



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

**S2 „Grundbildung und Standards“**

---

# **PLANUNG UND HERSTELLUNG VON EXPONATEN FÜR EIN MATHEMATI- SCHES MUSEUM**

**ID 1432**

**Westreicher Otto**

**Notburga Fuchs, Karl Zauner, Konrad Jäger, Thomas Riser, Andreas Gröbner,  
Thomas Egger, Klaus Pöll, Elisabeth Mair, Elisabeth Vögele, Wolfgang Ladner,  
Christian Ladner, Annette Viertler**

**Meinhardinum Stams**

**Stams, JULI 2009**

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>1    AUSGANGSSITUATION,EINLEITUNG</b> .....	<b>4</b>
1.1    Ziele des Projekts .....	4
1.2    Grundbildungsaspekte .....	5
<b>2    PROJEKTDURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>6</b>
2.1    Zeitplan .....	6
2.2    Erstellen des inhaltlichen Konzepts .....	6
2.3    Erprobung, Testphase.....	6
2.4    Herstellung der Exponate.....	7
2.5    Exponate Übersicht.....	7
2.6    Ausstellungsplanung .....	12
2.7    Ausstellung .....	12
<b>3    ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE</b> .....	<b>14</b>
3.1    Ergebnisse .....	14
3.2    Relektierende Erkenntnisse .....	14
<b>4    EVALUATION</b> .....	<b>15</b>
<b>5    RESSÜMEE</b> .....	<b>18</b>
<b>6    LITERATUR</b> .....	<b>19</b>
<b>7    ANHANG</b> .....	<b>20</b>
7.1    Evaluierungsfragebogen bei der Prä- und Postevaluation .....	20
7.2    Evaluierungsfragebogen bei der Ausstellung.....	22
7.3    Zeitungsartikel in der Tiroler Tageszeitung .....	23
7.4    Homepageverweis .....	23
7.5    Einladung zur Ausstellung.....	24
7.6    Fotos von der Ausstellung.....	24

## ABSTRACT

*Das Projekt „Planung und Herstellung von Exponaten für ein mathematisches Museum“ versucht den Schüler/innen ausgewählte Inhalte des Unterrichtsfaches, das allgemein als lebensfern und hoch abstrakt gilt, durch aktive Arbeit in der Gruppe und interdisziplinär plastisch und erlebbar zu machen. Freude am Tun und gemeinsames Lernen mit allen Sinnen sind zentrale Elemente, die Theorie steht im Hintergrund. Die Umsetzung dieser Form des Lernens erfolgt in den sieben Klassen AHS der 5. und 6. Schulstufe (ca. 200 Schüler/innen) mit Beteiligung der Fächer Mathematik, Informatik, Bildnerische Erziehung und Werkerziehung (13 Lehrpersonen). Die Lehrer/innen dieser Fächer entwickelten und verbesserten während des gesamten Schuljahres gemeinsam mit den Schüler/innen Exponate (Lernspiele, Denkspiele, interaktive Poster, geometrische Körper, Wandtafeln, interaktive Präsentationen etc.), die auch selbst hergestellt und gestaltet wurden, um in der abschließenden Ausstellung der Öffentlichkeit präsentiert zu werden. Die Schüler/innen haben die 1200 Besucher/innen von 6 bis 82 Jahren während der 5 Tage ganztägig im mathematische Museum Stams selbst betreut und ihre Ergebnisse vorgestellt.*

Schulstufe: 5. und 6. Schulstufe

Fächer: Mathematik, Informatik, Werkerziehung, Bildnerische Erziehung

Kontaktperson: Westreicher Otto

Kontaktadresse: 6422 Stams, Abt-Fidererstraße 14

# 1 AUSGANGSSITUATION, EINLEITUNG

Bei der mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung geht es nicht nur um Inhalte auf kognitiver Ebene, sondern auch um das Erwerben von Fertigkeiten und Fähigkeiten durch aktive problemorientierte Auseinandersetzung mit dem Wissen, die den Schüler/innen das gemeinsame Lernen und interdisziplinäres Arbeiten, ein besseres Welt- und Wissenschaftsverständnis, sowie kompetente Alltagsbewältigung und berufliche Orientierung ermöglichen soll.

Für die Gestaltung eines solchen dynamischen Unterrichtskonzeptes entstand die Idee im Mathematikunterricht der 1. und 2. Klasse gemeinsam mit Informatik, Bildnerische Erziehung und Werken ein Mathematisches Museum - mit der Entwicklung und Herstellung von Exponaten - aufzubauen. Die von mir mehrmals schon durchgeführte „Lange Nacht der Mathematik“ hat gezeigt, dass die Motivation sich mit mathematischen Inhalten auseinanderzusetzen durch einen spielerischen Zugang und durch die Gruppenarbeit stark gesteigert werden kann. Dass die Idee des Anfassens, Begreifens schon sehr alt ist, zeigt das Zitat von Konfuzius: „Sage es mir - ich werde es vergessen; erkläre es mir - ich werde mich erinnern; lass es mich tun – ich werde es verstehen.“ Die Kombination von spielerischem Erkunden, Einbringen eigener Kreativität, Probieren und Experimentieren und gedanklichem Problemlösen ist ein neuer Zugang zur Mathematik - Mathematik zum Anfassen, Mathematik zum Basteln, was vielen Schüler/innen große Freude bereitet. Die Schüler/innen waren keine passiven Konsumenten, sondern wurden ermutigt, sich ihres Verstandes zu bedienen. Dabei ging es nicht um gute Noten oder um Nachhilfeunterricht, sondern um anschauliche Erfahrungen.

## 1.1 Ziele des Projekts

- ✓ Förderung der Motivation, Freude, Neugier an mathematischen Fragestellungen

Freude und Spaß am Mathematikunterricht sollen im Vordergrund stehen. Automatisch beginnt bei der Entwicklung, Erprobung und Verbesserung und Herstellung der Exponate auch der Kopf zu arbeiten. Der Hauptaspekt, der untersucht werden soll, inwieweit das Zusammenlernen, das fächerübergreifende Arbeiten durch die Planung, Durchführung, Präsentation und Evaluation eigener Projekte die Motivation, die Freude, das Interesse an mathematischen Fragestellungen verbessern kann. Durch positive Erfahrungen und Erfolgserlebnisse soll eine Grundhaltung geschaffen werden, die dazu motiviert, sich weiter mit mathematischen Problemstellungen auseinanderzusetzen. Diese Sensibilisierung und Aktivierung, der Spaß, sich mit spannenden Fragestellungen der mathematischen Themenwelt freiwillig auch in der Gruppe zu beschäftigen, stellen die wesentlichsten Ziele des Projektes dar.

- ✓ Förderung der Teamfähigkeit und Sozialkompetenz

Die eigene Kreativität, Teamfähigkeit und die Sozialkompetenz durch Interaktion mit Schüler/innen und LehrerInnen und Eltern sollen gefördert werden. Sozialkompetenz, Vernetzung mit anderen Fächern und der Bezug zu Alltagsproblemen werden forciert. Außerdem wird versucht, eine maximale Aktivie-

rung sowie Erhöhung der Eigenverantwortung der einzelnen Schüler/innen durch aktive und kreative Beteiligung in Kleingruppen-Arbeit, Klassenarbeit, Heimarbeit und interdisziplinäres Arbeiten in Mathematik, Informatik, Werken und Zeichnen zu erreichen.

- ✓ Spielerisches Umgehen mit mathematischen Konzepten

Dem Lehrplan entsprechend werden durch die Entwicklung, Erprobung und Verbesserung entsprechender Lernspiele oder Exponate praxisorientiert die Beschäftigung mit grundlegenden mathematischen Konzepten trainiert, Denkprozesse geschärft, ästhetische Aspekte, Modellvorstellung und Abstraktionsvermögen begünstigt.

- ✓ Visualisierung und „be-greifbar“ Machen mathematischer Begriffe

Das räumliche Vorstellungsvermögen und logische Denken wird durch die Entwicklung und Herstellung entsprechender Modelle bzw. Exponate gefördert. Durch die Ausstellungsplanung bzw. durch die Ausstellung selbst wird die Interpretation, Darstellung und Argumentation grundlegender mathematischer Fertigkeiten, das Verbalisieren mathematischer Inhalte trainiert.

## 1.2 Grundbildungsaspekte

Die inhaltlichen und methodischen Leitlinien des Grundbildungskonzeptes werden durch die Auswahl der Exponate weitgehend abgedeckt.

- ✓ -Mathematik lernen nicht nur für die Prüfung sondern für das Leben
- ✓ -Förderung der Kommunikation und Kooperation durch gemeinsame Arbeit.
- ✓ -Kulturelle und geschichtliche Aspekte der Mathematik
- ✓ -Zusammenhänge erkennen und analysieren.
- ✓ -Auseinandersetzung mit grundlegenden Konzepten wie Abstraktion und Modellbildung.
- ✓ -Bessere Interpretation von wissenschaftlichen Ergebnissen
- ✓ -Kommunikation mit Experten bzw. Wissenstransfer ermöglichen
- ✓ -Internalisierung mathematischen Wissens für konkrete Lösungsansätze im Alltag
- ✓ -Unterstützung beruflicher Perspektiven-
- ✓ -Übernahme von Eigeninitiative und Verantwortung Grundbildungsaspekte

## **2 PROJEKTDURCHFÜHRUNG**

### **2.1 Zeitplan**

Das Projekt wurde nach dem Start-Up-Seminar im Oktober 2008 am Meinhardinum Stams begonnen. Am Projekt nehmen die Schüler/innen der 1. und 2. Klassen (5. und 6.Schulstufe) – insgesamt 7 Klassen (ca. 200 Schüler/innen), die LehrerInnen aus Mathematik, Informatik, Bildnerische Erziehung und Werkerziehung (insgesamt 13 LehrerInnen) daran teil. Die Planung wie Themenfindung, Vorbereitungsphase in den einzelnen Fächern, Erhebung der Vorkenntnisse, Aufteilung der Arbeiten nahm wegen der Größe des Projektes und der großen Anzahl der Teilnehmer mehr Zeit in Anspruch als geplant. Trotzdem entfaltete sich diese Vorbereitungsphase sehr entscheidend für die Entwicklung des Projektes, insbesondere wurden die Projektziele genauer formuliert und die Projektplanung auf die oben genannten Ziele hin ausgerichtet. Die Recherchen in der Literatur und im Internet, bzw. der Besuch der Ausstellung Mathemagie in Winterthur brachte für die LehrerInnen neue Ideen. Ebenso der Besuch der Ausstellung „Optische Täuschungen“ in Dornbirn.

### **2.2 Erstellen des inhaltlichen Konzepts**

Das Projekt „Planung und Herstellung von Exponaten für ein mathematisches Museum“ wurde in 5 Themenbereiche eingeteilt, wobei die inhaltlichen Leitlinien des Grundbildungskonzeptes wesentlich abgedeckt werden konnten: Zahlenwelt, Denksport, Spielcasino, Mathekunst und Magie, 3D-Welt.

Zu diesen einzelnen Themenbereichen, wurden jeweils ca. sieben Projekte von den LehrerInnen ausgewählt – also insgesamt ca. 35 Stationen, die in der einwöchigen Ausstellung im Juni zur Verfügung standen. Die Themen orientierten sich an den Lehrplänen, die geplanten Exponate (Spiele, Poster, Puzzle...) wurden teilweise mehrfach hergestellt, aber mit unterschiedlichem Anforderungsniveau. Die endgültige Auswahl der Exponate für die geplante Ausstellung erfolgte erst nach der Testphase gemeinsam mit den Schüler/innen.

Die Grobplanung wurde laufend, je nach den neuen Erkenntnissen adaptiert. Für die Vorauswahl der Exponate war entscheidend, inwieweit dadurch die Freude und Motivation an mathematischen Fragestellungen sowie die Teamfähigkeit angesprochen werden konnte. Außerdem wurden die meisten Exponate nicht einfach kopiert, sondern eigene Lernspiele bzw. Exponate entwickelt, um einen attraktiven, interaktiven Stationenbetrieb bei der Ausstellung zu gewährleisten und die Kreativität der Schüler/innen herauszufordern.

### **2.3 Erprobung, Testphase**

Ab Dezember wurden die ersten Spiele gemeinsam mit den Schüler/innen entworfen, getestet, Spielregeln verbessert, je nach Schwierigkeitsgrad modifiziert. Diese Testphase nahm viel Zeit in Anspruch, machte den Schüler/innen aber offensichtlich Spaß und es wurden zahlreiche interessante Ideen eingebracht. Die Testphase erfolgte mit einfachen Modellen aus Papier, vielfach wurde auch nur das Konzept durchdacht. Bei der Beschäftigung mit den Themenbereichen musste auch beachtet werden, wie die Vorkenntnisse sind bzw. wie die Abstimmung mit dem Lehrplan er-

folgen kann. Es kamen auch Lösungsansätze und neue Vorschläge von Elternseite oder Geschwisterseite bzw. Freunden, weil als Hausübung manchmal die Entwicklung oder Verbesserung einer Spielidee bzw. das Testen des Spiels gestellt wurde.

Der Ideentransfer zwischen den einzelnen teilnehmenden Klassen ist aus organisatorischen bzw. Zeitgründen leider nicht erfolgt. Sicher wäre es interessant gewesen, wenn die Schüler/innen jeweils ihr Projekt in den anderen Klassen präsentieren könnten und dabei ein Feedback erhalten hätten. Aber bei der Ausstellung am Projektende betreuten die Schüler/innen ihre Station selbst und konnten die Ergebnisse der Öffentlichkeit präsentieren.

## **2.4 Herstellung der Exponate**

Als Schwierigkeit hatte sich ergeben, was aber schon teilweise vorher vermutet wurde, dass die Herstellung der Exponate, zeitlich, organisatorisch und technisch nicht allein im Werkunterricht erfolgen kann, insbesondere bei der Vielfalt der Objekte. Erschwerend kam hinzu, dass die einzige Werklehrerin an unserer Schule, mit der das Projekt geplant war, aus gesundheitlichen Gründen ausschied und der Werkunterricht für einen längeren Zeitraum nur eingeschränkt durchgeführt werden konnte. Die neue Werklehrerin hat sich dankenswerterweise bereit erklärt mitzuarbeiten, aber es ist natürlich ein Zeitverlust aufgetreten.

Deshalb erfolgte bei der Planung dahingehend ein Umdenken, dass möglichst viele Teile (meistens aus Holz) für die Objekte entweder angekauft werden (Spielsteine, Würfel, Spielfiguren, Puzzle, Dominoplättchen, etc) und/oder im Informatikunterricht konzipiert und im Zeichenunterricht bzw. Werken vervollständigt, entsprechend den konzipierten Lernspielen gestaltet oder beschriftet werden. Außerdem konnten im zweiten Semester auf freiwilliger Basis interessierte Schüler/innen am Nachmittag „Mathematische Basteleien“ durchführen. Dabei wurden auch die aufwändigeren Exponate endgefertigt. Dieses Angebot wurde gerne angenommen, insbesondere von Mädchen.

Die Objekte im Themenbereich Mathekunst wurden von den LehrerInnen aus Bildnerische Erziehung und Werkerziehung mit den Schüler/innen selbständig erarbeitet und gestaltet.

Bei unserem Projekt war die Testphase die längste. Die Aufteilung der Projekte für die einzelnen Fächer (Zeichnen, Werken), die Herstellung auch am Nachmittag als freiwilliger Beitrag der Schüler/innen, die Herstellung der Spielsteine, Spielfelder, Wandtafeln, Modelle, geometrischer Körper, Puzzles, Denkspiele, Lernspiele usw. und die Ausarbeitung der Spielanleitungen und Beschreibungen und Poster. Manche Exponate wurden in mehrfacher Ausführung für verschiedene Schwierigkeitsgrade ausgeführt. Die Detailplanung für die Ausstellung, die Gestaltung und Herstellung der Stationsbeschreibungen, der Anleitungen für die einzelnen Exponate, die Poster für die Erklärungen etc. erfolgt insbesondere im Informatikunterricht, aber auch in Zeichnen.

## **2.5 Exponate Übersicht**

Im Laufe des Schuljahres wurden in den 7 teilnehmenden Klassen Exponate geplant, weiterentwickelt, getestet und auch selbst hergestellt. Ein Großteil der Exponate entstand nach eigenen Ideen der LehrerInnen bzw. Schüler/innen, andere Exponate

wurden nach bekannten Vorlagen übernommen bzw. weiterentwickelt. Eine Liste der in der Ausstellung gezeigten mathematischen Exponate ist hier angeführt:

Thema	Zahl	Exponate	Art
Eingang	1	Poster	Riesenposter
Zahlenwelt	1	Dezimalzahlen	Interaktive Wandtafel mit Cent-Säulen und Pink-Box
	2	Römische Zahlen	Rechenbrett mit Aufgaben und Chronogramm jeweils mit Lösungen sowie ein Poster
	1	B1n0meter	Abmessen der Körpergröße im Binärsystem und Eintragen in die Tabelle
	2	Babylon. Zahlen	DIN A0 – Poster mit Geschichte und Beispielen
	1	Hieroglyphen	Computerprogramm, bei dem nach Erkennen der ägyptischen Zahlzeichen (im Poster erklärt) der Name und die Geheimzahl in Hieroglyphen ausgegeben wird. Poster zu den Zahlzeichen bei den Ägyptern.
	2	Chines. Zahlen	Spiegelzeichner und Poster
Denksport	1	Menschensudoku	Spiel bei dem 9 bzw. 16 Personen gleichzeitig teilnehmen können
	1	Geburtstagsquadrat	Interaktive Wandtafel, bei der man sein persönliches magisches Quadrat aus den Geburtsdaten generieren kann
	2	Smiley-Puzzle	Magnetspiel mit Milliarden Möglichkeiten, aber nur 4 richtigen
	2	Türme von Hanoi	Bekanntes Spiel mit Poster zum mathem. Hintergrund
	3	Sudoku	Wandtafel mit 3 Sudokus (leicht, mittel und schwer)
	1	3D-Sudoku	Spiel mit 27 Würfeln in 9 unterschiedlichen Farben
	2	Mag. Quadrate	2 interaktive Poster über Geschichte, Weltrekorde und ungelöste Probleme, sowie man damit Geld verdienen kann

Spielcasino	2	Fußball	Spiel, bei dem man nur durch Rechnungen ein Tor erzielen kann
	1	Winkelroulette	Spiel, bei dem man Winkel richtig schätzen muss
	2	Kantengeier	Spiel, bei dem es um die Lagebeziehungen von Kanten beim Quader oder Würfel geht
	2	Bruch Poker	Kartenspiele zum Thema Bruchrechnen: Speedbruch und Bruchpoker
	3	Bruch Kampf	Brettspiele zum Thema Bruchrechnen: 21 Brüche Spiel, Walterspiel
	3	Bruchkegeln Durchbruchkegeln Mineabowlis	Spiele, bei dem die Kegel mit Zahlen beschriftet sind und man verschiedene Bruchrechnungen üben kann. Für die VolksSchüler/innen wurden an Stelle der Brüche einfach natürliche Zahlen verwendet.
	1	Pentomino-Schach	Spiel, bei dem die Pentominosteine abwechselnd auf einem Schachbrett platziert werden. Wer den letzten Stein setzen kann hat gewonnen.
	2	Würfelspiele	Einfache Würfelspiele zu den Grundrechnungsarten
Mathemagie	12	Täuschungen	Optische Täuschungen im Großformat in Acryl, aber auch im Kleinformat
	2	Unmöglich Figuren	Unmögliche Figuren im Großformat
	2	Surfer	Computerausdrucke von Flächen, die mit Hilfe des Programms Surfer erstellt und in Paint nachbearbeitet wurden
	3	Handyoskop	Alter, Geburtstag oder Handynummer erraten mit Hilfe eines Rechners
3D-Welt	1	Kaleidoskop	Wer findet die Formel von Einstein?
	2	Größte Pyramiden	Cheopspyramide und Pyramide von Cholula (Mexiko) im Maßstab 1:100
	1	Volumenserlebnis	Wieviele Würfel von $1\text{cm}^3$ haben in $1\text{dm}^3$ Platz? Wie hoch wird die Würfelsäule? Gewicht und Volumen.
	4	Somawürfel	1 Riesensomawürfel ( $1\text{m}^3$ ) und drei kleine zum Üben
	1	Durchgang	Wer ist schon einmal durch einen Würfel gegangen ?

Anhand einiger Beispiele soll der Ablauf noch detailliert erklärt werden:

### **Bruchkegeln:**

Es sollten Spiele zum Thema Brüche für die 6.Schulstufe angelehnt an ein handelsübliches Kegelspiel von den Schüler/innen entwickelt, getestet und auch präsentiert werden. Die Kegel wurden in diesem Fall angekauft und nur nach der Spielidee mit Zahlen bestückt. Der Lehrer gab folgende Spielideen mit Anregungen vor:

a.) Verseht die Kegel mit Bruchzahlen (je nach Schwierigkeitsgrad). Die Brüche der umgefallenen Kegel werden addiert.

b.) Verseht die Kegel mit Bruchzahlen (je nach Schwierigkeitsgrad) und Rechenzeichen und/oder Joker und erfindet Bruchrechnungen, sodass möglichst das Ergebnis bei 1 liegt.

Welche Bruchzahlen sind geeignet?

Soll der Gegner die Kegel aufstellen?

Herausgekommen ist ganz was anderes:

Die Schüler/innen haben Kegelspiele entwickelt, bei denen die Kegel mit den Zahlen 1 bis 9 versehen wurden und zu jeder Zahl gab es ein Kärtchen mit einer Bruchzahl. Je nach Spielidee und Schwierigkeitsgrad wurden die Bruchzahlen addiert oder multipliziert.

Für die Entwicklung der Spielideen wurden im Mathematikunterricht 5-6 Stunden verwendet, der Rest in Zeichnen und als Hausarbeit.

### **Kantengeier:**

Die Spielidee ist neu, wurde aber vom Lehrer in den Grundzügen vorgegeben.

Ein Spiel ab 2 Personen. Es können auch jeweils Paare spielen, die gemeinsam Kanten ergeiern. Die Schüler/innen haben im Unterricht bzw. als Hausarbeit neue Spielregeln entwickelt und auch getestet. Endgültig wurde folgende Spielvariante gewählt. Die Herstellung erfolgte in Werken mit einem Holzmodell, dessen Kanten mit Magnetfarbe versehen wurden, wo die Spielsteine mit aufgeklebtem Magnetband fixiert werden.

Der Spieler der zuerst den Joker erwürfelt, wählt eine Stammkante aus und markiert sie. Er beginnt mit dem Spezialwürfel zu würfeln.

Je nachdem welches Würfelsymbol erscheint werden folgende Spielzüge ausgeführt:

Symbol	Bedeutung	Aktion
	Joker	Der Spieler kann überall einen Magnetstein seiner Farbe setzen

	parallel	Der Spieler kann nur auf einer zur Stammkante parallelen Kante seinen Spielstein setzen
	schneidend	Der Spieler kann nur eine schneidende Kante mit seinem Spielstein markieren
	kreuzend	Der Spieler kann nur eine zur Stammkante kreuzende Kante mit seinem Spielstein markieren
	Minus	Der Spieler kann einen fremden Spielstein entfernen

Hat ein Mitspieler die dritte Markierung (bei 2 Spielern) auf eine Kante gesetzt, gehört die Kante ihm (ergeiert). Dort kann nicht mehr gesetzt werden. Bei 4 Spielern wählt man die vierte Markierung, bei 6 Spielern die 5. Markierung.

Gewonnen hat der Spieler, der mehr Kanten ergeiert hat.

Züge, die nicht ausführbar sind, verfallen.

### Riesen-Somawürfel:

Hier handelt es sich um ein Exponat, das zeigen soll, dass nicht nur die Entwicklung und das Konzept für dieses Projekt entscheidend sind, sondern auch die konkrete Herstellung ein unverzichtbares Element darstellt.

Die Planung in Hinsicht auf Größe ( $1\text{m}^3$ ), Materialbedarf, Kosten und Gewicht erfolgte im Mathematikunterricht. Die Herstellung aus Styroporplatten in Werken, das Bemalen in Zeichen. Bei der Ausstellung hielten die Somabausteine den Belastungen der Besucher/innen nur eingeschränkt Stand, sodass die abbröckelnden Styroporkügelchen viel Reinigungsarbeit erforderten.

### Zahlensysteme

Die Poster zu den Zahlensystemen entstanden im Informatikunterricht. Den Schüler/innen der 1. Klasse wurde die Aufgabe gestellt Informationen zu Zahlensystemen im Internet zu suchen und damit eine Plakat im DIN A3 Format mit Powerpoint zu de-

signen. Die verschiedenen Plakate wurden vom Lehrer in ein DIN A0 Format zusammengefasst und von einem Plotter ausgedruckt.

## 2.6 Ausstellungsplanung

Die Gestaltung der Ausstellung wurde durch die Vorgabe der 5 Themenwelten und als Stationenbetrieb mit vorwiegend interaktiven Exponaten geplant. Insgesamt wurden ca. 35 Exponate in den 5 Themenwelten aufgebaut. Beim Aufbau waren die Schüler/innen nur bedingt dabei, weil er aus organisatorischen Gründen (die Gymnastikhalle war bis zum letzten Schultag besetzt) in der unterrichtsfreien Zeit erfolgen musste. Die Werbelinie und Öffentlichkeitsarbeit mit der Herstellung von Postern, Flyern, Berichten in Zeitungen und Einladungen war auch Teil des Projektes und erfolgte vorwiegend in Informatik und in Deutsch.

## 2.7 Ausstellung

„Eine Ausstellung zum Mitmachen, Staunen, Entdecken, Erkennen und Weiterdenken. Die Exponate laden den Besucher zum Ausprobieren, Experimentieren, Anfassen, Interagieren, Spielen und Knobeln ein. Sie wurden allesamt von den Schüler/innen gemeinsam mit den LehrerInnen entwickelt und selbst hergestellt, wie Kantenkeiler oder Durchbruchkegeln in der Abteilung Spielcasino, Hieroglyphenrechner bis Billionmeter in der Zahlenwelt, Handyoskop und optische Täuschungen in Mathemagie, die größten Pyramiden der Welt oder ein Riesensomawürfel in der 3D-Welt, sowie ein magisches Personenquadrat in der Abteilung Denkspiele.“

So lautete die Einladung zur Ausstellung, die an die Schüler/innen der beteiligten Projektklassen, an benachbarte Volksschulen, Hauptschulen, Gymnasien und an die KPH ausgeteilt wurden.

Die Ausstellung im Gymnastikraum der Schule in der Woche vom 15. Juni bis 20. Juni öffnet eine neue Tür zur "Mathematik zum Anfassen". Interaktive Exponate laden Besucher jeden Alters und jeder Vorbildung ein zu experimentieren. Das heißt: Die Besucher führen alleine oder in Gruppen selbständig Experimente durch und erleben so ganz direkt und unmittelbar mathematische Phänomene. Als Ausstellungsfläche standen ca. 150 m<sup>2</sup> zur Verfügung. Die Schüler/innen waren die Ansprechpartner und mussten argumentieren, erklären, überzeugen und präsentieren. Freiwillig haben sich ca. 50 BetreuerInnen aus den beteiligten Projektklassen gemeldet und sind den Museumsbesuchern an den 5 Tagen von 8:00 bis 18:00 Uhr, also auch am Nachmittag ( in der Freizeit) fachkundig zur Seite gestanden.

Zur Eröffnung des Museums durch Dir. Abt. German Erd war auch Fr. Dr. Schuster vom Imst-Fonds aus Wien angereist. Der Besucherandrang war enorm, aber das vom Jugendrotkreuz und Elternverein organisierte Buffet ließ die Wartezeiten an einzelnen Stationen vergessen.

Im Laufe der Woche kamen ca. 1200 Besucher/innen zur Ausstellung. Am Vormittag wurden insgesamt 38 Schulklassen (20 vom Meinhardinum, die restlichen externe Schulen wie Volksschulen aus der Umgebung, sowie 2 Gruppen der KPH und das SPZ) gezählt. Nachmittags kamen meistens Eltern mit ihren Kindern, aber auch interessierte LehrerInnen ins Museum. Durch den Beitrag im Orf Radio Tirol über das Mathemuseum bzw. durch die Zeitungsartikel in der Tiroler Tageszeitung bzw. in der

lokalen Rundschau fanden sich auch einige Besucher/innen im Museum in Stams ein. Die Evaluation hatte ergeben, dass alle Altersgruppen von 6 Jahren bis zu 82 Jahren vertreten waren.

## **3 ERGEBNISSE UND ERKENNTNISSE**

### **3.1 Ergebnisse**

Im Rahmen des Projektes wurden insgesamt 35 Exponate entwickelt, getestet und hergestellt und in der abschließenden Ausstellung der Öffentlichkeit von den Schüler/innen selbst präsentiert. Die vollständige Liste der gezeigten Exponate findet sich im Punkt 2.5. Exponatenübersicht, Fotos von den Exponaten und der Ausstellung im Anhang.

### **3.2 Relektierende Erkenntnisse**

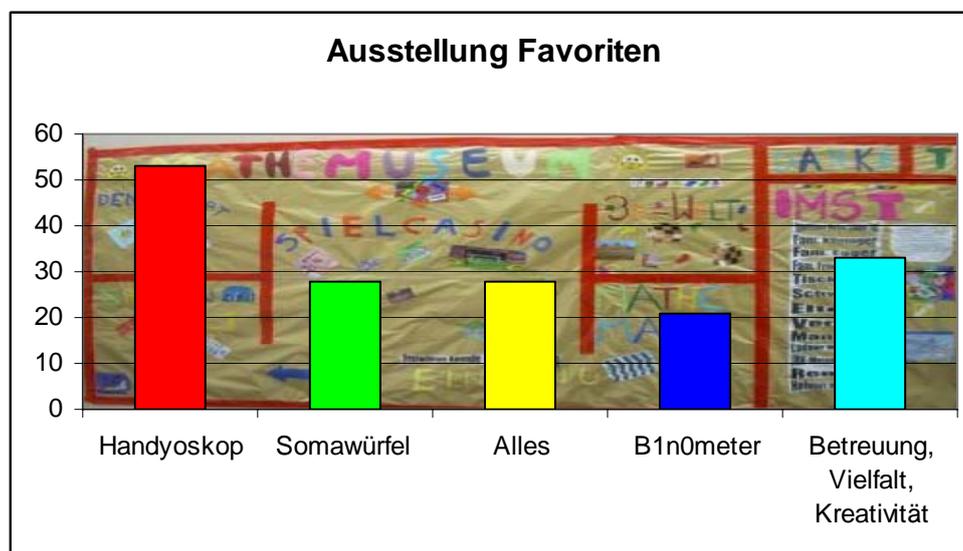
Die selbständige Entwicklung und auch die Herstellung benötigt viel Zeit. Das Entwickeln der Spiele bereitet den Schüler/innen grundsätzlich viel Spaß. Die eigenen Beobachtungen haben gezeigt, Lernspiele steigern auf alle Fälle die Motivation Mathematik zu betreiben, insbesondere für leistungsschwache Schüler/innen. Lernspiele sind ein weiterer Bestandteil eines abwechslungsreichen Unterrichts. Dadurch können Schüler/innen aufgefangen und aktiviert werden, die Sozialkompetenz und Kreativität gefördert werden. Für den eigenen Unterricht war es eine Bereicherung und auch Motivation, insbesondere zeigte sich während der Ausstellung wie begeistert und mit welcher Freude die 1200 Besucher/innen die Zeit im Museum verbrachten. Diese Freude und die zahlreichen persönlichen positiven Rückmeldungen und Anregungen waren für mich die Bestätigung, dass sich der enorme Einsatz aller Beteiligten gelohnt hatte.

## 4 EVALUATION

Für die Evaluierung der Projektziele wurde ein Fragebogen (im Anhang) der Interessenslage, Motivation, Teamfähigkeit betreffend erstellt und die Umfrage in allen sieben Klassen (ca. 200 Schüler/innen) durchgeführt. Der gleiche Fragebogen wurde nach der Ausstellung ausgegeben und ermittelt, ob es durch das Projekt Veränderungen in diesen Punkten gegeben hat. Bei der Ausstellung wurden Fragebögen (im Anhang) an die Besucher ausgeteilt, wobei neben der Zufriedenheit, was gefallen hat, was nicht angekommen ist, was der Einzelne gelernt hat (Schüler/innen, LehrerInnen, Eltern, Besucher), auch die Qualität der Exponate in die Evaluation miteinbezogen wurde. Die Initiative, Originalität, Kommunikation, Verantwortung, Kooperation der Schüler/innen während des Unterrichts wurden von den Lehrpersonen überprüft.

Die Ergebnisse der Evaluation durch Fragebögen während der Ausstellung hat folgendes Ergebnis gebracht:

Von den ca. 1200 Besucher/innen im Alter zwischen 6 Jahren und 82 Jahren haben 339 den Fragebogen ausgefüllt (129 männlich, 195 weiblich, 25 ungültig). Die Auswertung ergab als beliebtestes Exponat das Handyoskop, bei dem das Alter mit Geheimzahl, das Geburtsdatum oder die Handynummer der Besucher/innen mittels Rechnungen ermittelt wurde. Bei dieser Station waren immer BetreuerInnen notwendig und die Besucher/innen konnten einen Taschenrechner verwenden. Auf den Plätzen folgten die Stationen Somawürfel bzw. B1n0meter. Beim B1n0meter wurde die Körpergröße im Binärsystem gemessen und der umgerechnete Dezimalwert in einem Diagramm festgehalten. Widererwarten wurden nicht nur Exponate beurteilt, sondern auch die Ausstellung als solche („Alles hat gefallen“, Betreuung durch die Schüler/innen, Vielfalt, Kreativität, Ideen ). Die anderen Exponate bekamen jeweils unter 5 Nennungen.



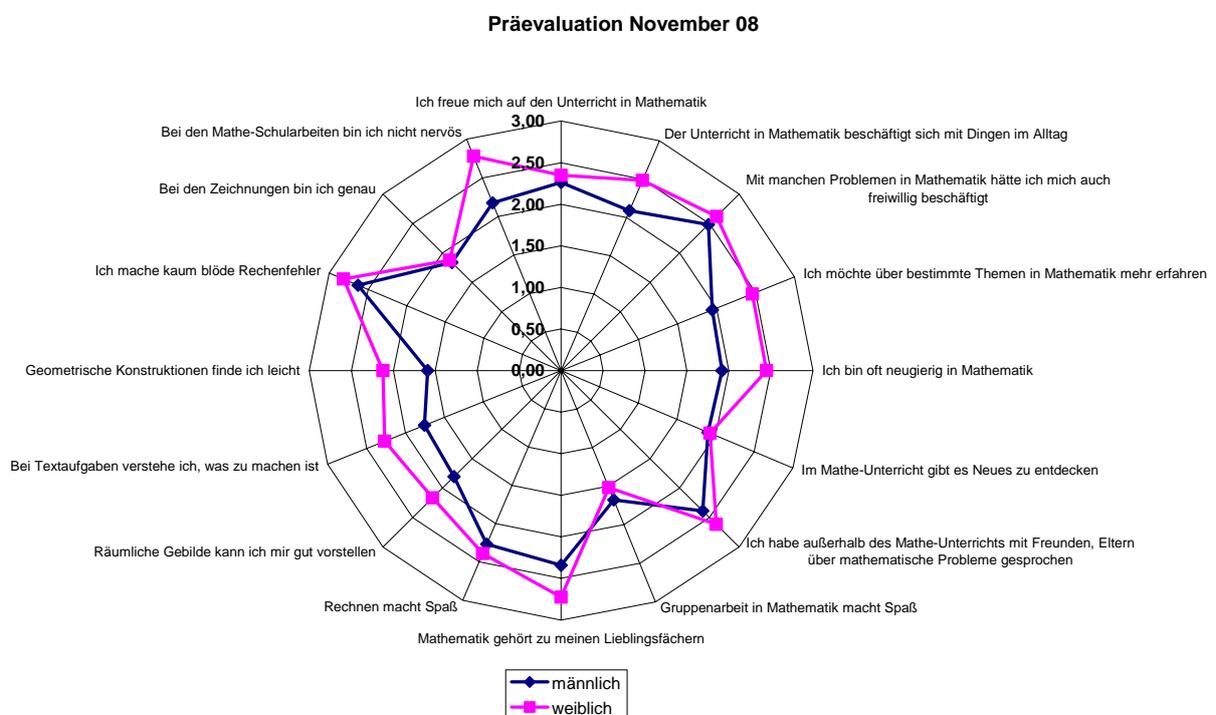
Bemängelt wurden vor allem die räumlichen beengten Verhältnisse (zu wenig Platz, Lärm, schlechte Luft, zu viele Leute, mehr Sitzgelegenheiten), aber kaum einzelne Stationen oder Exponate. Für die Zukunft sind auch interessante Vorschläge eingegangen: Wanderausstellung, für die Oberstufe ausbauen, eine Broschüre, Würfelirrgarten, 3D-Filme, 3D-Brille, mehr Geschicklichkeitsspiele, mehr Werbung, Sponsoren suchen, Getränke anbieten. Kritik kam auch, dass manche Spielbeschreibungen zu kompliziert waren und dass vereinzelt Lösungen erwünscht wären. Ebenso war

der Wunsch zu kennzeichnen, wer bzw. welche Klasse das Exponat entwickelt und hergestellt hat, insbesondere in der Abteilung Mathemagie, wo Bilder von einzelnen Schüler/innen zum Thema optische Täuschungen ausgestellt waren. Das Exponat, bei dem man aus Pentominos ein Rechteck legen musste wurde während der Ausstellung nur 4 Mal gelöst, trotzdem war es nach meiner Beobachtung sehr gut besucht, um diese Herausforderung anzunehmen. Durchschnittlich haben sich die Besucher 1 bis 2 Stunden im Museum aufgehalten, aber die Zeit reichte meistens nicht, um alle Stationen zu testen. Dem Wunsch, die Ausstellung zu verlängern, konnte leider aus organisatorischen Gründen nicht entsprochen werden, weil der Gymnastikraum für den Sportunterricht benötigt wurde.

Die Präevaluation in den teilnehmenden Klassen im November 2008 erbrachte folgendes Bild bezüglich der Motivation und der Einstellung zur Mathematik:

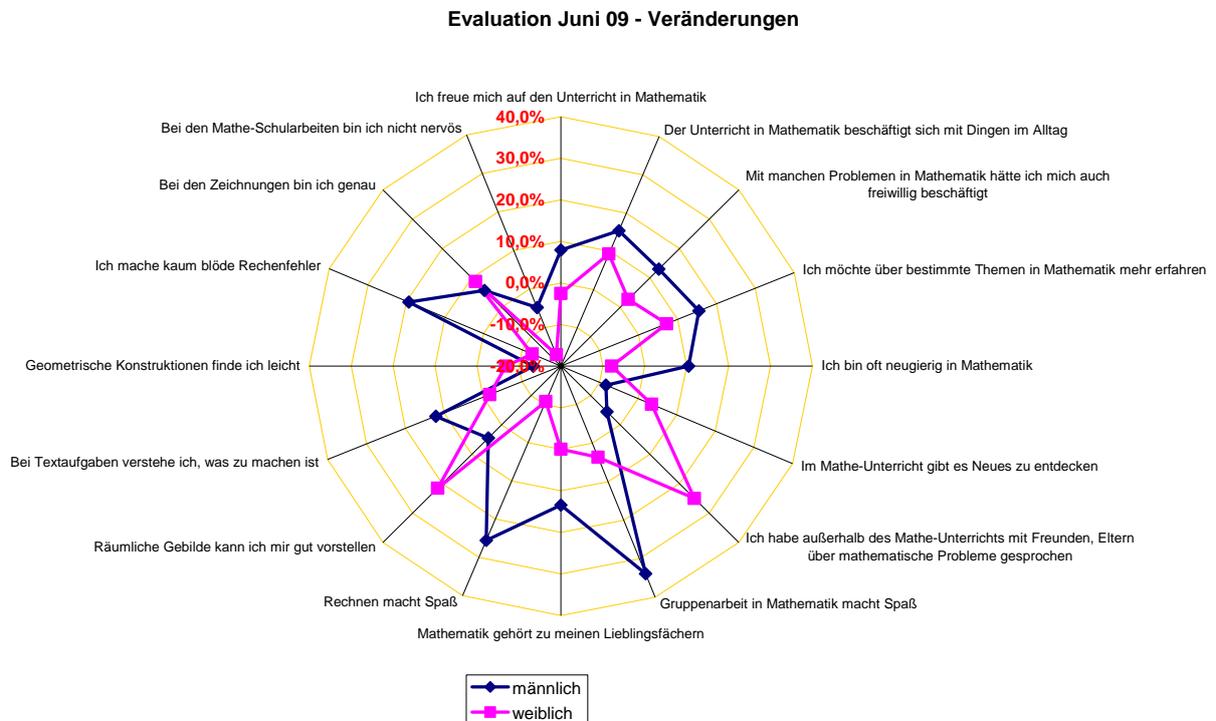
Für die Fragen wurden im Fragebogen 6 Antwortmöglichkeiten in der Abstufung „trifft völlig zu“ bis zu „trifft nicht zu“ vorgegeben und von den Schüler/innen entsprechend angekreuzt. Für die Auswertung wurde diese 6-stufige Skala an eine 5-stufige Skala entsprechend unseres Notensystems angeglichen. Insgesamt wurden 197 (93 männlich, 104 weiblich) Fragebögen ausgewertet.

Die Abbildung zeigt den Ist-Zustand vor Projektbeginn. Die Buben lagen in allen Bereichen bezüglich der Interessenslage und der Motivation vor den Mädchen, nur bei der Sozialkompetenz (Gruppenarbeit in Mathematik macht Spaß) ergeben sich bessere Werte für die Mädchen (Wert 1,5).



Mit Spannung erwartet wurde die 2. Auswertung der Fragebögen, die in der Woche nach der Ausstellung ausgefüllt wurden. Wurden die formulierten Lernziele, wie För-

derung der Freude, Neugier an mathematischen Fragestellungen, Förderung der Sozialkompetenz und Teamfähigkeit, „Begreifen“ mathematischer Begriffe und Konzepte erreicht?



Die obigen Veränderungen zeigten ein überraschendes Ergebnis. Die Mädchen haben in den meisten Parametern weniger vom Projekt profitiert, obwohl der subjektive Eindruck und die Beobachtungen während des Projektes, was zum Beispiel die Beteiligung bei den, freiwilligen mathematischen Bastelnachmittagen, die Meldung als Betreuerin für das Museum betrifft, das Gegenteil vermuten ließ.

Starke Verbesserungen gab es bei den Mädchen im Bereiche des Lernziels „Räumliche Vorstellung“, und im Bereich Präsentation und Kommunikation. Im Bereich Sozialkompetenz (Gruppenarbeit) haben die Buben stark aufgeholt, die Mädchen liegen aber noch knapp voran. Die Selbsteinschätzung, das Selbstvertrauen in die eigene Fähigkeiten (Angst bei Schularbeiten, Rechenfehler, Geometrie) konnte bei den Mädchen nicht verbessert werden. Insgesamt ergab sich eine Verbesserung bei den Mädchen, bei den Buben war das Erreichen der Lernziele trotz höherer Ausgangswerte besser ausgeprägt.

## 5 RESSÜMEE

Die Erstellung der Exponate benötigt viel Zeit.

Die Schnittstelle zwischen Werken, Bildnerische Erziehung und Mathematik funktioniert schlecht wegen zeitlicher, organisatorischer und technischer Probleme.

Das Entwickeln der Spiele bereitet den Schüler/innen grundsätzlich viel Spaß.

Fast alle Themen eignen sich hervorragend für neue Spielideen.

Das Entwickeln und Herstellen von mathematischen Exponaten steigert auf alle Fälle die Motivation Mathematik zu betreiben, eignet sich gut zur Differenzierung und aktiviert auch leistungsschwächere Schüler/innen.

Eine umfassendere Aussage über die Eignung zur Steigerung des Unterrichtsertrages und der Nachhaltigkeit kann zu diesem Zeitpunkt nicht getroffen werden. Dazu müssten weitere Untersuchungen angestellt werden.

Was ich für mich persönlich aus dem Projekt in diesem Schuljahr mitnehmen werde, ist hier aufgelistet:

Oft arbeitet man als Lehrer in festgefahrenen Bahnen. Hin und wieder etwas zu verändern, auszuprobieren oder umzustellen ist eine Bereicherung!

Für mich als Lehrer war es ein Motivationsschub, weil es einfach schön anzusehen war, wie begeistert die Schüler/innen bei der Sache waren. Ich hörte nie ein Jammern oder Murren, und es ging „richtig was weiter“, so, wie wir es uns als Lehrer immer wünschen. 200 Schüler/innen, 13 LehrerInnen und zahlreiche Eltern haben auch in ihrer Freizeit freiwillig für ihr Projekt, das Mathemuseum ein Schuljahr lang mit höchster Verantwortung und Begeisterung gearbeitet. In diesem Zusammenhang möchte ich nur als Beispiel ein kurzes Mail einer Mutter zitieren: „Mein Sohn XY kann leider seinen Dienst im Mathemuseum als Betreuer am Nachmittag nicht antreten, weil er erkrankt ist.“

Ich bin in meinem Unterricht mutiger geworden. Bei den Seminaren während dieses Projektjahres bin ich von Fachkräften wunderbar begleitet worden und habe interessante KollegInnen und deren Projekte und Ideen kennengelernt. Außerdem ist mir jetzt bewusst, wie wichtig die Betreuung durch das Imst-Fonds-Team war, die genauen Zielformulierungen und die Evaluierung dieser Ziele.

Die Beobachtungen haben gezeigt, dass einerseits Schüler/innen sehr viele Ideen bei der Erstellung von Lernspielen haben und andererseits das Lernen im Spiel von Schüler/innen lustvoll erlebt wurde und unbewusster passiert. Ganz schön war mitanzusehen wie die Schüler/innen mit Stolz ihre Arbeiten den Eltern, Freunden oder auch nur Besucher/innen während der Ausstellung präsentiert haben und sich somit mit dem Gesamtprojekt identifizierten. .

Die Evaluation hat gezeigt, dass die inhaltlichen und methodischen Leitlinien des Grundbildungskonzeptes durch die Auswahl der Exponate weitgehend abgedeckt wurden.

## 6 LITERATUR

[www.mathematikum.de](http://www.mathematikum.de)

[www.technorama.ch](http://www.technorama.ch)

[www.hausdermathematik.at](http://www.hausdermathematik.at)

P. van Delft, J.Botermans: Denkspiele der Welt, Hugendubel 1987

C.Vordermann: Spannende Welt der Mathematik, 2008

J.Wittmann: Mathematische Tricks und Basteleien

M.Koth,N.Grosser: Das Pentomino-Buch. Aulis-Verlag 2004

H.J.Schmidt: Prof.Dr.Brian Teaser's Körperberechnung

A.Benjamin,M.Shermer: Mathemagie, Heyne 2007