IMST – Innovationen machen Schulen Top

Kompetenzen im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht

DAS EISBERGMODELL DER REALISTISCHEN MATHEMATIK NACH FREUDENTHAL ZUM THEMA „GEOMETRISCHE KÖRPER“

ID 382

Anna Peer

Elisabeth Gortan, Rosina Haider, Christine Painer

Hauptschule Anger

Anger, Juli 2011

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT

Angeregt durch ein Seminar mit VertreterInnen des Freudenthalinstitutes der Universität Utrecht haben wir uns intensiv mit dem „Eisbergmodell der Realistischen Mathematik“ nach Freudenthal auseinandergesetzt. Dieses didaktische Modell, das davon ausgeht, dass Lernen auf drei Ebenen erfolgt, haben wir in der 5. und 7. Schulstufe beim Thema „Geometrische Körper“ erprobt. Dadurch wollten wir Lehrerinnen unsere fachdidaktischen Kompetenzen im Hinblick auf das Auswählen geeigneter Lernumgebungen erweitern. SchülerInnen sollten durch handlungsorientiertes Lernen solide Basiskompetenzen und eine gute Grundlage für das Erreichen der formalen (höchsten) Ebene des Lernens erwerben.

Außerdem haben wir in der 7. Schulstufe die Kinder der 1. Leistungsgruppe in eine Mädchen- und eine Bubengruppe geteilt, um zu erforschen, ob der Unterricht in monoedukativen Gruppen Auswirkungen auf den Erwerb von kognitiven Kompetenzen und auf die emotionalen Lernvoraussetzungen der SchülerInnen hat.

Schulstufe:	5. und 7. Schulstufe
Fächer:	Mathematik
Kontaktperson:	Anna Peer
Kontaktadresse:	8184 Anger, Baierdorf-Dorf 42

1 EINLEITUNG

Das Projektteam, bestehend aus vier Lehrerinnen der Hauptschule Anger, ist schon seit vielen Jahren bemüht, durch einen ansprechenden und innovativen Mathematikunterricht die SchülerInnen beim forschend-entdeckenden Arbeiten zu begleiten. Durch reichhaltige Lernumgebungen, die individuelle Fähigkeiten berücksichtigen, sollen die Lernenden zu eigenverantwortlichem und selbstständigem Lernen animiert und motiviert werden.

Durch die Umsetzung neuer fachdidaktischer Anregungen sind die Lehrerinnen bemüht, den aktuellen gesellschafts- und bildungspolitischen Bestrebungen zu entsprechen und einen modernen, auf Vermittlung und Förderung von Kompetenzen abzielenden Unterricht anzubieten.

Um einen derartigen Unterricht zu gewährleisten, sind Lehrende gefordert, entsprechende Vorbereitungsarbeit zu leisten. Differenzierung und Individualisierung stellen eine große Herausforderung dar. Das Eisbergmodell der „Realistischen Mathematik nach Freudenthal" ist eine hilfreiche Unterstützungsmöglichkeit, diese Vorbereitungsarbeit effizient und ökonomisch zu gestalten.

Unterstützt wurden und werden wir auf diesem Weg durch das Bezirksnetzwerk VIA_MATH im Bezirk Weiz I, durch das Regionale Netzwerk Steiermark und durch IMST.

2 VORAUSSETZUNGEN

2.1 Ausgangssituation

Schon seit dem Schuljahr 2006/07 gibt es im Bezirk Weiz, Aufsichtsbereich I, das fachdidaktische Bezirksnetzwerk VIA_MATH. Dieses Netzwerk, an dem Lehrende aus allen Pflichtschulen beteiligt sind, hat eine Aufbruchstimmung im Mathematikunterricht sowohl in der Volksschule als auch in der Hauptschule bewirkt.

Wichtigste Ziele sind die Veränderung und Weiterentwicklung des Mathematikunterrichtes in Richtung eines kompetenzorientierten Unterrichts und in Richtung Individualisierung und Differenzierung. Zur Erreichung dieser Ziele wurden und werden regelmäßig Fortbildungsveranstaltungen angeboten, in denen die Reflexion über den Unterricht und der Erfahrungsaustausch an vorderster Stelle stehen.

Zur Unterstützung und Professionalisierung der Lehrenden werden fachdidaktische Seminare veranstaltet, so zum Beispiel mit den Fachdidaktikern Timo Leuders und Lars Holzäpfel von der Pädagogischen Hochschule Freiburg in Deutschland zum Thema „Produktives Üben“ und mit Referenten vom Freudenthalinstitut an der Universität Utrecht, Niederlande, zum Thema „Realistische Mathematik nach Freudenthal“. Dieses Seminar hat uns auch dazu angeregt, das vorliegende Projekt durchzuführen.

2.2 Vorgängerprojekte

Vor fünf Jahren hat das Projektteam schon ein IMST-Projekt durchgeführt mit dem Titel „Konstruktivistisch orientierter standardbasierter Mathematikunterricht“.[1] Die wichtigsten Ziele waren eine Förderung der Sprache im Mathematikunterricht und ein forschendes Lernen im Sinne von konstruktivistisch orientiertem Lernen.

Im darauf folgenden Schuljahr gab es ein Nachfolgeprojekt mit den gleichen Klassen und dem gleichen Lehrerinnenteam mit dem Titel „Erproben einer neuen Didaktik zur Einführung der direkten und indirekten Proportionalität“.[2] Das Ziel war, ein Verständnis für Textaufgaben mit direkter und indirekter Proportionalität bei den Lernenden zu erreichen ohne eine zu frühe Formalisierung. Auch in diesem Projekt waren die Sprache und das forschend-entdeckende Lernen wesentliche Aspekte.

In beiden Projekten waren die Kinder in Mädchen- und Bubengruppen und eine geschlechtsheterogene Gruppe geteilt. Ein Ergebnis der Befragung war, dass die Mädchen den Unterricht in der monoedukativen Gruppe sehr schätzten und die Buben keinen Nachteil hatten. In den kognitiven Ergebnissen zeigten sich aber keine Unterschiede.

Ein Unterrichtsprinzip in beiden Projekten war das selbstständige Lösen von Aufgaben, das Finden von individuellen (viablen) Lösungswegen, das Reflektieren und Präsentieren von Lösungen und Lösungswegen. Um eine intensive Auseinandersetzung mit einer Problemstellung zu ermöglichen, wurden die so genannten „Forscherstunden“ eingeführt, das heißt, von den vier Mathematikstunden einer Woche wurden zwei zu einer Doppelstunde zusammengefasst. Diese Forscherstunden haben wir

---

[1] http://imst3plus.uni-klu.ac.at/imst-wiki/index.php/Konstruktivistisch_orientierter_standardbasierter_Mathematikunterricht

[2] http://imst3plus.uni-klu.ac.at/imst-wiki/index.php/Erproben_einer_neuen_Didaktik_f%C3%BCr_die_Einf%C3%BChrung_der_Proportionen

auch in den folgenden Jahren beibehalten, weil damit ein aktiv-entdeckenden Unterricht leichter möglich ist.

2.3 Projektklassen

Am diesjährigen Projekt nahmen die Kinder der 5. und 7. Schulstufe teil, weil das Projektteam in diesen Stufen Mathematik unterrichtet und das Thema „Geometrische Körper" laut Lehrplan, Stoff in beiden Schulstufen ist.

5. Schulstufe:	1a	11 Knaben, 13 Mädchen
	1b	16 Knaben, 7 Mädchen
7.Schulstufe:	3a	5 Knaben, 13 Mädchen
	3b	11 Knaben, 5 Mädchen
	3c	11 Knaben, 10 Mädchen

Die 1a, 3a und 3b Klasse sind Klassen mit fremdsprachlichem Schwerpunkt, das heißt, sie haben mehr Unterrichtsstunden in Englisch und ab der 3. Klasse Französisch als zweite lebende Fremdsprache.

Die 1b und die 3c Klasse sind Klassen mit dem Schwerpunkt Informatik.

In den Gegenständen Deutsch, Englisch und Mathematik wird an der Hauptschule Anger in Leistungsgruppen unterrichtet, allerdings gibt es auf Grund der SchülerInnenzahlen vermehrt heterogene Gruppen, das heißt Lerngruppen mit Kindern der ersten und zweiten oder der zweiten und dritten Leistungsgruppe.

In der 7.Schulstufe wurden die SchülerInnen der 1. Leistungsgruppe zu Beginn dieses Schuljahres in monoedukative Gruppen eingeteilt, weil mit dem Unterricht in Buben- und Mädchengruppen schon in vergangenen Jahren gute Erfahrungen gemacht wurden. So gibt es eine Mädchengruppe mit 17 Schülerinnen, eine Bubengruppe mit 23 Schülern und eine koedukative Gruppe mit 15 SchülerInnen der 2. und 3. Leistungsgruppe.

3 PROJEKTZIELE

3.1 Themenstellung

In einer Fortbildungsveranstaltung mit Vertretern des Freudenthalinstitutes der Universität Utrecht haben wir Einblick in die „Realistische Mathematik" nach Hans Freudenthal bekommen.[3] Ein Themenbereich des Seminars waren die drei Ebenen des Lernens, dargestellt als "Eisbergmodell".

3.1.1 Das Eisbergmodell

Lernen erfolgt immer auf drei Ebenen. Die Vertreter des Freudenthal-Institutes nennen diese Ebenen informal, präformal und formal.

Die informale Ebene ist die Handlungsebene, auf der es um ein ganz spezielles Problem geht. Die Kinder arbeiten mit Modellen, realen Gegenständen, auch mit Zeichnungen und Bildern.

Die präformale Ebene ist die symbolische Ebene, auf der sich die Lernenden an Hand von symbolischen Darstellungen selbst ein Lösungsmodell bilden sollen.

Die formale Ebene als Spitze des Eisbergs ist dann erreicht, wenn man Algorithmen bzw. Formeln zum Lösen anwenden kann, wenn der Transfer auf allgemeine Probleme gelingt.

In der Literatur findet man ähnliche didaktische Prinzipien für den Mathematikunterricht. So spricht z. B. Jerome Bruner von der enaktiven (handelnden), der ikonischen (bildlichen) und der symbolischen (formalen oder verbalen) Ebene. Nach Bruner soll *„Ein mathematischer Sachverhalt möglichst in allen drei Darstellungsebenen – enaktiv, ikonisch, symbolisch - erfasst werden. Auf den Transfer zwischen den drei Repräsentationsmodi sollte besonderes Gewicht gelegt werden."*[4]

Mathematik ist demzufolge nicht nur eine Angelegenheit von Definitionen, Formeln und Algorithmen. Ziel sollte sein, eigene Denkmodelle entwickeln und einsetzen können. Regeln und Formeln sollten nicht nur gekonnt sondern auch verstanden werden.

Für den Unterricht bedeutet das Eisbergmodell, dass dem Problemlösen auf der informalen und präformalen Ebene ein breiter Raum eingeräumt werden muss. (Ein Eisberg ist nur dann schwimmfähig, wenn er eine breite Basis hat.) Eine wesentliche Aufgabe für Lehrende ist es zu erkennen, ob ein Kind auf einer Ebene überfordert ist. Es ist nicht zielführend, auf der präformalen oder formalen Stufe intensiver zu üben, wenn das Grundverständnis für eine Problematik fehlt.

3.1.2 Ziele auf SchülerInnenebene

Erreichen von soliden Basiskompetenzen bei der Berechnung von geometrischen Körpern.

Verständnisorientierter Wissenserwerb durch handlungsorientiertes Lernen.

---

[3] http://www.fi.uu.nl/viamath/
[4] http://www.sinus-bayern.de/userfiles/Broschuere_2007/K2/K22.pdf

3.1.3 Ziele auf Lehrerinnenebene

Auswählen von adäquaten Lernumgebungen: Die Lernumgebungen sollen so ausgewählt und gestaltet werden, dass sie in allen Leistungsniveaus eingesetzt werden können.

Kategorisieren von Beispielen nach den drei Ebenen des Eisbergmodells.

Individualisierung des Unterrichts: Leistungsschwache fördern (Vermeiden einer zu frühen Formalisierung), Leistungsstarke fordern durch entsprechende Aufgabenstellungen.

4 PROJEKTVERLAUF

Das am Projekt beteiligte Lehrerinnenteam unterrichtet Mathematik in der 5. und 7.Schulstufe. Da das Thema „Geometrische Körper“ laut Lehrplan auf beiden Stufen zu bearbeiten ist, erschien uns die Umsetzung des Eisbergmodells für dieses Thema als gut geeignet.

Die Durchführung planten wir für den Anfang des 2. Semesters über einen Zeitraum von 3 Wochen.

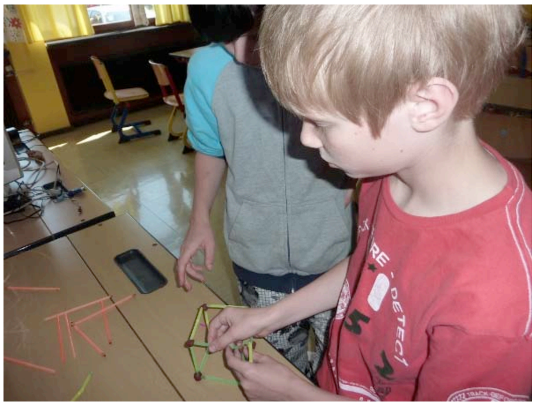
Wir haben das Thema „Geometrische Körper“ in drei Inhaltsbereiche gegliedert, nämlich Eigenschaften, Oberflächeninhalt und Rauminhalt. Zu jedem dieser Bereiche haben wir ein „Eisbergmodell“ erstellt, um deutlich zu machen, welche Anforderungen bzw. Aufgabenstellungen den drei Ebenen des Modells entsprechen.

4.1 Eigenschaften von Quader und Würfel bzw. Prismen

Abb.1: Das Eisbergmodell für die Eigenschaften von Prismen (schwarz: 5. Schulstufe, grün: 7. Schulstufe)

In der 5.Schulstufe war das Thema der ersten Unterrichtseinheit, einer Doppelstunde, das Kennenlernen und Beschreiben von verschiedenen Körperformen. Dazu gab es eine Stationenarbeit mit folgenden Aufgabenstellungen:

- Würfelhäuser nach einem Bauplan zeichnen
- Körpermodelle benennen und nach verschiedenen Merkmalen ordnen
- Kantenmodell eines Quaders / Würfels bauen
- Körperformen blind erkennen
- Eigenschaften von Quader und Würfel erkennen

Bau von Kantenmodellen in der 5. Schulstufe

In einer weiteren Unterrichtseinheit wurden Quader- und Würfelmodelle hinsichtlich ihrer Eigenschaften (Kanten, Ecken und Flächen) untersucht: wie viele gibt es, welche sind parallel zueinander, welche sind gleich lang bzw. gleich groß. Ein Transfer dieses Wissens ist notwendig zum Berechnen der gesamten Kantenlänge eines Würfels oder Quaders bzw. einer Umkehraufgabe. (Z.B.: Kann man aus einem 1 m langen Draht ein Kantenmodell eines Würfels mit 10 cm Seitenlänge herstellen?)

Die höchste Ebene auf dieser Schulstufe scheint für uns erreicht, wenn der oben beschriebene Wissenstransfer zur Problemlösung angewendet werden kann. Wir gehen davon aus, dass nicht alle Kinder in diesem Alter dieses Ziel erreichen, ein Formelverständnis ist aus unserer Erfahrung noch nicht zu erwarten.

Auf der 7.Schulstufe wurden verschiedene Körpermodelle (Prismen und andere) betrachtet und beschrieben und dann eine Definition für Prismen erarbeitet.

Auf der präformalen Stufe ging es darum, an Hand von zeichnerischen Darstellungen die Anzahl von Kanten, Ecken und Flächen unterschiedlicher Prismen (drei-, vierseitig) festzustellen und in eine Tabelle einzutragen. Dieses Feststellen der Anzahl sollte auf der Vorstellungsebene für weitere Prismen mit einem Vieleck als Grundfläche erfolgen und schließlich zu Formeln für das Berechnen der Anzahl der Ecken, Kanten und Flächen eines n-seitigen Prismas führen. Diese Aufgabe konnte von vielen Kindern insofern gelöst werden, als sie die Berechnung verbal beschreiben konnten, die symbolische Darstellung in einer Formel wurde mit Hilfestellung der Lehrerin erarbeitet.

Schülerdokument siehe Anhang!

4.2 Oberflächeninhalt von Quader und Würfel bzw. Prismen

Abb.2: Das Eisbergmodell für die Oberfläche von Prismen (schwarz: 5. Schulstufe, grün: 7. Schulstufe)

Bei der Erstellung der Eisbergmodelle haben wir die Bereiche Eigenschaften von Körpern und Oberflächeninhalt getrennt dargestellt. In der Erarbeitung im Unterricht wurden diese beiden Themen nicht streng getrennt hintereinander behandelt, sondern es gab einen fließenden Übergang.

Ausgangspunkt für die Berechnung der Oberfläche ist die Darstellung des Körpers in der Ebene als Netz. In der 5. Schulstufe haben Kinder Verpackungsschachteln betrachtet und aufgefaltet, um danach selbst eine Schachtel in beliebiger Größe herzustellen. Der nächste Schritt war das Zeichnen von Quader- und Würfelnetzen mit vorgegebener Größe (präformale Ebene). Ein weiterer Arbeitsauftrag war das Erkennen von Quadernetzen, die als Zeichnung vorgegeben waren. Die Kinder sollten an Hand der Zeichnung erkennen, ob sich aus einer bestimmten Darstellung ein Netz falten lässt oder nicht. Wenn sie dazu nicht in der Lage waren, sollten sie das Netz ausschneiden und falten (zurück auf die informale Ebene!). Sie mussten auch begründen, warum eine Darstellung ein Quadernetz ist oder nicht.

Mit Hilfe von Quadermodellen und –netzen sollten die Lernenden selbstständig die Oberfläche berechnen, allerdings nur als Summe der einzelnen Flächen. Die allgemeine Oberflächenformel für den Quader ($O = a*b*2 + a*h*2 + b*h*2$) wurde aus solchen Beispielen entwickelt, aber nur von einigen Kindern auch wirklich verstanden und zur Berechnung eingesetzt. Aus Erfahrung wissen wir, dass in dieser Altersstufe die meisten Kinder die Oberfläche als Summe der Einzelflächen berechnen können, ohne eine Formel anzuwenden. Das Projektteam ist der Meinung, dass beim Thema Oberflächenberechnung die formale Ebene in der 5. Schulstufe nicht erreicht werden muss. Viel wichtiger sind

Übungen zur Raumvorstellung. Dazu gibt es viele interaktive Übungen im Internet, die sehr motivierend für Kinder sind.[5]

In der 7.Schulstufe beschäftigten sich die Kinder mit verschiedenen Prismennetzen, die sie zu Körpern falten mussten. Sie bekamen auch folgendes Problem gestellt: Ihr sollt eine Verpackung für 3 Tennisbälle (oder Tischtennisbälle) herstellen mit möglichst wenig Papierverbrauch. Es war interessant zu beobachten, wie Kinder an eine derartige Aufgabe herangehen. Alle waren sehr eifrig beim Probieren und Zeichnen und einige hatten nach kurzer Zeit schon eine Lösung. Andere brauchten etwas länger, schauten sich bei MitschülerInnen etwas ab, manche fanden einen besonders interessanten Vorschlag für eine Verpackung. Diese Beschäftigung mit Papier, Bleistift und Schere war, wie sich später zeigte, eine gute Voraussetzung für die Berechnung der Oberfläche von verschiedenen Prismen.

Fotos siehe Anhang!

Die folgende Lernumgebung sollte zur Formel für die Berechnung der Oberfläche eines allgemeinen Prismas hinführen. Die Lernenden bekamen verschiedene Verpackungsschachteln mit folgenden Aufgabenstellungen:

- Miss die für die Berechnung benötigten Längen deiner Verpackung.
- Suche das Kärtchen heraus, das zu deinem Prisma gehört und verwende diese Maße zum Berechnen.
- Berechne die Oberfläche und kontrolliere anschließend das Ergebnis.
- Stelle einen Zahlenterm auf und schreibe ihn gut lesbar in großer Schrift auf ein Kärtchen.

Welche Anforderungen mussten bewältigt werden? Dem Körpermodell musste das richtige Netz zugeordnet werden. Die Grundflächen-Vielecke mussten in berechenbare Figuren zerlegt und die dafür notwendigen Längen gemessen werden.

Angaben- bzw. Lösungsblatt siehe Anhang!

Die Aufgabe durfte in Partnerarbeit gelöst und die Ergebnisse mussten am Ende der Arbeit präsentiert werden.

[5] http://www.schulalltage.de/html/netze2.html
http://schulen.eduhi.at/riedgym/mathematik/klasse1/raumvorstellung/raumvorstart.htm
http://www.themaninblue.com/experiment/Cubescape/new.php

Mädchen bei der Arbeit

Präsentation der Ergebnisse

Diese intensive, aktiv-entdeckende Beschäftigung bewirkte, dass viele Kinder die Formeln $O = 2G + M$ und $M = u_G * h$ verständnisvoll auf verschiedene Beispiele anwenden konnten.

4.3 Rauminhalt von Quader und Würfel bzw. Prismen

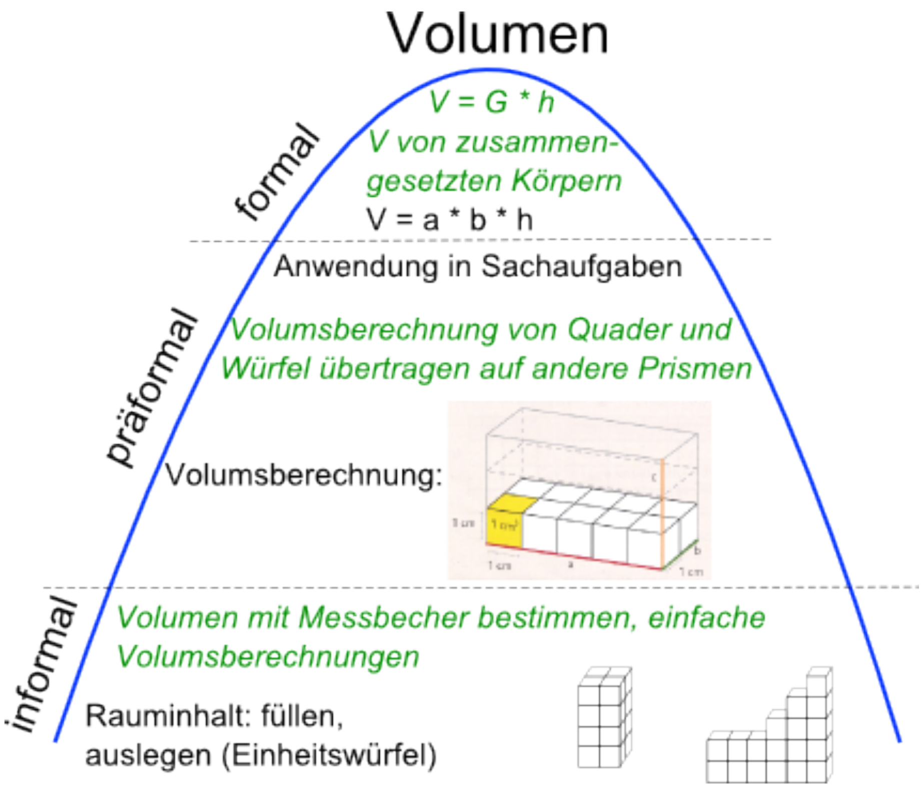
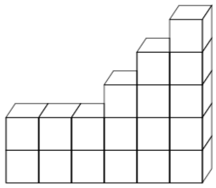


Abb. 3: Eisbergmodell für den Rauminhalt von Prismen (schwarz: 5. Schulstufe, grün: 7.Schulstufe)

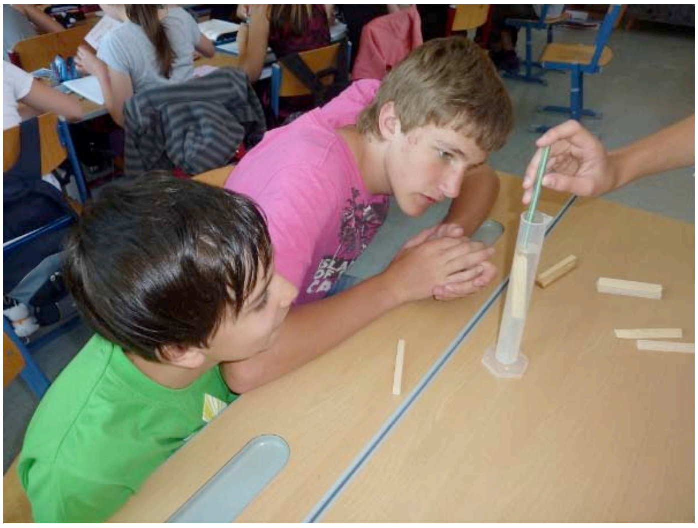
Um das Verständnis für den Rauminhalt von Körpern zu wecken, können Kinder Körper mit verschiedenen Materialien (Wasser, Sand) füllen. Auf der informalen Stufe lässt man verschiedene Würfelkörper bauen und Körper (z.B. Schachteln) mit Einheitswürfeln auslegen. Auch das Feststellen des Rauminhalts vorgegebener Würfelkörper (Modell oder Zeichnung) ist eine Übung auf dieser Handlungsebene.



Zum Berechnen des Rauminhaltes eines Quaders oder Würfels (5.Schulstufe) haben wir Arbeitsaufträge mit verschiedenen zeichnerischen Darstellungen erteilt, die schließlich zur Formel $V = a*b*h$ geführt haben. Diese Formel ist für SchülerInnen leichter verständlich als die Oberflächenformel, weil sie dem Multiplikationsprinzip entspricht, das die Kinder schon von der Grundschule kennen. Die formale Ebene ist unserer Meinung nach dann erreicht, wenn die Lernenden imstande sind, diese Formel auch in Textaufgaben anzuwenden, wenn nicht explizit die Berechnung des Volumens gefragt ist, sondern sie selbst entscheiden, ob in einer Problemstellung die Oberfläche oder der Rauminhalt zu berechnen ist.

Aufgabenblatt siehe Anhang!

In der 7.Schulstufe haben die SchülerInnen zuerst Rauminhalte an Hand der Wasserverdrängung in einem Messbecher bestimmt. Dann sollten sie die Rauminhalte von prismenförmigen Körpern mit gleicher Höhe aber unterschiedlicher Grundfläche durch Wasserverdrängung messen. Daraus wurde die Formel $V = G*h$ abgeleitet und auf unterschiedlichste prismatische Körper angewendet.



Bestimmen des Rauminhaltes durch Wasserverdrängung

Weitere Aufgabenstellungen waren Umkehraufgaben und die Berechnung der Masse von prismenförmigen Körpern.

5 ERGEBNISSE

Die Informationen aus dem Seminar „Realistische Mathematik nach Freudenthal“ haben uns dazu veranlasst, das didaktische Modell des „Eisbergs“ im Unterricht zu erproben. Es ging uns dabei um die Frage, wie können wir die Ideen des Eisbergmodells auf das Thema geometrische Körper umsetzen und wie trägt diese Arbeit zur Kompetenzerweiterung bzw. Professionalisierung der Lehrerinnen bei. Genauso wichtig war aber auch die Frage, was bewirkt die Umsetzung des Eisbergmodells bei den Lernenden. Gelingt es, ein solides Basiswissen zu vermitteln, können sich Kinder eigene Lernmodelle zurechtlegen und diese auch anwenden? Wird durch entsprechende Aufgabenstellungen und Lernumgebungen eine tragfähige Basis gelegt für das formale Verständnis?

Daneben wollten wir auch wissen, wie sich die Trennung der Lerngruppen in eine reine Mädchen- und eine reine Bubengruppe auswirkt. Gibt es Unterschiede beim Lösen der Aufgaben? Fühlen sich Buben bzw. Mädchen in einer monoedukativ geführten Gruppe wohler?

Um Antworten auf diese hier gestellten Fragen zu bekommen, wurde für die 5. und 7. Schulstufe jeweils ein Fragebogen entwickelt, der die kognitiven Fähigkeiten hinsichtlich Berechnungen von geometrischen Körpern messen sollte.

Stichprobe in der 5. Schulstufe: 44

Stichprobe in der 7.Schulstufe: 54

Außerdem wurde für die 7. Schulstufe ein Fragebogen entwickelt, der die Auswirkungen auf das Wohlbefinden der SchülerInnen durch die geänderte Gruppensituation im Mathematikunterricht erheben sollte. Diese Untersuchung wurde zu einem anderen Zeitpunkt durchgeführt als die oben angeführte.

Stichprobe in der Mädchengruppe: 17 (1.Leistungsgruppe)

Stichprobe in der Bubengruppe: 22 (1.Leistungsgruppe)

Stichprobe in der geschlechtsheterogenen Gruppe: 14 (2. und 3.Leistungsgruppe)

Die Berechnungen zu diesen Erhebungen wurden mit dem Programm Excel durchgeführt.

5.1 Ergebnisse des Rechentests nach dem Eisbergmodell

Ein Projektziel war, dass Schülerinnen und Schüler jedes Leistungsniveaus solide Basiskompetenzen erwerben und ein Großteil von ihnen Beispiele, die der informalen Ebene des Eisbergmodells zuzurechnen sind, lösen können. Leistungsstärkere SchülerInnen sollen auch Beispiele, die der präformalen und der formalen Ebene entsprechen, lösen können.

Dazu wurde ein Rechentest entwickelt mit je drei Beispielen für jede Ebene nach dem Eisbergmodell: Ebene 1 = informale Ebene, Ebene 2 = präformale Ebene, Ebene 3 = formale Ebene. Für jedes Beispiel wurden maximal zwei Punkte vergeben.

5.1.1 Ergebnisse in der 5. Schulstufe

Die durchschnittlich erreichte Punktezahl von maximal 2 Punkten je Beispiel betrug auf alle SchülerInnen bezogen auf der informalen Ebene m = 1,45, auf der präformalen Ebene m = 1,31 und auf der formalen Ebene m = 1,23. Auffällig ist dabei, dass auf der untersten Ebene nur 5 Kinder die maximale Punktezahl erreicht haben, auf der mittleren Ebene waren dies 7 Kinder und auf der höchsten Ebene 12.

Ein Vergleich der Leistungen von Buben und Mädchen zeigt keine großen Unterschiede, mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad fallen die Leistungen der Mädchen etwas stärker ab als die der Buben, wie aus folgender Abbildung zu erkennen ist.

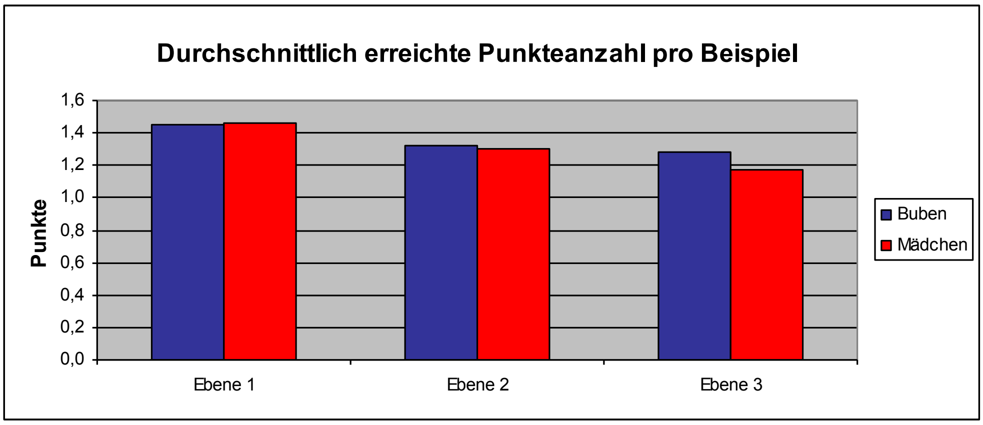


Abb.4: Durchschnittlich erreichte Punkteanzahl aller Mädchen und Buben auf der 5.Schulstufe

Vergleicht man die Lösungshäufigkeiten bezogen auf die 3 Ebenen des Lernens, so haben bei den Buben 76 % und bei den Mädchen 84 % mehr als 3 Punkte von 6 möglichen auf der Ebene 1 erzielt. Bei den Beispielen der Ebene 2 erreichten 68 % der Buben und 74 % der Mädchen mehr als 3 Punkte und auf Ebene 3 waren es 60 % der Buben und 52 % der Mädchen. Besonders auffällig ist, dass 40 % der Buben auf Ebene 3 die maximale Punktezahl erreicht haben.

Die folgenden Abbildungen zeigen, wie viele von 25 Buben bzw. von 19 Mädchen eine bestimmte Punktezahl pro Ebene des Eisbergmodells erreicht haben.

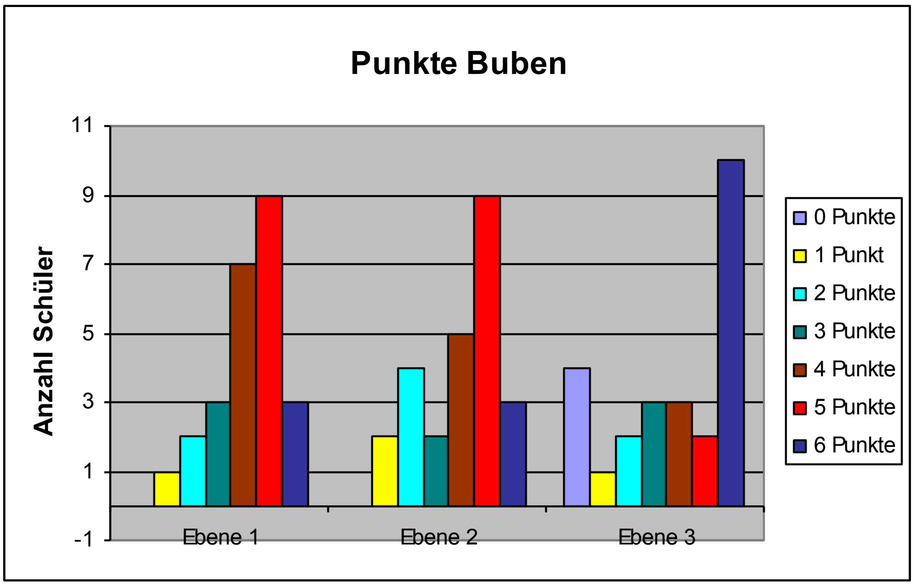


Abb.5: Von den Buben der 5.Schulstufe erreichte Punkteanzahl pro Ebene des Eisbergmodells

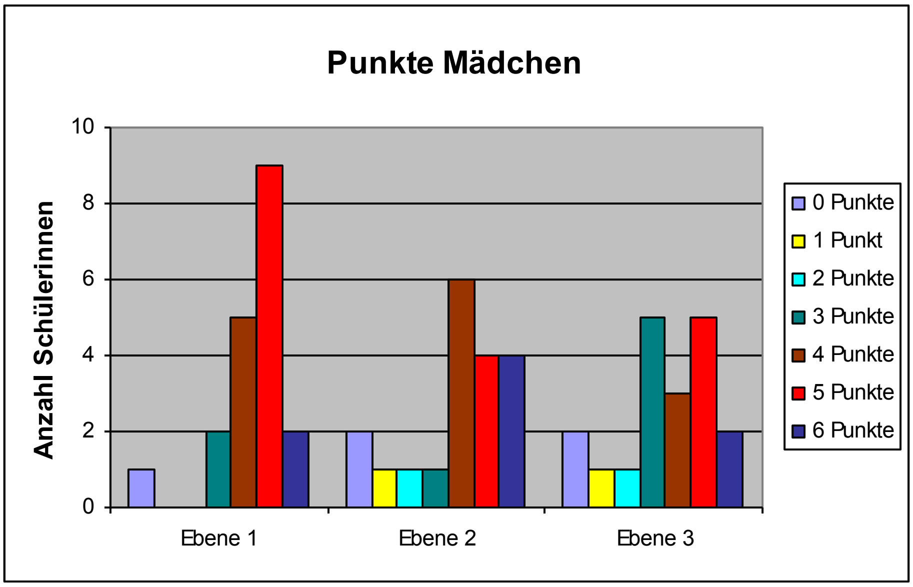


Abb.6: Von den Mädchen der 5.Schulstufe erreichte Punkteanzahl pro Ebene des Eisbergmodells

5.1.2 Ergebnisse in der 7. Schulstufe

Ein Vergleich der Mittelwerte der erreichten Punkteanzahl pro Beispiel ergab einen bedeutsamen Unterschied zwischen den SchülerInnen der 1. Leistungsgruppe und denen der 2. und 3. Leistungsgruppe. Interessant ist, dass die Kinder des unteren Leistungsniveaus bei Beispielen der Ebene 3 eine größere durchschnittliche Punkteanzahl erreicht haben als bei Beispielen der Ebene 2.

Die Leistungen der Buben und Mädchen der 1. Leistungsgruppe zeigten keine großen Unterschiede. Es fällt auf, dass die Leistungen der Buben mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad der Aufgaben etwas stärker abfallen als die der Mädchen.

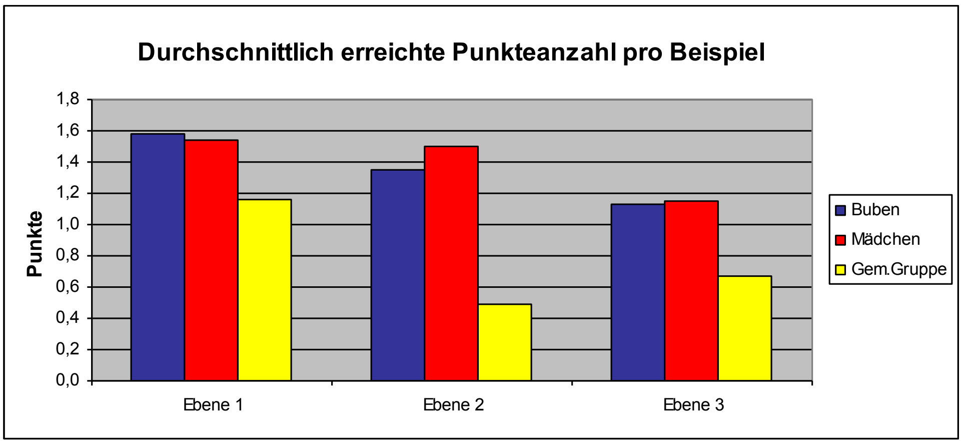


Abb.7: Durchschnittlich erreichte Punkteanzahl pro Beispiel auf der 7.Schulstufe

Bei einer genaueren Analyse der Testergebnisse wurde erhoben, wie viele Kinder auf jeder Ebene des Eisbergmodells weniger als 4 Punkte von 6 möglichen erreicht haben.

	Mädchen	Buben	Gemischte Gruppe
Ebene 1	5	3	8
Ebene 2	3	9	12
Ebene 3	8	11	15

Einen Vergleich des prozentuellen Anteils jener SchülerInnen, die die maximale Punkteanzahl pro Ebene erreicht haben, zeigt die folgende Tabelle.

	Mädchen in %	Buben in %	Geschlechtsheterogene Gruppe in %
Ebene 1	50	43,48	13,33
Ebene 2	56,25	26,09	0
Ebene 3	25	17,39	0

Aus den zwei folgenden Abbildungen kann ersehen werden, wie viele von 23 Buben bzw. von 16 Mädchen eine bestimmte Punktezahl pro Ebene des Eisbergmodells erreicht haben.

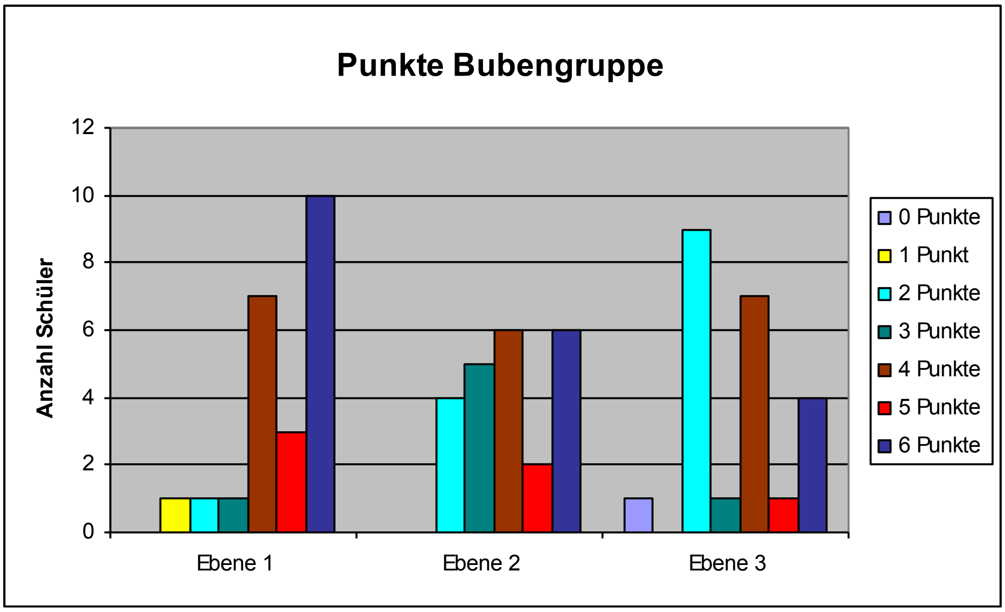


Abb. 8: Anzahl der Buben der 7. Schulstufe, die eine bestimmte Punkteanzahl pro Ebene des Eisbergmodells erreicht haben

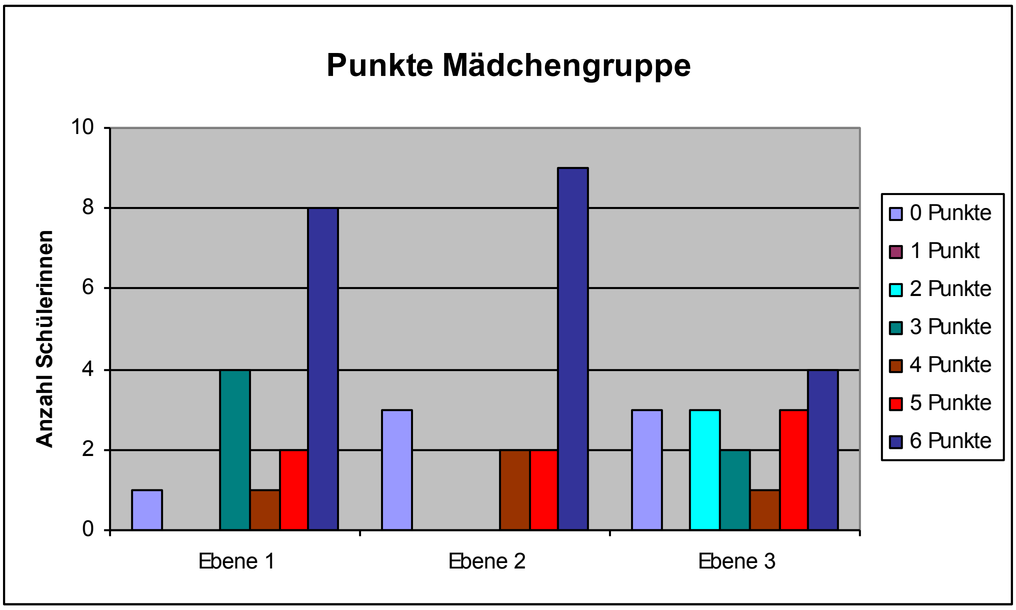


Abb. 9: Anzahl der Mädchen der 7. Schulstufe, die eine bestimmte Punkteanzahl pro Ebene des Eisbergmodells erreicht haben

In der geschlechtsheterogenen Gruppe hat niemand mehr als vier Punkte auf Ebene 2 und mehr als drei Punkte auf Ebene 3 erreicht. Bemerkenswert ist, dass auf Ebene 2 etwas mehr als die Hälfte aller Kinder keinen Punkt erreicht hat.

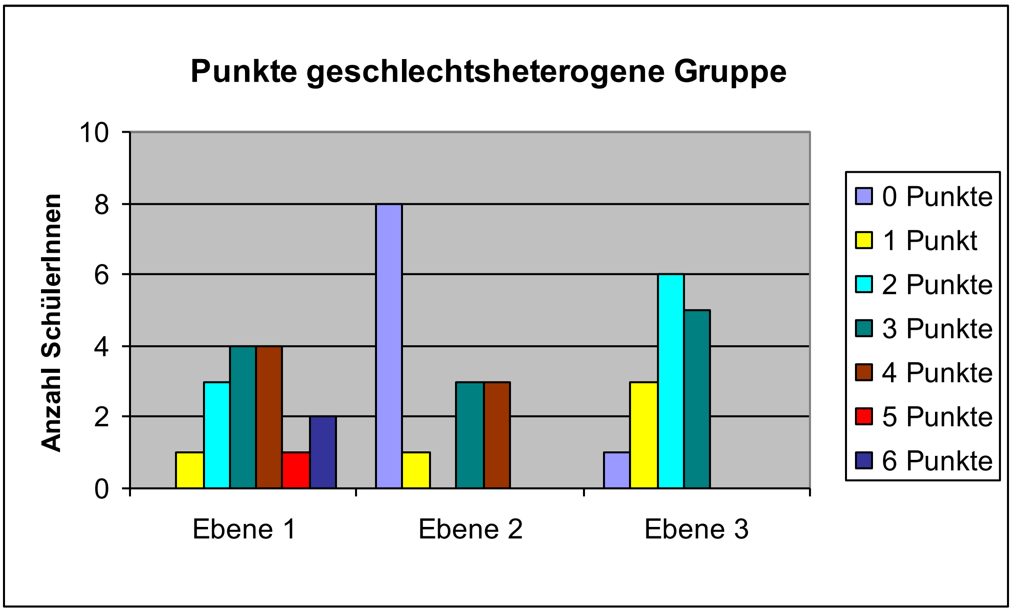


Abb. 10: Anzahl der SchülerInnen in der geschlechtsheterogenen Gruppe, die eine bestimmte Punkteanzahl pro Ebene des Eisbergmodells erreicht haben

5.2 Ergebnisse der Fragebogenerhebung in der Mädchen- und Bubengruppe

Erhoben wurde die Einstellung der SchülerInnen zur derzeitigen Situation der Gruppeneinteilung. In den beiden vergangenen Schuljahren waren in allen drei Lerngruppen Buben und Mädchen gemischt. Da im Laufe des letzten Jahres einige Kinder umgestuft wurden, war es nun auf Grund der SchülerInnenzahlen möglich, in der 1.Leistungsgruppe eine reine Mädchen- und eine reine Bubengruppe zu bilden. Außerdem gab es einen Lehrerinnenwechsel, sodass alle Buben in diesem Schuljahr eine andere Lehrerin haben.

Wir wollten in allen drei Lerngruppen der Frage nachgehen, wie wohl sich die SchülerInnen heuer fühlen und wie wohl sie sich im Vorjahr gefühlt haben. Ebenso wurde gefragt, was sie heuer besser / schlechter finden als im Vorjahr. In den monoedukativ geführten Gruppen wurde auch erhoben, was sich für sie verändert hat durch die neue Gruppenzusammensetzung. Weiters wurden die SchülerInnen gefragt, ob sie froh sind, dass sie in einer Mädchen- bzw. Bubengruppe sind und ob sie lieber in einer gemischten Gruppe wären. Entsprechend dazu wurde in der gemischten Gruppe gefragt, ob sie zufreiden sind, dass es in ihrer Gruppe Mädchen und Buben gibt oder ob sie lieber in einer reinen Mädchen-/Bubengruppe wären.

Diese Fragen mussten auf einer fünfstufigen Ratingskala beantwortet werden.

Zusätzlich mussten die Kinder in offenen Fragestellungen beantworten, was sie heuer besser oder schlechter finden, was in der reinen Mädchen-/Bubengruppe besser und schlechter ist (bzw. wäre) und was sie sich für den Mathematikunterricht im kommenden Schuljahr wünschen.

Fragebogen siehe Anhang!

5.2.1 Wohlfühlen

Zum Bereich Wohlfühlen zeigen die Mittelwerte in den monoedukativ geführten Gruppen jeweils eine Steigerung in diesem Schuljahr verglichen mit dem vergangenen Jahr. Die Steigerung bei den Buben ist größer (Mittelwertunterschied 1,0) als bei den Mädchen (Mittelwertunterschied 0,65). In beiden Gruppen beträgt der Mittelwert für dieses Schuljahr m = 4,18.

Die folgende Abbildung zeigt einen Vergleich zwischen Buben und Mädchen bezüglich ihrer Angaben, was sich durch ihre Zugehörigkeit zu einer monoedukativen Gruppe verändert hat.

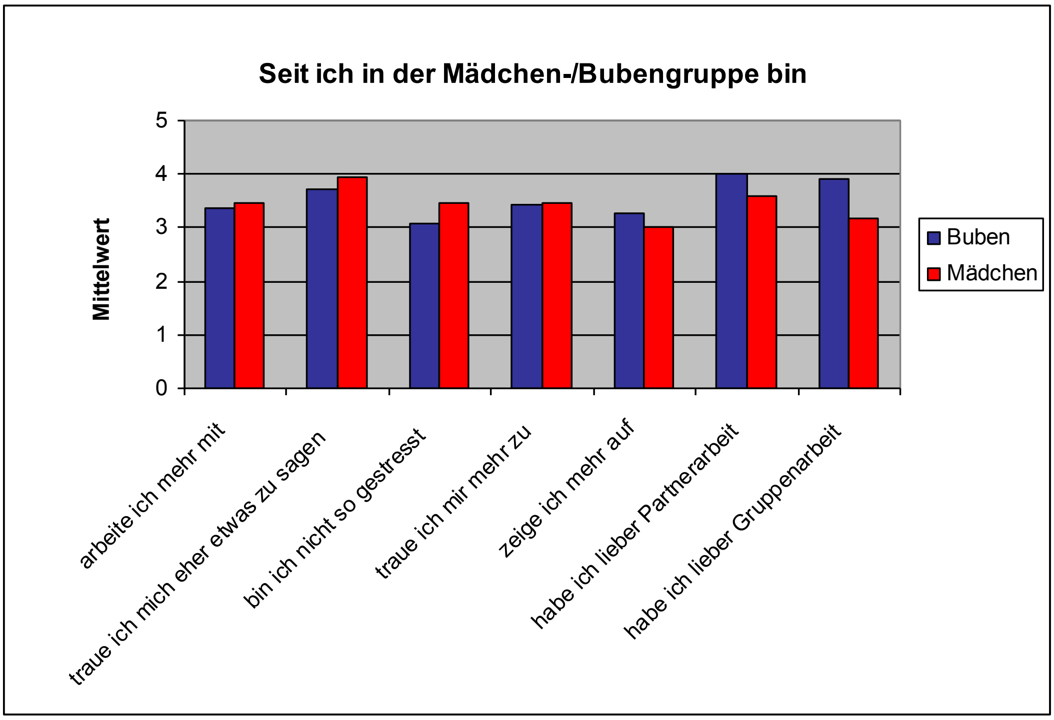


Abb. 11: Mittelwert der Aussagen von Buben und Mädchen zur Frage, was sich seit der Gruppentrennung verändert hat

Hoher Wert bedeutet große Zustimmung!

Die Auswertung der Frage „Froh über die Gruppentrennung" ergab in der Mädchen- und Bubengruppe einen hohen Wert, wobei der Mittelwert der Mädchengruppe (m = 4,13) noch wesentlich höher war als der in der Bubengruppe (m = 3,50). Kein Mädchen bewertete diese Frage mit gar nicht oder eher nicht.

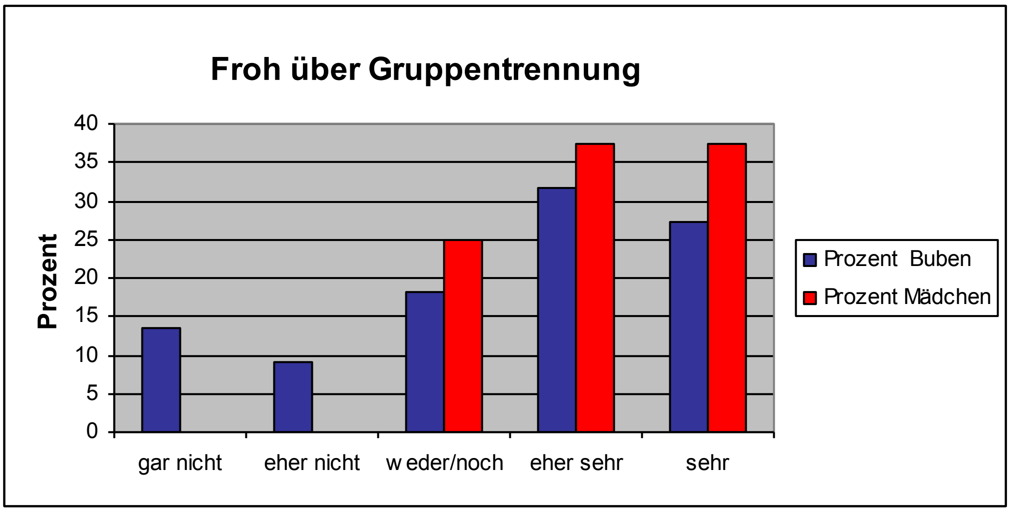


Abb. 12: Prozentzahl der Buben und Mädchen, die froh über eine Gruppentrennung sind

Die Frage „Lieber wieder in einer gemischten Gruppe" ergab in der Bubengruppe mit m = 3,09 einen höheren Mittelwert als in der Mädchengruppe mit 2,75.

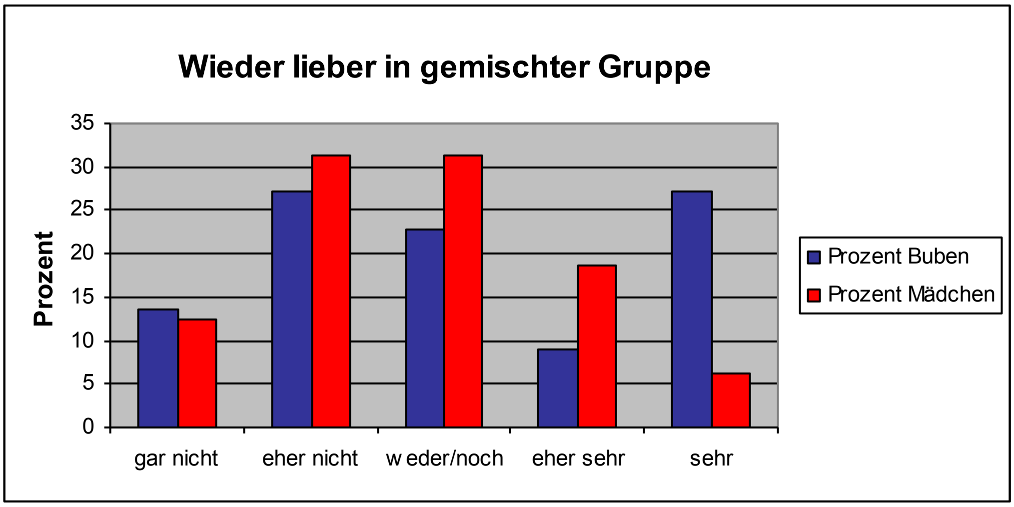


Abb. 13: Prozentzahl der Buben und Mädchen, die wieder lieber in einer gemischten Gruppe wären

5.2.2 Offene Fragestellungen

Im Fragebogen wurden auch fünf offene Fragen gestellt, deren Ergebnisse im Folgenden beschrieben werden.

5.2.2.1 Was findest du heuer besser als im Vorjahr?

Auf diese Frage antworteten 11 Mädchen (68,75 %), dass sie in der Mädchengruppe mehr Zeit zum Nachdenken haben, weil in der gemischten Gruppe die Buben besser und schneller sind und ihre Antworten immer hinaus rufen. Drei Mädchen (18,75 %) gaben an, dass sie sich in der Mädchengruppe besser konzentrieren können und zwei (12,5 %) meinten, dass sie sich mehr zu sagen trauen. Für zwei Mädchen (12,5 %) ist es egal, ob sie in der gemischten oder in der reinen Mädchengruppe sind.

In der Bubengruppe führten auf die Frage „Was ist besser als im Vorjahr?“ 11 Kinder (50 %) an, dass es die Lehrerin ist. Zusätzlich wurde angegeben, dass die Lehrerin besser erklärt (3 Buben oder 13,6 %), sie versteht Spaß oder es ist lustiger (6 Buben oder 27,3 %)), sie ist nett (1 oder 4,5 %)), schon streng aber auch lustig (1).

Ein Bub gab an, es ist cooler, dass nur Buben in der Gruppe sind. Zwei finden, es ist gleich oder eher gleich wie im Vorjahr. Einer meinte, er wird viel mehr gefördert, einer findet nichts besser als im Vorjahr und einer meint, es ist besser, weil er nicht mehr so viele Hausübungen bekommt.

5.2.2.2 Was findest du heuer schlechter als im Vorjahr?

Fünf Mädchen (31,25 %) gaben an, dass sie heuer nichts schlechter finden als im Vorjahr, eines (6,25 %) meinte, es sind nur manchmal ein paar Kleinigkeiten schlechter. Zwei Mädchen (12,5 %) schrieben, dass es mit den Buben witziger ist, eines sagte, heuer ist es fader. Und ein Mädchen meinte, es ist schlechter, dass die SchülerInnen einer Stammklasse nicht mehr die gleichen Hausübungen haben.

Sieben Mädchen (43,75 %) machten keine Angabe zu dieser Frage.

Von den Buben gaben vier (18,2 %) an, dass sie nichts schlechter finden als im Vorjahr. Weitere vier gaben an, es ist heuer schlechter als im Vorjahr, weil keine Mädchen in der Gruppe sind und zwei (9,1 %) weil man nicht flirten kann. Zwei Buben (9,1 %) gaben an, dass das Verhalten heuer schlechter ist, weil es lauter ist. Ein Bub gab an, dass Mathematik heuer weniger Spaß macht.

Drei Buben (13,6 %) gaben an, heuer ist es wegen der Hausübungen schlechter, einer weil die Gruppe nicht gemischt ist und zwei, weil mehr Schüler aus einer anderen Klasse dabei sind.

5.2.2.3 Was ist besser in der Mädchen-/Bubengruppe?

Vier Mädchen (25 %) meinten, in der Mädchengruppe ist es besser, weil sie mehr Zeit haben und eher drankommen – Buben sind immer schneller und rufen hinaus. Zwei Mädchen (12,5 %) gaben an, dass sie sich mehr trauen und nicht ausgelacht werden. Und ebenfalls zwei meinten, es ist ruhiger in der Mädchengruppe.

Folgende Antworten wurden jeweils von einem Mädchen gegeben: „Wir können mehr besprechen", „wir sind alle gleich", „gute Freundschaften unter Mädchen", „die Zusammenarbeit", „dass ich neben L. sitze und wir viel lachen", „alles", „ich finde beide Gruppen waren gut. Überall habe ich Spaß, wenn meine Freunde bei mir sind".

Bei den Buben meinte einer (4,5 %), dass gar nichts besser ist und 6 (27,3 %) gaben auf diese Frage keine Antwort. Drei Schüler (13,6 %) äußerten, dass sie sich in der Bubengruppe besser konzentrieren könnten. „In der Bubengruppe ist es lustiger" schrieben drei Schüler (13,6 %). Weitere Angaben von jeweils einem Schüler: „Keine Mädchen", „Freunde, Lehrer", „die Gleichgesinntheit der einzelnen Schüler", „die Lehrerin erklärt besser", „Zusammenarbeiten", „die Partnerarbeit", „der Unterricht ist interessanter. Man kann über Themen reden, Flirtversuche gibt es nicht".

5.2.2.4 Was ist schlechter in der Mädchen-/Bubengruppe?

Für 5 Mädchen (31,25 %) ist nichts schlechter und 8 Mädchen (50 %) machten zu dieser Frage überhaupt keine Angabe. Jeweils ein Mädchen gab an, dass es schlecht ist, dass sie so viele sind, die Ablenkung, die verschiedenen Meinungen.

Ein Bub meinte, es ist nichts schlechter in der reinen Bubengruppe und 4 Buben (18,2 %) machten dazu keine Angabe. 6 Schüler (27,3 %) gaben an, dass es schlechter ist, weil die Mädchen fehlen und man nicht flirten kann. Für drei Kinder (13,6 %) %) ist es schlechter, weil es in der Bubengruppe lauter ist und ebenfalls drei gaben die Hausübungen als Grund dafür an, dass es schlechter ist. Ein Bub meinte, es ist nicht so lustig.

5.2.2.5 Für nächstes Jahr würde ich mir für den Mathematikunterricht wünschen

Von den Mädchen wünschen sich 9 (56,25 %), dass sie im Mathematikunterricht wieder in der Mädchengruppe sind und zwei Schülerinnen (12,5 %) wären lieber in einer gemischten Gruppe. Ein Mädchen möchte schon wieder in einer reinen Mädchengruppe sein, aber in Projekten mit den Buben zusammen arbeiten. Für drei (18,75 %) ist der Klassenwechsel ein Problem, sie möchten gerne in der eigenen Klasse unterrichtet werden. Ein Mädchen wünscht sich, dass viel geforscht werden darf und dass sie lustige Aufgaben bekommt und eines, dass es wieder so lustig wird wie dieses Jahr.

Von den Buben wünschen sich vier (18,1 %), dass alles so bleibt, wie es ist, zwei (9,1 %) möchten wieder lieber in einer gemischten Gruppe sein. Drei Schüler (13,6 %) möchten die gleiche Lehrerin wieder haben, fünf (22,7 %) hätten lieber weniger oder gar keine Hausübungen. Zwei Kinder (9,1 %)

wünschen sich für das kommende Jahr mehr Disziplin und Aufmerksamkeit. Von einzelnen Schülern werden folgende Wünsche geäußert: „öfter in den Computerraum gehen“, „dass es wieder lustig wird“, „dass mehr Ideen in den Unterricht eingebracht werden dürfen“, „kürzere Schularbeiten“, „mehr Partnerarbeit“, „Spielestunden“ und „Geschenke, Essen und Trinken soll erlaubt sein (auch Kaugummi)“. Zwei Buben hatten keinen Wunsch für das kommende Jahr.

5.3 Ergebnisse der Fragebogenerhebung in der geschlechtsheterogenen Gruppe

5.3.1 Wohlfühlen

In dieser Gruppe fühlen sich die SchülerInnen heuer gleich wohl wie im Vorjahr. Der Mittelwert ist mit 4,14 im Vorjahr bzw. 4,21 heuer sehr hoch.

Die Frage „Lieber in der gemischten Gruppe“ ergibt einen höheren Mittelwert (m = 3,64) als die Frage „Lieber in einer getrennnten Gruppe“ (m = 3,14).

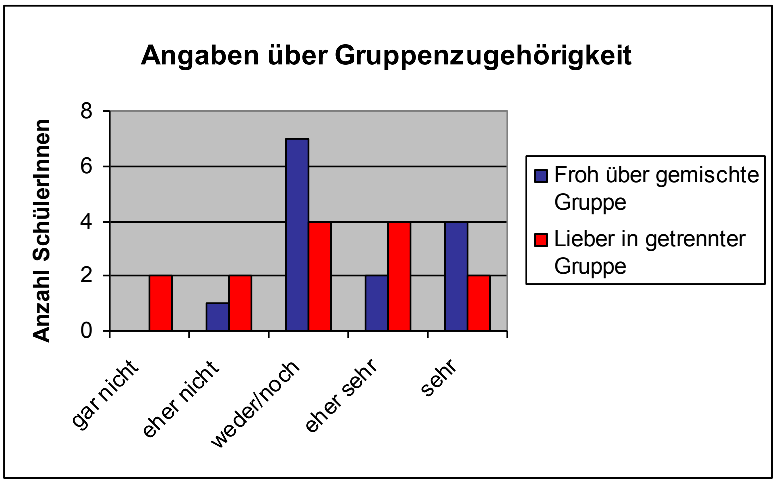


Abb. 14: Vergleich der Anzahl der Kinder, die froh sind, in einer geschlechtsheterogenen Gruppe zu sein mit jener, die lieber in einer monoedukativen Gruppe wären

5.3.2 Offene Fragestellungen

5.3.2.1 Was ist heuer besser / schlechter als im vorigen Jahr?

In dieser Gruppe gaben drei Kinder (21,4 %) an, dass nichts besser ist als im Vorjahr, sondern alles gleich ist. Vier(28,6 %) meinten, es ist besser, weil mehr Kinder in die Gruppe gekommen sind (durch Umstufungen). Jeweils ein Kind gab an, dass es heuer besser ist, weil Neues gelernt wurde und es ihm besser geht als im Vorjahr, dass es damals noch nicht alle gekannt hat, dass sie getrennt sitzen, und dass sie heuer wieder was Neues machen und den Stoff wiederholen.

Für vier Kinder (28,6 %) ist nichts schlechter als im Vorjahr. Drei (21,4 %) gaben an, es ist schlechter, weil weniger Kinder in der 2. Leistungsgruppe sind, zwei (14,3 %), weil mehr Kinder in der 3. Leistungsgruppe sind und zwei, weil so viele abgestuft wurden. Je ein Kind meinte: „dass ich schlechter wurde“, „dass ich nicht so gut mitgekommen bin“, „dass die Lehrerin noch strenger geworden ist“.

5.3.2.2 Das wäre in einer reinen Mädchen- oder Bubengruppe besser / schlechter

Für drei SchülerInnen (21,4 %) wäre nichts besser, drei meinten, man ist nicht so abgelenkt, wenn Buben dabei sind. Jeweils ein Kind (7,1 %) gab an, „man traut sich mehr, wenn keine Buben dabei sind“, „Mädchen können mehr sagen“, „man traut sich mehr sagen, denn wenn es falsch ist lacht keiner“. Fünf (35,7 %) machten keine Angabe zu dieser Frage.

Auf die Frage, was wäre schlechter, antworteten wieder drei Kinder (21,4 %) mit nichts ist schlechter, ein Kind meinte es wäre stiller, eines, dass es lauter wäre, wenn der Lehrer nicht da ist. 9 Kinder (64,3%) machten keine Angabe.

5.3.2.3 Für nächstes Jahr würde ich mir für den Mathematikunterricht wünschen

Insgesamt 7 Kinder (50 %) gaben an, dass sie besser werden bzw. wieder gute Noten bekommen möchten und drei (21,4 %) möchten wieder aufgestuft werden. Zwei (14,3 %)haben den Wunsch, dass nicht so viel Neues gemacht wird, jeweils ein Kind (7,1 %) wünscht sich Gruppenarbeit, dass sie nicht so wenige sind und dass sie in der Klasse bleiben und die gleiche Lehrerin haben. Für zwei Kinder soll alles so bleiben wie es ist.

6 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

Ziel dieses Projektes auf SchülerInnenebene war die Erreichung von soliden Basiskompetenzen bei der Berechnung von geometrischen Körpern und ein verständnisorientierter Wissenserwerb durch handlungsorientiertes Lernen.

Die Ergebnisse der Untersuchung in der 5. Schulstufe entsprechen bezüglich des Mittelwerts der erreichten Punkte den Erwartungen der Lehrerinnen. Auffällig ist allerdings die große Anzahl von Kindern, die auf der formalen Ebene nach dem Eisbergmodell die maximale Punktezahl erreicht haben. Eine Erklärung für dieses Ergebnis könnte sein, dass die Zuordnung der Testbeispiele zu den drei Ebenen des Eisbergmodells nicht richtig war. Ein anderer Grund könnte darin liegen, dass die Kinder einen Algorithmus zum Lösen von Aufgaben gelernt haben, den sie auch bei der Testung noch anwenden konnten (der zeitliche Abstand zwischen dem Ende des Projektes und der Untersuchung betrug nur 2 Wochen. In dieser Zeit wurde auch eine Schularbeit geschrieben). Gerade das war aber nicht unsere Absicht! Algorithmen sind nach P. Gallin *„nicht jugendfrei"*. *„Sie sollen nicht einem unerfahrenen Gehirn präsentiert werden, weil sie sonst Schädigungen hervorrufen … Deshalb ist das umständliche Hantieren in einem mathematischen Problemfeld notwendige Voraussetzung für das Verstehen von Algorithmen." (Gallin, Peter 2002, S.4)*

Die Ergebnisse der Untersuchung in der 7. Schulstufe entsprachen unseren Erwartungen. Es war anzunehmen, dass die Leistungen der Kinder der geschlechtsheterogenen Gruppe (2. und 3. Leistungsgruppe) schlechter ausfallen als die der monoedukativen Gruppen (1. Leistungsgruppe).

Bei einem Vergleich der Leistungen der Mädchen und Buben der 1. Leistungsgruppe zeigt sich, dass in der Mädchengruppe ein höherer Prozentsatz die maximale Punkteanzahl pro Ebene des Eisbergmodells erreicht hat als in der Bubengruppe. Die Lehrerinnen führen das darauf zurück, dass Mädchen in der monoedukativen Gruppe eine ruhigere Lernsituation vorfinden und nicht durch die Konkurrenz der Buben gestört werden.

Die Auswertung des Fragebogens bezüglich der neuen Gruppenzusammensetzung in der 7. Schulstufe hat gezeigt, dass die Zufriedenheit mit der Gruppenzugehörigkeit in allen Gruppen sehr groß ist. Wie man aus der Literatur weiß und wir uns erwartet haben fühlen sich Mädchen in der Mädchengruppe sehr wohl, weil sie eher Aufmerksamkeit von Seiten der Lehrerin bekommen, für das Lösen von Aufgaben mehr Zeit haben und sie die Kritik und die Konkurrenz der Schüler nicht fürchten müssen. Auch die ruhigere Lernsituation ist für sie ein Vorteil. Allerdings haben sie mehr Spaß in den Mathematikstunden, wenn auch Buben in der Gruppe sind.

Die Zufriedenheit der Buben ist vor allem auf ihre neue Lehrerin zurückzuführen. Nicht zufrieden sind sie mit der Disziplin in der Gruppe. Die Meinung der Mädchen, dass Buben immer hinaus rufen, bestätigt sich sogar in den eigenen Angaben der Buben. Ein Grund liegt wahrscheinlich darin, dass die Schülerzahl mit 23 in dieser Gruppe sehr groß und das Leistungsniveau sehr unterschiedlich ist. Es zeigt sich auch, dass die Buben die Gegenwart von Mädchen viel mehr schätzen als das umgekehrt der Fall ist.

Die Angaben in der gemischten Gruppe lassen den Schluss zu, dass die Kinder mit der derzeitigen Situation sehr zufrieden sind und sich keine Veränderung wünschen. Einige dieser Gruppe bestätigen die schon oben gemachte Aussage von Mädchen, dass eine monoedukativ geführte Gruppe für Mädchen ein Vorteil ist.

Bei den Wünschen für den Mathematikunterricht für das kommende Schuljahr zeigt sich eine eindeutige Tendenz zur Beibehaltung der derzeitigen Situation. Die von einzelnen SchülerInnen geäußerten Wünsche (öfter in den Computerraum gehen, lustige Mathematikstunden,…) werden von den Lehrerinnen nach Möglichkeit auch berücksichtigt werden.

7 RESÜMEE UND AUSBLICK

Die Durchführung dieses Projekts verlangte von den Lehrerinnen eine differenzierte Auseinandersetzung mit dem Thema geometrische Körper. Die Lehrerinnen sehen sich durch die intensive Auseinandersetzung mit dem Eisbergmodell befähigt, einen Transfer dieses Modells auf andere mathematische Themenbereiche leichter zu bewältigen. Die Prinzipien des Eisbergmodells werden auch bei der Zusammenstellung und Beurteilung von Schularbeiten und anderen Formen der Leistungsfeststellung angewendet.

Die Ergebnisse der Fragebogenerhebung in der 7. Schulstufe bestätigen uns darin, dass die Gruppenzusammensetzung gut gewählt wurde, weil sich die Lernenden wohlfühlen. Wenn es die äußeren Rahmenbedingungen zulassen, werden wir auch in Zukunft monoedukative Gruppen im Mathematikunterricht bilden.

Die Ergebnisse der Untersuchung haben bestätigt, wie wichtig es ist, dass Kindern auf der Handlungsebene und auf der symbolischen Ebene ein reiches Betätigungsfeld angeboten und bei Schwierigkeiten immer wieder zu Aufgaben der unteren Ebene zurückgekehrt wird. Ein mathematischer Themenbereich kehrt im Laufe der Schulzeit immer wieder und so erfolgt die intellektuelle Entwicklung der Kinder im Laufe der Jahre von einer Ebene zur nächsten. Bestärkt wurden wir auch wieder in der Meinung, dass für nachhaltiges Lernen das Formalisieren und das Anbieten von Algorithmen zum Problemlösen nicht zu früh erfolgen darf.

Anzumerken ist noch, dass bei der Durchführung solcher Projekte eine intensive Elterninformation unumgänglich ist.

8 LITERATUR

Freudenthal, Hans (1977). *Mathematik als pädagogische Aufgabe, Band 1.* Stuttgart: Ernst Klett Verlag

Anneser, Franz & Herold, Rolf. *Die Repräsentationsebenen nach J. S. Bruner*. Online unter http://www.sinus-bayern.de/userfiles/Broschuere_2007/K2/K22.pdf [05.04.2011]

Gallin, Peter (2002). *Vom Sinn des Mathematikunterrichts*. Online unter http://www.gallin.ch/GallinSinnMathUnt.pdf [02.03.2011].

"Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle ausgedruckten, 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. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge."