



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

S7: „Naturwissenschaften und Mathematik in der Volksschule“

MIT LERNUMGEBUNGEN DAS DEKADISCHE SYSTEM ERFORSCHEN

Dipl. Päd. Monika Klamecker

**VS 22
Schukowitzgasse 89
1220 Wien**

Wien, Juni 2010

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| ABSTRACT | 3 |
| 1 EINLEITUNG | 4 |
| 1.1 Persönliche Ausgangslage..... | 4 |
| 1.2 Ausgangssituation in der Klasse | 5 |
| 2 AUFGABENSTELLUNG | 6 |
| 2.1 Erwartungen..... | 6 |
| 2.2 Ziele | 6 |
| 3 PROJEKTVERLAUF | 7 |
| 3.1 Methoden..... | 7 |
| 3.1.1 Lernumgebungen im Mathematikunterricht..... | 7 |
| 3.1.2 Fachdidaktische Aspekte | 9 |
| 3.1.3 Methodische Aspekte..... | 10 |
| 3.1.4 Übersicht über die Lernumgebungen und Themen..... | 11 |
| 3.1.4.1 Schätzkönig..... | 11 |
| 3.1.4.2 Das Duale Rechensystem..... | 12 |
| 3.1.4.3 How much is a Million (Buch) | 13 |
| 3.1.4.4 Die Jagd nach der größten Zahl..... | 14 |
| 3.1.4.5 Fibonaccizahlen | 14 |
| 3.1.4.6 Master X..... | 15 |
| 3.1.4.7 Zahlen und Ziffern im Zahlenraum bis eine Million..... | 18 |
| 3.1.4.8 Null komma Nix : Philosophieren über die Null | 18 |
| 3.1.4.9 Eine Million Nudeln | 20 |
| 3.1.4.10 Fragebox Mathematik..... | 22 |
| 4 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE..... | 24 |
| 4.1 Perspektiven der Evaluation | 24 |
| 4.2 Evaluationsmethoden..... | 25 |
| 4.3 Evaluationsergebnisse | 27 |
| 4.3.1 Auswertungen zu den Fragebögen..... | 27 |
| 4.3.2 Auswertungen meiner Beobachtungen | 30 |
| 4.4 Interpretation der Ergebnisse..... | 32 |
| 5 PERSPEKTIVEN FÜR ZUKÜNFTIGE ARBEITEN..... | 35 |
| 6 LITERATUR..... | 37 |

ABSTRACT

Um Kindern ein solides Wissen über den dekadischen Aufbau unseres Zahlensystems zu vermitteln, ist es unabdingbar ihnen vielseitige Möglichkeiten der Erforschung und der Verknüpfung anzubieten.

Der Zahlbegriff der Kinder wird nachhaltig durch räumliche Eindrücke und Erfahrungen geprägt.

*Lernumgebungen ermöglichen Kindern mathematische Einsichten und lösen unverstandene *Rechentricks* ab.*

Sie ermöglichen die mathematische Arbeit sowohl auf elementaren als auch auf kognitiv anspruchsvollen Ebenen.

Schulstufe: 4.

Fächer: Mathematik

Kontaktperson: Dipl.Päd. Monika Klamecker

Kontaktadresse: VS 22;Schukowitzgasse 89

Erklärung betreffend Urheberrechte:

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (d. i. 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 über= nommenen 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.

Ich habe die Erklärung betreffend Urheberrechte gelesen und stimme dieser zu.

1 EINLEITUNG

1.1 Persönliche Ausgangslage

Warum habe ich mich zu diesem Projekt entschlossen?

Dieses Projekt stützt sich auf mehrere Ebenen.

Einerseits auf meine langjährige Arbeit mit Lernumgebungen im Mathematikunterricht, bei der ich in den verschiedensten Bereichen versuche, Kindern mit unterschiedlichsten Begabungen gerecht zu werden.

Wenn ich die Tendenzen der Entwicklung der Kinder im Laufe meiner 25 jährigen Arbeit beobachte und analysiere, wird klar erkennbar, dass sich Voraussetzungen und Ansprüche im Laufe der Jahre entscheidend veränderten.

Gesellschaftspolitisch kann man beobachten, dass sich Familienstrukturen, Wertigkeiten und Einwirkungen von außen immer schneller wandeln und so zu neuen Gegebenheiten in der Unterrichtskultur führen.

Diese Veränderungen kann man positiv wie negativ betrachten, de facto kann man sie aber nicht vernachlässigen, sondern muss sie als Rahmen der Unterrichtsarbeit annehmen.

Bildungspolitisch wurden die Bildungsstandards für die 4. und 8. Schulstufe gesetzlich festgelegt. Nach dem Schulunterrichtsgesetz Paragraph 17 sind sie ein dynamisches Instrument der Unterrichts- und Schulentwicklung mit den vorrangigen Zielen der Ergebnissicherung und des fördernden Umgangs mit Heterogenität.

Die individuellen Lernergebnisse zeigen das Ausmaß des Erreichens grundlegender, nachhaltig erworbener Kompetenzen auf.

Als Lehrerin muss ich bei der Planung und Gestaltung meines Unterrichts die Kompetenzen und die sich darauf beziehenden Bildungsstandards berücksichtigen, sowie die Leistungen der Schüler in diesen Bereichen beobachten, fördern und bestmöglich sichern.

Vor allem diese Beobachtungen und die Kommunikation über Inhalte habe ich als wesentliche Komponenten in meiner Arbeit verankert.

Weg vom reinen Rechnen, hin zu einem Mathematikunterricht, der aktuellen Ansprüchen an Unterricht gerecht wird.

Die zweite Ebene meiner Ausgangssituation stellen die Ergebnisse meines Projektes im vorigen Schuljahr dar, in dem ich mich mit Lernumgebungen im Mathematikunterricht im Fokus unterschiedlicher Begabungen, mit dem Schwerpunkt Geometrie beschäftigt habe.

Die Arbeit mit den Lernumgebungen im geometrischen Bereich begeisterte Kinder, Eltern und mich.

Die wissenschaftliche Auseinandersetzung damit trug einschneidend zu meiner eigenen Professionalisierung bei. Im vorjährigen Projekt lerne ich meinen Unterricht wissenschaftlicher zu analysieren und zu evaluieren. Dieses Wissen wende ich nach wie vor in vielen Bereichen meines Unterrichts an.

Im Laufe des Projektes erhielt ich viele neue Zugänge zu den Kindern, ermöglichte ihnen individuelle Lernwege, um sie zu ihren bestmöglichen Lernergebnissen zu führen.

Zu Beginn hatte ich sehr hohe Erwartungen an das Projekt, da ich hochmotiviert und mit enormer Unterstützung durch die Fachleute von IMST, aber auch durch die Vernetzung mit anderen Projektteilnehmern, an die Arbeit heranging.

Am Ende des Projektes wurden viele Erwartungen noch übertroffen und meine Arbeit durch die Verleihung des IMST-Awards bestätigt.

Durch diesen enormen persönlichen wie auch fachspezifischen Erfolg, entwickelte sich im Laufe der Zeit bei mir die Frage: Sind es die Lernumgebungen an sich, die uns alle so begeistern, der Schwerpunkt Geometrie, oder führt die Einbettung meiner Arbeit in eine so professionelle Institution wie IMST zu diesen Erfolgen?

Aus diesen Überlegungen heraus entstand mein diesjähriges Projekt, das sich mit Lernumgebungen im Dekadischen System, im Zahlenraum der Million beschäftigt.

Denn: So gern ich auch im Vorjahr, und auch heuer Lernumgebungen im Geometrieunterricht einsetzte, so schwer fiel es mir auch, mich auf diesen inhaltlichen und zeitlich begrenzten Bereich einzuschränken.

Ich überlegte, welcher möglichst weitgesteckte Bereich sich zur Überprüfung meiner Fragen eignen könnte und fand ihn im Zahlenraum der Million.

Bei der Umsetzung bezog ich möglichst viele Bereiche der Jahresarbeit in der 4. Klasse mit ein, um eine möglichst breite Basis für meine Arbeit zu schaffen.

Im Laufe des Projekts band ich auch heuer immer wieder Studierende der Pädagogischen Hochschule Wien/ Krems ein, um den Studierenden Perspektiven des Unterrichtes aufzuzeigen und sie diese auch erproben zu lassen.

Diese intensive Auseinandersetzung mit Mathematik versuche ich auch bei Lehrerfortbildungsveranstaltungen an andere Kolleginnen und Kollegen weiterzugeben.

1.2 Ausgangssituation in der Klasse

Die Klassenzusammensetzung änderte sich im Schuljahr 2009/2010 nicht, wodurch alle Kinder der Klasse mit Lernumgebungen vertraut waren und diese Arbeit auch sehr schätzen.

Bei der Arbeit mit Lernumgebungen spielen auch unterschiedliche Sozialformen bei der Arbeit eine große Rolle. Die Möglichkeit, sich die geeignete Sozialform auszusuchen, war bei den Kindern immer sehr beliebt. Dies schloss aber nicht aus, dass es immer wieder, aufgrund der eher schwierigen Klassenkonstellation, zu Unstimmigkeiten kam.

Eine mögliche Reaktion auf diese wäre es natürlich, unterschiedliche Arbeitsformen zu meiden und möglichst homogenen, undifferenzierten Unterricht zu planen.

Dies entspricht aber nicht einmal im Ansatz meinem Verständnis von Unterricht, sodass alle Lernumgebungen im Mathematikunterricht nach wie vor auch Arbeit am sozialen Gefüge darstellten. Obwohl die Kinder sozial immer wieder Herausforderungen zu bestehen hatten, zeigte es sich, dass die Arbeit mit den Lernumgebungen langfristig positive Auswirkungen hatte. Die Kinder üben sich in Rücksichtnahme, Respekt und Toleranz gegenüber ihren Mitschülern. Sie trainieren die kommunikative und kooperative Ebene. Da es jedem Kind möglich ist, Erfolge zu erzielen, wird das Selbstkonzept der Kinder nachhaltig gestärkt.

Die vielfältigen Zugangsmöglichkeiten bieten Raum für Individualisierung und die Beachtung gendersensiblen Unterrichts.

2 AUFGABENSTELLUNG

2.1 Erwartungen

Bei den Überlegungen zu meinen Erwartungen, oder meiner Motivation zu diesem Projekt, zeichneten sich sehr bald zwei Tendenzen ab.

Einerseits war es mir wichtig, mit Lernumgebungen weiterzuarbeiten und diese Arbeit zu analysieren und zu evaluieren. Welche Ergebnisse meiner Arbeit mit Lernumgebungen sind methodenspezifisch und welche basieren eher auf den inhaltlichen Komponenten?

Einfach ausgedrückt: Waren die Kinder von den Lernumgebungen begeistert, oder eher von den geometrischen Inhalten?

Die Evaluation dieser Frage kann mir helfen, den Einsatz der Lernumgebungen noch gezielter zu planen, sowie meine eigene Arbeit noch besser zu strukturieren und weiterzuentwickeln.

Die zweite Seite betrifft die konkreten Inhalte: Kann ich Lernumgebungen so einsetzen, dass sie aus fachdidaktischer Sicht Kindern ermöglichen, bessere Zugänge zu schwierigen Inhalten zu finden.

2.2 Ziele

Als konkrete Ziele arbeitete ich folgende aus:

Im Rahmen des vorliegenden Projektes soll untersucht werden, ob und inwieweit das Angebot der mathematischen Lernumgebungen

- den hohen Aufforderungscharakter in sich trägt, oder ob die inhaltlichen Komponenten die hohe Motivation auslösen.
- Kindern hilft, sich in neuen Zahlenräumen zu orientieren und diese zu strukturieren

Das erste Ziel stellt somit eine eher allgemeine Frage zu meinem Unterrichtskonzept dar, während sich das zweite Ziel auf konkrete mathematische Inhalte konzentriert.

Bei meinen Unterrichtsbeobachtungen möchte ich weiters darauf achten, ob sich genderspezifische Besonderheiten zeigen.

3 PROJEKTVERLAUF

3.1 Methoden

3.1.1 Lernumgebungen im Mathematikunterricht

Im Laufe meiner Arbeit bei IMST hörte ich bereits im Vorjahr bei Gesprächen immer wieder die Frage: Was sind LERNUMGEBUNGEN?

Mittlerweile hat sich dieser Begriff allerdings schon etwas mehr verbreitet.

Der Begriff Lernumgebungen bezieht sich für mein Verständnis NICHT auf eine vorbereitete Umgebung im räumlichen Sinn, wie etwa eine Mathematikecke in der Klasse oder ein Regal mit Materialien.

Diese Arbeit bietet die Möglichkeit eine mathematische Aufgabe aus mehreren Blickwinkeln zu sehen und Aufgabenstellungen und Lösungen zu finden, die von der Routine abweichen und in die Tiefe der Materie gehen können. Jeder soll Teil des Lösungsprozesses sein können.

Lernumgebungen erlauben vielseitige Bearbeitungsmöglichkeiten für verschiedene Fähigkeitsniveaus zu grundlegenden Themen des Mathematikunterrichts.

So ergibt sich auf natürliche – nicht künstlich herbeigeführte - Weise eine Differenzierung und Individualisierung. Dieser Aspekt der natürlichen Differenzierung ist für mich im Hinblick auf Individualisierung ein ganz wesentlicher Aspekt meiner Arbeit.

Nicht ICH unterscheide und kategorisiere die verschiedenen Lernschritte, sondern die Differenzierung erfolgt aus der unterschiedlichen Sichtweise der Kinder, der unterschiedlichen mathematischen Fähigkeiten oder der Motivation.

Jedes Kind geht im Rahmen seiner Möglichkeiten anders an ein Thema heran, löst es anders und kommt zu mehr oder weniger tiefen Erkenntnissen.

Lernumgebungen ermöglichen den Kindern Erforschungsmöglichkeiten um so nicht auf unverstandene Stereotypen zurückgreifen zu müssen, sondern Systeme zu verstehen und Zahlenräume zu erfassen.

Lernumgebungen sind als Planungs- und Organisationsprinzip zu verstehen und nicht primär als greifbare und sichtbare Sache.

Im Zuge meiner Arbeit fand ich im Buch von Beat Wälti und Ueli Hirt mehr theoretische Hintergründe und Definitionen.

Der Begriff Lernumgebungen findet sich erstmals bei Friedrich und Mandl 1997¹ und ist seither in der fachdidaktischen Diskussion präsent.

Für Beat Wälti ²sind Lernumgebungen

- natürliche Erweiterungen von substanziellen Aufgaben.
- Sie sind flexible, große Aufgaben
- Sie haben einen Leitgedanken, aber in der Regel mehrere Teilaufgaben und Arbeitsaufträge

¹ Friedrich, H.F., Mandl, H. (1997) Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In F.E. Weinert und H. Mandel (Hrsg.): Psychologie der Erwachsenenbildung, Enzyklopädie der Psychologie, Pädagogische Psychologie, S. 237-293. Hogrefe, Göttingen.

² Wälti Beat, Hirt Ueli (2008) Lernumgebungen im Mathematikunterricht - Natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte; Klett Verlag

Somit sind sie eine Erweiterung des Begriffs AUFGABE.

Sie beschreiben eine Unterrichtssituation mit Zielen, Inhalten und Vorgangsweisen der Lehrperson bzw. der Schüler.

Laut Wittmann³ müssen substantielle Lernumgebungen folgenden Kriterien entsprechen:

- Sie müssen zentrale Ziele, Inhalte und Prinzipien des Mathematikunterrichts präsentieren
- Sie müssen reiche Möglichkeiten für mathematische Aktivitäten von Schülerinnen und Schülern bieten.
- Sie müssen flexibel sein und sich an die Gegebenheiten einer Klasse anpassen lassen
- Sie müssen mathematische, psychologische und pädagogische Aspekte des Lehrens und Lernens in einer ganzheitlichen Weise integrieren
- Sie bieten so ein weites Feld für empirische Forschungen

Dieser Mathematikunterricht ist auf einen Kompetenzerwerb und auf mathematische Tätigkeiten ausgerichtet.

Lernumgebungen sollten nach Wäelti/ Hirt ² folgende Ansprüche aufweisen:

- Mathematische Substanz mit sichtbar werdenden Strukturen und Mustern
- Hohes kognitives Aktivierungspotential
- Initiierung von Eigentätigkeit aller Lernenden
- Förderung individueller Denk- und Lernwege sowie eigener Darstellungsformen → Hier findet die Verknüpfung zur natürlichen Differenzierung statt
- Zugänglichkeit für alle einerseits, aber andererseits auch →
- Herausforderung für schnell Lernende mit anspruchsvollen Aufgaben
- Ermöglichen des sozialen Austauschs und des Kommunizieren über Mathematik

Dieser Austausch und das Sprechen über Mathematik, ist für mich einer der wesentlichsten Aspekte überhaupt, weil er mir erlaubt Einblick in die Gedankengänge und Lösungsansätze der Kinder zu nehmen. Außerdem werden dabei allgemeine mathematische Kompetenzen geschult, die zu einer Vertiefung der Inhalte führen. Ergebnisse werden nicht oberflächlich produziert und genannt, sondern hinterfragt, genauer betrachtet und dargestellt.

Praktisch gesehen sind für mich vor allem Aufgabenstellungen interessant, bei denen der Arbeitsauftrag für alle Kinder gleich ist, aber jedes Kind entsprechend seines mathematischen Entwicklungsstandes die Aufgabe löst. Dazu gibt es Aufgabenstellungen an denen über eine Woche gearbeitet werden kann oder eine Stunde, aber auch nur kurze Übungen.

Mittlerweile findet man in vielen Didaktikbüchern, aber auch in vielen Schulbüchern Anregungen dazu.

³ Wittmann, E.Ch. (1998): Design und Erforschung von Lernumgebungen als Kern der Mathematikstruktur. In : Beiträge zur Lehrerbildung 16 (3) ,S.329-42

3.1.2 Fachdidaktische Aspekte

Das Dekadische System

Nach Krauthausen / Scherer⁴ sind wir alle kulturell geprägt und durch * Ingebrauchnahme* in das Zehnersystem hineingewachsen. Unsere zahlenmäßige, mathematische Umwelt basiert fast durchgängig darauf.

Gerade diese Selbstverständlichkeit führt dazu, dass es uns schwer fällt, uns die dahinterstehenden grundlegenden Prinzipien immer wieder bewusst zu machen, um so nicht in Mechanismen zu fallen, sondern immer wieder durch ein wirkliches Verstehen an Inhalte heranzugehen.

Bereits ab der 1.Schulstufe muss man daher Kindern ein sicheres Grundwissen über den dekadischen Aufbau unseres Stellenwertsystems vermitteln.

Wenn Kinder beim Verzehnfachen später einfach eine Null anhängen, müssen sie zuvor verstanden haben, warum diese Praxis gilt und dazu mathematische Einsichten gewonnen haben.

Stellenwertsysteme

Die Grundlage des dekadischen Systems ist die Darstellung der Zahlen in einem Stellenwertsystem.

Dieses ist nach Padberg⁵, durch zwei grundlegende Prinzipien gekennzeichnet:

a. das Prinzip der Bündelung

Bündeln bedeutet, dass Elemente einer vorgegebenen Menge zu gleich großen Gruppierungen zusammengefasst werden. Wesentlich ist dabei, dass dies prinzipiell durchgeführt werden muss, das heißt: solange es geht.

Der Vorteil besteht darin, dass man mit einer beschränkten Anzahl von Ziffern eine beliebige Anzahl von Zahlen darstellen kann.

Die Bündel werden nach dem Wert ihrer Ziffern sortiert, wobei der Wert von rechts nach links ansteigt.

Grundsätzlich kann man in der Grundschule auch andere Bündelungsverfahren als die Zehnerbündelung anwenden, wenn diese nicht nur formal stattfinden.

Da aber gerade dieses Kennenlernen nicht dezimaler Stellenwertsysteme den Anwendern Einsicht in die grundlegenden Prinzipien der Bündelung bietet, kann es auch viel zu dessen Verständnis beitragen.

So habe ich mit meiner Klasse am Anfang des Schuljahres das *Mathspace* besucht. In dem Workshop: Vom kleinsten Punkt zur größten Nummer, wurde den Kindern ganz anschaulich das Duale System nahegebracht (vgl. 3.1.4.2).

b. das Stellenwertprinzip

Bei der Notation dieser Bündelungsergebnisse, hat jede Ziffer einen bestimmten Platz. Neben ihrem Anzahlaspekt (3 Bündel, 7 Bündel,.....) hat jede Ziffer auch einen Stellenwert. Dieser wird durch die Position in der Ziffernfolge bestimmt: Die Ziffer 2 hat in der Zahl 12 einen anderen Wert als in der Zahl 1729 oder 2000.

Alle Zahlensysteme, dekadische wie nichtdekadische Systeme, unterliegen dieser Systematik.

⁴Krauthausen,G./Scherer,P. (2007): Einführung in die Mathematikdidaktik

⁵ Padberg F.(1997): Einführung in die Mathematik I: Arithmetik

Dieses Stellenwertprinzip wurde den Kindern bei der Arbeit mit Ziffernkärtchen immer wieder bewusst und trainiert.

Auch bei dem Spiel *Master X* (vgl. 3.1.4.6) und bei der Lernumgebung: Zahlen und Ziffern im Zahlenraum der Million(vgl. 3.1.4.7) stand dieser Aspekt im Vordergrund.

3.1.3 Methodische Aspekte

Viele Inhalte des Projektes basieren auf den vorangegangenen Systematiken. Das Kennenlernen und Verinnerlichen dieser Systematiken beginnt natürlich bereits in der 1. Schulstufe. Hier werden die Grundlagen für alle weiteren Lernprozesse gelegt.

Für mich ist die Arbeit mit Lernumgebungen und anderen vertiefenden Projekten ein sehr wesentlicher Faktor meines Unterrichtes, da sie ein hervorragendes Mittel darstellt, mit der Heterogenität der Gruppe umzugehen. Man kann leistungsstärkeren Kindern Perspektiven bieten und gleichzeitig, im Sinne der natürlichen Differenzierung, Kindern mit verstärktem Anspruch an Unterstützung diese, sehr individuell, für einen erfolgreichen Lernprozess geben.

Besonders in der Jahresarbeit der vierten Klasse, war es aber nicht immer leicht, längere Inhalte so durchzuführen, dass genug Raum gegeben war, damit für alle Kinder genügend Zeit war, sich in die Themen zu vertiefen und in ihrem eigenen Tempo entsprechend zu bearbeiten. Daher war es für mich auch wichtig, meinen Unterricht durch ein anspruchsvolles Mathematikbuch⁶, das diese Aspekte berücksichtigt, auf eine breite Basis zu stützen. Es werden immer wieder Übungen angeboten, die den Kindern den Weg zum verstehenden Rechnen ebnet, Strukturen sichtbar machen und einen Alltagsbezug herstellen. Viele Rechenrätsel und Tüftelaufgaben sprachen die Kinder ebenso an, wie Aufgaben mit Ziffernkärtchen, die sehr gut geeignet sind um den Kindern das dekadische System nahe zu bringen. Da die Arbeit mit Ziffernkärtchen im Buch sehr gut abgedeckt ist, habe ich ihr kein eigenes Kapitel gewidmet, sondern verweise auf das Mathematikbuch. Beim Zahlenaufbau gibt es viele Aufgabenstellungen die arithmetische Muster sichtbar machen. Lebensnahe Sachaufgaben, überschlagendes Rechnen und das Arbeiten mit Diagrammen runden das Ganze ab. So entspricht es auch perfekt den Ansprüchen der Bildungsstandards.

Manche meiner Themen wurden als Klassenprojekte durchgeführt, andere stellte ich vor und die Kinder konnten sie individuell bearbeiten. Einige Spiele wurden von den Kindern auch in den Pausen immer wieder gerne genommen.

Wichtig war mir, auch wenn ich mit einzelnen Kindern alleine oder in Kleingruppen gearbeitet habe, dass die Kinder mathematische Erkenntnisse versprachlichen konnten. Auch diese Fähigkeit muss, von der 1.Schulstufe an, immer wieder trainiert und eingefordert werden. Hier ist auch ein großer Dank an jene Eltern zu richten, die immer wieder an sogenannten *Programmtagen* in die Schule kamen, um mit den Kindern zu arbeiten. An diesen Tagen konnten die Kinder sehr individuell in Kleingruppen mit Unterstützung arbeiten. Wenn Kinder Vermutungen äußern und Erkenntnisse festhalten sollen, fällt das vielen Kindern in der Kleingruppe leichter. Außerdem ist es dabei möglich, die Lösungswege der Kinder gut zu beobachten und daraus Förderkonzepte oder neue Unterrichtsinhalte zu entwickeln.

⁶ Grosser N., Koth M.: Alles klar 4 Mathematik für erfahrene Schulkinder

Auch in den Bildungsstandards wird der Bereich Kommunizieren als Grundkompetenz ausgewiesen.

Neben diesem Kompetenzbereich deckt die Arbeit mit Lernumgebungen immer auch andere Kompetenzbereiche ab. Je vielseitiger die Kompetenzen in den einzelnen Arbeiten geschult werden, umso nachhaltiger erfolgt der Erfahrungserwerb.

3.1.4 Übersicht über die Lernumgebungen und Themen

Bei den exemplarisch vorliegenden Themen liegen die Schwerpunkte einerseits im Vorstellungsvermögen großer Mengen und Zahlen und andererseits im Umgang mit dem dekadischen System selbst.

Beide Inhaltsbereiche sind für meine Begriffe eng miteinander verbunden. Kinder benötigen beide Fähigkeiten, um Aufgaben zu lösen und Ergebnisse zu validieren.

3.1.4.1 Schätzkönig

Dieses Projekt begann ich gleich zu Schulbeginn und es verlief mit einer Pause über das ganze Schuljahr.

Jedes Kind brachte *eine möglichst große Menge* von *Irgendetwas* mit. Dies klingt nun sehr unklar oder beliebig, aber die Kinder fanden wirklich originelle und knifflige Aufgaben. So hatten wir eine riesige Schachtel Flummis, einen Korb mit Kastanien ein Glas voll Mandeln, eine Riesenkiste mit kleinen Verpackungswürmern, ein Glas voller Büroklammern, uvm.

Zusätzlich zu dieser großen Menge (die sie zu Hause genau abzählen mussten), mussten sie eine Referenzmenge abpacken. Das waren oft 10 Stück des Materials, manchmal auch 100 Stück. Diese kleinere Menge half den Kindern beim Schätzen.

Der Ablauf war immer gleich, am Wochenbeginn stellte das Kind seine Schätzaufgabe vor, und alle Kinder gaben im Laufe der Woche ihren Tip in einer Schatzkiste ab. Während der ganzen Woche kommunizierten die Kinder immer wieder über die Aufgabe, überlegten Lösungsstrategien und fanden ein Ergebnis.

Am Ende der Woche wurde die Schätzaufgabe aufgelöst. Jedes Kind berechnete die Differenz zwischen Lösung und eigener Schätzung. Die besten 5 Ergebnisse wurden prämiert.

Um alle Ergebnisse festzuhalten führte ich eine Schätzliste, um am Ende den Schätzmeister zu finden.

Während am Beginn des Projektes auch noch manchmal unüberlegt geschätzt wurde, bemerkte ich im Verlauf, dass mehr Strategien angewandt und diese auch erfolgreicher wurden.

Nach einiger Zeit führte ich daher vor der Auflösung, die Einschätzung des eigenen Erfolges ein.

Die Kinder sollten überlegen, ob sie diesmal sehr gut, mittelmäßig oder eher schlecht geschätzt hätten und diese Einschätzung auch begründen. Auf ein Zeichen sollten sie sich dazu an jeweils einen bestimmten Platz in der Klasse stellen. Diese Aufstellung hielt ich für die Evaluation per Foto fest.

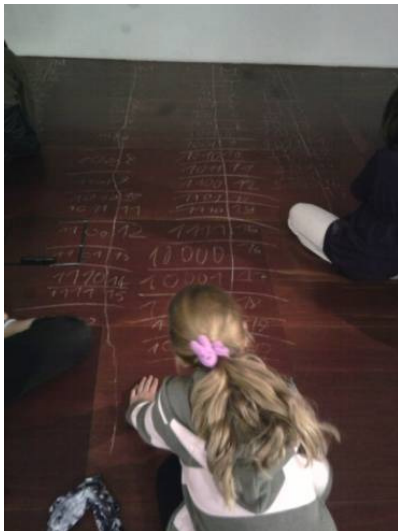
Der Faktor, dass die Kinder die eigene Leistung einschätzen sollten, und Ergebnisse auch selbst überprüfen, war mir sehr wichtig. Dies führt dazu, dass sie auch bei anderen Arbeiten, wie zum Beispiel bei schriftlichen Lernzielkontrollen und Schularbeiten, Ergebnisse nicht unreflektiert stehen lassen, sondern sie auf ihre Richtigkeit überprüfen.

3.1.4.2 Das Duale Rechensystem

Wie bei den fachdidaktischen Aspekten bereits erwähnt, ist die rein formale Auseinandersetzung mit anderen Stellenwertsystemen nicht Lehrstoff der Volksschule.

Um den Kindern aber den Einblick in die Struktur eines Systems zu geben, war das Kennenlernen für viele Kinder eine spannende Möglichkeit ihr mathematisches Wissen zu erweitern.

Zudem war die Aufbereitung und Durchführung der Arbeiten für Kinder im Volksschulalter durch das Team von *Mathspace* wirklich ausgezeichnet.

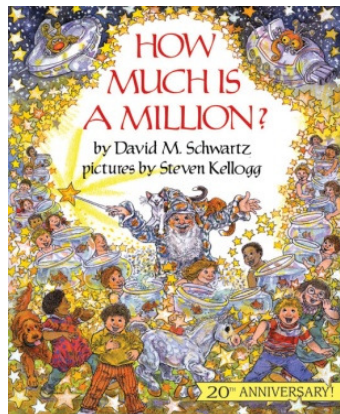


Der Bezug zur Umwelt der Kinder war durch die Erklärung der Computersprache (das Duale System) gegeben und in eine Geschichte eingebettet. So konnten die Kinder der Systematik mit rauchenden Köpfen folgen. Sie *übersetzten* die Zahlen 1-20 ins Dualsystem. Dies machten sie mit Tafelkreide auf dem dunklen Parkettboden des Seminarraumes. Bald lagen die Kinder kreuz und quer auf dem Boden und rechneten, bis dieser über und über voll mit Ziffern und Zahlen war.

Ich nehme nicht an, dass viele der Kinder behalten haben, wie diese Systematik genau funktionierte, oder die Zahlen heute noch genau übertragen könnten, aber das Wissen, dass es andere Systeme gibt und deren Aufbau, ebenso wie unser Dezimalsystem, nach analogen Regeln erfolgt, ist sicher bleibend.

3.1.4.3 How much is a Million (Buch)

Zum bewussten Einstieg in erweiterten Zahlenraum wählte ich das Buch: How much is a Million?⁷



Ich fand es sehr spannend, die erste Auseinandersetzung mit dem neuen Zahlenraum in englischer Sprache vorzunehmen. Zudem ist in diesem Buch die Million nur der Ausgangspunkt, also die kleinste Ziffer. Es wurde über die Frage: How much is a Million?, fortgesetzt, bis zur Trillion.

Keine Frage - die Kinder waren fasziniert.

Durch den analogen Aufbau, es wurde für jeden Zahlenraum überlegt, wie hoch ein Turm aus Kindern wäre, wie lange man bis..... zählen müsste, wie groß ein Goldfischglas für Fische sein müsste und wie viele Buchseiten man mit kleinen Sternen füllen könnte, war es den Kindern leicht gefallen dem Text zu folgen. Viele konnten kleine Sequenzen schon mitsprechen und die Bilder waren sehr ansprechend gestaltet.

Es werden auch Tipps gegeben „for a million great ways to explore the number 1 000 000“. Hier einige davon:

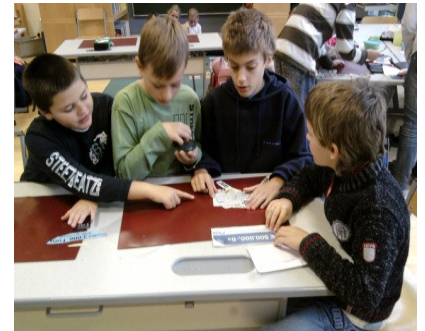
- *I would like a million _____! What would you like to have, find, make or eat a million of?*
- *What do we have a million of in this school? Holes in ceiling tiles, hairs on our heads, letters in the books,.....?*
- *How far would a million go? Pennies, basketballs, blue whales.....imagine a million things side by side!*
- *Let's spend a million! Buy items with real prices and subtrakte down to zero!*
- *Collections and creations: Collect a million pennies, dried bean, drops of water, or create a million: pictures of a million painted dots,*
- *Walk a million millimeters!*
- *Area and volume: How many square feet are covered by a million blades?*
- *Read an million! It's the best way to combine the joys of reading and math!*
-

Der Forscherdrang war geweckt und der Start in einen neuen Zahlenraum geglückt.

⁷ Schwartz D.M. (1985) HOW MUCH IS A MILLION? Harper Collins Publisher

3.1.4.4 Die Jagd nach der größten Zahl

Die Kinder bekamen den Auftrag zu Hause in Zeitungen und Zeitschriften nach möglichst großen Zahlen zu suchen, diese auszuschneiden und mitzubringen. Sie sollten wenn möglich auch wissen, was mit der Zahl benannt war. Die Kinder bildeten Gruppen und begannen die Zahlen nach Größen zu sortieren. Hier mussten auch die Kommastellen bedacht werden. Nachdem der Zahlenraum ja erst neu erforscht wurde, war das bei sehr großen Zahlen nicht ganz leicht und bot Kommunikationsanlässe.



Ich bereitete Naturpapierbögen mit verschiedenen Zahlenräumen vor: bis 100, bis 1000, bis 10 000, bis 100 000, bis 1 000 000 und über 1 Million. Auf diesen ordneten sie dann ihre Zahlen zu. Sie überlegten sich, wie die Zahlen heißen, und gaben sich gegenseitig Hilfen beim Ablesen der Zahlen. Jeder hoffte natürlich, dass er die größte Zahl mitgebracht hatte. Bei Zahlen, von denen sie annahmen, dass sie Chancen darauf hätten, schrieben sie ihren Namen dazu. Am Ende gewann auch wirklich eine Zahl, die weit über einer Million lag.

3.1.4.5 Fibonaccizahlen

Schnell größer werdende Zahlenfolgen faszinieren Kinder. Im Heft: Probieren und Kombinieren⁸ findet sich eine Lernumgebung zu den Fibonaccizahlen.

Der berühmte Mathematiker Leonardo von Pisa, genannt Fibonacci, lebte von 1175 bis 1250. Er hat folgende Regel zur Bildung einer Zahlenfolge erfunden:

Wähle die erste und die zweite Zahl beliebig. Jede weitere Zahl ist die Summe der zwei vorhergehenden Zahlen.

Zum Beispiel: Startzahlen 1,2

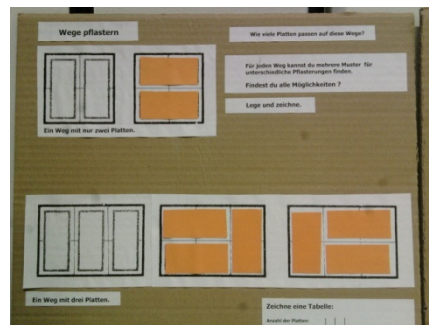
| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 5 | 8 | 13 | 21 | 34 | 55 | 89 | 144 | 233 |
|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|-----|-----|

Folgen nach dieser Regel fortzusetzen, wäre an sich eine rein rechnerische Arbeit.

Eingebettet in eine geometrische Aufgabe war sie noch interessanter:

⁸ Wittmann E.Chr., Müller G.N. (2008): Probieren und Kombinieren 1-4 Klett Verlag

Auf einen Wegstreifen passt genau ein Pflasterstein. Wenn der Weg zwei Streifen breit ist, passen zwei Streifen darauf, dazu gibt es 2 Möglichkeiten diese zu legen. Bei drei Streifen Weg, passen 3 Pflastersteine darauf und es gibt 3 Möglichkeiten, diese zu legen.



Die Kinder zeichnen diese Lösungen auf ein Blatt Papier und tragen die Anzahl der Lösungen in eine Tabelle ein.

Dazu forderte ich sie auf, sich die Zahlenfolgen in der Tabelle genau anzusehen und zu überlegen ob sie ein System erkennen können.

| | | | | | | | | |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Streifenanzahl | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Möglichkeiten | 1 | 2 | 3 | 5 | | | | |

Zuerst nahmen sie an, dass bei einem Weg aus 4 Streifen auch 4 Möglichkeiten die Steine zu legen wären. Durch Ausprobieren erkannten sie, dass das nicht stimmt. Mit dem richtigen Ergebnis tüftelten sie weiter an der Zahlenfolge und fanden schließlich die Lösung.

Interessant fand ich zu beobachten, dass die Kinder durch Auslegen und Eintragen der Lösungen das System herausfinden konnten, und ihnen dieses System danach half ALLE Lösungen zu finden. Zumindest gab es vor, wie viele Lösungen es sein mussten.

Das finden ALLER Lösungen durch Legen, ist allerdings nur bis zu einer bestimmten Anzahl sinnvoll.

Darüber hinaus haben die Kinder aber mit Rieseneifer Zahlenfolgen errechnet, - weit über den Zahlenraum hinaus, den wir bereits gelernt und gefestigt hatten.

Das zeigte wieder, wie oft wir mit Kindern etwas erarbeiten, das sie eigentlich schon können.

Auch wenn das nicht heißen soll, dass wir nur mehr alles individuell öffnen müssen und mit den Kindern nichts mehr gemeinsam erarbeiten, soll es doch zeigen, dass wir Kindern auch immer wieder Perspektiven bieten sollten, die ihnen mehr Raum für Individualität geben können.

3.1.4.6 Master X

Dieses Spiel entnahm ich aus der Zeitschrift: Grundschule Mathematik Heft 20/2009: Es müssen Informationen über eine unbekannte Zahl gesammelt und individuell protokolliert werden. Veranschauligungsmittel und die Einsicht in das dekadische System erleichtern die Notation und die Argumentation. Verschiedene Aussagen über die Zahlen werden zueinander in Beziehung gesetzt, um zu einer Lösung zu kommen. So durchdringen die Kinder mehr und mehr den zu erfassenden Zahlenraum.

Weiters wird das logische Denken und das Kommunizieren trainiert.

Spielregel:

Master X denkt sich eine Zahl im ZR 1 000 000 aus. Ziel der Kinder ist es, diese Zahl durch Fragen zu erraten. Master X darf nur mit Ja oder Nein antworten.

Spielverlauf:

- Die gedachte Zahl wird verdeckt aufgeschrieben.
- Master X gibt einen Tip: z.B. : Die Zahl ist größer als 100
- Die Kinder stellen gezielt Fragen, um die Zahl herauszufinden.
- Lautet die Antwort auf die Frage Ja, darf weiter gefragt werden, beim 3. Ja ist ein anderes Kind an der Reihe.

Zu Beginn spielt man am besten im Klassenverband, der erste Master X ist der Lehrer/ die Lehrerin.

Zu Beginn stellen die Kinder noch sehr unbedarfte Fragen, nach ganz bestimmten Zahlen. Bald finden sie heraus, dass hier die Trefferquote recht gering ist und sie diese Fragen nicht wirklich weiterbringen. Langsam wird ein Fragenrepertoire systematisiert und erweitert. Kinder lernen, wie sie den Zahlenraum zügig eingrenzen und damit schnell zum Ziel kommen.

Das Wissen über Zahlbeziehungen, Zahleigenschaften und den Stellenwert von Zahlen erweist sich als hilfreich.

Nicht alle Taktiken werden von Beginn an angewendet, die Kinder lernen vielmehr aus gelungenen Fragen und können bald zielführende von weniger zielführenden Fragen unterscheiden. Bei diesem Lernprozess kann man sie unterstützen.

Dazu kann die Lehrperson Fragen an der Tafel festhalten und sie nach Kategorien ordnen:

| Ziffern und Stellenwerte | Zahlbeziehungen | Zahleigenschaften |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ist es eine Zehner-, Hunderter-, Tausender-, Zehntausenderzahl? • Ist die Einer-, Zehner-, Hunderterstelle,.... gerade, ungerade, größer als,.....etc. • Sind die Stellenwerte alle gleich? • Ist es die Zahl 246? | <ul style="list-style-type: none"> • Ist die Zahl größer als....? • Liegt die Zahl zwischen..... und? • Ist die Zahl kleiner als....? | <ul style="list-style-type: none"> • Ist die Zahl durch teilbar? • Ist die Zahl gerade, ungerade? • Ist die Zahl eine Spiegelzahl? • Ist die Zahl eine Schnapszahl? • Ist die Zahl eine Primzahl? |

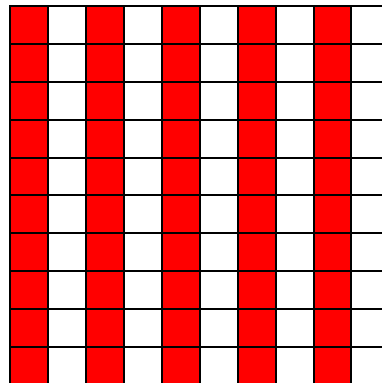
Für Kinder mit sprachlichen Schwierigkeiten sollte diese Tabelle in der Klasse sichtbar bleiben, auch die folgenden Veranschaulichungen können beispielhaft dargestellt werden.

Diese Veranschaulichungen zeigen das Prinzip des Ausschlusses (bei einer Zahl im Zahlenraum 100):

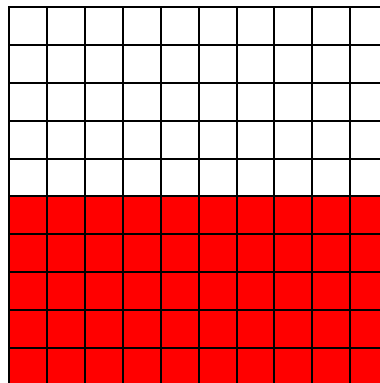
z.B.:

| H | Z | E |
|---|---|---|
| 2 | | |
| 4 | | |
| 6 | | |
| 8 | | |

Die Hunderterstelle ist gerade:



Die Zahl ist gerade:



Die Zahl ist kleiner als 50:

Mögliche Arbeitsmittel dazu sind ein Hunderterfeld/Tausenderfeld/ Millionenbuch, eine Blankostellenwerttafel und dazu einige Sätze Ziffernkärtchen.

Differenzierungsformen:

- Gruppenwettbewerb
- Partnerrätsel

Eine Weiterführung könnte in der Umkehrung bestehen:

Master X gibt nach und nach Informationen über die Zahl preis. Dies kann verbal erfolgen oder durch Aufdecken von Informationskärtchen.

Diese Kärtchen können von Kindern, die eine größere Herausforderung suchen, auch selbst erstellt werden.

3.1.4.7 Zahlen und Ziffern im Zahlenraum bis eine Million

Auch diese Lernumgebung nach Hengartner⁹, soll den Kindern bewusst machen, dass Ziffern stets einen Eigenwert und eine Stellenwertbedeutung haben.

In dieser Lernumgebung wird die differenzierte mentale Vorstellung im neuen Zahlenraum unterstützt.

Sehr ähnlich wie beim Spiel Mr. X werden die sprachliche Präzision der Beschreibung herausgefordert und die Rückmeldungen miteingeschlossen.

Für die Vorbereitung ist wieder die Arbeit mit Ziffernkärtchen sehr wichtig, um den Kindern den Unterschied zwischen Zahlen und Ziffern bewusst zu machen.

Anders als bei Master X können jetzt aber Suchaufträge auch aus nur einer Angabe bestehen und zu mehreren Lösungszahlen führen.

Mögliche Suchaufträge: Suche

- sechsstellige Zahlen mit lauter gleichen Ziffern
- sechsstellige Zahlen mit um eins wachsenden/fallenden Ziffern
- Zahlen mit fünf Vierern und zwei Dreiern
- sechsstellige Zahlen mit der Ziffernsumme 7
- Zahlen mit gleich vielen Sechsern als Dreiern
-

Diese Suchaufgaben haben Beispielcharakter. Die Kinder erfinden eigene Rätsel und Lösungen dazu.

Man kann die Kinder auffordern, leichte und schwierige Aufgaben zu erstellen und diese zu kategorisieren.

Eine Option wäre es auch, Rätsel mit anderen Klassen auszutauschen. Hier sollte man unbedingt ein separates Lösungsblatt hinzufügen.

3.1.4.8 Null komma Nix : Philosophieren über die Null

„ Null bedeutet nichts?!?“

Die Null begegnet uns im Alltag immer wieder, bei der Umwandlung von Maßen ist sie für manchen Irrtum verantwortlich, beim Multiplizieren mit Zehnerzahlen wiederum erleichtert sie uns die Arbeit.

⁹ Hengartner E., Hirt U., Wälti B. (2006): Lernumgebungen für Rechenschwache bis Hochbegabte Klett Verlag

Grund genug sich ihr einmal genauer zu widmen: Vor 1500 Jahren ließ man in Indien anstelle der Null ein Leerzeichen, erst im 8. Jahrhundert begann man Verwirrungen durch unbesetzte Stellen, durch ein eigenes Zeichen, die Null, zu vermeiden.¹⁰

Zum Thema Null im Mathematikunterricht setzte ich das Spiel: Nullkommanix von Kallmayer ein und regte die Kinder, nach einer Idee aus Grundschule Mathematik Heft 20/209, zum Philosophieren über die Null an.

In der vierten Klasse haben die Kinder vielfältige Erfahrungen mit dem Stellenwertsystem, sie gehen sicher mit großen Zahlen um und haben Vorstellungen von der Null.

Wie ausgeprägt und fachlich richtig sind diese allerdings?

Ich gab ihnen den Auftrag, sich über die Null Gedanken zu machen und diese aufzuschreiben. Die Überlegungen waren sehr vielfältig und erlaubten mir Einblick in das mathematische Verständnis und die Fähigkeiten der Kinder zu nehmen.

Es entstanden sehr kommunikative Unterrichtssequenzen und für manche Kinder auch neue Sichtweisen zu einer immer präsenten, aber wenig bedachten Ziffer.

Hier ein paar Auszüge aus den Kinderarbeiten:

- Die Null bestimmt die Zahlengröße.
- Ohne die Null wäre ich 1 Jahr alt.
- Ohne Null kann man nicht runden.
- Die Null ist nicht so wie andere Zahlen,.....
- Die Null ist eine wichtige Zahl, weil sie macht Zahlen automatisch größer....
- Viele Leute sagen Null-Ahnung oder Null Bock.
- Die Null ist eine sehr außergewöhnliche Zahl: Man sagt sie bei 404 nicht, aber trotzdem brauchen wir sie.....
- Ohne die Null könnten wir nicht richtig zählen.
- Ohne die Null wüsste unser Geburtstag nicht, wenn ich 10 bin.
- Die Null ist eine Zahl, die man fast überall braucht.
- Wenn eine Zahl viele Nullen hinter einer Ziffer hat ist sie sehr groß.
- Wenn man eine Zahl *durch sich selbst *subtrahiert, kommt immer Null heraus.
- Die Null kann man leicht übersehen, aber manchmal macht die Null ganz groß.
- Sie ist von der Menge her nichts.
- Auf jeden Fall ist sie eine sehr, sehr wichtige Zahl, wenn wir sie nicht hätten, würden wir uns bei vielen Sachen schwer tun.

Weiters bot ich den Kindern das Spiel Nullkommanix¹¹ an.

Bei diesem Spiel geht es darum, durch geschicktes Legen der Karten mit Komma oder Null, den Stellenwert der eigenen Ziffernkarten und den der Ziffernkarten des Gegners zu beeinflussen.

Bei der Auswertung werden alle Zahlen der eigenen Farbe addiert, wobei in der Regel bereits ein Überschlagen der Zahlen genügt, um den Gewinner zu ermitteln. Manchmal muss allerdings auch genau gerechnet werden, wenn Ergebnisse näher

¹⁰ Ifgah, G. (1991): Universalgeschichte der Zahlen

¹¹ Nullkommanix Kallmayer Verlag

aneinander liegen. So können keine vorgefertigten Regeln angewandt werden, es wird von Fall zu Fall neu eingeschätzt und entschieden. Unstimmigkeiten können durch schriftliche Rechenverfahren oder durch Taschenrechner überprüft werden.

3.1.4.9 Eine Million Nudeln

Im Folgenden handelt es sich um ein Unterrichtsprojekt aus der Zeitschrift: Grundschule Mathematik Heft 20/2009.

„Eine Million Nudeln? Was meinen ihr: Habt ihr die schon gegessen?“
So oder so ähnlich könnte der Einstieg in dieses Projekt lauten.

Da große Zahlen schwer fassbar sind, werden den Kindern Möglichkeiten geboten diesen Zahlenraum zu erfassen.

Zum einen können Kinder auf technischer Ebene, d.h. beim Lesen und Schreiben, Probleme haben. Diese können aber durch gute Kenntnisse des Stellenwertsystems und Übung behoben werden. Schwieriger ist es, sich große Zahlen vorzustellen. Aber auch hier gibt es Unterstützungsmöglichkeiten(vgl. auch Schätzprojekt), wie zum Beispiel das Aufbauen von Vorstellungen über Vergleiche.

Die Kinder stellen nun lustige Überlegungen, Vergleiche und Hochrechnungen u.a. zum Gewicht, zur Länge und zur Höhe von einer Million Nudeln an.

Dieses Projekt kann entweder als Einstieg in den neuen Zahlenraum verwendet werden, oder man erarbeitet zuerst den Zahlenraum systematisch und baut danach die Vorstellung dazu auf.

Im Projekt wird die Geschichte des Mädchens Pasta-Lina erzählt, das davon träumt, bei einem Preisausschreiben 1 000 000 Nudeln zu gewinnen. Pasta – Lina malt sich aus, was sie mit diesen Nudeln alles anstellen könnte. Dabei bringen auch die Kinder Überlegungen ein.



Die Frage: „Wie viele Personen kann ich bei einer Million Nudeln zum Essen einladen?“, ist der Auftakt zu vielfältigen Berechnungen.

Als Hilfestellung bekommen die Kinder eine 500 g Packung Tortiglioni, eine Küchenwaage und eventuell Becher zum Bündeln.

Weitere Möglichkeiten für Aufgaben :

- Wie schwer sind eine Million Nudeln?
- Wie lange reichen eine Million Nudeln?
- Wie hoch ist ein Turm aus einer Million Nudeln?
- Nudel-Domino-Day
- Die Nudelfee
- Eine Million Nudeln in einem Einkaufswagen?
- „Schwer wie....“ und „Groß wie.....“ Größen schätzen und vergleichen (Arbeit mit Fotos)
-

Alle diese Aufgaben erfordern das genaue Erheben von Daten, einige müssen geschätzt werden, andere kann man errechnen. Die Unterscheidung braucht genaue Auseinandersetzung mit dem Thema.



Gerade dieses Nudelthema regt die Kinder besonders zum Arbeiten in der Gruppe an. Leistungsschwächere Kinder werden durch die Gruppe angeregt nach Lösungsansätzen zu suchen und profitieren von den Ideen der leistungstärkeren Kinder. Durch den Austausch gelingt es allen, eigene Lernprozesse zu durchlaufen und ihre Problemlösefähigkeiten auszubauen.

Von der Förderdiagnostik her, kann man folgende Beobachtungen analysieren:

- Wer findet Sozialformen, in denen er gut arbeiten kann?
- Wer kann sinnvolle Schätzungen abgeben?
- Wer hat gute Lösungsideen und kann diese auch umsetzen?
- Wer kann Lösungsideen anderer Kinder umsetzen?

- Wer kann schrittweise hochrechnen und die Schrittgröße der Aufgabe anpassen?
- Wer kann seine Hochrechnungen in Tabellen oder eigenen Veranschaulichungen festhalten?
- Wer arbeitet mit der erforderlichen Genauigkeit, beim Auszählen und Hochrechnen?
- u.v.m.

3.1.4.10 Fragebox Mathematik


Zum vorangegangenen Thema passte auch sehr gut der Einsatz der Fragenbox Mathematik¹².

Mit der Überschrift: „Kann das stimmen?“ werden eine Fülle an Aussagen zu den Themen: Schule, Freizeit, Essen und Trinken, Natur und ich und mein Körper, getätigt. Jede dieser Aussagen steht auf einer Karteikarte auf der auch ein Bild zur Inspiration abgebildet ist. Dazu gibt es einen Lehrerband mit zusätzlichen Informationen und einer CD.

Kann das stimmen? Freizeit B

WM-Halbfinale

Alle Halbfinalspiele einer Fußballweltmeisterschaft dauern zusammen mehr als 200 Minuten.




© Fotball Estimer, Holbornzeit

Kann das stimmen? Freizeit B

WM-Spiele

Alle Spiele der Fußballweltmeisterschaft 2006 dauerten zusammen länger als 200 Stunden.



INFOBOX
2006 haben in Deutschland 32 Mannschaften an der Fußballweltmeisterschaft teilgenommen.

© Fotball Estimer

Fragebox Mathematik © Vpm/LEHRBUCHVERLAG 2009

¹² Ruwisch S./Schaffrath S. (2009): Fragebox Mathematik Vpm-Verlag

Einige weitere Beispiele:

- Wenn die gesamte Tafel mit dem Wort *Schule* beschrieben wäre, ständen mehr als 2000 Buchstaben an der Tafel.
- Dieser Stift (Bild) auf dem A4 Blatt ist länger als 15 Zentimeter.
- Diese Bücher (Bild) übereinander gestapelt ergäben einen Turm, der bis zur Decke deines Klassenzimmers reicht.
- Wenn du diese CDs (Bild) nacheinander abspieltest, hörst du viele Wochen lang ununterbrochen Musik.
-

Ähnlich wie bei den Aufgaben: „Wie schwer.....?“ und „Wie viel.....?“ sollen die Lösungen durch geschicktes Vermuten, Analysieren und Hochrechnen gefunden werden. So lernen Kinder ihre Annahmen durch Nachschlagen, Kommunizieren und Validieren zu lösen. Dabei schulen sie allgemeine mathematische Kompetenzen, aber auch, durch die Vielseitigkeit der Aufgaben, so gut wie alle inhaltlichen Kompetenzen der Bildungsstandards.

Nachdem ich bereits öfter Fermiaufgaben einsetzte, die sehr ähnlich aufgebaut sind, waren solche Aufgabenstellungen den Kindern geläufig und sie konnten sich schnell auf die Inhalte konzentrieren.

Trotz der hohen Anforderung hatten die Kinder auch viel Spaß dabei und lernten nachhaltig.

4 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

4.1 Perspektiven der Evaluation

Als ich in diesem Forschungsjahr begann mir Gedanken über die Evaluation zu machen, war dies wieder ein Prozess, der mir mit Sicherheit schwerer fiel, als die Planung und die Durchführung der Lernumgebungen.

Die Konzeption wurde durch folgende Komponenten beeinflusst: Zielformulierung, beteiligte Personen, Umfeld und last but not least durch meine verfügbaren Ressourcen.

Weiters habe ich auch aus meiner bisherigen Arbeit mit Evaluation gelernt, dass man seriöserweise Ergebnisse einer einzelnen Klasse, die erhoben werden, nicht verallgemeinern und überbewerten darf.

Nachdem es heuer leider keine reinen Evaluationsworkshops im Laufe des Projektes gab, hielt ich mich an Richtlinien, die ich im Vorjahr lernte.

Zusätzlich ergaben sich neue Überlegungen durch die Gespräche beim Schreibworkshop.

Außerdem fiel mir auf, dass ich grundsätzlich sensibler für Evaluationsmöglichkeiten im Unterricht wurde. Es fallen mir immer wieder Besonderheiten beim Arbeiten auf, die ich dann hinterfrage und einzuordnen versuche. Auch meine methodisch-didaktischen Fähigkeiten erweitern sich dadurch.

Wichtig waren für mich aber vor allem die gezielten Beobachtungen, die ich während des Unterrichtes machte. Einerseits im Hinblick auf die anstehende Evaluation, vielmehr aber auch im Hinblick darauf, dass die Kinder am Ende des Schuljahres meiner Verantwortung entwachsen und in weiterführenden Schulen bestehen können sollen. Meine Beobauungskriterien entsprachen im Groben denen des Vorjahresprojektes, allerdings ohne die codierten Ergebnissicherungen.

Die Kriterien waren:

- Begründungsmuster
- Fachsprache
- Motivation
- Vorgangsweise
- Erkenntnisse
- Lösungsweise
- Sozialform
- Hilfestellungen

Für mein erstes Evaluationsziel: Trägt das Angebot der mathematischen Lernumgebungen den hohen Aufforderungscharakter in sich, oder lösen die inhaltlichen Komponenten die hohe Motivation aus ?, waren vor allem die Aspekte Motivation und Sozialform interessant. Dieser Aspekt wird sowohl durch meine Beobachtungen erhoben, als auch durch direktes Befragen der Kinder.

Als Frage formuliert:

- Wie motiviert arbeiten Kinder in arithmetischen Lernumgebungen?
- Verstärkt die freie Wahl der Sozialform in Lernumgebungen die Motivation?

Das zweite Evaluationsziel: Helfen Lernumgebungen Kindern, sich in neuen Zahlenräumen zu orientieren und diese zu strukturieren?, kann vor allem durch die Qualität der Erkenntnisse und die Lösungswege analysiert werden.

Als Frage formuliert:

- Erwerben die Kinder durch die Arbeit mit Lernumgebungen Kompetenzen, die sie im Umgang mit großen Zahlen und Mengen sicherer machen?

Als zusätzlichen Aspekt möchte ich meine Arbeit daraufhin analysieren, ob ich sie so angelegt habe, dass Buben und Mädchen gleichermaßen angesprochen und gefördert wurden. Gerade den Genderaspekt möchte ich, sensibilisiert durch Literatur und Gespräche mit anderen TeilnehmerInnen, in und außerhalb von Workshops, auch als persönliches Feedback analysieren. Ich habe mir einzelne, wesentliche Aspekte gendergerechten Unterrichts ausgesucht und möchte diese in meinem Unterricht beleuchten.

Die Auswertung dieser Aspekte findet sich bei den Ergebnissen, sowie den Auswertungen der Fragebögen, sowie bei den Ergebnissen und den Auswertungen der Beobachtungen.

Diese Kriterien sind:

- Themenauswahl
- Sozialformen im allgemeinen
- Arbeit der Kinder in der Gruppe
- Feedback an Kinder

Man könnte daher 2 übergeordnete Gesichtspunkte formulieren:

1. Wie gendergerecht plane ich meinen Unterricht?
2. Wie gendersensibel gehe ich im Unterricht mit den Kindern um?

4.2 Evaluationsmethoden

Um meine Forschungsergebnisse zu evaluieren, wählte ich in diesem Projekt 3 verschiedene Methoden:

1. Fragebögen
2. Beobachtungsprotokolle
3. Fotoprotokoll

1. Fragebögen

Zuerst dachte ich daran, den Kindern sehr unwissenschaftlich formulierte Fragen zu stellen, da es mir ja im besonderem um Motivation und Freude am Arbeiten ging. Bei der Schreibwerkstatt bekam ich aber den Hinweis, dass ich darauf achten muss, dass die Kinder kein von mir erwartetes Ergebnis erkennen können.

So formulierte ich die Fragen möglichst neutral.

Um den Kindern wirklich Gelegenheit zu geben, jede Frage gut zu überlegen, stellte ich Ihnen oft nur eine Frage, damit sie die Fragen in einem längeren Fragebogen nicht mechanisch und unreflektiert ankreuzen.

Diese Lösung erwies sich auch als sehr günstig, die Kinder dachten nach und formulierten bei den offenen Formaten sehr überlegt. Es waren auch Mehrfachnennungen erlaubt.

Der Fragebogen sah so aus:

| | | | |
|--|-----|--------|----------|
| | gut | mittel | schlecht |
| Wie gut kannst du dir große Zahlen vorstellen? | | | |
| Geometrie finde ich | | | |
| Themen der Lernumgebungen verstehe ich | | | |

| | | | |
|-------------------|---------|----------|---------|
| | alleine | zu zweit | im Team |
| Ich arbeite gerne | | | |

| | | |
|---|----|------|
| | ja | nein |
| Ich suche gerne aus, ob ich alleine, zu zweit oder im Team arbeite. | | |
| Ich lasse mich gerne in eine Arbeitsform einteilen. | | |

Lernumgebungen finde ich.....

2. Beobachtungsprotokolle

Während ich beim letzten Projekt jeden Aspekt ganz genau beurteilte und die Ergebnisse codierte um festzustellen, WIE die Kinder in den Lernumgebungen arbeiten, legte ich meine Beobachtungen heuer ganzheitlicher an.

Besonderes Augenmerk legte ich auf die Motivation und die Wahl der Sozialformen bzw. die Arbeit in den Sozialformen, da ich hier eine sehr enge Verbindung feststellen kann. Ohne die Ergebnisse vorwegzunehmen kann ich sagen, dass die Kinder zu einem sehr großen Teil gerne zu zweit oder zu dritt arbeiten. Es fördert die Kommunikation und stützt unsichere Kinder bei der Arbeit.

Diese Ergebnisse hielt ich in Beobachtungsbögen fest, die ich für jedes Kind anlegte. Hier trug ich ein, wenn mir etwas besonders auffiel, oder ich einem Kind länger bei der Arbeit zusah, oder einzeln mit ihm arbeitete.

Als zusätzlichen Aspekt um meinen gendergerechten Umgang mit den Kindern zu analysieren, bat ich Kolleginnen und auch die Direktorin, im Rahmen ihrer Unterrichtsbeobachtung, um ihr Feedback.

3. Fotoprotokoll

Beim Fotoprotokoll fand ich es ganz spannend, einmal in einer ganz anderen Art etwas festzuhalten.

Ich fotografierte die Kinder dabei, wie sie ihre eigene Schätzfähigkeit einschätzen und wir kommunizierten danach auch darüber. Stapelten einige Kinder am Anfang

noch recht tief, wurden sie mit der Zeit doch recht selbstbewusst und konnten sich immer besser einschätzen.

Dieses Training der Selbsteinschätzung fand ich sehr gut.

Für diese Evaluationsmethode gibt es in diesem Bericht allerdings keine Auswertung der Ergebnisse. Es zeigte sich, dass der Wert vor allem in der kommunikativen Situation während der Aufstellung lag. Eine Auswertung der Fotos würde keine neuen, wertvollen Ergebnisse bringen.

4.3 Evaluationsergebnisse

4.3.1 Auswertungen zu den Fragebögen

Die Auswertung der Fragebögen erfolgte getrennt nach Buben und Mädchen, um auch gendersensible Daten erfassen zu können.

Auswertung Mädchen:

| |
|--|
| Wie gut kannst du dir große Zahlen vorstellen? |
| Geometrie finde ich |
| Themen der Lernumgebungen verstehe ich |

| | | |
|-----|--------|----------|
| gut | mittel | schlecht |
| 9 | 5 | |
| 8 | 5 | |
| 10 | 3 | |

| |
|-------------------|
| Ich arbeite gerne |
|-------------------|

| | | |
|---------|----------|---------|
| alleine | zu zweit | im Team |
| 7 | 10 | 9 |

| |
|---|
| Ich suche gerne aus, ob ich alleine, zu zweit oder im Team arbeite. |
| Ich lasse mich gerne in eine Arbeitsform einteilen. |

| | |
|----|------|
| ja | nein |
| 12 | 0 |
| 2 | 12 |

Auswertung Buben:

| |
|--|
| Wie gut kannst du dir große Zahlen vorstellen? |
| Geometrie finde ich |
| Themen der Lernumgebungen verstehe ich |

| | | |
|-----|--------|----------|
| gut | mittel | schlecht |
| 8 | 3 | |
| 8 | 3 | |
| 9 | 2 | |

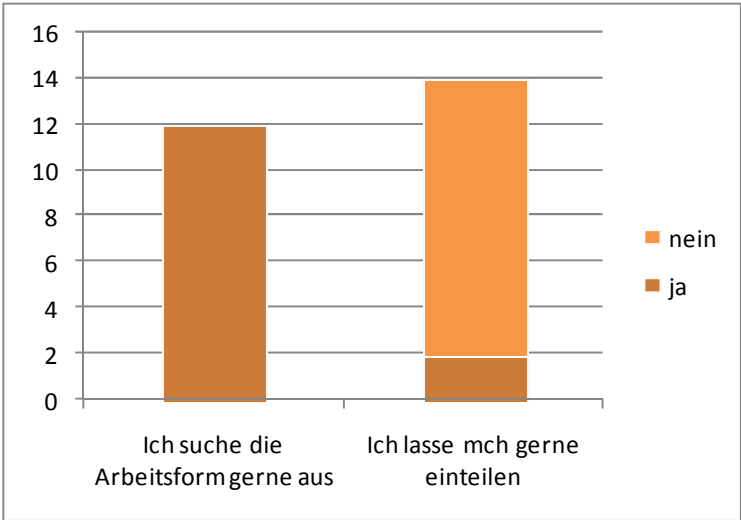
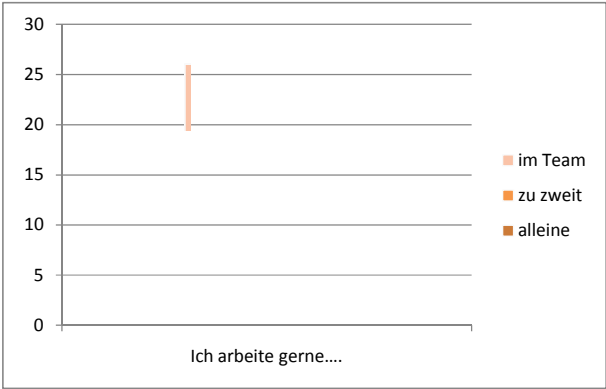
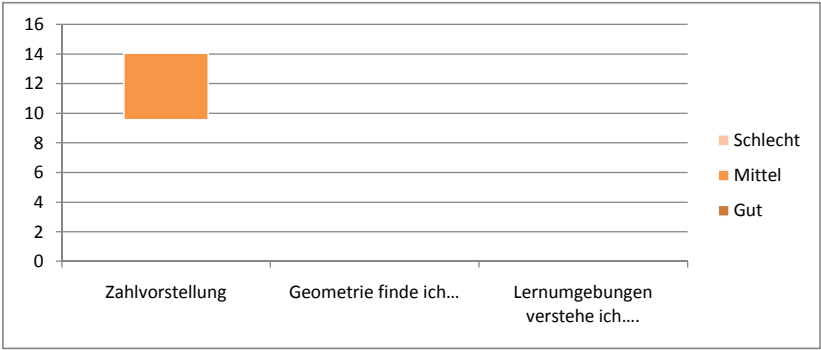
| |
|-------------------|
| Ich arbeite gerne |
|-------------------|

| | | |
|---------|----------|---------|
| alleine | zu zweit | im Team |
| 5 | 9 | 5 |

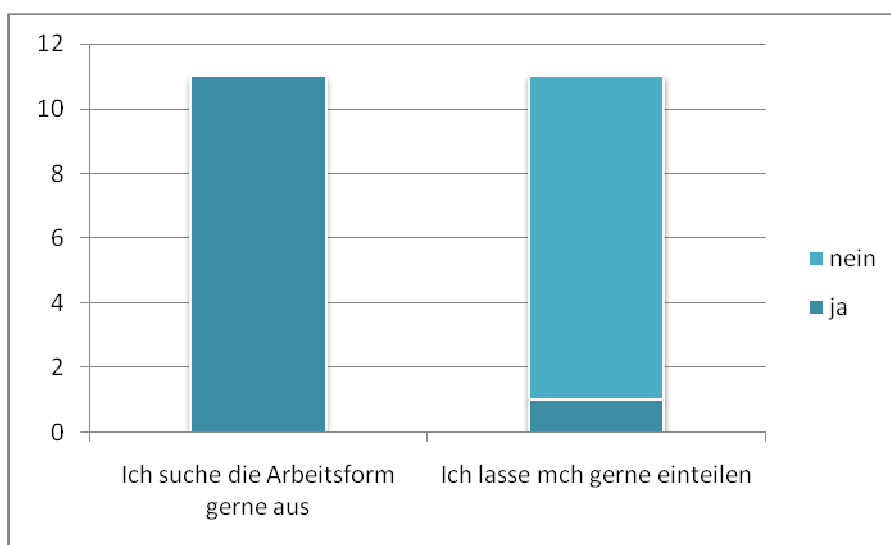
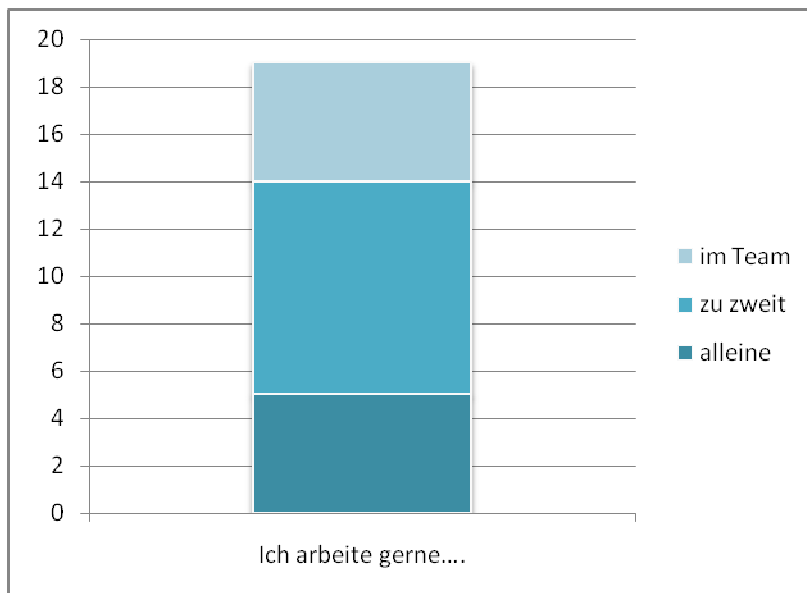
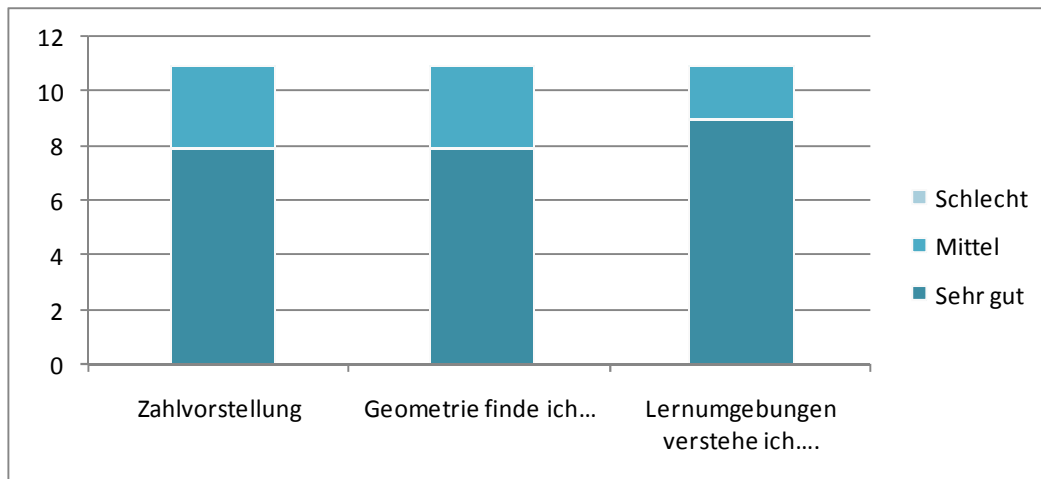
| |
|---|
| Ich suche gerne aus, ob ich alleine, zu zweit oder im Team arbeite. |
| Ich lasse mich gerne in eine Arbeitsform einteilen. |

| | |
|----|------|
| ja | nein |
| 11 | |
| 1 | 10 |

Diagrammauswertung für die Mädchen:



Auswertung in Diagrammform für die Buben:



Antworten aus der offen gestellten Frage:

Viele Antworten wiederholten sich, so habe ich hier einige stellvertretend herausgenommen.

Lernumgebungen finde ich...

- toll.
- sehr gut, da kann man viel gemeinsam machen.
- lustig, da gibt es tolle Materialien.
- toll, wegen der Geometrie.
- sehr, sehr spannend.
- sehr gut, denn ich verstehe es gut. Besonders cool fand ich das Schätzprojekt und den Matheausflug. Das Nudelprojekt fand ich auch cool.
- toll, besonders, wenn es um Geometrie geht, aber es stört mich auch nicht, wenn wir etwas ausrechnen müssen.
- gut, aber meistens arbeite ich lieber im Buch.
- toll, man lernt auch andere Sachen kennen, wo man meistens viel Spaß hat.
- toll, weil man etwas ausprobieren kann und meistens auch im Team arbeitet.
- sehr gut, ich mag lieber Lernumgebungen, bei denen man rechnet.
- gut, weil man immer wieder neue Sachen entdeckt. Es gefällt mir mehr, wenn es herausfordernd ist, weil es mehr Spaß macht.
- besser als Rechenbuch.
- sehr abwechslungsreich.
- sehr gut. Ich finde das Schätzprojekt am tollsten, es macht einfach Spaß und man kann da seinem Zahlenraum freien Lauf lassen.
-

4.3.2 Auswertungen meiner Beobachtungen

Allgemeine Beobachtungen:

Bei meinen Beobachtungen fiel mir auf, dass die Kinder, sobald sie merkten, dass die Arbeitsform sich öffnen wird, sofort sehr neugierig und besonders aufnahmebereit waren. Wenn ich auch öfters bemerkte, dass das Augenmerk anfangs mehr auf der Teambildung als auf den mathematischen Inhalten lag, so waren die Prozesse doch immer sehr konkret und zielgerichtet. Vor allem versetzte es die Kinder in *Arbeitsstimmung*.

Besonders fiel mir im Laufe des Jahres auf, dass die Kinder bei der Wahl eines Arbeitspartners sehr wohl darauf achteten, mit wem sie gut zusammenarbeiten konnten. Bei Aufgabestellungen, die Wettbewerbscharakter hatten, fiel mir dieser Aspekt besonders auf. Hier waren *starke* MathematikerInnen gefragte Partner.

Diesen Aspekt thematisierte ich auch mit den Kindern:

Es stellte sich die Frage, ob es richtig ist, bei der Wahl des Arbeitspartners andere Kriterien zu haben, als bei der Wahl eines Partners für eine nicht leistungsbezogene Beschäftigung. Wir kamen zu dem Schluss, dass es vor allem darum geht, mit wem man so harmoniert, dass eine gute Arbeitsatmosphäre entstehen kann. Sie vermieden es immer öfter mit Kindern zu kooperieren, bei denen sie wussten, dass nur Spaß und Vergnügen im Vordergrund stehen würden. So entstanden mit der Zeit sehr gute Mischungen, da es für jedes Kind mehrere gute Partner gab.

Auffallend war auch, dass sich viele gute Rechner in der Gruppenarbeit besonders um Kinder annahmen, die mehr Hilfe brauchten.

Andererseits bevorzugten gerade schwächere Kinder besonders die Lernsituationen, in denen sie nicht auf sich allein gestellt waren. Sie konnten von den Gedankengängen und Lösungsansätzen der anderen profitieren und sie für sich selbst überdenken.

Bei der Motivation konnte ich kaum Unterschiede beim Arbeiten an arithmetischen Inhalten im Vergleich zum Arbeiten mit geometrischen Inhalten feststellen.

Die Kinder waren immer wieder mit besonderem Eifer bei der Arbeit.

Gendersensible Beobachtungen:

Interessant war es für mich zu erfahren, dass sowohl bei einigen Buben, als auch bei einigen Mädchen auch die Einzelarbeit geschätzt wird.

Bei den Beobachtungen in Bezug auf die Gruppendynamik stellte ich fest, dass sich eher reine Mädchen- und reine Bubengruppen (-paare) fanden. Seltener gruppierten sich die Kinder von sich aus in gemischten Gruppen/Paaren. Wenn sich diese aber ergaben, konnte ich bemerken, dass sich sowohl Buben als auch Mädchen in führenden Rollen befanden. Unterschiede bemerkte ich bei den leistungsschwächeren Kindern. Hier hatte ich den Eindruck, dass leistungsschwächere Buben trotzdem gerne das Geschehen lenken wollten, Mädchen sich eher abwartend verhielten. Hier gibt es Ansatzmöglichkeiten für Gespräche.

Um den Aspekt des gendersensiblen Unterrichts etwas näher zu beleuchten, bat ich meine Direktorin bei Ihrer Unterrichtsbeobachtung besonders darauf zu achten, ob ihr genderrelevante Aspekte auffielen.

Im anschließenden Gespräch merkte sie an, dass ihr zwar zwei Buben als besonders strategisch aufgefallen seien, aber auch alle anderen Kinder auffallend gut in mathematischen Lernumgebungen agierten. Zusammenfassend kamen wir allerdings zu dem Schluss, dass einzelne Beobachtungen keine seriösen Ergebnisse für gendersensiblen Unterricht bringen können.

Insgesamt war aber in allen Gesprächen, auch mit Kolleginnen und Eltern, eine Tendenz dazu zu erkennen, dass das Gleichgewicht in der Klasse sehr gut gegeben ist.

Bei der Analyse meiner Unterrichtsplanung überprüfte ich sowohl meine Unterrichtsthemen, als auch meine Methoden darauf, ob ich in meinem Unterricht sowohl Buben, als auch Mädchen gleichermaßen berücksichtige. Aufgrund der Themenvielfalt im Sachunterricht, den ich immer wieder gerne auch als Anlass für mathematische Lernsituationen wahrnehme, denke ich, dass mir das gelungen ist.

Auch im Hinblick auf meine Methodenvielfalt müsste mein Unterricht sowohl Mädchen als auch Buben gerecht werden.

Als letzten Aspekt legte ich den Fokus noch auf gendersensibles Feedback. Hier konnte ich meine eigenen Aktionen allerdings zu wenig aus objektiver Sicht analysieren und die Unterrichtsbeobachtungen der Außenstehenden waren mir zu wenig repräsentativ.

Nachdem ich aber Feedback im Allgemeinen und geschlechtersensibles Feedback im Besonderen sehr spannend und wichtig finde, habe ich mir diesen Aspekt bereits als nächsten Weiterbildungsschwerpunkt in meiner eigenen Professionalisierung gesetzt.

Ich denke, dass ich damit Kindern zu einem besseren Selbstwert und somit vielleicht auch zu einem besseren Miteinander verhelfen kann.

4.4 Interpretation der Ergebnisse

Bei der Auswertung der Fragebögen ergeben sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen Buben und Mädchen. Lediglich bei der Partnerarbeit schien es so, als würden Buben diese besonders gerne mögen, während sich die Vorlieben der Mädchen etwas gleichmäßiger verteilten.

Grundsätzlich konnte man ablesen, dass es keine Kinder gab, die von sich behaupteten ein schlechtes Zahlvorstellungsvermögen zu besitzen. Alle schätzten sich sehr gut oder mittelgut ein. Bei der genauen Analyse der einzelnen Ergebnisse konnte ich feststellen, dass die Kinder sich nie überschätzten, sich in Einzelfällen eher unterschätzten.

Nachdem es für mich wesentlich war, den Aspekt der Geometrie zu beleuchten, war ich auf die Antworten der Frage nach diesem Teilbereich gespannt. Erwartungsgemäß fielen alle Antworten sehr gut bis mittelgut aus. Dieses Ergebnis spiegelt absolut meine Beobachtungen. Geometrie ist ein Bereich des Mathematikunterrichtes mit dem man Kinder begeistern kann.

Besonders gefreut hat es mich, dass sich alle Kinder bei der Arbeit mit den Lernumgebungen auskennen. Da die Inhalte oft sehr komplex waren, ist das keine Selbstverständlichkeit. Dies führt vermutlich auch zu der Freude am Arbeiten. Nur wenn die Kinder sich sicher fühlen, können sie gute Leistungen erbringen.

Zu diesem Gefühl der Sicherheit und des Wohlbefindens trug vor allem aber auch die freie Wahl der Sozialformen bei.

Erwartungsgemäß gaben alle Kinder an, sich gerne die Sozialform auszusuchen.

Dem gegenüber ließen sich allerdings auch einzelne Kinder gerne zu Teams einteilen. Dies werte ich so, dass es diesen Kindern zwar wichtig ist zu zweit oder im Team zu arbeiten, aber sie keine Präferenzen haben mit wem.

Bei meinen Beobachtungen fiel mir auf, dass die Zusammensetzung der Gruppe entscheidend für eine gute Zusammenarbeit und gute Ergebnisse ist. Daher würde ich empfehlen, dass auch dieser Prozess der Gruppenfindung als wesentlicher Lernprozess gesehen und ihm auch Raum gegeben wird. Nachdem Gruppenarbeiten ja nicht nur im Mathematikunterricht stattfinden, gibt es viele Gelegenheiten dazu.

Es ist wichtig, dass die Kinder lernen, Arbeiten in der Gruppe zu koordinieren und abzusprechen, ohne dass einzelne Kinder dominieren und andere zu Mitläufern werden. Diese würden sich dann schnell auf die dominanten Kinder verlassen und sich aus dem Arbeitsprozess zurückziehen. Hier muss man immer wieder genau beobachten und gegebenenfalls auch lenkend eingreifen. Dieses konsequente Bewusstmachen, dass ALLE beteiligt sind, ist unerlässlich, braucht Konsequenz, bringt aber gruppendynamisch enorme Gewinne.

Auch im Genderbereich liegen hier noch mögliche Ressourcen im Hinblick auf Gruppenarbeiten, die ich weiterhin besonders beachten möchte.

So zeigt sich wieder, dass die Arbeit mit Lernumgebungen sowohl allgemeine Kompetenzen wie inhaltliche Kompetenzen schult.

Wenn ich alle Ergebnisse der Fragen und meiner Beobachtungen zusammenfasse und diese mit meinen formulierten Zielen vergleiche, ergeben sich für mich folgende Resultate:

Zielformulierung 1

Trägt das Angebot der mathematischen Lernumgebungen den hohen Aufforderungscharakter in sich, oder lösen die inhaltlichen Komponenten die hohe Motivation aus?

Hier decken sich meine Beobachtungen mit den Ergebnissen der Fragebögen. Kinder arbeiten grundsätzlich sehr gerne an Lernumgebungen, sie finden sie spannend, abwechslungsreich und herausfordernd. Sie mögen es, dass hier Kooperation und Kommunikation wesentliche Bestandteile sind. In diesem Schuljahr konnte ich feststellen, dass auch bei arithmetischen Lernumgebungen die gleichen Beobachtungen erfolgten wie bei geometrischen Lernumgebungen. Vereinzelt fiel mir allerdings auf, dass Schwierigkeiten in der Arithmetik eher dazu führen, dass Kinder aufgeben als in der Geometrie. Ich würde hier doch eine Tendenz feststellen, dass Kinder Lernumgebungen in der Geometrie besonders herausfordernd und ansprechend empfinden. Es gab allerdings auch einige Kinder, die gerade das Rechnen im großen Zahlenraum als besonders spannend empfanden.

Zielformulierung 2

Helfen Lernumgebungen Kindern, sich in neuen Zahlenräumen zu orientieren und diese zu strukturieren?

Um diese Frage zu beantworten, muss ich seriöserweise einräumen, dass ich ohne eine Vergleichsgruppe oder andere empirische Daten keine Aussage darüber machen kann, ob ausschließlich die Lernumgebungen maßgeblich dafür verantwortlich sind, dass die Kinder sich in dem neuen Zahlenraum sehr sicher fühlen und darin auch sicher arbeiten.

Wenn ich aber meine Beobachtung im Laufe des Jahres analysiere, stelle ich fest, dass die Kinder von Lernumgebung zu Lernumgebung tiefere Erkenntnisse gewonnen haben. Es war zu beobachten, wie sich während der Arbeit neue Erkenntnisse ergaben und diese die Kinder im Lernprozess weiterführten. Durch strukturierte Aufgaben konnten die Kinder ihr Wissen systematisch aufbauen und vertiefen.

Zielformulierung 3

Wie gendergerecht plane ich meinen Unterricht?

Durch diverse Fachliteratur lernte ich hier immer wieder neue Aspekte kennen. So bedeutet für mich gendersensibler Unterricht nicht nur besonderes Augenmerk auf die Stärkung der Mädchen in den Nawi-Fächern zu lenken, sondern Buben UND

Mädchen gleichermaßen gerecht zu werden. Sowohl durch die Wahl der Themen als auch die Methodenvielfalt erreichte ich das in hohem Maße.

Wobei es sich zeigte, dass auch bei Themen, die man klassischerweise eher Burschen zuschreiben würde, wie zum Beispiel Fahrzeuge oder Fußball-WM, auch die Mädchen interessiert mitarbeiteten und umgekehrt auch Burschen zu Themen viel beitrugen, bei denen ich das weniger vermutete.

Insgesamt würde ich behaupten, dass es mehr auf die Begeisterungsfähigkeit des einzelnen Kindes und die Methode ankommt, ob Kinder sich für unterschiedliche Themen interessieren, als auf das Geschlecht.

Wenn es einem Kind gelingt, geistig Themen zu verknüpfen, sie zu strukturieren und für sich spannende Elemente zu finden, dann findet es in jedem Thema spannende Bereiche. Umgekehrt stellte ich fest, dass dies einigen Kindern nur sehr schwer gelingt.

Zusammenfassend möchte ich sagen, dass das Geheimnis der KINDgerechten Planung darin liegt, sie zu erreichen. Hier finde ich, dass die Worte von Pearl Nitsche für sich sprechen: „ *You have to reach them, to teach them!*“

Zielformulierung 4

Wie gendersensibel gehe ich im Unterricht mit den Kindern um?

Zu diesem Bereich habe ich bei den Ergebnissen der Beobachtungen schon angemerkt, dass ich ihn nur sehr subjektiv beurteilen kann.

Darum möchte ich hier bei den konkreten Ergebnissen eher auf die Persönlichkeiten und Entwicklungen meiner Schülerinnen und Schüler eingehen.

Diese werden natürlich vor allem im Elternhaus geprägt, allerdings konnte ich sicher auch etwas dazu beitragen, dass sowohl Buben als auch Mädchen das Gefühl haben: „ *Yes, I can!*“ Besonders in dieser Klasse fielen mir einige Mädchen, aber auch Buben auf, die durch die angebotenen Lernsituationen und mein Feedback große Fortschritte in ihrer Persönlichkeit gemacht haben.

Diese Erfolge freuen mich besonders.

5 PERSPEKTIVEN FÜR ZUKÜNFTIGE ARBEITEN

Am Ende einer vierten Klasse überfällt, denke ich, die meisten Lehrer eine Art *Endzeitstimmung*. Man zieht eine Bilanz über vier Jahre, in denen man mit den Kindern gearbeitet hat. In denen man nicht nur Wissen vermittelt hat, sondern auch Lebenszeit miteinander verbracht hat und zusammen gewachsen ist. In diesem Sinne würde es mir sehr schwer fallen, die Perspektiven meiner Arbeit nur in einem sehr engen Bereich anzusetzen, da ich ja Lernumgebungen während der ganzen 4 Jahre einsetzte, sondern ich möchte sie eher ganzheitlich sehen:

Was bleibt nach vier Jahren Unterricht, was lief gut, und was möchte ich verändern?

Natürlich möchte ich aber darüber hinaus auch gerne Schlüsse aus den fachspezifischen Aspekten der Evaluation ziehen, da sie meine Arbeit im Besonderen prägen.

Haben meine Schülerinnen und Schüler durch den Einsatz der Lernumgebungen alle grundlegenden Kompetenzen, und solche die darüber hinaus gehen, erworben?

Im Fokus der Evaluationsergebnisse ergibt sich für mich, dass das Lernen in Lernumgebungen den Kindern tiefere Lernfortschritte bringt und mit Sicherheit eine effiziente Methode ist, um den meisten Kindern für mich wesentliche Kompetenzen zu vermitteln.

- selbsttätiges Arbeiten
- Arbeiten in verschiedenen Sozialformen
- Kooperationsfähigkeit
- Kommunikationsfähigkeit
- Selbstreflexion
- Freude daran, Leistung zu erbringen
- Umgang mit Misserfolgen

Mich begeistert diese Arbeit immer wieder, und ich werde sie mit Sicherheit auch in meiner nächsten Klasse einsetzen, da sie meinem Verständnis des Lehren und Lernens ausgezeichnet entspricht.

Allerdings bin ich auch überzeugt, dass Lernumgebungen nicht die einzige Möglichkeit sind, Kindern diese Kompetenzen zu vermitteln.

ABER: Kolleginnen und Kollegen die damit begonnen haben, einzelne Lernumgebungen auszuprobieren, waren immer fasziniert von den Ergebnissen, vor allem aber von der Begeisterung und Motivation der Kinder dabei. Darum würde es mich freuen, wenn ich einigen Leserinnen und Lesern Lust darauf gemacht habe.

Durch die Arbeit an Lernumgebungen werden Motivation und Begeisterung gefördert, das sind sicher wichtige Komponenten des Lernens. Es stellt sich darüber hinausgehend aber die Frage, ob dadurch auch die von der Gesellschaft verlangten, messbaren und vergleichbaren Ergebnissen erreicht werden, die in Standards festgelegt werden und durch zentrale Ziele definiert werden.

Als Lehrer haben wir den Anspruch, ALLE Kinder zu objektiven Höchstleistungen zu bringen. Eltern erwarten und erhoffen Ähnliches von uns. Realistisch gesehen ist dieses ein Anspruch, den wir mit Sicherheit nicht erfüllen können, weil viele Komponenten dazu nicht in unserem Einflussbereich liegen.

Es gilt für die Kinder vielmehr ihre eigenen Grenzen zu erfahren und sie immer wieder aufs Neue in Frage zu stellen und zu verschieben.

Erfahrungen zu machen, Grenzen zu erleben und immer wieder über sich hinauszuwachsen, DAS erleben Kinder bei der Arbeit mit Lernumgebungen mit Sicherheit.

So sind sie für mich, sowohl im Sinne eines prozessorientierten Unterrichts, als auch im Sinne eines produktorientierten Unterrichts, immer wieder faszinierend.

Diese Faszination versuche ich auch in der Lehrerausbildung und Lehrerfortbildung zu vermitteln.

Besonders die Vernetzung von Kolleginnen und Kollegen und der fachdidaktische Austausch können unseren Unterricht bereichern und uns dabei helfen unsere Energie effizienter nutzen.

Unter diesem Aspekt der Vernetzung empfinde ich auch die Arbeit an diesem Projekt und die Einbettung in eine Institution wie IMST, als enorme Bereicherung meiner Arbeit,

vielen Dank dafür!

6 LITERATUR

- ANDERS, Karin, OERTER, Andrea** (2009): Master X - wie heißt die Zahl? In Grundschule Mathematik Heft 20/2009. Kallmayer Verlag D-30926 Seelze-Velber
- BEVER, Anja; DIESTEL, Kathrin; KRIEGELSTEIN, Wolfram u. a.** (2005): Nussknacker. Mein Mathematikbuch. Klett Verlag D-30926 Seelze-Velber
- DAHL, Kristin & LEPP, Mati** (2005): Wollen wir Mathe spielen? Oetinger Verlag D- 22397 Hamburg
- DROSSLER, Christoph** (2005): Wie groß ist unendlich? rororo Verlag D- 22397 Hamburg
- FRIEDRICH, Helmut F. & MANDL, Heinz** (1997): Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: Weinert, F. E. und Mandel, H. (Hrsg.): Psychologie der Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie. Pädagogische Psychologie. S.237-293. Hogrefe Verlag D-37085 Göttingen.
- GERBER, Hanspeter & WÄLTI, Beat** (2003): 10x10 Denkgeschichten. Erle Verlag CH-4800 Zofingen
- GERBER, Hanspeter & WÄLTI, Beat** (2003): 10x10 Mathematische Erlebnisse. Erle Verlag CH-4800 Zofingen
- GOLDFLUSS, Karen; ROSENBERG, Mary; RUSSEL, Marica** (2007): Sachaufgaben verstehen, Kompetenzstufe 1. Verlag an der Ruhr D-45422 Mülheim
- GOLDFLUSS, Karen; ROSENBERG, Mary; RUSSEL, Marica** (2007): Sachaufgaben verstehen, Kompetenzstufe 2. Verlag an der Ruhr D-45422 Mülheim
- HORNSCHUH; Hermann-Dietrich** (2007): Eins und Zwei ist immer Drei. Mathematische Denkaufgaben. Mildenerger Verlag D-77752 Offenburg
- JAHNKE-KLEIN, Sylvia** (2001): Sinnstiftender Mathematikunterricht für Mädchen und Jungen. Schneider Verlag D-73666 Baltmannsweiler
- GROSSER, Notburga & KOTH, Maria** (2007): Alles klar! Mathematik für erfahrene Schulkinder. Veritas Verlag A-4020 Linz
- KRAUTHAUSEN, G./SCHERER, P.** (2007): Einführung in die Mathematikdidaktik Spektrum Verlag D-69121 Heidelberg.
- LANIG, Jonas** (2008): Bessere Chancen für alle durch individuelle Förderung. Verlag an der Ruhr D-45422 Mülheim
- LORENZ Jens H.; SCHIPPER, Wilhelm; RADATZ, Hendrik** (2007): Impulse für den Mathematikunterricht. Schroedel Verlag D-38104 Braunschweig
- LORENZ Jens H. & RADATZ Hendrik** (2008): Handbuch des Förderns im Mathematikunterricht. Schoedel Verlag D-38104 Braunschweig

- MAAK, Angela** (2003): Zusammen über Mathematik sprechen. Verlag an der Ruhr D-45422 Mülheim
- MAAK, Angela & WEMHÖHNER, Katrin** (2006) : Mathe mit dem ganzen Körper. Verlag an der Ruhr D-45422 Mülheim
- MITTELSTÄDT, Holger** (2006): Evaluation von Unterricht und Schule. Verlag an der Ruhr D-45422 Mülheim
- NOBACH, Ines** (2005) : Knobelaufgaben für die 3. und 4.Klasse. Cornelsen Verlag D-14197 Berlin
- PADBERG, F.** (1997): Einführung in die Mathematik I: Arithmetik. Spektrum Verlag D-69121 Heidelberg.
- PFALLER, Monika** (2009) : Eine Million Nudeln? In Grundschule Mathematik Heft 20/2009. Kallmayer Verlag D-30926 Seelze-Velber
- QUAK, Udo** (2005): Die Grundschulfundgrube für Mathematik. Cornelsen Verlag D-14197 Berlin
- RADATZ, Hendrik; SCHIPPER, Wilhelm u.a.** (1999): Handbuch für den Mathematikunterricht 4.Schuljahr. Schroedel Verlag D-38104 Braunschweig
- RUF, Urs & GALLIN, Peter** (1995): Sprache und Mathematik. Lehrmittelverlag des Kanton Zürich CH-8045 Zürich
- RUWISCH, Silke & Peter-Koop, Andrea** (2003): Gute Aufgaben im Mathematikunterricht. Mildenerger Verlag D-77752 Offenburg
- RUWISCH S./SCHAFFRATH S.** (2009): Fragebox Mathematik. Vpm-Verlag D-44137 Dortmund
- ARENDS, Michaela; BUGRAM, Ursula u.a.** (2007) Die Matheprofis 4. Veritas Verlag A-4020 Linz
- SCHWARTZ D.M.** (1985) HOW MUCH IS A MILLION? Harper Collins Publisher USA-10019 New York
- SPIEGEL, Hartmut & SELTER, Christoph** (2007): Kinder & Mathematik. Klett/Kallmeyer Verlag D-30926 Seelze-Velber
- PFALLER, Monika** (2009): Null bedeutet Nix. In Grundschule Mathematik Heft 20/2009 Kallmayer Verlag D-30926 Seelze-Velber
- SUNDERMANN, Beate & SELTER, Christoph** (2006): Beurteilen und Fördern im Mathematikunterricht. Cornelsen Verlag D-14197 Berlin
- ULM, Volker** (2008): Gute Aufgaben im Mathematikunterricht. Cornelsen Verlag D-14197 Berlin

WALTHER, Gerd u.a.(2007): Bildungsstandards für die Grundschule: Mathematik konkret. Cornelsen Verlag D-14197 Berlin

WÄLTI, Beat & HIRT, Ueli (2008): Lernumgebungen im Mathematikunterricht - Natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte. Klett Verlag D-30926 Seelze-Velber

WITTMANN, Erich Ch. (1998): Design und Erforschung von Lernumgebungen als Kern der Mathematikstruktur. In : Beiträge zur Lehrerbildung 16 (3), S. 329-42.