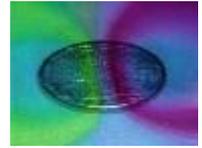




IMST – Innovationen machen Schulen Top

Themenprogramm: Kompetenzen im mathematischen
und naturwissenschaftlichen Unterricht



ZEITLEISTE DER MATHEMATIK

ID 572

Andrea Holl

HTL Anichstraße

Innsbruck, Juli, 2012

Inhaltsverzeichnis

ABSTRACT	3
1. AUSGANGSSITUATION	4
1.1 Projektziele für SchülerInnen	4
1.2 Ziele auf LehrerInnenebene	4
2. LEHRPLANBEZÜGE UND KOMPETENZEN	6
2.1 Lehrplan Geschichte	6
2.2 Lehrplan Mathematik	6
2.3 Schlüsselkompetenzen	8
3. PROJEKTABLAUF.....	9
3.1 Zeitablauf und Organisation.....	9
3.2 Unterrichtsbeispiele	11
3.3 Ausstellung „Mathematiker leben“	14
4. EVALUATION	16
4.1 Datenerhebung	16
4.2 Interpretation	20
4.3 Kompetenz Bewerten.....	22
5. ZUSAMMENFASSUNG	23
5.1 Persönliches Resümee.....	23
6. PROJEKTBEISPIEL	26
7. LITERATUR	27
7.1 Projektunterlagen für SchülerInnen	27

ABSTRACT

Das HTL Projekt Mathematik-Zeitleiste gab 44 Schülern und einer Schülerin die Möglichkeit, die Menschen „hinter“ der Mathematik kennenzulernen und sie in Form einer Ausstellung anhand von 19 Ausstellungstafeln am Ende des Schuljahres zu präsentieren. Die Zeitleiste reichte bis ins 6.Jahrhundert vor Christus zurück und stellte die Entwicklung der Mathematik über die Griechen der Antike, die Perser und Araber im Mittelalter bis in unsere Zeit dar. Die Evaluation wurde sowohl zu inhaltlichen Fragen wie z.Bsp. den gesellschaftlichen Auswirkungen mathematischen Forschens, als auch zum Thema Bewerten durchgeführt. So wurden 25 Schüler einer 2.Klasse HTL aufgefordert zu bewerten, welcher Mathematiker, welche Mathematikerin sie am meisten beeindruckt hat und warum.

Schulstufe: 9.-13. Schulstufe

Fächer: Mathematik, Geschichte

Kontaktperson: Mag. Andrea Holl

Kontaktadresse: HTL 1, Anichstraße 26-28, 6020 Innsbruck

Schlüsselwörter: Präsentation, Bewertungskompetenz, klassenübergreifend, Lehrplan, Ausstellung

1. AUSGANGSSITUATION

Ich unterrichte nun schon fast 20 Jahre an der HTL1 Anichstraße in Innsbruck. Meine Fächer sind Mathematik und Geschichte, eine ungewöhnliche Kombination, auf die mich Menschen immer wieder ansprechen. Lassen sich ein naturwissenschaftliches und ein geisteswissenschaftliches Fach überhaupt kombinieren? Würde nicht Deutsch besser zur Geschichte passen und die Physik zur Mathematik? Ich genieße meine beiden Fächer und bin froh, dass ich verschiedene Seiten meiner Persönlichkeit entwickeln kann, nicht nur das logisch-abstrakte Denken, sondern dass ich auch meinem Interesse an historisch gewachsenen Entwicklungen der Gegenwart nachgehen kann. Im Unterrichtsalltag wechsele ich leider ständig zwischen den Fächern, von einer Stunde auf die nächste, was laut Stundenplan auf dem Programm steht. Verständlicherweise wünschte ich mir einmal beide Fächer in einer Arbeit zusammen zu bringen und daraus ist das IMST Projekt, die Mathematik - Zeitleiste, geworden.

1.1 Projektziele für SchülerInnen

Die SchülerInnen sollen die Menschen „hinter“ der Mathematik kennenlernen und die Mathematik als Fach begreifen, das historisch gewachsen ist und in einem historischen Kontext stattfindet. Mathematisches Forschen soll dabei als kreativer Prozess erlebt werden, der auch Irrwege beinhalten kann. Welche gesellschaftliche Auswirkung hatten mathematische Erkenntnisse? Wie erging es Frauen, die in einem von Männern dominierten Fach erfolgreich waren?

Ich hoffe, dass solche und andere Fragen von den SchülerInnen bei der Ausarbeitung der Mathematikerbiographien gestellt werden. Denn sie berühren die Frage nach dem Sinn, der Bedeutung der Mathematik, die über die reine technisch-naturwissenschaftliche Relevanz hinausgeht. Fragestellungen, die im normalen Mathematikunterricht der HTL leider oft untergehen, weil die Inhalte für die SchülerInnen zu sehr im Vordergrund stehen.

Die punktuellen Schülerarbeiten zu den einzelnen Mathematikern sollen am Schluss zu einer Zeitleiste zusammengeführt werden und damit „ein Ganzes“ ergeben. Konkret erstelle ich aus den Arbeiten Ausstellungstafeln, die mit einer riesigen, raumfüllenden Zeitachse verbunden werden. Auf einem Blick soll erkennbar werden, dass es z.Bsp. vor allem die Geometrie war, die im Interesse der antiken Mathematiker stand, und sich schulmathematische Themen wie Integral- und Differentialrechnung im Barock mit Gottfried Wilhelm Leibniz und Sir Isaac Newton entwickelten. Die Evaluation wird zeigen, ob diese Zielvorgabe wirklich erreicht wurde.

1.2 Ziele auf LehrerInnenebene

Meine primäre Motivation für das Projekt waren meine Schüler und Schülerinnen, die schon bisher großes Interesse an historischem Hintergrundwissen zeigten. Ungeteilte Aufmerksamkeit war mir sicher, wenn ich Geschichten von großen Mathematikern wie Leonhard Euler erzählte. Komplexe Zahlen brauchten an die 200 Jahre – vom 16. bis zum 18. Jahrhundert - bis sie selbst in Mathematikerkreisen akzeptierte Objekte wurden. Geronimo Cardano war noch von seinen Kollegen für die komplexen Lösungen eines Zahlenrätsels belächelt worden. Als „arithmetische Spitzfindigkeiten“ wurden sie bezeichnet und das war noch das harmloseste Urteil. Der Name Imaginäre Zahlen weist darauf hin, dass sie nur in der Einbildung, aber nicht „real“ existieren. Dank Leonhard Euler und Carl Friedrich Gauss bilden sie heute die Grundlage der modernen Mathematik (Hauptsatz der Algebra) und fanden im 19. Jahrhundert ihre wichtigste Anwendung in der Elektrotechnik (Wechselstrom Schaltkreise). Ich frage mich, ob dieses in Fachkreisen mit „genetischen Prinzip“¹ bezeichneter Auf-

¹ Jahnke, Hans Niels & Richter, Karin (2008). Geschichte der Mathematik. *Mathematik lehren*, 2008 (151), Seite 4.

bau von Unterricht auch in anderen Kapiteln umsetzbar ist, oder radikaler formuliert, ob Unterricht ausschließlich darauf aufgebaut werden kann.

Die Mathematikgeschichte in den Unterricht einzubauen, stellte eine große inhaltliche und methodische Herausforderung dar. Über den Sommer wollte ich mich in die Themen einlesen. Mir wurde schnell klar, dass ich nicht auf Originalquellen zurückgreifen konnte, dafür war die sprachliche Anforderung der Texte zu hoch. Also musste ich zur Sekundärliteratur greifen, die ich angepasst an das Vorwissen und die Altersstufe, für die verschiedenen Schulstufen und Fächer aufbereitete. Mein Ziel war, einen persönlichen Fundus von Geschichten, Beispielen, grundlegenden mathematischen Erkenntnissen und Einblicke in die Forschung anzulegen, den ich rasch und unkompliziert in meine Vorbereitungen einbauen konnte.

Ich freue mich auch auf die fertigen Tafeln mit den Mathematikerbiographien, die ich bei Bedarf in den Unterricht mitnehmen kann. Graphisch aufbereiteter Stoff spricht die SchülerInnen viel mehr an und verschafft ihnen einen schnelleren Überblick und hebt die Lernmotivation.

Die fertige Zeitleiste lässt sich, so hoffe ich, als „Kunstprojekt“ in Form von Ausstellungen, herzeigen. Das hat der Tag der Offenen Tür gezeigt, an dem ich bereits die Tafel von Sir Isaac Newton der Öffentlichkeit präsentieren konnte. Die Unterstützung durch eine professionelle Designerin hat sich bezahlt gemacht.

Meinen SchülerInnen stellte ich Unterlagen in Form von Kopien zur Verfügung. Zusammen mit einem Projektleitfaden, der die wesentlichen inhaltlichen Anforderungen zusammenfasste, sollten meine SchülerInnen ihre Arbeiten selbstständig durchführen können. Ich selbst wollte nur mehr als Lernbegleiterin fungieren.



Abbildung 1: Ausstellung des 1.Plakats am Tag der Offenen Tür am 18.11.2011

2. LEHRPLANBEZÜGE UND KOMPETENZEN

2.1 Lehrplan Geschichte

Im neuen Kompetenzen-Lehrplan für Geschichte, Politische Bildung und Geographie für die HTLs wird die „Orientierung in der Zeit“ als wesentliches Entwicklungsziel beschrieben. „Die Studierenden kennen die Grundlagen und Ziele der historischen Arbeit (und) können historische Methoden anwenden“.

Um den SchülerInnen diesen Lernschritt zu ermöglichen, führte ich auf jedem kopierten Auszug die genaue Literaturangabe an, wobei ich mich an die Vorgaben des IMST Projektteams hielt. Meine SchülerInnen wies ich ausdrücklich darauf hin, alle verwendeten Unterlagen, auch Internetseiten und Graphiken anzugeben. Ebenso sollten Zitate als solche erkennbar und genau belegt werden. Historische Arbeiten stützen sich nie auf eine einzige Quelle. So versuchte ich zu jeder MathematikerIn ein breites Spektrum an Unterlagen vorzubereiten, was mir nicht bei jedem gleich gut gelungen ist. Je nach Größe und Bedeutung des Mathematikers, der Mathematikerin fand ich unterschiedlich gute und pädagogisch verwertbare Beiträge. Zu Hilbert gibt es fundierte moderne Arbeiten von Kronfeller und Taschner, während ich zu Noether leider nur eine alte Biographie aus dem Jahre 1970 an der Universitätsbibliothek finden konnte. Wertvolle, weil kurze und prägnante Biographien bot mir Hans Wußnig, der in seinem Werk „Vom Zählstein zum Computer – Mathematik in der Geschichte“ den Bogen von den Anfängen der Mathematik bis zur Moderne spannt. Keinesfalls wollte ich, dass die Schüler reine Kopierübungen aus der Wikipedia Seite aus dem Projekt machten. Sie sollten sich in das Projekt einlesen und in eigenen Worten Kurzzusammenfassungen schreiben.

2.2 Lehrplan Mathematik

Für meine erste Klasse und meine zweite Klasse Elektronik gilt bereits der neue Kompetenzen-Lehrplan, der auf einem zweidimensionalen Kompetenzmodell beruht. Eine Achse enthält die Inhaltsdimensionen und die andere die Handlungsdimensionen.

Die bekannten Themen werden in die vom alten Lehrplan her bekannten fünf Inhaltsdimensionen wie Zahlen und Maße bzw. Numerik, Algebra und Geometrie, funktionale Zusammenhänge, Analysis und Stochastik unterteilt. Inhaltlich konnte ich im Projekt folgende Themen abdecken:

Inhaltsdimension	Themen	MathematikerIn	Klasse
Zahlen und Maße	Komplexe Zahlen – Kreisteilungsgleichungen	Gauss	2.Klasse
Algebra	quadratische Gleichungen – quadratische Ergänzung	Al-Khwarizmi	2.Klasse
	Funktionen – cartesisches Koordinatensystem	Descartes	1.Klasse
Geometrie	Trigonometrie des rechtwinkligen Dreiecks – Berechnungen zur Entfernung Sonne, Mond und Erde	Aristarch von Samos	1. und 2.Klasse
	Polarkoordinaten– Einführung	Jakob Bernoulli	3. Klasse

	und logarithmische Spirale		
Analysis	Differentialrechnung - Einführung	Leibniz und Newton	3. Klasse
Stochastik	Beurteilende Statistik – Rechenbeispiel aus einem Briefwechsel zu Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten	Fermat und Pascal	2.- 4. Klasse

Zu den Inhaltsdimensionen sollten im neuen Lehrplan die Handlungsdimensionen wie Modellieren/Transferieren, Operieren/Technologieeinsatz, Interpretieren/Dokumentieren und Argumentieren/ Kommunizieren, die bei jeder Inhaltsdimension mitgedacht werden sollten. Der Schwerpunkt liegt nicht mehr auf dem reinen Operieren, sondern gleichwertig auf der Modellbildung von konkreten Aufgabenstellungen und umgekehrt auf der Versprachlichung, der Interpretation und Kommunikation von mathematischen Ergebnissen. Die Projektthemen lassen sich folgenden Bereichen zuordnen:

Handlungsdimension	Thema	MathematikerInnen	Klasse
Modellieren/Transferieren	Rätsel am Grabstein - Lineare Gleichungen	Diophantos	1.Klasse
Operieren/ Technologieeinsatz	Berechnung der Zahl π	Archimedes	1.Klasse
	Trigonometrie	Aristarch	2. und 3..Klasse
	Pythagoräischer Lehrsatz	Pythagoras	1.Klasse
	Quadratische Ergänzung	Al-Khwarizmi	2.Klasse
	Rechenbeispiel aus einem Briefwechsel zu Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten	Pascal und Fermat	5.Klasse
	Rätsel am Grabstein - Lineare Gleichungen	Diophantos	1.Klasse
Interpretieren/ Dokumentieren	Fangcheng - Methode aus der chinesischen Mathematik zur Berechnung von linearen Gleichungssystemen	leider keiner konkreten Person zuzuordnen	2.Klasse
Argumentieren/ Kommunizieren			

2.3 Schlüsselkompetenzen

Sinnerfassendes Lesen

Vor den Semesterferien erging ein Email des Landesschulrats an alle LehrerInnen der HTL, betreffend Maßnahmen zur Leseförderung. Darin wurde ausdrücklich hingewiesen, dass diese Förderung alle Schulstufen betreffe und in jedem Fach durchzuführen sei. „Wir wissen heute, dass die Lesekompetenz und das sinnerfassende Lesen eine entscheidende Schlüsselkompetenz für alle Wissensbereiche und nicht zuletzt in heute üblichen Testverfahren bis hin zum medizinischen Eignungstest eine wesentliche Voraussetzung für ein erfolgreiches Abschneiden darstellen“ (Schreiben des Landesschulrats).

Die Arbeitsaufgabe meiner Schüler, meiner Schülerin war, Mathematiker-Biographien zu erstellen, die ich ihnen in Form von Auszügen aus der Fachliteratur zur Verfügung stellte. Zum Lesen und anschließendem Zusammenfassen stellte ich ihnen einen entsprechenden räumlichen und zeitlichen Rahmen zur Verfügung, in Form von Bibliotheksstunden in Kleingruppen oder in Form von Projektstunden für die ganze Klasse.

Kommunikative und emotionale Kompetenzen

Das Projekt erforderte von allen Beteiligten großen Einsatz. Sie mussten sich aktiv den Arbeitsaufgaben stellen, sich in den Kleingruppen zusammen sprechen, sich mit mir als Projektleiterin koordinieren. Im Arbeitstempo waren die Gruppen sehr unterschiedlich. Sie mussten lernen, ihre Lautstärke mit Rücksicht auf die anderen zurück zu nehmen. Es kam sogar vor, dass ein Schüler der 1.Klasse in einer anderen Gruppe aushalf.

3. PROJEKTABLAUF

Es arbeiteten SchülerInnen aller meiner fünf Mathematikklassen und zwei Geschichtsklassen in unterschiedlicher Intensität am Projekt mit.

Inhalte für Mathematikklassen

Die Auswahl der Mathematiker aus der Fachliteratur erfolgte nach folgenden Kriterien

- mathematische Erkenntnisse, die nachvollziehbar sind (Zenon von Elea)
- Lehrplaninhalte wie quadratische Gleichungen (Al-Khwarizmi) und Textaufgaben (Diophantos)
- Hintergrundwissen (Archimedes mit der Zahl pi)
- interessante Beispiele (Zenon von Elea)

Inhalte für Geschichtsklassen

Die zwei Geschichtsklassen bearbeiteten Mathematiker, deren

- Theorien von der mathematischen Seite nicht mehr nachvollziehbar waren und von der philosophischen Seite betrachtet wurden (Hilbert und Noether)
- Bearbeitung mehr Zeit benötigte (Aristarch von Samos)

3.1 Zeitablauf und Organisation

Der zeitliche Ablauf ergab sich aus den inhaltlichen Schwerpunkten der Mathematiker-Biographien.

Zeit	Klasse	MathematikerIn	Rahmenbedingungen	Ergebnis	Anzahl der beteiligten SchülerInnen
August	ich selbst	Newton		Texte	keine
September	2AHMIM	Wiederholung Gleichungssysteme (Fangcheng Mahematik)	Während der Übungsstunde, die jede Woche zum Stoff stattfindet	Referat, Textaufgabe	Zwei
Oktober	4BHMIM	Al-Khwarizmi (quadratische Gleichungen)	Während des Frontalunterrichts für die Gesamtklasse	Zusammenfassung, Rechenbeispiel	Zwei
November	1BHMIM	Archimedes (Berechnung von π) Diophantos (Rätsel auf Grabstein) Zenon von Elea (Läuferparadoxon) Leonhard Euler	Die Klasse wird im Teamteaching unterrichtet. Der Kollege übt inzwischen mit dem Rest der Klasse in einem eigenen Unterrichtsraum. Die Projektteilnehmer erhalten zwei Stunden zum Einlesen und zwei Stunden zur Ausarbeitung	Zusammenfassung, Rechenbeispiele, Skizzen, Fotos, Steckkörper, Kurzreferat zum Rätsel auf Grabstein des	Neun

		(Satz von Euler mit Material Polyeder)	ihres Themas	Diophantos	
Dezember	5BHELT	Évariste Galois David Hilbert Emmy Noether Jakob Bernoulli Johann Bernoulli	Die Klasse erhält sechs Stunden von der regulären Unterrichtszeit	Zusammenfassungen, Graphiken	Sechszehn (ganze Klasse)
Jänner	5BHMIM	Blaise Pascal und Fermat (Wahrscheinlichkeitsrechnung)	Schüler bereiten die Referate in der Freizeit vor, Vorbereitungen werden von mir im Vorfeld begutachtet	Referat und Handouts	Sieben (Schüler mit drohendem Nicht Genügend)
März	2AHELI	Aristarch von Samos Carl Friedrich Gauss	Schüler arbeiten eigenständig in der Unterrichtszeit, außerhalb des Klassenraums	Zusammenfassungen, Rechenbeispiele	Fünf (davon einer, der im regulären Mathematikunterricht ständig unterfordert ist)
März	1BHMIM	Pythagoras (Satz von Pythagoras) Descartes (Kreisgleichung, Koordinatensystem)	Die Klasse wird im Teamteaching unterrichtet. Der Kollege übt inzwischen mit dem Rest der Klasse in einem eigenen Unterrichtsraum. Die Projektteilnehmer erhalten zwei Stunden zum Einlesen und zwei Stunden zur Ausarbeitung ihres Themas		Vier (bessere Schüler)
März	meine Kollegin	Adam Riese (Rechnen) Leibniz (Kettenlinie)		Texte	keine
April, Mai			Fertigstellung der Tafeln		
15.06.12			Ausstellungseröffnung „Mathematiker leben“		
Ende Juni			Evaluation		25 Schüler der 2AHELI

3.2 Unterrichtsbeispiele

Die Fangcheng Methode zur Lösung von linearen Gleichungssystemen (chinesische Mathematik)

FANGSCHENG

2-3 4-2 70-81	6-3 12-2 710-81	3-3 10-2 127-81	0 3 8 2 48 81
---------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------

\swarrow
 \searrow
6 = y

$6 \cdot 2 = 12$
 $81 - 12 = 69$
 $69 : 3 = \underline{\underline{23 = x}}$

I: $3x + 2y = 81 \quad | \cdot (-2)$
 II: $2x + 4y = 70$

I: $6x - 4y = -162$
 II: $2x + 4y = 70$

$\left. \begin{array}{l} \text{I} \\ \text{II} \end{array} \right\} \oplus$
 $-4y = -92$
x = 23

I: $3 \cdot 23 + 2y = 81$
 I: $69 + 2y = 81 \quad | -69$
 I: $2y = 12 \quad | : 2$
 I: y = 6

Neun Kapitel zur mathematischen Kunst
 200 v. Chr. - 300 n. Chr.
 246 Probleme - Lösungen - Hinweise
 8 Kapitel fertig
 rechteckige Tabelle od. Gleichung
 Ein - Punktsystem: falsche Wortwahl mit Ziffern $\log[N]$
 Vorteil: übersichtlicher da zwei Variablen
 Nachteil: kompliziert, weil man nicht weiß warum welche Rechenschritte macht
 Franco Trentinaglia Weber L. ZAHM

Abbildung 2: Vorbereitung zum Referat Fangcheng Mathematik

Am Beginn der 2. Klasse wiederholte ich das Kapitel lineare Gleichungssysteme, das eine Gruppe bereits kannte, für die anderen war es neuer Stoff. So konnte ich zwei Schüler parallel zu den Übungs-

stunden bitten, sich in die Fangcheng² Mathematik der Chinesen einzulesen und daraus ein Referat für die Klasse zu machen. Die Schüler setzten sich vor das Lehrerpult, so dass sie jederzeit mit mir Rücksprache halten konnten, was sich als sehr wichtig erwies.

Folgende Problemstellungen ergaben sich:

- Nach dem Durchlesen des Textes verstand ein Schüler den Algorithmus etwas schneller und erklärte es dem anderen, der es nicht sofort verstand.
- Wie bereitet man den Stoff für die Klasse auf? Mein Vorschlag dazu war ein Tafelbild. Sie bekamen dafür 15 Minuten Zeit und solange dauerte es auch, bis das Beispiel schön übersichtlich und groß angeschrieben wurde (die Klasse hat 30 Schüler und eine Schülerin und ist bis zur letzten Bank besetzt)



Abbildung 3: Tafelbild zum Referat Fangcheng

- Bei der schriftlichen Referatsvorbereitung fehlten am Anfang die Überschrift und die Einleitung in das Thema. Die Zusammenfassung ihrer verschiedenen Berechnungen fiel ihnen schwer.

² Bertalan, Dagmar(2008). Mathematik im alten China. Mit fangcheng zu linearen Gleichungssystemen. *Mathematik lehren*, 2008(151), Seite 8-Seite 11.

- Während des Vortrags waren die Referenten durch die Fragen ihrer Kollegen/ Kollegin sehr herausgefordert.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Probleme vor allem im Bereich des Kommunizierens lagen. Im Bereich der Handlungsdimension Interpretieren dagegen gab es Erfolge: Sie verglichen die Fangcheng Methode mit der Methode, die wir im Unterricht gelernt hatten, und konnten Vor- und Nachteile erkennen. Sie beurteilten, dass im chinesischen Beispiel für moderne Begriffe eine falsche Wortwahl für „Zugkraft“ verwendet wurde.

Projektarbeiten in der 1.Klasse

Die meisten Schüler exzerpierten die Unterlagen und formulierten die Zusammenfassungen mit eigenen Worten und fertigten schöne Skizzen an. Ein Schüler arbeitete mit dem Material Zometool zum Polygonsatz von Euler und hatte sichtlich Spaß daran. In den ersten zwei Stunden konnte er die Formel jedoch nicht selbst entwickeln. Zu den nächsten Stunden brachte er die fertige Formel, die er im Internet gefunden hatte mit und überprüfte sie mit einem „Aha-Erlebnis“. Beim Fotografieren seiner geometrischen Körper hatte er ebenso sehr viel Spaß. Die restliche Gruppe war eifersüchtig und hätte sich gerne beteiligt. Ein Schüler half ihm nach Abschluss seiner eigenen Arbeiten.

Beim Kapitel Textaufgaben konnte ich die Gruppe Diophantos motivieren, ihre Ergebnisse in der gesamten Klasse zu präsentieren. Sie bekamen 15 Minuten Vorbereitungszeit, während ihre Mitschüler eine Textaufgabe aus dem Buch lösten und vom Kollegen betreut wurden. Dadurch hatte ich Zeit, ihnen zu helfen. Sie bekamen von mir eine fertige Overheadfolie mit der Aufgabenstellung, die sie für die Klasse auflegten und rechneten ihre Ergebnisse an der Tafel vor. So wurde eine anstrengende Übungsstunde etwas aufgelockert und die Kompetenz Interpretation geübt. Was lässt sich alles noch aus der Rechnung herauslesen? Wie lange dauerte die „Kinder- und Jugendzeit“ in der Antike? Dabei ging es um einen konkreten Menschen der Geschichte und nicht um ein konstruiertes Beispiel.

Die negativen Aspekte darf man nicht außer Acht lassen

- Die Rechnungen des Projekts passten leider nicht unmittelbar zum gerade gemachten Stoff und so musste ich ihnen die Beispiele zum Teil vorrechnen, wie die Abschätzung der Zahl pi.
- Fertig durchgerechnete Beispiele wurden einfach abgeschrieben ohne sie zumindest verstanden zu haben.
- Die Gruppe mit Archimedes hatte den Text einfach aus Wikipedia kopiert und nicht einmal richtig durchgelesen, da sehr viele Fachausdrücke im Text standen, die sie gar nicht verstehen konnten.

3.3 Ausstellung „Mathematiker leben“

Die große Herausforderung des Projekts war, die Schülerbeiträge so auszuarbeiten, dass sie in Form einer Ausstellung präsentierbar waren. Eine Kollegin, die bereits in Pension ist, half mir bei den inhaltlichen Korrekturen. Manche Schülerbeiträge mussten wir noch ergänzen, galt es doch, ein Plakat der Größe DIN A2 zu füllen. Drei Mathematiker arbeiteten meine Kollegin und ich selbst aus, so dass wir insgesamt 19 Ausstellungstafeln hatten. Für die graphische Aufbereitung hatte ich eine professionelle Designerin engagiert. Kurz vor Druck musste ich noch 2 Wochen für weitere Korrekturen einrechnen, die ein Mathematikkollege und eine Deutschkollegin dankenswerter Weise übernahmen. Ich hatte den großen Vorteil, dass an der Schule ein eigenes Foyer vorhanden war, die sogenannte HTL-Galerie, die bisher für Kunstausstellungen genutzt worden war.

Die Ausstellung war so konzipiert, dass der Besucher auf einer auf den Boden aufgeklebten Zeitleiste bis ins 6. Jahrhundert vor Christus zurückgehen konnte und über die Griechen der Antike, die Perser und Araber im Mittelalter die Entwicklung der Mathematik bis in unsere Zeit verfolgen konnte. Die von den Schülern/ der Schülerin ausgearbeiteten Mathematiker-Biographien waren auf der Zeitleiste über ihre Porträts gut erkennbar. Alle anderen Mathematiker waren nur mit Namen, Geburtsdatum und Herkunftsland bzw. Kultur in den jeweiligen Zeitabschnitt geklebt.

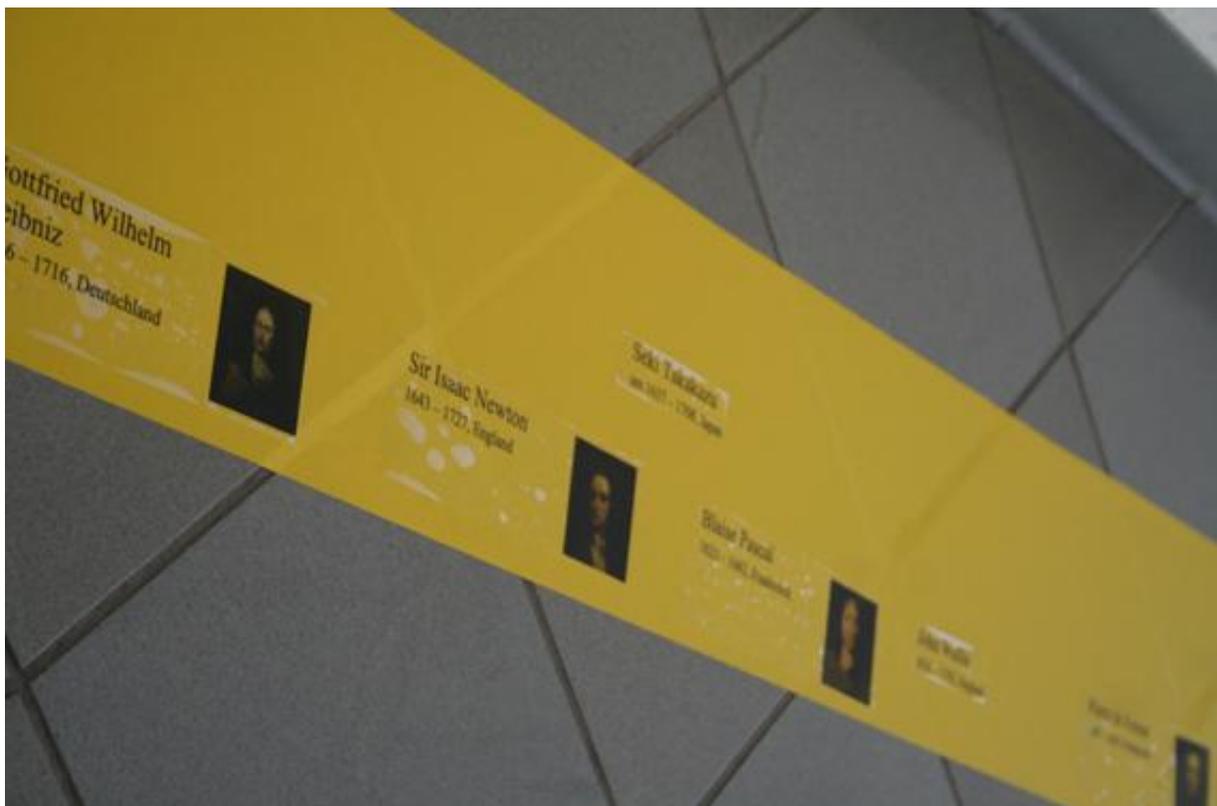


Abbildung 4: Ein Ausschnitt aus der Zeitleiste



Abbildung 5: Die Ausstellung "Mathematiker leben"

Univ-Prof. Dr Leopold Mathelitsch, mein IMST Projektbetreuer, hielt die Eröffnungsrede bei der Vernissage und kam dafür dankenswerter Weise aus Graz angereist. Die Begrüßungsrede hielt mein AV Dr. Guenther Laner, stellvertretend für Direktor Dr. Elmar Märk, der sich auf Grund eines Seminars entschuldigen musste. Der späte Freitagstermin dürfte allerdings die Schüler und die Schülerin des Projektteams trotz persönlicher Einladung von einer Teilnahme abgehalten haben. Die Ausnahme bildete ein Schüler meiner 5.Klasse, der zusammen mit zwei Mitschülern Kolleginnen beim Garnieren des Buffets unterstützte. Dafür kamen viele mathematisch interessierte Kollegen und Kolleginnen, darunter auch Fachkollegen der eigenen Schule und von verschiedenen Gymnasien aus Innsbruck.

Die Ausstellung blieb insgesamt 14 Tage hängen. Einige LehrerkollegenInnen nutzten das Angebot auch für ihre Klassen. Zwei Klassen, eine von der Fallmerayerstraße und eine vom 5.Gymnasium, kamen sogar von auswärts. Selbstverständlich nutzten meine eigenen Klassen die letzten Mathematikstunden im Jahr, um endlich die Tafeln der anderen Schüler/ der anderen Schülerin kennenzulernen und um ihre eigenen zu präsentieren.

4. EVALUATION

Entsprechend meinem Projektzielen bot sich an, nach Fertigstellung der Zeitleiste eine zweite Klasse HTL (2AHELI, 25 Schüler), jeweils 1 Stunde in zwei Gruppen aufgeteilt, mit Arbeitsaufgaben durch die Ausstellung zu schicken.

4.1 Datenerhebung

1. Welche berühmten Persönlichkeiten der Ausstellung haben Mathematik durch folgende „Begegnungen“ kennengelernt?

Mathematik war ein Schulfach³	Gauss war vorgegeben; Descartes 1; Galois 1
der Vater war bereits Mathematiker	Noether 16; Archimedes 10
lernten Mathematik auf Reisen kennen, durch andere Kulturen	Pythagoras 25
waren Schüler berühmter Gelehrter	Zenon 21; Aristarch 17
studierten Werke früherer Mathematiker	Newton 7; Aristarch 5; Hilbert 2; Jakob Bernoulli 2
durch Freunde	Euler 5; Bernoullis 5
durch Geschwister	Bernoullis 17
durch ein Mathematikstudium	Archimedes 6; Hilbert 10; Newton 2
.....Selbststudium	Leibniz 8

2. Mit welchen Schwierigkeiten hatte Emmy Noether als Frau in einem von Männern dominierten Gegenstand noch im 20. Jahrhundert zu kämpfen?

Keine Meldung 6	war nicht zur Hochschule und zum Studium zugelassen 15
fürs Professorenamt nicht zugelassen 9	Sie war eine Frau 4
kein Gehalt 7	keine Anerkennung 3

³ Fettgedrucktes war in den Fragen vorgegeben

3. Welcher Mathematiker hat dich am meisten beeindruckt und warum (von seiner/ihrer Person, seiner/ihrer Forschung, seinem/ihrer Durchhaltevermögen,.....)

Pythagoras 11	Einfachste Formel 2 Man braucht diesen Satz oft 1 sehr alt und wird heute verwendet 1 eignete sich Mathematik auf Reisen an 1 entwickelte als einer der ersten die Grundlagen der Mathematik 5 ohne Begründung 1
Blaise Pascal 3	hat das Roulette erfunden; Vater kaufte sich sein Amt 2 war schon jung sehr genial 1
Noether 5	Durchhaltevermögen 4 keine Meldung 1
Pierre de Fermat 1	Wahrscheinlichkeitsrechnung (beim Spielen anwendbar) 1
Archimedes 1	Lösung für π 1
Gauss 1	war so jung wie er die Formel für $1+2+3+\dots+100$ entwickelte 1
Zenon von Elea 3	Paradoxon Achilles und die Schildkröte 3

4. In welchen Zeitabschnitten wurde math. Forschung in folgenden Kulturräumen vorangetrieben?

Vier Schüler gaben keine Meldung ab;

Kulturräume	Zeitabschnitt (Jahrhunderte oder von - bis)
Griechische Kultur	600 v.Chr. - 300 n.Chr. / 21
Islamischer/ indischer Kulturraum	6.Jhd.-15.Jhd. / 6 keine Meldung / 15
Europa/Russland	15.Jhd.-19.Jhd. / 6 keine Meldung / 15
Weltweit / 4 keine Meldung 21	1918 bis heute

5. Bei welchen Mathematikern wird mathematisches Forschen als Prozess sichtbar?

Keine Meldung 4;

Überarbeiten von alten Theorien (geometrische Grundlagenforschung)	Newton 2; Pythagoras 10
überarbeiten falscher Lehrmeinungen (Proportionalitätsregel)	Keine Meldung 21;
Rätsel lösen im Wettbewerb (Kettenlinie)	Johann Bernoulli 1
ungelöste Aufgaben (großer Satz von)	Fermat 4
zeitgleiche Entwicklungen (Differentialrechnung)	Newton 6; Leibniz 4
notwendige Begriffsdefinitionen („Funktion“ usw.)	Keine Meldung 21;

6. Welche Mathematiker bewirkten Fortschritte in folgenden Bereichen?

Keine Meldung 2:

Technik/ Naturwissenschaft	Newton 1, Noether 8; Pythagoras 14
innermathematische Weiterentwicklung	Pythagoras 14
bessere Regelung des täglichen Lebens wie der Umgang mit Geld, mit dem Glücksspiel usw.	Pascal 4; de Fermat 1
Ihre Erkenntnisse sind in die Schulmathematik eingegangen und sind Schularbeitsstoff	Pythagoras 19
keine unmittelbare Auswirkungen, aber auf spätere Entwicklungen	keine Antwort 25
keine Auswirkungen	keine Antwort 25

7. Welcher Mathematiker hat dich am meisten beeindruckt und warum?

Zwei Schüler gaben dazu keine Antwort.

Blaise Pascal 3	Roulette erfunden und Vater kaufte sich sein Amt 2 war schon als Jugendlicher genial 1
Pythagoras 11	Einfachste Formel 2 Man braucht den Satz oft 1 sehr alt und heute noch verwendet 1 eignet sich Mathematik auf Reisen an 1 war einer der 1.Mathematiker und schuf die Grundlagen 5 ohne Bemerkung 1
Noether 3	Durchhaltevermögen 3
Pierre de Fermat 1	Wahrscheinlichkeitsrechnung (beim Spielen anwendbar)
Archimedes 1	Berechnet den Wert für π 1
Gauss 1	konnte schon in der Volksschule den „kleinen Gauss“ berechnen 1
Zenon von Elea 3	Paradoxon 3

8. Wen wertest du am einflussreichsten für die Gesellschaft und warum? (von seiner/ihrer Person, seiner / ihrer Forschung, seinem/ihrer Durchhaltevermögen,.....)

Newton 6	ohne Bemerkung 4 beschreibt die Physik 1 hat die Schwerkraft beschrieben 1
Pythagoras 17	ohne Bemerkung 11 jeder kennt ihn 3 sehr bekannt 2 $a^2+b^2=c^2$ 1
Noether 1	ohne Bemerkung 1

9. Wer hat dir nicht gefallen und warum?

Mir haben alle gefallen 3

Zenon von Elea 7	Paradoxon von der Schildkröte 6 Unnötige Sätze 1
Hilbert 2	Paradoxon vom Hotel 1 unlogische Metaphern 1
Pascal 1	Roulette 1
Bernoulli Jakob 1	Differentialgleichung ist schwer zu rechnen 1
Diophantos 1	Unlösbares Rätsel 1
Pythagoras 1	Satz von Pythagoras 1
Galois 7	hat nichts besonderes beigetragen 5 durch seine Schlampigkeit gehen Ergebnisse verloren 2
Aristarch	Neues Weltbild 1
	Keine Meldung 1

4.2 Interpretation

Allgemein

An den Antworten zur Frage 1 kann man erkennen, dass sich die Schüler mit den Tafeln sehr auseinandergesetzt haben. Ein Schüler erkennt, dass Galois Mathematik über den Schulunterricht kennengelernt hat und das, obwohl diese Tafel auf Grund der überlangen Texte nicht leicht zu lesen war. Es ist ihnen aufgefallen, dass die Bernoulli Brüder waren und dadurch mit der Mathematik in Kontakt kamen. Allerdings dürften 5 Schüler beim Lesen der Fragen Schwierigkeiten haben, da 5 Schüler angaben, dass die Bernoullis durch Freunde ihr Fachgebiet kennenlernten. Hat es sich falsch weitergesprochen? Bei der Beobachtung der Schüler fiel mir auf, wie effektiv sie zusammenarbeiteten und Informationen untereinander weiter gaben.

Schülerantworten auf die Projektziele

Haben die SchülerInnen die Menschen „hinter der Mathematik“ kennengelernt? Wie erging es Frauen, die in einem von Männern dominierten Fach erfolgreich waren?

Es fällt auf, dass die 25 Schüler der 2AHELI zu gewissen Mathematikern mehr Zugang haben. So haben alle Schüler zurückgemeldet, dass Pythagoras Mathematik auf Reisen kennengelernt hat. Pythagoras erhielt auch die meisten Stimmen (11) bei der Frage, welcher Mathematiker/welche Mathematikerin sie am meisten beeindruckt hat. Dabei gaben 5 Schüler an, dass er die Grundlagen der Mathematik entwickelt hat.

Sehr erstaunt hat mich, dass fünf Schüler eine für sie noch unbekannte Mathematikerin Emmy Noether für die beeindruckendste Persönlichkeit hielten, vier gaben dafür ihr Durchhaltevermögen an. Aus der Ausstellung war aus Frage 2 klar geworden, dass sie zunächst nicht zur Hochschule zugelassen war(15), dass sie auf ihr Professorenamt warten musste (9 Antworten) und dann auch noch lange Zeit ohne Gehalt arbeiten (7 Antworten) musste. Nur 6 Schüler gaben gar keine Meldung ab.

Konnten die Schüler Mathematik als Fach begreifen, das historisch gewachsen ist?

Meine Erwartungen zu diesem Punkt waren sehr hoch. Schaut man sich dazu allerdings die Antworten zur Frage 4 an, so fällt auf, dass zwar 21 Schüler zur Frage 4, in welchen Zeitabschnitten die mathematische Forschung in welchen Kulturräumen vorangetrieben wurde, erkannten, dass die Griechen die Mathematiker der Antike waren. Nur wenige Rückmeldungen, insgesamt 6, erhielt ich jedoch für das Mittelalter und die Neuzeit. Nur 4 erkannten, dass ab 1918 weltweit geforscht wird. Die Auseinandersetzung mit den einzelnen Tafeln dürfte die Schüler dieser Klasse von einem Gesamtüberblick abgehalten haben.

Wird mathematisches Forschen in der Ausstellung als kreativer Prozess sichtbar, der auch Irrwege beinhalten kann?

Die Anzahl der Rückmeldungen auf Frage 5 ist sehr gering. Um die Fragen beantworten zu können, musste man meiner Meinung nach, die Text schon genauer studieren und darüber nachdenken. So hat es beim „Überarbeiten falscher Lehrmeinungen (Proportionalitätsregel)“ keine einzige Rückmeldung gegeben, da die Antwort in einem langen Text auf der Tafel von Pierre de Fermat versteckt war. Damit konnten die Schüler diesen einzigen in der Ausstellung eingearbeiteten „Irrweg“ als solchen auch nicht erkennen. Vielleicht hätte ich diesen Punkt etwas stärker hervorheben müssen, in einem eigenen Text mit einer entsprechenden Überschrift.

Mit „notwendigen Begriffsdefinitionen entwickeln („Funktion“ usw.)“ konnte auch kein Schüler etwas anfangen. 4 Schüler haben allerdings die über 300 Jahre ungelöste Aufgabe des großen Satzes von Fermat erkannt. Auch die zeitgleiche Formulierung der Differentialrechnung ist immerhin bei 6 Schülern mit Newton und von 4 Schülern mit Leibniz beantwortet worden. Pythagoras wurde wieder von ziemlich vielen Schülern (10) als ein Überarbeiter von alten Theorien erkannt.

Welche gesellschaftliche Auswirkung hatten mathematische Erkenntnisse?

Nur 2 Schüler gaben zu der Frage 6 keine Antwort. Pythagoras wurde sowohl für die Weiterentwicklung im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich(14), wie bei der innermathematischen Forschung(14) und im Bereich der Schulmathematik (19) am häufigsten genannt. Emmy Noethers Bedeutung für die Technik und Naturwissenschaft wurde von 8 Schülern erkannt. Allerdings wurde Newtons Bedeutung in diesem Bereich nur von einem Schüler genannt. Gauss, Hilbert, Euler, die Bernoullis fielen bei den Schülern durch und wurden überhaupt nicht angegeben. Das könnte vielleicht daran liegen, dass die Ausstellung zu viele Tafeln hatte, die sie gar nicht alle in einer Stunde bewältigen konnten.

4.3 Kompetenz Bewerten

Im Sinne der allgemeinen Kompetenz Bewerten sollen sich die Schülerinnen und Schüler über den reinen Wissensstoff hinaus, Werturteile bilden können, die von gesellschaftlicher Relevanz sind. Die Auswertung der dazu gestellten Fragen 7-9 fand ich persönlich am spannendsten.

Wie erwartet streuen die Antworten wesentlich breiter, wenn die Schüler den von ihnen persönlich favorisierten MathematikerIn angeben. Allerdings erhält Pythagoras wieder die meisten Stimmen (11). Er scheint durch den nach ihm benannten Satz im Gedächtnis hängen zu bleiben. Bemerkenswert finde ich die Tatsache, dass ein Schüler ihn für seine Offenheit anderen Kulturen gegenüber, hervorhebt (eignet sich Mathematik auf Reisen an). Bei Emmy Noether bewerten drei Schüler ihr Durchhaltevermögen als positiv. Die Leistungsstärke dieser Klasse spiegelt sich im Werturteil, dass man schon in jungen Jahren genial sein kann (bei Blaise Pascal(2) und bei Gauss(1)), wider.

Gegenteilige Meinungen vertreten die Schüler, wenn es um das Paradoxon von Zenon von Elea geht (Achilles und die Schildkröte). 3 Schüler favorisieren ihn dafür, 6 bzw. 7 Schüler lehnen ihn dafür ab. Mit Paradoxa haben zwei weitere Schüler Probleme. Hilbert wird auf Grund des Hotel-Paradoxons von 2 bzw. 3 Schülern abgelehnt. Das unlösbare Rätsel des Diophant gefällt einem Schüler ebenso nicht. Mehr als die Hälfte der Klasse scheint also klare Aufgabenstellungen mit eindeutigen Ergebnissen zu bevorzugen.

Der Wert der Wahrscheinlichkeitsrechnung wird von einem Schüler positiv bewertet (Pierre de Fermat(1)), ein Schüler beurteilt die Erfindung des Roulette als negativ (Pascal (1)).

Aus didaktischer Sicht interessant finde ich die Meldung, dass 7 Schüler den Mathematiker Galois ablehnen und es 2 damit begründen, dass durch seine Schlampigkeit Forschungsergebnisse verloren gehen. Allerdings erkennen sie auch seine Bedeutung nicht (5). Gleichungen 5.Grades sind nicht im Lehrplan der ersten beiden Klassen.

3 Schüler melden, dass ihnen alle Tafeln gefallen, was ich als eine sehr positive Rückmeldung an das Projekt bewerte.

Wen wertest du am einflussreichsten für die Gesellschaft und warum? (von seiner/ihrer Person, seiner / ihrer Forschung, seinem/ihrer Durchhaltevermögen,.....)

Wie schon oben erwähnt erhält Pythagoras auch zu dieser Frage die meisten Stimmen(17). Die Bedeutung Newtons wird von 6 Schülern erkannt, die seine physikalischen Erkenntnisse (2) dafür ins Treffen führen. Noether erhält 1 Stimme.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Schüler erhalten Mathematik im Unterricht in ein- bis zwei Stunden Häppchen serviert. Meine Intention, einmal einen Bogen der Mathematik darzustellen, der den Schülern und Schülerinnen ein weites Fenster zur Mathematik öffnet, scheint aufgegangen zu sein.

Die 25 Schüler haben sich mit den Tafeln auseinandergesetzt und das herausgeholt, was ihnen wichtig war. Dabei haben sie natürlich dem für sie vertrauten Pythagoras besonderes Augenmerk geschenkt, aber auch neue Persönlichkeiten der Mathematik und deren Erkenntnisse kennengelernt. Über das reine Kennenlernen hinaus haben sie sich Werturteile gebildet, die sie auch begründen konnten.

Mathematisches Forschen als Prozess zu erkennen, war vielleicht eine kleine Überforderung an die Schüler dieser Altersgruppe, obwohl auch hier einzelne Antworten bei der Evaluation gekommen sind.

Das Zitat Sir Isaac Newtons „Ich konnte deshalb so weit sehen, weil ich auf den Schultern von Giganten stand“ verdeutlicht, dass Mathematik ein historisch gewachsener Gegenstand ist, den die Schüler in der Ausstellung zumindest nach Auswertung der Evaluation so nicht wahrgenommen haben. Ich glaube aber, dass allein die Raumwirkung und die Abfolge der Tafeln ihre Wirkung nicht verfehlt hat. Vielleicht lässt sich nicht alles im Rahmen einer Evaluation ermessen.

5.1 Persönliches Resümee

Einmal Mathematik aus der Sicht der Menschen, die sie entwickelt haben, zu präsentieren, war eine für mich sehr bereichernde Erfahrung, die ich mir mit diesem IMST Projekt ermöglicht habe. Die Ausstellungseröffnung am 15.Juni war der krönende Höhepunkt dieses intensiven Prozesses, dem sich nicht nur meine Kollegin Mag. Monika Gabriel-Peer und ich, sondern auch meine 44 Schüler und meine Schülerin gestellt haben.

Ich glaube, dass es sich gelohnt hat. Durch die Ausstellung war plötzlich eine andere Art der Kommunikation möglich. Das Schema „die Lehrerin steht vorne und erklärt“ war durchbrochen. Schüler und Schülerinnen haben ihre eigenen Geschichten zu den Mathematiker-Biographien erzählt und ich habe zugehört und bin mit ihnen ins Gespräch gekommen. Eine Deutsch-Kollegin hat mir erzählt, dass Schüler ihrer Klasse ganz liebevoll versucht haben, ihr anhand einer Ausstellungstafel unendliche Reihen bei zu bringen.

Mit jedem/jeder BesucherIn und jedem/jeder SchülerIn, die ich persönlich durch die Zeitleiste führen durfte, haben sich ganz neue Aspekte in der Mathematik-Geschichte aufgetan.

- Der interkulturelle Aspekt
Ein Schüler mit Migrationshintergrund konnte mir den arabischen Text zur originalen geometrischen Begründung der quadratischen Ergänzung aus Al-Khwarizmis Werk vorlesen, wenn er ihn auch auf Grund der alten Sprache nicht verstehen konnte. Ein türkisch stämmiger Schüler erkannte den berühmten Perser Omar Kaysām (1048-1123n.Chr.), von dem er wusste, dass er Gedichte schrieb, aber nicht dass er Mathematiker war.
- Der historische Aspekt
Passend zum jeweiligen Zeitabschnitt klebte ich die entsprechenden historische Begriffe, die die Zeitspanne charakterisieren. So erhielt das 7.Jhd.n.Chr. den Begriff Islam, das 15.Jhd.n.Chr. Geldwirtschaft und Frühkapitalismus, das 17./18.Jhd. höfischer Absolutismus, das 19.Jhd. die Industrielle Revolution und die Soziale Frage. Und damit ist mir selbst schlagartig klar geworden, welchen großen Anteil die politisch entmachteten Fürsten am absolutistischen Königshof Frankreichs zur Entwicklung der Wahrscheinlichkeitsrechnung beigetragen haben. Wie notwendig es geworden ist, dass ein Adam Riese Rechenfertigkeiten in Deutschland lehrte und verbreitete, damit man in der aufkommenden Geldwirtschaft des Spätmittel-

alters auch das notwendige Wissen dafür hatte. Eine industrielle Revolution wäre ohne die bahnbrechenden Erkenntnisse einer ganzen Schar von berühmten Mathematikern und Mathematikerinnen gar nicht denkbar gewesen.

- Die psychologische Seite
Was sind eigentlich die Triebfedern der Mathematik? Warum stellen sich Menschen Aufgabenstellungen dieser Art? Die Diskussionen um diese Fragen fand ich immer ganz besonders spannend. Es mag wohl gewissem Konkurrenzdenken zuzuschreiben sein, das die Menschen dazu veranlasst hat, sich Wettbewerben wie z.Bsp dem Lösen des Kettenlinien-Problems zu stellen. Dass sogar Brüder wie die Bernoullis sich derart zerstritten, dass sie bis zum Ende ihres Lebens nichts mehr miteinander zu tun haben wollten, scheint eine weitere Bestätigung dieser These zu sein. Über das naturwissenschaftliche und technische Denken auf die Mathematik zu stoßen, scheint ein weiterer legitimer Zugang zu sein. Dazu würde ich z.Bsp. die Himmelsbeobachtungen von Aristarch von Samos zählen oder den Zugang von Newton zur Infinitesimalrechnung. Dass Mathematik aus reinen Vernunftgründen betrieben wurde, zeigen die Arbeiten von Adam Riese oder auch Al-Khwarizmi, der in einem Vorwort schreibt, dass er mit Hilfe der Mathematik Schwierigkeiten überwinden will. Kommunikation und reger Austausch in Form eines Briefwechsels haben zur wesentlichen Weiterentwicklung der Wahrscheinlichkeitstheorie geführt. Viele Mathematiker Persönlichkeiten waren Philosophen wie Descartes, Pythagoras und entwickelten die Mathematik aus philosophischen Überlegungen. Kleine Gedankenspielerien, die sich aus einfachsten Aufgabenstellungen ergeben haben wie das Königsberger Brückenproblem oder der große Satz von Fermat, haben Großes in der Mathematik bewirkt und machen Mut zu eigenen Aufgabenstellungen.
- Entwicklungslinien der mathematischen Teilgebiete
Wer sich einen Überblick verschafft hat, konnte die groben Entwicklungslinien der Mathematik über die Geometrie und den Anfängen der Algebra bei den Griechen, über die Perser, Araber und Inder bis zu Descartes verfolgen, der durch die Einführung des Koordinatensystems die Geometrie und die Algebra zur Analytischen Geometrie zusammen führte. Zenon von Elea und Archimedes waren bereits an das Unendliche gestoßen, aber es waren Newton und Leibniz, die schließlich den entscheidenden Schritt wagten und damit die Analysis begründeten. Pascal, Fermat und Descartes legten im 17. Jahrhundert den Grundstein für die Stochastik. Gauss verhalf den komplexen Zahlen und damit der Funktionentheorie zum Siegeszug. Bis schließlich Hilbert die Mathematik auf ein neues Fundament stellte, das durch Kurt Gödel allerdings wieder ins Wanken geriet. Wichtige Forschungen im Bereich der Topologie und Algebra hat Emmy Noether beigetragen.
- Schulmathematik
Nachdem ich die Auswahl der Mathematiker/der Mathematikerin vor allem aus innermathematischer Sicht getroffen habe, konnte ich meinen Klassen zeigen, welche Themen in den höheren Klassen auf sie zu kommen und einzelne Begriffe wie Differentialrechnung an Hand einer Graphik auf der Newton-Tafel schon kurz anreißen.
- Der Aspekt des Formalismus
In wie weit hat der Formalismus mathematische Forschung behindert bzw. ermöglicht? Diese Fragestellungen wurden bei den Tafeln der griechischen Mathematiker diskutiert. Warum gab es in der römischen Kultur keinen berühmten Mathematiker/ keine berühmte Mathematikerin?

Dem Erfolg der Ausstellung steht leider der enorme Arbeitsaufwand entgegen, die Literaturrecherchen, das Einlesen im Sommer und das Aufbereiten der Projektunterlagen für die Schüler und Schülerinnen. Mein Zeitaufwand und das Projekthonorar stehen in keinem vernünftigen Verhältnis. Dankenswerter Weise hat mich das Kuratorium der HTL mit einem Geldbetrag unterstützt, so dass für mich keine privaten Kosten entstanden sind.

Die Arbeiten zu dem Projekt musste ich in meiner Freizeit machen, da mich das übliche Tagesgeschäft gefangen hielt. Vielleicht hätte ich viel stärker bei meinen Schülern/ meiner Schülerin durchgreifen sollen und die zusammengefassten Wikipedia-Texte verhindern müssen. So blieb meiner Kollegin und mir die Arbeit. Mindestens fünf Biographien von Mathematikern/innen mussten wir selbst schreiben, denn so konnten wir die Ergebnisse nicht veröffentlichen.

Bei Literatur- und Quellenangaben waren die SchülerInnen sehr nachlässig. Ich musste sie ständig daran erinnern, bzw. nachfordern, bzw. sie selbst angeben.

Zusätzlich aufwendig waren die Designerarbeiten an insgesamt 5 Nachmittagen. Als Fachfrau wusste ich einfach, was man inhaltlich beachten muss. Diese Zeit musste ich deshalb investieren. Sehr dankbar bin ich meiner Designerin Julia Fischer für ihr finanzielles Entgegenkommen und für ihre ideelle Unterstützung.

Zum Schluss möchte ich aber noch einmal das Positive des Projekts hervorheben. Über Klassen- und Abteilungsgrenzen hinweg haben die Schüler und die Schülerin durch die gemeinsame Arbeit an der Ausstellung ein gewisses Gemeinschaftsgefühl entwickeln können, über das ich mich sehr gefreut habe.



Abbildung 6: Schüler und Schülerin, die am Projekt mitgewirkt haben

Es bleibt die Frage nach der Nachhaltigkeit des Projekts. Durch die Ausstellung konnte ich viele neue Kontakte zu Kollegen und Kolleginnen anderer Schulen knüpfen bzw. vertiefen. Vielleicht gelingt es uns, aus der Zeitleiste eine Wanderausstellung zu machen.

6. PROJEKTBEISPIEL

Emmy Noether

1882 – 1935, Deutschland/U.S.A., Zeitgeschichte

Wirken

Emmy Noether gehört zu den Begründern der modernen Algebra.

- Ihre Dissertation entwickelte sie in der Zusammenarbeit und Auseinandersetzung mit einem Erlanger Professor auf dem Gebiet der „Invariantentheorie“. Emmy selbst hat allerdings später diese Arbeit als „Mist“ bezeichnet. Denn inzwischen forschte sie auf einem ganz anderen Gebiet, das ihrer außerordentlichen Begabung mehr entsprach, auf dem Gebiet der abstrakten algebraischen Methoden.
- In Göttingen, damals Weltzentrum mathematischer Forschung, war sie die einflussreichste akademische Lehrerin in der Generation nach David Hilbert. Zu ihren Doktoranden zählten spätere Größen der Mathematik.
- Sie gründete eine eigene Schule in Göttingen. Seit Mitte der 1920er Jahre scharten sich dort eine Reihe von hochbegabten Schülern aus aller Welt. Ihre Studenten nannte sie ihre „Trabanten“ oder die „Noether-Knaben“.
- Nach Emmy Noether sind Begriffe der Mathematik benannt, wie die noetherschen Ringe und Moduln, auch der noethersche Normalisierungssatz trägt ihren Namen.
- Emmy Noether wird auch eine entscheidende Rolle bei der Durchsetzung abstrakter algebraischer Methoden in der Topologie zugeschrieben. (Begriffsdefinition)
- Auch in der Theoretischen Physik leistete sie Außerordentliches. Im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts entwickelte sich das Noether-Theorem zu einer der wichtigsten Grundlagen der Physik.

Symbolisches Rechnen

Wie abstrakt die Gedankenwelt von Emmy Noether war, erzählt die Geschichte um die Begutachtung eines mathematischen Skripts zur „Invariantentheorie“. Ein ehemaliger Erlanger Assistent, Karl Petri, hatte Frau Professor Emmy Noether darum gebeten. Sie aber lehnte mit folgenden Worten ab: „Ich habe das symbolische Rechnen mit Stumpf und Stiel vergessen!“ (Dick, 1970, S.30)

Begriffsdefinition

Algebra ist eines der grundlegenden Teilgebiete der Mathematik, das sich mit den Eigenschaften von Rechenoperationen befasst.



Topologie ist ein fundamentales Teilgebiet der Mathematik. Sie beschäftigt sich mit den Eigenschaften mathematischer Objekte, die unter stetigen Deformationen erhalten bleiben. Solche Deformationen kann man sich im Wesentlichen als Streckungen vorstellen.

Mit welchen Schwierigkeiten hatte Emmy Noether als Frau in einem von Männern dominierten Fach noch im 20. Jahrhundert zu kämpfen?

Welche ihrer Eigenschaften imponieren dir am meisten und warum?

Quellen:
Wuffling, Hans (1997). Vom Zählstein zum Computer – Mathematik in der Geschichte. Hildesheim: Franzbecker.
Dick, Auguste (1970). Emmy Noether. Elemente der Mathematik, 1970 (19). Basel und Stuttgart: Birkhäuser Verlag.
Emmy Noether. Online unter <http://www.wikipedia.at> [5.3.2012]
Büß Gedenktafel Emmy Noether. Online unter <http://upload.wikimedia.org> [6.11.2011]
Foto unter <http://www.mathematik.uni-wuerzburg.de> [13.1.2010]



Biografie

Emmy Noether wurde in Erlangen in Deutschland geboren. Obwohl der Vater, Max Noether, Professor der Mathematik war, fand Emmy erst spät zur Mathematik. Sie stieß zunächst nach einer Ausbildung als Lehrerin für Englisch und Französisch an die Grenzen des damaligen Bildungswesens. Das reguläre Hochschulstudium war für Frauen noch nicht möglich. Sie konnte die Vorlesungen über Mathematik nur als Hospitantin besuchen. Erst vier Jahre später im Jahr 1904 konnte die reguläre Immatrikulation in Erlangen erfolgen, wo sie 1908 promovierte. Auf Betreiben der beiden berühmten Mathematiker David Hilbert und Felix Klein ging sie 1915 nach Göttingen. Die Habilitation allerdings konnte trotz Intervention von Hilbert erst 1919 erfolgen, nachdem die Gesetzgebung des Deutschen Kaiserreiches aufgehoben war, die ausschließlich Männer für das Professorenamt zugelassen hatte. Hilbert erlangte für Emmy Noether 1922 eine Berufung zum außerordentlichen Professor ohne Gehalt und 1923 einen Lehrauftrag mit einem geringen Einkommen. Im Winter 1928/29 folgte sie einer Einladung zu einer Gastprofessur nach Moskau, 1930 nach Frankfurt.

Nach dem Machtantritt der Nationalsozialisten in Deutschland verlor die Jüdin Emmy Noether ihr Lehramt und ging an die Frauenhochschule in Bryn Mawr in die Vereinigten Staaten, wo sie 1934 eine fixe Anstellung erlangte. Ganz unvermutet starb sie dort 1935 an den Folgen einer Operation.

Mathematische Spaziergänge

Zu den Gewohnheiten der Göttinger Mathematiker zählte es, am Sonntag Nachmittag zu Spaziergängen in die Umgebung aufzubrechen und dabei ständig über Mathematik zu reden. Mit Emmy zusammen, fielen sie häufig sehr lang aus und endeten nicht im Gasthaus! War man müde, setzte man sich lieber in eine Wiese und diskutierte weiter.

7. LITERATUR

Bertalan, Dagmar(2008). Mathematik im alten China. Mit fangcheng zu linearen Gleichungssystemen. *Mathematik lehren*, 2008(151), Seite 8-11.

Jahnke, Hans Niels & Richter, Karin (2008). Geschichte der Mathematik. *Mathematik lehren*, 2008 (151), Seite 4.

Schreiben des Landesschulrats für Tirol Nr.113.52/0306-allg2011

7.1 Projektunterlagen für SchülerInnen

Literatur

Kronfellner, Manfred(1998). Historische Aspekte im Mathematikunterricht. In: Willibald Dörf-ler&Roland Fischer (Hrsg.), *Schriftenreihe Didaktik der Mathematik, Bd.24*. Wien: Hölzer-Pichler-Tempsky.

Maor, Eli(1996). *Die Zahl e-Geschichte und Geschichten*. Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser.

Singh, Simon(2000). *Fermats letzter Satz*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH.

Taschner, Rudolf (1995). *Das Unendliche. Mathematiker ringen um einen Begriff*. Heidelberg: Springer.

Wußing, Hans(1997). Vom Zählstein zum Computer – Mathematik in der Geschichte. Hildesheim: Franzbecker.

Artikel in Zeitschriften

Dick, Auguste(1970). Emmy Noether. *Elemente der Mathematik*, 1970(13), Basel, Stuttgart: Birkhäuser Verlag.

Biermann, Heike(1998). Rechner am Tisch. *Mathematik lehren*, 1998(91), Seite 9-13.

Jahnke, Hans Niels(1998). Sonne, Mond und Erde. *Mathematik lehren*, 1998(91), Seite 47-48.

Maanen, Jan van (1998). Wette und Würfel. *Mathematik lehren*, 1998(91), Seite 60-65.

Rasfeld, Peter(2008). Das Würfelproblem des Chevalier. *Mathematik lehren*, 2008(151), Seite 58-62.

"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 aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge."

Mag. Andrea Holl