



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

S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“

WIE VIEL MATHEMATIK VERTRÄGT DAS KIND?

Karin Zotter

Ingrid Filzmoser (Stützlehrerin)

Hauptschule I Birkfeld

Birkfeld, Juli 2010

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 EINLEITUNG	5
1.1 Ausgangssituation.....	5
1.1.1 Problemlösestrategien	5
1.2 Ziele des Projekts	7
1.2.1 Ausgangssituation – Start und Neukonzeption meines Unterrichts.....	8
2 DURCHFÜHRUNG	9
2.1 Rahmenbedingungen.....	9
2.1.1 Meine MathematikschülerInnen	9
2.1.2 Das System des offenen Lernens	10
2.1.3 Das Beurteilungssystem	10
2.2 Stolpersteine auf dem Weg zur Selbstverantwortlichkeit	11
2.2.1 Problemfaktor: Konstruktiver Wissenseignungsprozess	11
2.2.2 Problemfaktor: Geeignete Lernumgebung	12
2.2.3 Problemfaktor: Motivation	12
2.2.4 Problemfaktor: Stoffmenge und Zeit	12
2.2.5 Problemfaktor: Lerninhalte und Schwierigkeitsgrad	13
2.2.6 Problemfaktor: Eigenverantwortung und Selbsteinschätzung	13
2.2.7 Problemfaktor: Helfersystem.....	13
2.2.8 Problemfaktor: Hohe SchülerInnenzahlen.....	13
2.2.9 Problemfaktor: Selbstvertrauen.....	14
3 EVALUATION	15
3.1 Fallbeispiele	15
3.1.1 Evaluation des Projekts durch Gruppeninterviews.....	24
3.1.2 Wie geht es den Schülerinnen bei diesem Mathematikunterricht?.....	24
3.1.3 Verstehen die Schülerinnen durch diese Methode den Stoff, den sie in Mathematik lernen?.....	25
3.1.4 Ist es den Schülerinnen wichtig, dass sie Mathematik verstehen? Lernen sie dadurch nachhaltig?.....	26
3.1.5 Scheint den Schülerinnen die Stoffmenge bewältigbar?.....	27

3.1.6	Beurteilung: Wie zufrieden sind die Schülerinnen mit ihren Noten? Verstehen sie, wie sie zustande kommen? Nutzen sie die angebotenen Möglichkeiten, sich zu verbessern?	27
3.1.7	Tipps für die Lehrerin	28
4	REFLEXION UND AUSBLICK	30
	LITERATUR	33

ABSTRACT

Eine neue Konzeption des Mathematikunterrichts stellt die Innovation dar. Die SchülerInnen einer zweiten und dritten Leistungsgruppe der Hauptschule I Birkfeld werden in keinem Kapitel mit fertigen Lösungen konfrontiert. Sie sind selbst die Initiatoren ihres Lernprozesses. Mathematisches Denken soll dabei durch individuelle Problemlösungen in Gang gesetzt und weiter entwickelt werden. Schülerinnen reflektieren ihre Denkprozesse und formulieren eigene Merksätze. Mit Hilfe eines alternativen Beurteilungssystems bekommen sie regelmäßig Auskunft über ihren Leistungsstand.

Schulstufe: 7. und 8.

Fächer: Mathematik

Kontaktperson: Karin Zotter

Kontaktadresse: karin@tb-zotter.at

1 EINLEITUNG

In der Praxis des Mathematikunterrichts neigen wir dazu, jeweils einzelne Regeln und Verfahren zu lernen, ohne sie mit Bezügen aus der Lebensumwelt in Verbindung zu setzen. Dabei zeichnet sich die Mathematik gerade dadurch aus, dass es sich um die Wissenschaft von Strukturen handelt, die so allgemein sind, dass sie praktisch überall anwendbar sind.

1.1 Ausgangssituation

Es ist sehr wichtig, dass wir gerade im Mathematikunterricht den Kindern den Spaß an der Mathematik nicht systematisch abgewöhnen. Wie Butterworth (1999) mit Recht hervorhebt, gibt es hier einen Teufelskreis aus Frustration, Angst, Vermeidung, fehlendem Lernen, fehlender Kompetenz, schlechter Leistung, Misserfolg und erneuter Frustration. Diesen Teufelskreis, der für manche SchülerInnen schon in frühen Schuljahren mit den ersten Überforderungen eintritt, gilt es aufzubrechen.

1.1.1 Problemlösestrategien

Von oben versucht man mit den Bildungsstandards das Problem zu lösen. Nicht zufriedenstellende Ergebnisse sollen eine Änderung der Unterrichtskultur bewirken. Es wirft sich nun die Frage auf, was geändert werden soll. Beleuchtet man das Problem von mehreren Seiten, kommen viele Faktoren als Ursache für ein Scheitern in Frage.

Der Hirnforscher Manfred Spitzer beschreibt in seinem Buch: „Lernen – Gehirnforschung und die Schule des Lebens“, dass sich die komplexe Fähigkeit zum Rechnen neurobiologisch untersuchen lässt. Sie wird nicht von einem bestimmten Teil des Gehirns bewerkstelligt, sondern von unterschiedlichen Teilen, denn Mathematik selbst ist unterschiedlich. Zahlen können sprachlich oder räumlich im Gehirn repräsentiert sein, das eine geschieht vor allem links frontal, das andere beidseits parietal. Wie sehr viele andere Fähigkeiten und Fertigkeiten, ist mathematisches Können eine Funktion von Begabung und von Übung. Man kann zeigen, dass es vor allem das freiwillige und durch die Sache motivierte Üben ist, das uns auch in der Mathematik weiterbringt.

Bei diesem Ansatz spielt die Motivation eine zentrale Rolle.

SchülerInnen so zu motivieren, dass sie aus Freude zum Fach freiwillig üben, klingt recht einfach. Gerade für die Altersgruppe der 13-14 Jährigen, die sich erfahrungsgemäß in einer sehr schwierigen Entwicklungsphase befinden, scheint mir dieser Zugang sehr schwierig zu sein.

1.1.1.1 Frontalunterricht oder offene Lernformen?

Nach Ansicht verschiedenster Autoren werden Lernende unterschiedlichen Alters oft zu einseitig als passive Individuen behandelt. Die folgende Übersicht über die Rollenverteilung von LehrerInnen und SchülerInnen habe ich in einem Buch gefunden, das selbst gesteuertes Lernen zum Inhalt hat. Die angeführten Aktivitäten von Lehre-

rInnen und SchülerInnen dominieren nach wie vor den Unterricht im österreichischen Schulsystem.

<i>Der Lehrer</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● plant ● entscheidet ● trägt vor ● informiert ● korrigiert ● experimentiert ● strukturiert 	<ul style="list-style-type: none"> ● problematisiert ● übernimmt Verantwortung ● zeigt Initiative ● organisiert ● weist an ● fragt 	<ul style="list-style-type: none"> ● erklärt ● demonstriert ● bewertet ● visualisiert ● löst Probleme ● dominiert
<i>Die Schüler sollen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● zuhören ● rezipieren ● abstrahieren 	<ul style="list-style-type: none"> ● angepasst lernen ● aufpassen ● einspeichern 	<ul style="list-style-type: none"> ● reproduzieren ● Durchhaltervermögen zeigen
<i>Aber:</i>	Sie können und wollen immer weniger		

Übers. 1: Typische Aktivitäten von Lehrer und Schüler

Lernen im herkömmlichen Sinn vergleicht der Autor mit einem Produktionsprozess. Das Lerngeschehen wird in Analogie zu den Vorgängen im Produktionsbereich eines Unternehmens aufgefasst. Beobachtet man die Alltagspraxis, so ist doch auffällig, dass Bildungsprozesse oftmals am Muster dieser Produktion, z.B. eines Kleidungsstückes orientiert werden: In zwei Tagen, so die falsche Vorstellung - kann ich dem Lernenden doppelt so viel beibringen wie an einem Tag. Schließlich kann man an zwei Tagen auch doppelt so viele Hosen produzieren wie an einem Tag.

Neue kognitionspsychologische und sozial-konstruktivistisch geprägte Ansätze zum selbst gesteuerten Lernen legen den Schluss nahe: „Jugendliche sollen die Möglichkeit haben, ihre Lernfähigkeit durch die selbstbestimmte Anwendung von Lernstrategien zu erhöhen, ihre Lernumgebung positiv zu gestalten und Form und Ausmaß der Lehre, die sie benötigen, selbst zu beeinflussen.“

Das sind doch sehr hoch gesteckte Ziele. Könnten wir sie im Unterricht umsetzen, würde das die Qualität des Schulsystems sicherlich erhöhen.

Der Bremer Gehirnforscher und Konstruktivist Gerhard Roth betont: „Bedeutungen können gar nicht vom Lehrenden auf den Lernenden übertragen, sondern müssen vom Gehirn des Lernenden konstruiert werden.“ (Roth 2003; S 21)

Frontalunterricht folgt der Vorstellung, dass ein vom Lehrer durchgeführter Unterricht stets 20-30 Lernprozesse (der einzelnen Schüler/innen) synchron initiiert, realisiert und zu einem Ergebnis führt. Dies ist sicher eine Illusion.

Ein weiteres Problem besteht darin, dass bei einem lehrerorientierten Unterricht das Lerntempo sich an einem angenommenen Durchschnitt ausrichtet.

Mit dem vorliegenden Projekt möchte ich anhand meines Mathematikunterrichts untersuchen, ob es möglich ist auch im herkömmlichen Schulsystem neue kognitions-

psychologische und sozial konstruktivistische Ansätze umzusetzen, und zwar auch im Dialog mit leistungsschwachen SchülerInnen.

Einige Untersuchungen legen ja den Schluss nahe, dass Lernende mit ungünstigen Lernvoraussetzungen (Hilflosigkeit, Ängstlichkeit) in kognitiver Hinsicht (Vorwissen, Intelligenz) den größten Nutzen aus lehrerzentrierten „informationsvermittelnden“ Unterricht ziehen. Lernende mit günstigen Lernvoraussetzungen (Erfolgszuversicht, niedrige Ängstlichkeit, hohes Vorwissen, hohe Intelligenz) profitieren dagegen eher von offenen, wenig strukturierten Lernumgebungen mit Wahlmöglichkeiten. (vgl. Sczensky 1996)

Ich möchte im Zuge dieses Projekts herausfinden, ob sich Lernende, und zwar vor allem auch jene mit ungünstigen Lernvoraussetzungen, die „Welt der Mathematik“ – das was der Lehrplan ihnen vorschreibt selbst erschließen können.

1.2 Ziele des Projekts

Wie bereits erwähnt möchte ich mit diesem Projekt herausfinden, ob sich die Forderungen einer radikalen Änderung der Lernkultur im Mathematikunterricht umsetzen lassen und ob auch SchülerInnen mit ungünstigen Lernvoraussetzungen damit zurecht kommen.

Ich möchte hierbei den Schwerpunkt auf folgende Säulen legen:

- Sind die SchülerInnen in der Lage, sich anhand einer entsprechenden Lernumgebung mathematische Inhalte selbst anzueignen, ihre Lösungsvorschläge zu beschreiben und daraus individuelle Merksätze zu entwickeln?
- Können sie ihren Lernprozess selbst steuern und dabei herausfinden, wie viel Übung sie zur Bewältigung der entsprechenden Inhalte benötigen?
- Können sie Verantwortung für ihr Lernen übernehmen, ihren Stärken vertrauen und das Auswendiglernen von „Nichtverstandenen“ ad acta legen?
- Gelingt es mir, die von unserem System provozierten Einstellungen hinsichtlich des Lernens (Ich lerne nur für die Schularbeit – schlechtestensfalls die Beispiele auswendig um zu einer entsprechenden Note zu kommen) zu ändern?

Ich selbst möchte im Dialog die Denkweisen und Problemlösestrategien meiner SchülerInnen besser kennen lernen und daraus wertvolle Erkenntnisse für die Weiterentwicklung meines Unterricht erhalten. Vielleicht finde ich für mich eine Antwort auf die Frage warum SchülerInnen oft grundlegende Wissensinhalte, die schon mehrmals behandelt wurden, nicht internalisiert haben.

1.2.1 Ausgangssituation – Start und Neukonzeption meines Unterrichts

Es läutet. Ich habe mir für diese Stunde wieder mal viel vorgenommen – der Lehrertisch ist voll mit Experimentiermaterial. Ich freue mich auf den Unterricht, bin aber wie immer etwas nervös – hoffentlich klappt diesmal auch alles und es gibt keine bösen Überraschungen mit den Versuchsergebnissen. Schüler/innen betreten den Experimentierraum – sofort entfacht ein Streit um die Sitzplätze in der letzten Reihe. Die erste bleibt frei. (Was habe ich mir erwartet? Gebe ich mich immer noch der Illusion hin, die Schüler/innen sind an meinen Versuchen interessiert – wahrscheinlich zu wenig spektakulär – aber ich bin keine Zauberkünstlerin, die auf den Spuren von Knoff Hoff oder Galileo wandert.)

Mit viel Überredungskunst und mehr oder weniger Widerstand gelingt es mir schließlich auch die erste Reihe zu füllen. Die Zeit, in der ich mich abmühe, nützen viele Schüler/innen um ihre Bedürfnisse nach Briefkontakten zu stillen – deswegen auch die bevorzugte letzte Reihe. Warum funktioniert der Unterricht trotz meiner Bemühungen und stundenlanger Vorbereitungen, in denen ich alles verpacke, was mir die Akademie so beigebracht hat so schlecht? Ich denke zurück an meine eigene Schulzeit, die ich halb schlafend in der letzten Reihe verbracht hatte mit der Devise ja nicht aufzufallen. Aufgeweckt wurde ich dann oft spät abends, beim Lösen der Mathematikhausübung. Von einem Angstgefühl getrieben, wurde ich aktiv und begann mir die Welt der Mathematik selbst zu erschließen.

Je mehr ich reflektierte, desto klarer wurde mir, dass ich die Lernkultur verändern müsste. Bereits vor Jahren begann ich in meinem naturwissenschaftlichen Unterricht den SchülerInnen mehr Raum für eigene Aktivitäten und Umsetzung ihrer Ideen zu geben. Mittlerweile wird in den Fächern Physik und Chemie ausschließlich frei gearbeitet. Der Schwerpunkt liegt neben der Förderung des naturwissenschaftlichen Denkens vor allem in der Entwicklung von Schlüsselqualifikationen und das Einbringen individueller Stärken.

In Mathematik hatte ich vorerst keinen Mut meine Ideen radikal umzusetzen. Da verspürte ich zu viel Druck von außen. Die Stofffülle, die ich mittlerweile in Physik und Chemie ohne schlechtes Gewissen reduziere, bleibt in Mathematik. Da muss das System durchlässig sein, Zusammenarbeit mit den anderen Gruppen ist gefragt, das Tempo wird vom Lehrplan vorgegeben und von den LehrerInnen der parallelen Leistungsgruppen mitbestimmt. Als ich schrittweise mit der Freiarbeit begann, sah ich mich jedoch bald gezwungen, sie fortzusetzen, da binnen einigen Stunden die Schere in meiner doch sehr heterogenen Gruppen so weit auseinander klaffte, dass ich es nicht mehr schaffte, alle auf denselben Nenner zu bringen. Somit war auch die Freiarbeit in Mathematik geboren.

2 DURCHFÜHRUNG

2.1 Rahmenbedingungen

Ich unterrichte an einer Hauptschule mit sprachlichem Schwerpunkt Physik und Chemie in sechs Klassen sowie Mathematik in zwei Leistungsgruppen. Unsere Schule gehört dem Verbund innovativer Schulen an, wodurch alternative Konzepte seitens der Direktion sehr gefördert werden. Trotzdem ist es uns noch nicht gelungen, einheitliche Strukturen festzulegen. In den anderen Fächern wird Freiarbeit eher sporadisch in Form von Stationenbetrieben durchgeführt, wodurch die SchülerInnen nicht optimal an freies Arbeit und Selbstverantwortung gewöhnt sind und dazu tendieren, Freiheiten auszunützen. Auch die Rahmenbedingungen bezüglich der räumlichen Möglichkeiten sind denkbar ungünstig. Unser Schulhaus besteht aus dunklen Gängen, die nicht ohne künstliches Licht auskommen, es gibt keine Nischen oder Lernecken, wo man sich zurückziehen kann und in den Klassenzimmern ist es sehr eng. Wir haben im Schnitt pro Klassenstufe eine Schwerpunktklasse mit sehr leistungsstarken SchülerInnen und ein bis zwei Klassen in heterogener Zusammensetzung mit eher leistungsschwächeren SchülerInnen. Neben der Lehramtsprüfung für Hauptschulen habe ich noch jene für Volksschulen und Sonderschulen, außerdem noch die Ausbildung zur Integrationslehrerin und Beratungslehrerin für Les-/Rechtschreibschwäche. Lange Zeit war ich im sonderpädagogischen Bereich als Integrationslehrerin tätig und konnte in verstärktem Maß auf Bedürfnisse der SchülerInnen eingehen und ihre Denkweisen kennen lernen. Gerade diese Zeit hat mich als Lehrerin sehr geprägt.

2.1.1 Meine MathematikschülerInnen

Meine vierte Klasse (2. Leistungsgruppe) besteht aus 21 SchülerInnen, und zwar 11 Buben und 10 Mädchen. Viele davon haben zuhause ungünstige Bedingungen. Einige von ihnen bekommen dauernde Lernbetreuung. Ein Großteil dieser Gruppe kommt aus einer disziplinar sehr schwierigen Klasse.

Als ich vor zwei Jahren mit der Freiarbeit begann, wurde sie von den SchülerInnen sehr gut angenommen, was eine zu dieser Zeit an unserer Schule durchgeführte Evaluation bestätigen konnte. 71% fanden meinen Unterricht interessant, 83% gaben an, sehr viel zu lernen und 72% meiner SchülerInnen nahmen meistens gerne am Unterricht teil - im Vergleich zum Schulschnitt in Mathematik (47%) ein akzeptables Ergebnis, das zum Weitermachen ermutigte. Leider musste ich erkennen, dass die Motivation in der vierten Klasse abnahm.

Meine dritte Klasse (dritte Leistungsgruppe):

Diese Gruppe besteht aus 11 SchülerInnen, drei davon sind IntegrationsschülerInnen, die in Mathematik ein Jahr zurückgestuft sind. Die IntegrationsschülerInnen waren nicht in die Gruppe integriert. Ich nütze die wertvolle Ressource der Stützlehrerin und wir beginnen im Team zu arbeiten. Auch die IntegrationsschülerInnen arbeiten nach dem gleichen System. Ein Großteil der SchülerInnen sind sowohl in Deutsch, als auch in Englisch in der dritten Leistungsgruppe. Eine SchülerIn stieß zu Semester aus der zweiten Leistungsgruppe zu uns. Offene Lernformen im Mathematikunterricht war für alle SchülerInnen Neuland.

2.1.2 Das System des offenen Lernens

Das System beruht auf mehreren Säulen. Eine davon ist die selbständige Wissenskonstruktion. Als Hilfsmittel dienen Lernziele, die quasi den Weg vorgeben, und Leitkarten mit Denkanstößen, die den Lernprozess steuern. Die SchülerInnen befassen sich je nach Vorliebe allein, mit selbst gewählten PartnerInnen oder aber in Kleingruppen mit den entsprechenden Inhalten. Sie versuchen dabei, Systeme zu durchschauen und weiterzuentwickeln, Formeln zu finden oder je nach Stoffinhalt auch Lösungswege nachzuvollziehen. Wichtig dabei sind mir die aktive Wissenskonstruktion und eine sprachliche Festigung, die durch selbst verfasste Merksätze initiiert wird. Die SchülerInnen kleben die entsprechenden Lernzielblätter in ihre Hefte, holen sich die entsprechenden Auftragscards und versuchen die Lernziele bestmöglich zu bearbeiten um das gefragte Wissen zu erlangen. Geübt wird anhand eines Karteikartensystems mit Lösung zur Selbstkontrolle. Selbständigkeit und Eigenverantwortlichkeit im Lernprozess sind weitere wichtige Säulen des Systems. Sie sollen der Individualität der einzelnen SchülerInnen einen entsprechenden Spielraum gewähren. Ich schreibe den SchülerInnen nicht vor, wie viele Beispiele sie üben müssen. Vielmehr möchte ich, dass sie im Laufe der Zeit selbst ein Gespür dafür bekommen, wie viele Übungsbeispiele sie benötigen, bis sie ein Lernziel ausreichend beherrschen. Meine Rolle sehe ich weniger in der Vermittlung von Inhalten sondern eher unterstützend bei der Wissensaneignung. Ich vermeide es tunlichst, voreilige Erklärungen abzugeben, sondern versuche mich in die Denkweise der SchülerInnen einzufühlen und diese durch entsprechende Impulse zu leiten. Meist ergeben sich im Dialog wertvolle Erkenntnisse auf beiden Seiten. Die SchülerInnen gewinnen immer mehr Vertrauen in ihre Fähigkeiten und ich lerne dabei so einiges über ihr mathematisches Verständnis und auch ihre Fehlvorstellungen kennen. Dies liefert mir wertvolle Hinweise für die Weiterentwicklung meines Unterrichts.

Gute Organisation und eine saubere, übersichtliche Arbeitsweise sind nicht nur in der Mathematik sondern auch für das spätere Leben von großer Bedeutung. Auch das möchte ich meinen SchülerInnen vermitteln. Je sorgfältiger sie ihr Heft gestalten und je besser sie ihren Lernprozess organisieren können, desto mehr wird ihre Arbeit von Erfolg gekrönt sein.

Wochenhausübungen bieten eine Möglichkeit unterschiedliches Vorankommen in den einzelnen Stunden entsprechend zu berücksichtigen und gewähren auch zuhause eine freie Zeiteinteilung.

2.1.3 Das Beurteilungssystem

Es wäre zu viel verlangt, wenn man erwarten würde, dass all die oben erwähnten Forderungen von SchülerInnen im schwierigen Alter der Pubertät problemlos umsetzen ließen. Sich selbständig mit Lerninhalten auseinander zu setzen und eigene Lösungen zu finden ist oft mühsamer als den Stoff serviert zu bekommen. Das bekam

ich im Laufe der Zeit des öfteren zu spüren und es bedarf schon einiges an Finger-spitzengefühl, SchülerInnen immer wieder zu motivieren. Motivationsabfälle hängen mitunter stark vom Abstraktionsniveau des zu erarbeitenden Stoffes ab. Fällt dieser den SchülerInnen leicht, gefällt ihnen der Unterricht, sie fühlen sich nicht zu stark gefordert und auch nicht überfordert. Dann ist es bei der Arbeit so einigermaßen gemütlich. Es gibt Phasen, wo engagiert gearbeitet wird, dann folgen wieder Einbrüche. Eine Möglichkeit, ich würde sogar sagen Notwendigkeit um den Lernprozess aufrecht zu erhalten ist ein Beurteilungssystem, mit Hilfe dessen die Arbeit der SchülerInnen gewürdigt und entsprechend belohnt wird. Ich habe versucht, eine solches zu entwickeln. SchülerInnen sammeln Punkte für erarbeitete Lernziele und gelöste Aufgaben. Das ist quasi ihr Lohn. Da sie sich im Lernprozess befinden, dürfen sie natürlich auch Fehler machen. Auch für falsche Beispiele bekommen sie Punkte, für verbesserte Aufgaben gibt es Zusatzpunkte. Die erreichten Punkte werden schließlich in Prozente umgerechnet. Insgesamt zählen die Freiarbeit zu 30%, die Hausübung zu 10% und die Schularbeiten zu 60% zur Note. Vorgegangene Versuche, die Freiarbeit samt Hausübungen zu 60% zu werten und die Schularbeiten nur zu 40%, scheiterten daran, dass die SchülerInnen möglichst viele Beispiele lösten, aber nur um Punkte zu sammeln und nicht um die Wissensinhalte auch zu verstehen, was aber letztlich das Ziel sein muss. Bei den Schularbeiten wird untersucht, zu wie viel Prozent die SchülerInnen einzelne Lernziele erreicht haben. Bei den Schularbeiten werden nicht nur Beispiele gelöst, sondern Lösungswege auch beschrieben und Lösungsschritte begründet. Für SchülerInnen, die nicht so schnell arbeiten, besteht die Möglichkeit, noch nicht bearbeitete Lernziele in einer Lernzieldiagnose nachzuholen. Bei der Lernzieldiagnose, die einige Wochen nach der Schularbeit durchgeführt wird, besteht auch die Möglichkeit noch nicht zur Zufriedenheit erreichte Lernziele auszubessern. Die SchülerInnen suchen sich Ziele aus, die sie bei der Schularbeit entweder noch nicht bearbeitet haben, oder jene, die sie ausbessern wollen. Schularbeiten und Lernzieldiagnosen liefern also einen genauen Überblick über die Beherrschung der erarbeiteten Ziele. Ausgebesserte Lernziele führen theoretisch auch zu einer Verbesserung der Schularbeitennote. Diese wird aber nicht im Schularbeitenheft ausgebessert sondern im Leistungsblatt. Alle ein bis zwei Wochen sammle ich die Schulübungshefte ab und die SchülerInnen können anhand einer sogenannten Zwischenabrechnung ihren Leistungsstand ablesen. Mit Hilfe des Computers ist es relativ einfach den Leistungsstand immer wieder zu aktualisieren. Ein weiterer Vorteil ist, dass SchülerInnen und Eltern genau darüber Bescheid wissen, wie eine Note zustande gekommen ist. Daraus lassen sich auch einfach individuelle Zielsetzungen ableiten.

2.2 Stolpersteine auf dem Weg zur Selbstverantwortlichkeit

2.2.1 Problemfaktor: Konstruktiver Wissensaneignungsprozess

Ein Problem im konstruktiven Wissensaneignungsprozess ist es, geeignete Materialien zu finden. Lehrbücher bieten immer vorgefertigte Lösungen in komprimierter Form an, womit aktive Lernprozesse nicht in Gang gesetzt werden können. Die Methode mit Lernzielblättern und Karteikarten in Form von Auftrags-, Lösungs- und Übungscards hat sich sehr bewährt. Die selbständige Erarbeitung war mit viel weniger Problemen verbunden, als erwartet.

2.2.2 Problemfaktor: Geeignete Lernumgebung

Die Übungsphasen erlebte ich problematischer als jene der Erarbeitung. Die in sehr vielen Beispielen eingebauten Stolpersteine sind für leistungsschwächere SchülerInnen kaum allein zu bewältigen, was schließlich zu Frustrationserlebnissen führt. Nach dem Erfolg einer selbständigen Wissensaneignung sinkt die Motivation oft mit dem Schwierigkeitsgrad der Beispiele. Aber auch von zu einfachen Beispielen geht wenig Anreiz aus, auch sie stellen bei zu häufigem Einsatz motivationspsychologisch ein Problem dar und sind für den individuellen Lernfortschritt nicht sehr förderlich. Viele ähnliche Beispiele bewirken, dass sich das Gehirn sehr schnell auf einen dem Energiesparmodus entsprechenden Zustand einstellt. Wie Muster werden Systeme angewendet und die SchülerInnen denken nicht mehr darüber nach, was sie eigentlich berechnen. Übungsbeispiele zu finden, die eine Individualisierung ermöglichen und SchülerInnen optimal in ihrem Lernprozess begleiten, gestaltet sich schwierig.

2.2.3 Problemfaktor: Motivation

Im Laufe des Schuljahres nahm bei den SchülerInnen der vierten Klasse die Motivation stark ab, vor allem dann, wenn ihre Bemühungen nicht gleich von Erfolg gekrönt waren. Dieses Motivationsproblem beobachtete ich nicht nur in Mathematik, sondern es zog sich quer durch alle Fächer. Irgendwie wirkten die SchülerInnen schulumüde, die vielen Unterbrechungen durch Feiertage und Projektwochen machte es ihnen schwer, sich wieder in den normalen Unterrichtsprozess einzufinden.

2.2.4 Problemfaktor: Stoffmenge und Zeit

In Phasen sinkender Motivation nützten die SchülerInnen die zur Verfügung stehende Lernzeit nicht optimal. Sie wünschten sich verstärkt Betreuung, die ich auf Grund der Gruppengröße nicht gewähren konnte.

Ein weiteres, nicht zu unterschätzendes Problem ist die trotz Rahmenlehrplan zu bearbeitende Stoffmenge, die wir innerhalb eines Jahres bewältigen sollen.

Viele SchülerInnen arbeiten motiviert und engagiert an den Problemstellungen, würden aber ein Vielfaches der zur Verfügung stehenden Zeit benötigen. Diese konnte ich in der zweiten Leistungsgruppe nicht gewähren. Schularbeiten, die von allen zum gleichen Zeitpunkt geschrieben werden müssen, sind für offenes vor allem aber individuelles Lernen nicht förderlich.

Es gelang mir auch nicht Denkweisen unserer SchülerInnen: „Ich lerne für die Schularbeit“ aus den Köpfen zu bekommen. Trotz oftmaligen Besprechungen startete der Lernprozess wie in den anderen Fächern kurz vor den Schularbeiten. Dieses Verhalten scheint internalisiert zu sein.

2.2.5 Problemfaktor: Lerninhalte und Schwierigkeitsgrad

Motivation beim Lernprozess im Mathematikunterricht hängt nicht nur vom Schwierigkeitsgrad der zu lösenden Beispiele ab, sondern auch vom Lernstoff selbst. Manche Lerninhalte werden von den SchülerInnen viel besser angenommen als andere. Eher ablehnend standen meine SchülerInnen den Termen gegenüber. Anfangs machte es ihnen noch Spaß mit Variablen zu rechnen. Sobald die Inhalte aber komplexer wurden, kam Ablehnung ins Spiel. Die Motivation sank mit dem Umfang der Inhalte. Leider hatten wir auch zu wenig Zeit die Inhalte zu festigen und so wurden einzelne Lerninhalte überlagert, was zu Verwechslungen führte.

2.2.6 Problemfaktor: Eigenverantwortung und Selbsteinschätzung

Die SchülerInnen erhielten die Möglichkeit ihren Lernprozess selbst zu steuern. Sie sollten selbst herausfinden, wie viele Übungsbeispiele sie benötigen. SchülerInnen tendieren dazu, sich zu überschätzen. Das passiert vor allem dann, wenn ihnen die Lerninhalte einfach fallen. Ich machte diese Beobachtung beim Rechnen mit Termen. Dies war für sie anfangs sehr leicht und sie verabsäumten es, entsprechend zu üben. Trotzdem ich sie öfters darauf hinwies, dass sie sich ganz gut auskennen müssen, machten sie ganz wenige Übungsbeispiele. Danach kam es allerdings wie erwartet zu einer Überlagerung und Verwechslungen von einzelnen Lernprozessen.

2.2.7 Problemfaktor: Helfersystem

SchülerInnen, die als HelferInnen fungieren, müsste man einschulen. Es bringt den schwächeren SchülerInnen oft nichts, wenn Beispiele nur aus einer Sichtweise erklärt werden und man sich nicht auf ihre Denkweisen einstellen kann.

2.2.8 Problemfaktor: Hohe SchülerInnenzahlen

Der Erfolg hängt bei dieser Unterrichtsform sehr stark von der Gruppengröße und ihrer Zusammensetzung ab. Kleinere Gruppen ermöglichen mehr individuelle Zuwendung. Das war in meiner dritten Leistungsgruppe stark spürbar. In einer heterogen zusammengesetzten Gruppe beeinflussen leistungsstärkere Schüler das Gruppenklima positiv, weil sie recht selbständig arbeiten und meist auch Hilfestellungen geben können. Aber gerade diese SchülerInnen haben oft das Gefühl, vernachlässigt zu werden und zu wenig Zuwendung zu erhalten. Auch ruhigere SchülerInnen holen sich oft nicht das, was sie brauchen würden.

2.2.9 Problemfaktor: Selbstvertrauen

Ein Selbstvertrauen in die eigenen Lösungskompetenzen ist vor allem bei leistungsschwächeren SchülerInnen kaum gegeben. Sie wollen vieles erklärt haben, auch Beispiele, die sie mit wenig Nachdenken selbst schaffen würden. Wenn ich sie dann durch gezielte Fragen animiere, sich intensiv mit Problemstellungen auseinander zu setzen, werden die meisten Beispiele schließlich auch geschafft.

Wenn ich mir sicher bin, dass eine SchülerIn auch ohne Hilfestellung zurechtkommt, versuche ich es mit Ermutigung. Ich merke, wie stolz SchülerInnen sind, wenn sie selbst zum Ergebnis gekommen sind und mir das dann auch mitteilen: „ Das habe ich aber allein geschafft!“

3 EVALUATION

Im Folgenden möchte ich einen Einblick in die Denkweisen meiner Schülerinnen der dritten Leistungsgruppe geben. Die Dialoge entstanden im Zuge der Erarbeitung verschiedener Stoffgebiete, als ich an bereits vorhandenes Wissen anknüpfen wollte.

3.1 Fallbeispiele

In der dritten Leistungsgruppe steht das Thema: „Teilungsrechnungen“ auf dem Programm. Ich möchte an das Vorwissen meiner SchülerInnen anknüpfen und herausfinden, wie weit Brüche gefestigt sind. Bereits in der Volksschule wurden sie mit diesem Thema konfrontiert. Dann wird es nochmals in der ersten bzw. zweiten Klasse der Hauptschule behandelt. Der Stoff ist in allen Büchern ähnlich aufbereitet. In vielen Beispielen werden vorgegebene Bruchteile angemalt und wir nehmen an, dass diese doch sehr einfachen Inhalte von den SchülerInnen verstanden wurden, haben sie doch die Übungsbeispiele ohne Probleme geschafft. Uns ist nicht bewusst, dass oft nur Muster angewendet werden, ohne Wissen zu konstruieren. Die Bedeutung von Zähler und Nenner ist nicht gegeben.

Es werden aber schon alle Rechenarten mit Brüchen durchgeführt.

Die Schülerinnen bekommen von mir einen Lernzielkatalog mit dem Auftrag: „Wie würdest du folgendes einer/m VolksschülerIn erklären?“ Ich greife gerne auf diese Form der Erarbeitung zurück, weil die SchülerInnen es lieben, selbst in die Rolle von LehrerInnen zu schlüpfen. Sie zeigen dann auch erhöhte Motivation hinsichtlich des Verstehens.

1. anhand einer Zeichnung: ein Ganzes, ein Halbes, ein Viertel, ein Achtel.	
2. wie in der Mathematik Bruchzahlen geschrieben werden. Warum schreibt man sie so auf? Was bedeuten die Zahlen?	
3. ... stelle auch andere Brüche anschaulich dar! Welche sind einfach und warum? Schaffst du auch $\frac{3}{5}$?	
4. ... wie man Bruchteile berechnet – z.B. eine Torte wiegt 50 dag. Wie viel wiegt die halbe Torte? Kannst du auch andere Bruchteile berechnen? Erstelle nun Übungsaufgaben auf Karteikarten und schreibe die Lösung mit Zeichnung auf die Rückseite!	
6. ... wie man das Ganze berechnet – z.B. die halbe Torte wiegt 40 dag. Wie viel wiegt die ganze? Kannst du auch aus anderen Bruchteilen das Ganze berechnen? Versuch`s über Zeichnungen. Erstelle wieder Übungen auf Karteikarten!	

Es ergeben sich keinerlei Probleme mit Halben, Viertel und auch Achteln. Diese Bruchteile kommen auch im Alltag häufig vor. Fast alle SchülerInnen zeichnen Kreise und teilen sie entsprechend in gleich große Teile. Probleme ergeben sich aber bei allen anderen Bruchteilen.

Dialoge, die sich mit den SchülerInnen im Zuge der Erarbeitung ergaben:

Auf die Frage nach einem Fünftel teilt M ein Viertel in zwei Teile: „Jetzt haben wir ein Fünftel.“

L: „Ist das gerecht geteilt?“

M: „Nein. Es passt nicht, aber es gibt keine Lösung.“

Mit Dritteln gibt es ähnliche Probleme: „Man kann einen Kreis nicht in drei Teile teilen!“

T ist dabei Bruchteile zu berechnen: Die Aufgabenstellung lautet: Eine Torte wiegt 50 dag. Wie viel wiegt die halbe Torte?

Seine Schreibweise: $50 \text{ dag} = 25 \text{ dag}$

L: „Ist das richtig?“

T: „Nein.“ Wir suchen nach einer geeigneten Schreibweise.

L: „Wie bist du auf die Lösung 25 gekommen?“

T: „Ja die Hälfte eben.“ Wie er gerechnet hat, kann er mir nicht erklären.

Ich gebe T eine andere Aufgabe: „Kannst du auch von 175 dag die Hälfte berechnen?“ Nun gibt es Probleme. Schließlich kommt T durch Versuch und Irrtum auf 87,5, indem er immer wieder zwei Zahlen zusammenzählt, bis das Ergebnis schließlich 175 ist.

Die Division als solche scheint nicht gefestigt.

F: „ $8/1$ - da kann ich den Einser weglassen; daher kann ich bei $1/8$ auch den Einser weglassen.“

In einem anderen Kapitel erarbeiten sich die SchülerInnen den Pythagoreischen Lehrsatz:

Lernzielkatalog 9: Lehrsatz des Pythagoras

Ich kann

OK

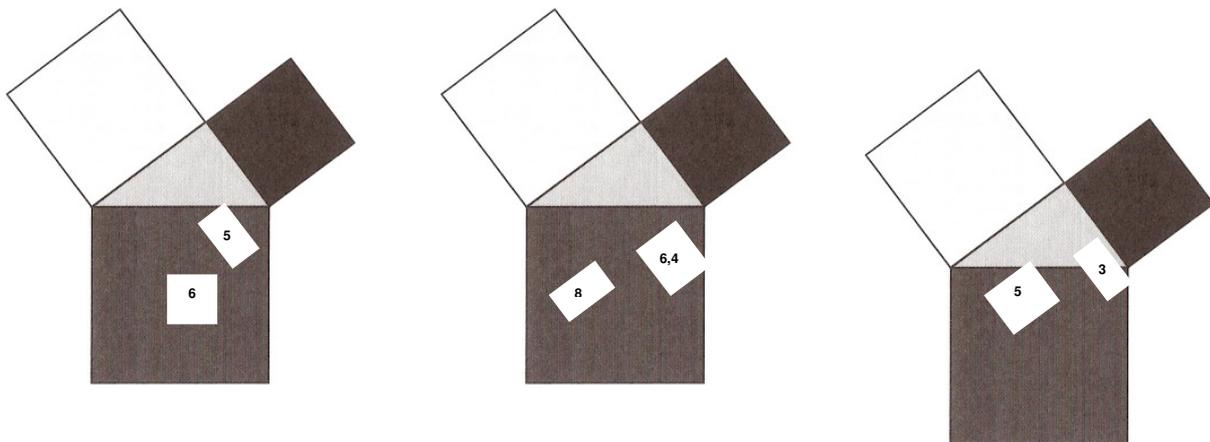
1. Mit dem Geodreieck Quadrate in schräger Lage zeichnen	
<p>2. Entdecke den pythagoreischen Lehrsatz:</p> <p>Zeichne ein rechtwinkeliges Dreieck in die Mitte deines Heftes: $k_1 = 3 \text{ cm}$</p> <p style="text-align: right;">$k_2 = 4 \text{ cm}$</p> <p>Zeichne an jede Seite ein Quadrat!</p> <p>Berechne die Flächeninhalte deiner drei Quadrate!</p> <p>Was fällt dir auf?</p>	
4. Untersuche, ob die Beziehung auch bei anderen rechtwinkligen Dreiecken stimmt!	

5. Berechne den Flächeninhalt des gesuchten Quadrats!



Suche selbst weitere 5 Beispiele! Skizze!

6. Berechne zuerst die **Fläche des fehlenden Quadrats** und dann die **Länge der Quadratseite!**



Suche selbst drei weitere Beispiele! Skizze!

Am 27.1. bekomme ich eine neue Schülerin, namens M aus der 2. Leistungsgruppe. Meine Gruppe arbeitet gerade am Lernzielkatalog. M ist schon weiter. Sie hat in der

zweiten Leistungsgruppe bereits viele Übungsbeispiele gelöst. Auch sie beginnt nochmals nach dem Lernzielkatalog zu arbeiten und ist gerade dabei, die Quadrate über den Seiten zu zeichnen. Ich blättere in ihrem Heft und möchte feststellen, ob sie den PL vielleicht schon kann.

L: „Was bedeutet c^2 ? Sie hat es schon zimal in ihrem Heft stehen. - Keine Antwort.“

L: „Wie berechnest du die Fläche eines Quadrats?“

M: „Seite mal 4?“ Ich lasse sie ein Quadrat in das Heft zeichnen.

L: „Was ist die Fläche?“ Sie zeigt sie mir richtig, hat aber keine Ahnung, wie man sie berechnen könnte. Ich zeichne ihr als stummen Impuls ein Einheitsquadrat und die Länge von 1 cm in ihr Heft. Sie teilt das Quadrat nun in Einheitsquadrate und zählt ab.

L: „Auf wie viel bist du gekommen?“

M: „36“

L: „Wie könntest du das berechnen?“

Sie kommt schließlich auf die Formel $6 \cdot 6$ oder $a \cdot a$. Ich möchte nun wieder an die Schreibweise c^2 anknüpfen. Sie hat noch immer keine Ahnung. Ich blättere in ihrem Heft und finde ein Arbeitsblatt übers Quadrieren. Ich decke die Angabe (c^2) zu $-3 \cdot 3 / 4 \cdot 4$ und zeige ihr nur die Rechnung. Erst jetzt kann sie mir meine Frage beantworten - AHA-Erlebnis.

Ihr Wissen ist an dieses eine Aufgabenblatt gekoppelt, eine Übertragung – von uns oft als selbstverständlich angenommen – ist aber nicht möglich.

T hat sich den Pythagoras hergeleitet, ist auf die Beziehung der Quadrate selbst drauf gekommen. Ich möchte es in eine Formel verpacken, erkenne aber, dass er mit der Schreibweise ($a^2 + b^2 = c^2$) überhaupt nicht zurechtkommt. Ich beschließe für mich, auf die Formel zu verzichten. T beginnt mit dem Lösen von Übungsbeispielen. Von einem rechtwinkligen Dreieck ist die Länge von 2 Seiten gegeben. Auf die Frage: „Was könnten wir berechnen?“, kommt sofort die spontane Antwort: „die Quadratflächen“. Er löst es richtig. Schließlich kommt er auch noch selbst auf die Idee, man könnte nun aus der Quadratfläche die Seite berechnen. Er macht einige Beispiele und meint, er beherrsche den PL nun gut. Er möchte selbst ein schwieriges Beispiel lösen. Ich gebe ihm eines mit einem Rechteck. Er sollte nun sein Wissen übertragen. Zu berechnen sind die Fläche, der Umfang und die Diagonale. Flächeninhalt und Umfang bereiten keine Probleme. Er berechnet auch die Dreiecksfläche. Für die Diagonale hat er vorerst keine Idee. Er kann das selbst erarbeitete Wissen nicht übertragen.

Einige Stunden nach der selbständigen Erarbeitung der Themen: „Flächeninhalt von Quadraten und Wurzelziehen“ als Vorbereitung auf den Pythagoreischen Lehrsatz ergibt sich mit D folgender Dialog:

D berechnet richtig die Fläche des Quadrats. Auf die Frage, wie man denn die Seite berechnen könnte (in den vergangenen Stunden selbst erarbeiteter Lernstoff) hat er vorerst keine Ahnung.

Bei Zurückführung auf ein einfaches Beispiel mit 9cm^2 schafft er es mühelos. Ich lasse begründen – weil $3 \cdot 3 = 9$ ergibt. Wir probieren es mit 64.

Mit 12 sagt er zuerst 6, überlegt dann und dementiert sofort. Er kann nun auch begründen, dass die Fläche dann ja 36 sein müsste. Erst jetzt fällt ihm wieder das Wurzelziehen wieder ein.

Es ist für uns oft schwer nachzuvollziehen, welche mathematischen Konzepte bei 13-jährigen SchülerInnen vorliegen. Problemorientierte Freiarbeit macht es möglich, diese freizulegen. Ich stellte meinen SchülerInnen der dritten Leistungsgruppe die Aufgabe, selbst Rechenbeispiele mit Dezimalzahlen zu finden. Hier einige Beispiele, die sehr zum Nachdenken anregen:

Es gibt 78,5 Tiere und 3,5 sind weiblich.
Wie viele männliche Tiere gibt es?

$$78,5 : 3,5 = 22,42$$

I

37,48 Äpfel besitzt ein Bauer ein anderer
Bauer besitzt 60 Äpfel und wieder ein anderer
Bauer hat 29,08 Äpfel wieviel sind alles
zusammen?

A)

$$\begin{array}{r} 37,48 \\ 60,00 \\ 29,08 \\ \hline 126,56 \\ \hline \hline \end{array}$$

II Es spielt ~~78~~ 1000 Personen bei einem Fest
 37,48 gehen nach Hause. Wieviele sind noch
 am Fest?

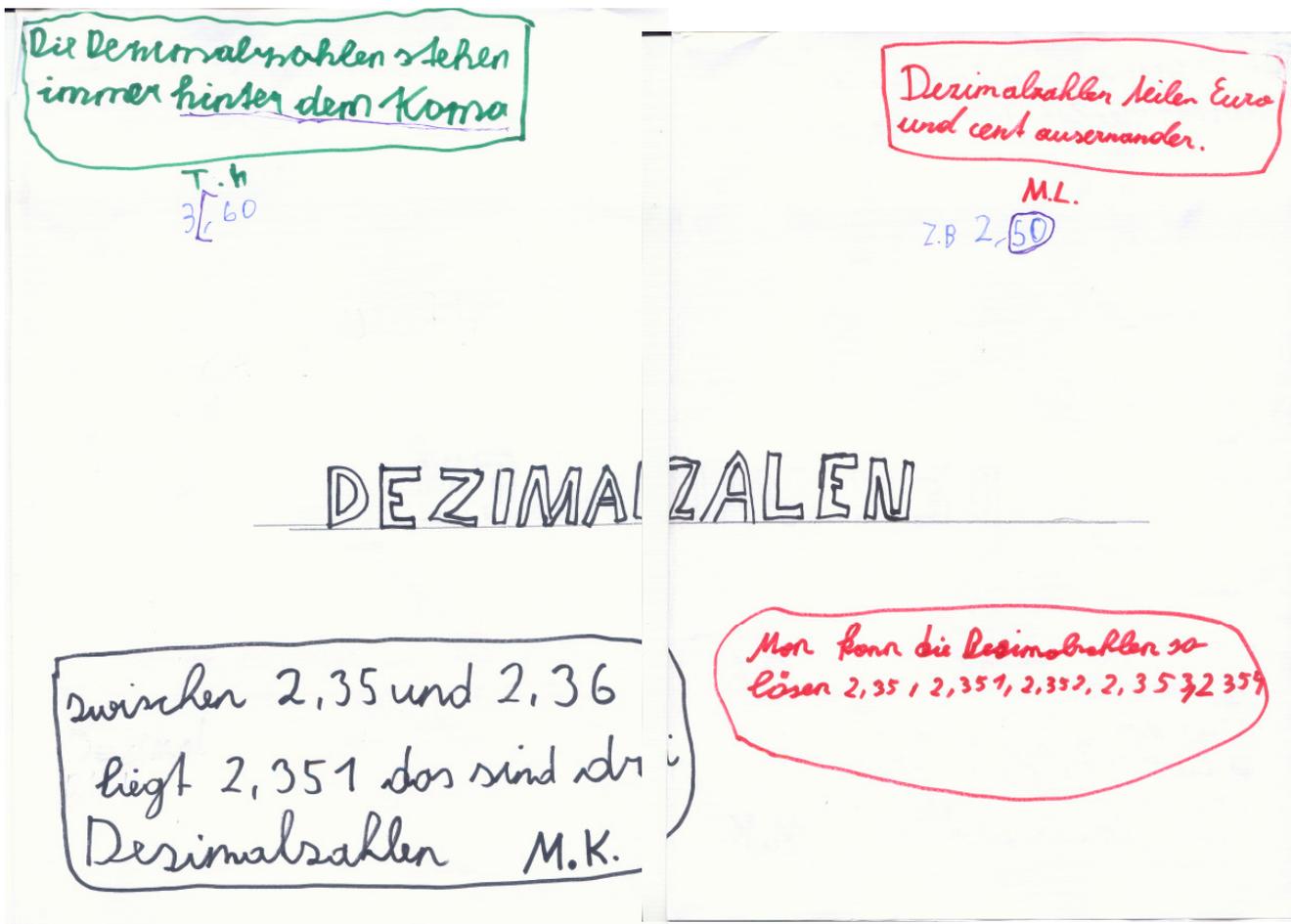
$$\begin{array}{r} 1000,00 \\ 37,48 \\ \hline \underline{\underline{962,52}} \end{array}$$

A) 962,52 Personen
 sind noch am Fest.

Frau Adleitsner, Frau Klomppfer, Frau
 Reihleberger und ein kleines Kind kauften
 sich einen Autoreifen im Wert von 78,56
 Wie viel muss jeder zahlen.

$$\begin{array}{r} 78,5 : 3,5 = 22,42 \\ 015 \\ 10 \\ 32 \end{array}$$

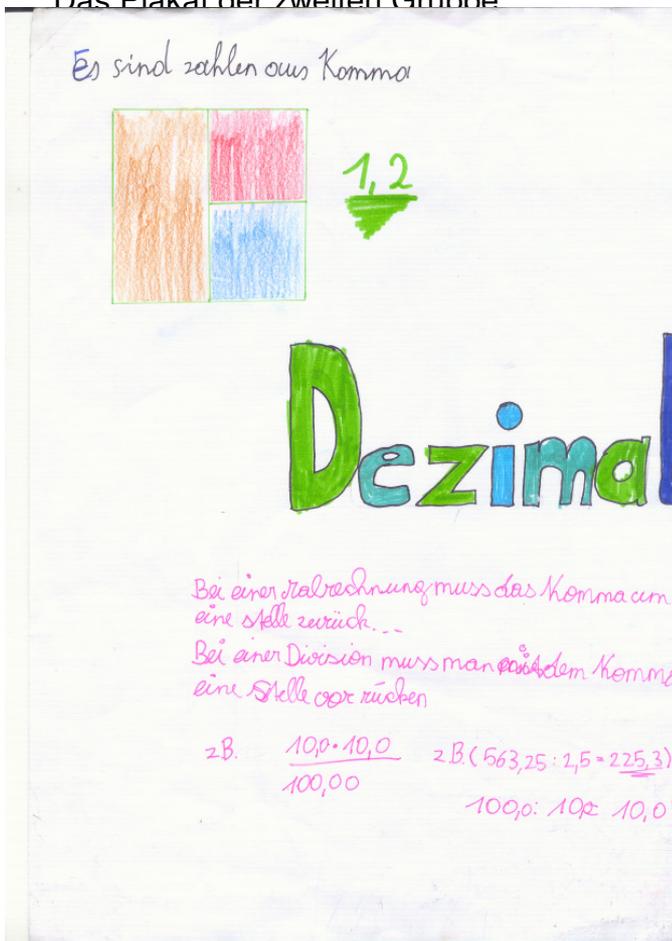
Nun interessierte mich, welche Vorstellung von Dezimalzahlen die SchülerInnen internalisiert hatten. Sie bekamen den Auftrag alles aufzuschreiben, was sie über Dezimalzahlen so wissen. Zuerst wurde in Einzelarbeit gearbeitet, dann das Wissen in jeweils zwei Gruppen mit 5 bzw. 6 SchülerInnen zusammengefasst. Das gesamte Wissen wurde auf DinA3- Blätter geschrieben und vorgestellt. SchülerInnen waren die LehrerInnen, ich fungierte als SchülerIn, die mit „neuem“ Wissen konfrontiert wurde. Die Erklärungsversuche meiner SchülerInnen:



C erklärt, wie man die Mitte zwischen zwei Dezimalzahlen finden kann. Er wählt 2,35 und 2,351 und schreibt diese Zahl an die Tafel. Er ist dann aber verwirrt und kommt vorerst nicht weiter. Schließlich entscheidet er sich für 2,3525. Ich frage ihn, ob es denn so wichtig sei, die Mitte zu finden. Er bejaht, kann aber keine Begründung dafür

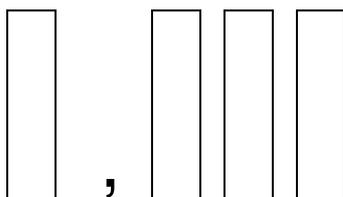
finden. Da hilft ihm F aus der Gruppe: „ Wenn etwas um 50% reduziert ist, also die Hälfte billiger, dann muss man die Mitte finden.“ - hätten wir auch das geklärt - .

Das Plakat der zweiten Gruppe:



Die SchülerInnen wissen, dass 20,50 mehr wert ist, als 20,05, begründen können sie es aber nicht. Erstaunlicherweise stellen sie auch keinen Bezug zu Geld her.

Interessant sind auch die grafischen Darstellungen. Ich lasse jede/n SchülerIn ein Beispiel grafisch veranschaulichen. Die SchülerInnen einigen sich auf die folgende Schreibweise:



1 , 3

In Folge werden alle Zahlen so dargestellt. Alle SchülerInnen sind der Meinung die Darstellung sei richtig! Für mich und meine Kollegin bedeutet das, dass wir nochmals mit der Erarbeitung des Stellenwertsystems beginnen müssen. Mal sehen, ob es diesmal klappt.

3.1.1 Evaluation des Projekts durch Gruppeninterviews

Interviews, Transkription und Auswertung: Brigitte Koliander

Die Interviews wurden am 21. Mai 2010 in der Hauptschule Birkfeld durchgeführt. Von der 3. und der 4. Klasse wurden je 6 SchülerInnen in Form eines Gruppeninterviews befragt.

Die Lehrerin wollte Antworten auf folgende Fragestellungen erhalten:

Wie geht es den Schüler/innen in diesem besonderen Mathematikunterricht?

Verstehen sie durch diese Methode den Stoff, den sie in Mathematik lernen?

Ist es ihnen wichtig, dass sie ihn verstehen?

Wie nachhaltig lernen sie in diesem Unterricht?

Scheint den SchülerInnen die Stoffmenge bewältigbar?

Wie zufrieden sind die SchülerInnen mit ihren Noten? Wissen sie, wie die Noten zustande kommen?

Der erste Eindruck nach den beiden Interviewrunden: Es ist kaum vorstellbar, dass die beiden Klassen von der gleichen Lehrerin mit der gleichen Methode unterrichtet wurden, so unterschiedlich fallen die Antworten aus. Die SchülerInnen der 4. Klasse sind sehr kritisch, wirken überfordert, fühlen sich schlecht betreut, wünschen einige Änderungen.

Die SchülerInnen der 3. Klasse sind sehr positiv eingestellt, fühlen sich gut betreut, wirken in keiner Weise überfordert.

3.1.2 Wie geht es den Schülerinnen bei diesem Mathematikunterricht?

4. Klasse: Es ist zu kompliziert. Die Wochenhausübung ist zu lang und zu schwer. Die langsamen SchülerInnen kommen nicht mit. Sie wissen nicht genau, was zur Schularbeit kommt. Sie wissen nicht, was „richtig“ ist.

Es herrscht ein großer Wunsch danach, mehr „erklärt“ zu bekommen.

3. Klasse: Es ist einfach, gut verständlich. Es ist ab und zu witzig. Man lernt immer wieder was Neues.

Fragestellung im Interview: Hättet ihr gerne mehr Mathematik? (Gefühle ansprechen: Freude, Angst ...)

Beide Klassen: Keine der interviewten Personen wünscht sich mehr Mathematik. In der 4. Klasse wird betont, dass viel Zeit unnötig vergeht, dass sie die Zeit im Mathematikunterricht nicht nutzen („Wir müssen auch nichts tun, also sie sagt nur, wir sollen arbeiten, sie nimmt sich da nicht an, das ist ihr eigentlich komplett egal, ob da jemand etwas tut oder nicht. Das wird von den anderen einfach nur ausgenützt, weil wenn man nichts tun kann im Unterricht, dann tut niemand was, wenn sie da nicht hintnach schaut.“).

Angst haben die SchülerInnen in beiden Klassen nicht vor Mathematik. Sie freuen sich auf den Mathematikunterricht, wenn gerade ein Thema behandelt wird, das sie gut verstehen, oder wenn etwas Neues kommt. Ein Mädchen freut sich auf Gruppenarbeiten.

3.1.3 Verstehen die Schülerinnen durch diese Methode den Stoff, den sie in Mathematik lernen?

Vierte Klasse: Den SchülerInnen ist klar, dass dies das Ziel sein sollte. Sie kämpfen aber mit der Methode. („Wir machen es immer und immer wieder, und wenn wir es noch einmal falsch haben, dann gibt sie`s noch einmal anstatt dass sie uns erklärt, was wir falsch haben und warum. Es wird so oft gemacht, bis es richtig ist, aber woher sollen wir wissen, was richtig ist?“ „Wennst du dich nicht auskennst, zipft es dich irgendwann so an dann tust was anderes. Du kannst probieren, gewisse Sachen, vielleicht verstehst diese Sachen, aber auf manches kommst nicht drauf und es wird auch nicht wirklich erklärt.“) Es gibt auch einzelne Schüler, die es zwar zuerst einmal verstehen, aber dann bei der Schularbeit trotzdem nicht rechnen können („Er überreißt`s nur für ein paar Sekunden, es geht eini und dann ist es wieder weg, ja, bei der Schularbeit ist es weg, er merkt sich`s nicht.“). Sie haben auch das Problem, dass nicht genug Zeit für die einzelnen SchülerInnen da ist, dass sie nicht genug Betreuung bekommen, wenn sie Fragen haben („Sie kommt her, ich frage: Können Sie mir helfen? Sie sagt „wart kurz“, aber da zeigt wer anderer auf, da geht sie zu dem“ „ja, weil sie hat selber nie Zeit, dass sie wirklich was erklärt. Richtig erklärt. / Sie kann sich auch nicht diese Zeit nehmen, weil immer 10 zugleich aufzeigen und was brauchen.“). Sie sind auch unzufrieden mit den Korrekturen im Heft, sie sind für sie zu unvollständig („Und wenn sie die Übungshefte absammelt, sie trägt zwar die Punkte ein im Computer, aber das hilft uns nicht, sie verändert das Heft nicht, sie korrigiert nichts, also wir haben praktisch die falschen Ergebnisse im Heft. Und du verlasst dich drauf, dass sie das angeschaut hat.“). Sie können damit teilweise nichts anfangen und dann nicht nach dem Heft lernen.

Auf die Frage, welche Stoffgebiete sie verstanden haben, kommt wenig: Der Kreis („die Fläche, den Umfang, das Volumen!!! des Kreises), Bruchterme (auf gleichen Nenner bringen)

Dritte Klasse: die Schüler/innen beschreiben in sehr schönen Worten, was das Ziel ist: dass sie mit genug Wissen heimgehen, dass sie etwas lernen dürfen, dass sie mitreden sollen und fragen sollen, wenn sie sich nicht auskennen. Sie finden es posi-

tiv, dass sie das Tempo selber bestimmen können. Sie können gut mit dem Fragenkatalog umgehen.

Sie zählen einige Stoffgebiete auf und können auch gleich dazu etwas erklären: Dezimalzahlen (Dezimalzahlen, in dezi steckt die Zahl 10 drinnen, man kommt mit 10 Zahlen aus, 0-9, man kann die unendlich fortsetzen, $1/10$ ist 0,1/ Bei Dezimalzahlen gibt es mehrere Stellen, Einser, Zehner, Hunderter, Zehntel, Hundertstel, Tausendstel. I: Was passiert mit einer Dezimalzahl, wenn man die mit 10 multipliziert? S: Sie wird größer, eine Null kommt dran. I: Und was passiert mit dem Komma? S: Das rückt nach rechts und wenn man dividiert, dann rückt es nach links.)

Weitere Themen, die sie nach ihrer Ansicht gut verstanden haben: Brüche, den pythagoreischen Lehrsatz, das Koordinatensystem.

Sehr unterschiedlich ist die Sicht der beiden Klassen auf die Heftkorrekturen:

Vierte Klasse:

S/S: Sie nimmt sich nicht die Zeit. Und wenn sie die Übungshefte absammelt, sie trägt zwar die Punkte ein im Computer, aber das hilft uns nicht, sie verändert das Heft nicht, sie korrigiert nichts, also wir haben praktisch die falschen Ergebnisse im Heft. Und du verlässt dich drauf, dass sie das angeschaut hat. Und dann nimmst du die Formel, auch wenn sie falsch ist. / Und sie pickt den Smiley hinein, dass etwas falsch ist, aber man weiß nicht, was falsch ist. Nur: da ist was falsch und das soll man jetzt richtig machen.

I: Und da fühlt ihr euch überfordert?

S/S: ja, ja

Dritte Klasse:

I: Zu welchen Zeitpunkten bekommt ihr Rückmeldungen über die Lernziele?

S: So nach der Schularbeit z. B.

I: Wisst ihr dann, was ihr nicht könnt?

S: Meistens sammelt sie eh das Schulübungsheft ab, und dann weiß sie, was wir nicht können und dann tut sie das dann wiederholen. Sie pickt so Pickerl hinein und dann schreibt sie dazu, was noch nicht ganz so passt.

I: Und versteht ihr dann auch, was ihr tun sollt, um das auszubessern?

Ja.

3.1.4 Ist es den Schülerinnen wichtig, dass sie Mathematik verstehen? Lernen sie dadurch nachhaltig?

Die SchülerInnen der vierten Klasse bejahen eifrig, dass sie gerne Mathematik verstehen würden. Aber sie jammern, dass sie nicht von selber draufkommen können, was richtig ist und dass sie überfordert sind und von der Lehrerin einfache Erklärungen wünschen. Sie betonen auch, dass es nicht reicht, wenn man etwas einmal verstanden hat, manche können es dann trotzdem nicht („Sie meint, dass wenn wir uns

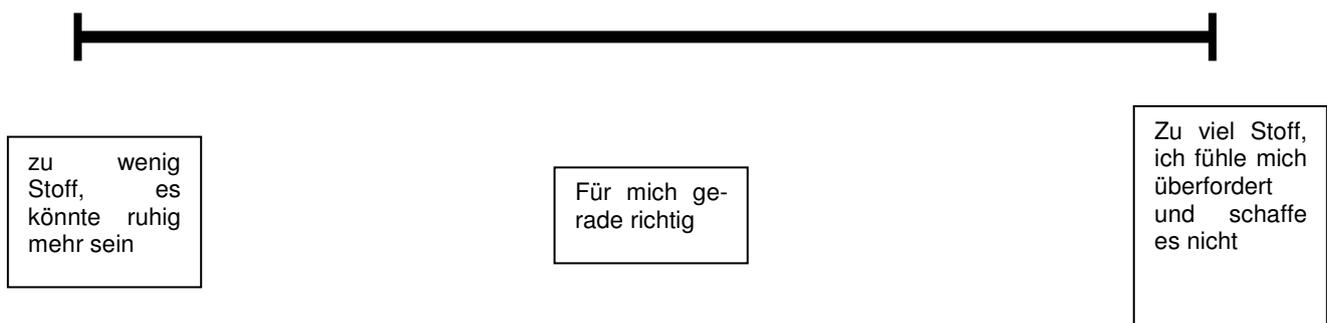
das alles selber erarbeiten, dass wir uns das leichter und länger merken. / Glaubt sie. Aber das ist nicht so. / Nicht immer.“).

Die SchülerInnen der dritten Klasse erzählen, dass sie sich die Dinge besonders gut merken, die sie gut geübt haben, die seit der Volksschule immer wieder kommen, oder die sie sich bildlich gut vorstellen können. Sie möchten auch nachhaltig Mathematik lernen, weil ihnen bewusst ist, dass sie Mathematik im Beruf brauchen werden (I: „Wie wichtig ist es, dass ihr den Stoff verstanden habt?“ S: „Auch wichtig. / Das ist genauso wichtig /. Musst es anwenden können. Kannst nicht arbeiten gehen und es sagt der Chef eine Rechnung und das kannst du nicht.“)

Die Verbindung „Selber erarbeiten – verstehen – lange merken“ kommt von den SchülerInnen beider Klassen nicht.

3.1.5 Scheint den Schülerinnen die Stoffmenge bewältigbar?

Die SchülerInnen bekamen die folgende Skala vorgelegt und sollten ihre eigene Position mit einem Kreuz markieren.



Die SchülerInnen der vierten Klasse zeichnen ihre Kreuze ganz rechts ein. Sie fühlen sich überfordert, einige würden den Punkt sogar außerhalb des erlaubten Feldes noch weiter rechts setzen.

Die SchülerInnen der dritten Klasse zeichnen ihre Kreuze Mitte oder Mitte links ein. Entweder es passt genau, oder sie fühlen sich sogar etwas unterfordert (Sie erwähnen auch, dass es manchmal fad ist).

3.1.6 Beurteilung: Wie zufrieden sind die Schülerinnen mit ihren Noten? Verstehen sie, wie sie zustande kommen? Nutzen sie die angebotenen Möglichkeiten, sich zu verbessern?

Die SchülerInnen beider Klassen sind eher unzufrieden mit ihren Noten, sie wünschen sich bessere Noten.

In beiden Klassen ist prinzipiell das System klar, wie die Note zustande kommt. In der vierten Klasse war allerdings erst kürzlich eine Änderung in der Gewichtung, die

noch nicht allen klar ist (Ja, weil sie zählt die Schularbeit zu 60 % zu den Noten, die Hausübung zu 20 %, und die Freiarbeit zu 30%).

In der vierten Klasse geben sie zu, dass sie die angebotenen Möglichkeiten nicht nutzen. Besonders die Hausübungen sind ihnen zu lang und zu schwer und oft machen sie sie nicht („Die Hausübungen, weil wir uns nicht auskennen, / es ist bei jedem so in der Klasse, dass wir die HÜ nicht machen, / nicht oft, ich bemühe mich eh, / ich schau mir die Aufgabe an, sehe die schweren Beispiele und oft lass ich es gleich.“).

In der dritten Klasse meinen sie, dass sie die Angebote nutzen, aber trotzdem unzufrieden mit den Noten sind.

3.1.7 Tipps für die Lehrerin

Vorschläge von den SchülerInnen der vierten Klasse:

- Kleinere Schülergruppen, dann geht die Freiarbeit besser (mehr Schüler/innen zur dritten Leistungsgruppe, damit die Gruppen nicht so unterschiedlich groß sind), nach Möglichkeit eine zweite Lehrperson
- Mehr Zeit für die einzelnen Schüler/innen nehmen, wenn Fragen da sind
- Wenn wir eine Zeitlang so wie jetzt auch arbeiten könnten, und dann eine Zusammenfassung von allem.
- Eine Stunde in der Woche, wo alles zusammengefasst wird
- Mehr Erklärungen und weniger Freiheit
- Öfter das Buch einsetzen
- Formelsammlung verwenden dürfen
- Weniger Wochenhausübung, auch leichtere Beispiele, manchmal auch eine Hausübung für den nächsten Tag statt einer Wochenhausübung
- Vor der Schularbeit eine Erklärung, nicht erst danach
- Und wenn wir dann vor der Schularbeit eine Stunde noch haben würden, wo wir das alles zusammenfasst bekommen, wo alles wirklich richtig ist
- Mehr darauf schauen, dass es ruhig ist, dass man konzentriert arbeiten kann und dass auch alle etwas machen

Vorschläge von SchülerInnen der dritten Klasse:

- Mehr Gruppenarbeiten
- Viel schon in der Schule machen, weniger Hausübungen
- Wichtigen Stoff immer wieder wiederholen

- Mal was mit dem Buch machen

4 REFLEXION UND AUSBLICK

Die Reflexion führt mich unweigerlich zur Ausgangsfrage zurück: „Wie viel Mathematik verträgt das Kind?“

Freiarbeit ermöglicht die Grenzen von Schülerinnen offenzulegen. Sie verdeutlicht die Diskrepanz zwischen dem, was von ihnen gefordert wird und was sie zu leisten imstande sind.

Während des Projektes hatten die SchülerInnen die Möglichkeit, ihren Lernprozess selbst zu steuern und kontinuierlich auf erworbenes Wissen aufzubauen. Ein Prozess, der viel früher beginnen müsste. Sobald SchülerInnen aufhören, mathematische Inhalte zu verstehen, werden Kompensationsmechanismen in Gang gesetzt, die zu einem Auswendiglernen von Systemen und Aufbau von Scheinkompetenzen führen. Dies zeigt sich vor allem in den Dialogen mit den Schülerinnen der dritten Leistungsgruppe.

In der vierten Klasse konnte ich dieses Phänomen nicht mehr beobachten. Das könnte daran liegen, dass diese SchülerInnen schon längere Zeit selbst forschend tätig waren und gelernt haben, über Lösungswege nachzudenken. Dass dies mitunter auch beschwerlich ist, kommt in den Interviews zum Ausdruck.

Am Ende des Schuljahres hatte sich auch das logische Denken in der dritten Klasse bereits stark verbessert. Bei der Erarbeitung des Zusammenhangs von Bruch- und Dezimalzahl waren die SchülerInnen einstimmig der Meinung $\frac{1}{2}$ kann nicht 1,2 sein. Bei all dem, was sie mir vorher zu Brüchen und Dezimalzahlen zum Besten gaben ein Erfolg, der zeigt, dass sie begonnen haben über Fragestellungen logisch nachzudenken.

Der vorwiegend negativ gefärbte Rückmeldung der vierten Klasse differenziert auf den Grund zu gehen, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Einige Schwierigkeiten und Probleme habe ich im Kapitel: „Stolpersteine auf dem Weg zur Selbstverantwortlichkeit“ angeführt.

Ich sehe eine der Hauptursachen des Scheiterns von selbst verantwortlichem Lernen in unserem Schulsystem. Die Reformpädagogik verweist schon seit Jahren immer wieder auf die Tatsache, dass kleine Kinder wichtige Dinge selbstverantwortlich lernen, eine Fähigkeit, die anscheinend während der Schulzeit verloren geht.

Mit sechs Jahren werden alle gleichgeschaltet, ungeachtet ihrer Voraussetzungen und Fähigkeiten. ExpertInnen bestimmen, welcher Stoff zu welchem Zeitpunkt beherrscht werden soll, auf individuelle Bedürfnisse kann auf Grund hoher SchülerInnenzahlen und überfüllter Lehrpläne kaum Rücksicht genommen werden. Hier wird ein Teufelskreis in Gang gesetzt, der sich in der schwierigen Phase der Pubertät nicht so leicht durchbrechen lässt. Zumindest gelang es mir nicht, die Einstellung zum Lernen nachhaltig zu verändern. Nach wie vor wird ausschließlich kurz vor der Schularbeit gelernt und selbst erarbeitetes Wissen während der Arbeitsphasen zu wenig gefestigt. Ein großes Problem stellen Auswahl und Dosierung der Übungsbeispiele zur Steuerung des Lernprozesses dar. Selbständiges Problemlösen führt zu Erfolgserlebnissen, der Transfer fällt vielen SchülerInnen schwerer als angenommen. Die zur Verfügung stehenden Übungsmaterialien führen eher zu Frust- als zu Erfolgserlebnissen.

Die Unterschiede in der Beurteilung durch die beiden Klassen hängen sicherlich zum einen damit zusammen, dass ich in der dritten Leistungsgruppe viel mehr abspecken konnte und einige Kapitel zur Gänze strich. Die Schülerinnen in der zweiten Gruppe waren mehr gefordert. Durch Überhäufung mit Stoff kam es immer wieder zu Überlagerung von Lernprozessen, was schließlich auch Unsicherheiten hervorrief. Da mathematisches Können immer eine Funktion von Begabung und Übung ist, bräuchten SchülerInnen viel mehr Zeit, um das erworbenen Wissen auch entsprechend festigen zu können.

Da das Lernen auf Verstehen aufgebaut war, wurden keine Schularbeitenbeispiele vorgeübt, was bei den Schülerinnen Missmut hervorrief. Ich ließ SchülerInnen bei Schularbeiten immer wieder erklären und argumentieren, wie sie zu den Lösungen kommen, eine Fähigkeit, die sie mit der Zeit recht gut beherrschten.

Interessant für mich sind die Tipps für die Lehrerin, wo sie mir genau das vorschlagen, was sie selbst in der vierten Klasse ablehnten, nämlich eine Stunde in der Woche oder zumindest nach einer längeren Arbeitsphase eine gemeinsame Zusammenfassung zu machen. Darauf habe ich auf ihren Wunsch verzichtet, da sie selbständig arbeiten wollten. Formelsammlungen lasse ich keine verwenden, da die Schülerinnen die Kompetenz erworben haben, alle Flächenformeln selbständig herzuleiten. Meine Schülerinnen empfinden das ungerecht, weil die erste Leistungsgruppe eine Formelsammlung verwenden darf. Die Wochenhausübung ist eine Form des selbstverantwortlichen Lernens und gibt ihnen die Möglichkeit einer freien Zeiteinteilung, eine Kompetenz, die mir sehr wichtig erscheint. Außerdem kann man so individuelle Geschwindigkeitsdifferenzen bei der Erarbeitung besser kompensieren. Der Einsatz des Buches für die Erarbeitung ist nicht relevant, weil alle Lösungen vorgegeben sind, was oft zu einem unreflektierten Auswendiglernen führt. Da die Schülerinnen sich den Stoff selbst erarbeiten, werden Beispiele nicht speziell für die Schularbeiten vorgeübt – eine Tatsache die bei herkömmlichem Mathematikunterricht anscheinend anders gehandhabt wird.

Sehr erstaunt hat mich die Aussage, ich würde nichts korrigieren und sie hätten die falschen Beispiele im Heft stehen. Tatsächlich gibt es für jedes Übungsbeispiel auf der Rückseite der Karteikarte immer eine Lösung, die zur Selbstkontrolle herangezogen werden soll. Bei Fragen stand ich meinen SchülerInnen zur Verfügung und versuchte individuell zu unterstützen, und zwar nach dem Motto Montessoris: „Hilf mir es selbst zu tun.“ Natürlich gibt es Zeiten, wo viele Anfragen gleichzeitig kommen und man nicht alle im gleichen Maß betreuen kann, aber diese Probleme habe ich bereits im Kapitel: „Stolpersteine auf dem Weg zur Selbstverantwortlichkeit“ erläutert. Da haben die Schülerinnen oft wenig Geduld: „Warum erklären Sie es mir nicht?“ Ich erkläre grundsätzlich nichts, auf das die Schülerinnen auch selbst draufkommen können. Das Problem ist, dass Schülerinnen das Gefühl haben, sie bekämen keine Hilfe, was auf keinen Fall stimmt.

Die Schularbeit fiel auch recht gut aus und ich vermute, dass das Interview zu einem anderen Zeitpunkt auch anders verlaufen wäre.

Auch ich würde mir bessere Rahmenbedingungen wünschen. Kleinere Gruppen und eine zweite Lehrperson sind für solche Formen des Lernens sehr hilfreich.

Es ist sehr schwierig den Ansprüchen leistungsschwächerer Schülerinnen in unserem Schulsystem gerecht zu werden. Im Laufe der Zeit wurde ich sehr vorsichtig in

der Vermittlung von Systemen. Meiner Erfahrung nach führt dies bei schwächeren Schülerinnen zu einem Auswendiglernen. Systeme werden vergessen. Man erinnert sich schließlich nur noch, dass es da ein System gegeben hat, denkt aber nicht mehr darüber nach. Dann entstehen eigene Systeme, die leider mit Mathematik nichts mehr zu tun haben. Die von mir aufgezeichneten Fallbeispiele machen das deutlich.

Viele Kinder vertragen nicht das Maß an Mathematik, das wir ihnen abverlangen. Fehlentwicklungen beginnen früh und lassen sich später schwer ausmerzen. Aber auch bei selbsterarbeiteten Inhalten sind ständige Wiederholungen von großer Bedeutung. Die dafür notwendige Zeit müsste man unbedingt einplanen. In Kombination mit Verständnis kann man so vielleicht mehr Nachhaltigkeit erreichen und mathematisches Denken fördern. Prinzipiell sind ja unsere Gehirne auch dafür ausgerichtet.

Ich werde auf alle Fälle meinen eingeschlagenen Weg beibehalten und mathematisches Denken durch selbständige Erarbeitung fördern, würde mir aber geeignete Bücher und Materialien wünschen, damit ich nicht alles selbst herstellen muss.

"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

LITERATUR

SPITZER, M (2007). Lernen (Gehirnforschung und die Schule des Lebens). Spektrum.

VOSS, R (2005). Unterricht aus konstruktivistischer Sicht. Beltz.

LEUDERS, T (2009). Mathematik Didaktik. Cornelsen

SIEBERT, H (2006). Selbstgesteuertes Lernen und Lernberatung. 2. überarbeitete Auflage: Ziel.

KONRAD, K. & TRAUB S (1999). Selbstgesteuertes Lernen in Theorie und Praxis. Oldenbourg.

ARNOLD, R (1997). Ich lerne, also bin ich. Carl – Auer.

BUTTERWORTH, B (1999). What counts. The Free Press, New York.