. Unterscheiden sich die Mathematikstunden von den Forscherstunden in Bezug auf die Lernkultur der Schüler/innen?

4.2 Hypothesen:

Aus den Untersuchungsfragen ergaben sich einige gerichtete und ungerichtete Hypothesen. Die ungerichteten Alternativhypothesen wurden formuliert, da für manche Untersuchungsfragen noch zu wenig Erfahrungen und theoretische Begründungen vorliegen und die Richtung des Unterschieds nicht vorhergesagt werden kann. Nach Rost (2005, S.50) verlangt *Eine einseitige Hypothese (…) stets eine überzeugende theoretische und/oder empirische Begründung der Richtung des erwarteten Effekts. Sie sollte nur dann aufgestellt werden, wenn ein nicht erwarteter Effekt (…) ausgeschlossen (…) werden kann. Im Zweifelsfall ist eine zweiseitige Hypothesenformulierung zu wählen* (Rost, 2005). Aufgrund mancher Ergebnisse des Projektes im Vorjahr und der Erfahrungen als Lehrer/in werden bei einigen Fragen einseitig formulierte Hypothesen formuliert.

1. Mehr als die Hälfte aller leistungsschwächeren (2. und 3. Leistungsgruppe) Schüler/innen können, ohne von vornherein mit einem Algorithmus vertraut gemacht worden zu sein, Aufgabenstellungen zum Thema Proportionen durch individuelle Lösungswege lösen.
2. Schüler/innen der 1., 2. und 3. Leistungsgruppe unterscheiden sich in den Häufigkeiten der gefundenen Lösungswege bei proportionalen und umgekehrt proportionalen Aufgabenstellungen (T1 und T2) und bei komplexen Aufgabenstellungen (T3).
3. Leistungsstärkere Schüler/innen können besser eigene Rechengeschichten verfassen als leistungsschwächere Schüler/innen.
4. Knaben unterscheiden sich von Mädchen im Lösen von textbezogenen Aufgaben nach dem modifizierten Textrechenmodell.
5. Mehr Knaben lösen die anspruchsvolleren Aufgabenstellungen richtig als Mädchen.
6. Mehr Mädchen lösen die einfacheren Aufgabenstellungen richtig als Knaben.
7. Mädchen in der Mädchengruppe unterscheiden sich von den Mädchen in der gemischten Lerngruppe in der Anzahl der richtigen Lösungen bei den Aufgabenstellungen.
8. In den Forscherstunden finden die Schüler/innen eher eigene Lösungswege als in den „normalen“ Mathematikstunden.
9. Die Schüler/innen unterstützen sich gegenseitig in den Forscherstunden häufiger als in den anderen Mathematikstunden.
10. Schüler/innen verstehen Aufgaben und Probleme eher in den Mathematikstunden als in den Forscherstunden.
11. Schüler/innen nehmen die Lenkung durch den Lehrer/die Lehrerin in den normalen Mathematikstunden eher wahr als in den Forscherstunden.
12. Die Freude und der Spaß beim Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen sind für die Schüler/innen in den Forscherstunden höher als in den anderen Mathematikstunden.
13. Die Aufmerksamkeit und Konzentration der Schüler/innen ist in den Mathematikstunden höher als in den Forscherstunden.

4.3 Stichprobe

Das Projekt wurde an der Volksschule Pacher, der Volksschule Anger und der Hauptschule Anger durchgeführt. Die Schulen liegen im ländlichen Raum im Bezirk Weiz. Die Stichprobe umfasste insgesamt 95 Schüler/innen. Von den beiden vierten Klassen der VS Anger nahmen 36 Schüler/innen und von den beiden zweiten Klassen der HS Anger nahmen 59 Schüler/innen an der Untersuchung teil. Die drei Schüler/innen der VS Pacher nahmen an der Untersuchung nicht teil. Die Teilnahme am IMST Fonds-Projekt: „Erproben einer neuen Didaktik für die Einführung der Proportionen“ und die Erfahrungen aus den in den vorangegangenen Schuljahren 2005/2006 sowie 2006/2007 durchgeführten MNI-Projekten in den Unterrichtsfächern Physik, Chemie und Mathematik legten eine Aufteilung der Schüler/innen in monoedukative und koedukative Lerngruppen nahe. Diese Aufteilung betraf die Schüler/innen der 2a-Klasse und 2b-Klasse der Hauptschule Anger. Dadurch ergaben sich zwei monoedukativ geführte Knabengruppen mit 29 Schülern (G=15, H=14), eine reine Mädchengruppe (PE) mit 15 Schülerinnen und eine koedukativ geführte Gruppe (PA) mit 10 Mädchen und 5 Knaben. Die Schüler/innen der 4a-Klasse und 4b-Klasse der Volksschule Anger wurden in den Forscherstunden zu monoedukativen Lerngruppen zusammengefasst. Tabelle 1 zeigt die Anzahl und das Geschlecht der Teilnehmer/innen der einzelnen Schulen. Tabelle 2 zeigt die Anzahl der Schüler/innen der einzelnen Lerngruppen in den einzelnen Leistungsgruppen in Mathematik zum Zeitpunkt der Messung.

Tabelle 1

Anzahl und Geschlecht der Untersuchungsteilnehmer/innen der Volksschule und Hauptschule Anger

Schule/Klasse	**Geschlecht**		**Gesamt**
	männlich	**weiblich**	
HS/2a	16	13	29
HS/2b	18	12	30
Gesamt	**34**	**25**	**59**
VS Anger/4a	12	7	19
VS Anger/4b	11	6	17
Gesamt	**23**	**13**	**36**

Von den Schüler/innen der HS Anger wurden insgesamt 58 Fragebögen retourniert, ein Schüler hat zum Zeitpunkt der Messung gefehlt. Von 36 Schüler/innen der Volksschule Anger haben 34 an der Untersuchung teilgenommen. Zwei Schüler/innen waren zum Zeitpunkt der Testung krank.

Tabelle 2

Anzahl der Schüler/innen der HS Anger in den einzelnen Leistungsgruppen getrennt nach Lerngruppe zum Zeitpunkt der Messung.

Lerngruppen	**Leistungsgruppe - Mathematik**			**Gesamt**
	1	2	3	
G	11	4	0	**15**
H	13	1	0	**14**
PA	12	1	1	**14**
PE	10	4	1	**15**
Gesamt	**46**	**10**	**2**	**58**

Von allen Schülern und Schülerinnen der zweiten Klassen der Hauptschule sind ca. 79% in Mathematik in der ersten Leistungsgruppe, ca. 17 % in der zweiten Leistungsgruppe und ca. 4% in der dritten Leistungsgruppe. Dies kann dem Anhang B, Abbildung B 2 entnommen werden.

4.4 Messinstrument

Die Messung bezog sich auf die direkte und indirekte Proportionalität und für die Schülerinnen der Hauptschule zusätzlich auf die Lernkultur. Für die Evaluation wurde vom Projektteam gemeinsam mit Absolventinnen der Pädagogischen Hochschule ein Fragebogen für die Volksschule und die Hauptschule entwickelt (Anhang C). Der Fragebogen bestand aus Rechenbeispielen zu den fünf Ebenen des modifizierten Textrechenmodells. Außerdem wurden die Leistungsgruppe in Mathematik und Deutsch und das Geschlecht erhoben. Die Datenaufbereitung, -auswertung und -analyse wurde von den Absolventinnen durchgeführt.

4.4.1 Modifiziertes Textrechenmodell

Dieses Textrechenmodell ist eine Modifizierung des Modells für Textaufgaben aus der IGLU-Untersuchung (Voss et al. 2005, 21ff). Die Mathematikaufgaben wurden von den Mathematiklehrerinnen nach dem Modell erstellt. Das modifizierte Textrechenmodell besteht aus fünf Ebenen, die sich im Schwierigkeitsgrad unterscheiden:

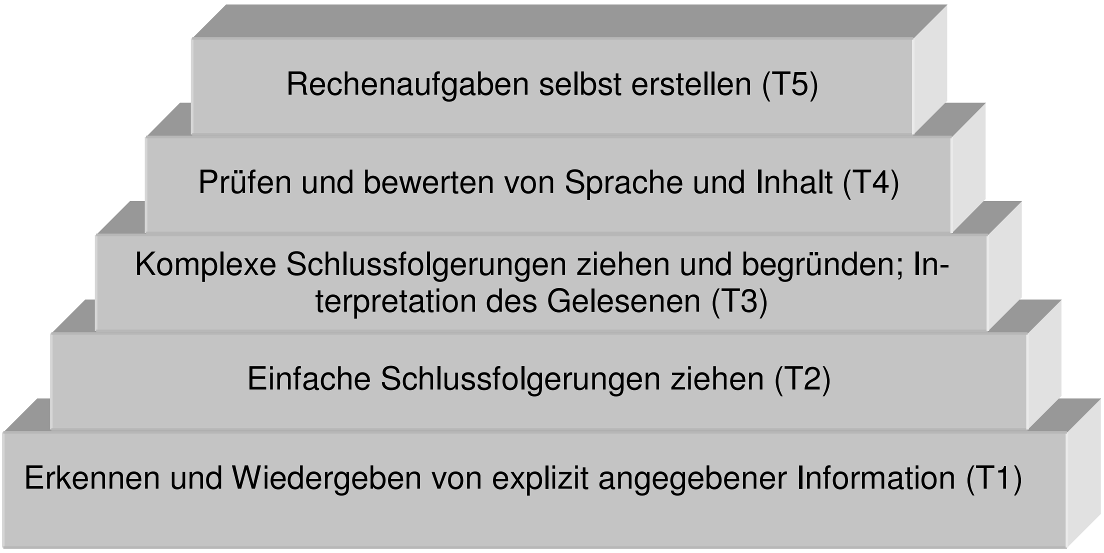


Abb. 1: *Fünf Ebenen des modifizierten Modells für Textrechnungen aus der IGLU-Untersuchung (Voss et al. 2005, 21ff)*

Für die Auswertung wurden Ebenen zusammengezogen. So wurden einerseits die Ebenen T1 „Erkennen und Wiedergeben von explizit angegebener Information" und T2 „Einfache Schlussfolgerungen ziehen" zusammen ausgewertet, andererseits die Ebenen T3 „Komplexe Schlussfolgerungen ziehen und begründen; Interpretation des Gelesenen" und T4 „Prüfen und bewerten von Sprache und Inhalt".
Bei einigen Aufgaben war das Antwortformat „richtig" oder „falsch" anzukreuzen Es wurde die Anzahl der richtigen Lösungen ausgewertet. Bedeutsame (signifikante) Unterschiede wurden auf dem Signifikanzniveau von 5 % festgesetzt. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen 5% und 10 % wurden die Ergebnisse so interpretiert, dass Tendenzen angegeben werden.

4.4.1.1 Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen

Die Ebenen „Erkennen und Wiedergeben von explizit angegebener Information" (T1), „Einfache Schlussfolgerungen ziehen" (T2) wurden zu einem Subtest zusammengefasst.
Beim Erkennen und Wiedergeben von explizit angegebener Information (T1) müssen die Schüler/innen zum Beispiel Zahlen addieren („Addiere die Zahlen 25 und 12"). Beim Ziehen von einfachen Schlussfolgerungen müssen die Schüler/innen Zusammenhänge zwischen Textstellen herstellen und dabei ihr Vorwissen anwenden.

4.4.1.2 Test für komplexe Aufgabenstellungen

Die Ebenen „Komplexe Schlussfolgerungen ziehen und begründen; Interpretation des Gelesenen (T3)" und „Prüfen und bewerten von Sprache und Inhalt" (T4) ergaben den Subtest für komplexe Aufgabenstellungen.

4.4.1.3 Rechenaufgaben selbst erstellen

Den Schüler/innen wurden 6 Impulse in Form von Bildern oder Stichwörtern angeboten. Daraus sollten Rechengeschichten geschrieben werden.

4.4.1.4 Lernkulturvergleich

Zur Messung der Lernkultur wurde ein Fragebogen mit 24 Items nach einer doppelstündigen Forscherstunde und nach einer Mathematikstunde den Schülerinnen und Schülern vorgelegt (Anhang C). Der Fragebogen sollte folgende Themen einmal zur Forscherstunde (F) und einmal zur „normalen" Mathematikstunde (M) erfragen: das Lösen von mathematischen Problemstellungen auf viablen Wegen, die Wahrnehmung der Lenkung durch den Lehrer/die Lehrerin, das Verstehen von Aufgaben und Problemen, das Wahrnehmen der gegenseitigen Unterstützung, die Freude und den Spaß beim Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen und die Wahrnehmung der eigenen Aufmerksamkeit und des eigenen Interesses. Die Aussagen verteilen sich auf sechs Skalen:

- Viable Wege beschreiten
- Wahrnehmung der Lenkung durch den Lehrer/die Lehrerin
- Wahrnehmung des Verstehens von Aufgaben und Problemen
- Wahrnehmung der gegenseitigen Unterstützung
- Wahrnehmung von Freude und Spaß
- Wahrnehmung von eigener Aufmerksamkeit und von Interesse.

Das Lösen von mathematischen Problemstellungen auf viablen Wegen sollte mit der Skala „Viable Wege beschreiten" erfasst werden. Es wurde erfragt, wie Schüler/innen wahrnehmen, dass sie eigene Lösungswege beschreiten können. Die Skala enthält 4 Items. („In der heutigen Forscherstunde/Mathematikstunde konnten wir selbst Lösungswege finden", „…hat sich der Lehrer/die Lehrerin für unsere Lösungswege interessiert").

Die Skala „Wahrnehmung der Lenkung durch den Lehrer/die Lehrerin" bestand aus 6 Items, die sich auf das Abschreiben von der Tafel bzw. auf die Erklärung der Rechnungen durch die Mathematiklehrerin (Lehrerinnenvortrag) beziehen („In der heutigen Forscherstunde/Mathematikstunde hat der Lehrer/die Lehrerin genau gesagt, was wir tun müssen“).

Das Wahrnehmen des Verstehens von Aufgaben und Problemen wurde mit der Skala „Wahrnehmung des Verstehens von Aufgaben und Problemen“ erfasst. Dazu wurden 3 Items („In der heutigen Forscherstunde hat der Lehrer/die Lehrerin darauf geachtet, dass alle die Beispiele verstehen“) formuliert.

Zur Frage, wie Schüler/innen die gegenseitige Unterstützung wahrnehmen, wurden 4 Items („In der heutigen Forscherstunde/Mathematikstunde haben wir in Gruppen oder zu zweit die Aufgaben erarbeitet“) vorgegeben.

Die Frage, ob Freude und Spaß am Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen durch einen anwendungsorientierten Unterricht gesteigert wird, sollte mit der Skala „Freude und Spaß“ erfragt werden. Die Skala umfasste 3 Items („In der heutigen Forscherstunde war es cool“).

Es sollte auch erhoben werden, wie Schüler/innen ihre eigene Aufmerksamkeit und ihr Interesse wahrnehmen. Dazu wurde die Skala „Wahrnehmung von eigener Aufmerksamkeit und von Interesse“ konstruiert. Die Skala umfasst 4 Items („In der heutigen Forscherstunde/Mathematikstunde haben wir konzentriert gearbeitet“).

Alle Aussagen mussten auf einer fünfstufigen Ratingskala (1= Ja! 2 = Nicht ganz Ja! 3 = Weder noch, 4 = Nicht ganz Nein! und 5 = Nein!) beurteilt werden. Ein niedriger Wert ist gleichbedeutend mit einer positiven Ausprägung des Merkmals. Zusätzlich wurden die Schule, die Klassenzugehörigkeit und das Geschlecht erhoben.

5 EVALUATION HAUPTSCHULE

5.1 Ergebnisse aus dem modifizierten Textrechenmodell

5.1.1 Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen

Bei diesem Test wurden folgende Aufgaben zusammengefasst: Autofahrt, Stellenangebote, Caritas-Aufgabe, Tischgruppen, Polier I und Polier II. Die Werte dieses Subtests sind gut verteilt (Cronbach's Alpha von 0,64) und sind in Anhang B, Tabelle 1 dargestellt. Das Minimum liegt bei 2 und das Maximum bei 10 Punkten. Es zeigt sich, dass ein/e Schüler/in das Maximum an Punkten erreichte und drei Schüler/innen das Minimum an Punkten erreichten. Ca. zwei Drittel aller Schüler/innen erreichten mehr als die Hälfte der Punkteanzahl.

5.1.1.1 Leistungsgruppenzugehörigkeit und Anzahl richtig gelöster Aufgaben für den Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen

Weiters wurde geprüft, ob die Werte aus diesem Test mit der Leistungsgruppenzugehörigkeit zusammenhängen. Dieser Zusammenhang (Cramer's V= 0,49) ist signifikant, was bedeutet, dass die Werte aus diesem Subtest und die Einstufung durch die Mathematiklehrer/innen gut übereinstimmen. Die Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe konnten die maximale Punkteanzahl erreichen, während die Schüler/innen der zweiten Leistungsgruppe bis maximal 6 Punkte erreichten. Ein/e Schüler/in der dritten Leistungsgruppe erreichte 2 Punkte und der/die zweite Schüler/in erreichte 5 Punkte. Genauere Angaben können der Abbildung 2 entnommen werden.

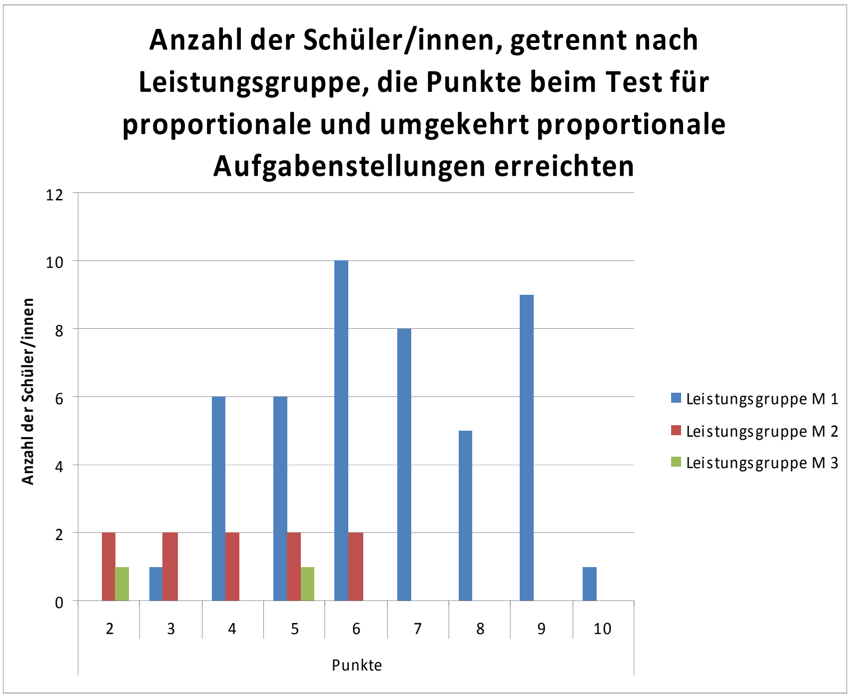


Abbildung 2

Anzahl der HS Schüler/innen und erreichte Punkteanzahl beim Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen, getrennt nach Leistungsgruppe.

Ein Vergleich der Mittelwerte in den drei Leistungsgruppen ergab einen sehr bedeutsamen Unterschied (p=0.00) zwischen den HS Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe und den Schüler/innen der zweiten Leistungsgruppe. Die Mittelwerte können dem Anhang B, Abbildung B 2 entnommen werden.

Bei der Analyse der Items für den Test zeigt sich, dass das Beispiel „Tischgruppen“ ca. 26% der Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe und 10% der Schüler/innen der zweiten Leistungsgruppe und kein/keine Schüler/in der dritten Leistungsgruppe lösten. Das Beispiel „Stellenangebote“ lösten 63% der Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe, 20% der Schüler/innen der zweiten Leistungsgruppe und kein/keine Schüler/in der dritten Leistungsgruppe. Die Auswertung für die einzelnen Beispiele des Tests können der Abbildung 3 entnommen werden.

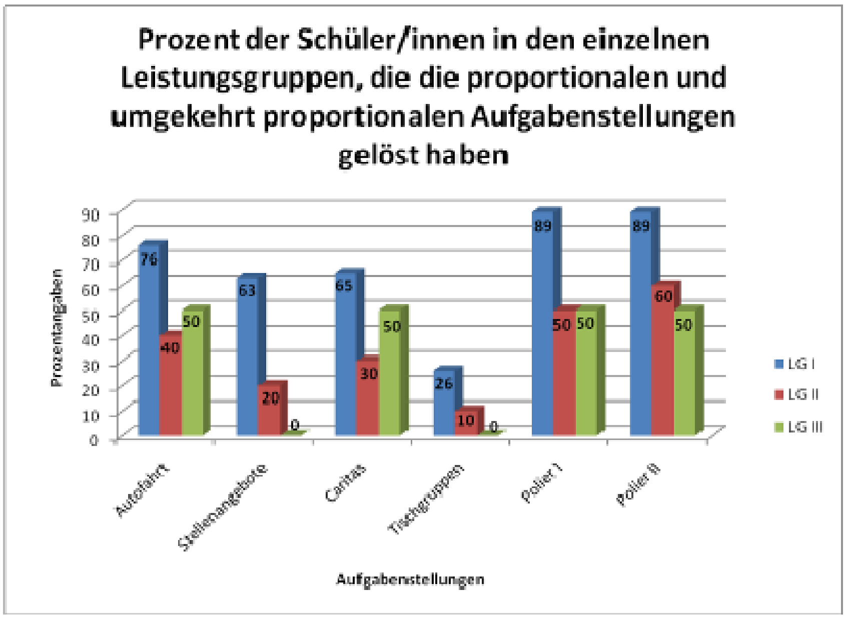


Abbildung 3

Prozentzahl der Schüler/innen der einzelnen Leistungsgruppen, die die proportionalen und umgekehrt proportionalen Aufgabenstellungen gelöst haben.

5.1.1.2 Unterschied zwischen Mädchen und Knaben der HS Anger bei der Anzahl der richtig gelösten Aufgaben aus dem Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen

Bei der Überprüfung des Zusammenhangs mit dem Geschlecht ergaben sich beinahe identische Mittelwerte für Knaben (M=6,06) und Mädchen (M=6,04). Ein Mittelwertsvergleich ergab keine bedeutsamen Unterschiede (p=0.97).

Abbildung 4 zeigt den Unterschied zwischen Knaben und Mädchen für die verschiedenen Aufgabenstellungen, die sie gelöst haben.

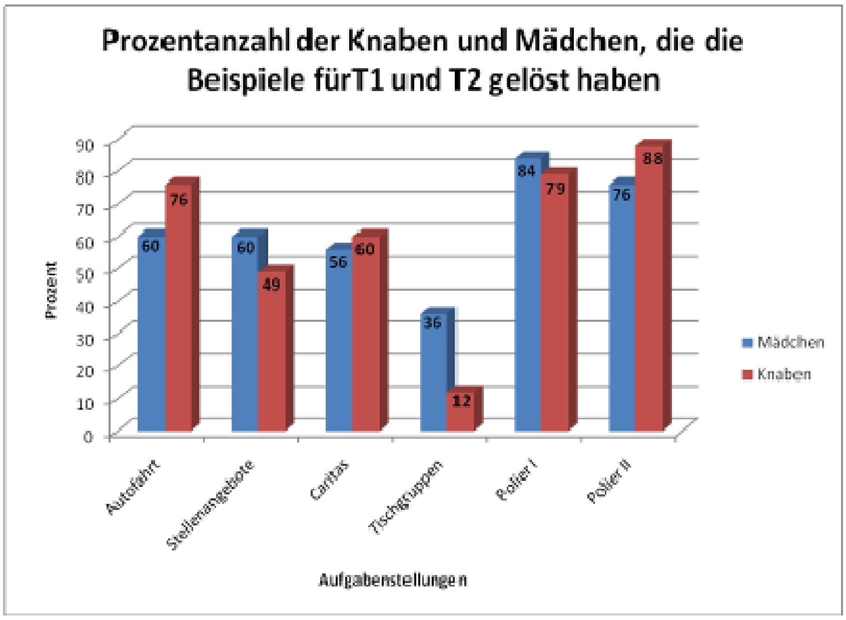


Abbildung 4

Prozent der Knaben und Mädchen, die die Beispiele für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen gelöst haben

5.1.1.3 Unterschied zwischen der monoedukativen Mädchengruppe der HS Anger und den Mädchen der koedukativen Gruppe der HS Anger bei der Anzahl der richtig gelösten Aufgaben aus dem Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen

Ein Vergleich der Mittelwerte des Tests für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen der beiden Mädchengruppen (PA=5,9; PE=6,1) ergab keine bedeutsamen Unterschiede. Mädchen aus der monoedukativ geführten Gruppe lösten gleich viele bzw. gleich wenige Aufgaben wie Mädchen aus der koedukativ geführten Gruppe.

5.1.2 Der Test für komplexe Schlussfolgerungen

Für den Test für komplexe Schlussfolgerungen wurden folgende Aufgaben zusammengefasst: Lehrling spart auf ein Auto, Simone spart 30 % ihres Taschengeldes, Die Freundinnen Christa und Veronika kaufen Erdnüsse und die Aufgabe Haselnüsse in Supermärkten.

Die Zusammengehörigkeit der Testaufgaben wurde mit Cronbach's Alpha überprüft und ein Wert von 0,64 ermittelt. Für curriculumorientierte Tests sollten Werte ab 0,60 vorliegen, damit die Tests als zufrieden stellend betrachtet werden. Das heißt, die Aufgaben des Tests für komplexe Schlussfolgerungen passen gut zusammen.

Etwas weniger als ein Drittel aller HS Schüler/innen haben mehr als die Hälfte der Aufgabenstellungen bei diesem Test richtig gelöst und ca. zwei Drittel der HS Schüler/innen haben weniger bzw. die Hälfte aller Aufgaben dieses Tests richtig gelöst. Genaue Angaben können dem Anhang B, Tabelle B 2 entnommen werden.

5.1.2.1 Leistungsgruppenzugehörigkeit und Anzahl richtig gelöster Aufgaben für den Test für komplexe Schlussfolgerungen

Weiters wurde geprüft, ob die Werte aus diesem Test mit der Leistungsgruppenzugehörigkeit zusammenhängen. Dieser Zusammenhang (Cramer's V= 0,43) ist nicht signifikant, was bedeutet, dass auch die HS Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe niedrige Werte erzielten. Genauere Angaben können der Abbildung 5 entnommen werden.

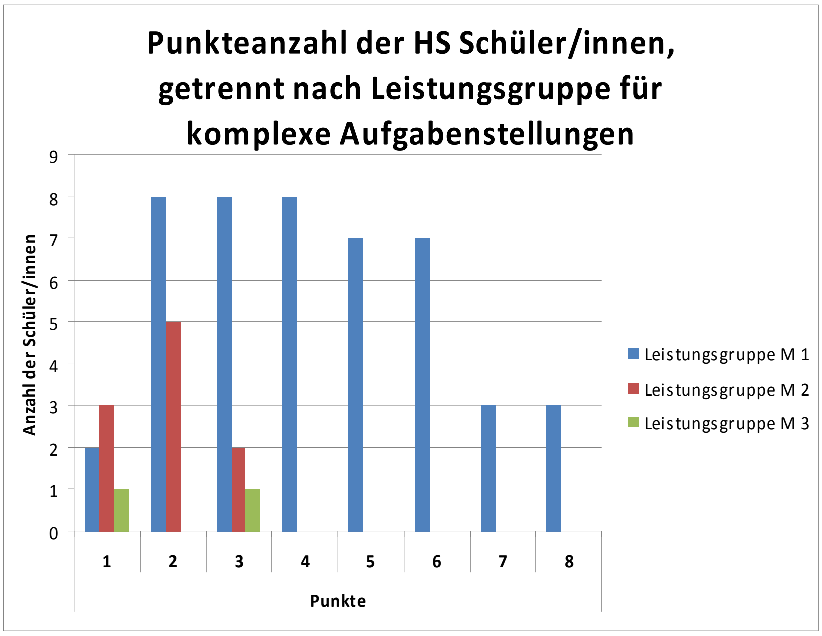


Abb. 5

Anzahl der HS Schüler/innen und erreichte Punkteanzahl beim Test für komplexe Aufgabenstellungen, getrennt nach Leistungsgruppen.

Ein Vergleich der Mittelwerte in den drei Leistungsgruppen ergab einen sehr bedeutsamen Unterschied (p=0.01) zwischen den HS Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe und den Schüler/innen der zweiten Leistungsgruppe. Die Mittelwerte können dem Anhang B, Abbildung B 3 entnommen werden.

Die Beispiele der HS Anger wurden auf Itemebene für die Leistungsgruppen analysiert. Die Beispiele können dem Anhang C entnommen werden. Die Analyse ergab für das Beispiel „Simone spart monatlich 30 % ihres Taschengeldes“, dass ca. drei Viertel aller Schüler/innen das Beispiel lösen konnten. Alle Schüler/innen der zweiten Leistungsgruppe (N=10) konnten diese Aufgabe lösen. Von den 46 guten Schüler/innen haben 67,4 % die Aufgabe gelöst. Beide Schüler/innen der dritten Leistungsgruppe konnten das Beispiel nicht lösen.

Beim Beispiel „Lehrling spart auf ein Auto“ mussten zwei Fragen beantwortet werden (I und II). Das Beispiel „Lehrling spart auf ein Auto I“ wurde von ca. einem Viertel der Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe gelöst. Kein/e Schüler/in der zweiten und dritten Leistungsgruppe konnte das Beispiel lösen. Das Beispiel „Lehrling spart auf ein Auto II“ wurde von ca. 80% der Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe, von 50% der Schüler/innen der zweiten und 50% der Schüler/innen der dritten Leistungsgruppe gelöst.

Das Beispiel „Christa und Veronika“ konnte von ca. 33% der Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe und von 20% der Schüler/innen der zweiten Leistungsgruppe gelöst werden. Kein/e Schüler/Schülerin der dritten Leistungsgruppe konnte das Beispiel lösen.

Genauere Angaben über die einzelnen Beispiele können der Abbildung 6 entnommen werden.

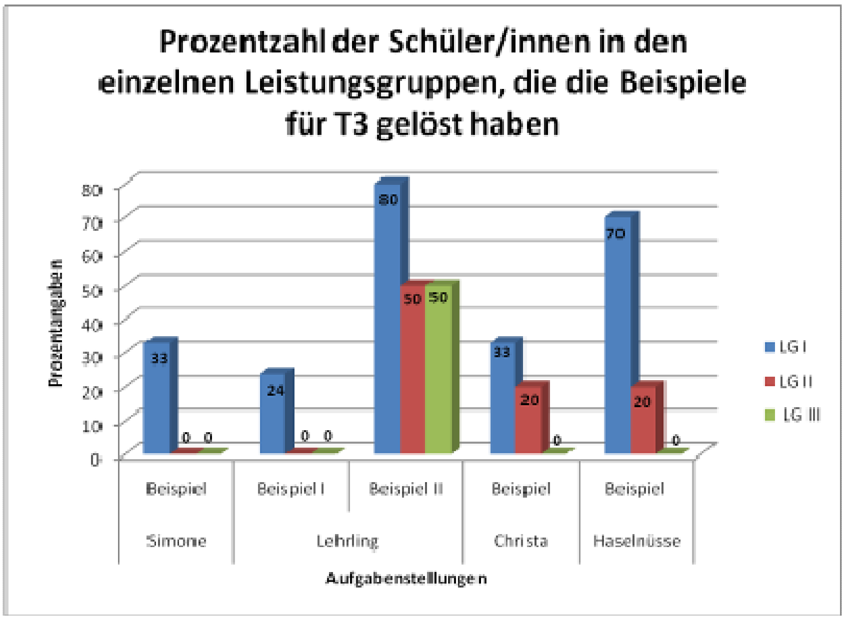


Abbildung 6

Prozentzahl der Schüler/innen der einzelnen Leistungsgruppen, die die komplexen Aufgabenstellungen lösen konnten

5.1.2.2 Unterschied zwischen Mädchen und Knaben der HS Anger bei der Anzahl der richtig gelösten Aufgaben aus dem Test für komplexe Aufgabenstellungen

Knaben und Mädchen haben bei dem Test für komplexe Aufgabenstellungen gleich gut bzw. gleich schlecht abgeschnitten (Cramer's V = 0,37).
Bei der Überprüfung des Zusammenhangs mit dem Geschlecht ergaben sich beinahe identische Mittelwerte für Knaben (M=3,85) und Mädchen (M=3,68). Ein Mittelwertsvergleich ergab keine bedeutsamen Unterschiede (p=0.75).

In Anhang B, Abbildung B 4 ist die Anzahl der Knaben und Mädchen in Prozent ersichtlich, die die einzelnen Beispiele aus dem Test für komplexe Aufgabenstellungen gelöst haben.

5.1.2.3 Unterschied zwischen der monoedukativen Mädchengruppe der HS Anger und den Mädchen der koedukativen Gruppe der HS Anger bei der Anzahl der richtig gelösten Aufgaben aus dem Test für komplexe Aufgabenstellungen (T3)

Ein Vergleich der Mittelwerte des Tests für komplexe Aufgabenstellungen der beiden Mädchengruppen (PA=3,4; PE=3,9) ergab keine bedeutsamen Unterschiede. Dies bedeutet, dass Mädchen der koedukativen Gruppe gleich viele bzw wenige Aufgabenstellungen lösen konnten wie die Mädchen der monoedukativ geführten Gruppe.

5.1.2.4 Selbst verfasste Mathematikaufgaben

Bei den selbst verfassten Mathematikaufgaben mussten die Schüler/innen eigene Rechengeschichten schreiben. Der Minimumwert bei diesem Subtest lag bei 0 und das Maximum bei 6 Punkten. Es wurde geprüft, ob die Werte aus diesem Test mit der Leistungsgruppenzugehörigkeit zusammenhängen. Dieser Zusammenhang (Cramer's V= 0,49; p=0.007) ist sehr signifikant, was bedeutet, dass die HS Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe höhere Werte erzielten als die Schüler/innen der zweiten und dritten Leistungsgruppen. Genauere Werte können dem Anhang B, Abbildung 5 entnommen werden. Die Überprüfung, ob die Werte des Tests mit dem Geschlecht zusammenhängen, ergab keinen bedeutsamen Zusammenhang (Cramer's V=0,30; p=0.51). Das heißt, Knaben und Mädchen können gleichermaßen selbst Mathematikaufgaben verfassen.

Mit der Produkt-Moment-Korrelation wurde überprüft, ob das Verfassen von eigenen Rechengeschichten mit den anderen Ebenen des modifizierten Textrechenmodells zusammenhängt. Ein sehr signifikanter Zusammenhang (r=.55; p=0.000) ergab sich für den Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen. Das heißt, dass Schüler/innen eigene Rechengeschichten schreiben bzw. nicht schreiben können abhängig davon ist, ob sie gute oder schlechte Werte im Test erzielt haben. Der Zusammenhang mit den übrigen Aufgaben des Tests für komplexe Aufgabenstellungen ist mit .27 signifikant (p=0.40). Dies bedeutet, dass Schüler/innen, die gute Werte im Test erzielt haben, auch gut Rechengeschichten verfassen können bzw. Schüler/innen, die schlechte Werte im Test erzielt haben, auch schlecht Rechengeschichten verfassen können.

5.2 Lernkulturvergleich

Es konnten nur 45 Fragebögen gemeinsam (Mathematik- und Forscherstunde) ausgewertet werden. **Achtung: niedrige Werte sind positiv!!!**

5.2.1 Unterschiede zwischen Mathematikstunden und Forscherstunden

Die Mittelwerte zwischen Mathematikstunden und Forscherstunden zum Lösen von mathematischen Problemstellungen auf viablen Wegen unterscheiden sich sehr deutlich. Dies bedeutet, dass Schüler/innen in den Forscherstunden häufiger eigene Lösungswege beschreiten als in den Mathematikstunden.
Die Mittelwertsunterschiede zwischen Mathematikstunden und Forscherstunden in Bezug auf die Wahrnehmung der gegenseitigen Unterstützung sind sehr signifikant. Das heißt, die Schüler/innen nehmen in den Forscherstunden mehr gegenseitige Unterstützung wahr als in den Mathematikstunden.
Der Vergleich der Mittelwerte für das Verstehen von Aufgaben und Problemen ergab eine Tendenz zur Signifikanz zugunsten der Mathematikstunde.
Die Wahrnehmung der Lenkung durch den Lehrer/die Lehrerin, die Freude und der Spaß beim Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen und die Wahrnehmung der eigenen Aufmerksamkeit und des eigenen Interesses unterscheiden sich in den Forscherstunden nicht von den Mathematikstunden.
Die Mittelwerte für die einzelnen Skalen können der Abbildung 7 entnommen werden.

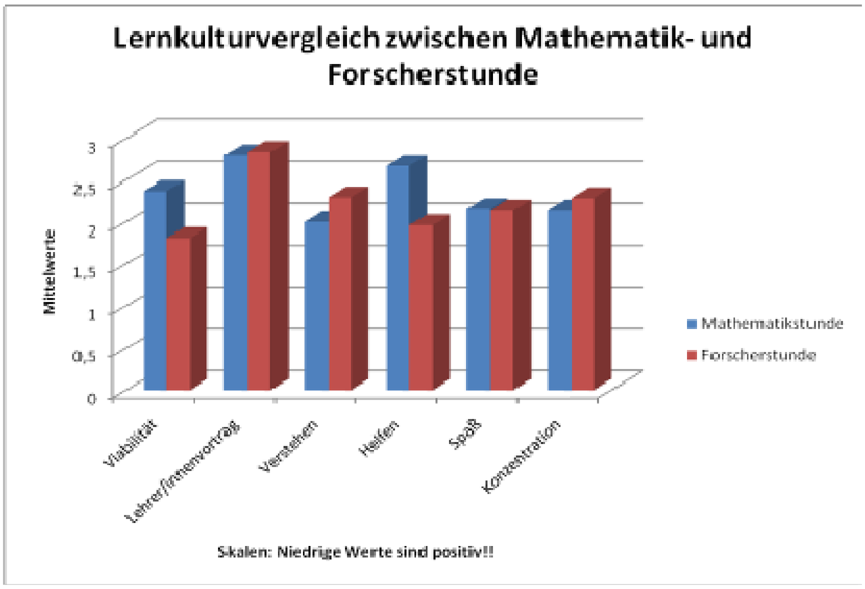


Abb. 7

Mittelwerte der Schüler/innen für den Lernkulturvergleich zwischen der Mathematikstunde und der Forscherstunde

6 EVALUATION VOLKSSCHULE

6.1 Ergebnisse aus dem modifizierten Textrechenmodell

6.1.1 Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen

Bei diesem Test wurden folgende sechs Aufgaben zusammengefasst: Rechteck, Verdoppeln, Das Fünffache, Wanderung, Generaldirektor, Herzklopfen.

Ca. 47% aller Schüler/innen lösten mehr als die Hälfte der Aufgabenstellungen. Es zeigte sich, dass vier Schüler/innen alle sechs Aufgabenstellungen und vier Schüler/innen eine Aufgabenstellung richtig lösen konnten. Genaue Angaben können dem Anhang B, Tabelle B 3 entnommen werden.

6.1.1.1 Unterschied zwischen den beiden Klassen der VS Anger beim Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen

Ein Vergleich der Mittelwerte zwischen der 4a Klasse (M=3,53) und der 4b Klasse (M=3,33) der Volksschule Anger zeigte keinen deutlichen Unterschied bei der Anzahl der richtig gelösten Aufgabenstellungen. Die Schüler/innen beider Klassen konnten gleich viele Aufgaben richtig bzw. falsch lösen.

6.1.1.2 Unterschied zwischen Mädchen und Knaben der VS Anger bei der Anzahl der richtig gelösten Aufgaben aus dem Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen

Bei der Überprüfung des Zusammenhangs mit dem Geschlecht ergaben sich ähnliche Mittelwerte für Knaben (M=3,68) und Mädchen (M=3,00). Ein Mittelwertsvergleich ergab keine bedeutsamen Unterschiede. Eine Analyse auf Itemebene zeigt bei einigen Beispielen sehr deutliche Unterschiede. Mehr Mädchen als Knaben lösten die Beispiele eins und zwei. Sehr viel mehr Knaben konnten das Beispiel drei lösen als Mädchen. Die genauen Angaben können der Abbildung 8 entnommen werden.

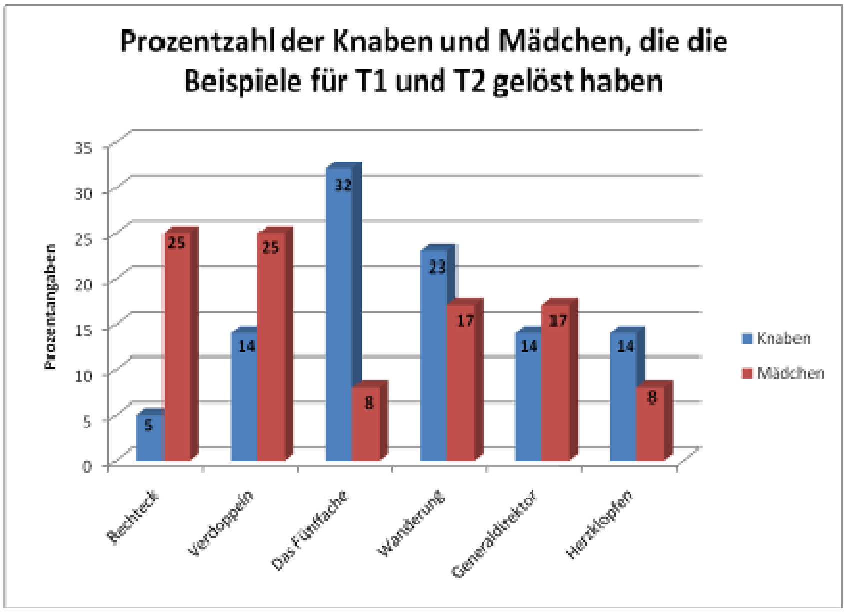


Abb. 8

Prozent der Knaben und Mädchen, die die Beispiele für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen gelöst haben

6.1.2 Der Test für komplexe Schlussfolgerungen

Für den Test für komplexe Schlussfolgerungen wurden folgende Aufgaben zusammengefasst: LKW; Herr Sommer, Generaldirektor, Bauer, Glashausbeet, Auto. Vier Schüler/innen (11,8 %) haben nur ein Beispiel gelöst. 26 Schüler/innen, das sind 76,5 %, konnten vier Beispiele lösen. Nur ein/e Schüler/in hat alle 6 Aufgaben mit komplexen Schlussfolgerungen gelöst. Das Beispiel „Bauer“ konnte von ca. 82% der Schüler/innen gelöst werden. Das Beipiel „Auto“ wurde von ca. 18% der Schüler/innen gelöst. Die genauen Prozentangaben können dem Anhang B, Abbildung B 6 entnommen werden.

6.1.2.1 Unterschied zwischen den beiden Klassen der VS Anger beim Test für komplexe Schlussfolgerungen

Ein Vergleich der Mittelwerte zwischen der 4a Klasse (M=3,28) und der 4b Klasse (M=3,25) der Volksschule Anger zeigte keinen deutlichen Unterschied bei der Anzahl der richtig gelösten Aufgabenstellungen. Die Schüler/innen beider Klassen konnten gleich viele Aufgaben richtig bzw. falsch lösen. Mehr Schülerinnen der 4a Klasse konnten zwei bzw. fünf und sechs Beispiele lösen als Schüler/innen der 4b Klasse. Viel mehr Schüler/innen der 4b Klasse lösten vier Beispiele und kein Schüler bzw keine Schülerin der 4b konnte sechs Beispiele lösen. Eine Analyse auf der Beispielebene zeigte, dass die Beispiele „LKW“ und „Bauer“ von mehr Schüler/innen der 4a Klasse gelöst werden konnten als von den Schüler/innen der 4b Klasse. Die beiden Beispiele „Herr Sommer“ und „Generaldirektor“ wurden von mehr Schüler/innen der 4b Klasse gelöst als von Schüler/innen der 4a Klasse. Die genauen Prozentsätze können der Abbildung 9 entnommen werden.

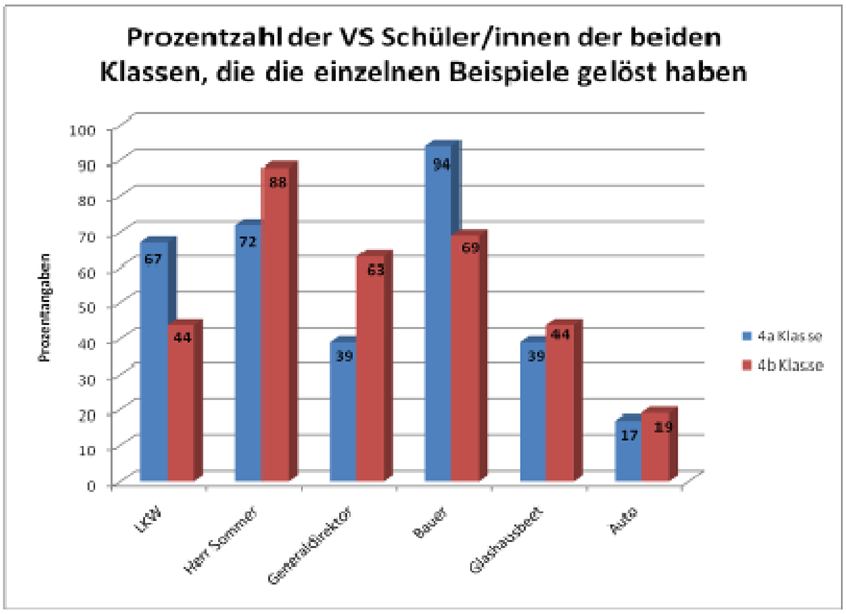


Abb. 9

Prozentanzahl der VS Schüler/innen der beiden Klassen (4a, 4b), die die einzelnen Beipiele gelöst haben.

6.1.2.2 Unterschied zwischen Mädchen und Knaben der VS Anger bei der Anzahl der richtig gelösten Aufgaben aus dem Test für komplexe Schlussfolgerungen

Bei der Überprüfung des Zusammenhangs mit dem Geschlecht ergaben sich keine bedeutsamen Mittelwertsunterschiede für Knaben (M=3,55) und Mädchen (M=2,75). Knaben und Mädchen haben bei diesem Test gleich gut bzw. gleich schlecht abgeschnitten. Das Ergebnis zeigt, dass mehr Mädchen als Knaben ein Beispiel gelöst haben. Mehr Knaben als Mädchen haben 5 oder 6 Beispiele gelöst. Kein Mädchen konnte alle 6 Beispiele lösen. Genauere Angaben können dem Anhang B, Abbildung B 7 entnommen werden.
Eine Analyse der einzelnen Beispiele ergab, dass alle Mädchen das Beispiel „Bauer", aber kein Mädchen das Beispiel „Auto" lösen konnte. Beinahe alle Beispiele konnten von mehr Knaben als Mädchen gelöst werden. Nur das Beispiel „Bauer" wurde von mehr Mädchen als Knaben gelöst. Genauere Angaben können der Abbildung 10 entnommen werden.

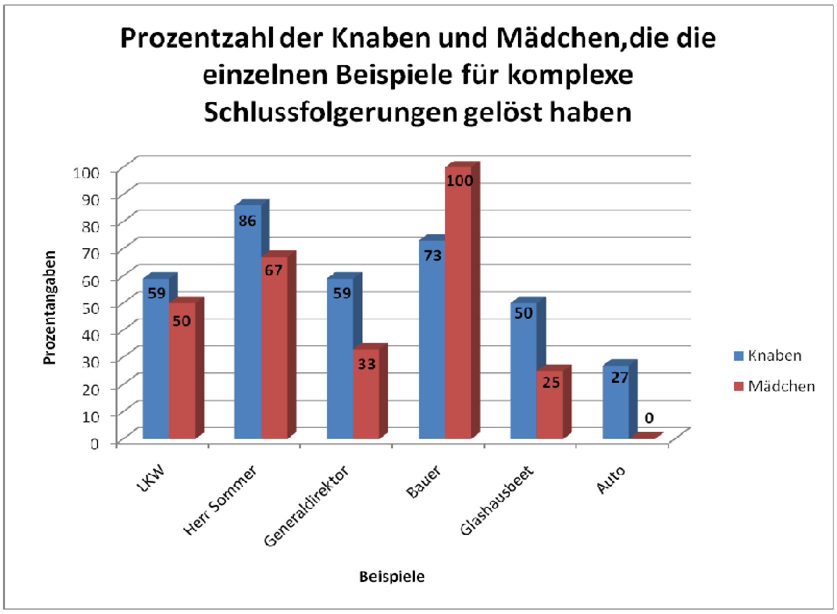


Abb. 10

Anzahl der Knaben und Mädchen in Prozent, die die einzelnen Beispiele gelöst haben

6.1.3 Selbst verfasste Rechenaufgaben

Bei den selbst verfassten Rechenaufgaben mussten die Kinder 3 eigene Rechengeschichten schreiben. Vier von 34 Schüler/innen haben drei Rechengeschichten geschrieben, sechs Schüler/innen konnten keine Rechengeschichte schreiben. Ca. 71 % der Schüler/innen schrieben eine oder zwei Rechengeschichten.

6.1.3.1 Unterschied zwischen den Klassen der VS Anger bei der Anzahl der selbst verfassten Rechenaufgaben

Ein Mittelwertsvergleich zwischen 4a (M=1,33) und 4b Klasse (M=1,56) ergab keine bedeutsamen Unterschiede. Mehr Schüler/innen der 4a Klasse haben keine Rechengeschichte geschrieben im Vergleich zur 4b Klasse. Mehr Schüler/innen der 4b Klasse haben zwei Rechengeschichten geschrieben als von der 4a Klasse. Die Prozentangaben können der Abbildung 11 entnommen werden.

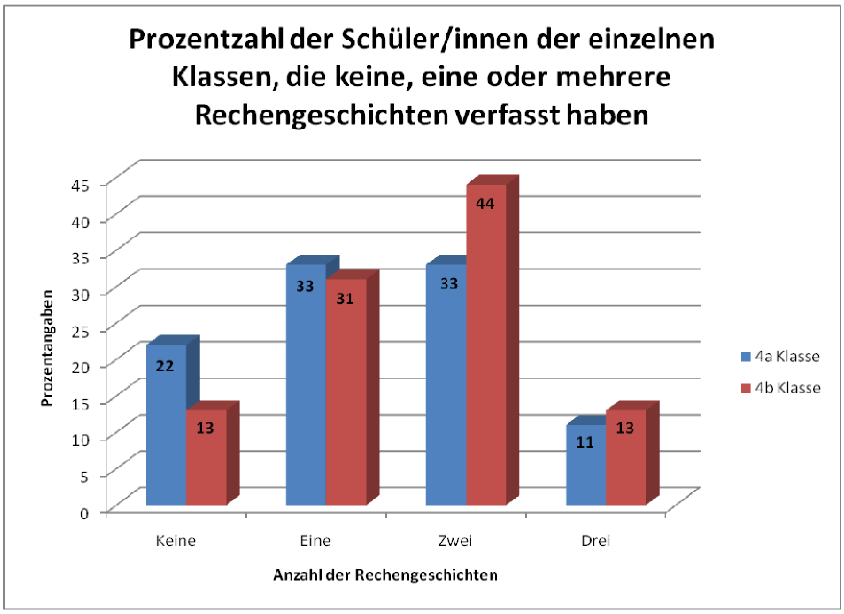


Abb. 11

Prozentanteil der Schüler/innen, getrennt nach Klassen, über die Anzahl der selbst verfassten Rechengeschichten

6.1.3.2 Unterschied zwischen Mädchen und Knaben der VS Anger bei der Anzahl der selbst verfassten Rechenaufgaben

Ein Mittelwertsvergleich zwischen Mädchen (M=1,33) und Knaben (M=1,50) ergab keinen Unterschied. Beinahe gleich viele Mädchen wie Knaben haben keine Rechengeschichte geschrieben. Mehr Mädchen haben eine Rechengeschichte geschrieben als Knaben. Mehr Knaben als Mädchen haben zwei bzw. drei Rechengeschichten geschrieben. Die genauen Prozentzahlen können der Abbildung 12 entnommen werden.

Nur ein Mädchen aus beiden Klassen (4b Klasse) hat alle drei Rechengeschichten geschrieben. Insgesamt drei Knaben (zwei von der 4a Klasse und einer der 4b Klasse) haben drei Rechengeschichten geschrieben. Von der 4b Klasse haben zwei Knaben keine Rechengeschichte geschrieben, von der 4a Klassen waren dies 2 Knaben und 2 Mädchen. Genauere Angaben können dem Anhang B, Abbildung B 8 entnommen werden.

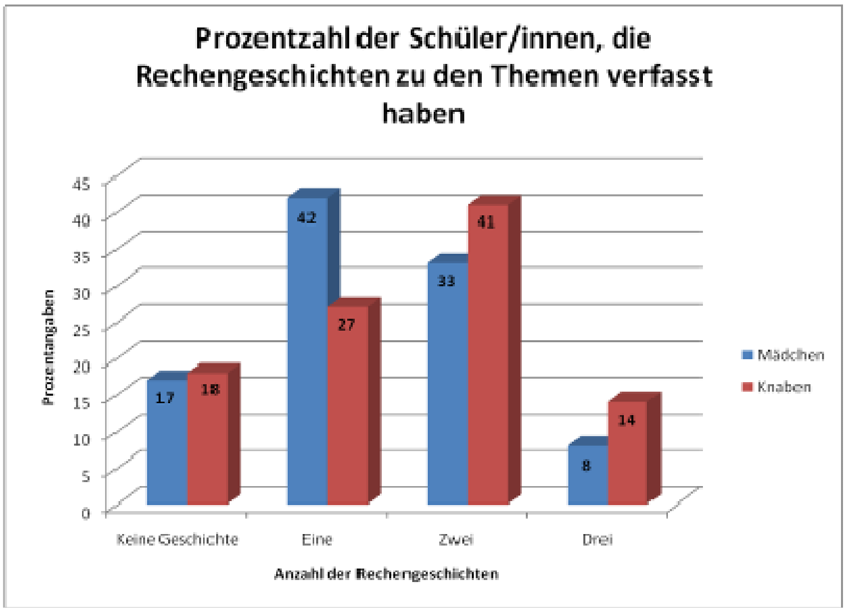


Abb. 12

Prozentanteil der Knaben und Mädchen über die Anzahl der selbst verfassten Rechengeschichten

7 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Ein Ziel der Untersuchung war die Einführung von proportionalen und umgekehrt proportionalen Zuordnungen über Lernumgebungen, die individuelle Lösungswege ermöglichen. Dadurch sollte es auch lernschwächeren Schüler/innen ermöglicht werden zu eigenen Lösungen zu kommen, ohne von vornherein mit einem Algorithmus vertraut gemacht worden zu sein. Durch einen anwendungsbezogenen, schüler/innenorientierten Unterricht, in dem nicht eine Fülle von gleichartigen Beispielen geübt, sondern an Problemen gearbeitet wurde, sollten die Schüler/innen ihre eigenen Modelle bilden und eigene Lösungswege finden.

Bei dem Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen und beim Test für komplexe Aufgabenstellungen konnten alle HS Schüler/innen (N=12) der zweiten und dritten Leistungsgruppe durch individuelle Lösungswege, ohne von vornherein mit einem Algorithmus vertraut gemacht worden zu sein, Aufgabenstellungen lösen. Damit konnte Hypothese eins bestätigt werden.

Aufgrund der langjährigen Erfahrung als Lehrerin konnte davon ausgegangen werden, dass große Unterschiede zwischen den Leistungen der Schüler/innen der ersten bzw. der zweiten und dritten Leistungsgruppen bestehen würden. Die Ergebnisse belegten, dass die Schüler/innen der ersten Leistungsgruppe sich deutlich von den Schüler/innen der zweiten und dritten Leistungsgruppe bei dem Test für proportionale und umgekehrt proportionale Aufgabenstellungen und beim Test für komplexe Aufgabenstellungen unterschieden. Damit konnte die zweite Hypothese teilweise bestätigt werden. Es ergaben sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den Schüler/innen der zweiten und dritten Leistungsgruppe. Dies könnte daran liegen, dass in der dritten Leistungsgruppe nur zwei Schüler/innen sitzen und daher die Aussagen sehr vorsichtig bewertet werden müssen. Vielleicht müsste auch die Einstufung der Schüler/innen nochmals überdacht werden.

Es hat sich auch Hypothese drei bestätigt, dass leistungsstärkere Schüler/innen besser eigene Rechengeschichten schreiben können als leistungsschwächere Schüler/innen. Leistungsstärkere Schüler/innen sitzen auch in Deutsch eher in der ersten Leistungsgruppe und leistungsschwächere Schüler/innen aus Mathematik sind häufig auch in Deutsch in der zweiten oder dritten Leistungsgruppe.

Die Ergebnisse zeigten keinen Unterschied zwischen Knaben und Mädchen in der Lösungshäufigkeit von textbezogenen Aufgabenstellungen nach dem modifizierten Textrechenmodell. Damit konnte die vierte Hypothese nicht bestätigt werden, dass Unterschiede existieren. Es zeigte sich auch kein Unterschied zwischen Knaben und Mädchen in Abhängigkeit von dem Schwierigkeitsgrad der Aufgabe. Somit konnte die Hypothese fünf, dass mehr Knaben als Mädchen schwierigere Aufgaben richtig lösen, und die Hypothese sechs, dass mehr Mädchen als Knaben leichtere Aufgaben richtig lösen, nicht bestätigt werden.

Die Führung von monoedukativen Schüler/innengruppen ermöglichte eine Berücksichtigung des Genderaspektes. Aufgrund der Erfahrungen aus Projekten, die an der Schule in den vergangenen Schuljahren durchgeführt wurden, wurde erwartet, dass sich die Mädchen der monoedukativ geführten Gruppe von den Mädchen der koedukativ geführten Gruppe in der Anzahl der richtigen Lösungsmöglichkeiten bei den Aufgabenstellungen unterscheiden würden, da die Mädchen sich in den reinen Mädchengruppen wohler fühlten und ein besseres Selbstkonzept aufwiesen. Diese Hypothese (sieben) konnte nicht bestätigt werden. Es mag vielleicht für Mathematik keinen Unterschied machen, ob Mädchen in reinen Mädchengruppen unterrichtet werden oder nicht. Es könnte aber auch an den reicheren Lernumgebungen liegen, dass die Interessen und Bedürfnisse der Mädchen besser berücksichtigt werden. Dass die Mädchen der koedukativen Gruppe gleich gute bzw. gleich schlechte Testwerte erzielen konnten wie die Mädchen der monoedukativen Gruppe könnte auch daran liegen, dass sie im Durchschnitt ein höheres Notenniveau in Mathematik aufweisen.

Die Hypothese acht, dass die Schüler/innen in den Forscherstunden eher eigene Lösungswege finden als in den Mathematikstunden konnte bestätigt werden. Auch die gegenseitige Unterstützung wird von den Schüler/innen in den Forscherstunden besser wahrgenommen als in den Mathematikstunden. Damit bestätigten die Ergebnisse die Hypothese neun. Ein Grund dafür ist im lernumgebungsbasierten Unterricht und ein anderer in den in diesen Stunden angebotenen Sozialformen zu finden. Ausserdem werden die Schüler/innen in diesen Forscherstunden dazu ermutigt anderen zu helfen.

Die Ergebnisse für das Verstehen von Aufgaben und Problemen zeigten, dass Schüler/innen ein besseres Verständnis in den Mathematikstunden wahrnehmen als in den Forscherstunden. Dies mag daran liegen, dass in den „normalen“ Mathematikstunden die Lehrer/innen mehr anleiten, lenken und erklären als in den Forscherstunden. Damit hat sich die Hypothese 10 nicht bestätigt.

Es konnte keine der letzten drei Hypothesen (11, 12, 13) durch die Ergebnisse bestätigt werden. Dies bedeutet, dass Schüler/innen bei der Wahrnehmung die Lenkung durch den Lehrer/die Lehrerin, die Freude und den Spaß beim Lösen von mathematischen Aufgabenstellungen und die Wahrnehmung der eigenen Aufmerksamkeit und des eigenen Interesses betreffend keine Unterschiede zwischen den Forscherstunden und den Mathematikstunden machen. Ein Grund könnte darin zu suchen sein, dass der konstruktivistisch orientierte Unterricht auch in den „normalen“ Mathematikstunden bereits häufiger Eingang gefunden hat. Das heißt, dass die Schüler/innen auch im herkömmlichen Mathematikunterricht immer häufiger mit Lernumgebungen konfrontiert und ermutigt werden eigene Lösungen zu suchen. Die Lehrer/innen zeigen immer mehr Interesse an den Lösungswegen der Kinder und geben weniger oft Anweisungen und Algorithmen vor.

7.1 Resümee und Ausblick

Die Ergebnisse der Untersuchung lassen darauf schließen, dass Schüler/innen durch einen konstruktivistisch orientierten Mathematikunterricht befähigt werden, eigene Lösungswege für Problemstellungen zu suchen und zu finden. Reichhaltige Lernumgebungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie individuelle Anforderungen an die unterschiedlichen Leistungsniveaus stellen, dass sie motivierend wirken und Kinder animieren, auch gemeinsam nach Lösungen zu suchen. Es ist gut gelungen, mit dem lernumgebungsbasierten Unterricht das Verständnis für die direkte und indirekte Proportionalität zu wecken. Ist dieses Verständnis erst einmal gegeben, kann man auch einen Formalismus zum Lösen von Proportionen anbieten, der vor allem dann notwendig ist, wenn es sich um Beispiele mit Dezimalzahlen handelt oder um Aufgaben zur indirekten Proportionalität.

Beobachtungen zeigen, dass gute Schüler/innen eigene Gedanken einbringen wollen, dass sie Problemstellungen und Lösungsangebote hinterfragen und sich kritischer äußern, wenn der/die Lehrer/Lehrerin an der Tafel arbeitet. Sie erkennen besser Zusammenhänge und lernen vernetzt zu denken.

Die Testergebnisse könnten ein Anlass dazu sein, die Einstufung der Schüler/innen der dritten Leistungsgruppe zu überdenken. Diese Schüler/innen haben nicht schlechter abgeschnitten als die Schüler/innen der zweiten Leistungsgruppe.

Interessanterweise hatte die Berücksichtigung des Genderaspektes durch die Führung von monoedukativen Schüler/innengruppen keine Auswirkungen auf die Testergebnisse das Projektthema betreffend, obwohl die Ergebnisse des Projektes aus dem vorigen Schuljahr Unterschiede zwischen Mädchen und Knaben gezeigt haben. Dass es zum Zeitpunkt der Messung keinen Unterschied zwischen Mädchen und Knaben gab heißt aber nicht, dass keine Unterschiede existieren. In einer Retestung hätte festgestellt werden können, ob diese Ergebnisse über einen längeren Zeitraum konstant geblieben wären.

Der Mathematikunterricht wird von den Schüler/innen bereits verändert wahrgenommen. Er unterscheidet sich nicht mehr sehr wesentlich von den Forscherstunden. Die Schüler/innen werden immer häufiger ermutigt und aufgefordert selbständig, kreativ und eigenverantwortlich zu arbeiten. Der einzige Unterschied wurde bei der Viabilität und der gegenseitigen Unterstützung festgestellt. Für diesen Unterschied könnte auch die Sozialform im Unterricht ausschlaggebend sein. Lernumgebungen wurden fast immer in Partner- oder Gruppenarbeit gelöst.

Eine Konsequenz aus diesen Ergebnissen für die Hauptschule Anger könnte darin bestehen, dass verschiedene Themenbereiche über diesen Zugang – zuerst Verständnis wecken, dann erst Formalismus anbieten - erarbeitet werden und alle Lehrer/innen ermutigt werden diesen Weg zu gehen. 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. Zu lernen, eigene Wege zu gehen, ist eine notwendige Voraussetzung für viele Situationen im Alltag.

Bei der Zusammenarbeit der Volksschule und Hauptschule beim Stationentag konnten die Schüler/innen feststellen: „Gemeinsam sind wir besser“, „Gemeinsam macht es mehr Spaß“, „Gemeinsam können wir viel erreichen“. Durch solche Schulart übergreifenden Aktivitäten oder Projekte könnte sowohl auf Schüler/innen- als auch auf Lehrer/innenebene ein besseres Miteinander erreicht werden. Damit würde der Nahtstellenproblematik wirksam entgegen getreten.

Auch bei diesem Projekt zeigte sich wieder, dass der verstärkte Einsatz von Teamarbeit bei den Lehrer/innen Veränderungen dieser Art leichter ermöglicht und eine Unterrichtsentwicklung vorantreibt. 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. 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 alle am Projekt beteiligten Lehrer/innen mit großer Überzeugung den eingeschlagenen Weg eines konstruktivistisch orientierten Mathematikunterrichts weiter gehen und auch viel Überzeugungsarbeit bei Kolleginnen und Kollegen im Lehrkörper der eigenen Schulen und darüber hinaus im ganzen Bezirk leisten werden.

8 LITERATUR

BRUDER; R. & LEUDERS, T. & BÜCHTER, A. (2008). Mathematikunterricht entwickeln. Bausteine für kompetenzorientiertes Unterrichten. Berlin: Cornelsen Scriptor

BÜCHTER, A. & LEUDERS, T. (2005). Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Lernen fördern – Leistung überprüfen. Berlin: Cornelsen Scriptor

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

ISSING, J. & KLIMSA, P. (1995). Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim: BELTZ Psychologie Verlags Union.

KESSELS, U. (2002). Undoing Gender in der Schule. Weinheim und München: Juventa Verlag

ROST, D. (2005). Interpretation und Bewertung pädagogisch-psychologischer Studien. Weinheim: Beltz UTB

VOSS, A. & CARSTENSEN, C.H. & BOS, W. (2005). Textgattungen und Verstehensaspekte: Analyse von Textverständnis aus den Daten der IGLU-Studie. In BOS, W. et al (Hrsg.), IGLU. Vertiefende Analysen zu Leseverständnis, Rahmenbedingungen und Zusatzstudien. Münster: Waxmann

Internetadressen:

http://beat.doebe.li/bibliothek/begriffe.html (2.11.2007)

http://archiv.bmbwk.gv.at/medienpool/3996/VS7T_Mathematik.pdf (13.5.2008)