



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

**S7: „Naturwissenschaften und Mathematik in der Volksschule“**

---

**BEGABUNGSFÖRDERNDER  
MATHEMATIKUNTERRICHT DURCH  
VERSTÄRKTEN EINSATZ VON  
MONTESSORIMATERIALIEN,  
LERNWERKSTATTARBEIT UND  
OFFENEN AUFGABENSTELLUNGEN IN  
DER GRUNDSTUFE I**

**ID 1682**

**Projektkoordinatorin: Roswitha Schmidt**

**Projektmitarbeiterin: Cristina Wild**

**Volksschule Laaer-Berg**

**Laaer-Berg Str. 170, 1100 Wien**

**2. Klasse, 25 Kinder**

Wien, im Juni 2010

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>4</b>
1.1 Schulsituation .....	4
1.2 Persönliche Motivation .....	4
<b>2 AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>3 PROJEKTVERLAUF</b> .....	<b>6</b>
3.1 Methoden .....	8
3.1.1 Das Arbeiten mit Montessorimaterial.....	8
3.1.2 Lernen und arbeiten in der Lernwerkstatt (LW) .....	11
3.1.3 Offene Aufgabenstellungen im Mathematik-Unterricht .....	14
3.2 Ergebnisse .....	18
3.2.1 Lernstandserhebung über den Stoff der 2. Schulstufe .....	18
3.2.2 Logikaufgaben unabhängig vom Stoff der 2. Schulstufe .....	20
3.2.3 Sonstige Beobachtungen .....	21
<b>4 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE</b> .....	<b>21</b>
4.1 Beobachtung der Persönlichkeitsentwicklung der Kinder .....	21
4.2 Unterschied zur Vergleichsklasse.....	22
4.3 Verstehendes Lernen muss weiter forciert werden.....	22
4.4 Überlegungen für die Zukunft .....	23
<b>5 TIPPS FÜR ANDERE LEHRKRÄFTE</b> .....	<b>24</b>
<b>6 LITERATUR</b> .....	<b>26</b>

# ABSTRACT

*Das mathematische Vorwissen der Schulanfänger ist breit gefächert. Wie kann trotzdem jedes Kind möglichst entsprechend seinen Begabungen gefördert werden, ohne weder über- noch unterfordert zu werden?*

*Wir versuchen mit unterschiedlichen Angeboten trotz sehr enger räumlicher Verhältnisse jedem Kind die ihm zustehende Unterstützung zu geben, und Anregungen zu möglichst selbstständigem und selbstbestimmtem Lernen zu bieten. Zum Einsatz kommen dabei Montessori-Materialien, Offene Aufgabenstellungen, die Idee der Lernwerkstatt und das Zulassen individuellen Lerntempos durch 1x1-Werkstatt, 1x1-Pass und ein großes Angebot an Übungsmöglichkeiten.*

Schulstufe: 2. Klasse

Fächer: Mathematik

Kontaktperson: Cristina Wild, Roswitha Schmidt

Kontaktadresse: 1100 Wien; VS Laaer Berg Str. 170

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 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.

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

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Schulsituation

Einleitend zu unserem Projektbericht möchten wir einen kurzen Überblick über das räumliche und personelle Umfeld unserer Schule geben.

Unser Schulhaus ist ein sehr altes Gebäude, das um die Jahrhundertwende errichtet wurde. Für den Unterricht in den acht Klassen (jeweils zwei Parallelklassen pro Schulstufe), bedeutet das, dass die Klassenräume sehr beengt sind, es keine zusätzlichen Räume für Kleingruppenarbeit gibt und die schmalen, eher dunklen Gänge nur bedingt nutzbar sind.

Trotzdem ist es unserem Kollegium ein großes Anliegen, bei der Gestaltung und Organisation des Unterrichts Wege zu suchen und einzuschlagen, um die Kinder bestmöglich individuell zu fördern. Dieses Vorhaben ist nicht zuletzt dadurch erkennbar, dass von acht klassenführenden Lehrerinnen und zwei Teamlehrerinnen vier den zweijährigen Hochschullehrgang „Begabungsförderung“ im heurigen Schuljahr absolviert haben. Auch alternative Leistungsbeurteilungsformen, wie zum Beispiel KDL, werden in drei Klassen durchgeführt.

In Anbetracht der Tatsache, dass wir ein überschaubares Lehrerteam sind, wird der Austausch und die Kommunikation an unserer Schule groß geschrieben. Bei der Planung und Organisation des Unterrichts stellt die Begabungsförderung unsere gemeinsame Grundlage dar. Auf dieser Grundlage wollen wir, je nach persönlichen Stärken/Fort- bzw. Ausbildungen der KollegInnen die Kinder bei der Entdeckung und Entfaltung ihrer eigenen Fähigkeiten unterstützen und sie auf die aktuellen und zukünftigen schulischen Herausforderungen bestmöglich vorbereiten.

Im Rahmen der gemeinsamen Jahresplanung für das heurige Schuljahr ist es unserem Kollegium gelungen, folgende klassenübergreifende Kurse zur Begabungsförderung einzuplanen und wöchentlich anzubieten:

- Mathe- bzw. Deutschprofi– Kurse 2. – 4. Klasse
- Förderung mathematischer Fähigkeiten durch die Arbeit mit Montessorimaterialien in einem eigenen Kurs für die 2. Klasse (Klasse 2a; dieser Kurs ist ein Teil unseres IMST-Projekts)

## 1.2 Persönliche Motivation

Nach einer Ist-Zustandserhebung in der ersten Schulwoche der 1. Klasse (dabei durften die Kinder alles "aufschreiben"/malen/zeichnen, was sie schon über Buchstaben und Zahlen wussten) wurde für mich als Klassenlehrerin (KL) deutlich, was ich durch meine langjährige Unterrichtserfahrung schon lange weiß und was auch im Rahmen meiner Ausbildung zum Thema "Begabungsförderung" immer wieder thematisiert wurde: Das Vorwissen und die Begabungen der SchulanfängerInnen klaffen sehr stark auseinander. Es gibt Kinder, denen zum Schuleintritt bereits einige Buchstaben bekannt sind, andere können schon richtig lesen und lautgetreu schreiben, und wiederum andere Kinder sind "ein unbeschriebenes Blatt". Sie wurden vor Schuleintritt weder in irgendeiner Form zuhause gefördert noch hatten sie einen Kindergarten besucht. In Mathematik (der Schwerpunkt unserer Projektarbeit) gab es Kinder, die noch die Punkte der Würfelbilder abzählen mussten, einige kannten noch nicht alle Ziffern, ein

paar Kinder rechneten bereits im Zahlenraum Hundert und wieder andere experimentierten mit noch viel größeren Zahlen. Somit empfand ich es als unbefriedigend, diese Unterschiedlichkeiten der Kinder im Unterricht unbeachtet zu lassen, sie nicht wertzuschätzen, und allen SchülerInnen zum selben Zeitpunkt die gleichen Rechnungen und den gleichen Zahlenraum anzubieten.

Nachdem die ursprüngliche Teamlehrerin in Karenz gegangen war, kam ab Jänner 2009 Frau Wild als Teamlehrerin für 2 Stunden pro Woche in die Klasse. Wir kamen sehr bald überein, dass wir an der bereits dargestellten unbefriedigenden Klassensituation etwas ändern wollen, um dabei einerseits den unterschiedlichen Begabungsausprägungen der Kinder besser gerecht werden zu können, andererseits um Frust und Über-/bzw. Unterforderung entgegenzuwirken. Vor diesem Hintergrund, auf der einen Seite das Wahrnehmen der unterschiedlichen Interessen und Begabungen der Kinder und der Wunsch diese individuell zu fördern, auf der anderen unser eigenes Interesse für Mathematik und der persönliche Wissenszuwachs in diesem Bereich durch Weiterbildungen (Begabungsförderung, Mathematik, Montessori), haben wir uns als KL und TL das gemeinsame Ziel gesetzt, den Mathematikunterricht neu zu überdenken, zu planen und zu organisieren.

## **2 AUFGABENSTELLUNG**

Wir haben nun unsere Projektarbeit auf zwei Hauptziele ausgerichtet: Einerseits wollen wir bestehende Begabungen im mathematisch-logischen Bereich entdecken und bestmöglich fördern und steigern. Dies sollte durch Differenzierungsmaßnahmen beim Angebot der Arbeitsmaterialien – vorbereitete Lernumgebung -, den Arbeitsformen und in der Beurteilung (s. nähere Ausführung unter Pkt. 3) erfolgen.

Andererseits wollen wir bei unseren Kindern das Interesse an mathematischen Aufgabenstellungen wecken und erhalten und eine mathematische Grundlage schaffen, um sie für ihre weitere schulische Laufbahn bestmöglich vorzubereiten.

Beim Studium der Fachliteratur fanden wir im Laufe des Projektverlaufs diese Ziele bei Bardy folgendermaßen definiert: (s. Bardy, S.117f)

- Forderung, aber nicht Überforderung zur Vermeidung von Unterforderung und Langeweile.
- Spaß am Umgang mit Zahlen und Formen soll erhalten bleiben und, wenn möglich, auch vergrößert werden.
- Freude am problemlösenden Denken soll geweckt bzw. verstärkt werden. Schon einige Volksschulkinder lösen gern mathematische Probleme und sehen diese Aufgaben als Herausforderung an ihre Leistungsfähigkeit an.
- Ausdauer und Beharrlichkeit beim Ermitteln komplexer Lösungswege oder zahlreicher Lösungen soll ausgebildet werden.
- Die vorhandene intrinsische Motivation soll erhalten bzw. gefestigt werden.

- Die intellektuelle Neugier soll geweckt werden.
- Kreativität und Fantasie sollen aktiviert und gefördert werden.
- Vorteile von Partner- und Gruppenarbeit soll von den SchülerInnen erfahren werden.

Dabei betont Bardy, dass es dabei nicht darum geht, aus einem Teil der Kinder später Mathematiker und Mathematikerinnen werden zu lassen. Vielmehr geht es darum, im Sinne der Chancengleichheit, jedem Kind das Recht zu geben, entsprechend seiner Fähigkeiten gefördert zu werden.

Wir stellten uns nun die Aufgabe, den Unterricht in diesem Sinne zu überdenken und im Rahmen unserer begrenzten Räumlichkeiten und der überall gegebenen knappen Personalressourcen zu verändern. Besonderes Augenmerk legten wir dabei auf:

- die Erarbeitung des 1x1,
- das Kennenlernen verschiedener Größen,
- auf die Durchdringung des Zahlenraumes 100 und
- die Erweiterung des Zahlenraumes auf 1000, die Tausenderkette und die Potenzen.

Der Weg dorthin sollte über

- das Einfließen der Reformpädagogik, vor allem Montessori (2 Stunden pro Woche),
- offene Aufgabenstellungen (nach Renate Rasch),
- Mathe-Profi-Kurse,
- Lernwerkstatt-Arbeit und
- das Zulassen individuellen Lerntempos durch 1x1-Werkstatt, 1x1-Pass, großes Angebot an Übungsmöglichkeiten, differenzierte Arbeitsblätter, etc.

führen.

Für uns stand und steht während der gesamten Projektarbeit folgendes Ziel im Vordergrund: Wir wollen durch die oben genannten offenen Unterrichts-Arrangements, die unter Punkt 3 - „Projektverlauf“ im Detail beschrieben werden, die unterschiedlichen mathematischen Begabungen und Interessen der Kinder entdecken und ihr Potenzial fördern.

### **3 PROJEKTVERLAUF**

Neben anderer Literatur erschien uns Peter Bardys „Mathematisch begabte Grundschulkinder/Diagnostik und Förderung“ eine brauchbare Grundlage für die Neugestaltung unseres Mathematik-Unterrichts. (s. Punkt 6, Literatur), da unsere

Vorstellungen von einem begabungsfördernden Mathematikunterricht in seinem Buch eine theoretische Verankerung erfahren.

Darauf beruhend waren für uns bei der didaktischen und methodischen Planung und Organisation des Unterrichts zwei Leitgedanken maßgebend.

- Schaffung einer für den Förderprozess günstigen Arbeitsatmosphäre, in der Phasen individuellen und gemeinschaftlichen Lernens gut aufeinander abgestimmt sind.

Als vorrangig erachteten wir das gemeinschaftliche Lernen, um den sozialen Austausch unter den Kindern zu ermöglichen. Denn besonders für begabte Kinder sind positive Beziehungen zu Gleichaltrigen sehr wichtig für ihre emotionale Entwicklung, um andere Ansichten, Interessen und Werte kennen- und akzeptieren zu lernen. Während bei der Arbeit mit dem Montessorimaterial eher das individuelle Lernen im Vordergrund steht, liegt der Schwerpunkt beim Lernen in der Lernwerkstatt eher auf dem gemeinschaftlichen Lernen. Im Rahmen unseres dritten Schwerpunktes im Mathematikunterricht – Offene Aufgaben - bemühten wir uns um eine ausgewogene Mischung. (nähere Ausführungen dazu unter Punkt 3.1. „Methoden“)

- Das Bild von „Mathematik als problemlösende, sowie Muster und Gesetze suchende und erfassende Tätigkeit“ (Bardy 2007, S. 121) sollte im Rahmen eines begabungsfördernden Mathematik-Unterrichtes unseren Kindern vermittelt werden.

Das heißt, die Betonung liegt nicht auf dem Endprodukt (Faktenwissen), sondern auf dem Auseinandersetzen mit einem mathematischen Problem, auf dem Problemlösen.

Laut Bardy sollte ein begabungsfördernder mathematischer Unterricht folgende didaktische Schwerpunkte aufweisen:

- Einsatz heuristischer Hilfsmittel – beim Problemlösen sollten den Kindern heuristische Hilfsmittel, das sind Wege zum Problemverstehen, Problemlösen und zur Einsichtgewinnung, bewusst vermittelt und thematisiert werden (zweckmäßige Bezeichnungen einführen, eine geeignete Symbolsprache finden, um Sachverhalte klar und einfach darstellen zu können, z.B. Symbole, Tabelle, Skizzen oder informative Figuren)
- Strategien zum Problemlösen – systematisches Probieren, Vorwärts- und Rückwärtsrechnen, Umstrukturieren, Suchen von Beziehungen, das Analogieprinzip
- Logisches schlussfolgerndes Denken
- Argumentieren und Begründen
- Förderung von Kreativität als Begabungskomponente – Aufgaben mit vielen Lösungswegen

## 3.1 Methoden

### 3.1.1 Das Arbeiten mit Montessorimaterial

In Absprache mit der Klassenlehrerin wurde folgende Regelung getroffen: 1x pro Woche wird die Klasse für zwei Stunden in zwei Gruppen geteilt. Eine Gruppe verbleibt im Klassenraum, bei der Klassenlehrerin, und beschäftigt sich intensiv mit unterschiedlichen (hinsichtlich Inhalt und Anforderungscharakter) Deutschmaterialien. Die andere Gruppe wandert mit der Teamlehrerin in den Werkraum, der sich für diese zwei Stunden in einen Mathe-Raum verwandelt. In der Woche darauf wechseln die Gruppen, d.h. jedes Kind hat alle zwei Wochen die Möglichkeit, sich für zwei Stunden, konzentriert und intensiv, mit dem Mathematik-Material zu beschäftigen.

Im Folgenden sei die Arbeit mit Mathematik-Montessorimaterialien anhand der Arbeit mit drei unterschiedlichen Materialien zum Schwerpunkt „Multiplikation“, der im Mathematik-Unterricht auf der zweiten Schulstufe besonders zum Tragen kommt, exemplarisch vorgestellt. Es werden nur einige Möglichkeiten der Arbeit mit diesen Materialien vorgestellt.

- **Perlenstäbchen zur Multiplikation**
- **Kleines Multiplikationsbrett**
- **Großes Multiplikationsbrett (Schachbrett)**

- **Perlenstäbchen zur Multiplikation**

Auftrag: Lege und rechne die Siebener Reihe richtig aus, ohne sie vorher auswendig zu lernen!



Perlenstäbchen zur Multiplikation  
(Quelle: [www.schulwolf.at](http://www.schulwolf.at))

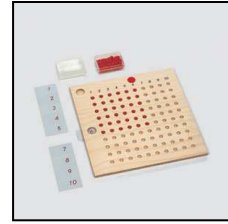
Arbeitsweise: Das Kind legt auf seine Arbeitsunterlage ein weißes Siebenerstäbchen waagrecht vor sich hin, zählt die Menge der Perlen des Stäbchens und sagt: „1 x 7 = 7“ Von den goldenen Einerperlen zählt es 7 ab und legt sie senkrecht unter das weiße Stäbchen. Als nächstes nimmt es 2 weiße Siebenerstäbchen, legt sie waagrecht neben das erste Siebenerstäbchen und sagt: „Das ist 2 x 7.“ Es zählt wieder die Perlen und sagt: „2 x 7 = 14“ Unter das entstandene Rechteck aus 2 x 7 legt das Kind dann mit goldenen Perlen in senkrechter Anordnung ein Zehnerstäbchen und 4 Einer (14). Anschließend wird 3 x 7 usw., das ganze Einmalsieben ausgelegt, die Perlen jeweils gezählt und die Anzahl der goldenen Perlen zugeordnet. Die Produkte können mit Hilfe der Kontrolltafel 1 zur Multiplikation überprüft werden.

Folgende mathematische Fähigkeiten werden dadurch trainiert: Durch systematisches Probieren entdeckt das Kind Strukturen und Beziehungen zwischen geometrischer (1x1-Rechtecke) und dekadischer (mit dem Goldenen Perlenmaterial) Zahldarstellung.



- **Kleines Multiplikationsbrett**

Die häufigste Aufgabe, die die Kinder mit diesem Material lösen, ist das Bilden von Einmaleinsfeldern. Wenn das Kind die Einmaleinsreihe fertig hat, kann es seine Ergebnisse mit der Kontrolltafel vergleichen.



Kleines Multiplikationsbrett  
(Quelle: [www.schulwolf.at](http://www.schulwolf.at))

Auftrag: Lege verschiedene Malrechnungen, ermittle dabei Multiplikand und Multiplikator und stelle zwischen den beiden Faktoren eine Beziehung her!

Arbeitsweise: Das Kind legt beliebige rechteckige Perlenfelder, ordnet dann das rote Plättchen für den Multiplikator und das Ziffernkärtchen für den Multiplikanden im Fensterchen richtig zu, zählt das Ergebnis aus und schreibt die Aufgabe auf, zum Beispiel:  $8 \times 4 = 32$ . Durch Umlegen derselben Perlenmenge und entsprechendes Umtauschen von Multiplikand und Multiplikator erhält das Kind die Tauschaufgabe:

$$4 \times 8 = 32$$

Folgende mathematische Fähigkeiten werden dadurch trainiert: Beim Problemlösen wird in diesem Fall das Kommutativgesetz durch selbsttätiges Entdecken von Mustern und Gesetzen im wahrsten Sinne des Wortes begriffen.

- **Großes Multiplikationsbrett (Schachbrett)**

Von der einfachen Zahlendarstellung bis hin zur Hinführung zum schriftlichen Multiplikationsverfahren im Zahlenraum 100 Millionen enthält das Material umfangreiche Erkenntnismöglichkeiten, deren Ausschöpfung sich über einen längeren Zeitraum erstreckt.



Großes Multiplikationsbrett  
(Quelle: [www.schulwolf.at](http://www.schulwolf.at))

Auftrag: Löse folgende Multiplikation mit einstelligem Multiplikator  
Gegeben sei die Aufgabe:  $2\,597 \times 3$

Zuerst werden Multiplikand und Multiplikator mit Plättchen auf den Rand gelegt: Das Kind rechnet und legt: 3 Siebener ins Einerfeld, 3 Neuner ins Zehnerfeld, 3 Fünfer ins Hunderterfeld, 3 Zweier ins Tausenderfeld. Das Plättchen mit dem Multiplikator 3 wandert von Feld zu Feld mit. Jetzt wird umgewechselt: 21 Perlen im Einerfeld: 1 Einer verbleibt im Einerfeld, 2 Zehner, die als Zweierstäbchen ins Zehnerfeld wandern. 27 + 2 Perlen im Hunderterfeld: 1 Neuner im Zehnerfeld, 1 Zweier im Hunderterfeld. 15 + 2 Perlen im Hunderterfeld: 1 Siebener im Hunderterfeld, 1 Einer im Tausenderfeld. 6 + 1 Perlen im Tausenderfeld: 1 Siebener im Tausenderfeld. Auf der untersten Zeile kann jetzt das Ergebnis abgelesen werden:  $2\,597 \times 3 = 7\,791$   
Begabte bzw. Hochbegabte verkürzen die Legeprozedur, indem sie in einem einzigen Rechenschritt die richtigen Teilergebnisse ausrechnen, diese in dekadische Einheiten zerlegen und stellenwertrichtig auflegen. Auf Grund ihrer höheren Abstraktionsfähigkeit vollziehen diese SchülerInnen nicht jeden Legeschritt. Sie überspringen einzelne Schritte, indem sie die Teilergebnisse im Kopf ausrechnen, und legen das Endergebnis in dekadische Einheiten bereits zerlegt und stellenwertrichtig hin. In unserer Klasse gibt es einen mathematisch überdurchschnittlich begabten Buben, der sehr gerne mit diesem Material arbeitet,

weil es ihm ermöglicht, selbsttätig und entdeckend das mehrstellige Multiplizieren zu erlernen und den Transfer zum schriftlichen Multiplizieren zu schaffen, ohne viel Lehrerzutun.

Alleine die Aufgabenstellung – Zahlenraum Zehntausend, mathematische Begriffe wie Multiplikation/einstelliger Multiplikator - lässt die Zielgruppe der SchülerInnen erkennen. Mit diesem komplexen Material arbeiten Kinder, deren mathematische Fähigkeiten über das bloße Beherrschen des kleinen Einmaleins weit hinaus reichen und die Lehrplananforderungen an den Mathematikunterricht auf der 2. Schulstufe deutlich übersteigen.

Folgende mathematische Fähigkeiten werden dadurch trainiert: Nicht der/die Lehrer/Lehrerin betet den Lösungsweg vor, und das bloß auf dem Papier, sondern der/die Lernende setzt sich selbsttätig mit dem mathematischen Problem auseinander. Dabei lernt er/sie Strategien anzuwenden, wie systematisches Vor- und Rückwärtsrechnen, Umstrukturieren, Aufstellen von Beziehungen und das Analogieprinzip. Da die hemmende fremde Fehlerkontrolle durch die Lehrperson entfällt, hat die Entscheidung des/der Lernenden über den Lösungsweg und die Aufgabenart in jedem Fall einen kreativitätsfördernden Aspekt. Er/Sie kann in Ruhe probieren, falsche Wege verwerfen und neue einschlagen, da das Material die Möglichkeit der Selbstkontrolle beinhaltet.

**Folgende positive Aspekte für einen begabungsfördernden Mathematikunterricht lassen sich aus der Materialarbeit ableiten:**

Durch die Materialarbeit werden nicht nur bestehende intellektuelle Fähigkeiten unserer Kinder trainiert und weiter entwickelt. Durch die Materialarbeit werden wichtige Persönlichkeitsmerkmale, die in der Begabungsentfaltung erwiesenermaßen eine wichtige Rolle spielen, wie Ausdauer, Konzentrationsfähigkeit, Kreativität und Selbstorganisation, trainiert und positiv bestärkt. Im Umgang mit dem Material – durch das bewusste und sorgfältige Hin- und Herräumen, die soziale Arbeitsform, Partnerarbeit oder Kleingruppe - können unsere Kinder soziale Kompetenzen erwerben. Das heißt für uns Lehrer und Lehrerinnen: Durch das Bereitstellen geeigneter Materialien und einfühlsame Begleitung und Unterstützung bei der Arbeit damit, tragen wir nicht nur entscheidend zur Entfaltung ihrer intellektuellen Fähigkeiten bei. Auch die Weiterentwicklung ihrer Persönlichkeit und Menschlichkeit, als eine wichtige Qualität ihrer Begabungen, wird dadurch ermöglicht.

Montessoris Intelligenzauffassung ist heute aktueller denn je. Sie definiert Intelligenz als die Fähigkeit zu unterscheiden, zu ordnen und einzuordnen. Für ein intelligentes Problemlöseverhalten jedoch ist nicht nur die Richtigkeit des Urteils, sondern auch die Schnelligkeit bei der Verarbeitung neuer Reize und Urteilsfindung maßgebend. Die didaktische Aufbereitung ihrer Materialien und die vorbereitete Arbeitsumgebung tragen dieser Auffassung Rechnung.

Grundsätzlich lassen sich unsere Erfahrungen zur Arbeit mit dem Montessori-Material im Hinblick auf die unterschiedlichen mathematischen Begabungen der Kinder folgendermaßen beschreiben: Mathematisch gut begabte Kinder haben bei der Arbeit die Möglichkeit, ihrem Leistungspotenzial entsprechend, auf höherem Niveau zu operieren und sich Inhalte anzueignen, die über dem Level einer 2. Schulstufe liegen. Als Beispiele dazu seien angeführt: Die Durchdringung höherer Zahlenräume mit der Tausenderkette, dem Goldenen Perlenmaterial (bis

Zahlenraum 10 000), das Erlernen schriftlicher Rechenverfahren mit dem Großen Multiplikations- und Divisionsbrett, das Erheben einer Zahl in die 2. und 3. Potenz mit den kurzen und langen Ketten, die Arbeit mit den geometrischen Körpern und die Flächenberechnung. Weniger begabte Kinder können durch die Arbeit mit dem Montessori-Material, ihren Fähigkeiten entsprechend, auf entdeckende und motivierende Art und Weise und durch ihr „Selbst-Tun“, strukturiertes und aufbauendes Wissen erwerben, und sich somit eine fundierte mathematische Grundlage schaffen.

An dieser Stelle möchten wir auf eine Fotoreihe im Ordner „Anhang“ verweisen, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen der Kinder, ihren mathematischen Fähigkeiten entsprechend, mit dem Montessorimaterial dokumentiert.

### 3.1.2 Lernen und arbeiten in der Lernwerkstatt (LW)

Die theoretische Konzeption hinter dem Begriff „Lernwerkstatt“ ist folgende: Die Arbeit in einer LW ermöglicht den SchülerInnen eine aktive Auseinandersetzung mit der Wirklichkeit. Die LW wird den Lehrplananforderungen wie Selbstständigkeit, Selbsttätigkeit, Ganzheitlichkeit, individuelle Förderung, etc. gerecht. Dieses andere Lernen gründet sich in der Überzeugung, dass es die Lernenden selbst sind, die ihr Lernen in der Auseinandersetzung mit ihrer Umwelt bestimmen. Für entdeckende Lernprozesse dieser Art ist auch eine Lernumgebung nötig, die zum Handeln und Experimentieren mit konkreten Gegenständen, wie z.B. Dingen aus der Natur, physikalischen und optischen Gegenständen, Alltagsmaterialien, Impulskarteien und Fachliteratur anregt.

Den Auftakt zum Lernen und Arbeiten in der Lernwerkstatt gab der Besuch von Frau Gerlinde Heil, einer Referentin, die wir als Vortragende bei unserem Lehrgang „Begabungsförderung“ kennen gelernt hatten. Sie kam im April 2010 zu uns in die Klasse und gestaltete mit den Kindern einen spannenden Vormittag zum Thema Längen- und Gewichtsmaße



Ägyptische Königselle  
(Quelle: [www.astromedia.de](http://www.astromedia.de))

Zu Beginn erklärte sie den Kindern die Bedeutung der Bezeichnungen „Elle“ und „Spanne“ und forderte die Kinder auf, verschieden Dinge damit abzumessen (Tisch, Federpennal, Bleistifte, Tür, etc.) und die Ergebnisse zu notieren. Nachdem diese im Plenum vorgelesen wurden, wurde den Kindern bewusst, dass diese unterschiedlich ausfielen. Auf die Frage der Referentin nach dem Grund, kam von einigen Kindern die Antwort, weil diese Maße eben bei jedem unterschiedlich groß sind. Danach bot sie ihnen zwei standardisierte Messgrößen an, nämlich die Ägyptische Königselle (s. oberes Bild) und natürlich das Metermaß. Große Faszination übte natürlich das ägyptische Maß auf die Kinder aus. Den Ursprung, die Bedeutung und die Handhabung sowie einige der Schriftzeichen, die sich darauf befanden, erklärte die Referentin auf die neugierigen Fragen der Kinder. In einem nächsten Durchgang sollten die Kinder erneut Messungen mit den beiden Messgeräten durchführen und

ihre Ergebnisse vergleichen. Beim Arbeiten gewannen die Kinder einige wichtige Erkenntnisse, die nachstehend angeführt werden:

- Die Handhabung des Metermaßes ist durch den genauen Anlegepunkt „0“ und die Unterteilungen bedeutend einfacher als die der Ägyptischen Königselle.
- Beim Anlegen des Ellenmaßes muss man öfter anlegen als beim Metermaß (weil sie eben kürzer ist).
- Welches Ellenmaß war der Ausgang für die Konstruktion dieses Messgerätes, denn diese passte zu keinem ihrer Ellenabstände (vom Ellenbogen bis zum Mittelfinger)? Frau Heil erklärte ihnen, dass es ein fiktives Maß sei, wobei man als Maß für die Konstruktion den Ellenabstand des Pharaos angenommen hatte.

Als nächstes kam der Größenbereich „Gewicht“ an die Reihe. Frau Heil ließ zuerst die Kinder Goldfolie herumreichen und das geringe Gewicht spüren. Danach durften die Kinder in Gruppenarbeit eine Federwaage bauen. Diese wurde geeicht und verschiedene Dinge wurden damit abgewogen – darüber fertigten die Kinder ein Ergebnisplakat an, das den anderen präsentiert wurde.

Den Abschluss bildete eine Einheit über das Mikroskopieren. Den Kindern wurde in einer kleinen Gruppe (2 - 3 Kinder) ein Mikroskop zur Verfügung gestellt. Die Referentin machte sie mit der Handhabung vertraut und brachte ihnen das wissenschaftliche Arbeiten damit näher. Anschließend wurden einige geeignete Objekte am Mikroskop betrachtet (Haar, Stofffaser, ein winziges Stück von einem Papier oder Taschentuch). Indem unsere SchülerInnen winzige Dinge mehrfach vergrößert betrachteten, lernten sie, dass es viel kleinere Maßeinheiten als den Millimeter geben muss. Gleichzeitig wurden sie dabei mit dem Prinzip des maßstabgenauen Vergrößerns bekannt gemacht und manche von ihnen begannen Überlegungen anzustellen, wie viele mm bzw. cm groß nun die Vergrößerung sei. Von selbst kamen die Kinder auf die Idee, ihre Beobachtungen zu dokumentieren, sprich den Namen der untersuchten Objekte aufzuschreiben und eine Zeichnung der am Mikroskop betrachteten Struktur zu zeichnen. Die kleinen ForscherInnen wollten ihre Ergebnisse stolz den Eltern zeigen. Später wurden diese Zeichnungen am Gang aufgehängt und den anderen Kindern und KollegInnen präsentiert.

Abschließend möchten wir festhalten, dass dieser Vormittag den Kindern einen spannenden und freudvollen Zugang zum Thema „Größen“ geboten hat. Die Einsicht, dass Messen mehr ist, als trockenes Rechnen und Umwandeln in der Größentabelle, und dass das Bescheidwissen darüber durchaus im Alltag nützlich sein kann, stellte sich bei den Kindern mit Leichtigkeit ein.

Eine Fotoreihe im Ordner „Anhang“ gibt Einblicke in das praktische Arbeiten dieses Vormittags.

Durch diesen anregenden Vormittag äußerst motiviert und voll Elan in diese Richtung weiter zu arbeiten, stellten wir einen Arbeitsplan zum Thema Größen bis Schulschluss auf, der eine allgemeine Werkstatt zum Thema „Größen“, und vier weitere Werkstätten zu den Teilbereichen „Längen“, „Gewicht“, „Hohlmaße“ und „Geld“ vorsah.

Leider konnten wir dieses Vorhaben auf Grund der schwierigen Umstände an unserer Schule - unsere Schulleiterin ist zu Beginn des Schuljahres erkrankt und fiel bis Ostern ganz, danach teilweise aus, wodurch viele Begabungsförderungsstunden im Team ausfallen mussten, da die Teamlehrerin immer wieder zum Supplieren

herangezogen werden musste - nicht in der Praxis umsetzen. Für das kommende Schuljahr haben wir allerdings die Realisierung dieser Werkstätten in jedem Fall fix eingeplant.

Die allgemeine Werkstatt zum Thema „Größen“ haben wir jedoch bereits genau vorbereitet. Darüber möchten wir einen Überblick geben.

### 1. Phase: Material - Durchsicht

Lernlandschaft mit Materialien zu den verschiedenen Größen, Kinder gehen herum, suchen sich einen Bereich aus, der sie interessiert, und überlegen sich dazu eine Frage. Diese Frage sollten sie nicht sofort beantworten können, sie sollten dazu länger forschen. Hier ein Überblick über die Materialien:

- Längen: Gegenstände zum Abmessen - Holzleisten unterschiedlicher Länge, Stoff- bzw. Tapetenreste, Bleistifte, Radiergummis, Büroklammern; unterschiedliche Messgeräte – Maßbänder unterschiedlicher Art, Messlatten, Lineale;
- Gewichte: unterschiedliche Dinge zum Wägen, davon einige als Spielzeugmodelle in Miniaturgröße ( Hund, Katze, Maus, Delfin, Auto, Dinosaurier, Löwe,...), Tafel Schokolade, Zuckerpackung, Kugelschreiber, Heftklammer, verschiedene Waagen – Balkenwaage, elektrische Waage, Federwaage, Apothekerwaage
- Geld: unterschiedliche Münzen, Spiel „Monopoly“, Kaufmannsladen, Süßigkeiten gleicher Art unterschiedlich ausgepreist, z.B. 1 Packung Naps mit 5 Stück um 1,5 € und 1 Packung Naps mit 10 Stück um 2,5 €
- Hohlmaße: bezüglich Form und Inhalt unterschiedlichste Flaschen und Gefäße, Kübel, eine kleine Badewanne und verschiedene skalierte Messbehälter

### 2. Phase: Fragestellung der Schüler/Innen

In dieser Wuselphase werden die einzelnen Fragen formuliert, auf Post-it's notiert und auf der Tafel angebracht. Die Fragen könnten beispielsweise so lauten:

- Wie lang und wie breit ist meine Schultasche und wie lang und wie breit die meiner MitschülerInnen?
- Wie sieht eine 1m lange Holzleiste aus? – Modellmaße selbst anfertigen und verschönern
- Wie lang und wie breit sind die Gegenstände in meiner Schultasche?
- Wie viel Stoff brauche ich um für das Fenster meines Puppenhauses einen Vorhang zu nähen?
- Wie lang ist mein Schulweg und wie lange gehe ich in einer Woche, wenn ich die täglichen Entfernungen zusammenzähle?
- Wie kann ich eine Waage bauen?
- Wie schwer ist mein Haustier und wie viel frisst es an einem Tag/pro Woche?
- Wie sieht das bei den Haustieren meiner Mitschüler und Mitschülerinnen aus?
- Wie schwer ist ein Löwe/Elefant,...?

- Wie kann ich einen Haufen Münzen am schnellsten zählen?
- Was kostet ein selbst gemachter Kuchen und was kostet ein gekaufter?
- Sind mehr Münzen/Scheine mehr wert?
- Wie lange muss ich sparen, um mir ...kaufen zu können?
- Passt in ein hohes Gefäß mehr als in ein niedriges?
- Der Inhalt wie vieler 1l Flaschen passt in mein kleines Planschbecken?

### 3. Phase: Zeitplan fixieren

Oktober – November 2010, 4 Wochen, jede Woche 2x ca. 1,5 Stunden

### 4. Phase: Arbeitsphase

In dieser Phase werden die Fragen nach Größenbereichen geordnet und die einzelnen Arbeitsgruppen eingeteilt. In der Kleingruppe, z.B. zum Bereich „Längenmaße“ beschäftigen sich die Kinder zwar mit ihrer eigenen Frage, aber sie tauschen untereinander Ergebnisse und Materialien aus. Gegen Ende jeder einzelnen Arbeitsphase muss jedes Kind ein schriftliches Dokumentationsblatt über den Lernfortschritt ausfüllen– die einzelnen Dokumentationsblätter werden lerntagebuchartig in einer Mappe verwahrt.

### 5. Phase: Präsentation der Ergebnisse

In dieser Phase werden die entstandenen Ergebnisse einmal den anderen Gruppen, dann der Parallelklasse und schließlich im Rahmen der KDL-Gespräche den Eltern präsentiert.

Hier eine Übersicht über mögliche Ergebnisse:

- Modelle der Maßeinheiten – km-m-dm-cm-mm – werden aus Holzleisten selbst hergestellt, und verziert (Werklehrerin wird mit eingebunden). Das Modell der Maßeinheit Kilometer besteht in dem Fall aus zehn 1m-langen Holzleisten, wobei hier der Begriff „Maßstab“ eingeführt werden muss. Ein Zentimeter am Modell würde dann für einen Meter in der Wirklichkeit stehen. Die Kinder könnten auch versuchen, den Kilometer mit Hilfe von Wollresten darzustellen.
- Plakate über das Gewicht verschiedener Haustiere, Zootiere und Autos
- Aufstriche und Kuchen selbst kochen/backen (mit Hilfe von Erwachsenen), die dazu notwendigen Einkaufslisten erstellen und Preisvergleiche zu gekauften Produkten herstellen

## **3.1.3 Offene Aufgabenstellungen im Mathematik-Unterricht**

Unter offenen Aufgabenstellungen versteht man Aufgaben, bei denen im Unterschied zu geschlossenen Aufgaben, ungenaue Ausgangswerte vorgegeben sind und es keinen vorgegeben Lösungsweg gibt. Bei geschlossenen Aufgaben, wie sie im traditionellen Unterricht meist vorkommen, gibt es einen eindeutigen Lösungsweg,

der häufig in Form eines Beispiels vorgegeben ist. Die Aufgabe kann dann mit Hilfe dieses Lösungsschemas gelöst werden. Vor allem für schwache Schüler und Schülerinnen bietet das eine große Sicherheit, die aber schlussendlich nicht zum eigentlichen Verständnis der Mathematik führt.

Daher sollten immer wieder offene Aufgabenstellungen angeboten werden. Dadurch wird den SchülerInnen laufend die Möglichkeit geboten, eine gewisse Frustrationstoleranz zu entwickeln, da sie erkennen, dass sie auch durch Nachdenken zu einer Lösung gelangen können. Nicht immer muss sofort klar sein, wie die Aufgabe gelöst werden kann.

Weiters deckt das Bearbeiten offener Aufgaben manchmal Verständnisschwierigkeiten auf, die dann gemeinsam mit dem Lehrer / der Lehrerin geklärt werden können.

Besonders wichtig ist aber die Notwendigkeit, Vorwissen zu Vernetzen und die Problemlösefähigkeit zu trainieren.

Auf offene Aufgabenstellungen stießen wir über den Tipp einer Kollegin, die uns im Vorjahr das Buch „Offene Aufgaben für individuelles Lernen im Mathematikunterricht der Grundschule“ von Renate Rasch empfahl. Bei dieser Art von Aufgabenstellungen ist die Möglichkeit gegeben, dass die Schüler und Schülerinnen Aufgaben entsprechend ihrem individuellen Leistungsniveau lösen können. Weiters regen die Aufgaben zu Eigenaktivität und Produktivität an und es ist eine Vielfalt an Bearbeitungsmöglichkeiten, auch hinsichtlich Umfang und Tiefe, gegeben.

Nicht nur dem Lehrer oder der Lehrerin kann dadurch das Wissen der Kinder gezeigt werden, das Kind selbst erkennt, was es schon alles weiß. Immer wieder kommen die Kinder auf die Idee, Analogien zu bilden, und können diese Lernerfahrungen auch bei anderen Aufgaben anwenden. Die SchülerInnen werden dazu aufgefordert, ihre eigene Leistungsfähigkeit richtig einzuschätzen. Auch der Umgang mit Fehlern ist bei dieser Art von Aufgaben ein Teil des Lernprozesses. Da sich die Kinder in Arbeitsgebiete hineinwagen, die oft über die in der Schule erlernten Bereiche hinausgehen, können Fehler entstehen. Es bleibt dem Lehrer oder der Lehrerin überlassen, Wert schätzend damit umzugehen. Manchmal wird es genügen, das richtige Ergebnis neben das fehlerhafte zu schreiben, ein anderes Mal kann ein Problem unter vier Augen, aber auch im Klassenverband gemeinsam, besprochen werden, ab und zu kann ein einzelner Fehler einmal ignoriert werden.

Renate Rasch rechtfertigt den Einsatz offener Aufgaben unter anderem damit, dass Raum für das sich neben dem systematischen Lehrgangsaufbau entwickelnde Wissen bleibt, produktives Mathematiklernen im Unterschied zum reproduktiven Tun möglich ist und genügend Raum für die Leistungsfähigkeit jedes einzelnen Schülers / jeder einzelnen Schülerin bleibt.

Diese dritte Säule unserer Bemühungen, den Mathematik-Unterricht zu differenzieren, ist zwischendurch immer wieder einsetzbar. Für unsere ersten Versuche haben wir uns strikt nach Renate Rasch gehalten und waren von den Ergebnissen überrascht und begeistert. Jedes Kind konnte die Aufgabe, die für alle gleich gestellt war, seinem Können entsprechend lösen.

Ein Beispiel von Renate Rasch:

Deine Rechenzahl ist 5.

Schreibe alle Aufgaben auf, die du mit 5 bilden kannst.

Manche Kinder blieben im bereits allgemein gesicherten Zahlenraum 20, andere tasteten sich von  $1+4=5$  langsam bis zu Rechnungen wie  $10\ 000 + 5 = 10\ 005$  oder  $3000 + 4000 + 1000 + 5 = 8005$  vor.

Davon begeistert, waren wir motiviert, verstärkt in diese Richtung weiterzuarbeiten. Mit der Zeit trauten wir uns und den Kindern immer mehr zu, und boten ihnen Offene Aufgaben auch aus anderen Quellen an, wie z.B. aus den Büchern „Mathe für kleine Asse“ oder „Lernumgebungen für Rechenschwache und Hochbegabte“ (genaue Angaben darüber s. Literaturverzeichnis). Wir bemühten uns auch diese Offenen Aufgaben in Gruppen zu ordnen, je nachdem welche mathematischen Fähigkeiten wir damit zu fördern beabsichtigten, und räumten ihnen einen fixen Platz im Wochenstundenplan ein.

Im Folgenden möchten wir diese Aufgabengruppen mit dazu passenden Praxisbeispielen anführen:

- Einsatz heuristischer Mittel

Wer parkt neben wem?

In der Garage parken ein grünes, ein weißes, ein blaues und ein rotes Auto nebeneinander. Das blaue Auto parkt direkt neben dem grünen, aber nicht neben dem roten Auto. Das rote Auto parkt nicht neben dem weißen.

Welches Auto parkt direkt neben dem weißen Auto?

Die Kinder kommen nun bald auf die Idee, durch das Verwenden von Abkürzungen verschiedene Möglichkeiten zu notieren. Dabei schreiben sie zuerst die Möglichkeiten auf, für die der zweite Satz zutrifft. Abschließend müssen sie noch herausfinden, für welche dieser Lösungen auch der dritte Satz zutrifft.

z.B.: b g w r

b g r w

w b g r

r w b g

- Problemlösung durch systematisches Probieren

Als ich geboren wurde, war meine Mutter 24 Jahre alt. Inzwischen ist sie dreimal so alt wie ich. Wie alt bin ich?

Bei diesem Beispiel bietet es sich an, eine Tabelle anzulegen und jeweils das Alter des Kindes und der Mutter einzutragen. Irgendwann kommt man zur korrekten Lösung.

- Problemlösung durch das Anwenden des Analogieprinzips



Beim Analogieprinzip werden zur Lösung der Aufgabe bekannte einfache verwandte Aufgaben als Hilfestellung benutzt. Es kann auch eine analoge, einfachere Aufgabe gesucht werden und die dabei entstandene Lösungsidee kann auf die eigentliche Aufgabe übertragen werden.

Ganz einfach ist es bei dem Beispiel:  $20+40=60 \Rightarrow 2+4=6$

Beim 1x1-Rechnen kann man auch zu folgender Analogie kommen:

$1 * 8 = 8$	$2 * 4 = 8$
$2 * 8 = 16$	$4 * 4 = 16$
$3 * 8 = 24$	$6 * 4 = 24$
usw.	usw.
$9 * 8 = 72$	$18 * 4 = ?$

- Problemlösung durch Vor- bzw. Rückwärtsrechnen

Beim Vorwärtsrechnen wird von einer vorgegebenen Anfangssituation ausgegangen, und man kommt – unter Umständen über Zwischenschritte - zum angesteuerten Ziel.

Die Aufgabenstellung könnte zum Beispiel so aussehen:

Ziehe 3 Ziffernkärtchen. Bilde damit alle möglichen Zahlen und ordne diese zum Schluss der Größe nach.

Ein Beispiel für das Rückwärtsrechnen ist die „7-Tore-Aufgabe“ aus <http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienIPN/Bruder.pdf>:

*Ein Mann geht Äpfel pflücken. Um mit seiner Ernte in die Stadt zu kommen, muss er 7 Tore passieren. An jedem Tor steht ein Wächter und verlangt von ihm die Hälfte seiner Äpfel und einen Apfel mehr. Am Schluss bleibt dem Mann nur ein Apfel übrig. Wie viele hatte er am Anfang?*

- Logisches schlussfolgerndes Denken:

Im Garten blühen 8 rote Blumen, 5 gelbe Blumen und 7 violette Blumen. Wenn du nun in der Nacht hinausgehst, um einen Strauß zu pflücken, siehst du leider die Farben nicht. Wie viele Blumen müsstest du pflücken, um von jeder Farbe mindestens eine zu haben.

- Kreativitätsfördernde Aufgaben – eine Aufgabe mit vielen Lösungswegen

Ein Hase läuft einem Igel hinterher. Der Igel hat am Anfang 100 Schritte Vorsprung. Ein Schritt des Hasen ist so lang wie 5 Igelschritte. Angenommen, beide machen in der gleichen Zeit gleich viele Schritte. Nach wie vielen Schritten hat der Hase den Igel eingeholt?

Die Schüler und Schülerinnen habe bei so einem Beispiel die Möglichkeit, Tabellen anzulegen. Sie können aber genauso gut mithilfe von Skizzen zu einem Ergebnis gelangen.

Noch mehr Kreativität lässt Renate Rasch bei ihren Sachaufgaben zu. Diese lauten beispielsweise:

*In einem Schloss spuken Gespenster. Sie spuken in zwei Zimmern, im Kaminzimmer und im Schlafgemach des Königs. Schreibe eine Rechengeschichte. Schreibe, zeichne, rechne.*

Hierbei sind die Kinder aufgefordert, eigene Fragen zu stellen. Da auch keine Zahlen vorgegeben sind, kann auch der Zahlenraum selbst gewählt werden.

## **3.2 Ergebnisse**

Es war und ist für uns sehr spannend, die SchülerInnen auf diese Weise zu fordern und zu fördern. Es stellt sich allerdings die Frage, ob die Kinder durch diese Art des Unterrichtes wirklich einen anderen Zugang zu Mathematik bekommen, beziehungsweise, ob sich ihre Leistungen dadurch steigern können. Wir wollten jedoch zu allererst feststellen, ob der vom Lehrplan geforderte Stoff ebenfalls beherrscht wird. Theoretisch hätte es ja passieren können, dass die SchülerInnen der Projektklasse zwar viel Freude an Mathematik haben, gerne Knobelaufgaben lösen und über mathematische Probleme diskutieren, aber auf Grund der von manchen abwertend als „Spielereien“ bezeichneten Sequenzen der vom Lehrplan geforderte Lehrstoff zu kurz kommt.

Um zu messbaren Ergebnissen zu kommen, haben wir versucht, anhand einer anderen zweiten Klasse den Leistungsstand der SchülerInnen am Ende der zweiten Klasse zu vergleichen. Dabei war uns wichtig, dass die Vergleichsklasse eine ähnliche Klassenkonstellation hat und zusätzlich sollte sie das gleiche Mathematik-Buch verwenden. Gerade das von uns verwendete Schulbuch „Matheprofis“ ist ein Buch, das die Kinder immer wieder zu eigenständigem Denken anregt, sie auffordert, selbst Lösungen zu finden beziehungsweise Fragen zu stellen. Natürlich haben wir dieses Buch bewusst ausgewählt, aber die Motivations- und Leistungssteigerung soll ja nicht nur von der Wahl des Unterrichtswerkes abhängen. Wir wollen vor allem evaluieren, ob durch die Vielzahl der von uns gebotenen Forder- und Förderangeboten ein höherer Leistungszuwachs beziehungsweise eine positivere Grundstimmung zum Thema Mathematik erreichbar ist.

### **3.2.1 Lernstandserhebung über den Stoff der 2. Schulstufe**

Ende April stellten wir nun ein Rechenquiz mit Aufgaben zum Stoff der 2. Klasse zusammen. Darin waren auch Aufgaben enthalten, die zu diesem Zeitpunkt noch nicht im Klassenverband erarbeitet worden waren (z.B. Divisionen, Textaufgaben zum Verdoppeln und Halbieren, etc.). (siehe Anhang)

Bei der Auswertung der Ergebnisse konnten wir auf den ersten Blick erkennen, dass die Vergleichsklasse im Schnitt 19,6 von 45 Punkten erreicht hatte, die von uns auf die beschriebene Art geförderte Klasse einen Schnitt von 24,8 Punkten erreichen konnte.

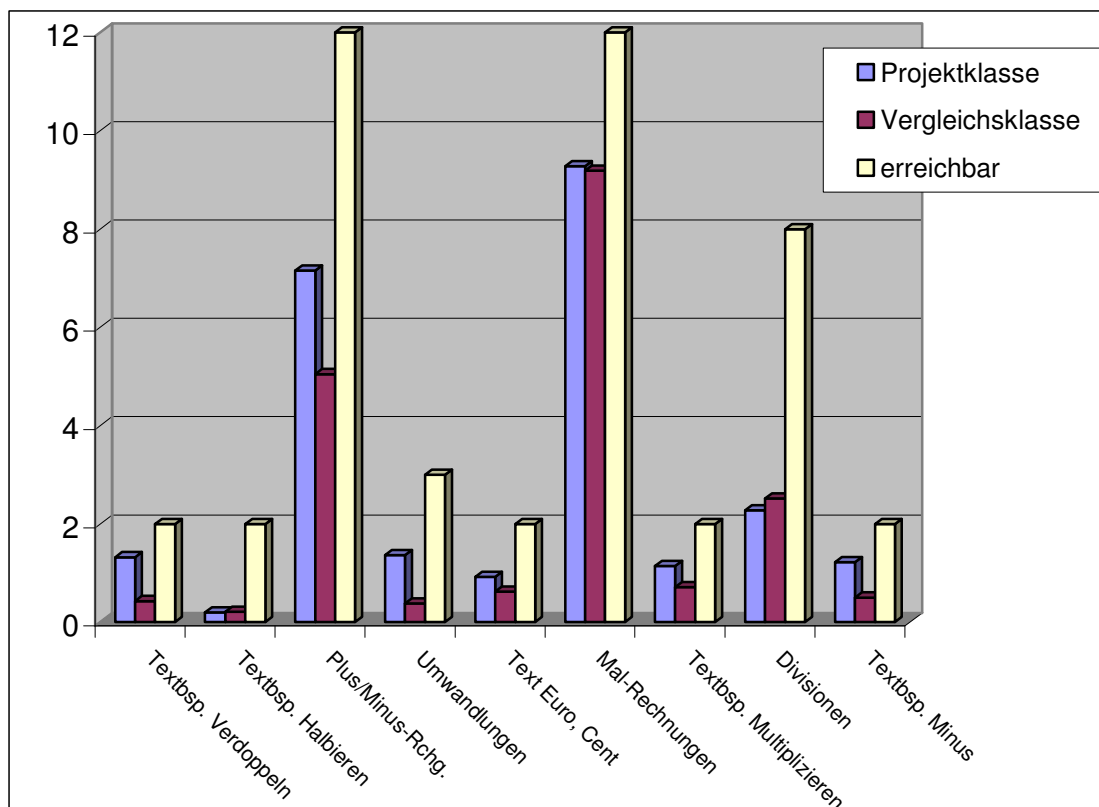
In beiden Klassen war erkennbar, dass länger zurück liegender Stoff, wie in diesem Fall das Addieren und Subtrahieren zweistelliger Zahlen mit Zehnerüberschreitung, einigen Kindern große Schwierigkeiten bereitete, der aktuell geübte Stoff aber im Großen und Ganzen sehr gut beherrscht wurde. Das war natürlich zu erwarten, denn

dass länger nicht geübte Rechenarten in Vergessenheit geraten, wissen wir alle. Die Projektklasse schnitt trotzdem bei diesen Aufgaben deutlich besser ab, da die SchülerInnen, unserer Meinung nach, gewohnt sind, sich selbst Lösungsstrategien zu suchen. Außerdem haben sie im Zuge der Freiarbeit nach Montessori immer wieder die Möglichkeit, selbst zu bestimmen, was sie üben möchten. Dadurch kommt es immer wieder zur Wiederholung und Erweiterung ihres Wissens. Ein besonders wichtiger Aspekt ist allerdings sicher der, dass die Kinder durch das selbstständige Erarbeiten, die aktive Auseinandersetzung mit dem Lernstoff und den handelnden Umgang mit den Materialien die Rechenvorgänge besser verstehen und durch die unterschiedlichen Zugänge ein vernetztes Denken eintritt. Daher ist dieses Wissen immer wieder abrufbar.

Nach Aufgaben geordnet sah es nun so aus, dass unsere Klasse im Schnitt immer mehr Punkte erreichte, außer bei den Teilaufgaben. Bei dieser Aufgabenstellung waren in unserer Klasse von 8 Aufgaben im Durchschnitt 2,28 Ergebnisse richtig, bei der Vergleichsklasse 2,52. Bei einem Textbeispiel, bei dem das 1x1 eingesetzt hätte werden können, gab es jedoch in unserer Klasse 11 richtige Lösungen, in der Vergleichsklasse 7. Bei einer anderen Sachaufgabe, die mit einer Subtraktion zu lösen gewesen wäre, gab es in der Projektklasse 10 richtige Antworten, in der anderen Klasse lediglich 3.

Auffallend war, dass sich die SchülerInnen der Vergleichsklasse mit Textaufgaben mit unbekanntem Aufgabenstellungen größtenteils gar nicht auseinandersetzten. Im Gegensatz dazu versuchten „unsere“ SchülerInnen, ihr Wissen anzuwenden und konnten so auf unterschiedliche Arten häufig zu einem richtigen Ergebnis oder zumindest zu einem richtigen Ansatz kommen.

Anhand einer Grafik wollen wir diese Ergebnisse auch optisch darstellen.

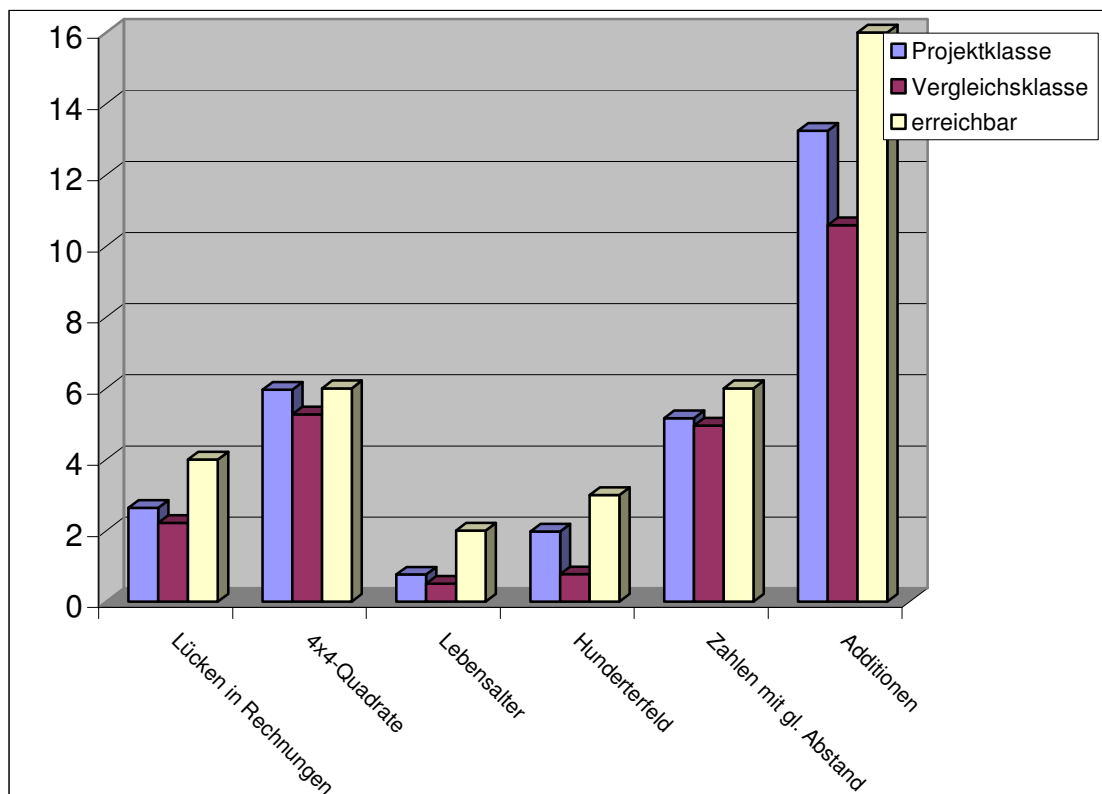


### 3.2.2 Logikaufgaben unabhängig vom Stoff der 2. Schulstufe

Ende des Monats Mai stellten wir ein zweites Rechenquiz zusammen, bei dem es nicht um herkömmliche Aufgaben wie Addieren, Subtrahieren, etc. ging. Vielmehr standen Knobelaufgaben im Vordergrund, wobei der Zahlenraum auf 100 beschränkt war. Die Aufgaben waren so gewählt, dass vor allem logisches Denken, Anwenden des bereits erworbenen Wissens aber auch das mathematische Vorstellungsvermögen gefragt waren. (siehe Anhang)

Wieder möchten wir hier das Ergebnis grafisch darstellen:

Bei dieser Art von Aufgaben erreichte die Projektklasse bei jeder Aufgabe mehr Punkte, insgesamt erreichte jedes Kind im Durchschnitt um 5,4 Punkte mehr. Interessant war, dass bei der vierten Aufgabe der Punkteabstand besonders hoch war. Bei diesem Beispiel ging es darum, das Hunderterfeld genau zu betrachten und Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und zu verbalisieren. Während in der Projektklasse nur ein Kind dabei gar keinen Punkt erreichte, waren das in der Vergleichsklasse zwölf Kinder. Da die Aufgaben in beiden Klassen von der gleichen Lehrerin erklärt und durchgeführt wurden, dürfte es nicht daran liegen, dass sie unterschiedlich erklärt wurden. Vielmehr führen wir es darauf zurück, dass wir die SchülerInnen im Laufe des Projekts dazu geführt haben, auf Gesetzmäßigkeiten zu achten, kritisch zu denken und auch bei vollkommen unbekanntem Aufgabenstellungen die eigene Meinung zu vertreten.



### **3.2.3 Sonstige Beobachtungen**

In der Projektklasse werden statt eines Notenzeugnisses KDL-Gespräche geführt. Dabei stellen die SchülerInnen ihren Eltern im Rahmen eines ungefähr 20 Minuten langen Gespräches ihre Arbeiten vor und erklären verschiedene Materialien.

Dass wir mit unserer Arbeit am richtigen Weg sind, finden wir auch dadurch bestätigt, dass so gut wie jedes Kind bei den KDL-Gesprächen Montessori-Materialien vorstellen möchte, beziehungsweise gern Einträge in seinem Freiarbeitsheft zu diesen Unterrichtssequenzen präsentiert. Auch Offene Aufgaben wurden häufig vorgestellt. Die Kinder sind stolz auf die von ihnen selbstständig gelösten Aufgaben, nehmen das Material gern in die Hand und haben auch bei vorangegangenen KDL-Gesprächen erfahren, dass sie dabei ihren Eltern etwas Neues zeigen können. Die Reaktionen der Eltern waren immer wieder Überraschung und starkes Interesse bei diesen Sequenzen der Gespräche, da das für sie großteils eine neue Art von Mathematik-Unterricht war. Sie gaben den Kindern immer wieder zu verstehen, dass auch sie gerne so in ihrer Schulzeit Mathematik gelernt hätten.

## **4 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE**

### **4.1 Beobachtung der Persönlichkeitsentwicklung der Kinder**

Durch die Arbeit mit dem Montessorimaterial entwickelten die Kinder nicht nur große Sicherheit und eine fundierte Zahlenvorstellung im vom VS-Lehrplan der 2. Schulstufe geforderten Zahlenraum 100. Durch das Lernen im eigenen Arbeitstempo und mit den geeigneten Materialien, z.B. Goldenes Perlenmaterial, Tausenderkette, Quadrat- und Kubikketten, wurde auch eine solide Basis für den Ausbau des Zahlenraumes bis 1000 und darüber und für dessen rechnerisches Operationsverständnis aufgebaut.

Durch die Materialarbeit können die Kinder jedoch nicht nur ihre intellektuellen Fähigkeiten weiter entwickeln. Auch ihre Persönlichkeit und soziale Kompetenz kann sich dabei positiv entfalten. Gerade bei Kindern, denen es schwer fällt auf ihrem Arbeitsplatz eine gewisse Ordnung und Übersicht zu behalten und ihr Lernen zu organisieren, konnten wir eine deutliche Verbesserung beobachten. In der Klassengemeinschaft gelingt die Herangehensweise und Lösung von Aufgaben in der Gruppe oder im Team auch immer besser.

Beim regelmäßigen Anbieten offener Aufgabenstellungen konnten wir beobachten, dass die Kinder einerseits zum Fragenstellen angeregt wurden, andererseits die gestellten Aufgaben ihrem Können entsprechend lösen konnten. (s. Pkt. 3.1.3) Auffallend dabei war, dass sie durch diesen offenen Umgang mit mathematischen Problemstellungen eine höhere Selbsteinschätzungscompetenz entwickelten und sich ihr Verständnis für mathematische Problemlösungen permanent verbesserte und vertiefte.

## 4.2 Unterschied zur Vergleichsklasse

Wie bereits unter Pkt. 3.2. ausführlich beschrieben, konnten beim Evaluieren der Quizergebnisse messbare Unterschiede zur Vergleichsklasse festgestellt werden. Grundsätzliche Aspekte dabei sind – unserer Meinung nach - die offene und selbstbewusste Art unserer Kinder, an die gestellten offenen Aufgaben heran zu gehen. Deutlich auszumachen war auch ihr freudvoller Umgang im Allgemeinen mathematischen Problemstellungen gegenüber und die Bereitschaft, sich für einen Lösungsweg anzustrengen, der nicht von vornherein klar vorgegeben ist. Wir gehen davon aus, dass dies zum Großteil auf unseren oben beschriebenen wohlüberlegten und vielseitigen Unterricht zurückzuführen ist. Die Kinder erfahren immer wieder, dass sie auch über Irrtümer zu Lösungen kommen können, dass Fehler vorkommen, und aus ihnen gelernt werden kann, und dass es Spaß macht, durch intensive Überlegungen zu einem Ergebnis zu kommen. Da sie sich nicht darauf beschränken können, Wissen zu reproduzieren und nach eingeübten Mustern zu arbeiten, müssen sie sich regelmäßig aktiv mit dem angebotenen Lehrstoff auseinandersetzen, die unterschiedlichen Rechenvorgänge hinterfragen und sinnvoll anwenden. Die Folgen davon sind, dass die Kinder den Stoff besser verstehen, ihr Wissen jederzeit abrufen können und es vernetzt einsetzen können.

## 4.3 Verstehendes Lernen muss weiter forciert werden

Immer wieder wird versucht, die Leistungen unterschiedlicher Schulsysteme europaweit, aber auch weltweit zu vergleichen. Auf Grund von PISA-Studien oder TIMSS-Ergebnissen werden die jeweiligen Bildungssysteme bewertet, verglichen, kritisiert und analysiert. Die Aufregung um die letzte PISA-Studie war groß, die Kritik an Österreichs Schulsystem und am Lehrkörper war nicht zu überhören. Rufe nach einer Schulreform wurden laut, und wie man weiß, ist die Regierung dabei, neue Wege zu finden.

Auch bei den TIMSS-Ergebnissen aus dem Jahre 2007 (siehe [http://www.bifie.at/sites/default/files/2010-06-09 TIMSS-EB.pdf](http://www.bifie.at/sites/default/files/2010-06-09_TIMSS-EB.pdf)) schnitten Österreichs Schüler und Schülerinnen bei den Mathematikleistungen nicht besonders gut ab. Im internationalen Vergleich lagen sie noch im Mittelfeld, im Vergleich zu den anderen EU-Ländern rutschte Österreich auf Platz 9 von 14 teilnehmenden Ländern ab. Die Leistungen der österreichischen Schüler und Schülerinnen haben sich sogar im Vergleich zu der letzten Studie aus dem Jahre 1995 signifikant verschlechtert. Das war nur bei drei anderen Ländern auch so. Bei acht von 16 vergleichbaren Ländern verbesserte sich die durchschnittliche Mathematikkompetenz in diesem Zeitraum und bei vier Ländern blieb sie annähernd unverändert.

Die Aufgaben der TIMSS-Studie können nach mathematischen Inhalten in die Teilbereiche *Zahlen*, *geometrische Formen* und *Maße* sowie *Darstellen von Daten* untergliedert werden. Eine andere Möglichkeit ist die Unterscheidung nach kognitiven Prozessen, die zur Lösung der jeweiligen Aufgabe erforderlich sind. Diese Teilbereiche sind das *Wissen um Fakten und Prozeduren*, *die Anwendung von Gelerntem auf Routinesituationen* und *das Begründen Wissen auf neue Situationen, Kontexte und Nichtroutine-Aufgaben zu übertragen*. Nur wer versteht, was er gelernt hat, kann diese Aufgaben erfolgreich lösen.

Bestärkt durch die Ergebnisse unserer Evaluierung, hoffen wir, dass die Schüler und Schülerinnen von dem von uns eingeschlagenem Weg profitieren und wir dieses verstehende Lernen bestmöglich unterstützen können. Schon im kommenden Schuljahr bietet sich für unsere Kinder die Gelegenheit, beim „Känguru der Mathematik“ teilzunehmen und somit das eigene Wissen mit vielen Gleichaltrigen zu vergleichen. Wir sind uns bewusst, dass das Lernen der Schüler und Schülerinnen von vielen Faktoren abhängt und dass unser Beitrag nur ein Puzzlestein im Lernprozess des Einzelnen ist. Trotzdem sind wir überzeugt, dass wir einiges bewegen konnten und auch in Zukunft bewegen werden.

## 4.4 Überlegungen für die Zukunft

Bestärkt durch diese Beobachtungen und Ergebnisse wollen wir auf diesem Weg bleiben und unseren Unterricht auch weiterhin auf die individuelle Förderung und Motivation der Kinder und positive Stärkung ihrer Persönlichkeit ausrichten.

Auf Grund der im vorliegenden Bericht beschriebenen schulischen Gegebenheiten – alte öffentliche Schule, in der alternative Unterrichtsmethoden gerne angenommen werden, aber nicht als offizielles Schulprofil deklariert sind, daher fehlen auch die finanziellen Mittel, um die Klassen entsprechend mit Material auszustatten - wird es in dieser Klasse nie möglich sein, rein nach der Montessori-Methode zu arbeiten. Auch haben wir bei unserer Projektarbeit die Erfahrung gemacht, dass es unseren Kindern gut tut, unterschiedliche Methoden und Materialien angeboten zu bekommen. Dadurch kann ihren unterschiedlichen Lerntypen besser entsprochen werden. Auch der Lernwerkstatt-Unterricht als alleinige Methode ist in unserer Schule in der Praxis nicht durchführbar, da nirgends Platz ist, um Werkstättenmaterial und liegen gebliebene Arbeiten zu lagern. Jedoch wollen wir auch im kommenden Schuljahr die Herausforderung, unsere Kinder trotz dieser einengenden Umstände bestmöglich zu fördern, gerne meistern. Dieses Vorhaben möchten wir durch eine ausgewogene Mischung zwischen Montessorifreiarbeit, Lernwerkstattunterricht und offenen Aufgabenstellungen umsetzen. Dazu einige geplante Schwerpunkte:

- Der Lernwerkstattunterricht zum Thema Größen, s. Planung unter Punkt 3.1.2., ist fixer Bestandteil unseres Mathe-Unterrichts. Wenn diese Methode schon gut funktioniert und sich der Aufwand für uns in einem vernünftigen Rahmen hält, wollen wir dies auch im Sachunterricht durchführen.
- Wir planen eine verstärkte Arbeit mit außerschulischen Institutionen, wie z.B. dem Mathehaus, dem Technischen Museum, und die Teilnahme am Wettbewerb „Känguru der Mathematik“, der erst ab der 3. Schulstufe möglich ist.
- Um den individuellen Leistungszuwachs unserer SchülerInnen besser in Bezug zu unseren Unterrichtsmethoden setzen und messen zu können, möchten wir dem Beobachten der Kinder und der Dokumentation ihres Lernfortschrittes – z.B. durch Vergleiche mit Parallelklassen, Elterngesprächen, ... - in unserem Unterricht mehr Platz einräumen.

## 5 TIPPS FÜR ANDERE LEHRKRÄFTE

Wie bereits in der Einleitung festgehalten arbeitet an unserer Schule ein überschaubares Lehrerteam, in dem Kommunikation groß geschrieben wird. Sowohl in informellen (Pause, zwischendurch am Gang) als auch in formellen Gesprächen – Berichte bei Konferenzen - lassen wir unser Kollegium an unseren Projekterfahrungen teilhaben.

Zwei grundsätzliche Überlegungen sind unserer Meinung nach für das Gelingen des Projektes von besonderer Bedeutung:

- Die eigene Unterrichtskonzeption im Hinblick auf individuelles, zielgerichtetes Fordern und Fördern unserer SchülerInnen hinterfragen und die Bereitschaft, sich im Rahmen adäquater Fortbildungen mit innovativen pädagogischen Fragen auseinanderzusetzen.

Wenn wir als Lehrende unsere Kinder als eigenständige Wesen mit unterschiedlichen Begabungen wahrnehmen, und darauf basierend unser pädagogisches Tun darauf fokussieren, einen Lernfortschritt zu erzielen, indem man diesen unterschiedlichen Begabungen Rechnung trägt, schaffen wir schon einmal die Basis für ein individuelleres, persönlicheres und offeneres Unterrichten. Unsere eigenen Stärken im naturwissenschaftlichen und mathematisch-logischen Bereich stellen unsere Motivationsgrundlage für Fortbildungen in den Bereichen Montessoripädagogik und Begabungsförderung dar. Durch die Bereitstellung unterschiedlicher Methoden und Materialien, die verschiedene mathematische Gebiete abdecken, unterschiedlich anspruchsvoll sind und viel Raum für eigenes Tun zulassen, möchten wir unseren Mathematik-Unterricht offener gestalten und individuelles Fördern und Fordern umsetzen. Neben individuellem Lernfortschritt sind uns bei der Arbeit mit diesen Methoden die Förderung von Selbstständigkeit und Eigenverantwortung der Lernenden (lernen aus Fehlern in der Montessorifreiarbeit, bei offenen Aufgabenstellungen und im Rahmen der KDL-Gespräche im Sinne eines förderlichen Leistungsfeedbacks) und der sozialen Kompetenz durch Aufgaben, die in der Gruppe zu lösen sind, wie z.B. bei offenen Aufgabenstellungen oder in der Lernwerkstatt, zwei weitere wichtige Anliegen.

- Zusammenarbeit im Lehrerteam und die Einbeziehung schulischer und außerschulischer Personen in das Projekt

Eine harmonische Zusammenarbeit zwischen KlassenlehrerIn und TeamlehrerIn, bei der eigene Stärken, Erfahrungen und Erkenntnisse eingebracht werden können, trägt unserer Meinung nach entscheidend zum Gelingen des Projektes bei. Die Einbeziehung der Schulleitung erachten wir aus zweierlei Gründen für wichtig: zum einen hinsichtlich der eigenen pädagogischen Erfahrungswerte, wie es bei unserem Projekt der Fall war, zum zweiten als Hilfestellung bei der Einteilung personeller und zeitlicher Ressourcen, bei Elterngesprächen und in der Öffentlichkeitsarbeit. Regelmäßiger Austausch unter KollegInnen an der Schule und kleine gemeinsame klassenübergreifende Projektaktivitäten – gemeinsame Schwerpunkttage, Teilnahme einzelner begabter SchülerInnen aus anderen Schulstufen an einzelnen Projektaktivitäten, wie z.B. an einem 1x1-Tag - schafft allgemein ein gutes Arbeitsklima an der Schule. Durch regelmäßige Informationen, sowohl über den Projektverlauf als auch über den individuellen Leistungsfortschritt ihres Kindes im konkreten Bezug auf die Projektarbeit, und Einladungen zur Mitarbeit bei verschiedenen Projektaktivitäten, werden die Eltern in das Projekt bereichernd



eingebunden. In einzelnen Projektphasen gibt die Zusammenarbeit mit außerschulischen ReferentInnen, wie bei uns mit Fr. Gerlinde Heil, bzw. mit Einrichtungen wie dem Haus der Mathematik, oder die Teilnahme am Wettbewerb „Känguru der Mathematik“ – für kommendes Schuljahr fix eingeplant -, unseren Kindern die Möglichkeit, in naturwissenschaftliches Arbeiten hineinzuschnuppern.

Wir hoffen, mit unserem Projekt anderen KollegInnen nützliche Anregungen für ihren eigenen Unterricht zu geben und sie zum Ausprobieren neuer Wege zu motivieren. Durch die im vorliegenden Projektbericht vorgestellten Methoden zur Öffnung unseres Mathematikunterrichts – Montessoriarbeit, Lernwerkstattarbeit und offene Aufgabenstellungen – wollten wir die unterschiedlichen Begabungen unserer SchülerInnen aktiv beachten und ihnen einen freudvollen Zugang zu Mathematik ermöglichen. Dadurch sollten sie ihrem Leistungspotenzial entsprechend gefördert und gefordert werden und nachhaltiges mathematisches Verständnis erwerben. Ein besonderes Anliegen ist es uns dabei aufzuzeigen, dass jeder Schritt zur Öffnung des Unterrichts ein Schritt in Richtung individueller Begabungsförderung sein kann und letztlich einen Ausdruck der persönlichen Wertschätzung unserer SchülerInnen bedeutet.

## 6 LITERATUR

BARDY, P. (2007). Mathematisch begabte Grundschul Kinder/ Diagnostik und Förderung. München: Spektrum Verlag.

DAHL, K. u.a. (2000). Wollen wir Mathe spielen? Hamburg: Oetinger Verlag.

EICHELBERGER, H. (2008). Handbuch zur Montessori – Didaktik. Innsbruck-Wien: StudienVerlag.

HENGARTNER, E. u.a. (2006). Lernumgebungen für Rechenschwache bis Hochbegabte. Zug: Klett und Balmer Verlag.

KÄPNICK, F. u.a. (2004). Mathe für kleine Asse. Berlin: Cornelsen Verlag.

RASCH, R. (2007). Offene Aufgaben für individuelles Lernen im Mathematikunterricht der Grundschule 1 + 2. Seelze: Erhard Friedrich Verlag.

RATHGEB-SCHNIERER, E. u.a. (2005). Wie rechnen Matheprofis? München, Düsseldorf, Stuttgart: Oldenbourg Verlag.

Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (2009). Lehrplan der Volksschule. Wien: ÖBV.

Internetadressen:

<http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de/fileadmin/MaterialienIPN/Bruder.pdf>

(13.7.2010)

[http://wiki.zum.de/Offene\\_Aufgaben\\_im\\_Mathematikunterricht](http://wiki.zum.de/Offene_Aufgaben_im_Mathematikunterricht)

(26.7.2010)

<http://www.schulwolf.at>

(26.7.2010)

[http://www.astromedia.de/shop/images/680ake\\_gr.jpg](http://www.astromedia.de/shop/images/680ake_gr.jpg)

(13.7.2010)

[http://www.bifie.at/sites/default/files/2010-06-09\\_TIMSS-EB.pdf](http://www.bifie.at/sites/default/files/2010-06-09_TIMSS-EB.pdf)

(3.8.2010)

# **ANHANG**

Dokumentation der Arbeit mit Montessori-Material anhand von Fotobeispielen

Fotos von der Lernwerkstatt mit Frau Gerlinde Heil

Rechenquiz Ende April (Stoff 2. Klasse)

Rechenquiz Ende Mai (Knobelaufgaben)