

# **Reihe „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“**

Herausgegeben von der  
**Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“**

des Instituts für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung  
der Universität Klagenfurt

Barbara Pfeiler

## **Schüler unterrichten Schüler oder der Puzzleunterricht in Mathematik**

PFL-Mathematik

IFF, Klagenfurt, 2002

Betreuung:  
Edith Schneider

Die Universitätslehrgänge „Pädagogik und Fachdidaktik für LehrerInnen“ (PFL) sind interdisziplinäre Lehrerfortbildungsprogramme der Abteilung „Schule und gesellschaftliches Lernen“ des IFF. Die Durchführung der Lehrgänge erfolgt mit Unterstützung des BMBWK.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	
<b>1.1 Die Klasse und ich</b>	1
<b>1.2 Das Projekt und wie es entstand</b>	2
<b>1.3 Meine Forschungsfrage</b>	2
<b>2 Puzzleunterricht – was ist das</b>	
<b>2.1 Allgemeine Überlegungen</b>	3
<b>2.2 Grundlegende Überlegungen</b>	4
<b>2.3 Der Ablauf des Unterrichts</b>	
<b>2.3.1 Vorbereitungen</b>	4
<b>2.3.2 Erste Arbeitsphase</b>	5
<b>2.3.3 Zweite Arbeitsphase</b>	5
<b>2.3.4 Dritte Arbeitsphase</b>	6
<b>2.3.5 Vierte Arbeitsphase</b>	6
<b>3 Puzzleunterricht – in der 2c</b>	
<b>3.1 Was wurde geändert</b>	8
<b>3.2 Inhalt und Ziel</b>	10
<b>3.3 Vorkenntnisse</b>	11
<b>4 Dokumentation der Unterrichtsphasen</b>	
<b>4.1 Die Addition</b>	
<b>4.1.1 Arbeitsauftrag, Lernziele</b>	12
<b>4.1.2 Die Expertenrunde</b>	14
<b>4.1.3 Die Unterrichtsphase</b>	15
<b>4.1.4 Die Lernkontrollen</b>	18
<b>4.2 Subtraktion, Multiplikation und Division</b>	19
<b>5 Wer hat was beobachtet</b>	
<b>5.1 Eigenbeobachtung</b>	19
<b>5.2 KollegInnenbeobachtung</b>	21
<b>5.3 SchülerInnenbeobachtung</b>	23

<b>6 Untersuchung der SchülerInnenleistungen</b>	
<b>6.1 Fehleranalyse und Interpretation zur Addition</b>	
6.1.1 Kontrollaufgaben	25
6.1.2 Jagd auf Zahlen	26
6.1.3 Schularbeitsbeispiel	27
<b>6.2 Fehleranalyse und Interpretation zur Subtraktion,         Multiplikation, Division</b>	28
<b>7 Resümee</b>	30
<b>Anhang</b>	
A1 Puzzleunterricht in Mathematik	22
A2 Arbeitsauftrag für die Lehrerrunde	33
A3 Fragen zu unserem Projekt	34
A4 Wer schafft alle??	35
A5 Jagd auf Zahlen a, b	36
A6 Arbeitsanweisungen zur Subtraktion, Multiplikation und Division	38
<b>Literatur</b>	39

# **Schüler unterrichten Schüler oder der Puzzleunterricht in Mathematik**

(Abstract)

Die vorliegende Arbeit soll einen Eindruck von einer noch eher wenig bekannten Unterrichtsform, dem Puzzleunterricht, vermitteln und gibt parallel dazu einen Einblick in einen konkreten Anwendungsfall.

SchülerInnen erarbeiten ein vorgegebenes Thema – die vier Grundrechnungsarten mit Brüchen - und bereiten es so auf, dass sie es ihren MitschülerInnen erklären können. Sie nehmen damit Selbst Lehrerpositionen ein und vermitteln sich gegenseitig, wie man Brüche addiert, subtrahiert, multipliziert und dividiert.

Der erste Teil der Arbeit wird Sie in die Methodik des Puzzleunterrichts im Allgemeinen einführen. Im zweiten Teil möchte ich über den von mir gestalteten Unterricht berichten und parallel dazu über Ergebnisse, Pro und Contras, Beobachtungen von Kollegen, Schülermeinungen etc. reflektieren.

Wenn ich durch diese kurze Einführung Ihr Interesse wecken konnte, sind Sie eingeladen, auf den folgenden Seiten Genaueres über den Puzzleunterricht und die dabei gewonnenen Erfahrungen und Einsichten zu lesen.

Barbara Pfeiler  
BRG Viktring  
Stift Viktringstrasse 12  
9073 Viktring  
[pfeil@brg-viktring.asn-ktn.ac.at](mailto:pfeil@brg-viktring.asn-ktn.ac.at)

# 1 Einleitung

## 1.1 Die Klasse und ich



Die Klasse, mit der ich mich an dieses Unternehmen heran wagt, ist die 2c, eine zweite Klasse, die ich selbst als Klassenvorstand führe und in Mathematik und Leibesübungen für Mädchen unterrichte. Es handelt sich um eine Klasse mit realistischem Schwerpunkt, die als schulautonomes Projekt zusätzlich als Informatikklassse konzipiert wurde.

Es besuchen heuer 34 SchülerInnen, 16 Mädchen und

18 Buben, diese Klasse.

Basierend auf meiner KV Tätigkeit habe ich zu diesen SchülerInnen ein anderes – ein etwas persönlicheres – Verhältnis, als etwa zu anderen Klassen, die ich „nur“ in Mathematik unterrichte.

So habe ich mit ihnen bereits im vergangenen Schuljahr für PFL ein kleineres Projekt durchgeführt - und für mich war es sehr erfreulich zu sehen, mit welcher Begeisterung und mit welchem Ernst die Schülerinnen und Schüler bei der Sache waren. Bereits damals habe ich sehr deutlich gemerkt, mit welcher Freude die SchülerInnen arbeiten, wenn man vom Frontalunterricht abweicht. Meine Befürchtungen, dass viele SchülerInnen diese Freiheiten ausnützen und andere für sich arbeiten lassen würden, haben sich sehr bald, natürlich nicht restlos, zerstreut. Ein Großteil der Klasse hatte eine ausgesprochen gute Arbeitshaltung und auch die Resultate waren durchaus zu meiner Zufriedenheit. Gerade dieses disziplinierte Verhalten von fast allen SchülerInnen war mit ein Beweggrund, mich für diese Klasse zu entscheiden.

Ich unterrichte bereits das dreizehnte Jahr am BRG Viktring, wo ich auch das Probejahr absolvierte. Meine Fächer sind Mathematik und Leibesübungen, und seit 8 Jahren leite ich die Nachmittagsbetreuung an unserer Schule. Da auch ich selbst gerne im Unterricht experimentiere und ständig auf der Suche nach etwas Neuem bin, kam ich vor zwei Jahren zu PFL und versuche nun, auf Grund der vielen Anregungen und Ideen, die im Lehrgang vermittelt werden, nicht nur eine alternative Unterrichtsgestaltung, sondern auch die Effizienz derselben zu untersuchen, um dadurch die Qualität des Unterrichts zu verbessern.

An dieser Stelle möchte ich noch festhalten, dass ich mit der Klasse über mein Vorhaben – mehr über den Puzzleunterricht zu erfahren und diesen auch kritisch und distanziert zu betrachten – gesprochen, ihnen von meinem Projekt erzählt und sie natürlich auch um Ihre Mitarbeit gebeten habe. Und es hätte mich doch sehr verwundert, wenn sie nicht gleich von Anfang an mit Begeisterung dabei gewesen wären.

## **1.2 Das Projekt - wie es entstand**

Seit einigen Jahren beobachte ich, dass die Leistungsunterschiede immer größer werden. Ich möchte hier keineswegs auf die diversen Gründe dafür eingehen, eines erscheint mir allerdings ausgesprochen notwendig hier anzuführen. Die Nachfrage an Nachhilfestunden nimmt immer mehr zu, Lerninstitute erleben einen Aufschwung, es entsteht eines nach dem anderen. Es gibt meiner Meinung nach in der Schule genügend Potential, um dieser Entwicklung entgegen zu wirken. So versuche ich auch immer wieder SchülerInnen dazu zu animieren, MitschülerInnen zu helfen und gemeinsam zu arbeiten. Bessere können den Schwächeren Hilfestellungen bieten, Gute können Schlechte unterstützen. Diese Idealvorstellung, die sicherlich nicht 100prozentig realisierbar ist, habe ich allerdings immer wieder vor Augen. Soziale Interaktionen zwischen SchülerInnen verbessern aus meiner Sicht nicht nur das Klassenklima, sondern beeinflussen auch den Lernerfolg.

Da in einer Informatikklasse im Trägerfach Mathematik ein verstärkter Technologieeinsatz keinesfalls fehlen darf, stellte sich im vergangenen Schuljahr auch für mich die Frage, für welche Art von Technologie ich mich entscheiden sollte. Meine Wahl fiel auf den TI-92, und ich habe den Rechner bereits ab der ersten Klasse verstärkt eingesetzt. Es gab - wann immer sich die Möglichkeit vom Stoffgebiet aus ergab - sogenannte TI-92 Stunden, und die Begeisterung von Schülerseite her war kaum zu übersehen.

Angeregt durch Beobachtungen, die ich in diesen TI-Stunden machte, als SchülerInnen, die sich besser auskannten, gerne den Schwächeren halfen, das sogar eine Selbstverständlichkeit war und ich fast niemanden mehr dazu auffordern musste, kam ich auf den Gedanken zu untersuchen, wie SchülerInnen ihren MitschülerInnen helfen können, beziehungsweise in wie weit es vielleicht sogar möglich ist, dass SchülerInnen SchülerInnen selbst unterrichten. Ich begab mich auf die Suche nach alternativen Unterrichtsformen, die solche sozialen Interaktionen unterstützen und fördern.

Im Gespräch mit einer Klassenlehrerin, die auch immer wieder alternative Unterrichtsformen verwendet, kam ich auf den Puzzleunterricht, von dem ich auf der Stelle begeistert war. Spontan beschloss ich diesen sofort auszuprobieren, zumal er mir durchaus als geeignete Unterrichtsform erschien, um meine Ziele zu verwirklichen. Dabei wird den SchülerInnen die Möglichkeit geboten, frei zu arbeiten, das Lerntempo selbst zu bestimmen, sich alleine, zu zweit oder in Gruppen über Mathematik zu unterhalten und gemeinsam zu experimentieren. Soziale Interaktionen werden gefördert und Schwächere werden durch jene unterstützt, die schneller ans Ziel gelangen.

## **1.3 Meine Forschungsfrage**

Mein Interesse an diesem Projekt galt anfänglich sehr vielen Fragen: sind SchülerInnen überhaupt in der Lage einander zu unterrichten, können sie ein vorgegebenes mathematisches Thema ausarbeiten, arbeiten sie dieses auch so aus, dass sie es anderen erklären können?

Gefällt es ihnen, und sind sie bereit für andere zu arbeiten? Wie gut arbeiten sie zusammen, und in wie weit unterstützen sie einander?

Sehr bald wurde mir aber bewusst, dass sich meine Forschung nur auf einige wenige Dinge beschränken muss, um zu einem objektiven Ergebnis zu gelangen.

Folglich habe ich versucht aus der Fülle der oben gestellten Fragen eine, für mich wichtige und interessante auszuwählen und genauer zu beleuchten.

Meine Untersuchung beschränkt sich also auf folgende Frage:

**Ist es mit der Unterrichtsmethode des Puzzleunterrichts möglich, dass SchülerInnen die Rechenregeln der Bruchrechnung (Addition, Multiplikation, Division und Subtraktion) lernen und sie dann auch anwenden können?**

Das heißt, ich möchte untersuchen, ob die von mir vorgegebenen Lernziele tatsächlich erreicht werden, beziehungsweise in wie weit ich durch diese Unterrichtsmethode zufriedenstellende Ergebnisse erzielen kann.

## **2 Puzzleunterricht – was ist das?**

### **2.1 Allgemeine Überlegungen**

Der Puzzleunterricht ist eine alternative Unterrichtsform, die in vielen Gegenständen und zu den unterschiedlichsten Themenbereichen eingesetzt werden kann. Er ist eine Form von Unterricht, die den SchülerInnen ein hohes Maß an Selbsttätigkeit gestattet, die Freiräume schafft für kreatives Arbeiten, die aber auch sehr hohe Anforderungen an die SchülerInnen stellt.

Die SchülerInnen erarbeiten individuell einen vom Lehrer vorgegebenen Inhalt und versuchen diesen im Anschluss ihren MitschülerInnen weiter zu vermitteln. Sie sind somit ein Mal in der Rolle der studierenden SchülerInnen, wo sie die Aufgabe haben, den Stoff so aufzubereiten, dass sie ihn auch wirklich verstehen und beherrschen, während sie das andere Mal in der Position der lehrenden SchülerInnen sind, wo sie nun vor allem die Verantwortung dafür zu tragen haben, dass auch ihre MitschülerInnen - die diesen Stoff nicht kennen – diesen so erklärt bekommen, dass sie ihn auch verstehen und in Folge anwenden können.

Vom methodischen Aufbau ist der Puzzleunterricht so konzipiert, dass es zwischen den einzelnen Phasen immer wieder Kontrollpunkte, kleine Tests oder Fragebögen, geben sollte, sodass den SchülerInnen genauestens vor Augen geführt wird, ob das bisher Erarbeitete auch verstanden wurde.

Am Ende des Projekts sollte es dann ebenfalls die Möglichkeit einer Lernkontrolle - in welcher Form auch immer – geben, damit den SchülerInnen bewusst wird, was und wie viel sie gelernt haben.

## 2.2 Grundlegende Überlegungen

Der erste Schritt ist die Wahl eines geeigneten Themas, denn es muss möglich sein, dieses in verschiedene, annähernd umfanggleiche, Unterthemen einzuteilen. Die Anzahl der Unterthemen ist abhängig von der Schülerzahl und vom Umfang des ausgewählten Stoffgebietes. Der Stoff wird also vom Lehrer in 4, 5 oder mehr Themenbereiche aufgeteilt und danach richtet sich dann die Zahl der Schülergruppen. Anschließend erhält jede Gruppe eines dieser Unterthemen, dies kann durch eine Auslosung, also zufällig, erfolgen, oder aber jede Gruppe sucht sich ein spezielles Thema aus.

Als nächsten Schritt sollte man sich sehr gut überlegen, welche Vorkenntnisse für die Erarbeitung von Schülerseite her vorausgesetzt werden müssen, und was vorher mit ihnen an Grundlagenwissen noch zu besprechen ist. Wesentlich ist auch, dass die Lernziele, die durch die einzelnen Themen abgedeckt werden sollen, den Schülern bekannt sind, dass sie genau wissen, was zu erforschen ist.

## 2.3 Der Ablauf des Unterrichts



### 2.3.1 Vorbereitungen

Genau genommen müsste man eigentlich von 5 Phasen im Puzzleunterricht sprechen, denn eine sehr große Bedeutung hat die Vorbereitung, die diesem Unterricht voraus geht. Während des Unterrichts sind Sie als LehrerIn nicht mehr so wichtig, Ihre Aufgabe liegt in dieser genau durchdachten, perfekten Vorbereitung.

Wenn man sich entschließt diese Unterrichtsform zu verwenden, so sollte man sich als erstes auf die Suche nach einem Thema machen, das sich in mehrere Unterthemen splitten lässt, bzw. mehreren Einzelthemen, die vom Stoffumfang in etwa gleich sind.

Wichtig ist auch, einen zeitlichen Rahmen festzusetzen. Die verschiedenen Themen können einen Zeitrahmen von 2 bis 8 Unterrichtsstunden in Anspruch nehmen. Beachten Sie nur, dass die SchülerInnen sicherlich doppelt so lange brauchen, als Sie selbst für das gleiche Thema brauchen würden.

Der nächste Punkt ist die Formulierung der Lernziele. Diese sollten klar und präzise formuliert werden, denn danach erstellen Sie dann die Kontrollaufgaben und Tests, die diese Lernziele abdecken sollen.

Ferner sollte man sich genau überlegen, welche Vorkenntnisse erforderlich sind, was die SchülerInnen wissen müssen, um die einzelnen Themen auch bearbeiten zu können.

### **2.3.2 Erste Arbeitsphase - Einzelarbeit**

Die SchülerInnen erarbeiten nun ihr Thema individuell in Einzelarbeit. Hier haben sie die Möglichkeit, verschiedenste Medien zu nutzen, diverse Literatur zu verwenden, etc.

Es sollten in dieser Phase auch kleinere Kontrollmöglichkeiten in Form von Tests oder Fragenkatalogen zur Selbstkontrolle bereit liegen. Jeder sollte sich seiner Sache sicher sein. Die SchülerInnen sollen darauf hingewiesen werden, dass sie das Thema beherrschen müssen. Je nach Umfang der einzelnen Themenbereiche ist für diese Phase ein Zeitrahmen von 1 1/2 Unterrichtseinheiten vorgesehen.

Die Effekte, die mit dieser ersten Phase erzielt werden können, liegen für mich in der intensiven Auseinandersetzung einzelner SchülerInnen oder auch SchülerInnengruppen, mit einem speziellen Thema. Die SchülerInnen lernen nicht wie beim Frontalunterricht durch den Vortrag der LehrerIn, sondern setzen sich selbst mit einem vorgegebenen Stoffgebiet auseinander. Manche SchülerInnen werden dies intensiver und manche weniger intensiv betreiben. Die Einzelarbeit bringt hier den Vorteil, dass jeder etwas tun muss, um dann in der Expertenrunde nicht ganz ohne Wissen da zu stehen, die Partnerarbeit, die ich hier gewählt habe, gibt meines Erachtens den SchülerInnen ein wenig mehr Mut, sich auch mit mathematischen Themen auseinander zu setzen. Jede SchülerIn sollte sich hier bereits ihrer wichtigen Rolle, die sie dann in der Unterrichtsphase zu tragen hat, bewusst werden.

### **2.3.3 Zweite Arbeitsphase – Expertenrunde**

Nach Abschluss der Einzelarbeit sollte jede SchülerIn zu einem Ergebnis gelangt sein. Jeder ist nun Experte auf seinem Gebiet. Nun setzen sich alle Experten mit dem selben Thema an einem Tisch zusammen (siehe Abbildung 1, Seite 7) und besprechen gemeinsam ihr Thema.

In dieser Runde soll den SchülerInnen die Möglichkeit geboten werden, sich in den zuvor erarbeiteten Stoff zu vertiefen, das Gelernte zu sichern, offene Fragen mit den MitschülerInnen zu klären. Wichtig ist, dass am Ende dieser Phase eine gezielte umfangreiche

Lernkontrolle – in Form von Fragen, einem kleinen Test, etc. - steht, die alle bearbeiten müssen. Der Idealfall wäre, wenn es jetzt keine SchülerIn mehr gäbe, die nicht Bescheid weiß über ihr Thema.

Auch hier sollte man den SchülerInnen Zeit lassen und etwa 1 1/2 Unterrichtseinheiten einplanen.

Mir persönlich gefiel hier vor allem die Möglichkeit, sich mit „Gleichgesinnten“, also SchülerInnen, die sich zuvor mit dem selben Thema auseinandergesetzt haben, auszutauschen. Jeder hat die Möglichkeit sein Wissen weiter zu vermitteln, oder aber von Mitschülern aufgeklärt zu werden, wenn man etwas nicht verstanden hat. Entscheidend ist hier auch die Möglichkeit der Selbstkontrolle, in Form von den Kontrollaufgaben, denn nur so kann man sich meines Erachtens auch den Beweis holen, das Thema verstanden zu haben. Jeder SchülerIn wird die Möglichkeit geboten Erfolg haben zu können, ein wesentlicher Vorteil dieser Form der Unterrichtsgestaltung, die in Folge durchaus das Selbstbewußtsein fördern kann.

#### **2.3.4 Dritte Arbeitsphase – Planungsphase**

Nun wird von jeder Expertengruppe der gemeinsame Unterricht geplant. Die Gruppe überlegt sich, in welcher Form sie den Anderen ihr Thema präsentieren möchte, wie sie ihr Wissen den MitschülerInnen am wirkungsvollsten vermitteln können. Sie sollen sich Gedanken machen, welche Hilfsmittel sie dazu benötigen, und wie sie ihre Zeit einteilen.

Die Lernziele sind ihnen bekannt, und ob diese von den MitschülerInnen auch erreicht werden, sollten im Anschluss an die Präsentation an Hand von einigen gemeinsam erstellten Kontrollfragen überprüft werden.

Das Unterrichtskonzept sowie der Kontrollfragenkatalog sind von der Expertengruppe schriftlich fest zu halten.

Was für diese Phase meiner Meinung nach notwendig ist, ist eine kurze Didaktik, die Unterrichtsführung betreffend. Man sollte mit den SchülerInnen einmal darüber gesprochen haben, was beim Unterrichten wichtig ist, und worauf man achten sollte. Nicht uninteressant wäre auch eine Einführung in die unterschiedlichen Präsentationstechniken.

Effekte, die dabei erzielt werden, sind einerseits das Erlernen von Präsentationstechniken im einfachsten Sinn, sich mit dem Näherbringen von Inhalten auseinander zu setzen und andererseits aber auch das gemeinsame miteinander Arbeiten an einem Thema, und damit die Verantwortung zu tragen, dass MitschülerInnen von einander etwas lernen sollten. Diese Eigenverantwortung wird meines Erachtens mit keiner anderen, mir bekannten, Unterrichtsmethode so unterstützt wie hier.

#### **2.3.5 Vierte Arbeitsphase – Unterrichtsphase**

Jede SchülerIn hat ihr Thema ausgearbeitet, und in der Expertenrunde erfolgte der Feinschliff. Nun kommt die Zusammensetzung dieser Einzelteile zu einem vollständigen Puzzle.

Es werden jetzt neue Gruppen gebildet, die Art der Gruppenbildung, ob mit Spielkarten, oder passenden Begriffen oder einfachem Durchzählen bleibt der LehrerIn überlassen. Es müssen

nur genau so viele Gruppenmitglieder in einer Unterrichtsgruppe sein, wie verschiedene Themen verteilt wurden, so dass in jeder Gruppe genau ein Experte zu jedem Thema sitzt (siehe Abbildung 2, Seite 7). Reihum unterrichtet nun jede SchülerIn ihr vorbereitetes Thema. Sie/er ist der Lehrer und die anderen Gruppenmitglieder sind die Schüler. Es findet somit in mehreren Gruppen gleichzeitig der selbe Unterricht statt.

Für diese Phase sollte man sich zumindest gleich viel Zeit lassen, wie für die Expertenrunde. Das Motiv für die SchülerInnen, sowohl in der Einzelarbeit als auch dann in der Expertenphase möglichst viel Wissen zu erlangen, dürfte jetzt doch klar sein. Wer will schon vor einer Gruppe etwas erklären müssen, ohne selbst genau Bescheid zu wissen.

Mir persönlich gefällt hier die Tatsache, dass jeweils nur ein Experte in der Gruppe sitzt, und damit die Eigenverantwortlichkeit den MitschülerInnen gegenüber doch sehr groß ist. Nicht nur gute SchülerInnen kommen zu Wort, sondern auch die schwächeren SchülerInnen haben hier die Möglichkeit den MitschülerInnen etwas beizubringen. Die Folge kann durchaus eine höhere Wertschätzung der SchülerInnen untereinander sein, was mir als Lehrperson ausgesprochen wichtig erscheint.

Die folgende Grafik (1) zeigt die Gruppeneinteilung eines Projektes mit 4 Unterthemen:

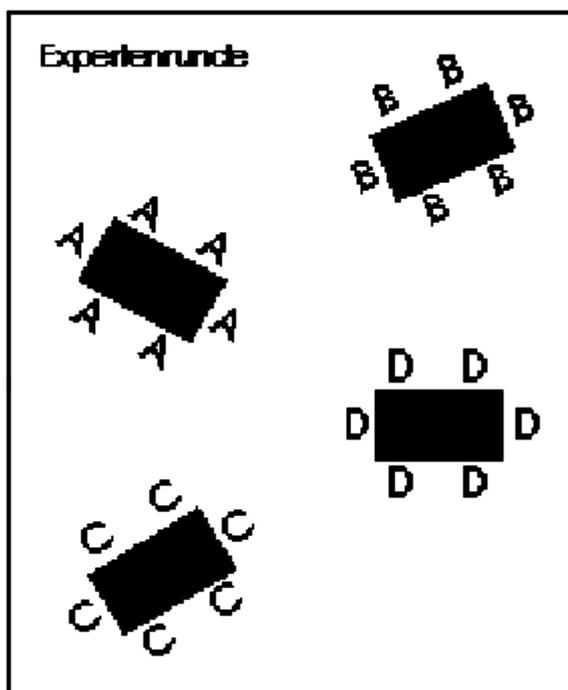


Abbildung 1

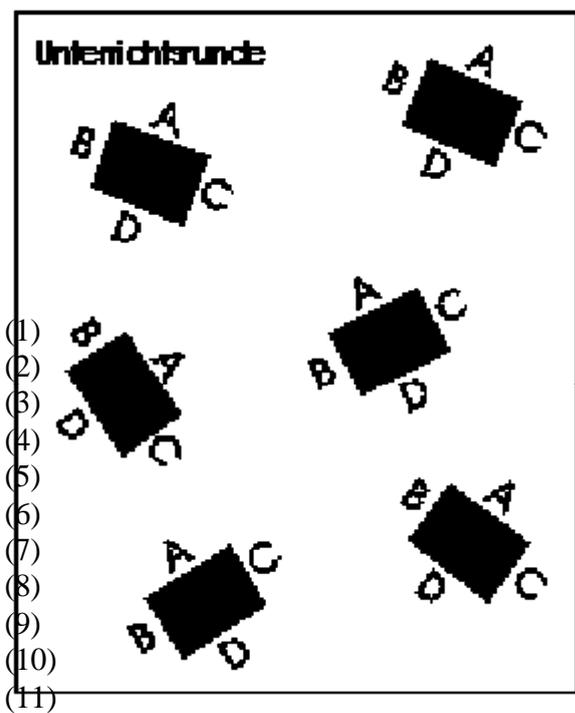


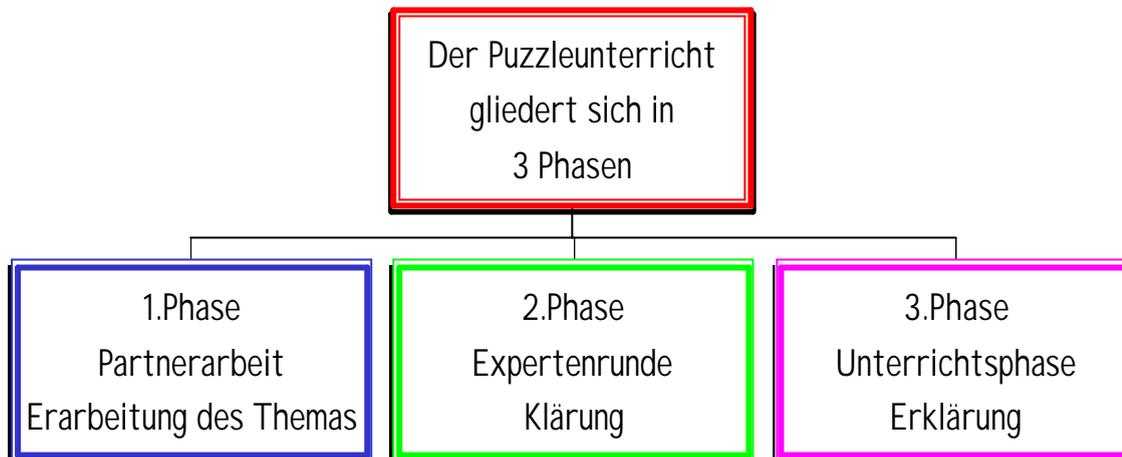
Abbildung 2

(1)vergleiche: <http://www.educeth.ch>

### 3 Puzzleunterricht in der 2c

#### 3.1 Was wurde geändert

Ich änderte das ursprüngliche Schema etwas ab, und es entstand:



Vom Organisatorischen her hatte ich 34 SchülerInnen aufzuteilen, wobei 4 Themen zur Wahl standen. Da sie paarweise arbeiteten, haben jeweils 4 Paare, also 8 SchülerInnen, am selben Thema gearbeitet. 2 SchülerInnen bleiben übrig, die ich als Schülerbeobachter eingesetzt habe.

Es gibt also drei statt vier Phasen, denn ich habe die zweite und die dritte Phase zu einer Phase verschmelzen lassen. Die zweite Phase habe ich etwas umgestaltet. So habe ich es den SchülerInnen frei gestellt, in einer Großgruppe von 8 Leuten zu arbeiten, oder aber zwei Vierergruppen zu bilden, was meiner Meinung nach effektiver wäre. Hier sollte nämlich nicht nur der Wissensaustausch stattfinden, sondern auch die Vorbereitung der Kontrollaufgaben, die dann als Test dienen.

Für die **Erarbeitungsphase**, habe ich die Methode der Partnerarbeit gewählt, um den SchülerInnen die Scheu vor der Materie ein wenig nehmen zu können. Zu zweit sind auch SchülerInnen, deren mathematisches Verständnis nicht so groß ist, sicherer, und sie kommen gemeinsam eher zu einer Lösung.



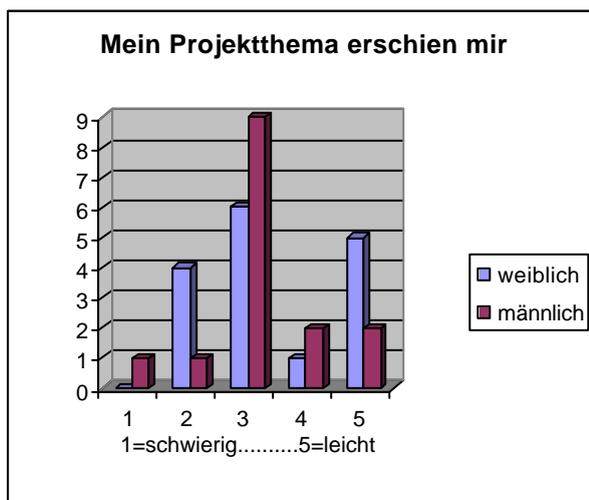
Bewusst habe ich die Paare einander selbst finden lassen und in die Gruppenbildung nicht eingegriffen. Es ist dabei natürlich passiert, dass schwächere SchülerInnen gemeinsam gearbeitet haben, aber das spielte keine Rolle, weil sie sich in der Expertenrunde noch Informationen holen konnten.

Von mir gesteuert wurde die Auswahl der Themen, denn ich wollte nicht, dass die SchülerInnen sich spezielle Themen aussuchen können und habe es dem Zufall überlassen, welches Paar welches Thema erhielt. Ich habe dazu Kärtchen vorbereitet, worauf die einzelnen Themen standen, und jedes Paar musste eine Karte ziehen. Zu dem Thema erhielt jede Gruppe noch einen detaillierten Arbeitsauftrag - auf den ich im folgenden Kapitel noch genauer eingehen werde - sowie eine Projektbeschreibung (siehe Anlage 1). In Zukunft werde ich zwar die Auswahl der Themen treffen, es aber jedem Paar überlassen, für welches der Themen es sich entscheidet. Das Problem könnte dann allerdings sein, dass die Leichterem gleich vergriffen sind und dann für zurückhaltende SchülerInnen nur noch der Rest übrig bleibt. Das müsste man noch überdenken.

Jedes Paar arbeitet nun am eigenen Thema. Als Hilfsmittel dienen TI-92 sowie die unterschiedlichsten Bücher, die von mir aber auch von Schülern selbst mitgebracht wurden.

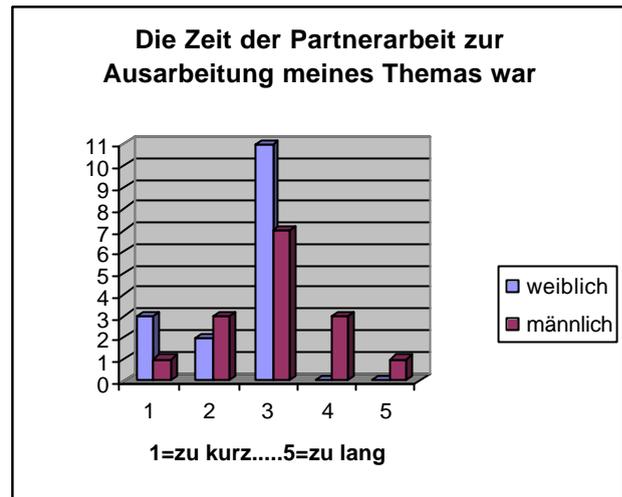
Die Dauer betrug 2 volle Unterrichtsstunden, und am Ende musste jedes Paar einige Kontrollaufgaben zum eigenem Thema lösen. Diese wurden dann von mir korrigiert und wieder an die SchülerInnen retourniert. Die Kontrollaufgaben haben sich, wie ich während der Durchführung selbst beobachten konnte, ausgesprochen bewährt, da die SchülerInnen diese als Standardbeispiele zum Überprüfen ihrer MitschülerInnen in der darauffolgenden Expertenrunde verwendet haben.

Ich habe natürlich versucht, einige Rückmeldungen zum Projekt von Schülerseite zu erhalten und dazu den SchülerInnen am Ende einen Fragebogen ausgeteilt (siehe Anlage 3). Aus dessen Auswertung möchte ich nun zwei spezielle Statistiken zeigen, die einiges über die Partnerarbeit aussagen.



Man sieht hier deutlich, dass ein Großteil der Buben mit dem Schwierigkeitsgrad der gestellten Aufgaben zufrieden ist, die Mädchen dagegen von mittel bis zu leicht tendieren, die Spitze aber auch in der Mitte liegt.

Betrachtet man die rechte Statistik, so erkennt man, dass hier der größte Teil der Mädchen mit der vorgegebenen Zeit zufrieden ist. Die Buben hingegen beurteilen mit der gesamten Bandbreite. Für einige Mädchen war die Zeit sogar zu kurz bemessen und auf keinen Fall – wie für manche Buben - zu lang.



In beiden Darstellungen lässt sich an Hand der Spitzenwerte erkennen, dass großteils Buben und Mädchen mit dem Thema, und auch mit der zur Verfügung stehenden Zeit, zufrieden waren. Für kein Mädchen war die Zeit zu lang. Die Folge für mich ist, dass ich diese Einteilungen beibehalten kann.

Auf die detaillierte Dokumentation und Organisation der zweiten und dritten Phasen werde ich im Kapitel 4 genauer eingehen.

Als zeitlichen Rahmen setzte ich mir eine Spanne von 6 bis 8 Schulstunden, die rein für den Puzzleunterricht reserviert waren. Für die Erarbeitung der Vorkenntnisse habe ich weitere 6 Stunden einkalkuliert. Ich bin damit sehr gut zu Recht gekommen; es wäre allerdings für mich auch kein Problem gewesen, den Rahmen zu überziehen.

### 3.2 Inhalt und Ziel

Wie bereits erwähnt, ist das Festlegen von Ziel und Inhalt ein wesentlicher Punkt für das Funktionieren dieser Unterrichtsform. Ich muss leider feststellen, dass ich mir hier anfänglich zu wenig Gedanken gemacht habe.

Ich war gerade damit beschäftigt, die Klasse über Brüche in allen möglichen Formen, echte und unechte, gemischte Zahlen, etc. aufzuklären, als ich vom Puzzleunterricht erstmals hörte. Begeistert davon, habe ich spontan beschlossen, diesen mit der 2c auszuprobieren. Und damit stand dann eigentlich das Lehrziel ziemlich schnell, vielleicht doch etwas zu schnell, fest. Als mathematischen Inhalt wählte ich die vier Grundrechnungsarten, also Addieren, Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren von Brüchen, und das Lernziel war somit, die dafür notwendigen Rechenregeln zu erlernen und als Lehrziel diese dann auch anwenden zu können..

Die SchülerInnen sollten am Ende des Projekts wissen, dass Brüche addiert werden, indem man sie auf gemeinsamen Nenner bringt und dann die Zähler addiert. Dass man multipliziert, indem man Zähler mit Zähler und Nenner mit Nenner multipliziert. Ebenso sollten für die Subtraktion und die Division die entsprechenden Regeln beherrscht werden.

Nachträglich und etwas distanzierter betrachtet, muss ich sagen, dass die Themenwahl nicht sehr gelungen und für diese Methode nicht passend war, vor allem weil die Themen nicht unabhängig voneinander, teilweise sogar aufbauend, sind. Die Division hängt mit der Multiplikation zusammen und auch Addition und Subtraktion sind sehr ähnlich.

### **3.3 Vorkenntnisse**

Wie aus der obigen Lernzieldefinition deutlich wird, muss diesem Projekt doch Einiges an Vorarbeit vorausgegangen sein.

Das Schwierige an der Sache war die Überlegung, welche Vorkenntnisse dazu von Schülerseite her notwendig sind. Da wir, wie bereits erwähnt, auch häufig mit dem TI-92 arbeiten, habe ich natürlich versucht, diesen Rechner hier einzusetzen. Die SchülerInnen hatten in der Vorbereitungszeit und auch während des Projektes immer, außer beim Schlusstest, die Möglichkeit, den Rechner zu verwenden, was sie auch häufig taten.

Ich vermittelte ihnen zum Teil in Form von Frontalunterricht, zum Teil als Partnerarbeit grundlegende Begriffe der Bruchrechnung.

An Hand des Forschungstagebuches, das ich während dieser Zeit führte, kann ich nun nachvollziehen, was genau an Vorkenntnissen in den einzelnen Stunden gemacht wurde.

Die erste von 6 Vorbereitungsstunden diente ausschließlich der Begriffsbildung, der Schreibweise und der Einteilung von Brüchen. In der darauffolgenden Stunde versuchten wir Bruchteile grafisch darzustellen. In der dritten Stunde beschäftigten sich die SchülerInnen, unter zu Hilfenahme des Rechners, mit dem Kürzen und dem Erweitern von Brüchen. Die vierte Stunde war dem Ordnen von Brüchen und der Darstellung am Zahlenstrahl gewidmet und die folgenden 2 Stunden verbrachten wir damit, den Zusammenhang Bruch- und Dezimaldarstellung zu klären und das bisher Gelernte zu festigen.

## 4 Dokumentation der Unterrichtsphasen

### 4.1 Die Addition

#### 4.1.1 Arbeitsauftrag und Lernziele

##### Arbeitsgruppe A ADDITION von Brüchen

Eure Aufgabe ist es, mit Hilfe des TI – 92 und mit eurem Lehrbuch zu untersuchen und heraus zu finden, wie man Brüche addiert. Dabei unterscheidet man die Addition von:

- gleichnamigen Brüchen
- ungleichnamigen Brüchen
- mit gemischten Zahlen
- mit ganzen Zahlen

Beispiele dazu sind die Nummern: 372, 376, 378, 380, 382

Kontrollaufgaben, die ihr lösen müsst: 423 a) bis h)  
428 a) bis h)

Vergesst nicht die entsprechende Merksätze zu formulieren!

Die oben angegebenen Nummern beziehen sich auf das an unserer Schule verwendete Lehrbuch: MatheMaster von Gerald F. Steiner; Reniets Verlag.

Obige Arbeitsanweisung erhielt nun jedes Paar anlässlich der Partnerarbeit.

Wie aus der Anleitung deutlich ersichtlich ist, sollen die SchülerInnen Berechnungsverfahren, also Regeln für das Addieren von Brüchen, erarbeiten. Darüber hinaus ist es aber auch mein Anliegen, dass sie diese nicht nur verstehen, sondern auch anwenden können. Wenn ich dies im Frontalunterricht gemacht habe, dann habe ich immer versucht, von einfachen Beispielen, also solchen mit echten Brüchen, zu jenen mit unechten Brüchen bzw. gemischten Zahlen überzugehen. Aus diesem Grund habe ich nun auch im Arbeitsauftrag eindeutig vorgegeben, mit welchen Arten von Brüchen gearbeitet werden soll.

1.Beispiel: 372 hat folgende Aufgabenstellung: addiere die Brüche und

schreibe das Ergebnis als gemischte Zahl:

$$\frac{3}{4} + \frac{1}{4} + \frac{3}{4}$$

2.Beispiel: 376 wiederum bezieht sich auf die Addition von gemischten Zahlen:

$$1 \frac{2}{5} + 3 \frac{1}{5}$$

3.und 4.Beispiel: 378 und 380 sollte die Addition von ungleichnamigen Brüchen mit aufsteigendem Schwierigkeitsgrad abdecken:

$$\frac{1}{6} + \frac{5}{12} \qquad \frac{3}{8} + \frac{2}{6} + \frac{1}{12}$$

5.Beispiel: 382 bezieht sich auf die Addition mit gemischten Zahlen und die SchülerInnen sollten das Ergebnis außerdem auch noch kürzen:

$$1 \frac{2}{15} + 6 \frac{3}{5}$$

Die Kontrollaufgaben 423 und 428 :

$$6 \frac{2}{5} + 3 \frac{3}{15} + 2 \frac{1}{2} \quad |$$

Bei näherer Betrachtung der hier vorgeschlagenen Übungs- und Kontrollbeispiele wird mir bewusst, dass ich den Rahmen doch sehr eng gesteckt habe. Die Eigentätigkeit, beziehungsweise das kreative, selbständige Erforschen des Themas von Schülerseite her, ist damit nicht mehr so leicht möglich. Die SchülerInnen werden ganz bewusst in eine bestimmte Richtung gelenkt, die unweigerlich zur Erreichung des Lernzieles führt, nämlich Rechenregeln aufzustellen und einen Merksatz zu formulieren. Ich bin davon ausgegangen, dass mein methodischer Weg auch hier in dieser Unterrichtsform passend sei, ohne dabei darauf zu achten, dass SchülerInnen eventuell einen anderen, besseren Weg finden könnten. Ich würde in Zukunft das Thema etwas breiter anlegen, zum Beispiel statt der Nummern nur Buchseiten vorschlagen und keine Einschränkung oder Vorgabe die Bruchart betreffend machen, so kann man sicherlich ein autonomeres Arbeiten unterstützen, und mehr Freiraum für eigene Schülerideen zulassen. Ob dann allerdings Lehr- und Lernziel von allen erreicht werden, ist fraglich und auch nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

## 4.1.2 Die Expertenrunde

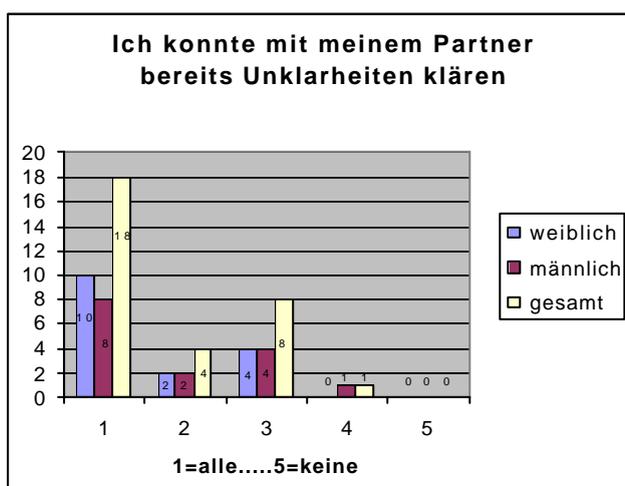
Die erste Stunde dieser Runde begann ziemlich spannend, mussten sich jetzt doch alle Experten an einen Tisch setzen, und keiner wusste so genau, wer ebenfalls ein Experte mit dem gleichen Thema war. Auf Grund der zufälligen Einteilung entstand dann auch eine gute Mischung aus heterogenen Achtergruppen.



Aus der Schüleranzahl meiner Klasse ergab sich, dass jeweils 4 Paare dasselbe Thema bearbeiteten, und somit in der zweiten Phase, der **Expertenrunde**, Gruppen zu je 8 SchülerInnen zusammen kamen. Die Option, sich in zwei Vierergruppen – einfach um besser arbeiten zu können - aufzusplitten, wurde ihnen jedoch offen gelassen.

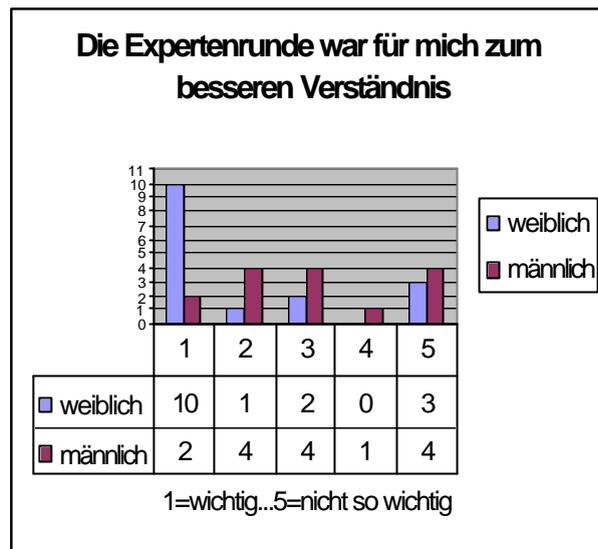
Am Ende dieser Runde gab es dann auch eine Lernkontrolle, und die einzelnen Experten hatten den Auftrag, sich gegenseitig Beispiele zum Lösen aufzugeben und diese auch zu kontrollieren.

Diese Phase dauerte eine Schulstunde - vorgesehen waren eigentlich 2 Schulstunden – offensichtlich hatten sie wenig offene Fragen, und so ging es wesentlich flotter als ich gedacht hatte.



Dies wurde dann auch in den Rückmeldungen deutlich, denn laut Diagramm konnten bereits mehr als die Hälfte der SchülerInnen bei der Partnerarbeit alle Unklarheiten klären.

Auf was ich hier an dieser Stelle hinweisen möchte, und was auch im Fragebogen deutlich zum Ausdruck kommt, ist, dass speziell für die Mädchen diese Runde ausgesprochen wichtig war. Für die Buben hingegen war dies nicht der Fall.



Ich habe hier den Fehler gemacht, mich von den schnellen Buben antreiben zu lassen, und habe die 2 vorgesehenen Stunden auf eine verkürzt. Jetzt weiß ich, dass diese Phase sehr wichtig ist, dass die SchülerInnen genügend Zeit haben sollten, sich in Ruhe ihre Ergebnisse nochmals anschauen zu können, gemeinsam Unklarheiten zu beseitigen, gewonnene Erkenntnisse zu festigen und sich gegenseitig Kontrollaufgaben zu stellen, sodass auch jener mit kommt, der sich noch nicht so sicher war.

Man darf sich auf keinen Fall von den schnellen, und in Folge dadurch lauterem Buben antreiben lassen und muß unbedingt darauf achten, dass die langsamen SchülerInnen hier das Tempo bestimmen.

### 4.1.3 Die Unterrichtsphase

Jetzt endlich begann der **Unterricht**. Zuvor mussten jedoch die Gruppen neu eingeteilt werden, denn es sollte nun Vierergruppen geben, sodass jede Grundrechnungsart in jeder Gruppe einmal vertreten ist. Da die Zusammensetzung auch hier eine zufällige sein sollte, habe ich bereits in der Expertenrunde die Auslosung vorgenommen, indem ich jede SchülerIn der Expertengruppe einen von 8 verschiedenfarbigen Zetteln ziehen ließ. Auf den Schulbänken lagen dann die gleichfarbigen Zettel, sodass jeder Schüler seinen Platz beziehungsweise seine Gruppe finden konnte.

Auch hier hatte ich einen Arbeitsplan (siehe Anlage 2) für die SchülerInnen vorbereitet:

#### **ARBEITSAUFTRAG für die LEHRERRUNDE**

Nach der Gruppeneinteilung hat – so hoffe ich – jeder seinen Platz in einer 4er Gruppe gefunden!!  
Es beginnt nun jener Schüler oder Schülerin, die Spezialist/in im Bereich **ADDITION** ist.

Zuerst versucht der **neue Lehrer** nun den anderen 3 Schülern die Addition zu erklären. Das erfolgt anhand einiger Beispiele, die er euch vorrechnet - in seinem Heft oder auf einem Zettel. Alle Beispiele, die von eurem Lehrer gezeigt und berechnet werden, sind im Schulübungsheft **mitzuschreiben**.

Alle 3 Schüler sind dazu aufgefordert **Zwischenfragen** zu stellen, falls sie etwas nicht verstehen.

Habt ihr alles verstanden, so ist euer Lehrer auch befugt **euch zu testen** und soll euch einige Aufgaben zur Kontrolle selbständig rechnen lassen. Günstig ist es, wenn er diese Aufgaben aus seinen Kontrollaufgaben wählt, denn diese wurden schon von mir überprüft.

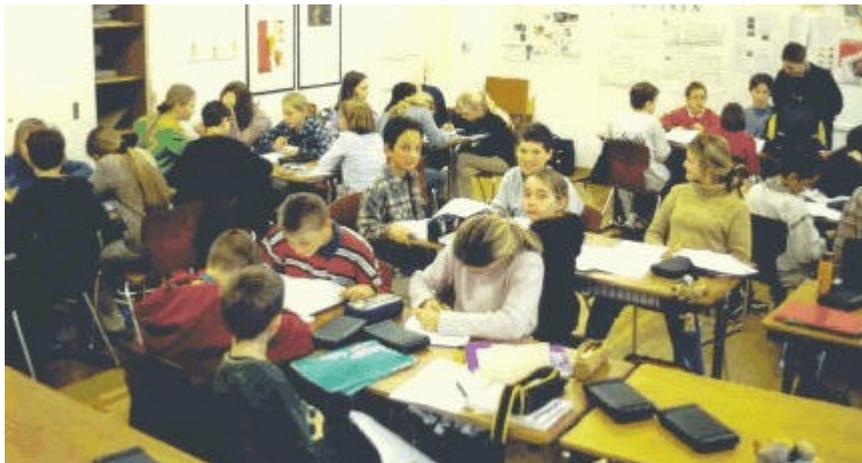
Er kann sich natürlich auch Notizen machen, wenn ein Schüler/in **besonders gut mitarbeitet** und soll es mir dann am Ende berichten, sodass ich es in meinem Heft vermerken kann. Auch **negative Mitarbeit** sollte vom Schülerlehrer vermerkt werden.

Am Ende dieser Stunde bleibt es ihm auch selbstverständlich überlassen **einige Hausübungsbeispiele** aufzugeben, die er aber auch selbst berechnen muss, da sie in der nächsten Stunde verglichen werden.

Nach der ADDITION kommt dann die **SUBTRAKTION**; dann die **MULTIPLIKATION** und schließlich die **DIVISION**.

Der Experte für die Addition konnte also sofort mit seiner Arbeit beginnen.

Danach folgten Subtraktion und Multiplikation, dann schließlich die Division.



Die Zeit, die ich dafür vorgesehen hatte, betrug zwei Stunden, und die meisten SchülerInnen nutzten dies auch voll aus, wenige brauchten sogar einen Teil der dritten Stunde.

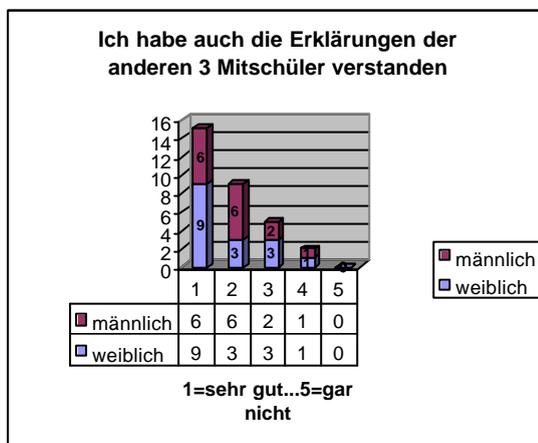
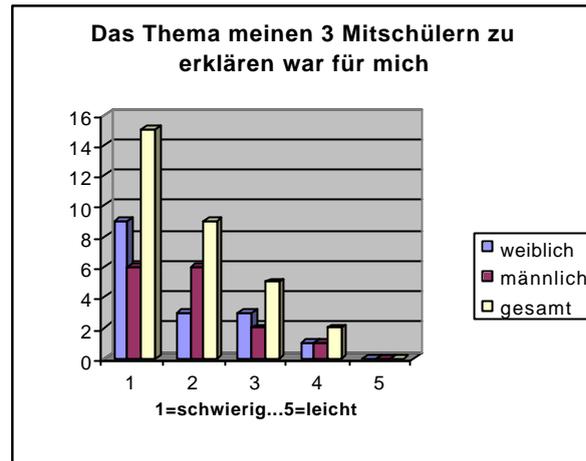
Glaubte eine Gruppe, mit ihrem Unterricht fertig zu sein, bekamen sie von mir den Kontrollzettel: “wer

schafft alle“ (siehe Anlage 4), den alle SchülerInnen in Einzelarbeit und ohne TI-92 zu lösen hatten.

Diese Phase begann für mich als Lehrer mit einem ungewöhnlich hohen Arbeitslärm, was nicht unbedingt verwunderlich ist, da sich die Gruppen neu formierten und das völlig willkürlich per Los. Manche Gruppen absolvierten Freudenausbrüche, weil sie eine reine Mädchengruppe wurden, andere wiederum zogen eine lange Nase, wenn ein Bub mit drei Mädchen arbeiten musste. So dauerte es auch ziemlich lange, bis die einzelnen Vierergruppen zu arbeiten begannen, aber diese Zeit muss man ihnen lassen, einfach um sich akklimatisieren zu können.

Was haben die SchülerInnen zu dieser Runde gesagt und wie haben sie diese empfunden?

Von insgesamt 31 SchülerInnen sind immerhin 15 der Meinung, dass es schwierig war, den Mitschülern das eigene Wissen weiter zu vermitteln. Niemand empfand diese Aufgabe als eine leichte.



Offensichtlich war das Erklären ziemlich schwer, doch dürften sich die LehrerInnen besonders bemüht haben, denn sie wurden von der Hälfte der Klasse sehr gut verstanden und von niemandem in der Klasse gar nicht.

Eine der wichtigsten Phasen ist zugleich auch die schwierigste. SchülerInnen schlüpfen in eine andere, für sie völlig neue Rolle, und können, wie die Beobachtungen zeigen, auch recht gut damit umgehen. Sie müssen sich fachlich gut auskennen, und sie müssen auch versuchen ihren Stoff so zu erklären, dass es die Anderen verstehen.

In diese Phase arbeiten sie das erste Mal alleine, ohne Partner und ohne Gruppe. Alle SchülerInnen sind sich bewusst, dass jeder Einzelne für sein Thema verantwortlich ist, und jeder alleine sein Thema den anderen drei MitschülerInnen erklären muß. Auch hier haben wieder schwächere SchülerInnen die Möglichkeit zu zeigen, dass auch in ihnen Fähigkeiten schlummern, in dem sie vielleicht recht gut erklären können, sich bemühen und geduldig sind. Dies kommt auch sehr deutlich in der Kolleginnenbeobachtung (Kap. 5.2) zum Ausdruck.

Wie die Resultate und die Erfolge aussehen, wird nun im Folgenden dokumentiert.

## 4.1.4 Die Lernkontrollen

Wie bereits erwähnt, musste am Ende des Projektes jeder Schüler und jede Schülerin einen Kontrollzettel bearbeiten. Als zweite Lernerfolgskontrolle veranstaltete ich mit den SchülerInnen einige Zeit später – es lagen genau die Semesterferien dazwischen – eine Jagd auf Zahlen. Genauere Informationen dazu erhalten Sie im folgenden Kapitel. Und als dritten Kontrollpunkt habe ich dann noch ein Beispiel zur folgenden Schularbeit gegeben.

Als erste Kontrolle entschied ich mich für eine schriftliche Überprüfung mit dem Titel: „Wer schafft alle“ (siehe Anlage 4). Die SchülerInnen mussten in Einzelarbeit und ohne TI-92 Möglichst alle Aufgaben berechnen. Ich habe die Beispiele so ausgewählt, dass zu jeder Rechenoperation Beispiele, die verschiedenen Brucharten betreffend, vorhanden sind. Zusätzlich habe ich noch zwei Beispiele in Form von etwas längeren Termen aufgeschrieben, diese jedoch als Extrabonus bezeichnet, da sie berechnet werden konnten, aber nicht zwingend berechnet werden mussten.

Der Grundgedanke der Jagd auf Zahlen ist, dass SchülerInnen die Möglichkeit haben, aus einer Fülle von Beispielen mit 4 unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden (einige Musterbeispiele dazu finden Sie in der Anlage 5), jene auszuwählen, die ihnen am einfachsten bzw. am leichtesten erscheinen. Das Ziel ist, alle Beispiele in möglichst kurzer Zeit und möglichst ohne Fehler zu bearbeiten. Jede SchülerIn erhält dazu ein Jagdblatt (siehe Anlage5a), auf dem die Lösungen eingetragen werden. Die Beispiele – farblich nach Schwierigkeitsgrad sortiert – liegen am Lehrertisch bereit, oder man hängt sie überhaupt im Klassenzimmer an die Wände.

Für meine Analyse habe ich die Jagdblätter nach der ersten Unterrichtsstunde ausgewertet, denn nur so sieht man, wer welche Beispiele als erstes ausgewählt hat. Die SchülerInnen hatten jedoch an der Bearbeitung so viel Spaß, dass ich diese Jagd so lange fortsetzen musste – insgesamt 3 Unterrichtsstunden – bis alle SchülerInnen alle Ergebnisse und das Blatt vollständig ausgefüllt hatten.

Eines der beiden Schularbeitsbeispiele hatte folgenden Term:

$$\left( \frac{5}{8} \cdot \frac{1}{4} \right) \cdot \frac{2}{5} + 2 \frac{1}{2} \cdot 2 - \left( 1 \frac{1}{2} \cdot 2 \frac{1}{4} \right) \cdot 5 - \frac{2}{3}$$

Es ist so konzipiert, dass alle vier Grundrechnungsarten aufscheinen.

## **4.2 Subtraktion, Multiplikation und Division**

Ich möchte Sie, liebe LeserIn, nun nicht mehr über Gebühr strapazieren, und werde aus diesem Grund die restlichen drei Grundrechnungsarten nur mehr auszugsweise bearbeiten.

Sowohl Arbeitsaufträge als auch die Lernziele sind analog zu formulieren, wie bei der Addition. Sie finden die entsprechenden Arbeitsaufträge in der Anlage 6.

Was die notwendigen Vorkenntnisse betrifft, so gelten auch für diese Bereiche die selben wie für die Addition.

# **5 Wer hat was beobachtet**

## **5.1 Eigenbeobachtungen**

Um dieses Projekt objektiv und chronologisch dokumentieren zu können, habe ich ein Forschungstagebuch geführt, in dem ich mir jeden Tag Notizen zu den einzelnen Stunden machte. Diese Beobachtung durch mich selbst ist, bei dieser Art des Unterrichtes, sehr gut möglich, da die SchülerInnen mit Arbeitsaufträgen autonom arbeiten, und die Rolle der LehrerIn während der Stunden darauf beschränkt ist, für ein angenehmes und nicht zu lautes Arbeitsklima zu sorgen und den Ablauf reibungslos zu gestalten.

### 1. Stunde der Partnerarbeit:

Nachdem sich die Paare gebildet und ihr Thema gezogen haben, sind die Arbeitsaufträge ausgeteilt worden. Daher entstand anfangs, vermutlich durch das Aufheben der Sitzordnung, eine ziemlich turbulente Stimmung. Speziell unter den Mädchen begann ein reges Treiben, da sich die Paare in Gruppen zusammen gesetzt haben, dann aber doch – wie vorgesehen - paarweise zu arbeiten begannen.

Gleich zu Beginn kamen 2 Mädchen und fragten nach, ob ihre Ergebnisse auch stimmen. Ein Schüler, einer der ausgesprochen interessiert ist und immer als einer der ersten fertig ist, kam sogar zwei Mal, um sich zu vergewissern, ob seine Ergebnisse auch richtig sind.

Meine Schlussfolgerung ist, dass für einige SchülerInnen diese Freiheit in der Unterrichtsgestaltung doch etwas zu viel ist. Manche brauchen offensichtlich sofort die Bestätigung ihrer Arbeit und das nicht von MitschülerInnen, sondern wie gewohnt von der Lehrerin. „*Große Arbeitsintensität*“ steht in meinen Aufzeichnungen, alle haben sich intensiv mit dem zu bearbeitenden Stoff auseinandergesetzt.

Die Konsequenz daraus ist, dass man sich nicht verunsichern lassen sollte, wenn bedingt durch die Einteilungen plötzlich Lärm entsteht. Wichtig ist nur, dass die LehrerIn versucht, ein angenehmes Arbeitsklima zu schaffen. Man soll auch nicht dem Fehler unterliegen und glauben, es läuft alles ganz von alleine. SchülerInnen kommen immer wieder und stellen Fragen, da muss man versuchen, sich so gut es geht heraus zu halten und die SchülerInnen wirklich alleine arbeiten lassen.

Auch in der darauffolgenden 2.Stunde der Partnerarbeit begannen alle Gruppen sofort mit Beginn der Stunde weiter zu arbeiten, und es fiel mir auf, dass sich einige sehr freuten, wenn sie zu einem richtigen Ergebnis gelangt sind. Es wurden auch die Kontrollfragen, die eigentlich zu Hause gelöst werden sollten, von fast allen bereits in der Schule bearbeitet.

Spannend wurde es dann in der dritten Stunde, als die Expertenrunde stattfand. Dabei machte ich die Beobachtung, dass die Additionsgruppe, zufällig eine reine Mädchengruppe, am schnellsten ans Ziel gelangte, und nicht nur Kontrollfragen beantwortete, sondern regelrechte Wettkämpfe untereinander veranstaltete.

Einige Mitglieder der Divisionsgruppe haben sich am Ende der Stunde noch immer nicht richtig ausgekannt und wollten noch eine weitere Stunde arbeiten, wurden aber von den anderen Experten überredet, und meldeten sich nicht mehr zu Wort. Hier habe ich nicht eingegriffen, was - nachträglich betrachtet - ein Fehler war, denn jeder Experte sollte Zeit haben, sich genauestens zu informieren.

Auch die Experten der Subtraktion waren ausgesprochen schnell und vor allem kreativ, denn sie kamen gleich auf drei Arten die Subtraktion durchzuführen und wollten nun unbedingt von mir wissen, welche die richtige sei. Auch hier habe ich wieder auf das Kontrollgerät TI-92 verwiesen, sowie auf die Meinung und Unterstützung der anderen Gruppenmitglieder.

*„Ich hör auf, ich kenn mich überhaupt nicht mehr aus!“* hat ein Schüler der Multiplikationsgruppe gerufen, worauf ich dann doch eingegriffen und dieser Gruppe – einer reinen Bubengruppe, die vorwiegend paarweise weitergearbeitet hat – die Vorteile der Expertenrunde nochmals erklärt habe.

Meine persönlichen Konsequenzen sind hier, dass ich versuchen muss mich nicht von lautstarken SchülerInnen irritieren zu lassen, sondern eher versuchen werde auf jene Rücksicht zu nehmen, die eher langsamer arbeiten, dies aber nicht so lauthals kundtun können. *„Ein reges Treiben, alle außer Robert arbeiten“* ist eine meiner Eintragungen, und die spricht auch für sich, bzw. für diese Unterrichtsmethode.

Schließlich fand dann in der 3. Unterrichtsstunde die Lehrerphase statt. Hier herrschte anfänglich, wie bereits mehrmals erwähnt, ein sehr hoher Arbeits-, bzw. Betriebslärm. Einige SchülerInnen identifizierten sich absolut mit ihrer Rolle als LehrerIn und brachten das auch verbal zum Ausdruck: *„...Posch störe mich als Lehrer nicht ständig!“* Oder eine andere Schülerin begann: *„Ich bin der Lehrer...“*. Es ging sogar soweit, dass sie einander mit Herr/Frau LehrerIn ansprachen, und es fiel auf, dass jeder Einzelne sich sehr bemüht hat. In der zweiten Stunde, als sich die Aufregung etwas gelegt hatte, war der Arbeitslärm dann wesentlich angenehmer.

Völlig unterschiedlich war der Lernfortschritt der einzelnen Gruppen. So wurden 3 Gruppen schon am Ende dieser Stunde mit ihren Erklärungen fertig und verlangten die Kontrollaufgaben, während andere Gruppen fast noch eine weitere Stunde benötigten.

Wichtige Konsequenzen hier sind, dass man sich dem entsprechend genügend Zeit einräumen sollte, um hier die Schülerarbeit nicht unterbrechen zu müssen. Von Vorteil sind vorbereitete Zusatzaufgaben, die man dann, bei Bedarf, wenn jemand schon früher fertig ist, zur Verfügung stellen kann. Es ist einer der wichtigsten Teile in diesem Puzzleunterricht, vor allem weil hier auch die sozialen Interaktionen deutlich zu spüren sind.

In der 5. Stunde, also der 2. Lehrerstunde, war der Arbeitslärm deutlich niedriger, die einzelnen Gruppenmitglieder haben sich offensichtlich an einander gewöhnt. Eine Gruppe ist gleich zu Beginn der Stunde der Meinung bereits fertig zu sein, wollten dann aber noch üben und festigen. Von einer anderen Gruppe hörte ich: *„Wir verstehen es, aber die Meli nicht“*. Auch hier habe ich eingegriffen und den SchülerInnen den Vorteil einer Gruppenarbeit erklärt, dass man sich gegenseitig recht gut helfen kann.

Die 6. Unterrichtsstunde war dazu da, dass alle Gruppen mit ihren Erklärungen fertig werden, danach den Kontrollzettel erhielten und schließlich, wenn auch dieser erledigt war, noch den Fragebogen auszufüllen hatten. 3 von den 8 Gruppen verlangten gleich zu Beginn die Kontrollfragen, die 4. Gruppe nach 15 Minuten, die 5. Gruppe nach 20, dann nach 25 bzw. 30 Minuten und die letzte Gruppe nach 42 Minuten. Alle SchülerInnen haben die Kontrollfragen und auch den Fragebogen bearbeitet.

## 5.2 KollegInnenbeobachtung

Es ist mir, wenn ich in der Klasse stehe und unterrichte, kaum möglich, einzelne SchülerInnen oder SchülerInnengruppen über einen längeren Zeitraum genauer zu beobachten. Aus diesem Grund bat ich jene Kollegin, durch die ich den Puzzleunterricht kennen gelernt habe, in meine Stunde zu kommen, um eine Schülergruppe ihrer Wahl zu beobachten. Ich habe dazu einen Beobachtungsbogen erstellt, den ich ihr mit ein paar erklärenden Worten vor der Stunde übergab.

**UNTERRICHTSBEOBSACHTUNG** am..... Klasse: .....

**Thema: Schularbeitsvorbereitung einmal anders**

**Beobachungskriterien:** Klassenstimmung als Gesamteindruck

- ° gibt es Störungen(off/weniger oft)
- ° positive/ negative Meldungen
- ° hohe/ niedrige Arbeitsintensität
- ° hohe/niedrige Motivation

reine Beobachtung	Interpretation	Bewertung
-------------------	----------------	-----------

Es handelte sich um die erste Stunde der Expertenrunde. Meine Kollegin hat sich für eine Gruppe entschieden, die aus zwei Mädchen, Yvi und Christiana, und den zwei Burschen Gregor und Stefan bestand. Da sie die 2c auch selbst unterrichtet, kennt sie die SchülerInnen.

Sie schreibt Folgendes: „*Y beginnt (sie war Expertin für die Addition); erklärt kurz – SS kennen sich nicht aus. Y diktiert eine Angabe vom Zettel, C fragt nach. Y erklärt in erster Linie G (dieser sitzt ihr genau gegenüber) S fragt nach einer weiteren Aufgabe – SS versuchen Beispiel selbständig zu machen. Y spricht wieder nur mit G erklärend.*“

Wie bereits berichtet, ging es anfänglich ziemlich turbulent zu, was die Kollegin auch schriftlich unter dem Abschnitt Bewertung folgend festgehalten hat: „*Lärm erschwert Konzentration*“

Es fiel auf, dass sie ihre Erklärungen hauptsächlich an Gregor, jenen Buben richtete, der ihr unmittelbar gegenüber sitzt, was sicherlich eine Folge des hohen Arbeitslärms ist. Man sollte unbedingt versuchen, diesen möglichst zu drosseln. Vom Unterricht selbst kann man sagen, dass er gut funktioniert hat, es wurde erklärt, Beispiele zur Berechnung gegeben und über Schwierigkeiten diskutiert.

Als die Schüler nach einem weiteren Übungsbeispiel verlangen, und Y wieder nur mit Gregor arbeitet, greift C, das zweite Mädchen, ein, und erklärt S, dem anderen Buben, die einzelnen Rechenschritte. Sie hat offensichtlich den Stoff bereits verstanden und kann ihn sogar anwenden.

Schließlich fragt Yvonne, ob die Gruppe alles verstanden hätte, und nach einem einheitlichen „*Ja*“ setzte Christiana mit der Subtraktion fort.

Hier schreibt meine Kollegin: „*Angabe aufschreiben (deutlich)- C rechnet laut vor- G steigt mit ein. C rechnet laut vor (also ein zweites Mal) Y fragt, stellt erneut Fragen. C versucht zu erklären. Y und G machen Fehler; S richtig. C bemüht sich – erklärt Fragen – rechnet viel selber. G versteht nicht ganz. C kontrolliert das Ergebnis mit dem Rechner.*“

Im Gegensatz zur ersten Lehrerin rechnet Christiana nun alle Beispiele laut vor. Lässt dann aber auch die Schüler rechnen, bessert Fehler aus und rechnet immer wieder selbst mit. Sie verwendet auch den TI-92, um die Ergebnisse zu kontrollieren. Christiana ist ein ausgesprochen introvertiertes, zurückhaltendes Mädchen, das sich in den Stunden kaum zu Wort meldet. Hier jedoch, wo sie gezwungen ist, sich einzubringen, erkennt man plötzlich ihre Stärken. Sie bemüht und kümmert sich sehr, dass sie ihr Ziel erreicht.

„*Schüler sprechen nur über den Stoff*“ ist eine der Schlussbemerkungen meiner Kollegin. Ob ihre Anwesenheit oder die Zusammensetzung der Gruppe schuld ist, kann hier nicht beantwortet werden. Sicher ist, dass diese Gruppe im Sinne des Puzzleunterrichts gearbeitet hat.

Um über die zweite Stunde der Unterrichtsarbeit Rückmeldungen einholen zu können, bat ich nun einen Fachkollegen, mit mir in die Klasse zu kommen und eine Gruppe seiner Wahl zu beobachten. Dies war gar nicht mehr so leicht, da zwei Gruppen, die er nacheinander ausgesucht hat, mit der Arbeit fertig wurden und anschließend nur noch die Kontrollaufgaben in Einzelarbeit zu lösen hatten.

Er konnte bei der ersten Gruppe, die aus zwei Mädchen und zwei Buben zusammengesetzt war, gerade noch einen Teil des Divisionsunterrichts anhören.

Er schreibt: „*Das Rechnen verstehe ich, aber das Wegstreichen?. S erklärt, Mädchen leise, schauen zu. SS rechnen gemeinsam Division “Führer“ (offensichtlich der Schülerlehrer) überprüft am TI-92. SS vergleichen Ergebnisse. SS gehen zum Lehrertisch – Einzelarbeit. Setzen sich auseinander und rechnen.*“

Die Buben waren hier viel aktiver, während die Mädchen sehr ruhig zusahen. Gemeinsam wurden nun einige Beispiele gerechnet und mit dem TI-92 die Lösungen überprüft. Ein Kommentar erscheint mir interessant: „*Das Rechnen verstehe ich, aber das Wegstreichen nicht*“. Ein Hinweis auf das mangelhafte Wissen bezüglich Kürzen?

Als diese Gruppe dann fertig war, hat mein Kollege noch eine weitere beobachtet, die sich selbst zur Kontrolle schwierige Beispiele ausdachten.

$$10 : 1\frac{1}{9} = \frac{90}{10}$$

oder folgendes Beispiel

$$1\frac{1}{2} : 2\frac{1}{4} = \frac{12}{18}$$

Es fiel ihm bei beiden Gruppen auf, dass sie zwar nach Schema F rechneten, aber nicht einer wendete das Kürzen an. Dies war auch für mich ein interessanter Aspekt, zumal ich in den Vorbereitungsstunden ziemlich ausführlich mit den Schülern darüber gesprochen habe.

Speziell in der zweiten Gruppe beobachtete er eine gute Führung des Lehrers und in beiden Gruppen war ein „gutes, konzentriertes Arbeiten“ zu erkennen.

### 5.3 SchülerInnenbeobachtung

Da die Schülerzahl 34 nicht durch 8 teilbar ist, sind, wenn nicht jemand krank war, immer 2 SchülerInnen übrig geblieben. Um diese zu beschäftigen, habe ich ihnen die Aufgabe eines stillen Beobachters gegeben. Auch sie konnten sich eine Gruppe ihrer Wahl aussuchen und sollten dann schriftlich dokumentieren, was sie so beobachtet haben.

Im Folgenden möchte ich die Aufzeichnungen von Lisa festhalten, die sie während der Unterrichtsphase Addition gemacht hat.

*„Alexandra erklärt. Daniel stellt Fragen. Alexandra verweigert Antworten. Und Melanie hören fleißig zu. Daniel, Sahra und Melanie verstehen Addieren sehr schnell. Die Gruppe versteht in kurzer Zeit alles. Um 9:14:53 hat die Gruppe Addieren verstanden. Sie probieren Subtrahieren“*

Auch zur Unterrichtseinheit Subtrahieren beziehungsweise Multiplizieren gibt es ein Schülerprotokoll von Ligo:

*„Gudrun erklärt sehr gut!*

*Es ist lustig!*

*Stefan begreift schnell!*

*Babsi begreift schnell!*

*Lisa begreift schnell!*

*Stefan erklärt gut!*

*Es haben alle alles verstanden“*

Ein drittes Protokoll von Alexandra, die den Unterricht der Multiplikation und Division beobachtet hat, lautet folgend:

*„Daniel P. erklärt wie man Multipliziert.*

*Daniel P. gab eine schwierige Aufgabe, die kaum zu lösen war.*

*Sarah erklärt wie man Dividiert.*

*Igo beschimpft Daniel P.“*

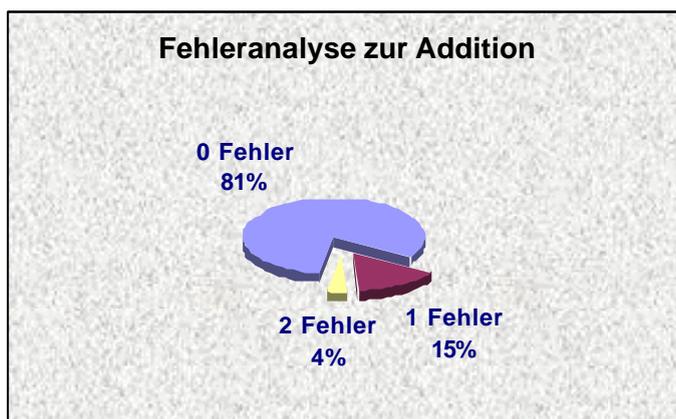
Der Eindruck, den man durch diese Protokolle erhält, ist durchwegs ein positiver. So sind, meinem Gefühl nach, auch alle Stunden verlaufen. Vereinzelt hat es natürlich SchülerInnen – speziell Buben – gegeben, die zeitweise, so war mein Eindruck, nicht bei der Sache waren. Es lässt jedoch die zeitliche Abfolge der einzelnen Phasen kaum Leerräume zu, denn spätestens wenn es darum geht, selbst in die Rolle des Lehrers zu schlüpfen, wird aufgedeckt, ob man gearbeitet hat oder nicht.

## 6 Untersuchung der SchülerInnenleistungen

### 6.1 Fehleranalyse und Interpretation zur Addition

#### 6.1.1 Kontrollaufgaben

Insgesamt haben 27 SchülerInnen den Kontrollaufgabenzettel bearbeitet.



22 SchülerInnen also 81% haben alle drei Additionen fehlerfrei gelöst.  
4 SchülerInnen hatten einen Fehler,  
und nur ein Schüler hatte 2 Fehler.  
Es gab niemanden, der alle drei Aufgaben falsch gelöst hat.

Welcher Art sind die Fehler, die gemacht wurden?

In 2 Fällen ist die Ursache ein Rechenfehler beim Erweitern gewesen, offensichtlich eine Einmaleins-Schwäche, ein Schüler hat jenes Beispiel mit den gemischten Zahlen nicht berechnet, und bei den beiden anderen SchülerInnen ist der Fehler nicht nachvollziehbar, weil nur das falsche Ergebnis, nicht aber die Zwischenschritte aufgeschrieben wurden.

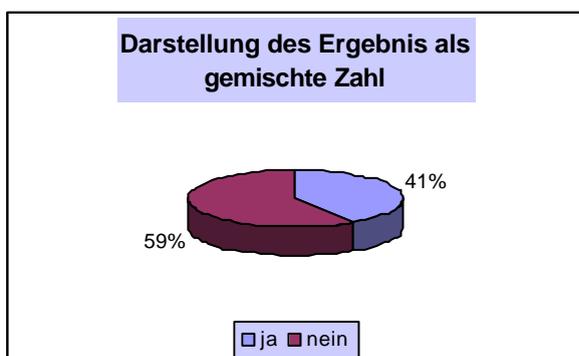
Was kann man nun daraus schließen?

Da ich die Beispiele so gewählt habe, dass alle Rechenregeln verwendet werden müssen, und 81% der SchülerInnen diese auch richtig angewendet haben, ist für mich mein Ziel, zumindest die Addition betreffend, erreicht.

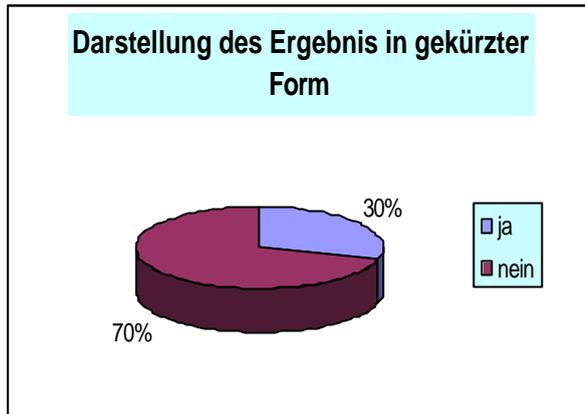
Auffallend war auch, dass es 6 SchülerInnen gegeben hat, deren Rechenregel – die Addition von gemischten Zahlen betreffend – lauten muss: verwandle zuerst alle gemischten Zahlen in unechte Brüche, addiere dann und wandle dann wieder zurück. Alle anderen haben mit gemischten Zahlen gerechnet und hier auch das Ergebnis als gemischte Zahl angegeben.

Ein für mich interessanter Aspekt ist auch das sogenannte „Verschönern des Ergebnisses“.

Um den Stellenwert von Kürzen und Darstellen als gemischte Zahl für SchülerInnen überprüfen zu können, habe ich die Aufgabenstellung bewusst so formuliert, dass diese beiden Arbeiten nicht verlangt waren. Und es ist eigentlich sehr interessant, was dabei herausgekommen ist.



Nur 11 von 27 SchülerInnen verwandelten den unechten Bruch in eine gemischte Zahl.



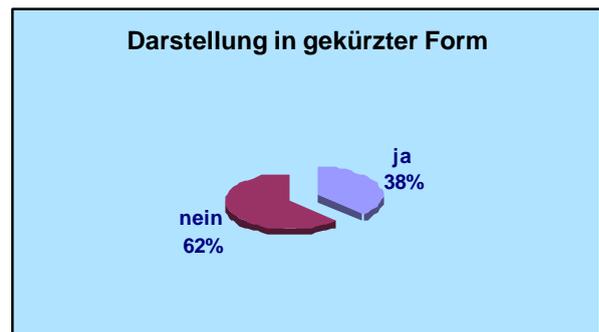
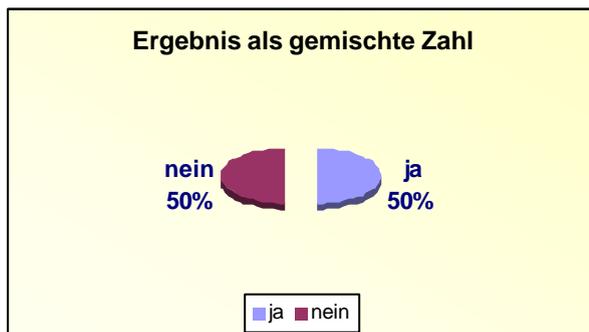
Lediglich 8 von 27 SchülerInnen haben das Ergebnis auch noch gekürzt.

Die meisten SchülerInnen legen offenbar nicht sehr viel Wert auf „schöne“ Ergebnisse, obwohl ich meines Erachtens in der Vorbereitungsphase deutlich darauf hingewiesen habe, dass dies speziell in späterer Folge bei umfangreicheren Termen doch sehr entscheidend ist.

Möglicher Weise liegt hier die Ursache auch in der Verwendung des TI-92, der ja alle

Ergebnisse immer in der einfachsten Darstellung anzeigt. Legt man darauf Wert, so sollte man sich hier überlegen, in der Vorbereitungszeit doch etwas genauer darauf einzugehen.

Es erschien mir nun auch untersuchenswert, wie dieser Fall bei den Additionsexperten selbst aussieht, da diese doch für die Wissensvermittlung zuständig waren.

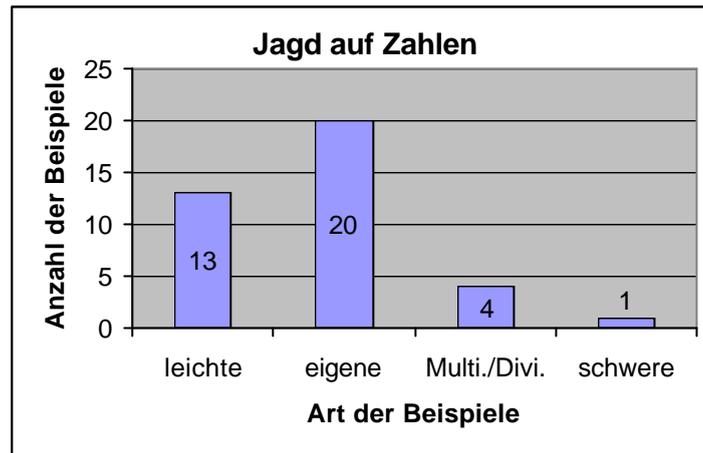


Vergleicht man nun diese beiden Grafiken mit den obigen, so erkennt man, dass sich hier in etwa das selbe Ergebnis widerspiegelt. Das bedeutet, dass die Experten ihr Wissen ganz gut weiter geben konnten. Geringe Abweichungen muss man einkalkulieren, da ja nicht alle SchülerInnen die Kontrollaufgaben gelöst haben.

### 6.1.2 Jagd auf Zahlen

Die Statistik zeigt, dass die Experten der Addition doch ziemlich deutlich bei ihren eigenen Beispielen, nämlich den Additionen und den Subtraktionen, geblieben sind.

Von insgesamt 38 gelösten Beispielen waren 20 eigene Beispiele und 13 solche mit leichterem Schwierigkeitsgrad. Nur 4 Multiplikationen bzw. Divisionen wurden bearbeitet und auch nur 1 schwieriger Term.



Was kann man daraus schließen?

Offenbar sind sich die SchülerInnen in dem Bereich, den sie selbst, beziehungsweise gemeinsam mit dem Lehrer, erarbeitet haben, doch am sichersten.

Zur Erreichung des Lernzieles sei bemerkt, dass dies erreicht wurde, denn sie haben nicht nur Rechenregeln gefunden sondern sind darüber hinaus auch durchaus in der Lage diese anzuwenden.

### 6.1.3 Schularbeitsbeispiel

Wie bereits auf Seite 16 erklärt, handelte es sich hier um einen Bruchterm, in dem alle vier Grundrechnungsarten vertreten waren.

Das Ergebnis ist ein sehr gutes gewesen, denn von 32 SchülerInnen, die diese Schularbeit bearbeiteten, haben immerhin 12 SchülerInnen das Beispiel richtig gelöst und 12 SchülerInnen keinen Bruchrechnungsfehler gemacht, sondern lediglich falsch zusammengezählt.

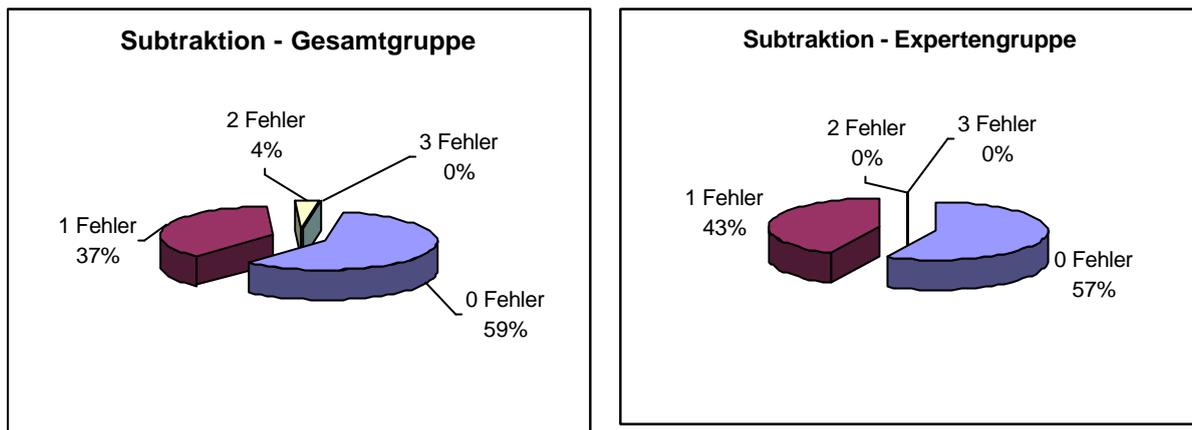
Von den 8 restlichen SchülerInnen haben 3 falsch gekürzt, 2 einen Abschreibfehler und einer hat bei der Division nicht den Kehrwert genommen.

2 Schüler haben jedoch so fatale Fehler gemacht, dass ich diese an den entsprechenden Stellen, im nächsten Kapitel, noch gesondert besprechen möchte.

Keine einzige SchülerIn hat einen Additions- oder Subtraktionsfehler begangen.

## 6.2 Fehleranalyse und Interpretationen zur Subtraktion, Multiplikation und Division

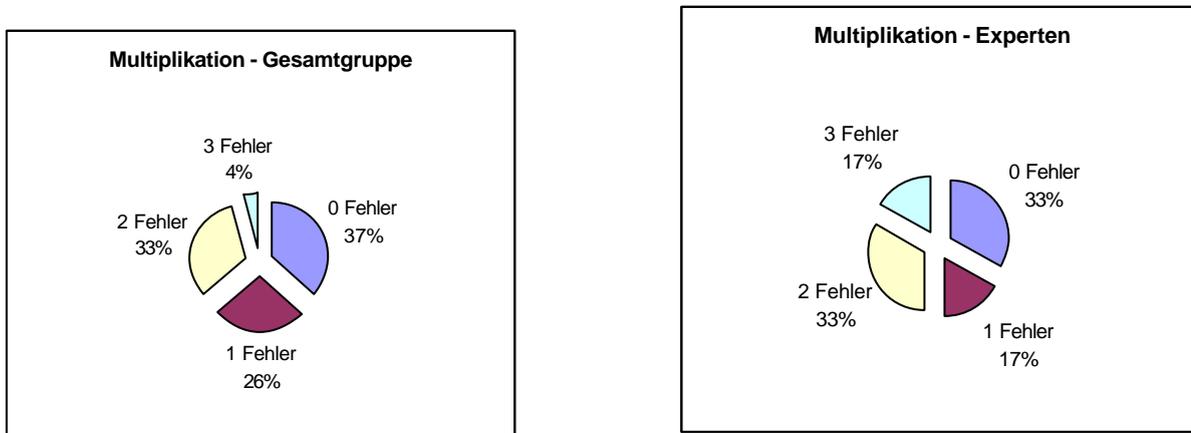
Vergleicht man folgende Diagramme mit jenen der Addition, so lässt sich eindeutig eine Tendenz zu einer größeren Fehleranfälligkeit erkennen.



Vergleicht man aber Expertendaten mit jenen der Gesamtgruppe, so lassen sich durchaus Parallelitäten erkennen, die darauf schließen lassen, dass der Unterricht funktioniert hat.

Fehler, die hier am häufigsten aufgetreten sind, entstanden dadurch, dass die SchülerInnen bei der Subtraktion von gemischten Zahlen die größere von der kleineren abziehen wollten. Ebenso häufig kamen Rechenfehler vor, vor allem wenn die SchülerInnen nicht mit gemischten Zahlen, sondern mit Brüchen gerechnet haben.

Noch deutlicher sinkt die Anzahl der richtig gelösten Aufgaben, wenn man sich die Diagramme der Multiplikation ansieht.



Nur mehr 37% der SchülerInnen schaffen fehlerfreie Lösungen.

Im direkten Vergleich mit der Expertengruppe lässt sich auch hier wieder deutlich eine Übereinstimmung erkennen, was wiederum darauf schließen lässt, dass der Unterricht stattgefunden hat. In diesem Fall wird auch bei der Fehleranalyse deutlich, dass falsche Rechenregeln unterrichtet worden sind.

Zur Fehleranalyse sei hier bemerkt, dass der am häufigsten auftretende Fehler das Multiplizieren von gemischten Zahlen miteinander bzw. mit einer ganzen Zahl betrafen. Man kann hier die abenteuerlichsten Variationen entdecken, angefangen von :

$$2 \frac{7}{12} \cdot 3 = 2 \frac{21}{12} \quad \text{bzw.} \quad 6 \frac{21}{12}$$

bis zu folgenden kreativen Lösungen:

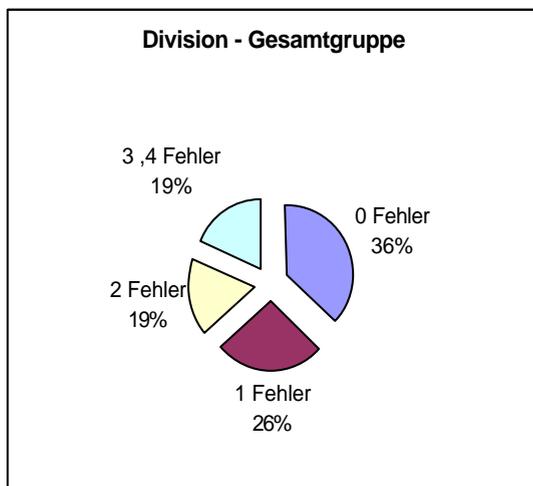
$$2 \frac{7}{12} \cdot 3 \frac{3}{7} = 5 \frac{21}{84} \quad \text{bzw.} \quad 6 \frac{21}{84}$$

Eine besonders interessante Variante lieferte ein Schüler bei der Schularbeit:

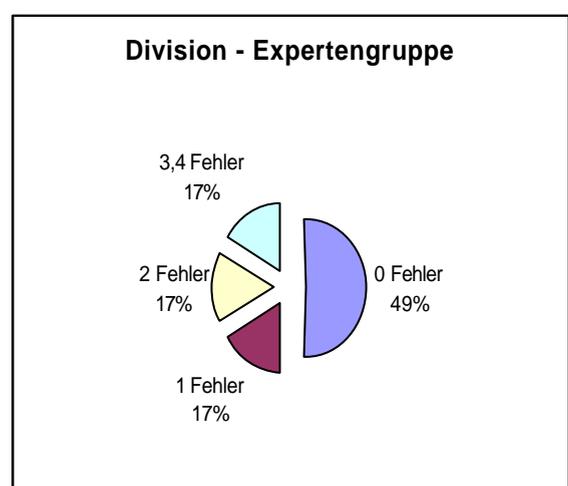
$$2 \frac{1}{3} \cdot 3 = 2 \frac{1}{3} \cdot 2 \frac{3}{3} = 4 \frac{3}{9}$$

Die zweit häufigsten Fehler waren Rechenfehler. Somit stellt sich nun die Frage, ist es wichtiger, dass SchülerInnen verstehen, wie die Rechenregeln funktionieren, und diese dann auch anwenden können? Oder sollte man darauf achten, dass sie Rechenfehler vermeiden indem man möglichst viele Beispiele händisch löst und somit auf den Einsatz von Technologie verzichten muss?

Wenige SchülerInnen bringen vor dem Multiplizieren auf gleichen Nenner und fast niemand kürzt bevor er multipliziert. Hier müsste man sich etwas überlegen, um die Schüler dazu bringen zu können, denn sie rechnen mit Vorliebe mit sehr großen Zahlen und dabei entstehen dann viele Rechenfehler. Auch dieser Punkt entfällt, wenn man sich dafür entscheidet, Technologie bereits ab der ersten bzw. zweiten Klasse einzusetzen.



Sehr  
ähnlich  
sind sich  
dann  
wieder die  
Diagramm  
e  
bezüglich  
der  
Division

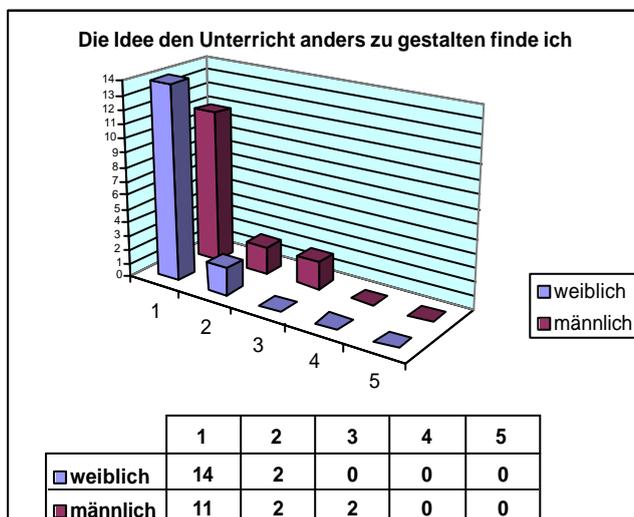


Es ist hier eine minimale Zunahme bezüglich richtig gelöster Beispiele zu erkennen, und auch im direkten Vergleich sind deutliche Unterschiede zu erkennen. Meine Erklärung für die Steigerung der richtigen Lösung wäre, dass einige SchülerInnen zu Hause Hilfe bekamen und so das Dividieren nicht durch MitschülerInnen vermittelt wurde. Wenn ich die Divisionsexperten betrachte, dann fällt auch auf, dass es eher leistungsschwächere Schüler sind, die hier gearbeitet haben.

Was die Fehleranalyse betrifft, so war der häufigste Fehler, dass die Schüler zwar multipliziert haben, aber nicht mit dem Kehrwert. Oder sie haben vom ersten Bruch den Kehrwert genommen, und so multipliziert. Auch hier ist eine Anhäufung von reinen Rechenfehlern zu bemerken, die vielleicht mit dem Ti-92 hätten vermieden werden können.

## 7 Resümee

Mit den beiden folgenden Diagrammen möchte ich meine Schlussbemerkungen unterstreichen.



25 von 31 SchülerInnen haben die Idee, eine alternative Unterrichtsmethode auszuprobieren, als sehr gut befunden. Keiner, weder Mädchen noch Bub, findet es schlecht.

Mir persönlich hat es insofern auch viel an Erfahrung gebracht, als ich meinen Blick doch genauer auf die Lern- und Lehrziele und deren Erreichung fokussiert habe.

Soweit ich es an Hand der vorliegenden Daten analysieren kann, ist das Ziel, mit kleineren Einschränkungen, erfüllt. Fast alle SchülerInnen beherrschen die wichtigsten Rechenregeln des Bruchrechnens und sind auch in der Lage diese an anderen Beispielen anzuwenden. Gelehrt wurde von Schüler zu Schüler, soziale Interaktionen wurden durchaus gefördert, auch

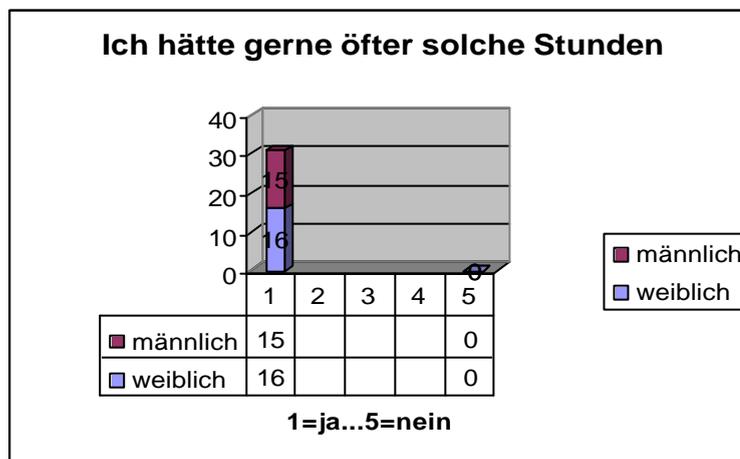
Schwächere konnten Erfolge verzeichnen, und die SchülerInnen hatten meines Erachtens viel Freude an der Arbeit. Welche Methode man auch immer anwendet, ein 100%iges Erfolgserlebnis wird man sicherlich nie haben.

Jetzt, da ich am Ende des Projektes angelangt bin und die Resultate sehe, würde ich mir auch zutrauen, die Arbeitsaufgaben nicht so stark einzuschränken, um den SchülerInnen dadurch noch mehr Raum zum Forschen und Arbeiten geben zu können.

Die Rolle der LehrerIn ist dabei allerdings eine sehr entscheidende, denn sie ist diejenige, die alles bis ins kleinste Detail planen, vorbereiten, organisieren und schließlich durchführen muss.

Ich persönlich werde sicherlich wieder solche Projekte vorbereiten, organisieren und ausprobieren, aber nicht ständig, denn der Aufwand ist schon sehr groß.

„*Es ist lustig*“ hat eine Schülerin in ihr Protokoll geschrieben, und was kann man sich als MathelehrerIn mehr wünschen, als so eine Beurteilung einer Unterrichtssequenz in der Bruchrechnen vermittelt worden ist?



# ANLAGE 1

## SCHÜLER UNTERRICHTEN SCHÜLER

( Puzzleunterricht in Mathematik )

Der zu erarbeitende Stoff: **RECHNEN MIT BRÜCHEN** ist in 4 große Themenbereiche aufgeteilt:

**ADDITION  
MULTIPLIKATION  
SUBTRAKTION  
DIVISION**

Ihr arbeitet in **2er Gruppen**, jedes Paar hat einen TI-92 und ein Forschungsbuch. Vergesst nicht **ALLE Rechnungen**, die ihr in den TI eingibt auch ins Buch zu schreiben ( auch wenn sie euch noch so einfach erscheinen!!!)

Jedes Paar zieht einen Arbeitsauftrag, damit werden jeweils 4 Paare an demselben Auftrag arbeiten.

### 1. ARBEITSPHASE: ca. 2 Unterrichtsstunden

Jedes Paar arbeitet am eigenen Thema, versucht möglichst viele Beispiele zu berechnen, alle wichtigen Begriffe zu erklären und ganz wichtig, eine oder mehrere allgemein gültige Rechenregel zu formulieren, sodass du deine Erkenntnisse auch den Mitschülern erklären kannst. Es ist sehr wichtig, dass ihr selbst ganz sicher seid, deshalb gibt es KONTROLLFRAGEN, die ihr lösen müsst, und die auch mir vorzulegen sind.

Rechnungen und Merksätze bitte ins Schulübungsheft schreiben, die Kontrollbeispiele auf einen Zettel. Nicht aufs Tagebuch vergessen: eine/r rechnet mit dem TI, die/der andere schreibt die Rechnungen ins Heft. Und stellt einen kleinen Test, bestehend aus 6 Rechnungen zusammen.

### 2. ARBEITSPHASE: ca. 2 Unterrichtsstunden

Jetzt geht es in die Expertenrunde. Alle Schüler/innen, die dasselbe Thema haben, treffen sich an einem Tisch, um ihre Erkenntnisse auszutauschen. Da die Gruppe sehr groß ist, teilt ihr euch in 2 Teile zu je 4 Schülern. Man kann bei Unklarheiten jedoch die Nachbargruppe zu Rate ziehen. Wenn Ihr mit dem Erfahrungsaustausch fertig seid, dann gibt jede Gruppe der anderen Gruppe ihren vorbereiteten Test und korrigiert diesen auch anschließend. Sollte es dabei zu fehlerhaften Berechnungen gekommen sein, so solltet ihr gemeinsam versuchen alle Unklarheiten zu beseitigen. Jeder muss sich seiner Sache ganz sicher sein, sonst kann er es den Mitschülern nicht erklären. Hier ist die letzte Möglichkeit zu fragen, denn jetzt wird jeder von euch zum Lehrer!!!

### 3. ARBEITSPHASE: ca. 2 Unterrichtsstunden

Jetzt trennen sich auch die Paare, es kommt zu einer neuerlichen Auslosung, und es entstehen jetzt 4er Gruppen, sodass in jeder 4er Gruppe ein Experte fürs addieren, subtrahieren, multiplizieren und dividieren sitzt.

Einer beginnt anhand von einigen Beispielen seinen Gruppenmitgliedern sein Thema zu erklären, danach kommt der andere dran, usw....

Mitzuschreiben ist alles im Schulübungsheft, vergesst nicht die Merksätze mitzuschreiben, denn die werden natürlich auch geprüft!!

Am Ende jeder Erklärung besteht die Möglichkeit die Mitschüler durch einige (eventuell 4) Kontrollbeispiele zu prüfen!!!!( Dafür erhält jeder Schüler einen eigenen blauen Zettel)

# ANLAGE 2

## SCHÜLER UNTERRICHTEN SCHÜLER

### ARBEITSAUFTRAG für die LEHRERRUNDE

Nach der Gruppeneinteilung hat – so hoffe ich – jeder seinen Platz in einer 4er Gruppe gefunden!!

Es beginnt nun jener Schüler oder Schülerin, die Spezialist/in im Bereich **ADDITION** ist.

Zuerst versucht der **neue Lehrer** nun den anderen 3 Schülern die Addition zu erklären. Das erfolgt anhand einiger Beispiele, die er euch vorrechnet - in seinem Heft oder auf einem Zettel. Alle Beispiele, die von eurem Lehrer gezeigt und berechnet werden, sind im Schulübungsheft **mitzuschreiben**.

Alle 3 Schüler sind dazu aufgefordert **Zwischenfragen** zu stellen, falls sie etwas nicht verstehen.

Habt ihr alles verstanden, so ist euer Lehrer auch befugt **euch zu testen** und soll euch einige Aufgaben zur Kontrolle selbständig rechnen lassen. Günstig ist es, wenn er diese Aufgaben aus seinen Kontrollaufgaben wählt, denn diese wurden schon von mir überprüft.

Er kann sich natürlich auch Notizen machen, wenn ein Schüler /in **besonders gut mitarbeitet** und soll es mir dann am Ende berichten, sodass ich es in meinem Heft vermerken kann. Auch **negative Mitarbeit** sollte vom Schülerlehrer vermerkt werden.

Am Ende dieser Stunde bleibt es ihm auch selbstverständlich überlassen **einige Hausübungsbeispiele** aufzugeben, die er aber auch selbst berechnen muss, da sie in der nächsten Stunde verglichen werden.

Nach der ADDITION, kommt dann die **SUBTRAKTION**; dann die **MULTIPLIKATION** und schließlich die **DIVISION**.

**Recht viel SPAß und vor allem gutes GELINGEN!!!**

**ANLAGE 3**  
**FRAGEN ZU UNSEREM PROJEKT:**  
**Schüler unterrichten Schüler**

weiblich

männlich

- 1) Die Idee den Unterricht anders zu gestalten finde ich  
sehr gut      sehr schlecht
- 2) Grundsätzlich ist der Mathematikunterricht  
abwechslungsreich      eintönig
- 3) Mein Projektthema erschien mir eher  
schwierig      leicht
- 4) Die Zeit für die Partnerarbeit zur Ausarbeitung meines Themas war  
zu kurz      zu lang
- 5) Ich konnte mit meinem Partner bereits Unklarheiten klären:  
alle      keine
- 6) Die Expertenrunde war für mich zum besseren Verständnis  
wichtig      nicht wichtig
- 7) Das Thema meinen 3 Mitschülern zu erklären war für mich  
schwierig      leicht
- 8) Ich habe auch die Erklärungen der anderen 3 Mitschüler verstanden:  
sehr gut      gar nicht
- 9) Ich glaube, ich verstehe von diesem Stoffgebiet jetzt  
alles      gar nichts
- 10) Diese Möglichkeit den Unterricht zu gestalten, gefällt mir  
sehr gut      gar nicht
- 11) Ich hätte gerne öfter solche Stunden  
 ja  nein

# ANLAGE 4

## Wer schafft alle??

Name:.....

### Addition von Brüchen:

$$\frac{6}{17} + \frac{7}{17} + \frac{13}{17} = \blacksquare$$

$$\frac{4}{15} + \frac{1}{6} + \frac{12}{30} = \blacksquare$$

$$3\frac{11}{20} + 7\frac{2}{5} + 3\frac{1}{4} = \blacksquare$$

### Subtraktion von Brüchen:

$$\frac{18}{27} - \frac{9}{27} - \frac{6}{27} = \blacksquare$$

$$\frac{11}{12} - \frac{1}{4} - \frac{1}{6} = \blacksquare$$

$$10\frac{9}{10} - 3\frac{3}{4} - 2\frac{4}{5} = \blacksquare$$

### Extrabonus:

$$\left(9\frac{3}{5} - 2\frac{1}{4}\right) - \left(1\frac{1}{4} + \frac{2}{5}\right) = \blacksquare$$

### Multiplikation von Brüchen:

$$2\frac{7}{12} \cdot 3 = \blacksquare$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{12}{15} = \blacksquare$$

$$4\frac{1}{6} \cdot \left(3\frac{1}{5}\right) \cdot \left(1\frac{1}{2}\right) = \blacksquare$$

### Division von Brüchen:

$$\frac{3}{4} : 12 = \blacksquare$$

$$16 : \frac{2}{7} = \blacksquare$$

$$\frac{21}{25} : \frac{7}{40} = \blacksquare$$

$$5\frac{5}{6} : 3\frac{1}{3} = \blacksquare$$

### Extrabonus:

$$\left(3\frac{1}{2} - 1\frac{4}{10}\right) : 1\frac{1}{5} + \left(5\frac{3}{4} + 1\frac{2}{5}\right) \cdot \frac{1}{2} - \frac{6}{20} = \blacksquare$$

# ANLAGE 5

## Jagd auf Zahlen - Musterbeispiele

### 1. Schwierigkeitsgrad: leichte Beispiele Farbe: Grün Beispiel Nr.: 26

Schreib als unechten Bruch:

$$1) \quad 5 \frac{5}{6}$$

$$2) \quad 10 \frac{1}{2}$$

$$3) \quad 7 \frac{2}{3}$$

$$4) \quad 1 \frac{9}{10}$$

Als Lösungsmöglichkeiten :

$\frac{17}{6}$	$\frac{21}{2}$	$\frac{33}{3}$	$\frac{35}{6}$	$\frac{23}{3}$	$\frac{19}{12}$	$\frac{19}{10}$
X	E	V	W	I	T	L

### 2. Schwierigkeitsgrad: Addition, Subtraktion Farbe: Blau Nr.: 4

Berechne:  $1) \quad \frac{3}{15} + \frac{5}{15} + \frac{7}{15}$

$$2) \quad 6 \frac{1}{10} + 1 \frac{4}{10}$$

$$3) \quad 4 \frac{3}{8} + 1 \frac{6}{8}$$

Als Lösungsmöglichkeiten :

$2 \frac{1}{2}$	$6 \frac{1}{8}$	$7 \frac{2}{15}$	1	$7 \frac{1}{2}$	$3 \frac{4}{15}$	$2 \frac{1}{15}$
A	N	T	G	E	O	P

### 3. Schwierigkeitsgrad: Multiplikation, Division Farbe: Lila Nr.: 3

Berechne und kürze:

$$1) \quad \frac{3}{20} \cdot 6$$

$$2) \quad \frac{4}{21} \cdot 7$$

Als Lösungsmöglichkeiten

$\frac{7}{9}$	$\frac{9}{10}$	$1 \frac{1}{3}$	$2 \frac{2}{3}$
I	J	A	N

### 4. Schwierigkeitsgrad: schweres Beispiel Farbe: Orange Nr.: 34

$$7 \frac{1}{2} \cdot 4 + \frac{3}{7} - \frac{3}{7} \cdot \frac{1}{70}$$

Als Lösungsmöglichkeiten

$1 \frac{1}{24}$	$\frac{3}{7}$	$2 \frac{3}{4}$
R	S	B

# ANLAGE 5a

## JAGD AUF ZAHLEN

STATION	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
LOSUNG						
STATION	<b>6</b>	<b>7</b>		<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
LOSUNG						
STATION	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
LOSUNG						
STATION	<b>17</b>	<b>18</b>		<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>
LOSUNG						
STATION	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>		<b>26</b>	<b>27</b>
LOSUNG						
STATION	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>		<b>31</b>	
LOSUNG						
STATION	<b>32</b>		<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	
LOSUNG						
<b>Erreichte Punkte:</b>						

Jagdblatt von .....

# ANLAGE 6

## Arbeitsgruppe S

### SUBTRAKTION von Brüchen

Eure Aufgabe ist es, mit Hilfe des TI – 92 und mit eurem Lehrbuch zu untersuchen und heraus zu finden, wie man Brüche subtrahiert. Dabei unterscheidet man die Subtraktion von:

- gleichnamigen Brüchen
- ungleichnamigen Brüchen
- von gemischten Zahlen
- von ganzen Zahlen

Beispiele dazu sind die Nummern: 373, 377, 379, 383

Kontrollaufgaben, die ihr lösen müsst: 424 a) bis h)  
429 a) bis h)

Vergesst nicht die entsprechenden Merksätze zu formulieren!

## Arbeitsgruppe M

### MULTIPLIKATION von Brüchen

Eure Aufgabe ist es, mit Hilfe des TI – 92 und mit eurem Lehrbuch zu untersuchen und heraus zu finden, wie man Brüche multipliziert. Dabei unterscheidet man die Multiplikation eines Bruches mit:

- einem Bruch
- einer ganzen Zahl
- mit einer gemischten Zahl

Erkläre, was das Wort VON bei der Multiplikation für eine Rolle spielt!

Beispiele dazu sind die Nummern: 437, 438, 440, 443, 445

Kontrollaufgaben, die ihr lösen müsst: 450 a) bis h)  
451 a) bis h)

Vergesst nicht die entsprechenden Merksätze zu formulieren!

## Arbeitsgruppe D

### DIVISION von Brüchen

Eure Aufgabe ist es, mit Hilfe des TI – 92 und mit eurem Lehrbuch zu untersuchen und heraus zu finden, wie man Brüche dividiert. Dabei unterscheidet man die Division von einem Bruch:

- durch einen Bruch
- durch eine ganze Zahl
- durch gemischte Zahlen

Erkläre die wichtige Rolle des KÜRZENS dabei!!!

Beispiele dazu sind die Nummern: 487, 489, 491, 493, 496

Kontrollaufgaben, die ihr lösen müsst: 517 a) bis f)  
518 a) bis f)  
519 a) bis f)  
521 a) bis f)

Vergesst nicht die entsprechende Merksätze zu formulieren!

# Literatur

MatheMaster, Mathematik für die 6. Schulstufe  
Reniets Verlag

<http://www.educeth.ch>