

**FÄCHERÜBERGREIFENDE  
LEHRERKOOPERATION IM  
UNTERRICHTSPROJEKT  
„VERMESSUNG“**

**Mag. Ingrid Fertl, Mag. Ingrid Salner-Gridling,  
Mag. Christian Schabereiter, Mag. Brigitte Schröder**

**Bundesrealgymnasium Wien VI  
Marchettigasse 3, 1060 Wien**

Wien, Juni 2002

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND ÜBERBLICK</b> .....	<b>1</b>
1.1	Motivation der beteiligten Lehrer/-innen.....	1
1.2	Vorgeschichte und Ziele .....	2
1.3	Der Gesamtplan.....	4
<b>2</b>	<b>BESCHREIBUNG DES PROJEKTVERLAUFS</b> .....	<b>5</b>
2.1	Deutsch (Brigitte Schröder) .....	5
2.2	Physik (Ingrid Salner–Gridling) .....	5
2.3	Geographie und Wirtschaftskunde (Christian Schabereiter).....	6
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE DER SCHÜLERARBEITEN</b> .....	<b>9</b>
3.1	Plakate.....	9
3.2	Fotos.....	12
3.3	Schriftliche Ausarbeitungen .....	13
3.3.1	Themenmappe aus Geographie und Physik.....	13
3.3.2	Ergebnisse der <i>kooperativen Gruppenarbeit</i> in Geographie.....	13
3.3.3	Portfolio in Mathematik .....	13
<b>4</b>	<b>REFLEXION UND FEEDBACK</b> .....	<b>15</b>
4.1	Zusammenarbeit zwischen den LehrerInnen.....	15
4.2	Auswertung der LehrerInnenfragebogen .....	15
4.3	Auswertung der SchülerInnenfragebogen .....	15
4.4	Überlegungen der LehrerInnen zur Grundbildung nach der gemeinsamen Projekterfahrung .....	16
4.4.1	Mathematik .....	16
4.4.2	Physik .....	17
4.4.3	Geographie und Wirtschaftskunde .....	17
<b>5</b>	<b>RESÜMEE</b> .....	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>AUSBLICK</b> .....	<b>19</b>

# ABSTRACT

Ein wichtiger Aspekt der Zusammenarbeit in unserem Lehrerteam besteht darin, den SchülerInnen die naturwissenschaftliche Denkweise näherzubringen und das Warum und Wie des Forschens aufzuzeigen. Dafür erscheint uns das fächerübergreifende Arbeiten am besten geeignet. Zum Thema „Vermessung“ in der 6.Klasse wurden unter anderem in Physik astronomische Entfernungsbestimmungen, in Geographie und Mathematik Methoden der Landvermessung mit trigonometrischen Berechnungen behandelt, aber auch deren historische Bedeutung bei der Entdeckung der Seewege. Als roter Faden diente das Buch „Längengrad“ von Dava Sobel, das von den SchülerInnen in Deutsch als Klassenlektüre gelesen und bearbeitet wurde. Im Unterricht wurden vielfältige Methoden angewandt, so neben dem Frontalunterricht auch Gruppen- und Partnerarbeit. Die Erstellung von Themenmappen und Portfolios und das Festhalten der Ergebnisse auf Postern verlangte von den SchülerInnen kreatives und selbstständiges Arbeiten. Den Abschluss des Projekts bildete ein Evaluierung mit Hilfe eines Fragebogen für SchülerInnen und LehrerInnen. Im Zusammenhang mit dem Projektlernten zeigte sich bei den SchülerInnen wachsendes Interesse an den Naturwissenschaften und beim Lehrerteam intensivere fächerübergreifende Kooperation anhand der Grundbildungsdiskussion.

# 1 EINLEITUNG UND ÜBERBLICK

Bereits im Schuljahr 2000/01 beteiligte sich ein Schulteam mit Mag. Fertl, Mag. Salner-Gridling und Mag. Schabereiter am IMST<sup>2</sup>-Projekt (S1 - Grundbildung) und beschäftigte sich mit dem fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Arbeiten anhand des Themenbereichs „Funktionen“ in der 5.Klasse. Dies wollten wir heuer in derselben Klasse fortsetzen. Im Juni 2001 diskutierten wir die Idee zu einem gemeinsamen Projekt in den Fächern Geographie, Mathematik und Physik zum Thema Vermessung. Anregung wie Ausgangspunkt war das Buch „Längengrad“ von Dava Sobel. Kollegin Brigitte Schröder griff unseren Vorschlag auf, das Buch im Fach Deutsch gleich zu Schuljahrsbeginn gemeinsam mit der Klasse zu lesen. Es beschreibt die Lösung des Problems der Positionsbestimmung in der Schifffahrt des 18. Jahrhunderts. Den jahrzehntelangen Wettlauf mit der astronomischen Elite Englands um das enorme vom Parlament ausgesetzte Preisgeld entschied das eigenbrötlerische Uhrmachergenie John Harrison schließlich für sich. Diese Geschichte und die Hintergrundinformationen über die Bedeutung einer wissenschaftlichen Problemlösung für die weitere wirtschaftliche, soziale und politische Entwicklung sollte als „roter Faden“ für die Beiträge aller beteiligten Fächer dienen.

## 1.1 Motivation der beteiligten Lehrer/-innen

### **Mag. Ingrid Salner – Gridling (Physik)**

Nach mehreren Karenzjahren und der Ausbildung zur Lernberaterin und Montessori-Pädagogin war ich bei meiner Rückkehr in die Schule entschlossen, den Unterricht anders gestalten als in den Jahren zuvor. Der fächerübergreifende Aspekt schien meiner Vorstellung einer fundierten, möglichst umfassenden und auf Begreifen ausgerichteten Wissensvermittlung am ehesten zu entsprechen. Bei verschiedenen Gesprächen im Kollegenkreis hatte ich das Glück, auf Gleichgesinnte zu treffen. Ende des letzten Schuljahres kam uns dann die Idee, ein fächerübergreifendes Projekt zum Thema Vermessung durchzuführen.

### **Mag. Ingrid Fertl (Mathematik)**

Nach 20 Jahren im Lehrberuf wollte ich den Unterricht teilweise verändern. So beschäftigte ich mich in den letzten sechs Jahren mit den Möglichkeiten des Einsatzes offener Lernformen. Zusätzlich war mir die Verbindung meiner beiden Fächer Mathematik und Geographie immer ein großes Anliegen. Die Trigonometrie in der sechsten Klasse bot hierzu eine gute Gelegenheit. Die Idee zum fächerübergreifenden Arbeiten zum Thema „Längengrad – Vermessung – Trigonometrie“ entstand auf einer gemeinsamen Englandreise mit Kollegen Schabereiter, auf der wir das astronomische Observatorium und das Museum in auch Greenwich besuchten, wo die Chronometer von John Harrison ausgestellt sind, von denen das Buch „Längengrad“ von Dava Sobel handelt.

### **Mag. Christian Schabereiter (Geographie und Wirtschaftskunde)**

Es ist mir ein persönliches Anliegen, den Geographieunterricht möglichst abwechslungsreich zu gestalten. Dies gilt natürlich nicht nur für die Inhalte, sondern auch für die verwendeten Methoden, sei es der traditionelle und von manchen Klassen eingeforderte Frontalunterricht, die Partner- oder Kleingruppenarbeit, der Stationenbetrieb oder die bei diesem Projekt angewandte kooperative Gruppenarbeit. Jede Form des Unterrichts ist noch gewinnbringender, wenn dabei der fächerübergreifende Aspekt verstärkt berücksichtigt wird. So war ich nach

der Lektüre des Buches „Längengrad“ genauso wie meine Kolleginnen von der Idee begeistert, bei diesem fächerübergreifenden Projekt mitzumachen. Wichtig war mir in diesem Zusammenhang das Einbringen von naturwissenschaftlichen Inhalten aus dem Fach Geographie, wie z. B. die Zeitzonen oder die Orientierung auf den Weltmeeren vor der Einführung des Nullmeridians.

### **Mag. Brigitte Schröder (Deutsch/Geschichte)**

In der Oberstufe ist es mir ein besonderes Anliegen, dass SchülerInnen anhand einzelner, ausgesuchter Themen deren Vielschichtigkeit und die Komplexität der Zusammenhänge erfassen. Ziele sind das selbständige Arbeiten von Lernenden (sowohl einzeln als auch in unterschiedlichen Sozialformen), das Formulieren relevanter Fragen, das Darstellen/Veranschaulichen von Lernzuwächsen, der kritische Umgang mit Quellen und Lernunterlagen. Fächerübergreifender Unterricht bietet dafür einen idealen Rahmen, insbesondere wenn wie im vorliegenden Projekt, geisteswissenschaftliche und naturwissenschaftliche Fächer miteinander über einen längeren Zeitraum kommunizieren. Ich bin auch in meiner Funktion als Klassenvorstand froh, im KlassenlehrerInnenteam KollegInnen zu haben, die mein Interesse an Lernprozessen teilen und eine Feedbackkultur pflegen.

## **1.2 Vorgeschichte und Ziele**

Im September 2001 traf sich unser Lehrerteam und vereinbarte, welche Themenbereiche wir den einzelnen Gegenständen zuordnen wollten. Außerdem erstellten wir einen genauen Zeitplan zur Verzahnung der Gegenstände. Die Teambesprechungen waren sehr konstruktiv, da die Teilnehmer gut aufeinander eingespielt waren und sehr diszipliniert arbeiteten.

Schwerpunkte unserer Arbeit waren im fachlich-inhaltlichen Bereich:

- Wichtigkeit der Orientierung auf der Erde und ihre wirtschaftlichen Konsequenzen;
- Praktische Bedeutung von mathematischen Lösungswegen (mathematische Erdkunde, Vermessungsaufgaben);
- Einbettung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in die Geschichte (historische Entwicklung der Erdvermessung und Entstehung der ersten Landkarten);
- Notwendigkeit der Einigung auf eine allgemein gültige Maßeinheit (Nullmeridian, Zeitzonen).

Schwerpunkte im didaktischen Bereich:

- Bearbeitung eines Fachtextes und Weitergabe des Inhalts an Mitschüler (kooperative Gruppenarbeit in Geographie; wissenschaftliche Textbearbeitung in Physik);
- Graphische Aufbereitung von fachlichen Zusammenhängen (Plakaterstellung in Gruppenarbeit)
- Aufbereiten und Zusammenstellen der von den Lehrern im Unterricht ausgegebenen Materialien (Themenmappen);
- Selbständiges Erarbeiten eines Themas (Portfoliomappe in Mathematik).

Ziel unserer Arbeit war:

- Grundlagen zu schaffen für die Neugestaltung von Maturaprüfungen

SchülerInnen haben die Wahlmöglichkeit, bei der mündlichen Matura nicht nur in einzelnen Fächern anzutreten, sondern Prüfungsfächer zu verbinden. Unser Projekt sollte als Beispiel für eine fächerübergreifende Themenbearbeitung eine Basis dafür schaffen und den Zugang auch zu anderen Fächerkombinationen erleichtern.

- Persönlicher Gewinn für SchülerInnen und LehrerInnen

Da SchülerInnen im Unterricht öfters zu Gruppenarbeiten angehalten werden, ist es für uns LehrerInnen eine wichtige Erfahrung, auch selber einmal in einer Gruppe zu arbeiten. Die gemeinsame Arbeit haben wir als sehr anregend empfunden. Dazu kommt auch für uns der Einblick in den Lehrstoff anderer Fächer und das Auffrischen von früher Gelerntem, was durchaus wünschenswert ist und wir als bereichernd erlebten.

- Grundbildung

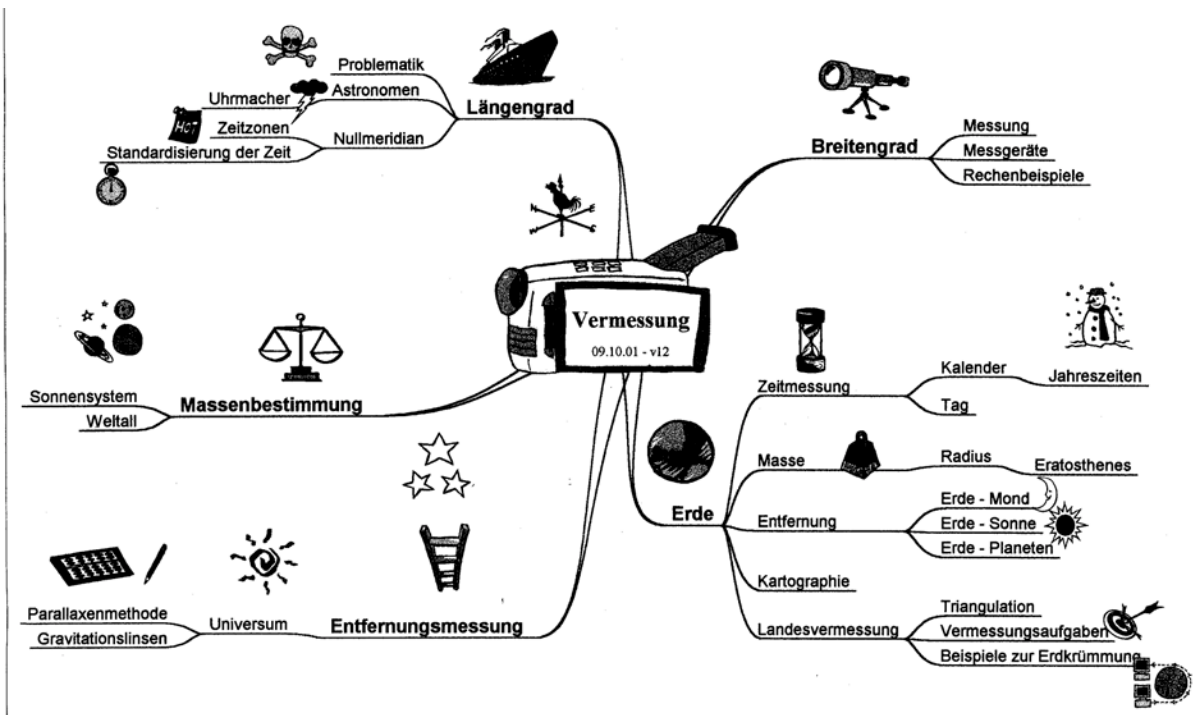
Wir haben uns die Frage gestellt, welche Kenntnisse und Fertigkeiten die SchülerInnen aus diesem Projekt gewinnen sollten. Wir glauben, dass sie in mehreren Bereichen durch dieses Projekt ihr Wissen erweitern sollten

- Naturwissenschaftliche Welterklärung
- Problematik verschiedener Messmethoden in Auseinandersetzung mit herrschenden Lehrmeinungen
- Bedeutung mathematischer Lösungswege
- Wichtigkeit der Orientierung auf der Erde und im Universum
- Notwendigkeit der Einigung auf allgemein gültige Maßeinheiten (Nullmeridian)
- Einbettung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in die Geschichte.

An Hand verschiedener spezifischer, fachlicher Erkenntnisse zu einem gemeinsamen Thema werden Zusammenhänge zwischen Forschung und Ursachen bzw. Grundlagen dazu verständlich. Zur Grundbildung gehören nicht nur einzelne Themenbereiche, die unbedingt gewusst werden sollten, sondern vor allem die Erkenntnis, wie und warum geforscht wird; welche Motivation dahinter liegt, welche wirtschaftlichen und geographischen Gegebenheiten zu diesem Problem führten, wie über Natur und Kultur gedacht wird und wurde ... Dazu sind fächerübergreifende Projekte besonders gut geeignet, da ein Thema von verschiedenen Seiten beleuchtet wird.

## **Mindmap**

Die beiliegende Mindmap zeigt in Stichworten die Themen, die wir Lehrer/innen gemeinsam zu diesem Projekt zusammengetragen haben. Die einzelnen Gegenstände sind nicht gesondert vermerkt. Jede SchülerIn erhielt eine Kopie davon. Sie sollte als Überblick bzw Zusammenfassung und Leitfaden für dieses Projekt dienen. Die SchülerInnen sammelten die Arbeitsblätter und ihre eigenen schriftlichen Arbeitsergebnisse aus allen Fächern in einer Themenmappe. (Manche SchülerInnen reichten sie aber später wieder in die Unterlagen der entsprechenden Fachgebiete ein.)



Vermessung.mmp - 09.10.01

### 1.3 Der Gesamtplan

Die Vorarbeiten zum Projekt machte das Team bereits im Juni 2001, und zwar wurden jene Themen festgelegt, die wir LehrerInnen in unseren Fächern unbedingt behandeln wollten. So entstand die obige Mindmap, die im September nochmals überarbeitet wurde. Gleichzeitig begannen die SchülerInnen in Deutsch mit der Lektüre des Buches „Längengrad“. In Mathematik wurden die Grundlagen der „Trigonometrie“ erarbeitet und in Physik das Kapitel „Vermessung der Erde“ durchgenommen. Erst Anfang Oktober beschäftigten sich die SchülerInnen auch in Geographie mit dem Thema, und zwar mit historischen Landkarten, der „Erdmessung“ und mit den Längen- und Breitengraden.

Parallel dazu führten die SchülerInnen in Deutsch eine Textanalyse des Buches „Längengrad“ durch und behandelten die verschiedensten literarischen, historischen, naturwissenschaftlich-technischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekte. Mitte November waren in allen Fächern die Arbeiten soweit abgeschlossen, dass die SchülerInnen in einem 4-Stundenblock die Plakate als Endprodukte erarbeiten konnten (siehe Kap.3.1).

Nach der Abgabe der Themenmappen und Portfolios durch die SchülerInnen im Dezember und Jänner erfolgte deren Beurteilung. Gleichzeitig erstellte das Team in mehreren Treffen Evaluationsfragebögen für SchülerInnen und LehrerInnen. Sie wurden Ende April von Mag. Schröder ausgewertet.

Im den beiden IMST<sup>2</sup>-Workshops im November und April erhielten wir wertvolle Tipps und Hilfestellungen zur Dokumentation und Evaluierung.

## 2 BESCHREIBUNG DES PROJEKTVERLAUFS

### 2.1 Deutsch (Brigitte Schröder)

Zur Einstimmung auf das Projekt lasen die SchülerInnen zu Beginn des Schuljahres 2001/02 im Deutschunterricht gemeinsam das Buch „Längengrad“ von Dava Sobel. Dieses Werk war Ausgangspunkt der Beschäftigung mit dem weitreichenden Thema: Die Entdeckung der Welt.

Nach der Lektüre des Werkes durch die SchülerInnen im September erfolgte Anfang Oktober die Textanalyse unter folgenden Gesichtspunkten:

- Wie gelang den Seefahrern vor dem beginnenden 18. Jahrhundert die Orientierung auf See? Was steht diesbezüglich in den Geschichtslehrbüchern?
- Welche wirtschaftlichen und politischen Gründe waren ausschlaggebend für Entdeckungsfahrten?
- Wie konnten die Risiken der Schifffahrt (Unsicherheiten der Positionsbestimmung, bei der Navigation, bei der Vermessung,...) verringert werden?
- Welche Beiträge konnten Einzelpersonlichkeiten wie z.B. John Harrison oder John Franklin erbringen?
- Welchen persönlichen Bezug hat die Autorin Dava Sobel zum Themenkomplex „Längengrad“. Auf welche Quellen stützt sie ihre Ausführungen?
- Wo hält sich die Autorin an die Quellen, wo erlaubt sie sich dichterische Freiheit?
- Wie ist das Werk strukturiert?

Ende Oktober besuchten wir die Wiener-Künstlerhaus-Ausstellung „Die Entdeckung der Welt – die Welt der Entdeckungen. Österreichische Forscher, Sammler, Abenteurer“. In der Nachbereitung konnten die SchülerInnen ihre zahlreichen Lernerfahrungen aus Physik, Mathematik, Geographie und Geschichte einbringen. Zusätzlich referierten einzelne Schüler von November bis Ende Jänner zu verschiedenen Themen anhand folgender Biographien von Entdeckungsreisenden:

Leif Erikson, Marco Polo, Vasco da Gama, Christoph Columbus, James Cook, John Franklin, Roald Amundsen, Julius v. Prayer und Karl Weyprecht, Alexandra David-Néel.

### 2.2 Physik (Ingrid Salner–Gridling)

Zu Beginn des Projekts teilte ich einen Fragebogen aus, unter anderem mit Fragen nach dem Breitengrad, Längengrad, dem Nullmeridian, der Entstehung der Jahreszeiten usw. Die Frage nach der Entstehung der Jahreszeiten konnte kein Schüler und keine Schülerin richtig beantworten. Am Ende des Projekts habe ich den ausgefüllten Fragebogen zur Korrektur wieder verteilt. Manche waren im Nachhinein über ihre ursprünglichen Antworten erstaunt und konnten sie nun problemlos richtig stellen. Allerdings beantwortete ein Schüler die Frage, die er nun richtig gestellt hatte, Wochen später wieder falsch. Die Vorstellung, dass die Entfernung



von der Sonne ausschlaggebend für die Jahreszeiten sei, scheint eine kaum auszumerzende Grundvorstellung zu sein.

Die konkrete Überlegung, wie vermessen wird – auf der Erde und vor allem im Universum – war für mich selbst lehrreich und spannend. Dass auch die SchülerInnen an diesem Thema interessiert waren, zeigt unter anderem das Portfolio einer Schülerin (Auszug daraus im Anhang).

Der Themenkomplex „Vermessung“ wurde in Physik in 2 Teilbereichen behandelt:

#### (1) IRDISCHES

- Bestimmung der Entfernungen: Erde–Mond, Erde–Sonne, Erde–Planeten
- Bestimmung von Masse und Radius der Erde
- Vermessung auf der Erde: Entfernungen, Höhenunterschiede
- Zeitmessung: Tag – Nacht und die Entstehung der Jahreszeiten: Der Kalender
- Breitengrad: Messung und Messgeräte
- Längengrad: Problematik der Bestimmung des Längengrades. Zeitzonen. Arbeit mit dem Buch „Längengrad“: Auseinandersetzung Uhrmacher bzw. Handwerker gegen Astronomen bzw. Gelehrte.

#### (2) HIMMLISCHES

- Massenbestimmung im Sonnensystem
- Entfernungsbestimmung im Universum: Parallaxenmethode, Cepheidenmethode, Gravitationslinsen

## 2.3 Geographie und Wirtschaftskunde (Christian Schabereiter)

Das fächerübergreifende Projekt begann im Fach Geographie in der zweiten Oktoberwoche und dauerte bis Mitte November. Als Einstieg in die Thematik lösten die SchülerInnen in zwei Wochenstunden *Arbeitsaufgaben in Partnerarbeit*. Ausgehend von Materialien zur historischen Entwicklung der Erdvermessung (z. B. Eratosthenes und die Berechnung des Erdumfanges) und der Kartographie (z. B. die Weltkarten von Herodot und Toscanelli) wurden die Fragestellungen (z. B. Welche geographischen Begriffe leiten sich von Herodots Weltkarte ab?) auf Arbeitsblättern ausgearbeitet. Auf diese Art konnten sich die SchülerInnen einen ersten Überblick über die Entwicklung der Landvermessung und Kartographie verschaffen.

Die nächsten vier Unterrichtseinheiten waren den *Kooperativen Gruppenarbeiten* vorbehalten: mit Hilfe der Methode des kooperativen Gruppenlernens wurden die Kerninhalte aus geographischer Sicht bearbeitet:

- Meridiane (Nullmeridian),
- Koordinierte Weltzeit, Zeitzonen,
- Trigonometrie (berechnen von Breitenkreisen)
- Das Längengradproblem und seine Lösung durch John Harrison.

Der wesentlichste Aspekt bei dieser Art des Gruppenlernens ist die Zweiteilung in sogenannte *Expertengruppen (Expertgroups)* in einer ersten Phase und *Heimgruppen (Homegroups)* in einer zweiten Phase. In unserer Projektklasse bot sich bei einer KlassenschülerInnenzahl von 25 die Konstituierung von 5 Experten und 5 Heimgruppen zu jeweils 5 SchülerInnen geradezu an.

Die Aufgabenstellung bestand darin, sich in der Phase 1 Fachwissen zu einem bestimmten Themenkreis in der Expertengruppe anzueignen. Jede Expertengruppe hatte ein anderes Spezialthema (z.B. Längengradproblem und Harrison`s Lösung) und den Auftrag, dazu jeweils drei Fragestellungen auszuarbeiten anhand der zur Verfügung gestellten Materialien (Texte, Zeichnungen, Bilder). In Phase 2 werden die Gruppen neu zusammen gesetzt, und zwar so, dass in jeder neue Heimgruppen je einer aus jeder Expertengruppe enthalten ist. Alle gesammelten Fragen aus den 5 Expertengruppen wurden in der Phase 2 den Mitgliedern der Heimgruppen in Form eines Fragenkataloges zur Ausarbeitung vorgelegt. Da alle 5 Mitglieder der Heimgruppen für jeweils drei Fragen eines Themenkreises „Experten“ waren, konnte in diesen Gruppen ein reger Wissensaustausch stattfinden:

So war z. B. ein Mitglied jener Gruppe, welche sich in der Phase 1 mit John Harrison`s Lösung des Längengradproblems auseinandersetzte, ein Experte dafür, warum das Längengradproblem eigentlich ein Zeitproblem war. Weiters war er auf Grund seiner vorangegangenen Beschäftigung mit dem Thema darüber informiert, warum die damaligen Pendeluhren zur Lösung des Zeitproblems ungeeignet gewesen sind. Von diesem „Expertenwissen“ konnten in der Phase 2 die übrigen Mitglieder der Heimgruppen profitieren.

Anschließend an die Gruppenarbeiten folgten im Sinne der Methodenvielfalt ein Lehrervortrag und Lehrer - SchülerInnen - Gespräche, und zwar über ergänzende Inhalte zu historischen und modernen Methoden in der Landvermessung, wie z.B. Triangulation und Dreiecksnetze sowie über das Global Positioning System (GPS). Den Abschluss bildete die *Erstellung von Plakaten* in Form von Mindmaps als Zusammenfassung des Gelernten.

Als Ergänzung zum Projekt fand fächerübergreifend zu den Gegenständen Deutsch und Geographie der erwähnte Ausstellungsbesuch mit museumspädagogisch aufbereiteter *Führung* zum Thema „Österreichische Entdecker“ statt.

## 2.4 Mathematik (Ingrid Fertl)

Im Fach „Mathematik“ wurde das Kapitel Trigonometrie ab Beginn des Schuljahres 2001/02 durchgenommen. Dabei wurden mathematische Unterlagen und Rechenbeispiele zum Thema Längen- und Breitenkreise zusammen gestellt und in kooperativer Gruppenarbeit in Geographiestunden von den SchülerInnen bearbeitet (siehe Anhang).

Die Vermessungsaufgaben wurden in Mathematik erst Anfang November behandelt, nachdem in Geographie bereits das Thema „Landesvermessung, Triangulation“ durchgenommen worden war.

Zusätzlich mussten die Schüler ein fächerübergreifendes Thema eigenständig für eine Portfoliomappe bearbeiten. Die Schüler haben das Material dafür auf Grund von Vereinbarungen gesammelt und ihre Fortschritte und persönlichen Lernwege in einem Protokoll dokumentiert. Auch ein Feedback musste verfasst werden.

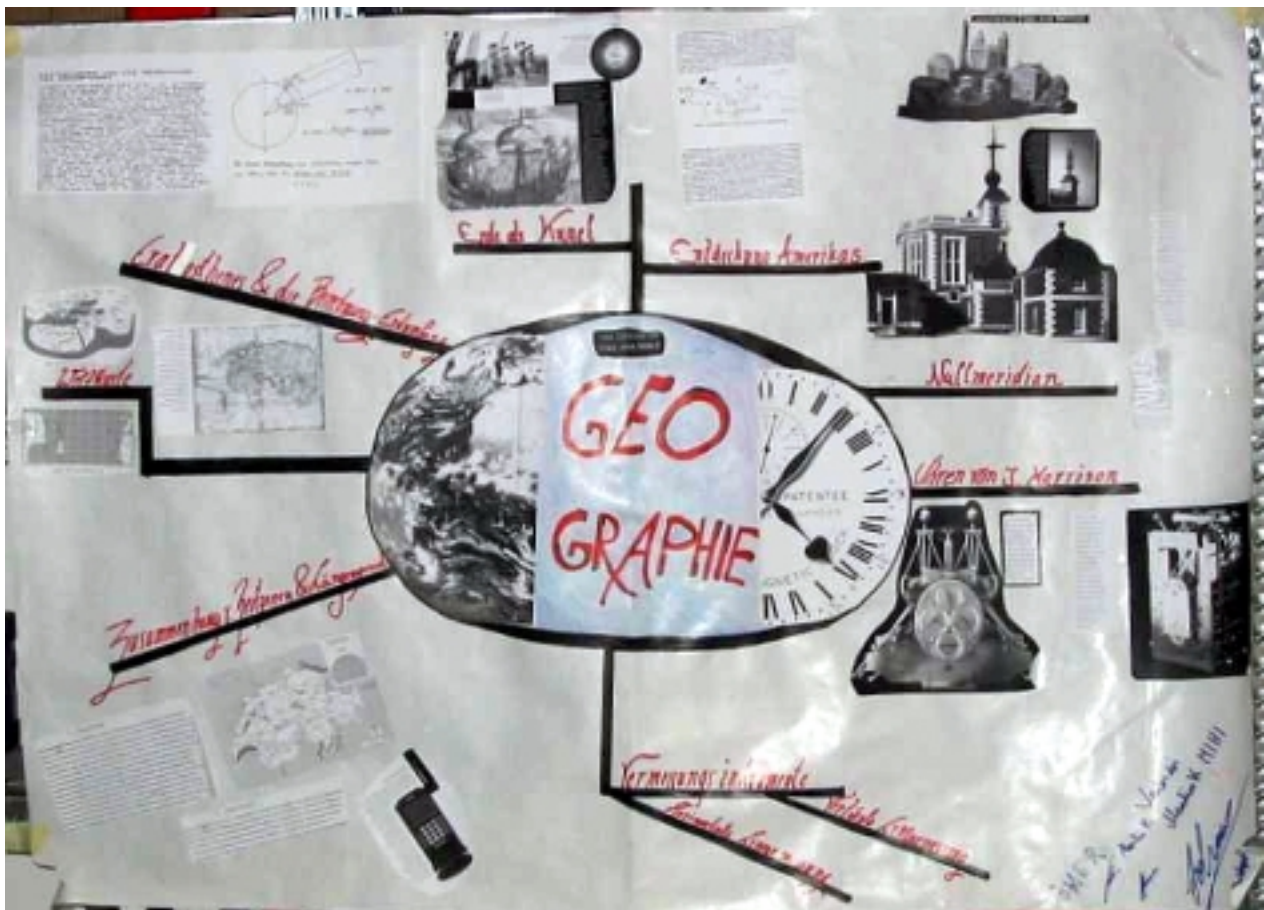
Folgende fächerübergreifende Themen wurden von den SchülerInnen für ihre Mathematik-Portfolios gewählt:

- Geschichte der Astronomie
- Vermessung des Schulhofes und eines Gartens (mit Berechnungen)
- Sphärische Trigonometrie
- Vermessungsinstrumente in der Antike
- Vermessungsaufgaben
- Geschichte der Geodäsie
- Parallaxenmethode
- Snellius'sche Brechungsgesetze
- Vermessungskunde
- Cepheidenmethode

# 3 ERGEBNISSE DER SCHÜLERARBEITEN

## 3.1 Plakate

An einem Vormittag, an dem drei hintereinander liegenden Unterrichtseinheiten geblockt wurden, entwickelten vier Gruppen aus 6-7 SchülerInnen je ein Plakat, in denen sie das Gelernte jeweils als Mindmap zusammenfassten. Dabei sollten sie darstellen, welche Teilelemente des Gesamtprojekts in den vier beteiligten Fächern (D, GW, Ph und M) behandelt wurden. Die Plakate sowie einige Ausstellungsobjekte zum Thema Vermessung (z. B. ein altes Nivelliergerät) wurden Ende November am Tag der offenen Tür den BesucherInnen in der Klasse präsentiert.



# Deutsch & Geschichte

## Dava Sobel

Sie schreibt die Wissenschaftsgeschichte für die New York Times und das Magazin „Life“. Sie ist bereits auf mehreren Titeln für den Nobel-Nominierungswettbewerb vorgeschlagen und wurde zweifach für den Pulitzer-Preis nominiert. Sie lebt in East Hampton, New York. Das Buch ist 1995 erschienen. Als sie nach ein paar Jahren nach New York von einem Vater aus Springfield geschickt. Er war aus der Entdeckung der Länge und Breiten. Das war der Beginn ihrer Forschung für den Nobelpreis. Vorher hatte sie sich für die Suche von Platon über die Entdeckung in der Welt gehalten, dass wir in einem Kreis sind.

Als sie große Informationen von ihrer Tochter & ihren Freunden bekommen, Sie ist nach Greenwich, um sich zu informieren, und hat sich bereits darauf konzentriert. Sie hat erkannt, dass sie daran denken, dass der Prozess nicht leicht sein könnte.

## John Harrison

Die Idee der Längengradbestimmung wurde von John Harrison im Jahr 1724 entwickelt. Er war ein britischer Uhrmacher, der die erste genaue Meeresuhr erfand. Er wurde für die Entdeckung der Länge und Breiten belohnt. Er lebte in London. Er war ein genialer Erfinder. Er wurde für die Entdeckung der Länge und Breiten belohnt. Er lebte in London. Er war ein genialer Erfinder.

## Längengrad

### Textanalyse

- Populärwissenschaftlich
- Ende vorweggenommen
- Nicht chronologisch
- Strukturiert gut
- Ermöglicht Lesern in der damaligen Welt anzuhören
- Interessante Hintergründe
- Problembefassung statt Personencharakteristik
- Insgesamt ein aufregender und lesenswerter Roman

### Längengradpreis (Wirtschaftliche Gründe)

Die dürftige Navigation und Positionbestimmung hatte Schiffskapitänen und somit Wirtschaftswerte zur Folge.

Sie bewirkte, dass die britische Regierung am 8. Juli 1774 die Preise für die Längengradbestimmung festlegte.

### Orientierung auf hoher See

Methoden zur Bestimmung des Längengrades

1. Methode: Durch die Nord-Süd-Richtung und einen Zeitvergleich zwischen London und einem anderen Ort. Die Zeitdifferenz wird durch die Zeitzone bestimmt. Die Zeitzone wird durch die Länge bestimmt.

2. Methode: Durch die Zeitdifferenz zwischen London und einem anderen Ort. Die Zeitdifferenz wird durch die Zeitzone bestimmt. Die Zeitzone wird durch die Länge bestimmt.

# PHYSIK

## ENTFERNUNGSMESSUNG IM UNIVERSUM

- PARALLAXEN-METHODE
- CEPHEIDEN-METHODE
- GRAVITATIONS-LINSEN

## BESTIMMUNGEN

- DURCHMESSER
- MASSSE
- ENTFERNUNGEN

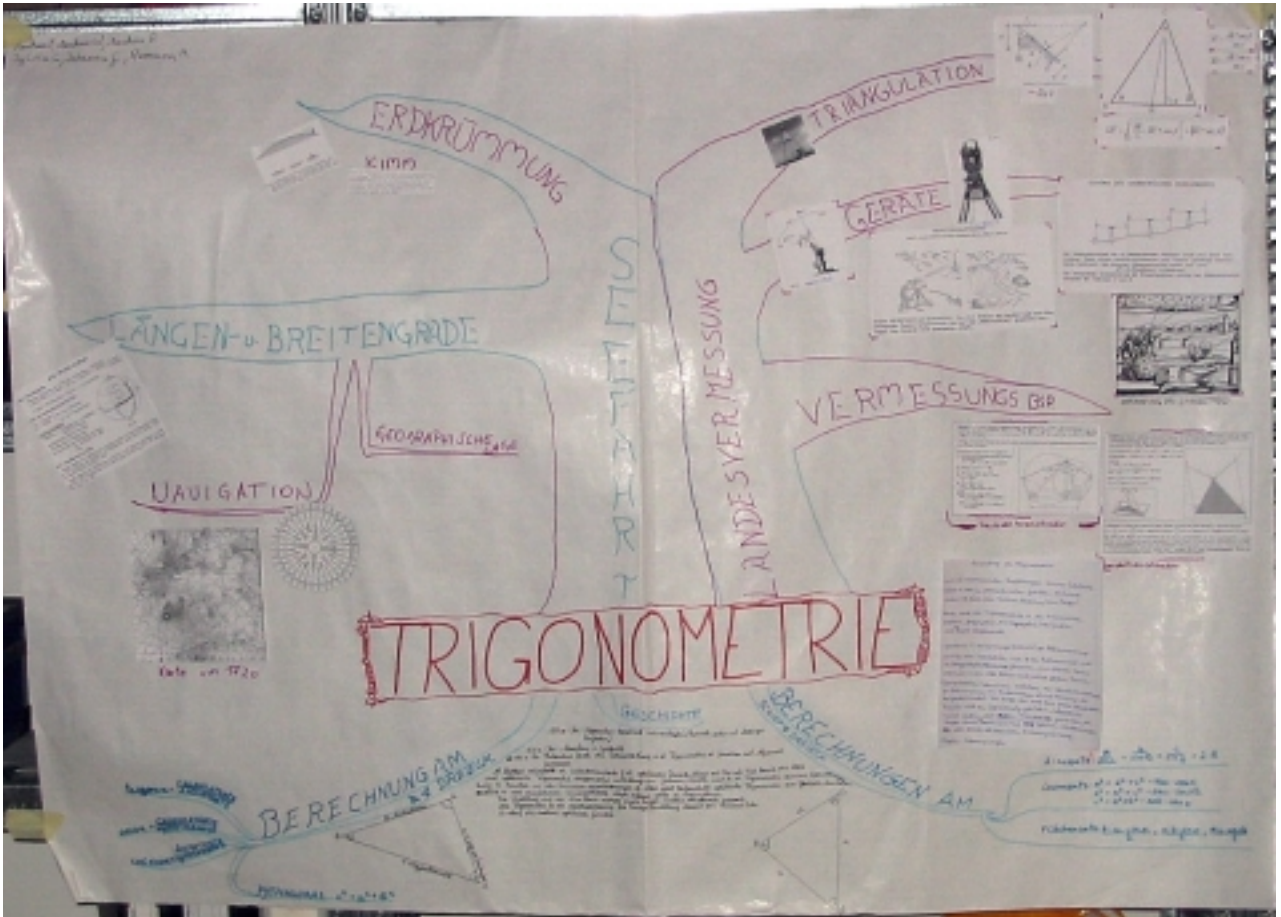
## ORIENTIERUNG

- LÄNGEN- & BREITENGRAD-BESTIMMUNGEN
- HALFSMITTEL
- QUADRANT
- SIEKTRANT
- ANTENT
- SEKORONTER

## ZEITMESSUNG

- KALENDER
- ENTSTEHUNGEN DER JAHRESZEITEN
- JAHRESEINTEILUNG

Coko  
Chris  
Susi  
Nici  
Same



## 3.2 Fotos

Diese Fotos entstanden während der Arbeit an den Plakaten.



## **3.3 Schriftliche Ausarbeitungen**

### **3.3.1 Themenmappe aus Geographie und Physik**

Die SchülerInnen sammelten in allen Fächern Beiträge zum Projekt in eigenen Themenmappen. Sie zählten zugleich als Teil der Mitschrift in den einzelnen Fächern, z.B. Physik, und wurden als solche auch in die Benotung der schriftlichen Ausarbeitungen einbezogen. Manche SchülerInnen zogen es allerdings vor, die Beiträge nicht in einer gesonderten Mappe, sondern in der jeweiligen Fachmitschrift einzuordnen. Ein Beispiel für eine fächerübergreifende Mappe finden Sie im Anhang.

Eine weitere Möglichkeit, selbstständige Arbeiten zu präsentieren, sind spezielle Themenmappen, die im Rahmen des Notenvertrages in Physik bzw. des Portfolios in Mathematik vorgesehen sind. Für diese Arbeiten müssen die SchülerInnen über den Unterrichtsstoff hinaus Informationen zu selbst gewählten Spezialthemen sammeln und auswerten.

Ein Beispiel dazu aus Physik ist die Themenmappe zur „Parallaxenmethode“, die im Vermessungsprojekt erwähnt wurde. Eine Schülerin fasste zusätzliche Informationen dazu aus verschiedenen Quellen, die sie im Anhang anführte, zusammen.

### **3.3.2 Ergebnisse der kooperativen Gruppenarbeit in Geographie**

Wie in 2.3 dargestellt, arbeiten die 5 „Expertengruppen“ je 3 Fragen zu ihren Spezialgebieten aus. Das erste Ergebnis ist also ein Katalog von 15 Fragen, die von den Schülergruppen als wichtig eingestuft wurden.

Das zweite Ergebnis sind die Antworten, die in den „Verschnittgruppen“ (Homegroups) nach einem regen Austausch über deren Verständlichkeit und Plausibilität, zusammen aufgeschrieben wurden. Ein Beispiel für ein solches Gruppenergebnis kann man im Anhang nachlesen.

### **3.3.3 Portfolio in Mathematik**

Die SchülerInnen wählten ein - nicht unbedingt mathematisches - Thema des Projekts, zur selbständigen Ausarbeitung. Als Lehrerin beriet ich sie und musste manche einbremsen, um ihre Arbeit nicht ausufern zu lassen.

#### **Vermessung des Schulhofes und eines Gartens**

Zwei Schülerinnen beschlossen, mit dem Theodoliten aus der Schulgerätesammlung den Schulhof zu vermessen. Das Gerät stammt etwa aus dem Jahre 1890 und ist noch immer funktionstüchtig. Ungenauigkeiten in der Vermessung kamen dadurch zustande, dass das Fadenkreuz im Gerät leider gerissen war. Nach der Vermessung des Schulhofes führten sie die zugehörigen Berechnungen selbstständig durch. Für die Vermessung des Gartens bastelten sich die Schülerinnen selbst ein Gerät zur Winkelbestimmung ähnlich dem Jakobsstab.



*Das Ausrechnen war auch nicht schwer und alles in allem war es viel amüsanter als einfach ein Beispiel aus einem Lehrbuch zu lösen. Einmal selbst zu vermessen in der Kälte ist zwar zeitaufwendiger, aber bringt viel mehr Spaß. (Zitat einer der beiden Schülerinnen)*

### **Auszug aus der Geschichte der Vermessung mit dem Schwerpunkt Messgeräte**

Das Vermessungs- oder Längengradprojekt hat einen Schüler animiert, ein technikgeschichtliches Thema zu wählen. Zusätzlich fand er in der Bibliothek seines Vaters das umfassende Werk „Mathematik des Abendlandes“ von Helmuth Gericke und war davon fasziniert. *Durch das Längengradprojekt habe ich begonnen, mich für Messgeräte zu interessieren, deshalb war es für mich nicht schwer, eine Entscheidung zu treffen. (Zitat)*

### **Sphärische Trigonometrie**

Eine Schülerin wählte das Thema nach Rücksprache mit ihrer älteren Schwester. Sie exzerpierte aus einem Mathematikbuch, machte Aufzeichnungen mit zahlreichen Skizzen und Konstruktionen und war von dem Thema so begeistert, dass sie mir immer wieder in Pausengesprächen von ihrem neuesten Kenntnisstand berichtete.

*Ich selbst fand es spannend, einmal andere Dinge in Mathematik zu erlernen. Auch den Umgang mit schwierigen Themen fand ich äußerst aufschlussreich. Ich habe die Arbeit sehr gerne gemacht, obwohl der Zeitaufwand wahrlich nicht gering war. (Zitat)*

Auf Grund ihrer Portfolioarbeit erwägt die in Mathematik bisher eher wenig interessierte und nicht sehr leistungsstarke Schülerin, in diesem Fach bei der mündlichen Matura anzutreten.

## **4 REFLEXION UND FEEDBACK**

### **4.1 Zusammenarbeit zwischen den LehrerInnen**

Da die Idee zu diesem Themas bereits im Sommersemester 2000/1 aufgekommen war, hatten wir genügend Zeit für die konkrete Planung bis zum Ende des Schuljahres. So konnten wir bereits im September 2001 mit der Arbeit starten. Es genügten relativ wenige Teamsitzungen, da jede/r von uns einen klar definierten Teilbereich zu bearbeiten hatte und auch sonst die Zusammenarbeit hervorragend klappte. Als problematisch erwies sich allerdings, dass der Stundenplan im September noch nicht ganz fix war und daher kaum die Möglichkeit bestand, Teamteaching einzuplanen. Da es in keinem der beteiligten Fächer Doppelstunden gab, mussten die SchülerInnen oft ihre Arbeit unterbrechen.

Dies zeigt, dass die Voraussetzungen für fächerübergreifendes Arbeiten (flexiblere Stundenplangestaltung, Möglichkeit zu Teamteaching, ...) im normalen Schulbetrieb kaum gegeben sind. Von der gesetzgebenden Behörde wird dieser Art des Unterrichts wenig Möglichkeit eingeräumt, obwohl sie in der Maturaverordnung zur mündlichen Prüfung das fächerübergreifende Antreten als eine von drei Alternativen festschreibt.

### **4.2 Auswertung der LehrerInnenfragebogen**

Die Kommunikation zwischen den KollegInnen wurde insgesamt positiv bewertet. Schon zu Projektbeginn war ein Grundkonsens in wesentlichen Fragen hergestellt, und es bestand eine Vertrauensbasis bestand. Besonders hilfreich war die Bereitschaft zu kurzfristigen Absprachen, die oft unter Zeitdruck in den Pausen erfolgten. Ergebnis guten kollegialen Zusammenarbeitens war nicht nur ein Austausch an Beobachtungen und Erfahrungen, Materialien und Methoden, geschätzt wurde das langfristige Planen auch mit Fokus auf die Matura. Gerade das Erarbeiten von Kenntnissen, Fertigkeiten und Kompetenzen, die SchülerInnen im Hinblick auf die Matura, aber auch für ein Auslandsprojekt in der 7. Klasse benötigen, wurde als besonders zufriedenstellend vermerkt.

Der Arbeitsaufwand war in Teilbereichen größer. Dennoch ist ein hohes Maß an Zufriedenheit mit den Ergebnissen gegeben. Erfahrungen aus dem Projekt sollen künftig auch als kleine Bausteine im Unterricht (auch in der Unterstufe) eingebracht werden. Bezüglich der Planung wird künftig eine noch bessere Vernetzung der beteiligten LehrerInnen und das Einbeziehen von SchülerInnen (mit ihren individuellen Bedürfnissen) und die Transparenz der von den LehrerInnen erwogenen Teilschritte stärker im Vordergrund stehen.

### **4.3 Auswertung der SchülerInnenfragebogen**

Die Auswertung der SchülerInnenbefragung hat ein hohes Maß an Zufriedenheit ergeben. Nach anfänglicher Skepsis – auch ausgelöst durch die Klassenlektüre („Längengrad“), die so manche Erwartungsbrüche auslöste, konnten doch die meisten SchülerInnen an Teilbereichen Interesse entwickeln. Viele waren ob der Zusammenhänge erstaunt, die sich ihnen eröffnet haben. Einige waren jedoch auch von der Fülle überfordert. Eher passive SchülerInnen

sind noch nicht in der Lage, Unklarheiten im Verlauf des Erarbeitens deutlich zu machen und dafür zu sorgen, dass sie sich besser orientieren können. Sie bleiben eher in der Rolle der Konsumenten.

Die Arbeit der LehrerInnen wurde positiv bewertet („engagiert“, „hilfreich“, „geduldig“, „viel Material zur Verfügung gestellt“, ...). Gelegentlich war auch Stress ablesbar.

Mehr als die Hälfte der SchülerInnen konnte sich selbst gut in das Projekt einbringen und es herrscht Zufriedenheit bezüglich des individuellen Lernzuwachses und den Arbeitsergebnissen. Das gemeinsame Arbeiten wird besonders geschätzt, es fördert auch das Klassenklima, das von gutem sozialen Miteinander, Lernbereitschaft und Leistungswillen geprägt ist. Die engagierten SchülerInnen sind davon überzeugt, Wissen und Erfahrungen (Gruppenarbeit, Planung, Plakatgestaltung,...) aus dem Projekt auch in Zukunft anwenden zu können. In dieser Gruppe ist auch die Transparenz der Leistungsmessung sehr positiv (v.a. Notenvertrag, Themenmappe) vermerkt worden. Etlichen Schülern (es sind eher Burschen) fehlt es an intrinsischer Motivation. Auch sie betrachten das Arbeiten in Gruppen m.E. positiv. Wegen des (Selbsteinschätzung) geringen Lernzuwachses machen sich diese Schüler keine Sorgen, wichtiger ist es ihnen, gut miteinander auszukommen und die Minimalanforderungen erfüllt zu haben.

Künftig wünscht sich eine überwiegende Mehrheit weitere Projekte, fächerübergreifendes Arbeiten, gemeinsames Erarbeiten neuer Inhalte und ein bewusstes Miteinander. Die SchülerInnen wollen jedoch stärker in die Themenfindung eingebunden werden. Wichtig ist ihnen auch eine noch genauere Planung und das Sichtbarmachen der Ziele und einzelnen Schritte zu Beginn des gemeinsamen Arbeitens.

## **4.4 Überlegungen der LehrerInnen zur Grundbildung nach der gemeinsamen Projekterfahrung**

### **4.4.1 Mathematik**

Das Kapitel „Trigonometrie“ ist einer jener Bereiche, wo relativ leicht Querverbindungen zu anderen Disziplinen hergestellt werden können. Die SchülerInnen können bei diesem Themenbereich erkennen, dass das theoretisch angeeignete Wissen in der Praxis seine Anwendung findet. „Vermessungsaufgaben“ wurden von den SchülerInnen bisher als reine Rechenbeispiele erlebt. Durch die Betrachtung verschiedener Anwendungsmöglichkeiten (Triangulation, Messinstrumente und Messmethoden) in Geographie, aber auch in Physik konnten sie die Relevanz dieses Themas für die Bewältigung alltagsbezogener Probleme erkennen.

Die Lektüre des Buches „Längengrad“ machte den SchülerInnen außerdem bewusst, dass heute als gegeben erscheinendes Wissen von Menschen in einem lang andauernden Prozess erarbeitet werden musste (Längengrad, Zeitzonen).

Klarer erkannten die SchülerInnen auch das Einfließen der Mathematik in viele Bereiche der Wissenschaft und Technik (Astronomie, Geodäsie,...). Durch die intensive selbständige Bearbeitung eines Themas für das Portfolio konnten sie die Mathematik - anders als im üblichen Schulalltag - als spannende Wissenschaft erleben, mit der Probleme gelöst und wichtige gesellschaftlichen Entwicklungen ermöglicht werden.

#### **4.4.2 Physik**

Die SchülerInnen stellten am Beispiel der Vermessung Querverbindungen zu anderen Wissenschaften her. Sie konnten erleben, wie Handwerk und Wissenschaft ineinander greifen, wie sie konkurrieren und einander ergänzen. Sie begriffen, dass es viele Motivationen gibt, um zu forschen - außer Neugier oder Gewinnstreben auch existenzielle Bedürfnisse – wie z.B. nach sicherer Orientierung auf hoher See.

Die Frage, wie gemessen wird, um eine Position zu bestimmen, hat mich besonders an diesem Thema fasziniert. Gerade Messverfahren werden im Unterricht normaler Weise nur flüchtig behandelt. Wie konkret gemessen wird, bleibt im Dunkeln. Daher habe ich die Gelegenheit ergriffen, diese hier genauer zu behandeln. Die Technik der Navigation, die Probleme, die auftauchen können, und wie lebenswichtig genaue Messungen sein können, schildert das Längengrad-Buch sehr eindringlich.

Mit der Thematisierung der Vermessung des Universums haben wir aber auch unsere aktuellen kosmologischen Vorstellungen näher untersucht. Die Stellung des Menschen, der Erde im Weltall und die Orientierung in ihm – dies verlangt auch eine nähere Auseinandersetzung mit unserem Weltbild und hat die SchülerInnen ebenso wie mich gefesselt, was man an der Wahl von einschlägigen Spezialthemen für die Themenmappe merkte.

#### **4.4.3 Geographie und Wirtschaftskunde**

Die im Fach Geographie in Partner- und Gruppenarbeiten behandelten Inhalte sind wesentliche Beiträge zur Grundbildung, z. B. die „Meridiane“ inklusive Nullmeridian, „Koordinierte Weltzeit und Zeitzone“ oder auch die Abschnitte zur historischen Kartographie und Landvermessung. Es wird dadurch Interesse für die „Entdeckung der Welt“ unter Berücksichtigung der damaligen Navigationsproblematik auf den Weltmeeren geweckt. Die Arbeit mit dem „Gradnetz“, also der richtige Umgang mit Längen- und Breitenkreisen führt zum besseren Verständnis der Orientierung auf der Erdoberfläche. Nicht zuletzt die Lösungsansätze des „Längengradproblems“, dessen Schauplatz ja in erster Linie London (Greenwich) war, sollen die einstige Rolle Großbritanniens als führende Seemacht unterstreichen, den geographisch-historischen Horizont erweitern und ein Ansporn für die weitere Beschäftigung mit der Thematik in Hinblick auf ein geplantes Auslandsprojekt in London und Umgebung im nächsten Schuljahr sein.

## 5 RESÜMEE

Rückblickend kann das Lehrerteam seine Arbeit in vielerlei Hinsicht als erfolgreich ansehen. Die SchülerInnen hatten trotz anfänglicher Skepsis Freude an der Arbeit, da vielfältige Methoden zum Einsatz kamen. Ein Thema wurde aus verschiedenen Sichtweisen betrachtet, und speziell bei den fächerübergreifenden Portfolioarbeiten konnten jeder Schüler und jede Schülerin je nach Interesse eines zur genaueren Ausarbeitung wählen. Die naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweise wurde den SchülerInnen so nähergebracht, wobei sie größtmögliche Freiheit bei der Themenwahl sowohl für die Themenmappe in Physik als auch für die Portfolios in Mathematik hatten. Bei einigen SchülerInnen war das Interesse an ihrem gewählten Thema so groß, dass sie auch im 2. Semester daran weiter arbeiteten. So erlebten die SchülerInnen Mathematik und die naturwissenschaftlichen Fächer als interessant und spannend.

Da das Thema „Vermessung“ eine so vielfältige Betrachtungsweise ermöglichte, mussten wir von Lehrerseite eine Auswahl treffen. Die Mindmap, die an die SchülerInnen ausgegeben wurde, ließ diese dennoch den Überblick bewahren.

In weiterer Folge entwickelte auch das Lehrerteam ungeahnte Kreativität beim Finden neuer Stoffgebiete für das fächerübergreifende Arbeiten in der Zukunft. Allerdings muss man auch im Hinblick auf den Arbeitsaufwand für LehrerInnen und SchülerInnen dieses Arbeiten auf ein Thema pro Semester beschränken.

Dem Lehrerteam ist auch klar geworden, dass naturwissenschaftliche Lehrinhalte mit der von uns angewandten Methode besser im Gedächtnis der SchülerInnen verankert bleiben. Das Herstellen von Querverbindungen zu anderen Wissenschaften ermöglicht den SchülerInnen verschiedene Zugänge zu einem Thema.

Ein wichtiger Aspekt in der Grundbildungsdiskussion ist für unser Team auch die Bedeutung des Themas zur Bewältigung alltagsbezogener Probleme. Erst durch die Zusammenarbeit mit dem IMST<sup>2</sup>-Team sind uns manche Aspekte klarer geworden und wir haben mit unseren SchülerInnen diese noch stärker herausgearbeitet. Zusätzlich bot uns das IMST<sup>2</sup>-Team die Möglichkeit des Erfahrungsaustausches mit anderen Kollegen und auch Universitätsprofessoren. Auch bei der Erstellung und Ausfertigung der Dokumentation erhielten wir tatkräftige Hilfe.

## 6 AUSBLICK

Die gemeinsame Arbeit an diesem fächerübergreifenden Projekt hat unsere Hellhörigkeit für das fächerübergreifende Arbeiten gesteigert, und es gibt einige Ideen für die nächste Zukunft:

Ab April steht ein weiteres Projekt auf dem Programm. Das Thema: Industrialisierung. An diesem Projekt sind die Fächer Geographie, Physik, Deutsch und Geschichte beteiligt. Der rote Faden ist auch diesmal ein Buch, und zwar „Die Entdeckung der Langsamkeit“ von Sten Nadolny.

Wir wollen aber weitere gemeinsame Arbeiten zeitökonomischer gestalten. Das Projekt soll im Rahmen des regulären Unterrichts erfolgen, konform mit dem Lehrplan und den vorgegebenen Lernzielen; also keine Themen außerhalb des Lehrplans.

Als besonderes Ereignis ist eine Reise im kommenden Schuljahr nach England (und insbesondere auch nach Greenwich) geplant.

Um unsere Projektarbeit in der Schule sichtbar zu machen, veröffentlichen wir im Jahresbericht 2002 einen Beitrag darüber.