



1. Ausgangssituation

1.1. Klassenbildung

Am Ende der Klassenstufe 10 erfolgte eine Information der Schüler und der Eltern über das geplante Projekt MathCom (Mathematik mit dem Einsatz des Computers unter Verwendung des Computer-Algebra-Systems Maple). Nach dieser Informationsveranstaltung wurde abgefragt, wer an dem Projekt teilnehmen möchte. 42 Schüler meldeten Interesse an. Die Klasseneinteilung erwies als recht kompliziert, da es sowohl Schüler mit sprachlichem als auch mit naturwissenschaftlichem Profil gab. Es wurden zwei Mathematik-Projektgruppen gebildet: Klasse 11a/b mit 15 Schülern und Klasse 11d mit 27 Schülern. In Klasse 11d waren alle Schüler, die vom Progymnasium Rosenfeld nach Balingen wechselten und weitere Schüler mit naturwissenschaftlichem Profil. Interessanterweise waren in der Klassen mehr Mädchen als Jungen: 15 Mädchen und 12 Jungen.

1.2 Arbeitsumgebung

Am Gymnasium Balingen stehen den Schülern drei EDV-Räume zur Verfügung. Dabei handelt es sich um zwei Unterrichtsäle (16 und 12 Schülerarbeitsplätze) und einen Übungsraum (6 Arbeitsplätze). In jedem Unterrichtsraum steht ein Beamer zu Verfügung. Der Unterricht fand immer im größeren Informatikraum 1 statt. Jeder Schüler hat auf dem Netzwerk ein eigenes Home-Directory, in welchem er seine Materialien sicher ablegen kann. Alle Arbeitsplätze verfügen über Internetzugang, womit für jeden Schüler der Zugriff auf e-mail und WorldWideWeb möglich ist.

Zuhause hatten, bis auf eine Schülerin, alle Kursteilnehmer einen Computer. Die Schülerin bekam vom Klassenlehrer einen älteren PC aus seinem Besitz zur Verfügung gestellt. Das Arbeiten an zwei PCs, zuhause und in der Schule, erfordert natürlich eine gewisse Sicherheit im Umgang mit Dateien, die sich die Schüler aber schnell aneigneten. Einige Schüler erledigten diesen Dateitransfer auch per E-mail.

Die Lieferung der Handheld-PCs von Casio (Cassiopeia A22-T) verzögerte sich leider bis zum Ende des Schuljahres, weshalb ein richtiges Arbeiten mit diesen Geräten nicht möglich war. In wie weit diese Geräte fruchtbar im Unterricht eingesetzt werden können, wird sich wohl erst in den folgenden zwei Schuljahren beantworten lassen.

1.3 Unterrichtsinhalte

Der Unterricht erfolgte unter zwei Vorgaben, auf die sich die unterrichtenden Lehrer in Absprache mit dem Oberschulamt Tübingen verständigt hatten:

- Jedem Schüler ist es nach Ende der Klasse 11 freigestellt, ob er in einem Projektkurs bis zum Abitur weitermacht oder ob er in einen normalen Mathematikurs (GK oder LK) umsteigt.

- Die LPE Wahrscheinlichkeitsrechnung wird gestrichen (sie wird evtl. später nachgeholt). Die dadurch gewonnene Zeit wird zum Erlernen des sicheren Umgangs mit dem Computer und des CAS Maple verwendet.

Hieraus ergeben sich zwei Forderungen an den Unterricht:

- Alle wesentlichen Inhalte des Lehrplans der Klasse 11, die in Klasse 12 und 13 gebraucht werden, müssen behandelt werden.
- Der Unterricht kann nicht ausschließlich am PC stattfinden. Es müssen auch die Techniken mit „Bleistift und Papier“ eingeübt werden.

2. Zum Projekt

2.1. Einige Daten

2.1.1. Wahlverhalten

Am Ende der Klasse 11 wurden aus den 42 Schülern (Klasse 11a/b und Klasse 11d) ein Leistungskurs und ein Grundkurs gebildet. Diese haben zusammen 29 Schüler. 14 Schüler wechselten in den konventionellen Mathematikunterricht. Ein Gastschüler ist nicht mehr an der Schule. Ein Schüler wechselte von Rottweil nach Balingen und kam als Quereinsteiger in den Maple-LK.

2.1.2. Klassenarbeiten und Heimarbeit

In Klasse 11d wurden 5 Klassenarbeiten geschrieben. Die sechste Klassenarbeit wurde durch eine umfangreichere Hausarbeit ersetzt. Bei den Klassenarbeiten wurden unterschiedliche Organisationsformen getestet:

Reine Arbeiten am PC

Diese erwiesen sich als organisatorische Großaufgabe, da zur Prüfung die Schüler auf zwei Arbeitsräume zu verteilen waren. Dankenswerter Weise fand sich immer ein Kollege, der mich bei der Aufsicht unterstützte. Teilweise kam es zu Problemen bei Ausdrucken der Klausurergebnisse, da die Schüler nicht auf den richtigen Netzwerkdrucker ausdruckten. Auch beim Abspeichern kam es zu Komplikationen, obwohl die Aufgaben als Worksheet bereits aus den Homeverzeichnissen der Schüler geladen werden konnten.

Gemischte Arbeiten

In einer Doppelstunde wurde zunächst von der Hälfte der Schüler eine Aufgabenstellung ohne PC bearbeitet und vom Rest der Schüler eine Aufgabe am PC. Nach einer Stunde wurde gewechselt. Diese Vorgehensweise hat sich gut bewährt, da hier die Aufsichtsproblematik entschärft war und alles in einem Raum ablaufen konnte. Auch wurde beide Fertigkeiten - „Händisches Rechnen“ und „Umgang mit dem CAS“ – in der Prüfungssituation gefordert.

Arbeit ohne PC-Einsatz

Diese Form wurde auf Wunsch einiger Schüler gewählt, die Probleme mit der Syntax von Maple hatten.

Die Themenvorschläge für die Heimarbeit können dem Anhang entnommen werden. Hier wurden von den Schülern großteils schöne Ergebnisse, sowohl was den Inhalt als auch die Darstellung anbelangt, abgegeben.

2.1.3 Schülerbefragung

Nach einem halben Jahr wurden die Schüler anonym zu ihren Erfahrungen mit dem Mathematikunterricht unter PC-Einsatz befragt. Diese Umfrage wurde in allen Maple-Versuchsschulen durchgeführt. Im Anhang sind der Fragenkatalog und das Befragungsergebnis der Klasse 11d wiedergegeben.

2.1.4 Präsentation

Die Ergebnisse und einige Arbeitsmaterialien, die sich im Verlauf von Klasse 11 angesammelt haben, können auf der Internetseite des Gymnasiums Balingen, eingesehen werden. Die Adresse lautet: <http://www.gymnasium-balingen.de>

2.2. Organisation

Das Arbeiten am und mit dem Computer war mit einem ziemlichen Aufwand verbunden. Bei einer Klassenstärke von 27 Schülern war es leider nicht möglich, dass jeder Schüler an seinem Computer arbeitet. Jeweils zwei Schüler mussten zusammen an einem Gerät schreiben, wodurch die Übungsphasen im Unterricht leider etwas zu kurz kamen. Mit der Zeit halfen sich aber die Schüler gegenseitig. Die schnelleren Schüler waren eine Art „Hilfslehrer“ was mir eine spürbare Entlastung brachte. Nach 27 Hilferufen gleichzeitig zu schauen ist eine ziemliche Überforderung für den Unterrichtenden.

2.3. Inhalte

Den sicheren Umgang mit dem Betriebssystem (Dateien kopieren, Dateien laden, Drucken, ...) beherrschten am Anfang nicht alle Schüler. Die Vorkenntnisse, die sie aus den tieferen Klassen mitbrachten, reichten hier bei vielen nicht aus. So musste zunächst das Handling des Computers geübt werden. Ein zweiter Schritt war dann das Erlernen der grundlegenden Maple-Syntax. Bis zu den Herbstferien hatten die Schüler die wichtigsten Befehle parat. Diese waren in einem deutschsprachigen „Maple-Lexikon“ dokumentiert. Das Erlernen der Maple-Syntax und Maple-Befehle erfolgte an Hand von Beispielen aus der Mathematik der Klassen 9 und 10.

Nach den Herbstferien wandten wir uns dann den Inhalten des Lehrplans der Klasse 11 zu. Der Computer diente ins Besondere zur Visualisierung und als „Rechnenknecht“, d.h. er übernahm langwierige Rechnungen. Dieser Vorteil wurde besonders beim Gleichungslösen genutzt. Das Berechnen von Splines, das wir am Ende von Klasse 11 nach angegangen sind, führt z.B. zu einer riesigen Menge an Gleichungen, der Lösung ohne den PC kaum im Schulunterricht möglich wäre.

2.4 Methodik – Didaktik

In der Phase des Kennenlernens des Computers und des CAS standen folgende Arbeitsweisen im Vordergrund:

- Abarbeiten vom Lehrer vorbereiteter Worksheets

- Ergänzen von vorbereiteten Worksheets (Antworten einfügen, weitere Beispiele einarbeiten)
- Lehrervortrag (bei Fragen der Schüler)

Nachdem die Schüler die Maple-Syntax einigermaßen beherrschten, änderte sich die Vorgehensweise etwas:

- Selbständiges Erstellen von Worksheets zu vorgegebenen Themen oder zur Lösung von Übungsaufgaben.
- Entwickelndes Erarbeiten von Worksheets (Der Lehrer tippt, für alle über den Beamer sichtbar), die Befehlszeilen ein. Die Schüler arbeiten in gleicher Front mit.
- Selbständiges Erstellen von Worksheets (auch längere Themen, die Schüler arbeiten an unterschiedlichen Aufgaben in ihrer persönlich Arbeitsgeschwindigkeit).

2.5. Fazit

Im Großen und Ganzen ist der Versuch der Einführung des Computers in den Mathematikunterricht, als Rechenhilfsmittel und Instrument der Visualisierung, positiv verlaufen. Die Schüler arbeiteten motiviert mit, auch wenn sie manchmal der Faszination Computer nachgaben und „Surfen im Internet“ dann schöner war, als die Mathematik. Aber auch hier lernten die Schüler den sicheren Umgang mit dem Computer.

Die volle Bandbreite des Computereinsatzes konnte sicher noch nicht ausprobiert werden, da die Inhalte des traditionellen Lehrplans der Klasse 11 behandelt werden mussten. Dies war auch richtig so, da einige Schüler den Versuch nach Klasse 11 für sich als beendet erklärten und in einen konventionellen Mathematikkurs überwechselten.

Die Schüler merkten schnell, dass Maple das Handwerkliche in der Mathematik - Terme vereinfachen, Gleichungen lösen, ... – vereinfacht, dass aber diese Terme und Gleichungen erst einmal gefunden werden müssen. Dies war, vor allem für die schwächeren Schüler, eine große Hürde, die viele davor abschreckte, die reformierte Oberstufe mit Computer-Mathematik fortzusetzen. Die stärkeren Schüler erhielten aber Freiräume, da das langwierige Rechnen entfiel, die sie für das Suchen, Probieren, Erforschen nutzen konnten. Mancher war kaum mehr zu bremsen, war erst einmal die Neugierde geweckt.

Wie sich der Einsatz des Hand-Held-PCs Cassiopeia auf den Unterricht auswirken wird, kann ich noch nicht beurteilen. Er ermöglicht zwar auf der einen Seite, dass jeder Schüler zu jeder Zeit und an jedem Ort auf die Unterstützung des ComputerAlgebraSystems zurückgreifen kann, auf der anderen Seite empfinden die Schüler die kleine Anzeige, die schlechten Editiermöglichkeiten des Kleinrechners aber als hinderlich.

2.6. Anhang 1

Fragebogen

1) Mathe steht in der Rangfolge der mich interessierenden Schul-fächer	C ganz unten	C hinten	C mitte	C vorn	C ganz oben
2) Im Vergleich zu früher ist mein Interesse für Mathe	C viel weniger	C weniger	C gleich	C mehr	C viel mehr
3) Mathe ist für mich in diesem Schuljahr bis jetzt	C viel schwerer	C schwerer	C gleich schwer	C leichter	C viel leichter
4) Die Arbeit mit Maple ist für mich	C sehr schwierig	C schwierig	C weder/noch	C leicht	C ganz einfach
5) Mit Maple ist Mathe für mich	C viel öder	C öder	C wie sonst	C interessanter	C viel interessanter
6) Ich werde einen LK in Mathe wählen	C niemals	C unwahrscheinlich	C weiß nicht	C vermutlich	C sicher
7) Ich werde in Klasse 12 in einen Kurs ohne Maple wechseln	C sicher	C vermutlich	C weiß nicht	C unwahrscheinlich	C niemals
8) Klassenarbeiten mit Computer finde ich	C viel schlechter	C schlechter	C gleich	C besser	C viel besser
9) Mein Arbeitsaufwand für Mathe (außer Unterricht) pro Woche beträgt (in Stunden):	C <1	C 1-2	C 2-3	C 3-4	C >4
10) Wenn der Lehrer mit der ganzen Klasse gemeinsam Stoff durchnimmt, spricht man von Frontalunterricht. Der Anteil Frontalunterricht in Mathe ist bis jetzt	C viel zu wenig	C zu wenig	C richtig	C zu viel	C viel zu viel
11) Wir sollten weniger mit Maple arbeiten	C sehr richtig	C richtig	C unentschieden	C falsch	C ganz falsch

Auswertung

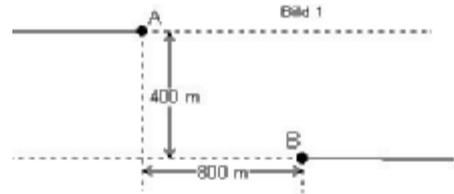
Fragenr	Frage	1	2	3	4	5
1	Rangfolge	1	1	4	16	4
2	Vergleich früher	1	5	16	4	
3	jetzt schwerer/leichter	4	5	11	6	
4	Maple (schwierig/leicht)	3	9	6	8	
5	öder/interessanter	1	4	4	15	2
6	LK	3	3	4	10	6
7	12 mit Maple	2	5	6	7	6
8	KA mit Maple	2	6	9	7	2
9	Arbeitsaufwand	6	12	4	1	3
10	Frontalunterricht	1	7	16	1	1
11	weniger Maple	3	2	14	6	1

Anhang 2

Themenvorschläge für die Heimarbeit

Kurvenanpassung

Zwei parallele Eisenbahngleise sollen zwischen A und B verbunden werden. Einzuhaltende Abstände sind in Bild 1 (nicht maßstabsgetreu) eingetragen.



Automatische Funktionsuntersuchung

Erstelle eine Maple-Worksheet, mit dem es möglich ist, eine vorgegebene Funktion einer „Standard-Funktionsuntersuchung“ zu unterziehen!



Splines

Im Schiffbau wurden früher glatte Kurven durch vorgegebene Punkte mit Hilfe eines biegsamen Kurvenlineals (engl. Spline) gezeichnet. Behandle hierzu in Klett LS 11 S. 195 die Aufgabe 7 oder 8.



Maple-Lexikon

Erstelle ein Befehls-Lexikon für Maple mit allen Befehlen, die zur Funktionsuntersuchung benötigt werden und erkläre sie jeweils durch ein geeignetes Beispiel.



Mathematik im Internet

Erstelle eine Liste von WWW-Fundstellen zu dem Thema: Mathematik mit dem Computer



Anhang 3

Hinweis zu der Tabelle:

- In der zweiten und dritten Spalte finden Sie die Unterrichtsinhalte und Erläuterungen. Die Links führen zu HTML-Versionen der Unterrichtsmaterialien.
- In der vierten Spalte finden Sie Links, die zu anderen HTML-Angeboten oder zu den Unterrichtsmaterialien als Maple-Worksheets führen. Wenn Sie Maple V auf Ihrem Computer installiert haben und die Dateierdung *.mws registriert ist, dann können Sie die Worksheets direkt starten.

Datum	Unterrichtsinhalt	Bemerkung	Hinweis auf Materialien
13.9.1999	Klassenlehrergeschäfte		
14.9.1999	Einführung in die Computeranlage	Zugang / Software / Drucken	
15.9.1999	Einführung in die Computeranlage	e-mail / www-Browser	
17.9.1999	Online-Suche eines Einführungskurses in Maple	Die Schüler suchen selbständig einen Einführungskurs in Maple und versuchen Ihre ersten eigenen Schritte mit Maple.	Kurs 1 Kurs 2
20.9.1999	Online-Suche eines Einführungskurses in Maple		
21.9.1999	Maple als Taschenrechner	Einfach numerische Rechenmöglichkeiten von Maple	taschenrechner.doc taschenrechner.mws
22.9.1999	Lösen von Gleichungen	Eine Aufgabe aus dem Alltag führte zum Lösen einfacher Gleichungen mit Maple.	gleichungen.mws gleich_loes.mws
24.9.1999	Arbeitsblatt: Taschenrechner	Die Schüler erarbeiten Lösungen zu den Aufgaben	
27.9.1999	Besprechung des Arbeitsblattes	Die Schüler stellen ihre Lösungen vor	
28.9.1999	Einfache Programmierfunktionen : For-Schleife	Einführung durch den Lehrer	EinfacheProgrammierung.mws heron_behle.mws
29.9.1999	Einfache Programmierfunktionen: Alternative	Einführung durch den Lehrer	
1.10.1999	Wurzelnäherung (Intervallhalbierung bzw. Heronverfahren)	Die Schüler erarbeiten ein Worksheet , wobei es ihnen freigestellt ist, nach welchem Verfahren sie arbeiten wollen.	

4.10.1999	Worksheet: Terme	Die Schüler erarbeiten sich die Beispiele auf einem ausgeteilten Arbeitsblatt , das die zentralen Befehle zur Behandlung von Termen enthält.	terme.mws
5.10.1999	Worksheet: Terme	Zur Kontrolle lösen die Schüler die angefügten Übungsaufgaben.	
6.10.1999	Worksheet: Terme	Besprechen von Problemen. (Viele Schüler konnten mit dem Begriff Polynomdivision nichts mehr anfangen.)	
8.10.1999	Worksheet: Terme	Ende der Bearbeitung Austeilen der CD-ROM Maple und Besprechung von Installationsproblemen.	
11.10.1999	ausgefallen	Die Stunde wurde auf den 15.10. verlegt	
12.10.1999	Gleichungen	Die Möglichkeiten der Befehle solve und fsolve wurden nochmals besprochen.	
13.10.1999	Registrierung beim CAS-Server	Der Punkt "Alle Beiträge nach Datum war nicht aufzurufen." Somit ist ein sinnvolles Arbeiten mit dem CAS-Server nicht möglich.	
15.10.1999	Plot-Befehle	Lehrer stellt die Befehle vor	plot animate.mws
18.10.1999	Geraden	Wiederholung und Plotten	
19.10.1999	Geradengleichungen in der Form $y = mx+c$	Verschiedene Möglichkeiten (Zweipunkte-Form, Lösen eines Gleichungssystems) wurden zur Bestimmung der Parameter m und c herangezogen	BerechneSteigung.mws
20.10.1999	orthogonale Geraden	Die Schüler sollen durch Experimentieren am Bildschirm die Bedingungen für Orthogonalität bzw. Parallelität von Geraden finden.	Orthogonale Geraden.mws
22.10.1999	Schnittpunkte von Geraden		
25.10.1999	Geradenschnittpunkte	Schüler bearbeiten selbständig eine Übungsaufgabe	
26.10.1999	Schnittwinkel	Unter welchem Winkel schneiden sich Geraden wird im Schüler-Lehrer-Dialog erarbeitet.	winkel bechter.mws
27.10.1999	Gasleitungsaufgabe	selbständiges Lösen des Problems mit dem Ziel der Bestimmung des Abstandes eines Punktes von einer Geraden . Die Aufgabe bietet auch einen ersten Einstieg in die Problematik von Min-Max-Aufgabenstellungen.	abstand.mws
28.10.1999	Gasleitungsaufgabe		
Herbstferien			
Die Schüler sollen sich überlegen, welche Maple-Befehle wir bis jetzt verwendet haben. Nach den Ferien wollen wir ein <i>deutschsprachiges Lexikon unserer Maple-Befehle</i> aufbauen.			
08.11.1999	Maple-Befehlslexikon	Die Schüler lieferten diejenigen Befehle des Maple-Befehlssatzes, die sie im Verlaufe des Unterrichts bereits verwendet haben	

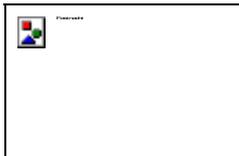
		Die Befehle wurden an die Schüler verteilt und diese sollen als Hausaufgabe eine Beschreibung erarbeiten.	
09.11.1999	Einführung Funktionsbegriff	Die Schüler sollen sich im Internet Zahlenmaterial zu Wachstumsvorgängen (Bevölkerung, Zahl der Internetzugänge, ..) besorgen. Sie sollen die Zahlen darstellen , diskutieren und überlegen, welche Fragestellung an Hand des Materials möglich sind?	
10.11.1999	Einführung Funktionsbegriff	-> 9.11.1999	bevoelkerung.mws
12.11.1999	Besprechung der Aufgaben und Einsammeln der bearbeiteten Maple-Befehlserklärungen	Die bearbeiteten Befehlserklärungen werden dem Lehrer per e-mail zugestellt. Dieser wird sie auf der Homepage und im Intranet der Schule zu Verfügung stellen.	
15.11.1999	Definition der linearen Funktion	In einem theoretischen Teil wird vom Lehrer die lineare Funktion definiert. Es werden einige Beispiele besprochen, vor allem auch abschnittsweise definierte lineare Funktionen. Hierzu wird der Befehl piecewise eingesetzt.	lineare_funktion.mws
16.11.1999	Aufgaben	Aufgaben aus dem Mathematikbuch (Klett LS 11 / S. 89/90) werden von den Schülern in Gruppenarbeit mit Maple behandelt.	
17.11.1999	ausgefallen	Fachlehrer bei Dienstbesprechung in Tübingen	
19.11.1999	Aufgaben	-> 16.11.1999	
22.11.1999	Besprechung der Aufgaben	Die Schüler stellen ihre Aufgabenlösungen vor. Eine vom Lehrer vorbereitete Musterlösung steht den Schülern als Maple-Worksheet zur Verfügung.	lineare_funktion_loes.mws
23.11.1999	Potenzfunktionen	Als Einführungsbsp. wird die Aufgabe 1 / Seite 91 / Klett LS gewählt. Nach Bearbeitung dieser Aufgabe wird die Potenzfunktion definiert. Die Schüler bearbeiten 2 Aufgaben: ein Beispiel aus der Physik und sie sollen verschiedene Schaubilder zeichnen und sich die Eigenschaften notieren. Anhand der gefundenen Symmetrieverhältnisse werden die Bedingungen für Achsen- bzw. punktsymmetrische Schaubilder formuliert.	potenz_fkt.mws
24.11.1999	Potenzfunktionen	-> 23.11.1999	
26.11.1999	Symmetrie von Schaubildern	Die Bedingungen für die Symmetrie werden erweitert. Symmetrieachse bzw. Spiegelpunkt müssen nicht mehr die y-Achse bzw. der Koordinatenursprung sein.	symmetrie_lsg.mws
29.11.1999	Symmetrie von Schaubildern Ganzrationale Funktionen	Die Schüler plotten eine größerer Anzahl von Schaubildern (LS 11 / Seite 98 Nr. 2, 3) und untersuchen Sie auf Symmetrie. Der	

		Lehrer teilt mit, dass es sich bei allen Beispielen um ganzrationale Funktionen handelt und gibt eine formale Definition.	
30.11.1999	Symmetrie von Schaubildern	Die Ergebnisse werden gesammelt und die Schüler äußern Vermutungen, wie die Symmetrie bei ganzrationalen Funktionen erkannt werden kann. Ein "blindes" Vertrauen in die Zeichenmöglichkeiten von Maple führt z.B. dazu, dass ein Schüler die Funktion $f(x) = x^5 + x^4$ als punktsymmetrisch angibt. Die Automatik von Maple hat nur einen sehr ungünstigen Plot-Maßstab gewählt.	
1.12.1999	Symmetrie von Schaubildern	Weitere Beispiele werden gezeichnet. Ein Schüler findet das Symmetriezentrum einer ganzrationalen Funktion dritten Grades, indem er die Symmetriebedingung als Gleichung lösen lässt. Das ist ein Resultat, das ohne CAS wohl nicht gefunden würde.	sym_fkt_3_gra d.mws
3.12.1999	Arbeitsauftrag	Der Fachlehrer war bei der Abschlussveranstaltung des Schulprojektes PiMoKI in Karlsruhe. Die Schüler erhielten per e-mail einen Arbeitsauftrag, den sie in Gruppenarbeit lösen sollten. Es waren die Aufgaben S.93/Nr.8 und S.98/Nr.9 aus Klett/LS11.	
6.12.1999	Besprechung der Aufgaben		loesung01.mw s
7.12.1999	Vorbereitung der Klausur	Die Schüler arbeiten im Unterricht zu zweit an einem Computer. Meistens melden sich sie nur unter einem Account an. Für die bevorstehende Klassenarbeit wollten sie nun die Onlinematerialien für jeden Account einrichten und sich auch einiges zu Übungszwecken mit nachhause nehmen. Hierbei stellte sich heraus, dass mancher Schüler noch Probleme beim Umgang mit der WIndows-Oberfläche hatte.	
8.12.1999	Verhalten für betragsmäßig große Zahlen	Der Grund für die Fehleinschätzung der Symmetrie einer ganzrationaler Funktionen durch einen Schüler diene als Ausgangspunkt. Warum hat er $f(x) = x^5 + x^4$ als punktsymmetrisch betrachtet?	
10.12.1999	Nullstellen	Die Schüler meinten, dass eine Beschäftigung mit Nullstellen eigentlich nicht so wichtig sei, da Maple dies ja auf "Knopfdruck" liefere. Da jeder Schüler am Ende der Klasse 11 einige Verfahren der Analysis auch "von Hand" kennen soll, müssen ihm hier die verschiedenen Möglichkeiten zur Nullstellenbestimmung bei ganzrationaler Funktionen nähergebracht werden.	

13.12.1999	Testlauf	Die Schüler hatten noch nie eine Arbeit am Rechner geschrieben und auch der Lehrer betrat hier Neuland. Wir einigten uns also darauf, dass wir einmal Klassenarbeit spielen .	ka1_test.mws
14.12.1999	Besprechung des Testlaufs	Wir einigten uns auch auf einigen Formalitäten bei der Arbeit. Die Aufgaben werden per Batchbefehlen direkt in die Arbeitsverzeichnisse der Schüler kopiert. Sie bearbeiten die Aufgaben und sichern nach gewisser Zeit nur durch Betätigen des Disketten-Buttons (kein Umbenennen). Am Ende der Arbeitszeit werden die fertigen Worksheets wieder zentral gesammelt und dann ausgedruckt.	
15.12.1999	1. Klassenarbeit	Wir haben sehr lange mit der ersten Arbeit gewartet, da zu Beginn des Schuljahres sehr viel Zeit zum Kennenlernen des Systems notwendig war. Ich wollte die Arbeit erst schreiben, wenn die Schüler sich einigermaßen sicher im Umgang mit dem Computer und der Software fühlen. Ein Problem war die große Schülerzahl. Mit 27 Schülern eine Arbeit direkt am Rechner zu schreiben ist schon ein logistisches Problem: Anzahl der Rechner oder Aufsicht. Wir sind in der glücklichen Lage in zwei Unterrichtsräumen 30 PCs am Netz zu haben. Ein Kollege opferte seine Hohlstunde, um die Aufsicht zu gewährleisten. Hier lauern sicher noch einige Unwägbarkeiten für die Abiturprüfung 2002!	ka1.mws
17.12.1999	Nullstellen	Die Abspaltung von Linearfaktoren wurde an Beispielen (Vergleich der Schaubilder von ganzrationalen Funktionen in unterschiedlicher Darstellung: ausmultipliziert und faktorisiert) erarbeitet.	
20.12.1999	Übungen zur Nullstellenberechnung	Der Computer diente nur der Überprüfung	
21.12.1999	Übungen zur Nullstellbestimmung	Auch Ausklammern und Substitution wurden besprochen und geübt.	
22.12.1999	Letzter Schultag vor den Ferien	Wir nutzen den Computer einmal für ästhetische Aufgaben: Wer erstellt die schönste Weihnachtskarte.	
Weihnachtsferien Die Schüler gehen ohne Arbeitsauftrag in die Ferien. Sie sollen sich erholen und gut motiviert in das nächste Jahr starten. Schöne Weihnachten und einen guten Rutsch ins neue Jahr 2000			
10.01.2000	Wiederholung	Zur "Wiedereingewöhnung" nach den Weihnachtsferien rechnen wir gemeinsam eine Aufgabe aus dem Nachtermin der Klassenarbeit.	

11.01.2000	Gebrochen rationale Funktionen	Wie kann man aus ganzrationalen Funktionen durch einfache Rechnung neue Funktionen bilden? Die Addition, Subtraktion, Multiplikation liefern nichts Neues! Erst die Division liefert völlig neue Schaubilder.	
12.01.2000	Eigenschaften gebrochen rationaler Funktionen	Die Schüler bearbeiten ein Worksheet , das ich auf den Internetseiten des Projektes "Mobiles Klassenzimmer" gefunden habe. Sie sollen Regeln formulieren, an Hand derer die Besonderheiten (asymptotisches Verhalten, Nullstellen, Definitionslücken, ...) der Schaubilder ganzrationaler Funktionen festgemacht werden können.	gebratfkt1.mws
14.01.2000	Eigenschaften gebrochen rationaler Funktionen	siehe 12.01.2000	
17.01.2000	Eigenschaften gebrochen rationaler Funktionen	Nach Formulierung der Regeln für das Auftreten von Polstellen, Nullstellen, etc. sollen die Schüler die Funktionsterme zu vorgegebenen Schaubildern finden.	gebratfkt2.mws
18.01.2000	Eigenschaften gebrochen rationaler Funktionen	siehe 17.01.2000	
19.01.2000	Vergleich: "zu Fuß" - Maple	Wir haben eine Aufgabe zur Funktionsuntersuchung (Klett LS11 / Seite 113 Nr. 7) vergleichend mit Maple und von Hand gerechnet.	
21.01.2000	Vergleich: "zu Fuß" - Maple	Fortsetzung vom 19.01.	
24.01.2000	Vermischte Aufgaben	Vermischte Aufgaben aus Klett LS 11 zum Thema Funktionen	
25.01.2000	Vermischte Aufgaben / Wiederholung	Vermischte Aufgaben aus Klett LS 11 zum Thema Funktionen	
26.01.2000	Klassenarbeit Nr. 2	Die zweite Klassenarbeit wurde teilweise ohne Computer und teilweise mit Maple geschrieben. Es hat sich auch hier wieder gezeigt, dass die Organisation einer Klassenarbeit unter Computereinsatz mit großen Problemen behaftet ist. <ul style="list-style-type: none"> • Eine Schulstunde ist zu kurz. • Mit 26 Schülern braucht man zwei Computerräume und einen weiteren Lehrer zur Aufsicht. • Der Druckserver war "abgestürzt", wodurch sich der Ausdruck der Arbeiten erschwerte. 	11d_2.doc
28.01.2000	Besprechung der Arbeit		
31.01.2000	CAS-Server	Nachdem der Zugang zum CAS-Server Anfang des Schuljahres mit dem Microsoft-Internet-Explorer Probleme bereitete, die in	

		der Zwischenzeit ausgeräumt wurden, übten alle Schüler den Umgang mit diesem Server.	
01.02.2000	Differenzenquotient Änderungsrate	Der Begriff Differenzenquotient/Änderungsrate wurde am Beispiel Bevölkerungswachstum (-> Klett LS 11) erarbeitet.	
	diff_quot.mws		
02.02.2000	Aufgaben zu Änderungsraten	Klett LS 11 / Seite 119 Nr. 3/4/11	
04.02.2000	Aufgaben zu Änderungsraten	Klett LS 11 / Seite 119 Nr. 3/4/11	
07.02.2000	Momentangeschwindigkeit	Herr Maier bekommt einen Strafzettel , obwohl er mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von unter 30 km/h gefahren ist. Die Schüler sollen die Fahrt von Herrn Meier diskutieren.	diffrech 01.mws
08.02.2000	Momentangeschwindigkeit	Die Ergebnisse der Schülerarbeit werden zusammengefasst und führen zur Definition der Momentangeschwindigkeit.	
09.02.2000	Aufgaben	LS 11 / S.122 / Nr. 4	
11.02.2000	Aufgaben	Die Stunden waren etwas "verkürzt", da noch Klassenlehrergeschäfte (vor allem im Umfeld von Zeugnissen, Elternsprechtag und anstehenden Kurswahlen) zu erledigen waren.	
14.02.2000	Definition der Ableitung	Die Übertragung der Definition der Momentangeschwindigkeit auf eine beliebige reelle Funktion ergibt den Begriff der Ableitung an einer Stelle x_0	
15.02.2000	Berechnen von Ableitungen	An einigen Beispielen wird die Berechnung der Ableitung an einer Stelle x_0 ohne Zuhilfenahme des Rechners bearbeitet.	
16.02.2000	Übungsaufgaben	Berechnung von Ableitungen mit dem Grenzwert: Klett LS 11 S. 127 Nr. 4/5	
18.02.2000	Von der Sekante zur Tangente	An einer Animation (Worksheet vom Lehrer vorgegeben) sollen sich die Schüler den Grenzübergang von der Sekante zur Tangente klarmachen. Aus dem Worksheet wird anschließend nur eine kurze Sequenz diskutiert, die die Gleichung der Sekanten liefert und dann zur Gleichung von Tangenten und Normalen führt.	tangente.mws
21.02.2000	Übungsaufgaben	Aufstellen von Tangenten- und Normalengleichung Sowohl mit dem Computer als auch von Hand. Als Alternative zur "fertigen" Formel rechnen wir auch mit der Geradengleichung $y = mx + c$. (Klett LS 11 S. 129 Nr. 10)	

22.02.2000	Übungsaufgaben	Klett LS 11 S. 129 Nr. 13 + 15	
23.02.2000	Weg zur Ableitungsfunktion	Mit Maple werden für einige ganzrationale Funktionen (2. Grades und eine 3. Grades) punktweise die Ableitungen berechnet. Die sich ergebenden Punkte werden in ein Schaubild eingetragen und die Schüler sollen Vermutungen über die zugehörige Funktion formulieren.	ableitungsfkt. mws
25.02.2000	Weg zur Ableitungsfunktion	Das Arbeitsblatt wird fertig bearbeitet und die Ergebnisse eingesammelt. Die Ableitungsfunktion wird definiert. Für eine einfache Funktion wird die allgemeine Ableitung von Hand berechnet, danach wird für einige weitere Funktionen dieser Rechenweg mit Maple durchgeführt. Der Differentialoperator D wird eingeführt.	
28.02.2000	Ableitungsfunktion	Erstellen eines Kataloges von Funktion und zugehöriger Ableitungsfunktion.	
29.02.2000	Ableitungsfunktion	Rechnen einiger Aufgaben, teilweise auch von Hand.	
01.03.2000	Ableitungsfunktion	Rechnen einiger Aufgaben, teilweise auch von Hand.	
03.03.2000	Ableitungsfunktion	Die letzte Aufgabe vom Mittwoch wurde fertiggestellt. Dann durften die Schüler etwas "surfen", da vernünftiges Arbeiten nach dem <i>Schmotzigen Donnerstag</i> kaum möglich war.	
Fastnachtsferien Vor allem die Schüler aus den westlichen Nachbargemeinden brauchen nach den "tollen Tagen" etwas Zeit zur Erholung.			
13.03.2000	Aufgabe: Staffelholzübergabe	Berechne des Übergabezeitpunktes	
14.03.2000	Übungsaufgaben	LS 11 / Seite 137 Nr. 9a Wir mussten im zweiten Halbjahr häufiger Aufgaben von Hand als auch mit dem Computer rechnen, da es den Schülern ja freigestellt war, am Ende von Klasse 11 in einen normalen Mathematikkurs zu wechseln. Dies bestimmte den weiteren Verlauf des Unterrichts doch recht stark.	
15.03.2000	Erste Ableitungsregeln	Die Summen- und die Faktorregel wurden erarbeitet	
17.03.2000	Wiederholung	Die Grundlagen der trigonometrischen Funktionen, vor allem die Darstellung im Bogenmaß, mussten wiederholt werden, da die Schüler recht unterschiedliche Vorkenntnisse mitbrachten.	
20.03.2000	Ableitung trig. Fkt.	Die trigonometrischen Funktionen wurden grafisch abgeleitet und dann wurden <i>Vermutungen zu den Ableitungen</i>	

		aufgestellt.	
21.- 29.03.2000	Englandaustausch	Ein Teil der Klasse war mit auf dem Austausch in Potrefract (bei Leeds). Die restigen Schüler sollten Aufgaben aus dem Mathematikbuch mit Maple bearbeiten.	
31.03.2000	Besprechung	Die bearbeiteten Aufgaben wurden vorgestellt. Es zeigte sich, dass einige Schüler mit dem selbstständigen Arbeiten Probleme hatten und dass der Lehrer einige Aufgaben nochmals intensiv besprechen musste.	
03.04.2000	Wiederholung	Als Vorbereitung auf die 3. Klassenarbeit	
04.04.2000	Wiederholung		
05.04.2000	Klassenarbeit Nr. 3	Diese Arbeit wurde ohne den Einsatz des Computer geschrieben.	 arbeit_3.pdf
07.04.2000	Klassenlehrergeschäfte	Vorbesprechung des Schulausflugs	
10.04.2000	Globale Eigenschaften	Die Monotonie als globale Eigenschaft einer Funktion wurde erörtert.	
11.04.2000	Besprechung der Arbeit		
12.04.2000	Freies Surfen	Ein Computertechniker musste zwei Rechner im Unterrichtsraum in Stand setzen.	
14.04.2000	Besprechung der Hausaufgaben	Einige Schüler hatten Probleme mit den Hausaufgaben, Sie wurden deshalb im Unterricht nochmals ausführlich besprochen.	
17.04.2000	Ableitungsfunktion	Der Begriff wurde präzisiert. Er war in unscharfer Form schon immer präsent.	
18.04.2000	Spezielle Kurvenpunkte	Hoch- und Tiefpunkte	
19.04.2000	Übungsaufgabe	LS 11 Seite 168 Nr. 13	
Osterferien			
02.05.2000	Extrema und 2. Ableitung		
03.05.2000	Hinreichende Bed.	Formulierung über f' und f''	
06.05.2000	Übungsaufgaben		
08.05.2000	Übungsaufgaben		
09.05.2000	Funktionsuntersuchung	Funktionsuntersuchung	
10.05.2000	Übungsaufgaben	Extremwerte	
11.05.2000	Wendepunkte	Hinreichende Bedingung über f'' / f''' und f' / VZW	
15.05.2000	Vollständige Fkt.-Untersuchung	Einige Funktionsuntersuchungen werden exemplarisch durchgearbeitet. Dies vor	

		allem für die Schüler, welche am Ende von 11 in einen normalen Mathekurs wechseln.	
16.05.2000	Vollständige Fkt.-Untersuchung		
17.05.2000	Vollständige Fkt.-Untersuchung		
19.05.2000	Vollständige Fkt.-Untersuchung		
22.05.2000	Klassenlehrergeschäfte	Höflichkeitswoche: Mit den Schüler wird ein Verhaltenskodex für den Umgang mit anderen Schülern, Lehrern, Eltern erarbeitet.	
23.05.2000	Wiederholung		
24.05.2000	Klassenarbeit Nr. 4	Diese Arbeit wurde zur Hälfte am Computer und zur Hälfte mit "Bleistift und Papier" geschrieben. Da in der Klasse 26 Schüler sitzen, müssen sich die Schüler sonst auf die Computer in beiden Informatikräumen verteilen. Dies ist mit einem recht großen Aufwand verbunden, da eine zweite Aufsicht notwendig ist.	<input type="checkbox"/> arbeit_4.pdf
26.05.2000	Übungsaufgaben	Extremwerte	
Pfingstferien			
14.06.2000	Besprechung der Arbeit		
16.06.2000	Schulausflug		
19.06.2000	ausgefallen		
20.06.2000	Übungsaufgaben	Extremwertprobleme	
21.06.2000	Übungsaufgaben	Extremwertprobleme	
23.06.2000	Übungsaufgaben	Extremwertprobleme	
26.06.2000	ausgefallen	mündliches Abitur	
27.06.2000	Übungsaufgaben	Extremwertprobleme	
28.06.2000	Übungsaufgaben	Extremwertprobleme	
30.06.2000	Übungsaufgaben	Extremwertprobleme	
03.07.2000	ausgefallen	UNTIS-Fortbildung	
04.07.2000	Selbstbeschäftigung	Schüler arbeiten an einer Aufgabe	
05.07.2000	ausgefallen	Delphi-Fortbildung	
06.07.2000	Cassiopeia	Endlich sind sie angekommen, die Casios, und können ausgeteilt werden.	
07.07.2000	ausgefallen	Delphi-Fortbildung	
10.07.2000	Übungsaufgaben		
11.07.2000	Fragestunde / Arbeit Nr. 5	Diese Arbeit wurde nur 1-stündig geschrieben. Als Ersatz für die 6.Klassenarbeit mussten	<input type="checkbox"/> arbeit_5.pdf <input type="checkbox"/>

		die Schüler eine Heimarbeit anfertigen. Mögliche Themen können aus der Datei ersehen werden.	hausarbeit.pdf
12.07.2000	Cassiopeia	Eigenheiten, Unterschiede zwischen Maple auf HPC und PC	
13.07.2000	Funktionsbestimmung	Bestimmung ganzrationaler Funktion in realem Zusammenhang	
14.07.2000	Funktionsbestimmung	Bestimmung ganzrationaler Funktion in realem Zusammenhang	
17.07.2000	Besprechung der Arbeit		
18.07.2000	Funktionsbestimmung	Bestimmung ganzrationaler Funktion in realem Zusammenhang	
19.07.2000	Funktionsbestimmung	Bestimmung ganzrationaler Funktion in realem Zusammenhang	
21.07.2000	Besuch der Expo		
24.07.2000	Klassenlehrergeschäfte	Buchrückgabe	
25.07.2000	Spiel- und Sporttag		
26.07.2000	Klassenlehrergeschäfte	Zeugnisausgabe	
Schuljahresende			