



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

**S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“**

---

# **WIR VERFOLGEN MATHEMATISCHE SPUREN IN DER NATUR**

**ID 1079**

**Roswitha Mittelmeier**

**Gabriela Kaltenbrunner, Teresa Valeriano  
NMS 20, Greiseneckergasse 31, 1200 Wien**

Wien, April 2008

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>4</b>
2.1	Ausgangssituation.....	4
2.2	Ziele des Projekts .....	4
<b>3</b>	<b>DURCHFÜHRUNG .....</b>	<b>5</b>
3.1	Organisation.....	5
3.1.1	Auflösung des Regelunterrichtes .....	5
3.1.2	Gruppenarbeit.....	5
3.1.3	Raumgestaltung.....	5
3.1.4	Verwendung von Medien .....	6
3.1.5	Methoden zur Strukturierung.....	6
3.2	Mathematische Inhalte .....	6
3.2.1	1. Modul .....	6
3.2.2	2. Modul .....	6
3.2.3	3. Modul .....	6
3.3	Projektablauf.....	6
3.3.1	1. Modul .....	6
3.3.2	2. Modul .....	8
3.3.3	3. Modul .....	11
<b>4</b>	<b>EVALUATION.....</b>	<b>14</b>
4.1.	Methodenwahl.....	14
4.1.1	Fragebogen.....	14
4.1.2	Interviewleitfaden - strukturiertes Interview .....	16
<b>5</b>	<b>REFLEXION UND AUSBLICK .....</b>	<b>19</b>
5.1	Rückblick – Ziele.....	19
5.2	Rückblick – Evaluation .....	19
5.3	Ausblick.....	19
	<b>LITERATUR .....</b>	<b>20</b>

# 1 ABSTRACT

*Die unserem Projekt zugrunde liegende Idee ist es, unseren Schüler/innen, die vorwiegend aus sozial benachteiligten Schichten kommen und sprachliche Defizite aufweisen, über die Natur einen Zugang zur Mathematik zu verschaffen.*

*Genauere Betrachtung von scheinbar unwichtigen Details soll zum Erkennen mathematischer Strukturen in der Natur führen. Dadurch sollen sie befähigt werden, selbstständig Lösungen zu finden, logische Schlussfolgerungen zu ziehen und das Erfass-te kreativ umzusetzen. Um vertiefende Lernerfahrungen zu ermöglichen, findet das Projekt in Form von drei Modulen statt. Besonderen Wert legen wir auf eine positive und lernfördernde Atmosphäre, die wir durch die Gestaltung des Raumes und eine veränderte Sitzordnung erzeugen. Dadurch und durch die intensive Beschäftigung mit der Natur soll die Lernfreude gesteigert werden.*

Schulstufe: 7. Schulstufe

Fächer: Fächerübergreifendes Projekt: Mathematik, Biologie, GZ, Werken

Kontaktperson: Roswitha Mittelmeier

Kontaktadresse: [hs20grei031l@m56ssr.wien.at](mailto:hs20grei031l@m56ssr.wien.at)

## **2 EINLEITUNG**

### **2.1 Ausgangssituation**

Aufgrund unserer Beobachtungen stellten wir fest, dass unsere Schüler/innen als Großstadtkinder wenig Gelegenheit haben, Natur zu erleben und demzufolge einfache Zusammenhänge nicht verstehen. Da das häusliche Milieu kaum Anregungen bietet, haben wir uns zum Ziel gesetzt, kompensatorische Lernerfahrungen zu ermöglichen. Die Themenauswahl erfolgte ausgehend von der persönlichen Beschäftigung mit den Bereichen „Goldener Schnitt“ und „Fibonacci-Zahlen“ in Kunst, Mathematik und Natur.

Wir überlegten, ob und auf welche Weise es möglich wäre, diese schwierigen Themen mit den Schüler/innen der 3. Klasse aufzuarbeiten. Erste Anregungen, diese Idee umzusetzen, bot das Buch „Arbeitsmaterialien Mathematik – 119 Unterrichtseinheiten“ von Alfred S. Posamentier (Posamentier, 1994).

### **2.2 Ziele des Projekts**

1. Das Interesse an Naturphänomenen wecken
2. Achtsam mit der Natur umgehen (Prinzip Nachhaltigkeit)
3. Mathematische Prinzipien in der Natur erkennen
4. Einfache naturwissenschaftliche Methoden erproben
5. Fragen und Lösungswege entwickeln und Schlüsse ziehen
6. Versuchsreihen anwenden und durch Beharrlichkeit zum Erfolg kommen
7. Lernfreude an der Mathematik steigern

## 3 DURCHFÜHRUNG

### 3.1 Organisation

#### 3.1.1 Auflösung des Regelunterrichtes

Der Regelunterricht wurde aufgelöst, um den Kindern ein konzentriertes Arbeiten zu ermöglichen, wobei drei Lehrpersonen die Kinder unterstützten.

#### 3.1.2 Gruppenarbeit

Die Klasse, die aus 24 Schüler/innen besteht, wurde in sechs Vierergruppen eingeteilt, wobei wir großen Wert auf eine heterogene Gruppenzusammensetzung legten. Berücksichtigt haben wir die Herkunft, die Leistungsfähigkeit und die Geschlechtszugehörigkeit. In jeder Gruppe befanden sich zwei Buben und zwei Mädchen.

#### 3.1.3 Raumgestaltung

Um eine anregende und angenehme Arbeitsatmosphäre zu schaffen, wurde die Klasse von den Lehrpersonen im Vorhinein gestaltet. Die Tische dekorierten wir mit farbigen Tischtüchern und Sets, Vasen und Namenskärtchen. An den Wänden wurden zum Thema passende Naturaufnahmen angebracht.



### **3.1.4 Verwendung von Medien**

Der Einstieg in die Projektmodule erfolgte jeweils durch eine Powerpoint- Präsentation. Während der Arbeitsphasen wurden die Kinder immer wieder fotografiert.

### **3.1.5 Methoden zur Strukturierung**

Sanduhren fungierten als optisches Signal, um Zeiteinheiten (z.B. Stillephasen, Überlegungsphasen) zu definieren. Das Forscherheft erfüllte verschiedene Zwecke: zur Reflexion, als Datensammlung, als Feedbackinstrument, um eigenständiges Arbeiten zu dokumentieren;

## **3.2 Mathematische Inhalte**

### **3.2.1 1. Modul**

Symmetrien, Muster, Spiegelungen

### **3.2.2 2. Modul**

Spiegelungen an besonderen Spiegeln, Regelmäßigkeiten an Naturobjekten, die Spirale als Naturform (das Goldene Rechteck).

### **3.2.3 3. Modul**

Fibonacci – Zahlen in der Natur

## **3.3 Projektablauf**

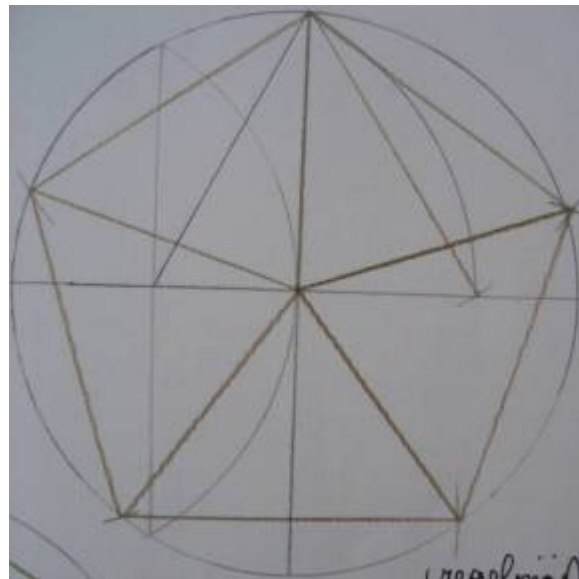
### **3.3.1 1. Modul**

23. – 25. 10. 2007

Der erste Teil des Projektes fand an drei aufeinanderfolgenden Tagen im Oktober statt. Nach einem meditativen Einstieg, bei dem Naturaufnahmen gezeigt wurden, erhielten die Gruppen den Auftrag, die in den Vasen bereitgestellten Blumen und Fotos von Blüten bzw. Blättern auf Symmetrien und Regelmäßigkeiten hin zu untersuchen. Diverse Früchte wurden durch Längs- und Querschnitte geteilt.



Da bei den Blütenblättern häufig die Zahlen 3, 5 und 6 vorkamen, wurden im Anschluss an die Präsentation der Ergebnisse regelmäßige Dreiecke, Fünfecke und Sechseck konstruiert.



Die Ergebnisse dieser Präsentationen und die Konstruktionen wurden in einem Forscherheft festgehalten. Den Abschluss des ersten Tages bildete ein schriftliches Feedback.

Am zweiten Tag erfolgte ein Lehrausgang nach Schönbrunn, wo die Schüler/innen den Auftrag bekamen, ein Tier mit einem erkennbaren Muster auszuwählen, dieses zu zeichnen und gegebenenfalls zu fotografieren. Am dritten Tag wurden diese Muster grafisch ausgestaltet und als ornamentales Band aufgeklebt.



Als kreative Umsetzung der Sechseckkonstruktion gestalteten die Gruppen Bienenwaben aus Tonpapier, beklebt mit ihren eigenen Porträts.



Als Abschluss des ersten Moduls lieferten wir den Kindern einen Hinweis auf das Thema des zweiten Moduls, mit der Frage: „ In welcher Gestalt kommen Sechsecke vom Himmel? „

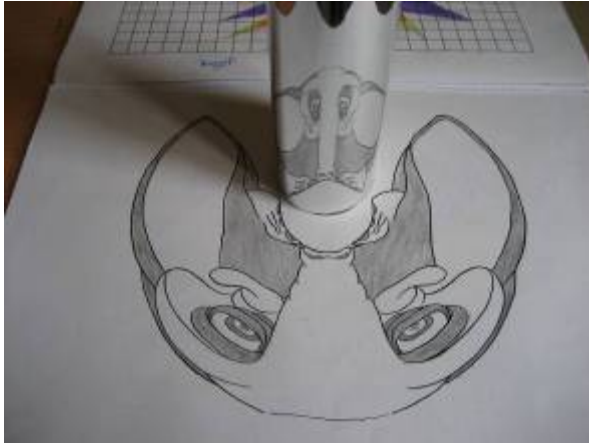
### 3.3.2 2. Modul

5. – 8. 2. 2008

Am Beginn des zweiten Moduls initiierten wir ein Klassengespräch, bei dem sich die Kinder gut an Details des ersten Projektteiles erinnern konnten. Die Abschlussfrage konnte erst nach dem Vorzeigen einiger Bilder (Fotografien von Scheelandschaften und Schneeflocken) beantwortet worden. Leider konnten wir aufgrund der ungünstigen Schneeverhältnisse die Betrachtung der Schneeflocken mittels Lupen nicht, wie geplant, in der Praxis durchführen. Die Begriffe „Regelmäßigkeit, Symmetrie/ Symmetrieachsen“ wurden in Form eines Klassengesprächs wiederholt, um an das neue Thema „Spiegelung“ anzuknüpfen.

Die Schüler/innen hatten die Aufgabe, Zeichnungen aus dem GZ- Unterricht zu den Themen Spiegelung/ Parallelverschiebung an der Tafel zu ordnen. Um das Thema Symmetrie zu vertiefen, sollten sich die Kinder in unterschiedlichen zylinderförmigen Spiegelflächen betrachten, die Verzerrungen wahrnehmen und anschließend selbst einen ähnlichen zylinderförmigen Spiegel nach Anleitung herstellen. Als Material wurden die Kartonröhren von Küchenrollen und Spiegelfolien verwendet. Die Schüler/innen erhielten die Kopie eines verzerrten Elefantenkopfes mit der Frage, was das Bild darstelle.

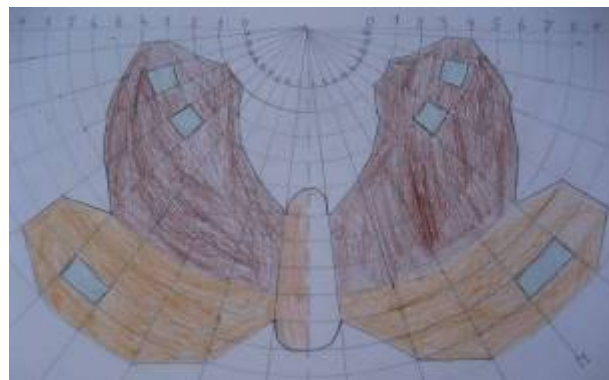
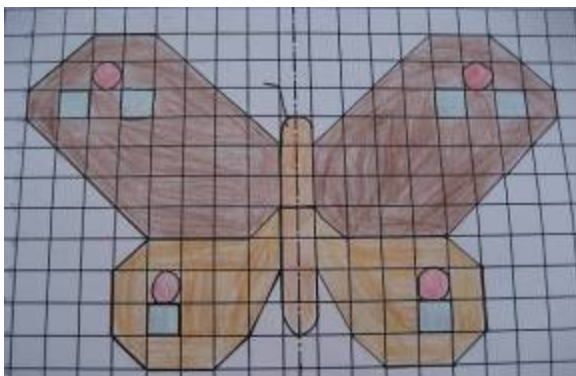




Der angefertigte Spiegel wurde auf den markierten Kreis gestellt, woraufhin die Lösung im Spiegelbild erschien.

In der darauffolgenden Erarbeitungsphase sollten die Kinder erkennen, wie die Verzerrung entsteht und wieder rückgängig gemacht werden kann. Die Verwendung eines vorgefertigten Rasters ermöglichte ein besseres Verständnis der Lichtreflexion. Die erste Aufgabe war es, eine Schmetterlingshälfte mithilfe des Rasters zu spiegeln und ihn individuell farbig zu gestalten. Bei der anschließenden Betrachtung des Schmetterlings im Zylinderspiegel wurde besonderes Augenmerk auf den Raster gelegt. Quadratische Elemente auf dem Papier erscheinen im Spiegel halbkreis – bis ellipsenförmig. Die nächste Aufgabe war es, diesen Schritt zeichnerisch umzukehren.

„Wie müssen wir den Schmetterling zeichnen, um ihn im Spiegel unverzerrt zu sehen?“ Eine kurze Phase der Stille diente dazu, die Frage ins Forscherheft zu schreiben und eine Antwort zu formulieren. Die Lösung der Aufgabe wurde von einigen Kindern richtig erkannt. Als nächsten Schritt hatten sie die Aufgabe, den verzerrten Raster unter Anleitung einer Lehrperson zu konstruieren und den zuvor angefertigten Schmetterling punktgenau in den Raster zu übertragen. Die Kinder, die bei der Anfertigung des Rasters Probleme hatten, erhielten eine vorgefertigte Kopie davon. Um ihre Arbeit zu überprüfen, betrachteten sie nochmals den Schmetterling im Zylinderspiegel. Einige Kinder hatten noch Zeit, eine individuelle Zeichnung zu gestalten.





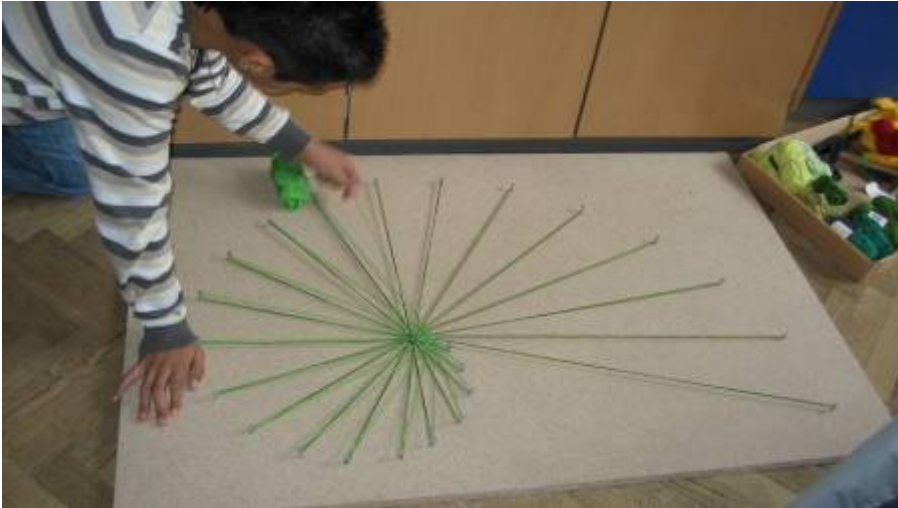
Am zweiten Tag machten wir einen Lehrausgang ins Naturhistorische Museum. Die Schüler/innen erhielten gruppenweise Arbeitsaufträge (siehe Anhang).

In den Abteilungen Mineralogie, Zoologie und Mikrokosmos mussten sie von uns vorgegebene Objekte finden, deren Formen Regelmäßigkeiten beziehungsweise Muster aufwiesen, beschreiben und teilweise auch zeichnen. Eines dieser Objekte war der Nautilus.

Der dritte Tag begann mit einer Powerpoint- Präsentation, bei der die Fotos von den gesuchten Objekten kurz in Erinnerung gerufen wurden. Die Gruppen wurden in verschiedene Räume aufgeteilt, um sich in Ruhe auf die Präsentation ihrer Ergebnisse vorbereiten zu können. Die Präsentationen, die sehr unterschiedlich ausfielen, wurden von den Kindern mithilfe eines Bewertungsbogens beurteilt.

Am vierten Tag haben Buben und Mädchen getrennt an einer Fadengrafik gearbeitet, die den bereits am Vortag präsentierten Nautilus in abstrahierter Form darstellt.





Während einzelne Kinder mit der Fadengrafik beschäftigt waren, konstruierte der Rest der Klasse ein Goldenes Rechteck und darin eine logarithmische „Nautilusspirale“ (siehe Anhang). Schüler/innen, die mit dieser Arbeit früher fertig waren, erhielten Zusatzfragen zum Thema Nautilus.



### Perlboot – Nautilus

Lies dir den Text aufmerksam durch und schreibe die Antworten in dein Heft.

- 1) Zu welcher Familie gehört der Nautilus?
- 2) Wo lebt der Nautilus (Perlboot)?
- 3) Was unterscheidet den Nautilus von den anderen Kopffüßern?
- 4) Welchen Schnabel hat der Nautilus?
- 5) Welche Zunge hat er?

### 3.3.3 3. Modul

3. – 6. Juni 2008

Als Einstieg präsentierten wir das Bild eines Kaninchens mit der Frage, was dieses mit Mathematik zu tun haben könne. Von den Schüler/innen kamen mehrere Vor-

schläge, die Körpergröße, Sprungweite oder die Länge der Ohren usw. zu berechnen. Aufbauend auf Zahlenreihen, z.B. gerade und ungerade Zahlen und die Menge der natürlichen Zahlen kündigten wir den Kindern eine neue Zahlenreihe an, die in der Natur häufig anzutreffen ist. Mithilfe einer Powerpointpräsentation erarbeiteten wir mit den Kindern die Fibonaccizahlen anhand der in Fachkreisen bekannten Kaninchengeschichte (Bilder Powerpoint). Diese stammt von Leonardo von Pisa, einem berühmten Mathematiker aus dem Mittelalter, der auch unter dem Namen Fibonacci bekannt ist. Am Beginn der Geschichte steht die Frage: Wie viele Kaninchen kommen innerhalb eines Jahres unter folgenden Bedingungen auf die Welt?

Bedingungen: 1 Monat vergeht, bis aus den Babys Erwachsene werden. 1 Monat vergeht, bis ein Babypärchen geboren wird und jeden nachfolgenden Monat kommt ein Babypärchen dazu.

Als Höchstzahl wurde 38 genannt. Anschließend erhielten die Schüler/innen ein Arbeitsblatt, wo sie die Zahlenreihen eintragen mussten. Bei der Betrachtung der Zahlenreihen konnten einige Schüler die darin enthaltene Logik erkennen und die nächstfolgende Frage beantworten. Wie ergeben sich die Fibonaccizahlen? 1,1,2,3,5,8,13,21,... Man erhält sie durch Summieren der letzten beiden vorhergehenden Zahlen.  $1+1 = 2$ ,  $1+2 = 3$ ,  $2+3 = 5$ , .... Danach wurde ein kurzer Text über Leonardo von Pisa ins Forscherheft eingetragen.

Nach der Pause erhielten jeweils zwei Kinder eine Ananas mit dem Auftrag ein erkennbares Muster zu beschreiben. Als Hilfe zeigten wir eine Ananas, die mit einem bunten Fadennetz überzogen war.



Sie sollten drei Arten von Spiralen erkennen: eine steile nach rechts, eine nach links geneigte und eine flache nach rechts verlaufende Spirale. Anschließend sollten sie die Anzahl der gleichartig verlaufenden Spiralen zählen und die Sechseckfelder einer dieser Spiralen mit der jeweiligen Einmalreihe beschriften. 5 Spiralen: 0, 5, 10, 15,... 8 Spiralen: 0, 8, 16, 24... 13 Spiralen: 0, 13, 26, 39... Die Anzahl der Spiralen entspricht den Fibonaccizahlen.

Wir kamen zu folgenden Ergebnissen:

11 Gruppen fanden je 8 Spiralen, 7 Gruppen fanden je 5 Spiralen, alle 12 Gruppen zählten 13 Spiralen rund um die Ananas. Bei fünf Gruppen trafen zwei Zahlenreihen in einem Sechseckfeld aufeinander.

Nach dem Erforschen der Ananas und dem Austausch der Ergebnisse hatten die Kinder die Aufgabe, die auf den Tischen liegenden Föhrenzapfen zu betrachten und Vergleiche mit der Ananas zu ziehen. Fibonaccizahlen treten in der Natur auch bei Sonnenblumen und vielen anderen Pflanzen auf. Als Belohnung durften die Kinder die Ananas zerteilen und essen bzw. den ausgepressten Saft trinken.





Schülerkommentar:

*Ich habe nicht gewusst, dass man Mathematik essen kann.*

Am zweiten Tag gingen wir in die Praterauen, um Gräser, Wiesenblumen und Naturmaterialien für das Landartobjekt zu sammeln. Die Sammelleidenschaft der Kinder war so groß, dass sie auch lebende Weinbergschnecken mitnahmen. Gruppenweise wurden die Materialien in Körben in die Schule zurückgebracht.

Am nächsten Tag bekamen die Kinder die Aufgabe, die Pflanzen zu sortieren, die Gräser in Rispengräser, Ährengräser oder Ährenrispengräser zu unterteilen. Pflanzenteile wurden unter dem Mikroskop bzw. unter der Lupe betrachtet und gezeichnet. Die Namen der Pflanzen sollten mithilfe eines Pflanzenführers bestimmt werden.



In der letzten Stunde wurden Einzelinterviews durchgeführt. Der gleiche Fragebogen, der bereits vor Beginn des ersten Moduls zur Beantwortung vorgelegt wurde, wurde zum Abschluss noch einmal ausgeteilt und beantwortet, um herauszufinden, ob das Interesse an den Naturwissenschaften im Laufe des Projektjahres gestiegen ist.

Der letzte Tag stand ausschließlich im Zeichen der Kreativität. Nach einer Einführung über Landart mittels Bilder gingen wir in den nahe gelegenen Augarten, um aus den gesammelten Naturmaterialien Objekte nach eigenen Vorstellungen zu gestalten. Die Aufgabenstellung wurde von den Gruppen mit viel Begeisterung und Engagement durchgeführt (Bilder im Anhang).

## 4 EVALUATION

### 4.1. Methodenwahl

#### 4.1.1 Fragebogen

Der Fragebogen ist im Anhang zu finden. Vor dem Beginn des Projektes überlegten wir, welche Fragestellungen von Bedeutung sein könnten. Zunächst wollten wir herausfinden, ob bei unseren Kindern ein grundsätzliches Interesse an Naturwissenschaften vorhanden ist, auch wenn sie von zu Hause keinerlei Anregungen diesbezüglich erhalten. Der Begriff Naturwissenschaft wurde vor dem Ausfüllen des Fragebogens nicht extra erläutert. Um Gewissheit zu erlangen, ergänzten wir die Fragestellung um den Aspekt der zukünftigen Berufsausübung. Damit der Fokus nicht so sehr auf diesen beiden Fragen liegt, stellten wir drei weitere, die für uns nicht von Belang waren. Bei der Formulierung der Fragen mussten wir auf die sprachlichen Schwächen unserer Schüler/innen Rücksicht nehmen.

Am Anfang des Projektes und am Projektende wurde den Kindern der gleiche Fragebogen zur Beantwortung vorgelegt. Ausgewertet wurden die Fragebögen geschlechtsspezifisch.

##### 4.1.1.1 Ergebnisse

Zunächst muss man festhalten, dass sich die Schülerzahl am Ende des Projektes um zwei verringert hat, was eine exakte Interpretation erschwert. Außerdem haben wir es verabsäumt, bei der ersten Befragung eine Kodierung durchzuführen, daher können wir nur ein Klassenergebnis präsentieren. Zusätzlich erschwert wurde die Auswertung durch die Vorgabe von drei Antwortmöglichkeiten bei der ersten Frage (Fragebogen siehe Anhang).

Die erste Frage lautete: Interessierst du dich für Naturwissenschaften? Obwohl wir durch verschiedene Rückmeldungen die Bestätigung hatten, dass das Projekt den Kindern Spaß gemacht hat, zeigt der Fragebogen, dass das Interesse an den Naturwissenschaften gesunken ist. Vor allem bei den Buben wird ein deutlicher Rückgang sichtbar, während bei den Mädchen, wenn man die zwei fehlenden berücksichtigt, ein gleichbleibendes Interesse erkennbar ist. Wir vermuten, dass dieses Ergebnis mit der nachlassenden Anstrengungsbereitschaft am Schulschluss zusammenhängt, da ein Teil der gestellten Aufgaben ernsthafte Konzentration erforderte. Die zweite Frage nach der Berufswahl wurde im zweiten Durchgang von einem Schüler mehr bejaht, bei den Mädchen kam um eine positive Antwort weniger.

Am meisten Aussagekraft besitzen die Tabellen, in denen beide Fragestellungen zusammengefasst wurden. Während eine oberflächliche Begeisterung für eine Sache, vor allem wenn es sich um eine lustbetonte Aktivität handelt, schnell vorhanden ist, zeigt erst die Bereitschaft, sich langfristig damit auseinanderzusetzen und mit konkreten Zielen in Verbindung zu bringen, das ernsthafte Interesse.

Am Projektbeginn haben zwei von zwölf Buben beide Fragen bejaht, am Projektende ebenfalls. Verneint haben am Projektbeginn zwei von zwölf Buben, am Ende drei von zwölf. Bei den Mädchen hat am Projektbeginn eines von dreizehn Mädchen bejaht, keines verneint. Am Projektende zeigte sich das gleiche Ergebnis.

Wie viele Schüler/innen beantworten beide Fragen positiv bzw. negativ?

Interessierst du dich für Naturwissenschaften?

Möchtest du später einen Beruf haben, der mit Naturwissenschaften zu tun hat?

Tabelle 1: Vor dem Projekt

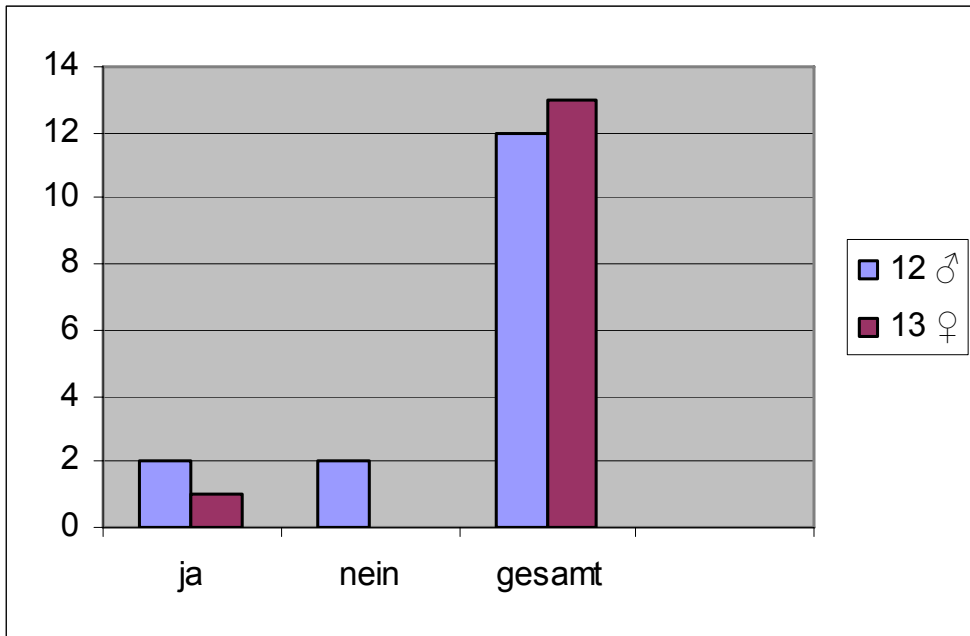
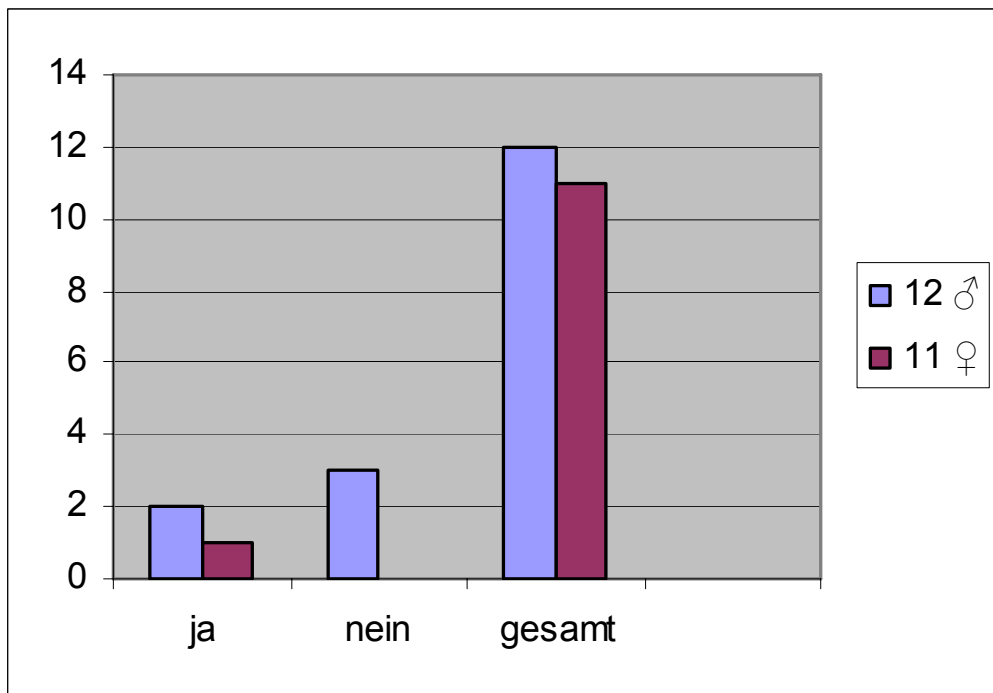


Tabelle 2: Nach dem Projekt



### 4.1.2 Interviewleitfaden - strukturiertes Interview

Die Form des Interviews war für uns eine neue Möglichkeit, zu erfahren, welche Inhalte und Begriffe aus den drei Modulen noch vorhanden sind. Als Unterstützung wählten wir 28 kleinformatige Naturbilder (siehe Anhang). 19 Stück davon präsentieren in unterschiedlicher Form mathematische Inhalte, die während des Projektes behandelt wurden, die restlichen Bilder haben keinen mathematischen Inhalt. Diese Bilder wurden vier ausgewählten, einem guten und einem schwachen Schüler, einer guten und einer schwachen Schülerin, vorgelegt. Sie sollten jene, die ihrer Meinung nach nichts mit Mathematik zu tun haben, aussortieren, danach die restlichen Bilder in mathematische Kategorien zusammenfassen und diese, wenn möglich, mit dem Fachbegriff benennen und näher beschreiben. Um die Auswertung zu erleichtern, wurden die Interviews mit Kamera und Tonband festgehalten.

#### Die 28 Bilder kann man folgenden Kategorien zuordnen:

Symmetrie/ Spiegelung, Vieleck: 10 Bilder

Spirale/ Fibonacci- Zahlen: 6 Bilder

Muster: 3 Bilder

Bilder ohne mathematischen Inhalt: 9 Bilder

#### Die Fragestellungen lauteten:

Kannst du auf den Bildern etwas erkennen, das mit Mathematik zu tun hat?

Wie kannst du diese Bilder ordnen?

Fällt dir dazu ein mathematischer Begriff ein?

Die Ergebnisse, die sehr unterschiedlich ausfielen, haben wir in einer Tabelle zusammengefasst.

	Schülerin A	Schüler B	Schülerin C	Schüler D
Erstes Ordnen der Bilder nach der Eingangsfrage:				
Anzahl der Bilder ohne mathematischen Inhalt – richtig aussortiert	4 von 9	6 von 9	5 von 9 3 falsch zugeordnet	1 von 9 2 falsch zugeordnet
Anzahl der Bilder mit mathematischem Inhalt – richtig zugeordnet	10 von 19	4 von 19	3 von 19	2 von 19



	Schülerin A	Schüler B	Schülerin C	Schüler D
Ergebnisse im weiteren Interviewverlauf:				
Anzahl der genannten mathematischen Begriffe	8	6	6	
Anzahl der richtig benannten Kategorien:	4 Fibonacci-Zahlen Symmetrie Muster Spirale	3 Fibonacci – Zahlen spiegeln spiralförmig	3 Spiralen Fibonacci Spiegelung	
Folgenden Kategorien zugeordnete Bilder:				
Symmetrie / Spiegelung:	5 richtig	8 richtig 2 falsch	4 zuerst falsch, dann korrigiert 3 richtig	
Sechseck / Vieleck:	2 richtig	2 richtig		
Längsschnitt / Querschnitt:	1 richtig 1 falsch	2 richtig		
Spirale / Fibonacci – Zahlen:	6 richtig	4 richtig 2 falsch	4 richtig	
Muster:	3 richtig 5 falsch			
zusätzliche Erklärungen / Detailwissen:	nennt Fibonacci - Zahlen	Kaninchen-geschichte Zahlenreihen bei der Ananas	Spirale (Richtungen)	

## Zusammenfassung:

Schülerin A erkannte 10 Bilder mit mathematischem Bezug und konnte acht mathematische Begriffe (spiralförmig, Spirale, Fibonacci-Zahlen, symmetrisch, Sechseck, Spiegelbild, Querschnitt, Muster) korrekt wiedergeben. Sie konnte erklären, was „symmetrisch“ bedeutet und den Begriff Symmetrieachse, der von der Interviewerin erwähnt wurde, mithilfe eines Bildes erläutern. Sämtliche während der drei Module genannten Kategorien waren bei ihr noch präsent. Nur bei der Zuordnung der Muster hatte sie Schwierigkeiten, wahrscheinlich deshalb, weil der Begriff von uns nicht genau definiert wurde. Richtig erkannte sie, dass Tiere und Landschaften ein Muster aufweisen können.

Schüler B wählte zunächst drei Bilder mit mathematischen Inhalten aus, erkannte, dass sich die Gegenstände spiegeln und konnte dies auch näher umschreiben. Auf die Frage, ob es noch dazupassende Bilder gebe, fand er weitere fünf Bilder, die er der Kategorie Symmetrie richtig zuordnete. Falsch zugeordnet wurden von ihm zwei Bilder mit Tiernustern. Beim Bild mit der Ananas fielen ihm sofort die Fibonacci-Zahlen ein, außerdem konnte er drei Zahlenreihen und deren Verlauf an der Frucht zeigen. Das Bild mit den drei Hasen erinnerte ihn an die Kaninchengeschichte, die er teilweise wiedergeben konnte. Er nannte während des Interviews sechs mathematische Begriffe: spiegeln, Fibonacci, Fünferreihe, Achterreihe, 13er-Reihe, spiralförmig;

Schülerin C hatte beim Zuordnen der Bilder zunächst Schwierigkeiten, sie erkannte Bilder mit Mustern nicht als mathematischen Inhalt. Von den Bildern, die zur Kategorie Spirale gehören, ordnete sie vier richtig zu. Außerdem konnte sie zeigen, dass es bei Fichtenzapfen und der Ananas Spiralen gibt, die nach links und nach rechts gehen. Dass es eine Geschichte zu den Fibonacci-Zahlen gibt, erwähnte sie beim Bild mit den drei Hasen. Sie konnte sich an die Bienenwabe, von ihr „Honighaus“ genannt, erinnern, und dass diese sechs Ecken habe. Auch die Schneeflocke konnte sie richtig den Vielecken zuordnen. Von Nautlus und Seestern wusste sie noch, dass diese Objekte im Naturhistorischen Museum zu suchen waren, ein mathematischer Zusammenhang war nicht mehr vorhanden. Auch das Teilen war ihr noch in Erinnerung. Sie erwähnte den Begriff Spiegelung, konnte den Vorgang des Spiegeln erklären. Folgende mathematische Begriffe wurden von ihr genannt: Spiralen, Fibonacci, Ecken, Hälfte, Spiegelung, Teile;

Schüler D erkannte zwei Bilder mit mathematischen Inhalten, konnte diese allerdings keinen mathematischen Begriffen oder Kategorien zuordnen. Lediglich Zahlen konnte er als mathematische Kategorie erkennen, und so versuchte er, die Gegenstände und Details zahlenmäßig zu erfassen. Außerdem benannte er Objekte und deren Farben. Zusammenhänge wurden von ihm keine erfasst.

## **5 REFLEXION UND AUSBLICK**

### **5.1 Rückblick – Ziele**

Rückblickend möchten wir zu den am Beginn formulierten Zielen Stellung nehmen. Zu den beiden erst genannten Zielen, das Interesse an der Natur und den achtsamen Umgang mit ihr zu fördern, ist festzuhalten, dass im Laufe des Jahres ein Fortschritt bemerkbar wurde. Nicht nur während des Projektes, auch im Biologieunterricht konnte ein erweiterter Blick auf die Natur festgestellt werden. So betreuten die Kinder mit Freude ein selbst angelegtes kleines Blumenbeet im Schulhof, die Pflanzen wurden selbst gezogen und gepflegt. Beim Sammeln der Naturmaterialien im Juni haben sie nicht nur Pflanzen, sondern auch Schnecken aus den Praterauen mitgebracht, die sie bis zur Gestaltung der Naturobjekte ebenfalls sorgfältig betreuten.

Ein weiteres Ziel war es, mathematische Prinzipien in der Natur zu erkennen. Für einen Großteil der Kinder, auch für die weniger begabten, waren die Prinzipien Symmetrie / Spiegelung / Vieleck nachvollziehbar. Das schwierige Kapitel der Fibonacci-Zahlen in der Natur wurde von einem kleinen Teil der Kinder verstanden. Alle jedoch waren bemüht die Anzahl der Spiralen zu überprüfen. Eine Arbeit, bei der ihre Geduld auf die Probe gestellt wurde. So konnte unser Ziel, Versuchsreihen anzuwenden, umgesetzt werden. Das Mikroskopieren und Betrachten kleiner Pflanzenteile unter der Lupe war ein erster Schritt in der Erprobung einfacher naturwissenschaftlicher Methoden. Bei der Betrachtung der Spiegelbilder eines Rundspiegels waren die Kinder angehalten Fragen und Lösungswege zu entwickeln.

Die Durchführung der Aufgaben hat den Kindern sichtlich Spaß gemacht, was durch das äußerst positive Feedback am Ende der Projektmodule bestätigt wurde. Die Arbeitsfreude in dem Ausmaß ist im Unterrichtsalltag nicht zu erwarten.

### **5.2 Rückblick – Evaluation**

Da wir vor dem Projekt mit der Aufgabe, eine Evaluation durchzuführen, niemals konfrontiert wurden, gingen wir zwar mit Überlegungen, aber ohne schlüssiges Konzept an die Sache heran. Während des Evaluationsseminars wurden wir auf Fehler aufmerksam gemacht, die wir nur zum Teil korrigieren konnten (fehlende Kodierung, Art der Fragestellung). Hilfreich waren die vielen Anregungen und die schriftlichen Unterlagen, die wir erhielten.

### **5.3 Ausblick**

Dieses Projekt ist für uns abgeschlossen, aber die zugrunde liegende Projektidee wollen wir im Auge behalten und immer wieder in den Unterricht einfließen lassen. Ein konkretes Vorhaben wäre zum Beispiel das Betrachten von Schneeflocken unter der Lupe, das aufgrund der Wetterverhältnisse nicht stattfinden konnte. Weiters haben wir uns vorgenommen, auch im nächsten Jahr verschiedene Evaluierungsmethoden, bereits erprobte, aber auch neue, anzuwenden.

## LITERATUR

GÜTHLER, Andres, LACHER, Kathrin (2007) . Naturwerkstatt Landart. Ideen für kleine und große Naturkünstler . Baden und München : AT Verlag

LÜK, Gisela (2003) Was blubbert da im Wasserglas? Kinder entdecken Naturphänomene. Freiburg – Basel – Wien: Herder

POSAMENTIER, Alfred S. (1994). Arbeitsmaterialien Mathematik. Stuttgart: Klett.

SCHAUER, Thomas , Caspari, Claus (2008) . Der BLV Pflanzenführer für unterwegs. München: BLV Buchverlag

STEWART, Ian (2007). Das Rätsel der Schneeflocke. Die Mathematik der Natur. München: Spektrum Akademischer Verlag