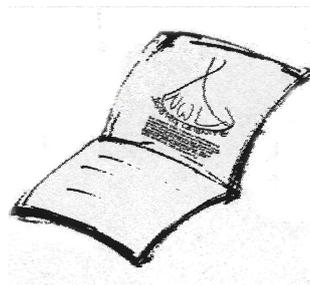


# DER COMPUTER IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT



**Manfred Erjauz, Peter Oswald, Josef Wieser**  
**BG/BRG Leibnitz**

Leibnitz, 2003/2004

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>80</b>
<b>1 VORWORT.....</b>	<b>80</b>
1.1 Mitarbeiter.....	81
<b>2 RÜCKBLICK.....</b>	<b>81</b>
<b>3 SCHULENTWICKLUNG - AUSGANGSSITUATION.....</b>	<b>82</b>
<b>4 DER COMPUTER IM GEOMETRIEUNTERRICHT.....</b>	<b>83</b>
4.1 Schulentwicklung aus dem Blickwinkel der Darstellenden Geometrie.....	83
4.2 Neue Dimensionen des Lernens.....	83
4.3 Der Computereinsatz.....	87
4.4 Exemplarische Unterrichtseinheit.....	90
4.5 Bemerkungen zur Unterrichtseinheit.....	91
4.5.1 Vorbereitungen und Parallelmaßnahmen.....	91
4.5.2 Hilfestellungen.....	91
4.6 Ziele.....	92
<b>5 DER COMPUTER IM MATHEMATIKUNTERRICHT.....</b>	<b>93</b>
5.1 Ausgangssituation.....	93
5.2 Exemplarische Unterrichtseinheit.....	94
5.3 Projektziele.....	100
<b>6 DER COMPUTER IM PHYSIKUNTERRICHT.....</b>	<b>101</b>
6.1 Ausgangssituation.....	101

6.2	Exemplarische Unterrichtseinheit.....	102
6.3	Projektziele.....	103
<b>7</b>	<b>EVALUATION.....</b>	<b>104</b>
7.1	Fragebogenerhebung in Darstellender Geometrie.....	104
7.1.1	Auswertung und Beurteilung der Schülerbefragung.....	105
7.2	Fragebogenerhebung in Mathematik und Physik.....	107
7.2.1	Zusammenfassung und Analyse der Schülerbefragung.....	111
<b>8</b>	<b>RESÜMEE UND AUSBLICK.....</b>	<b>111</b>
<b>9</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>113</b>
<b>10</b>	<b>CHRONOLOGIE.....</b>	<b>114</b>

# ABSTRACT

Der vorliegende IMST<sup>2</sup>/S2 Bericht zum Thema **“Der Computereinsatz im Naturwissenschaftlichen Unterricht“** zeigt exemplarisch neue Entwicklungen im Unterricht der Gegenstände Darstellende Geometrie, Mathematik und Physik auf. Um den Umfang des Berichts in Grenzen zu halten, wurde der Schwerpunkt auf die Darstellende Geometrie und Mathematik gelegt.

Für den Geometrieunterricht hat der Einsatz des Computers schwerwiegende Konsequenzen. Es bedarf nicht nur völlig neuer Unterrichtsmethoden, sondern erfordert auch eine Neuorganisation des Unterrichtsablaufs. Der Darstellung dieser interessanten Entwicklung wurde im Kapitel 4 breiter Raum eingeräumt.

Der Mathematikunterricht erfährt durch den Einsatz von *Mathematica* ebenso eine nicht minder radikale Veränderung. Diese auf Computeralgebra basierende Software eröffnet für den Mathematikunterricht völlig neue Perspektiven. Eine exemplarische Unterrichtseinheit, gestaltet mit *Mathematica*, wird im Kapitel 5 dargestellt.

Die Physik hat im Computer ein Hilfsmittel zur Verfügung, das nicht nur zum Messen verwendet werden kann, sondern auch die unmittelbare Auswertung von Messdaten und deren übersichtliche Darstellung unterstützt. Wie man einen Computer zu einem Messinstrument erweitern kann, wird im Kapitel 6 beschrieben.

Alles in allem sind die Initiativen in den Fächern Darstellende Geometrie und Mathematik ein kräftiger Impuls für die Schulentwicklung unserer Schule.

## 1 VORWORT

Das Schulentwicklungsprojekt 2003/04 **“Der Computereinsatz im Naturwissenschaftlichen Unterricht“** ist eine Fortsetzung und Erweiterung des erfolgreich laufenden Projektes NWL<sup>1</sup> mit seinen englischsprachigen Komponenten bis hin zur Gestaltung einer eigenen Homepage<sup>2</sup> mit IMST<sup>2</sup>/S2-Unterstützung. Die Ideen des NWL werden über die Fächer Biologie, Chemie und Physik hinaus in andere Gegenstände wie Darstellende Geometrie und Mathematik getragen. D.h. die Schulentwicklung soll dahingehend vorangetrieben werden, dass die universellen Kriterien *fächerübergreifend*, *zeitgemäß* und *handlungsorientiert* auch für diese Gegenstände zur Geltung kommen.

Der Computer beeinflusst zunehmend das Unterrichtsgeschehen. Uns interessierten daher die neuen Möglichkeiten, die sich aus dem Einsatz des Computers im Unterricht ergeben. Dieser Bericht ersucht anhand konkreter Unterrichtseinheiten aus Darstellender Geometrie, Mathematik und Physik zu zeigen, welche Chancen der PC für Lehrende und Lernende bietet.

Untersucht wurde auch, ob die neuen Unterrichtsformen den ursprünglich für das

---

<sup>1</sup> Naturwissenschaftliches Labor

<sup>2</sup> Siehe IMST<sup>2</sup>-Berichte: - „Fächerübergreifender Unterricht mit experimentellem Schwerpunkt am Beispiel Naturwissenschaftliches Labor (NWL)“, 2000/01  
- „The NWL goes English“, 2001/02  
- „The NWL goes Online“, 2002/03

NWL gesteckten Zielen<sup>3</sup> genügen und wie sehr die neuen Technologien die Lernmotivation der Schüler/-innen beeinflussen.

Da die Darstellende Geometrie und Mathematik das erste Mal an unserer Schule an einem IMST<sup>2</sup> – Projekt teilnehmen, wird in diesem Bericht der Schwerpunkt auf diese beiden Initiativen gelegt. Dementsprechend wurde der Umfang des Physikteils reduziert. Eine ausführliche Darstellung gibt es ab Anfang Juli 2004 im Internet unter [www.nwl.at](http://www.nwl.at).

## 1.1 Mitarbeiter

An diesem Bericht haben mitgearbeitet:

Mag. Peter Oswald (Physik):	Leitung und Dokumentation
Mag. Manfred Erjauz (Darstellende Geometrie):	Dokumentation
Mag. Josef Wieser (Mathematik):	Dokumentation
Mag. Monika Clark, Mag. Rosa Spinotti	Beratung

## 2 RÜCKBLICK

Seit 7 Jahren gibt es am BG/BRG das NWL als Unterrichtsfach. Die NWL-Philosophie und die Entwicklungsgeschichte dieses Gegenstandes können im Internet unter [www.nwl.at](http://www.nwl.at) nachgelesen werden. Seit dem Jahre 2000 wird die NWL - Initiative von IMST<sup>2</sup>/S2 unterstützt. So wurden in den letzten Jahren Englisch als Arbeitssprache integriert und eine Website eingerichtet. Dort stehen die im Leibnitzer Gymnasium verwendeten Unterrichtseinheiten zum Download bereit.

Seit drei Jahren werden an unserer Schule parallel zu **S2** auch Projekte im Rahmen der Praxisforschung **S4** von den Kollegen Ackerl, Lang und Scherz durchgeführt.

Jede IMST - Initiative begleitet ein Logo. Das neue Logo versucht den Computer (Laptop) als „offenes“ Buch im neuen Jahrhundert und die Verbindung zur NWL-Idee zum Ausdruck zu bringen.

2000/01	2001/02	2002/03	2003/04
NWL-Logo	NWL goes English	NWL goes online	Der Computer im Naturwissenschaftlichen Unterricht

Diese Darstellung soll die Erweiterungen der NWL-Idee verdeutlichen

<sup>3</sup> IMST<sup>2</sup>-Bericht: - „Fächerübergreifender Unterricht mit experimentellem Schwerpunkt am Beispiel Naturwissenschaftliches Labor (NWL)“, 2000/01, Seite 1  
- <http://www.nwl.at/html/nwl/files/konzept.html>

Im Rahmen der IMST<sup>2</sup>-NWW-Tagung an der Universität in Salzburg am 2. Oktober 2003 gaben die Kollegen Ackerl, Lang, Scherz und Oswald in einem Workshop interessierten Lehrer/-innen aus ganz Österreich einen Überblick über die Entwicklung des NWL an unserer Schule. Anschließend wurden konkrete Unterrichtseinheiten besprochen.

Beim Vernetzungstreffen im November 2003 haben die Kollegen Oswald und Wieser den anderen IMST<sup>2</sup>/S2 – Schulen die bisherigen Aktivitäten am BG/BRG Leibnitz präsentiert. Unmittelbar danach wurden von den Kollegen Erjauz, Oswald und Wieser für das Projekt „Der Computer im Naturwissenschaftlichen Unterricht“ folgende Ziele formuliert:

- Neue Wege für die Vermittlung von Lehrinhalten aufzeigen
- Neue Bildungsziele formulieren
- Neue Möglichkeiten des Unterrichts exemplarisch aufzeigen
- Die effektiven Vorteile des PC - Unterrichts zusammenfassen

Am 5. Feber 2004 gab das BG/BRG Leibnitz neben anderen steirischen Schulen im Arbeiterkammersaal in Graz bei der Auftaktveranstaltung zum **Netzwerk Steiermark** interessierten Kolleginnen und Kollegen aus der gesamten Steiermark einen Überblick über seine Initiativen. Neben Postern und Literatur zu *Englisch als Arbeitssprache* wurden im Rahmen von Vorträgen die IMST-Initiativen und ein kurzer Abriss des „neuen“ Geometrieunterrichts präsentiert.

Folgende Fortbildungsveranstaltungen haben unser Projekt begleitet:

- **SCHILF** – Veranstaltung mit Kollegin Monika Clark und Englischassistent Eric Scheufler : *Englisch für Nichtanglisten*
- **IMST2/S2-Beratung** - *Einführung und Behandlung spezieller Themen mit der Software Mathematica* mit Mag. Manfred Muhri.  
Die Software *Mathematica* wird in beiden Laptopklassen im Mathematikunterricht verwendet.
- **SCHILF** – Veranstaltung mit Koll. Werner Holler: *Einführungskurs in „We learn“*  
„**We learn**“ ist eine von der Universität Linz ([www.fim.uni-linz.ac.at/research/WeLearn/ge/index.html](http://www.fim.uni-linz.ac.at/research/WeLearn/ge/index.html)) speziell für E-Learning entwickelte Plattform.

### 3 SCHULENTWICKLUNG – SITUATIONSBESCHREIBUNG

Die Schüler/-innen der realgymnasialen Oberstufe (6., 7. und 8. Klasse) des BG/BRG Leibnitz haben das Naturwissenschaftliche Labor als Pflichtgegenstand<sup>4</sup>. Weiters führen wir zurzeit zwei Laptopklassen. Das bedeutet, die Schüler/-innen besitzen persönlich ein solches Gerät und haben mit diesem über eine Funk-LAN-Karte in ihrer Klasse bzw. im beinahe gesamten Schulhaus Zugang zum Internet.

Alle Naturwissenschafts- und Computersäle sind mit Beamer, Computer, Soundanlage, Video,... ausgestattet und werden von den Kustoden in bedankens-

---

<sup>4</sup> Siehe: <http://www.nwl.at/html/nwl/files/themeninhalte.html>

wertiger Weise ständig auf neuestem Stand gehalten. Dieser hohe Einrichtungsstandard ist nicht selbstverständlich! Der Direktor unserer Schule, Hofrat Mag. Plankensteiner, ist den Naturwissenschaften gegenüber positiv eingestellt und hat für Innovationen im Unterricht und Modernisierung der Einrichtungen stets ein offenes Ohr.

Das sind ideale Voraussetzungen um den Schüler/-innen einen zeitgemäßen Unterricht bieten zu können.

Die schon lange virulente Frage der Einsatzmöglichkeiten des Computers im Unterricht erfordert durch die Installierung von Laptopklassen eine rasche und ernsthafte Antwort. Die Untersuchung von neuen Lehr- und Lernfeldern bei computerunterstütztem Unterricht ist akut.

Der hohe Kapitaleinsatz für Soft- und Hardware – insbesondere in Laptopklassen – muss durch einen eindeutigen Bildungsgewinn und positive Rückwirkung auf das Unterrichtsgeschehen gerechtfertigt werden. Daraus folgt für alle in solchen Klassen Unterrichtenden eine intensivere Beschäftigung mit dem Werkzeug (PC, Laptop, Software, Internet, Netz, ...), aber auch eine intensivere Reflexion der bis dato praktizierten Unterrichtsinhalte und Methoden. Die Aus-, Fort- und Weiterbildung der Lehrer/-innen auf dem IT-Sektor ist daher eine unabdingbare Notwendigkeit.

Drei Schienen sind dabei zu beachten:

- 1.) Einschulung, Übung und Perfektionierung beim Umgang mit digitalen Hilfsmitteln
- 2.) Bewältigung der „klassischen“ Aufgaben mit dem neuen Werkzeug
- 3.) Aufarbeitung von bis dato „unlösbaren“ Problemen, die die Bildungseffizienz steigern und höheren Erkenntnisgewinn beim Lernenden ermöglichen

## 4 DER COMPUTER IM GEOMETRIEUNTERRICHT

**Eine vernetzte Welt braucht vernetzt denkende Menschen!**

### 4.1 Schulentwicklung aus dem Blickwinkel der Darstellenden Geometrie

Der bereits 10 Jahre währende sehr erfolgreiche Aufbau des NWL (fächerübergreifender Unterricht in Chemie, Physik, Biologie) und die sich daraus ergebenden Synergien für andere Unterrichtsgegenstände (z.B. Englisch) erforderten eine schon lange notwendige Veränderung des DG-Unterrichts in inhaltlicher und struktureller Hinsicht. Alle Überlegungen ergaben Zielsetzungen hin zu einem „Multimedialen Präsentationsfeld mit objektorientiertem, konstruktivem und fächerübergreifendem Schwerpunkt“. Nicht eine leichte Anpassung schien das Gebot der Stunde, sondern eine „radikale“ Neuorientierung des Unterrichtsfaches.

### 4.2 Neue Dimensionen des Lernens

Eingedenk der vom Menschen so vielfältig entwickelten Formensprachen wie Kunst, Religion und Wissenschaft muss sich Schule (insbesondere die AHS!) auf ihre ureigenste Verpflichtung berufen, nämlich den Lernenden bei der Suche nach

Erkenntnis zu führen und zu begleiten. Sowohl die Forderung des Forschers nach der Natur der Dinge und der Suche nach der eigenen Persönlichkeit als auch die Steigerung von gesellschaftlich notwendigen Kompetenzen stellen unter anderen Ansprüche an unsere Schule und insbesondere an den naturwissenschaftlichen Unterricht. Dies muss unter Berücksichtigung der Individualität des Menschen mit seinem Bewusstsein, seinen Ideen und seiner Freiheit in der Verbindung zum Ganzen geschehen. Dem kann und darf sich auch der DG-Unterricht nicht entziehen.

Zur Richtschnur aller Entwicklungen sollten folgende Ziele werden:

- von der Lehrerkompetenz zu Kompetenzzielen für Schüler
- vom Lehrer als dozierendem Einzelkämpfer hin zur Gruppendynamik
- vom Bilderproduzieren zum vernetzten Schauen und Denken
- vom Doppelklick zum Durchblick
- von der Klassenzimmerenge zur WWW-Weite
- vom Bücherwissen zur Schülerwirklichkeit
- vom Schulmuff zum Event
- vom Kontrolliertwerden zur Selbstkontrolle

Die fachspezifische geometrische Ausbildung im Realgymnasium an unserer Schule setzt sich zusammen aus dem Unterricht in der Unterstufe in Geometrischem Zeichnen in der 3. Klasse (traditionelle Unterrichtsform) bzw. 4. Klasse (geteilte Klasse am Computer) von je zwei Stunden und in der Oberstufe mit Darstellender Geometrie in der 7. und 8. Klasse zu je zwei Stunden für alle Schüler ohne Wahlmöglichkeit mit Schularbeiten als schriftlicher und mündlicher Matura-gegenstand.

Die Abwanderung von vielen technisch interessierten Schülern an andere Schulen führte gepaart mit dem in der Oberstufe oktroyierten Zwang zur „geometrischen“ Bildung in letzter Zeit zu einer immer größer werdenden Schere zwischen fachspezifischem Auftrag und erreichbaren Zielen. Meiner persönlichen Empfindung Rechnung tragend, musste dieser „*Brechstangenpädagogik mit Ablaufdatum*“ eine Neuerung mit folgenden Schwerpunkten entgegengesetzt werden:

### **inhaltlich:**

- Beibehaltung unbedingt notwendiger Ziele
- Konsequenter und dauernder Einsatz moderner Technologien
- Förderung von Präsentationstechniken
- Neuausrichtung der Bildungsziele und Inhalte
- Einbeziehung von neuen bis dato nicht oder zu wenig geförderten Bereichen

### **didaktisch:**

- Möglichst kurze exemplarische Darlegung von Arbeitstechniken durch den Lehrer
- In jedem Jahrgang stellen Schülerpräsentationen den Mittelpunkt dar
- 7. Klasse: erster Kontakt mit den Programmen und der Fachorientierung
- 8. Klasse: Schülerpräsentationen mit Verpflichtung zu fächerübergreifenden Aspekten aus allen fachlichen Richtungen

- Offene Aufgabenstellungen bei Hausübungen und keine Themenvorgaben für die Präsentationen
- Leistungsanforderungen für Schularbeiten und Prüfungen richten sich nach den „klassischen“ Erfordernissen und neuen Techniken

### **organisatorisch:**

- Jeder Schüler arbeitet immer am PC oder Laptop
- Ständige Anbindung ans Netz und Internet (außer bei Schularbeiten)
- Gruppenteilung, wo notwendig
- Gesamter Unterricht im Computerraum
- Alle Schüler haben Zugang zu den im Unterricht verwendeten Programmen

Unbestritten ist die Rolle der Ausbildung in Geometrie an Österreichs Schulen in der Vergangenheit. Die Pioniere an den Universitäten und deren weltweit anerkannte Forschung etablierten jenen Unterrichtsgegenstand, der die Brücke zur Technik im Gymnasium schuf. Die Berufung auf die Vergangenheit und eine Kultivierung eines „geometrischen Reservats“ rechtfertigen aber kein Verharren. Vielmehr beweisen die Wirklichkeit (kein Betrieb ohne PC) und die in Gesellschaft und Wirtschaft von allen geforderten Kompetenzen (Teamfähigkeit, Selbstständigkeit), dass Schule kein wirklichkeitsfremdes Spiel betreiben darf, sondern sich vielmehr diesen neuen Gegebenheiten stellen muss. Dies gilt insbesondere auch für die Darstellende Geometrie an der AHS.

Der Einsatz moderner Technologien ermöglicht die Erweiterung des in der DG vermittelten Konstruktionsregelwerks und eine Überschreitung der in der Vergangenheit bei Würfel, Kugel und Kegel begrenzten gymnasial-geometrischen Welt. Damit wird für Schüler der Weg zur eigentlichen Schönheit geometrischer Formen frei. Plötzlich besteht die Möglichkeit, Beschreibungen von realen (und damit komplexeren) Objekten zu fertigen, zur Schulung eines „geometrischen“ Blickwinkels der Wirklichkeit finden wir Zeit, und die Verbindung zu allen anderen fachlichen Richtungen bleibt keine Randerscheinung mehr. Die Erweiterung der reinen Lehre der Projektionen mittels Bleistift, Zirkel und Lineal fördert gerade das am geometrischen Denken so Faszinierende, wie Prägnanz, Universalität und Einfachheit.

Den sehr hohen, traditionellen Ansprüchen an den Unterrichtsgegenstand DG als die hohe Schule des räumlichen Denkens und der bildhaften Wiedergabe, dem Objektstudium des Anschauungsraumes und der Lehre der Grammatik der konstruktiven Sprache können meiner persönlichen Meinung nach nun viel leichter erzielt werden.

Zu viele auswendig gelernte Konstruktionsschemata, unselbstständiges „Nachbeten“ von Objektdarstellungen, spitzfindige Konstruktionsaufgaben aber auch zunehmend eingeschränkte Geometrieausbildung an den Universitäten ließen viele Schüler an der allgemeinen Bildungskompetenz des Faches zweifeln.

So wie Mathematik mehr als Rechnen ist, muss Geometrie mehr als Zeichnen sein. Daher sollen im Rahmen einer DG-NEU viele zunächst vernachlässigte **Ziele** Aufnahme finden:

- Konstruktiv-schöpferisches Entwerfen (Design/Kreativität)
- Verbindung von Bild und Sprache (Objekt-, Konstruktions- und Fertigungsbeschreibungen)

- Verbindung von Bild und Bewegung (Animationen)
- Eigenständige Produktverantwortung (Präsentationen samt textlicher Beschreibung)
- Förderung von Erkenntnisgewinn (Lernen durch eigenständige Beschäftigung)
- Schaffung von Erinnerungen durch emotionale Beteiligung
- Einbeziehung von Problematiken aus der Welt des Lernenden

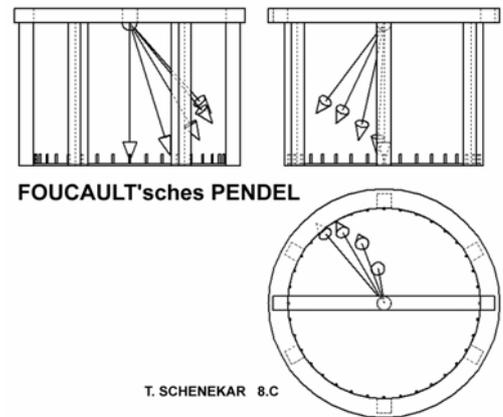
Das Erreichen obiger neu gesteckter Ziele ist durch konsequenten Einsatz des Computers im Unterricht leichter möglich. Die vorgegebene Einengung durch das verwendete Werkzeug und die Beschränkung durch die Unterrichtszeit scheint in hohem Maße überwunden.

Voraussetzungen zu diesem Schritt:

- Massenhafte Verbreitung von leistungsfähigen, erschwinglichen PCs samt Internetanbindung der Haushalte
- Entwicklung von unterrichtstauglichen Softwareprodukten mit schneller Grafik
- Beste Schulausstattung mit optimaler Netzwerkbetreuung, so wie
- Unterrichtsorganisation in Kleingruppen mit individueller Computernutzung

## Was ist neu?

- Durchgängige Verwendung des Computers im Rahmen der unterrichtlichen Arbeit (CAD, Internet, ...) an Einzelarbeitsplätzen
- Verpflichtende Schülerpräsentationen
- Konstruktive Umsetzung von wirklichkeitsnahen Objekten
- Layout (Textgestaltung, Bild, Sprache, Objekt- und Konstruktionsbeschreibung)
- „Programmierung“ von Animationen (geometrische – mathematische Analyse von Bewegungsabläufen)
- Förderung der Kreativität durch eigenständige Produktgestaltung (Design)
- Intensivierung des Freihandzeichnens
- Fächerübergreifende Projekte (Geometrie + Mathematik, Informatik, Physik, Geschichte, Geografie, Bildnerische Erziehung, Biologie, Chemie)
- Gruppenarbeit
- weniger Schularbeiten



## 4.3 Der Computereinsatz

Einige effektiv neue Möglichkeiten und Vorteile, die der Einsatz der flexibelsten aller vom Menschen geschaffenen Maschinen bringt, lassen sich auflisten:

### ▪ **Werkzeug zur Erzeugung von Bildern mit hohem Zeitgewinn**

Ein mittels eines CAD-Programms erzeugtes Objekt lässt sich durch Knopfdruck in unterschiedlichen Ansichten darstellen. Ziel der Arbeit ist also nicht mehr das Fertigen des einzelnen Bildes, sondern die Beschäftigung mit dem Objekt. Die Schwierigkeiten liegen in der Erforschung der Objektstruktur und nicht in der Gestaltung eines schönen Bildes. Durch den Zeitgewinn bleiben viele Möglichkeiten für das Objektstudium und dessen Einbettung in die Wirklichkeit (fächerübergreifender Aspekt). Daraus ergibt sich eine komplett neue Rolle der DG als ein zentraler Gegenstand im fächerübergreifenden Kanon.

### ▪ **Werkzeug zum Ver“anschau“lichen**

Der Erfolg vieler Entwicklungen im Computerbereich der letzten Jahre (wie z.B. Windows) liegt in der Berücksichtigung der Augendominanz des Menschen. Die bildhafte Unterstützung des geometrischen Abstraktionsmechanismus ist ein Teil des historischen Erfolges der Geometrie als Quell und Urgrund naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinns. Erkennen (!) und Begreifen (!) liefern die Basis aller Welt“anschauung“. Die computerunterstützten bildgebenden Verfahren stellen daher ein unverzichtbares Werkzeug für den schulischen Alltag dar. Augenscheinlich (!) ist die kulturelle Schwerpunktverschiebung zur Dominanz des Bildes über das Wort. Den Bildungsauftrag - Bildsprache und Schriftsprache miteinander zu verbinden - unterstützt der Computereinsatz. Hierin liegen neue Aufgabenbereiche für die DG.

### ▪ **Augenblicklichkeit – Unmittelbarkeit**

Die Sichtbarmachung jedes einzelnen Handlungsschrittes lässt die Richtigkeit meistens sofort erkennen. Diese individuelle Unmittelbarkeit fördert eine neue Lernkultur. Die richtigen Lösungen einer Aufgabe wurden im herkömmlichen Unterricht in vielen Fällen entweder durch den Lehrer oder erst ganz zum Schluss über ein Lösungsheft erkannt. Demgegenüber bietet die neue geometrische Veranschaulichung einen unschätzbaren Vorteil.

### ▪ **Langfristigkeit – Speicherbarkeit**

Die Möglichkeit, jederzeit an einem beliebigen Punkt einer Konstruktion fortzusetzen, hatte der an der Tafel zeichnende Lehrer nicht. Vielmehr führte das nahende Unterrichtsende stets zu einer Unterrichtsdynamik, die den negativen Nimbus des Gegenstandes nur weiter verstärkte. Jede Zwischenstufe einer Lösungsstrategie stets abspeichern und damit transportabel machen zu können, ist ein unschätzbare Vorteil. Komplexere, über mehrere Unterrichtseinheiten laufende Programme stellen in Verbindung mit der Hausaufgabe kein Problem mehr dar.

### ▪ **Reversibilität = Umkehrbarkeit aller Schritte**

Einen Fehler gemacht zu haben tut nicht mehr weh. Diese Form des experimentellen Lernens war bis dato nur in Chemie, Physik, Biologie bekannt. Der in Mathematik und Geometrie selbst auferlegte Zwang zur rationalen und damit zumeist optimierten

Analyse, erforderte in vielen Fällen die Präsentation der „besten“ Lösung durch den Lehrer. Den spielerischen und selbst bestimmten Zugang zum eigentlichen Problem(!) und seinem Lösungsweg öffnen nun alle verwendeten Programme. Die historische Entwicklung in Mathematik und Geometrie beweist ja gerade den induktiven Weg (zuerst das Beispiel, dann die Theorie). Selbst wenn die geometrisch exaktere Lösungsvariante auf der Strecke bliebe, stünden die Selbsttätigkeit und persönliche Einsicht des Lernenden dem gegenüber.

### ▪ **Kommunikationsgerät**

Alle Daten allen Beteiligten über das Netz ständig zur Verfügung stellen zu können, ist von größtem Vorteil. Die Zugangsmöglichkeit zu notwendigen Informationen - von der Angabe, über Zwischenlösungen bis hin zum fertigen Produkt - ist ständig gegeben. Der Schüler kann an jedem Punkt eines Lösungsweges neu und wieder einsteigen. Dies steigert die Komplexität der möglichen Aufgaben.

### ▪ **Informationstor**

Der ständige Zugang zum Internet bietet Schüler/-innen und Lehrer/-innen die Möglichkeit, die Beschränkungen von Privat- und Schulbibliothek bis hin zu Gemeindearchiven zu sprengen. Niemals zuvor hatte der Lernende und der Lehrende die Möglichkeit, ein momentan besprochenes Thema sofort zu recherchieren. Die beschränkten Möglichkeiten des klassischen DG-Unterrichts (selbst bei bester Vorbereitung!) blieben in präsentierten Modellen (einfachster Natur!), gezeigten Bildern (Herumreichen oder schlechte Folien!) oder Diaprojektionen (was für ein Aufwand!) stecken. Eine spontane Reaktion auf das unmittelbare Unterrichtsgeschehen wird nun leichter möglich.

### ▪ **Präsentationsgerät (Bild, Ton, Sprache, Film)**

Präsentationstechniken zu schulen ist eine Forderung aller Institutionen. Gerade die geometrische Analyse der Wirklichkeit bietet Inhalte für diese Kunst.

### ▪ **„strenger“ Lehrmeister**

Die Benutzung des Computers erfordert in den allermeisten Fällen eine strenge Konsequenz (Ordnungsverlust, Fehler in der Syntax). Es braucht keinen beurteilenden Lehrer, um die Schüler an gewisse Notwendigkeiten heranzuführen. Damit verliert die DG die „historische“ Rolle des disziplinierenden Gegenstandes. Eine nicht mehr gefundene Datei oder eine ständige Fehlermeldung auf Grund einer unkorrekten Eingabe disziplinieren jeden Schüler besser als der das Notenbuch zückende Lehrer. Dies trifft jeden Schüler und nicht nur den zufällig ausgewählten!

### ▪ **Verbindung zu vielen Fachrichtungen, insbesondere zu Informatik und Mathematik**

Bildungsziele der Informatik werden durch die ständige Nutzung des Computers Teil des neuen Geometrieunterrichts. Alle computerunterstützten Modellierungen der Wirklichkeit sind eigentlich mathematischer Natur. Der Gewinn liegt in der Abschaffung des zeitraubenden Erzeugens von Einzelbildern. Dieser Freiraum bietet ungeahnte Möglichkeiten für fächerübergreifende Verbindungen zu Geschichte, Physik, Chemie, Biologie und Kunst.

### ▪ **Vom statischen Bild zur bewegten Geometrie**

Einige Computerprogramme ermöglichen es mit einfachsten Mitteln dynamische Aspekte zu veranschaulichen. Dies bedeutet die Wiederentdeckung der Mathematik in der Geometrie. Ein vom Schüler selbst entlang einer Flugparabel in Bewegung gesetzter Ball ermöglicht ihm eine neue Einsicht in die Verbindung der Mathematik zur Wirklichkeit. Ähnlich wie bei den Fraktalen, deren Darstellung erst durch Computereinsatz ermöglicht wurde, gibt diese Nutzung des Computers der Geometrie nach 2500 Jahren ein neues Gesicht. Die bewegende Mathematik mit ihren Parametern und Formeln verbindet sich mit der dadurch in Bewegung geratenen Geometrie mit ihren Objekten.

### ▪ **Experimentieren und damit Spiel**

Unter Ausnutzung modernster Technologien und damit verbundener gesellschaftlicher Trends eröffnet sich für den Lernenden ein neues Feld. Der Computer ist ein mathematisches Labor, ein experimentelles Werkzeug und ein Hilfsmittel zur Entwicklung von Ideen. Ein im Computersaal praktizierter geometrischer Aktionismus verhilft die aufkeimende Starre vergangener Unterrichtszeiten zu überwinden.

### ▪ **Neue Lehrerrolle**

Der herkömmliche geometrische Unterricht glich einem ständigen Tanz auf dem Vulkan von Ansprüchen und Wirklichkeit. Durch den Einsatz der nun zur Verfügung stehenden technischen Hilfsmittel, Neubau der Unterrichtsorganisation, der neuen Festlegung von Schülerkompetenzen und Leistungszielen und somit wirklichkeitsnahe und schülerbezogene Themen ergeben sich für den Gegenstand DG und den Lehrer neue Rollen.

## 4.4 Exemplarische Unterrichtseinheit

### PROJEKT - MOTOR

#### Bewegende Mathematik – Bewegte Geometrie

DG - 8. Klasse – 1. Semester – 6 Stunden

#### VORGABEN:

Zur Verfügung gestellt wird ein konkretes und begreifbares Objekt. Das aus einem Traktormotor ausgebaute Motorteil besteht aus einem Zylinderkopf, der Pleuelstange und einem Teil der Kurbelwelle.

#### ZIEL:

Die in einzelnen Gruppen erarbeiteten Objektstücke sind am Ende über das Computernetz von jedem Schüler zusammenzufügen, und schließlich und endlich soll der Motor (virtuell) in Bewegung gesetzt werden.



#### GRUPPENEINTEILUNG:

(max. 4 Personen pro Gruppe)

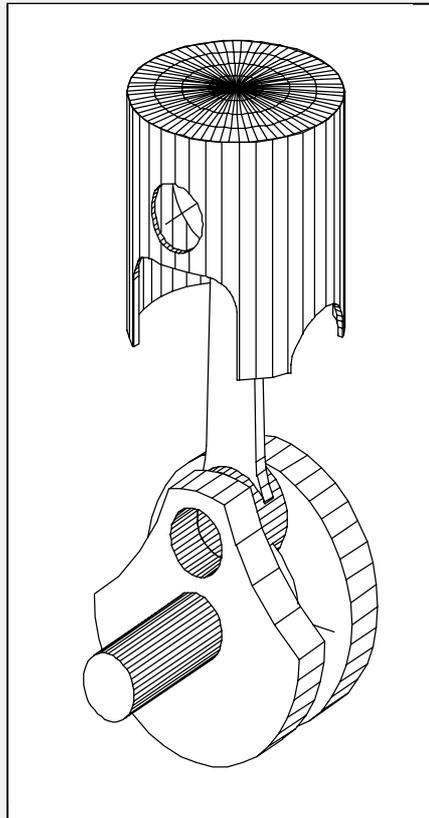
1. Modellieren des Zylinderkopfes
2. Modellieren der Pleuelstange
3. Konstruktion der Kurbelwelle
4. Animation – Bewegung  
(vor allem für die mathematisch Interessierten)

#### AUFGABENSTELLUNG:

Nach erfolgter Gruppeneinteilung sind ausgehend von den Naturmaßen einerseits die Objektteile mittels des CAD-Programms GAM (Generieren-Abilden-Modellieren) möglichst wirklichkeitsnah zu konstruieren und andererseits ist die der Bewegung zugrunde liegende Mathematik zu überlegen, in Formeln zu kleiden und für das Programm GAM aufzubereiten.

#### ARBEITSZEIT:

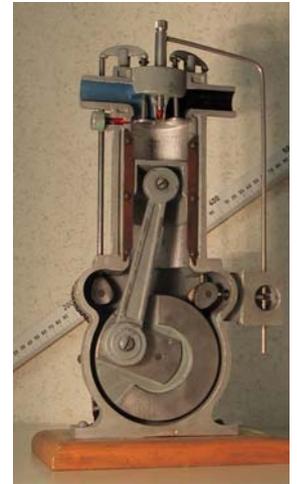
Die Arbeit in den Gruppen und am Computer erfordert mindestens 2 Doppelstunden und die Zusammenführung der Gruppenergebnisse zu einem Produkt samt Animation ist mit einer weiteren Doppelstunde anzusetzen.



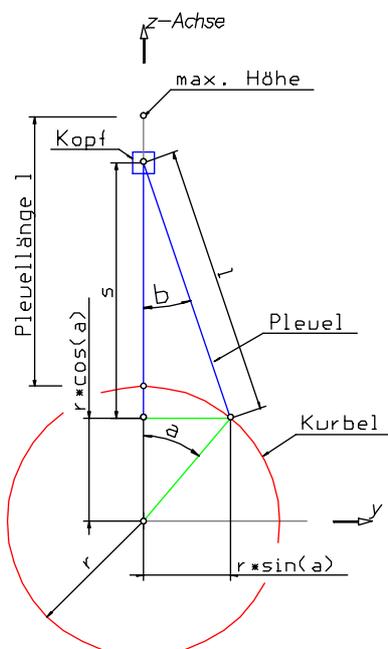
## 4.5 Bemerkungen zur Unterrichtseinheit

### 4.5.1 Vorbereitungen und Parallelmaßnahmen

- **DG-Hausübung:**  
Verfasse eine kurze, schriftliche Zusammenfassung über Aufbau, Wirkungsweise und Funktion eines 4-Takt - Ottomotors
- **Einleitung im DG-Unterricht:**  
Mittels des Ergebnisses der Hausübung und eines Demonstrationsmodells werden die Wirkungsweise eines Ottomotors und die Rolle der einzelnen Teile erarbeitet
- **Im DG-Unterricht in Klassenarbeit:**  
Kurze Zusammenfassung des Weges des Benzins vom Plankton bis zur Tankstelle
- **Im DG-Unterricht in Klassenarbeit:**  
Kurze Zusammenstellung der historischen Entwicklung samt politischen Aspekten und Umweltproblematiken
- **Physikunterricht:**  
Alle physikalischen Aspekte von Motoren (Drehmoment, Takte, Zündung, Dieselmotor, ...) werden aufbereitet
- **Chemieunterricht:**  
Alle chemischen Aspekte der Verbrennung werden studiert



### 4.5.2 Hilfestellungen



Aufgrund der einjährigen Vorbereitung im DG-Unterricht der 7. Klasse bereitet die Modellierung der einzelnen Objektstücke im Wesentlichen keine Probleme. Bei diversen Detailstrukturen (Rundungen am Pleuel etc.) müssen kleinere Hilfestellungen gegeben werden. Die für die Bewegung zuständige Gruppe benötigt die meiste Hilfe. Es ist zwar der Parameterbegriff aus der Mathematik und einfachen zuvor mittels GAM gestalteter Animation schon bekannt, aber das Bewusstsein über die „virtuelle mathematische Energie“, die im Computer einen Motor bewegen soll, kann natürlich noch nicht vorausgesetzt werden. Vielmehr vertiefen derartige Projekte ja gerade dieses Verständnis. Zuerst sollten die Objektteile abstrahiert werden; der Zylinderkopf wird zum Quadrat, das Pleuel zur Strecke und die Kurbelwelle zu einem Kreis mit einem sich drehenden Radius. Danach muss jede Einzelbewegung der drei Objektteile erkannt, und eine Schwierigkeitshierarchie aufgestellt werden. Die Drehbewegung der Kurbelwelle ist am einfachsten,

danach folgen Auf- und Abbewegung des Zylinderkopfes. Die schwierigste Situation ergibt sich bei der Kurbelwelle. Hier ist eine Pendelbewegung (Drehung um eine Achse) mit der Auf- und Abbewegung des Kopfes überlagert. Zunächst müssen Skizzen die mathematischen Grundlagen in zwei rechtwinkligen Dreiecken aufzeigen. Der Pythagoreische Lehrsatz und die Umkehrfunktion der Tangens-

funktion ermöglichen schließlich die einzelnen Bewegungen formelmäßig zu beschreiben.

Seite s mittels Pythagoreischem Lehrsatz:

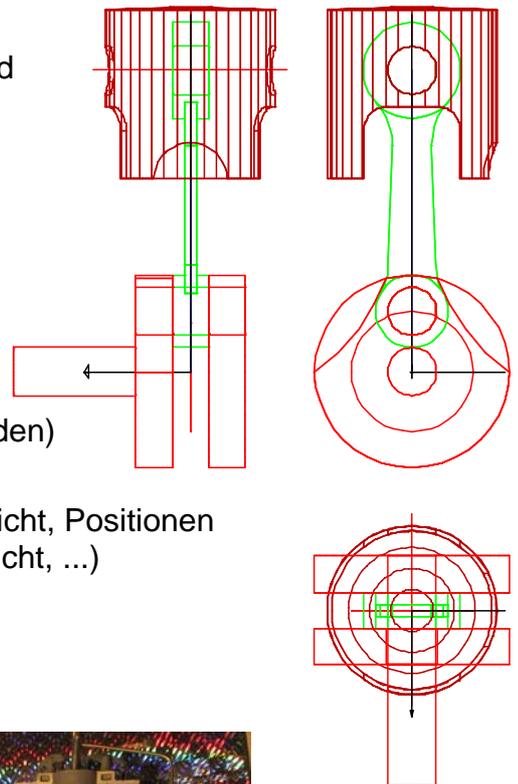
$$s^2 = l^2 - (r \cdot \sin(a))^2$$

Winkel b mittels Tangensfunktion:

$$b = \arctan\left(\frac{r \cdot \sin(a)}{s}\right)$$

## 4.6 Ziele

- Behandlung eines aus der Wirklichkeit des Lernenden stammende Thematik (Führerschein)
- fächerübergreifende (ganzheitliche) Untersuchung eines Themenbereiches
- Erarbeiten und Begreifen (!) wirklichkeitsnaher Objektstrukturen („Schauen“ lernen) samt konstruktiver Umsetzung
- Abstraktion des wirklichen Objektes auf das „geometrisch“ Wesentliche und Machbare
- Handskizzen
- Benutzung des Internets für fehlende Informationen und Offenlegen von Zusammenhängen
- Anwendung von mathematischen Grundlagen (Pythagoreischer Lehrsatz, Winkelfunktionen) in einem komplexen Zusammenhang
- Präsentation der Bewegungsfunktionen
- Teamarbeit
- notwendige Kommunikation und Zusammenarbeit über die Gruppen hinweg (die Maße müssen zusammenpassen, die Formeln exakt eingegeben werden)
- Arbeiten im Netz
- unmittelbares Erkennen von Fehlern (Maße stimmen nicht, Positionen passen nicht, Formeln sind falsch, die Syntax stimmt nicht, ...)
- Zeitvorgabe einhalten
- den Computer als strengen Lehrmeister erkennen und
- eine neue Lehrerrolle ermöglichen



Die Augenscheinlichkeit der Ergebnisse einer geometrischen Arbeit ermöglicht eine engere Beziehung des Lernenden an sein Produkt.

Eine Projektarbeit in einem solchen Zusammenhang gewährleistet eine emotionalere Beteiligung des Schülers und schafft damit bleibende Erinnerungen.



# 5 DER COMPUTER IM MATHEMATIKUNTERRICHT

## 5.1 Ausgangssituation und grundsätzliche Überlegungen

Die Schüler/-innen der beiden Laptopklassen an unserer Schule haben kein Mathematiklehrbuch, sie erhalten im Rahmen der Schulbuchaktion eine CD-ROM, die die interaktive Unterrichtssoftware MATHSCHOOLHELP21 basierend auf *Mathematica* enthält. MATHSCHOOLHELP21 ist ein durch Computeralgebra unterstütztes Lernsystem, welches die Möglichkeit bietet Mathematik interaktiv und praxisnah zu unterrichten. Es ermöglicht entdeckendes, konstruierendes und handlungsorientiertes Lernen. Diese CD-ROM beinhaltet ein Lernsystem für Mathematik, in das man mit Grundkenntnissen aus der Unterstufe ohne weitere Programmkenntnisse einsteigen kann. Der Lehrstoff der Oberstufe ist nicht jahrgangs-, sondern themenzentriert aufbereitet. MATHSCHOOLHELP21 bietet damit eine Grundlage zum offenen, entdeckenden Lernen. Es handelt sich nicht um eine geschlossene, unveränderbare Software. Sie lässt die völlige Umgestaltung von Kapiteln bzw. Entwicklung völlig neuer Lerneinheiten zu. Auf Grund der Programmierfähigkeiten des zugrunde liegenden Basisprogramms *Mathematica* bietet die Unterrichtssoftware auch Verbindungsmöglichkeiten zur Informatik bzw. zu den neuen Technologien. Eine Vielzahl von Animationen und Visualisierungsmöglichkeiten soll nicht nur zur Erklärung der Begriffe beitragen, sie kann auch zur Begriffsfestigung eingesetzt werden. Durch den Einsatz eines Computers, das Verwenden von Animationen, das Recherchieren im Internet, soll die Lernmotivation bei den Schülern/-innen erhöht werden.

Der Einsatz moderner Technologien im Mathematikunterricht führt zu einer Verlagerung von mathematischen Fertigkeiten (operationale Elemente werden somit dem Rechner überlassen) zu mathematischen Fähigkeiten (Analysieren, Modellbildern und Interpretieren). Der Computereinsatz soll den Schülern/-innen das Verstehen des Lehrstoffes erleichtern und somit zu einer Steigerung des Unterrichtsertrages führen. Erstmals besteht nun für Schüler/-innen die Möglichkeit, bei geringem zusätzlichem Zeitaufwand mittels gelenkten Experimentierens durch eigene Erfahrung schneller Zusammenhänge zu erfassen, ein viel tiefer gehendes Verständnis zu erlangen und erarbeitete Stoffgebiete zu festigen.

Für mich als Lehrer ist es wichtig zu erkennen, wann ein Computereinsatz sinnvoll und zweckmäßig ist und wann ein händisches Arbeiten (Rechnen ohne Rechner) vorzuziehen ist. Diese Frage ist eine der Kernfragen bei meiner Unterrichtsplanung. Im Bereich der höheren Schulen wird in Österreich der sinnvolle und durchdachte Einsatz moderner Technologien im Mathematikunterricht besonders forciert, während diese Entwicklungen auf den Universitäten teilweise kaum Beachtung und Anerkennung finden. Der Einsatz moderner Technologien ist dort wiederum nicht erlaubt und es werden nach wie vor händische Fertig-/Fähigkeiten verlangt. Eine Zeitungsmeldung im Februar 2004 belegt diese Problematik: *Kleine Zeitung*, 28.02.2004, „Heftige Klagen über Prüfungsergebnisse beim BWL-Studium; Klausur in Statistik endet mit 86% Fünfern und eine Mathematikarbeit mit 80%“. Im Artikel wird weiters behauptet: „Viele Maturanten sind einfach zu schwach in Mathematik“. Solange operationale Fertigkeiten an den Universitäten vordergründig verlangt werden, ist es unumgänglich auch weiterhin im Mathematikunterricht in der AHS händische Fertig-/Fähigkeiten zu verlangen, damit Weiterstudierende später nicht Probleme bekommen.

## 5.2 Exemplarische Unterrichtseinheit

### Das Problem der Momentangeschwindigkeit – das Tangentenproblem Einführung in die Differentialrechnung

In der 5. Klasse des Realgymnasiums wird im Physikunterricht die Thematik *Geschwindigkeit – Durchschnittsgeschwindigkeit – Momentangeschwindigkeit* besprochen. In der 7. Klasse kann dieser Themenkreis wiederholt und vertieft werden. Eine gute Gelegenheit im Unterricht fächerübergreifend zu arbeiten.

Ziel ist die Ermittlung der Geschwindigkeit eines ungleichförmig bewegten Körpers zu einem bestimmten Zeitpunkt. Es wird dazu die folgende interaktive Lerneinheit „Einführung in die Differentialrechnung“ aus MATHSCHOOLHELP21, welche den Schülern/-innen zur Verfügung steht, verwendet. Die Bearbeitung der Lerneinheit erfolgt in Einzelarbeit (jeder Schüler/-in arbeitet auf seinem eigenen Laptop), wobei die Schüler/-innen mit ihren Nachbarn zusammenarbeiten sollen.

#### Problemstellung:



Der Treibstoff einer bestimmten Rakete verbrennt in 60 Sekunden. Nach  $t$  Sekunden ergibt sich die Höhe der Rakete über der Erde, gemessen in m, durch die Funktion  $\text{Flughöhe}[t]=12t^2$ .

Bezüglich dieser Raketenbewegung ergeben sich eine Reihe von Fragen, die zu beantworten sind. Zum Beispiel: Wie hoch steigt die Rakete bis zum Brennschluss? Es wird zur besseren Übersicht eine Tabelle erstellt, die die Raketenhöhe zu verschiedenen Zeiten angibt.

**Tabelle**  $\{\{t, \text{Flughöhe}[t]\}, \{t, 0, 60, 10\}\}$ ;

t	$12t^2$
0.000	0.000
10.000	1200.000
20.000	4800.000
30.000	10800.000
40.000	19200.000
50.000	30000.000
60.000	43200.000

Wie hoch ist die Durchschnittsgeschwindigkeit der Rakete während der ersten 60 Flugsekunden?

$$\frac{(\text{Flughöhe}[60] - \text{Flughöhe}[0]) \text{ " m/Sekunde" }}{60 - 0}$$

720 m/Sekunde

Die Berechnung der durchschnittlichen Geschwindigkeit innerhalb der ersten 60 Sekunden liefert der Quotient zweier Differenzen (Wegänderung und Zeitänderung). Es werden dann ebenfalls in einer Tabelle die durchschnittlichen Geschwindigkeiten in Zeitintervallen (ersten 10 Sekunden, 10.-20. Sekunde, usw.) angegeben.

```

dg[t_] := (FlugHöhe[t + 10] - FlugHöhe[t])
          10
Tabelle[{t, dg[t]}, {t, 0, 60, 10},
Überschrift -> {"Zeit", "Durchschn. Geschw."}];

```

Zeit	Durchschn. Geschw.
0.000	120.000
10.000	360.000
20.000	600.000
30.000	840.000
40.000	1080.000
50.000	1320.000
60.000	1560.000

All diese Durchschnittsgeschwindigkeiten mit Start- und Endzeiten für die Intervalle, über welche die Durchschnittsgeschwindigkeiten berechnet wurden, werden in einer Tabelle dargestellt und müssen von den Schüler/-innen interpretiert werden.

```

dg[t_] := 1/10 (FlugHöhe[t + 10] - FlugHöhe[t])

```

```

Tabelle[{t, t + 10, dg[t]}, {t, 0, 50, 10}];

```

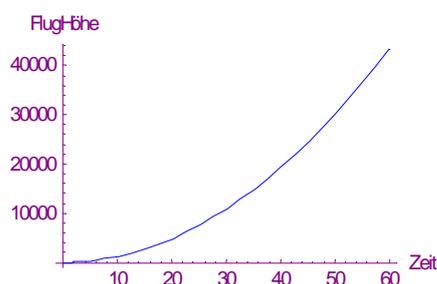
t	t + 10	$\frac{1}{10} (-12t^2 + 12(10+t)^2)$
0.000	10.000	120.000
10.000	20.000	360.000
20.000	30.000	600.000
30.000	40.000	840.000
40.000	50.000	1080.000
50.000	60.000	1320.000

Anschließend erfolgt die grafische Darstellung der Flughöhe in Abhängigkeit von der vergangenen Zeit.

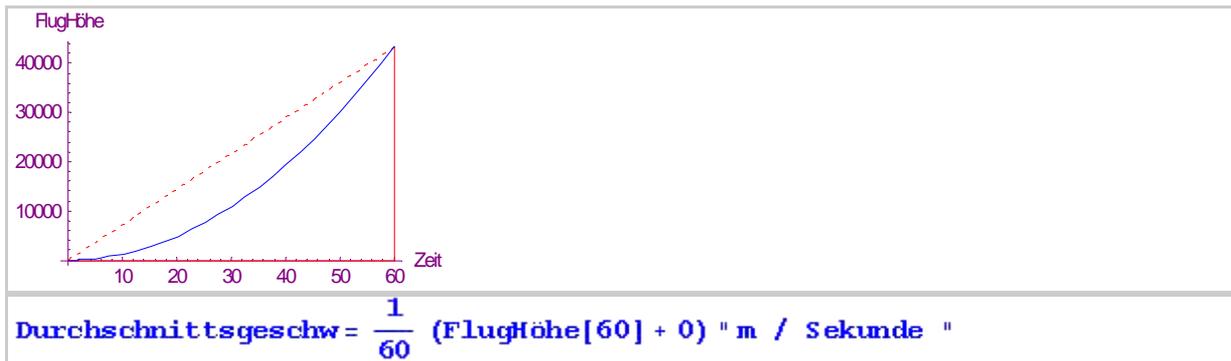
```

Plot[FlugHöhe[t], {t, 0, 60},
AxesLabel -> {"Zeit", "FlugHöhe"}];

```

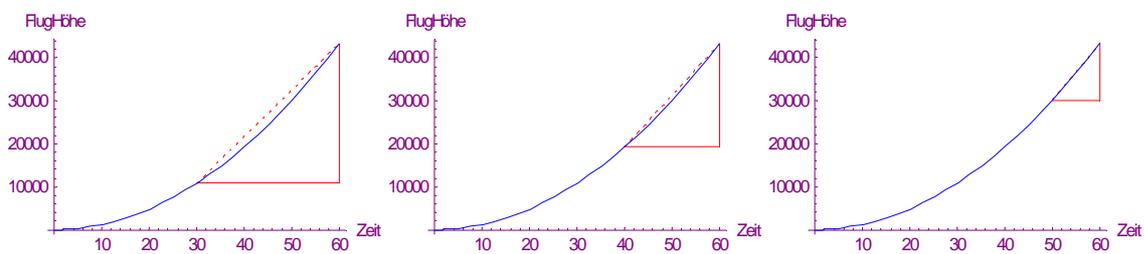


Lässt sich die Durchschnittsgeschwindigkeit im Weg-Zeit-Diagramm ablesen?



720 m / Sekunde

Die Steigung der Sehne zeigt grafisch die Durchschnittsgeschwindigkeit der Rakete an. Die mittlere Änderungsrate entspricht somit der Steigung der Sekante. In dieser Lerneinheit gibt es auch ein *Movie*, das zeigt, dass der Differenzenquotient in jedem Intervall genau der Steigung der Sehne (Sekante) entspricht.



Im Gegensatz zur gleichförmigen Bewegung ist bei der ungleichförmigen Bewegung die Geschwindigkeit eines Objektpunktes zu jedem Zeitpunkt eine andere.

Wenn die Rakete einen Geschwindigkeitsmesser besitzt, der die Geschwindigkeit exakt registriert, was könnte man von diesem Gerät am Ende der exakt 3. Sekunde des Fluges ablesen? Es ergibt sich somit die Frage nach der **augenblicklichen Geschwindigkeit** der Rakete, wenn  $t=3s$  ist.

Auch wenn man die augenblickliche Geschwindigkeit der Rakete für  $t=3s$  nicht direkt berechnen kann, so kann man dennoch eine gute Näherung durch folgende Überlegung erhalten: In einem sehr kleinen Zeitintervall nach dem Zeitpunkt  $t=3s$ , etwa 0,1 Sekunden, wird die Rakete nur sehr wenig beschleunigen. Wenn man also die Durchschnittsgeschwindigkeit über diesem kleinen Zeitintervall berechnet, so erhält man einen Wert, der sehr nahe an der augenblicklichen Geschwindigkeit liegt.

$$\frac{(\text{Flughöhe}[3.1] - \text{Flughöhe}[3.0])}{0.1} \text{ " m/Sekunde"}$$

73.2 m/Sekunde

Da die Rakete beschleunigt, während sie steigt, ist der Wert 73.2 m/Sekunde nur wenig größer als die augenblickliche Geschwindigkeit zur Zeit  $t=3s$ , und ist daher eine obere Grenze für die augenblickliche Geschwindigkeit. Wenn man nun die Durchschnittsgeschwindigkeit über einem Zehntelsekundenintervall vor 3 Sekunden berechnet, erhält man einen Wert, der nahe der Augenblicksgeschwindigkeit bei 3 Sekunden ist, jedoch etwas kleiner. Dies ist eine untere Grenze für die augenblickliche Geschwindigkeit.

$$\frac{(\text{FlugHöhe}[3] - \text{FlugHöhe}[2.9]) \text{ " m/Sekunde" }}{0.1}$$

70.8 m/Sekunde

Die augenblickliche Geschwindigkeit liegt innerhalb eines Intervalls und zwar bei 3 Sekunden zwischen 70.8 m/Sekunde und 73.2 m/Sekunde.

Verfeinert man nun die Näherung durch Einengung des Zeitintervalls vor und nach drei Sekunden auf 1/100 einer Sekunde, dann ergibt das:

$$\frac{(\text{FlugHöhe}[3.01] - \text{FlugHöhe}[3.0]) \text{ " m/Sekunde" }}{0.01}$$

72.12 m/Sekunde

$$\frac{(\text{FlugHöhe}[3.0] - \text{FlugHöhe}[2.99]) \text{ " m/Sekunde" }}{0.01}$$

71.88 m/Sekunde

Es ist zu sehen, dass für  $t = 3$  gilt:  $71.88 \leq v(3) \leq 72.12$  m/Sekunde. Macht man das Zeitintervall noch kürzer ( 1/1000 einer Sekunde), so erhält man:

$$\frac{(\text{FlugHöhe}[3.001] - \text{FlugHöhe}[3.0]) \text{ " m/Sekunde" }}{0.001}$$

72.012 m/Sekunde

$$\frac{(\text{FlugHöhe}[3.0] - \text{FlugHöhe}[2.999]) \text{ " m/Sekunde" }}{0.001}$$

71.988 m/Sekunde

Durch Verkleinerung des Zeitintervalls wird die augenblickliche Geschwindigkeit immer genauer festlegbar. Durch die Verwendung immer kürzerer Zeitintervalle kann die Genauigkeit erhöht werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt für immer kleinere Zeitintervalle untere und obere Grenzen:

```

moment = 3;
untereGrenze[dt_] :=
  
$$\frac{\text{FlugHöhe}[\text{moment}] - \text{FlugHöhe}[\text{moment} - \text{dt}]}{\text{dt}};$$

obereGrenze[dt_] :=
  
$$\frac{\text{FlugHöhe}[\text{moment} + \text{dt}] - \text{FlugHöhe}[\text{moment}]}{\text{dt}};$$


Tabelle[{10.-k, untereGrenze[10.-k], obereGrenze[10.-k]},
  {k, 1, 7}, Genauigkeit → 8,
  Überschrift → {"dt", "ug", "og"}];

```

dt	ug	og
0.10000000	70.80000000	73.20000000
0.01000000	71.88000000	72.12000000
0.00100000	71.98800000	72.01200000
0.00010000	71.99880000	72.00120000
0.00001000	71.99988000	72.00012000
1.00000000 · 10 <sup>-6</sup>	71.99998801	72.00001201
1.00000000 · 10 <sup>-7</sup>	71.99999871	72.00000113

Es ist unmittelbar einleuchtend, wie groß der Wert für  $v(3)$  sein muss, nämlich 72 m/Sekunde.

Jede der Näherungen hat im Wesentlichen dieselbe Form:

$$\frac{\text{Flughöhe}(3 + dt) - \text{Flughöhe}(3)}{dt}$$

Durch Berechnung der Durchschnittsgeschwindigkeiten, die für  $dt$  nahe Null berechnet werden, ergibt den Wert 72 m pro Sekunde für die Momentangeschwindigkeit bei  $t=3$ s. Mit *Mathematica* kann man diesen Wert mit dem Befehl *limit* (Grenzwert) ermitteln.

```
Clear[dt];
Limit[ $\frac{\text{Flughöhe}[3 + dt] - \text{Flughöhe}[3]}{dt}$ , dt → 0]
" m/Sekunde"
72 m/Sekunde
```

Für die augenblickliche Geschwindigkeit zum Zeitpunkt  $t$  erhält man:

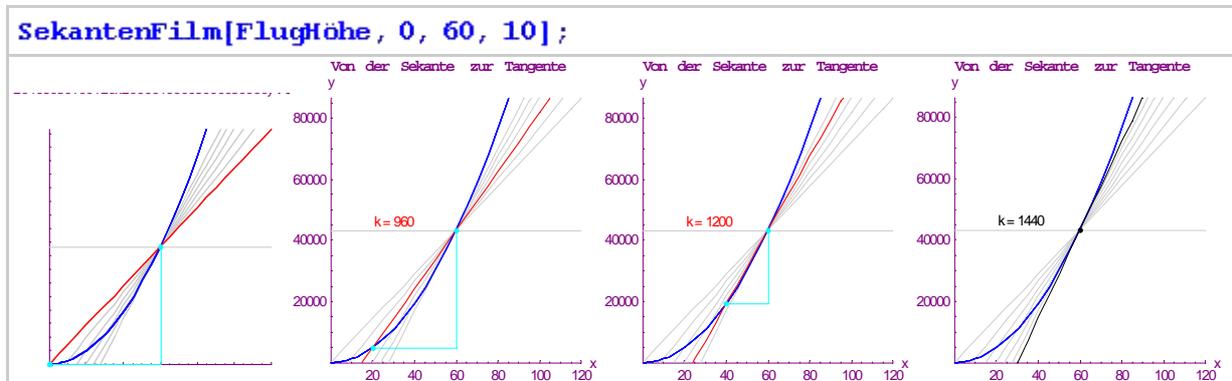
```
Limit[ $\frac{\text{Flughöhe}[t + dt] - \text{Flughöhe}[t]}{dt}$ , dt → 0]
24 t
```

Der Grenzwert der Höhenabnahmegeschwindigkeit im Zeitpunkt  $t$  wird auch mit  $\text{Flughöhe}'[t]$  bezeichnet. Er heißt **Differenzialquotient** der Funktion Flughöhe an der Stelle  $t$  oder auch Änderungsrate der Funktion Flughöhe an der Stelle  $t$ . Der Differenzialquotient ist somit die Änderungsrate an einer bestimmten Stelle. In jedem Augenblick entspricht die Geschwindigkeit der Rakete 24mal der bisher vergangenen Zeit:

```
Tabelle [
{k, Flughöhe[k], vAugenblick[k]}, {k, 0, 60, 10}];
```

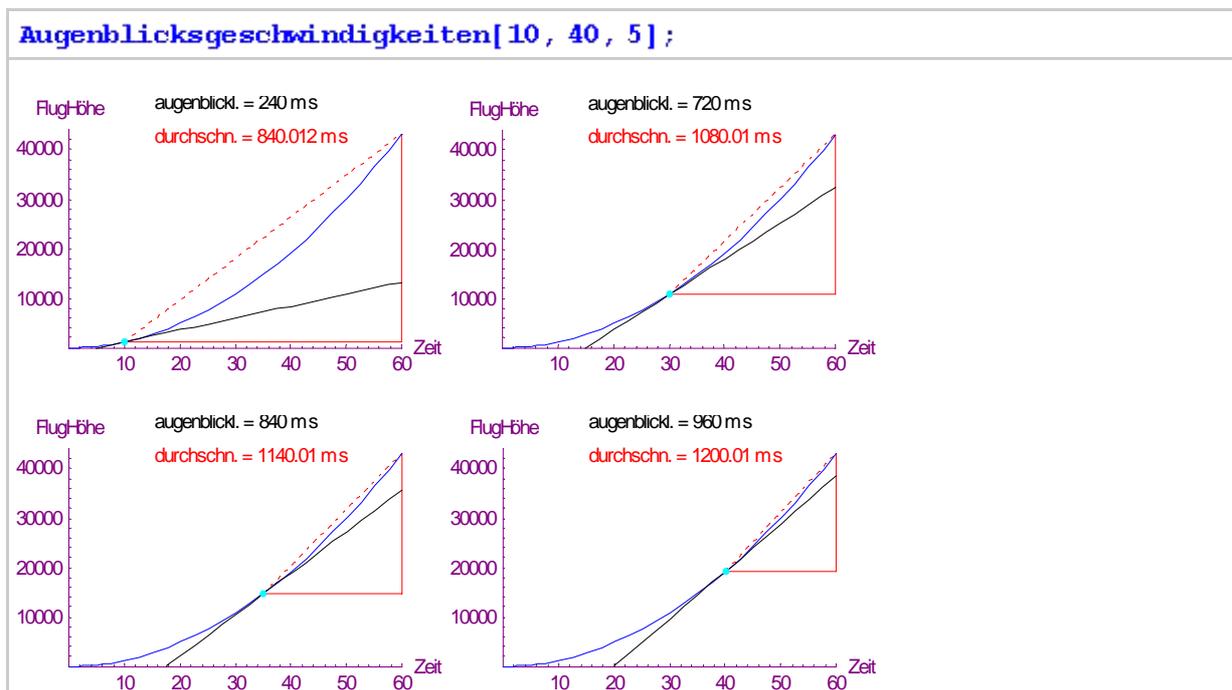
k	12 k <sup>2</sup>	24 k
0.000	0.000	0.000
10.000	1200.000	240.000
20.000	4800.000	480.000
30.000	10800.000	720.000
40.000	19200.000	960.000
50.000	30000.000	1200.000
60.000	43200.000	1440.000

Anschließend erzeugen die Schüler/-innen das *Movie*: `SekantenFilm[Flughöhe, 0, 60,10]` von MATHSCHOOLHELP21. Mit der Funktion `SekantenFilm` wird ein *Movie* von Funktionen mit dem Übergang von der Sekante zur Tangente im Bereich von  $0 < t < 60$  in 10er-Schritten erzeugt.



Resümee: Mit dem Übergang des Zeitintervalls zum Wert Null, wird die Sekante zur Tangente. Grafisch stellt somit die Tangentensteigung die Augenblicksgeschwindigkeit dar.

Die Schüler/-innen erzeugen ein weiteres *Movie* mit der Funktion Augenblicksgeschwindigkeiten:



Die Schüler/-innen gelangen zur Erkenntnis: Die Tangentensteigung stellt die Änderungsrate der Höhe zu einer bestimmten Zeit  $t$  dar. Da sie als Grenzwert der mittleren Änderungsrate über ein Zeitintervall mit  $dt \rightarrow 0$  verstanden werden kann, gilt: Der Differentialquotient ist der Grenzwert des Differenzenquotienten. Durch den Grenzübergang  $dt \rightarrow 0$  geht der Differenzenquotient in den so genannten **Differentialquotienten** über.

$$\text{FlugHöhe}'[t] == \text{Limit} \left[ \frac{\text{FlugHöhe}[t + dt] - \text{FlugHöhe}[t]}{dt}, dt \rightarrow 0 \right]$$

Der Ausdruck  $\text{FlugHöhe}'[t]$  heißt **erste Ableitung** der Funktion  $\text{FlugHöhe}$ .  $\text{FlugHöhe}'[t]$  heißt auch Differenzialquotient. Die augenblickliche Raketengeschwindigkeit entspricht der ersten Ableitung der Flughöhenfunktion nach der Zeit  $t$ .

In weiterer Folge erhalten die Schüler/-innen Übungsbeispiele, die sie mit *Mathematica* lösen. Sie sollen in Partnerarbeit eine Rechenvorschrift (für die händische Ableitung) aufstellen, die von den Höhenfunktionen zu den Geschwindigkeitsfunktionen führen.

Die Schüler/-innen erhalten, nachdem sie die Lerneinheit durchgearbeitet haben, eine Reihe von Fragen, die zu beantworten sind. Sie arbeiten dabei in Gruppen. Zur Ausarbeitung der Fragen können und sollen sie auch Informationen aus dem Internet<sup>5</sup> verwenden. Es ist auch die Analogie des Problems der Momentangeschwindigkeit und des Tangentenproblems auszuarbeiten und zu dokumentieren.

### 5.3 Ziele

- Auf die Grundidee zu kommen, dass es sowohl beim Tangentenproblem, als auch beim Problem der Momentangeschwindigkeit darum geht, eine allgemeine Funktion in einer gewissen Umgebung eines Punktes durch eine lineare Funktion anzunähern
- Wissensinhalte aus Mathematik und Physik, aber auch aus Informatik in einem fächerübergreifenden Unterricht miteinander zu verbinden
- Anwendungsbezogene Gestaltung des Unterrichts
- Das Arbeiten mit dem Computer erfordert jenen Grad an Genauigkeit, den die Mathematik grundsätzlich verlangt
- Das Internet als Informationsquelle zu nutzen
- Die Schulung der Dokumentierfähigkeit d.h. Anfertigen genauer Aufzeichnungen

---

<sup>5</sup> <http://gyamp.krefeld.schulen.net/fachschaften/mathematik/maple/tangentenproblem.html>  
<http://www.integralgott.de/diffr/tangente.htm>  
<http://www.loers.de/Mathe/Analysis/Tangenten/DifLim0.htm>

# 6 DER COMPUTER IM PHYSIKUNTERRICHT

## 6.1 Ausgangssituation

In den Laptopklassen wird im Physikunterricht entweder ein multimediales Lehrbuch verwendet oder die Unterrichtseinheiten liegen in digitalisierter Form vor.

Ausgehend von den Grundsätzen des NWL (Integration neuer Medien, fächerübergreifender Unterricht, ...) wurde es notwendig sich mit der Rolle des Computers im Physikunterricht auseinander zu setzen. Im IMST<sup>2</sup>-Bericht des Vorjahres wurde bereits auf diese Notwendigkeit hingewiesen. Dort wurden auch bereits einige Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Lernmotivation der Schüler/-innen durch den Einsatz von Computertechniken wie das Verwenden von Animationen, Hypertext, Internet, usw. gesteigert werden kann.

Im Laborunterricht der 7. Klasse wurde in diesem Schuljahr versucht den Laptop zu einer mobilen Messstation auszubauen. Im Physikunterricht wurden die Grundlagen zur Elektrizität und speziell zur Elektronik erarbeitet. Durch die Arbeiten im Laborunterricht konnte dieses Wissen erweitert und vertieft werden.

## 6.2 Exemplarische Unterrichtseinheit

### IDEE

Den Umstand nützend, dass Schüler/-innen einen PC bzw. einen Laptop zur Verfügung haben, soll dieser so adaptiert werden, dass damit Messungen durchgeführt werden können. In weiterer Folge kann das Gerät zum Auswerten der Messdaten verwendet werden.

Wie kommen nun die Messdaten in den Computer? Dazu benötigt man ein Interface, das über die USB<sup>6</sup>-Schnittstelle verbunden ist.

---

<sup>6</sup> Universal Serial Bus; An diese Buchse können Drucker, Digitalkameras, u.ä. angeschlossen werden.

## PROJEKT – COMPUTERLABOR

### „Messbares messen“



**NWL – 7.Klasse – 2.Semester – 8 Stunden**

#### ZIEL

Das Endprodukt soll eine für einen Laptop verwendbare USB – Messschnittstelle sein. Dazu muss zuerst ein Schaltplan und dann daraus eine Platine entwickelt werden. Verwendet werden Informationen aus dem Internet. Schließlich soll die Schnittstelle den eigenen Bedürfnissen angepasst werden.

Das Entstehen der Schnittstelle ist zu dokumentieren und auf der NWL-Website ([www.nwl.at](http://www.nwl.at)) zu präsentieren.

#### GRUPPENEINTEILUNG

Die Schüler/-innen werden nach ihren Interessen in folgende Gruppen aufgeteilt:

- **Dokumentation und Präsentation**
- **Programmieren**
- **Platinengruppe**
- **Messgruppe**

#### DIE AUFGABEN DER EINZELNEN GRUPPEN

##### Dokumentation und Präsentation

- Eine Website einrichten
- Den Verlauf des Projektes dokumentieren
- Informationen von den Verfassern bzw. Entwicklern der verwendeten Internetmaterialien einholen:
  - **Verfasser der Fachbereichsarbeit** (Albert Frisch, <http://members.aon.at/albert-frisch/fba/USBCompuLAB-Reader.pdf>)
  - **Firma MODULBUS** ([www.ak-modul-bus.de](http://www.ak-modul-bus.de))
  - **Autor des Buches „STEUERN-MESSEN-REGELN“** (Burkard Kainka, <http://www.b-kainka.de/> )
- Eine Powerpointpräsentation zum Layoutprogramm EAGLE und zum Messvorgang erstellen
- Das Projekt für die NWL-Website zusammenfassen

##### Programmieren

- Die wesentlichen Merkmale des objektorientierten Programmierens zusammenfassen
- Struktur und Aufbau der vorliegenden Delphiprogramme übersichtlich darstellen

- Teile (z.B. Diagrammdarstellung) der vorliegenden Delphiprogramme sind nach den Wünschen der Messgruppe zu adaptieren

#### **Platinengruppe**

- Mit der Software EAGLE (<http://www.cadsoft.de/>) die vorliegende Schaltung (Fachbereichsarbeit, Albert Frisch, Seite 23) erstellen
- Mit EAGLE ein Platinenlayout erzeugen
- Die Platine über phototechnischem Weg entwickeln
- Die fertige Platine bohren, bestücken und schließlich auf ihre Funktionalität überprüfen

#### **Messgruppe**

- Messexperimente mit der Schnittstelle durchführen
- Verschiedene Spannungsarten darstellen
- Auf- und Entladekurve eines Kondensators aufnehmen und darstellen
- Dioden- und Transistorkennlinien aufnehmen und darstellen
- Die Messergebnisse nach EXCEL exportieren und dokumentieren

## **6.3 Projektziele**

Grundsätzliche Überlegungen zur Verwendung des Computers im Unterricht wurden bereits im Kapitel 4 eingehend erörtert.

Welche Ziele wurden mit diesem Projekt verfolgt?

- Ein **praktisch orientierter Zugang** zu Lerninhalten (Elektrizitätslehre, Bauteile) sollte damit erreicht werden. Die Schüler/-innen befassten sich mit Dingen, die ihrer Umwelt entnommen sind: Handys, Computer, ...
- Dem NWL-Prinzip „**Learning by doing**“ wurde Rechnung getragen.
- **Fächerübergreifender Unterricht** kam zur Anwendung.
- Der **Computer** kann als **Messinstrument** für physikalische Vorgänge und zur **Auswertung der Messergebnisse** verwendet werden.
- Aus dem **Internet** wurden **Informationen** bezogen. D.h. bereits **vorhandenes Wissen** wurde genutzt.

Anmerkung: Hier sei noch einmal darauf hingewiesen, dass eine detaillierte Darstellung dieses Projektes den Umfang dieses Berichtes bei weitem übersteigen würde. Genauere Informationen können ab Anfang Juli dem Internet unter [www.nwl.at](http://www.nwl.at) entnommen werden.

# 7 EVALUATION

## 7.1 Fragebogenerhebung in Darstellender Geometrie

Bei einem Treffen werden dir folgende Fragen mit der Bitte um Beantwortung gestellt:  
(Antworte bitte mit einer Schulnote von 1 – 5 und ergänze mit möglichst vielen Kommentaren)

weiblich:  männlich:  Klasse: \_\_\_\_\_

1. Würdest du nochmals ins Realgymnasium gehen? \_\_\_\_\_ (ganz sicher = 1 – sicher nicht =5)
2. Würdest du einen RG-Zweig mit DG empfehlen? \_\_\_\_\_ (sehr empfehlen = 1 – total abraten =5)

Beurteile die folgenden Fragen mit deiner Unterrichtserfahrung im Gegenstand DG aus den letzten zwei Jahren:

3. Welchen Arbeitsaufwand forderte das Unterrichtsfach? \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
4. Macht eine geometrische Ausbildung im Rahmen eines eigenen Faches einen Sinn? \_\_\_\_\_ (Sehr notwendig = 1 – abschaffen =5)

5. Gibt es Gründe für und Argumente gegen dieses Unterrichtsfach?  
Pro:  
  
Kontra:

6. Da gibt es jetzt eine DG-NEU! Was ist da los? Was ist da anders?

7. Da wird viel mit dem Computer gearbeitet. Bringt das für die Geometrie was? Da können die Schüler ja überhaupt nicht mehr zeichnen! Was meinst du?  
.....

8. Wie siehst du diese Neuerungen im DG-Unterricht?
- |   |   |
|---|---|
| Texte schreiben                               | _____ (Sehr gut = 1 – Sehr schlecht =5) |
| Reden schwingen                               | _____ (Sehr gut = 1 – Sehr schlecht =5) |
| Objekte präsentieren                          | _____ (Sehr gut = 1 – Sehr schlecht =5) |
| fächerübergreifende Fragen beantworten müssen | _____ (Sehr gut = 1 – Sehr schlecht =5) |
| Computern                                     | _____ (Sehr gut = 1 – Sehr schlecht =5) |
- .....

9. Wie würdest du die Arbeit mit dem Computer verteilen? \_\_\_\_\_ (nur Computer = 1 – nur Hand =5)

10. Welche Lehrerrolle hatte dein DG-Lehrer? Hat er den Unterricht so organisiert, dass folgende Punkte berücksichtigt wurden:
- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| deine Individualität           | _____ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)   |
| deine Selbständigkeit          | _____ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)   |
| deine Kreativität              | _____ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)   |
| deine Begabungen und Neigungen | _____ (Sehr gut = 1 – Sehr schlecht =5) |
| Teamarbeit                     | _____ (Sehr gut = 1 – Sehr schlecht =5) |
- .....

- 11.** Hat der Computereinsatz im Geometrieunterricht:
- mehr Wirklichkeitsnähe gebracht \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
  - das Erkennen von Zusammenhängen erleichtert \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
  - vernetztes Denken gelehrt \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
  - die Welt neu zu schauen ermöglicht \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
  - fächerübergreifende Aspekte gefördert \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
  - mehr motiviert \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
  - Selbständigkeit unterstützt \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
  - Teamarbeit gefördert \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
  - die Unterrichtsarbeit erleichtert \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
  - die Unterrichtsarbeit lebendiger gemacht \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – Sehr wenig =5)
- .....
- 12.** Braucht man das, was da im DG-Unterricht vermittelt wurde in weiterer Folge fürs Studium, für den Beruf, im Leben? \_\_\_\_\_ (Sehr notwendig = 1 – sinnlos =5)
- 13.** Viele Aufgabenstellungen sind offen (keine präzisen Angaben). Erscheinen dir solche Fragen zielführend? \_\_\_\_\_ (Sehr notwendig = 1 – nutzlos =5)
- 14.** Animationen sind Teil der Aufgaben. Bringen solche „Spielereien“ was? \_\_\_\_\_ (Sehr viel = 1 – nutzlos =5)

Danke für deine Mühe und viel Erfolg bei der Matura!

### 7.1.1 Auswertung und Beurteilung der Schülerbefragung

In der letzten Schulwoche der 8. Klassen wurden 37 Schüler/-innen (15 Mädchen / 22 Buben) um Beantwortung einiger Fragen zur Thematik „DG-NEU“ gebeten. 28 Fragen sollten nach dem Schulnotenschema (1 – 5) beantwortet werden, bei 3 Fragen wurde um persönliche Ansichten und Kommentare gebeten. Die Rücklaufquote betrug 95%. Die Auswertung erfolgte unter Berücksichtigung der Klassenzugehörigkeit und des Geschlechtes. Berechnet wurde das arithmetische Mittel samt Standardabweichung.

Alle Schüler/-innen erhielten ihren DG-Unterricht in der 7. und 8. Klasse nach einem „radikal neuen“ Konzept. Fünf Repetenten der damaligen 7. Klasse waren in diesem Jahrgang mit dem „klassischen“ Unterricht (nur Zirkel & Lineal, reiner Frontalunterricht, genaueste Vorgaben von Aufgaben, Lösungsstrategien und Lösungen durch den Lehrer) als auch mit dem neuen Ansatz (75% Computerarbeit, fächerübergreifend, Schülerpräsentationen, Projekte, Eigenverantwortung) konfrontiert. Um die versprochene Anonymität zu wahren, konnte in der Auswertung keine Differenzierung nach diesem Gesichtspunkt erfolgen.

Die Intentionen zur Befragung waren einerseits eine rückblickende Reflexion der mit der neuen Unterrichtsform Konfrontierten und andererseits eine schriftliche Fixierung der den neuen Unterricht betreffenden Schülermeinung.

## Ergebnisse:

	<b>Schule + Gegenstand:</b>	Ø	<b>Frage 8</b>	<b>Neuerungen:</b>	Ø
<b>Frage 1</b>	Realgymnasium	2,3		Objektpräsentationen	1,4
<b>Frage 2</b>	RG mit DG ?	2,3		Computern	1,6
<b>Frage 3</b>	Arbeitsaufwand	2,3		Reden schwingen	1,8
<b>Frage 4</b>	Eigene Geometrieausbildung	2,0		Fächerübergreifende Fragen	2,1
<b>Frage 9</b>	Wie viel Computer?	2,2		Texte schreiben	2,3
<b>Frage 10</b>	<b><u>Neuer Unterricht</u></b>	Ø	<b>Frage 11</b>	<b><u>Computer bringt:</u></b>	Ø
	Selbständigkeit	1,7		Erleichterung	1,8
	Kreativität	2,0		Lebendigkeit	1,9
	Individualität	2,3		Fächerübergreifendes	1,9
	Teamarbeit	2,6		Zusammenhänge erkennen	1,9
	Begabung + Neigungen	2,9		vernetztes Denken	2,0
				Selbständigkeit	2,1
<b>Frage 12</b>	Nutzen der DG	3,0		Wirklichkeitsnähe	2,5
				Motivation	2,5
<b>Frage 13</b>	Offene Aufgaben	2,2		Teamarbeit	2,7
<b>Frage 14</b>	Animationen	2,3		neue Weltsicht	2,8

## Analyse des Ergebnisses:

1. Die Durchschnittsnoten blieben zwischen 1,4 (Objekte präsentieren) und 3,0 (zukünftiger Nutzen der DG).
2. Die Standardabweichungen lagen zwischen 0,8 und 1,2.
3. Der Unterschied zwischen den Klassen betrug maximal 0,6 (zukünftiger Nutzen der DG).
4. Die Buben ließen ein positiveres Stimmungsbild (16 Fragen besser) als die Mädchen (9 Fragen besser) erkennen. Bei den Schülern fanden das RG (+1,1 zu den Mädchen), die DG(+0,9), der Gesamtnutzen (+0,8) und die Berücksichtigung der Begabung (+0,5) eine deutlich bessere Bewertung, bei den Schülerinnen lagen die Präferenzen bei Objektpräsentationen (+0,4) und Schreiben von Texten(+0,3).  
Die Computerarbeit wurde von beiden Gruppen gleich beurteilt (+- 0)
5. Der Arbeitsaufwand für den Gegenstand wurde relative hoch (2,3: 1=viel, 5=wenig) eingeschätzt.
6. Die Schülerempfehlung für die Verteilung Computerarbeit : Bleistift lag bei 70% : 30%.
7. In den Schülerkommentaren für und gegen das Fach fanden das Raumvorstellungstraining (12 mal) und die Computerschulung (14 mal) Erwähnung.

Meiner persönlichen Meinung nach bestätigt die Umfrage, dass die Entscheidung vor 2 Jahren einen gänzlich neuen Weg einzuschlagen, richtig war. Viele Faktoren der Erneuerung werden sehr positiv bewertet. Der DG-Notendurchschnitt (2,9; Mädchen=2,8, Buben=3,0) am Ende der 8. Klasse (2003/04) hat sich gegenüber vielen Vorjahren verbessert, die Anzahl der Nicht genügend ist signifikant zurückgegangen.

Viele unverrückbare Anforderungen wie Schulung der Raumvorstellung, Förderung des Handzeichnens, Modellbau, Exaktheit und Genauigkeit müssen beibehalten

werden. Am intensiven Computereinsatz führt kein Weg vorbei. Die Einführung der (verpflichtenden!) Schülerpräsentationen (Reden, Schreiben, Kreativität, Produktverantwortung, Schüler = Lehrer) wurde von allen Schüler/-innen sehr positiv aufgenommen und führte zu einem unglaublich breiten Spektrum an möglichen, von Schüler/-innen selbständig bewältigbaren Objekten und Themen.

Aus einigen Schülerkommentaren ist ersichtlich, dass die Verankerung der DG als Vermittlerin von vielen zusätzlichen allgemeinbildenden Kompetenzen nicht eindeutig gelungen ist. Sehr oft wird die alleinige Notwendigkeit für einen spezifischen Weiterbildungs- und Berufsbereich nach der Matura erwähnt. Der Entscheidung zur DG-NEU lag die Idee zugrunde, die durch den Computereinsatz gewonnene Zeit nicht für die weitere tiefgründigere geometrische Analyse zu nutzen, sondern den fächerübergreifenden Bogen von der Geometrie über Naturwissenschaften bis hin zu Geschichte und Kunst zu spannen. Bild und Sprache zu verbinden, Kreativität zu fördern und bewegte Objekte selbst zu schaffen hinterließen bei einigen Schüler/-innen zu wenig nachhaltigen Eindruck. Dies muss als Auftrag verstanden werden, in Zukunft an der Verbesserung dieses Aspektes im Unterrichtsgeschehen zu arbeiten. Die anvisierten Bildungsziele und ihre Bedeutung müssen klarer herausgestrichen werden.

Die von Lehrer- und Schülerseite dargelegte Überzeugung der unabdingbaren Notwendigkeit des Computereinsatzes lässt die Strahlkraft des Neuen und Modernen einer Einsicht des Normalen weichen.

Alles in allem zeigt die Umfrage meinen durch zwei Unterrichtsjahre gewonnenen positiven Eindruck auf und motiviert die nächsten Jahre mit kleinen Abweichungen und Verbesserungen weiter gezielt voranzuschreiten.

## 7.2 Fragebogenerhebung in Mathematik und Physik

Diese Befragung wurde gemeinsam von den Kollegen Oswald und Wieser in unseren beiden Laptopklassen (6. und 7. Klasse Realgymnasium) durchgeführt. Die Frage 12 wurde lediglich der 7. Klasse (21 Schüler/-innen) vorgelegt, da nur in dieser Klasse die in der Frage erwähnte Schnittstelle gebaut wurde.

### Schüler/-innenfragebogen zum IMST<sup>2</sup>-Projekt 2003/04

Liebe Schüler/-innen!

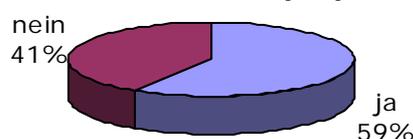
Wir, die Direktion und die Lehrerschaft unserer Schule, sind bemüht die Qualität unseres Unterrichtes zu verbessern. Deshalb bitten wir dich die nachfolgenden Fragen zu beantworten.

**Die Umfrage ist anonym!**

---

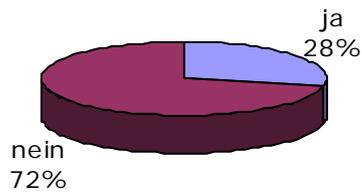
#### 1. Gehst du lieber in die Schule, weil du eine Laptopklasse besuchst?

ja	23
nein	16



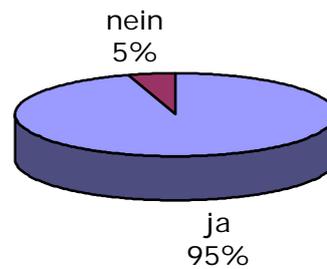
**2. Ist bei dir durch den PC-Einsatz die Lernmotivation gestiegen?**

ja 11  
nein 28



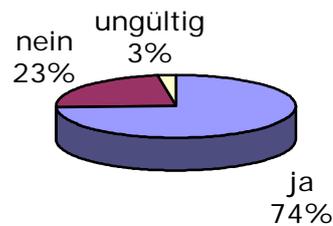
**3. Bringt deiner Meinung nach der Laptop im Unterricht einen Vorteil?**

ja 37  
nein 2



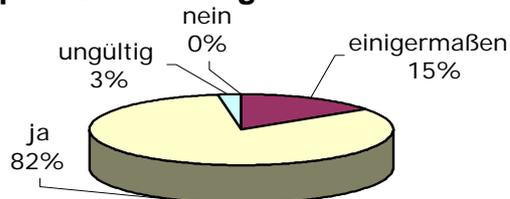
**4. Hättest du noch einmal die Wahl, würdest du dich wieder für eine Laptopklasse entscheiden?**

ja 29  
nein 9  
ungültig 1



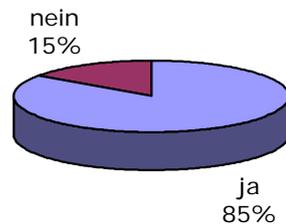
**5. Kommst du mit dem Laptop im Unterricht gut zurecht?**

nein 0  
einigermaßen 6  
ja 32  
ungültig 1



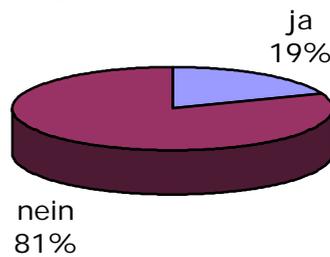
**6. Bringt der uneingeschränkte Internetzugang Vorteile für den Unterricht?**

ja 33  
nein 6



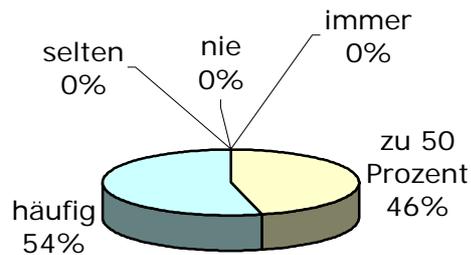
**7. Hast du das Gefühl, dass du zeitgemäß unterrichtet wirst?**

ja	4
nein	17



**8. Wie oft wird der Laptop in den verschiedenen Gegenständen als Unterrichtsmittel verwendet wird?**

nie	0
selten	0
zu 50 Prozent	18
häufig	21
immer	0



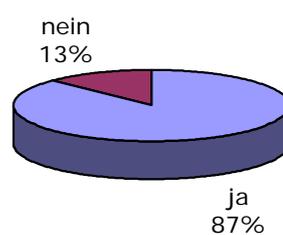
**9. Wie häufig verwenden deine Lehrer zur Unterrichtsgestaltung den PC?**

nie	0
gelegentlich	27
sehr oft	12



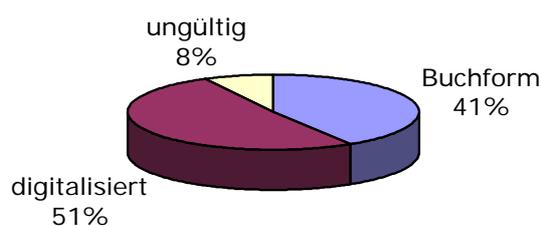
**10. Bringen dir die neuen Möglichkeiten des PC (Applets, Animationen, Präsentationen, Mathematica, ...) einen leichteren Zugang zu verschiedenen Wissensgebieten?**

ja	34
nein	5



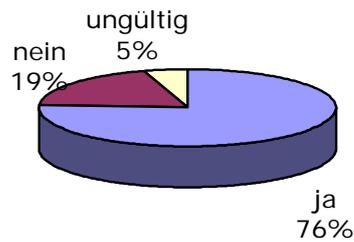
**11. Bevorzugst du den Lehrstoff in der herkömmlichen Weise (wie z.B. in Buchform)**

Buchform	16
digitalisiert	20
ungültig	3



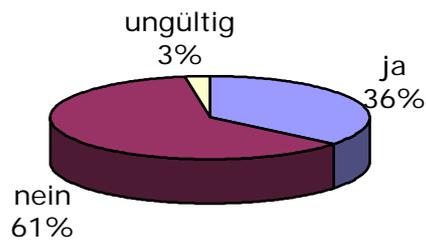
**12. Findest du, dass das USB-Schnittstellen-Projekt eine sinnvolle praktische Anwendung für eine Laptopklasse ist?**

ja 16  
nein 4  
ungültig 1



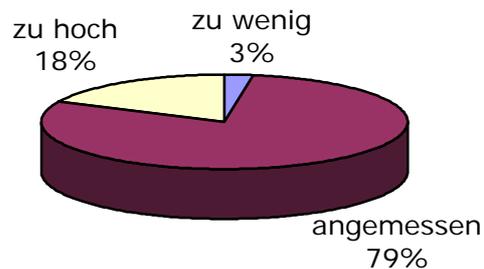
**13. Findest du, dass der Einsatz von Mathematica im Mathematikunterricht dir das Verstehen des Lehrstoffs erleichtert?**

ja 14  
nein 24  
ungültig 1



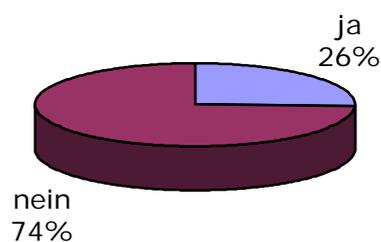
**14. Wie findest du den PC-Anteil verglichen mit dem händischen Anteil im Mathematik-Unterricht?**

zu wenig 1  
angemessen 31  
zu hoch 7



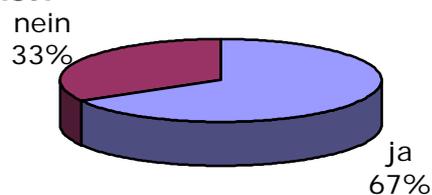
**15. Wäre dir ein Mathematik-Unterricht ohne PC-Einsatz lieber?**

ja 10  
nein 29



**16. Glaubst du, dass durch den PC-Einsatz eine bessere Annäherung an die Wirklichkeit gegeben ist?**

ja 26  
nein 13



## 7.2.1 Zusammenfassung und Analyse der Schülerbefragung

Die Antworten auf die ersten fünf Fragen spiegeln die positive Beziehung der Schüler/-innen zum PC wieder. Es scheint nicht so zu sein, dass nach anfänglicher Euphorie das Interesse am Gerät abgeflacht ist.

Überraschend für uns Lehrer sind die Antworten auf die Frage 2 nach der Lernmotivation durch die Verwendung eines PC. Es ist ein deutliches Signal dahingehend, dass die jungen Leute im Computer ein Werkzeug sehen. Das ist wahrscheinlich auch ein Grund, warum ein relativ hoher Anteil dem Internet eine wichtige Rolle für den Unterricht beimisst (siehe Frage 6: 85%).

Aus der Beantwortung der Frage 8 kann man herauslesen, dass sich noch nicht alle Lehrer/-innen, die in der Laptopklasse unterrichten, mit dem PC als Hilfsmittel zur Unterrichtsgestaltung anfreunden können. So sehr die Schüler/-innen die neuen Demonstrationsmethoden schätzen (siehe Frage 10: 87%), so sprechen sich immerhin 41% für das Buch als Lernunterlage aus.

Bei praktischen Aufgabenstellungen sind die Lehrer/-innen in Zukunft gefordert eine sorgfältigere Auswahl gemeinsam mit den Schüler/-innen zu treffen, um eine höhere Akzeptanz zu erreichen (siehe Frage 12: 76%).

Der Einsatz von *Mathematica* wird einerseits nicht als eine Erleichterung für das Verstehen des Lehrstoffes gesehen (siehe Frage 13: 61%), jedoch andererseits spricht sich der weit überwiegende Teil für den PC-Einsatz im Mathematikunterricht aus (Frage 15: 74%). Dies liegt vielleicht daran, dass die 7.Klasse zwei Jahre lang *Derive* verwendet hat und mit *Mathematica* noch nicht so vertraut ist. Ein weiterer Grund könnte sein, dass das Arbeiten mit dem Computer einen sehr hohen Grad an Genauigkeit, was die Syntax, Schreibweise und Ordnung betrifft, erfordert.

***Abschließend seien noch einige persönliche Anmerkungen der Schüler/-innen zur Umfrage angeführt:***

- *„Der PC-Einsatz im Unterricht ist stark vom Lehrer abhängig“*
- *„Nachteile eines PC: Verleitung zum Spielen, Kopfweh, starke Augenbelastung, ...“*
- *„Wir lernen mit dem Computer umzugehen“*
- *„Der Unterricht ist interessanter, allerdings anspruchsvoller, da mehr auf Verständnis wert gelegt wird“*

## 8 RESÜMEE UND AUSBLICK

IMST<sup>2</sup> war für uns auch bei diesem Projekt eine große Hilfe. So haben wir die Möglichkeit genutzt, einen Experten für *Mathematica* an unsere Schule zu holen. Weiters erhielten wir bei den von IMST<sup>2</sup> organisierten Treffen stets wertvolle Anregungen für unsere Projekte. Für Anfragen hat sich die Internetplattform als hilfreich herausgestellt. Leider müssen wir immer wieder feststellen, dass die für alle Lehrer/-innen bereitstehenden Materialien einen nicht besonders hohen Bekanntheitsgrad haben.

Dieser Bericht wird in die Website [www.nwl.at](http://www.nwl.at) gestellt und steht allen interessierten Kolleg/-innen zur Verfügung. Wie bereits erwähnt wurde, sind dort auch Details zum Schnittstellenprojekt zu finden.

Ist in den vergangenen Jahren an unserer Schule die NWL-Idee in den Fächern Biologie, Chemie, Physik und neuerdings in Darstellender Geometrie und Mathematik zum Tragen gekommen, so bahnt sich eine interessante Entwicklung in Richtung Geografie an. Im Schuljahr 2004/05 wird ein COMENIUS-Projekt über Fernerkundung mit den Fächern Geografie, Physik und Englisch gestartet. An diesem Projekt werden neben drei Lehrer/-innen aus unserer Schule auch Kolleg/-innen aus Italien, Belgien, Spanien und Norwegen teilnehmen. Die Arbeitssprache wird Englisch sein.

## 9 LITERATUR

ACKERL, Bernhard/ LANG, Christoph/ SCHERZ, Hermann.: Fächerübergreifender Unterricht mit experimentellen Schwerpunkt am Beispiel NWL BG/BRG Leibnitz. In: IFF (Hrsg.): Endbericht zum Pilotprojekt IMST<sup>2</sup> 2000/01. IFF Klagenfurt 2001, S. 160 – 164.

CLARK, Monika/ CZIGLAR – BENKO, Michaela/ LECHNER, Eva/ SCHWEINZGER, Ulrike.: The NWL goes English. Ein IMST<sup>2</sup> S2 Bericht über die Verwendung von Englisch als Arbeitssprache im Naturwissenschaftlichen Labor am BG/BRG Leibnitz.

CLARK, Monika/ OSWALD, Peter.: The NWL goes Online. Ein IMST<sup>2</sup> S2 Bericht über die Erstellung eines Websites für den Naturwissenschaftlichen Unterricht am BG/BRG Leibnitz. In: IFF (Hrsg.): Endbericht zum Pilotprojekt IMST<sup>2</sup> 2002/03. IFF Klagenfurt 2001, S. 133 – 164.

CYRMON, Werner/ GSALLER, Günther/ WILDING, Hans.: Mathematik interaktiv und praxisnah unterrichten. Veritas Verlag: Linz 2002, 69 S.

CYRMON, Werner/ GSALLER, Günther/ WILDING, Hans.: „MATHSCHOOLHELP21“, UNI SOFTWARE PLUS. Veritas Verlag: Linz 2. Auflage 2003, ISBN 3-7058-6139-5.

KAINKA, Burkard/ GOLLUB, Lars.: MESSEN, STEUERN und REGELN. Franzis Verlag: ISBN: 3-7723-4054-7

SCHÜLLER, Peter: Neuer Lehrplan „Angewandte Mathematik“ – Grundlegende Konzepte. In Aussendung 12 der AMMU, BMUK, Beitrag 1: Wien 1998, S. 1 – 10.

## 10 CHRONOLOGIE

<b>September 2002</b>	Start DG-NEU in den 7. Klassen RG
<b>September 2003</b>	Start DG-NEU in den 8. Klassen RG
<b>2. 10. 2003:</b>	IMST <sup>2</sup> -NWW-Tagung an der Universität Salzburg
<b>21.10.+28.10.2003</b>	Projekt-Motor-8C-Klasse
<b>22.10.+29.10.2003</b>	Projekt-Motor-8D-Klasse
<b>November 2003:</b>	Ansuchen um SCHILF für Englischkurs und „We Learn“ - Kurs
<b>9.-11. 11. 2003:</b>	IMST <sup>2</sup> /S2 Vernetzungstreffen in Spital a. P.
<b>12. 11. - 21. 11. 2003:</b>	Logoerstellung
<b>14. 11. 2003:</b>	Teambesprechung
<b>21. 11. 2003:</b>	Teambesprechung
<b>28. 11. 2003:</b>	Vorbesprechung: Präsentation für die Auftaktveranstaltung Netzwerk Steiermark
<b>5. 12. 2003:</b>	Vorbereitungen für die Auftaktveranstaltung in Graz
<b>9. 1. 2003:</b>	Teambesprechung
<b>12. 1. – 22.1. 2004:</b>	Vorbereitungen für die Auftaktveranstaltung Netzwerk Steiermark
<b>21.01.2004</b>	SCHILF (CAD-GAM: GZ- und DG-Lehrer)
<b>5. 2. 2004:</b>	Auftaktveranstaltung: Netzwerk Steiermark
<b>28. 1. 2004:</b>	Schulentwicklungskonferenz-Oberstufenreform
<b>4. 4. 2004</b>	Antrag um Gewährung eines Beraters für <i>Mathematica</i>
<b>15. 4. 2004</b>	<i>Mathematica</i> – Kurs – 1. Teil
<b>22. 4. 2004</b>	1. WE LEARN – Kurs mit Koll. Holler
<b>28. 4. 2004</b>	1. Englischnachmittag
<b>28. 4. 2004</b>	<i>Mathematica</i> - Kurs – 2. Teil
<b>6 - 8 .5. 2004</b>	Schreibwerkstatt / Ossiachersee
<b>12.05.2004</b>	Umfrage: DG-NEU – 8C-Klasse
<b>14.05.2004</b>	Umfrage: DG-NEU – 8D-Klasse
<b>19. 5. 2004</b>	<i>Mathematica</i> – Kurs – 3. Teil
<b>21. 5. 2004</b>	1. Schriftliche Matura – DG-Neu

<b>21. 6. 2004</b>	1. mündliche Matura – DG-Neu
<b>26. 5. 2004</b>	2. WE LEARN – Kurs mit Koll. Holler
<b>27. 5. 2004</b>	2. Englischnachmittag
<b>28. 5. 2004</b>	Erstellung des Umfragebogens für Laptopklassen
<b>2. 6. 2004</b>	Umfrage in Laptopklassen
<b>1. 7. 2004</b>	<i>Mathematica</i> – Kurs – 4. Teil