

1. Ausgangssituation

1.1 Klassenbildung

Im Verlauf der Klassenstufe 11 wurden die Schülerinnen und Schüler von den Oberstufenberatern über die Wahlmöglichkeiten in der reformierten Oberstufe informiert. Die Schülerinnen und Schüler hatten hier am Gymnasium Balingen mehrere Optionen für die Belegung des Fachs Mathematik in den Klassenstufen 12 und 13. Vor Beginn des Schulversuchs war den Schülern ja zugesagt worden, dass sie am Ende der Klassenstufe 11 entscheiden könnten, ob sie in einen Grund- bzw. Leistungskurs der Versuchsklassen oder in einen Grund- bzw. Leistungskurs nach konventionellen Lehrplan wechseln.

Diese Möglichkeiten wurden auch alle genutzt. Aus den 42 Schülern (Klasse 11a/b und Klasse 11d) wurden 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-Leistungskurs. Ich übernahm den Leistungskurs und Herr Grözinger den Grundkurs.

1.2 Arbeitsumgebung

Am Gymnasium Balingen stehen den Schülern drei EDV-Räume zur Verfügung. Dabei handelt es sich um zwei Unterrichtssäle (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 World-Wide-Web möglich ist.

Zuhause hatten alle Kursteilnehmer einen Computer.

Als Hauptarbeitsgerät wurde der Handheld-PC Cassiopeia A22-T eingesetzt, der von der Firma Casio zur Verfügung gestellt wurde. Jeder Schüler hatte diesen Taschencomputer und der Lehrer bekam zusätzlich eine Grafikkarte geliefert, mit welcher der Cassiopeia an einen Beamer angeschlossen werden konnte.

1.3 Unterrichtsinhalte

Grundlage für den Unterricht in der Klassenstufe 12 war der existierende Lehrplan, welcher in großen Teilen natürlich weiterhin Gültigkeit hat.

1.4 Probleme mit dem Cassiopeia

Zu Beginn des Schuljahres musste eine Konferenz unter Teilnahme des OSA Tübingen, vertreten durch Herrn Selinka, der Schulleitung, der unterrichtenden Lehrer, der Eltern und der Schüler einberufen werden. Eine Mutter, die in der Augenheilkunde tätig ist, machte auf die schlechten Eigenschaften des Cassiopeia-Displays aufmerksam und wollte erzwingen, dass das Pilotprojekt an den Desktopcomputern fortgesetzt wird.

2. Zum Projekt

2.1 Einige Daten

2.1.1. Klassenarbeiten und Heimarbeit

In Klasse 12 wurden von den Schülern 6 schriftliche Leistungen erbracht: fünf Klausuren und ein Referat.

Bei den Klassenarbeiten wurde konsequent die Organisationsform eingesetzt, welche auch beim Abitur zum Einsatz kommen wird: *Gemischte Arbeiten*. Dabei wurde zunächst in ca. 1/3 der Zeit eine Aufgabenstellung ohne PC bearbeitet. Der Schüler musste dann die bearbeitete Aufgabe abgeben, bevor er den zweiten Teil der Klausur ausgehändigt bekam und den Rechner verwenden durfte.

Die Suche nach Themenvorschlägen für das Referat gestaltete sich zunächst recht schwierig, da es nicht einfach ist, ca. 20 vergleichbare Themen zu finden. Dann kam aus den Reihen der Kollegen der Vorschlag, dass die Schüler eine alte Abitur-Nachtermin-Ausgabe unter Einsatz des Rechners aufbereiten sollten. Hierbei konnte und sollte auch über die Aufgabenstellung hinausgegangen werden, z.B. durch das Einfügen von Animationen, die einen zu erklärenden Sachverhalt verdeutlichen. Die Ergebnisse der Schüler konnten sich größtenteils sehen lassen, sowohl was den Inhalt als auch die Darstellung anbelangt.

Der Notendurchschnitt in den Klassenstufen 12.1 war 12,1 und in Klassenstufe 12.2 waren es 12,0 Notenpunkte.

2.12 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/>

Die Ergebnisse aus der Jahrgangsstufe 12 sind auf den Internetseiten leider noch nicht aufbereitet.

2.2 Organisation

Bei der unterrichtlichen Arbeit konnten drei verschiedene Phasen des Rechnereinsatzes unterschieden werden, die sich vor allem aus den Unterschieden in den Unterrichtsinhalten ergaben.

Arbeit am PC

Es gibt Anwendungsbeispiele, wo verstärkt die Visualisierungsmöglichkeiten des Computers im Vordergrund stehen (z.B. in der Geometrie). Hier ist das doch recht schlechte Display (Kontrast, Helligkeit, nur Schwarz-Weiß, geringe Größe) ein ziemliches Problem.

Arbeit mit dem Cassiopeia

Bei Aufgabenstellung, wo es vor allem um die Hilfestellung eines Computers beim formalen Rechnen geht (Gleichungslösen, Differenzieren, Integrieren) ist der Cassiopeia eine gute Unterstützung für den Schüler.

Arbeit ohne Computereinsatz

Der Schüler soll natürlich, auch beim computerunterstützten Mathematikunterricht, gewisse mathematische Grundfertigkeiten auch ohne den Einsatz des Rechners beherrschen, weshalb immer wieder Einheiten ohne Rechner durchgeführt wurden.

2.3 Inhalte

In der Jahrgangsstufe 12 wurden fast ausschließlich Inhalte aus der Analysis behandelt:

Analysis

§ Berechnung von Splines.

Dies ist ein Aufgabengebiet, wo die Leistungsfähigkeit des Computers zum Tragen kommt (komplizierte Gleichungssysteme lösen) und das in der Alltagswelt Anwendungen findet.

§ Folgen und Reihen

Die grafische Darstellung der Folgen hatte Vorrang vor einer formalen Behandlung der Problematik.

§ Flächenberechnung, Hinführung zum Hauptsatz, Beispiele für Integrale

§ Weiterführung der Differentialrechnung

Bei der Behandlung der Ableitungsregeln wurde auf eine ausgedehnte Übungsphase verzichtet, da später der Computer die Berechnungen übernimmt. Nur die grundlegenden Verfahren sollten verstanden und gekonnt werden.

§ Gebrochen-Rationale Funktionen

Da die Verfahren zur Kurvendiskussion aus Klasse 11 bekannt waren, wurde hier viel in Gruppenarbeit vorgegangen.

§ Parameterkurven, Polarkoordinaten, Flächen

Zeichnen, Tangentensteigung, Bogenlängen, Polarkoordinaten, Leibnizsche Sektorformel

§ Weiterführung Integralrechnung

Uneigentliche Integrale, Integrationsregeln (Produktregel, Substitution) Auch hier wurden die Übungsphasen kurz gehalten, da nur die grundlegenden Verfahren an einfachen Beispielen verstanden sein sollen.

§ Historischer Exkurs

Flächenberechnungen vor der Integralrechnung

Lineare Algebra/Analytische Geometrie

§ Gleichungssysteme

Wiederholung und kurze Übungsphase, da der Befehl *solve* in Maple hier schon fast alles erledigt.

§ Gauss-Verfahren / Gaus-Jordan-Verfahren

Die Vorteile beim Lösen eines Gleichungssystems, das in Stufenform oder Diagonalisierter Form vorliegt waren den Schüler gleich einsichtig. Beim Umformen kam es aber laufend zu Leichtsinnsfehlern, so dass bald der Computer zum Einsatz kam.

§ Mehrstufige Prozesse

§ Darstellung geometrischer Objekte im Raum

Zunächst erarbeiteten sich die Schüler die Möglichkeiten, mit Maple einfache geometrische Objekte (Punkte, Geraden, Kugeln, ...) im Raum darzustellen. Aus der Beschäftigung mit der Art und Weise, wie Maple intern eine Gerade darstellt, erfolgte ein Zugang zur Parameterdarstellung einer Geraden im Raum.

§ Lagebeziehungen von Geraden

2.4 Methodik Didaktik

Folgende Vorgehensweisen prägten den Unterricht:

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

Die Unterscheidung Worksheets / schriftlichen Ausarbeitungen wurde notwendig, da wir ja mit unterschiedlichen „Computern“ gearbeitet haben. Das Bearbeiten eines Problems am Desktop-Computer unterscheidet sich grundlegend von der Vorgehensweise am Handheld-Computer. Beim PC wird das Problem komplett am Rechner bearbeitet, inklusive aller Kommentare und Bemerkungen, und dann ausgedruckt. Bei der Arbeit mit dem Handheld werden die Ergebnisse „mit Papier und Bleistift“ dokumentiert. Hier war festzustellen, dass es zwei unterschiedliche Schülertypen gab. Die einen arbeiteten lieber komplett am Rechner, die anderen favorisierten das handschriftliche Arbeiten.

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 Schüler merkten schnell, dass Maple das Handwerkliche in der Mathematik - Terme vereinfachen, Gleichungen lösen, ... vereinfacht, dass aber hierzu die Ansätze erst einmal gefunden werden müssen. Für schwächere Schüler ist dies eine große Hürde. Die stärkeren Schüler erhalten aber Freiräume für eigenes Experimentieren, da das langwierige Rechnen entfällt, die sie für das Suchen, Probieren, Erforschen nutzen konnten. Mancher war kaum mehr zu bremsen, wenn erst einmal die Neugierde geweckt war.

Der Einsatz des Hand-Held-PCs Cassiopeia im computerunterstützten Unterricht ist sicher ambivalent zu beurteilen. Er ermöglicht zwar auf der einen Seite, dass jeder Schüler zu jeder Zeit und an jedem Ort auf die Unterstützung des Computer-Algebra-Systems zurückgreifen kann, auf der anderen Seite ist aber die schlechte Möglichkeit der Visualisierung ein großes Hemmnis.