

# Physik mit Videokamera und Computer

## Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung
2. Die Idee
3. Die Hardware
4. Die Software
  - 4.1 Windows 95 und AVI-Dateien
  - 4.2 Das Programm Asymetrix DVP Capture 4.0
  - 4.3 Das Programm Galileo
  - 4.4 Datentransport
5. Selbsterstellte Aufnahmen zum Themenbereich Mechanik
  - 5.1 Aufnahmegrenzen
  - 5.2 Die ersten Aufnahmen
    - 5.2.1 Atombombe
    - 5.2.2 Senkrechter Wurf
    - 5.2.3 Fahrbahnversuch
    - 5.2.4 Spektrum
6. Ausblick
7. Literatur

# 1. Die Kurzfassung

Ein Freund von uns nahm mit dem Thema „Physik mit der Soundkarte“ vor einigen Jahren bei Schüler-experimentieren teil. Da dachten wir uns, ob man ob man nicht auch mit einer Videokarte Physik betreiben könnte? Eine Videoaufnahme ist letztendlich eine stroboskopische Aufnahme, d.h. die Videokamera macht pro Sekunde eine bestimmte Anzahl von Aufnahmen. Somit kann man Bewegungsvorgänge besonders gut untersuchen. Aber auch einzelne Schnappschüsse sind möglich, die sofort nach der Aufnahme zur Verfügung stehen.

Um unser Projekt zu verwirklichen, holten wir uns eine einfache TV-Karte (für 250,- DM) mit deren Hilfe wir Videos unkomprimiert in den Computer spielen konnten. Die teuren Videoschnittkarten, die die Daten direkt komprimieren und zudem eine bessere Aufnahmequalität besitzen sind leider erst ab 800,-DM zu erwerben. Eine solche Karte konnten wir uns jedoch nicht leisten.

Um die mit unserer preiswerten TV-Karte aufgezeichneten Videos im Computer zu bearbeiten, benutzten wir die Software *Asymetrix DVP Capture 4.0*, mit deren Hilfe wir die Videos schnitten, das Format veränderten und den Speicherbedarf der Filme so niedrig wie möglich hielten. Die Videos sollten deshalb so klein sein, damit man sie als AVI-Datei auf eine Diskette kopieren kann. So können sich auch die Schüler, die keine TV-Karte besitzen unsere Videos unter Windows 95 anschauen.

Um jedoch unsere Videos fachgerecht auswerten zu können benötigt man das Shareware-programm *Galileo*. Wir fanden es auf einer CD, die der Zeitschrift *c't* von Mai 97 beilag. Mit dem Videoanalyzer-Programm *Galileo* kann man aus AVI-Filmen Meßwertpaare entnehmen und grafisch darstellen. Den so gewonnen Graphen können mathematische Funktionen überlagert werden um Theorie und Praxis miteinander zu vergleichen. Wie das funktioniert haben wir an eigenen selbsterstellten Beispielen gezeigt.

## 2. Die Idee

Wir kamen auf die Idee zu unserer Arbeit, als ein Freund von uns vor ein paar Jahren mit dem Thema 'Physik mit der Soundkarte' an Schüler-experimentieren teilnahm. Da stellten wir uns die Frage, ob man nicht mit einer Videokarte auch sehr interessante Versuche im Bereich der Physik durchführen könnte. Dies ist jedoch leichter gesagt als getan, denn solche Aufnahmen stellen sehr hohe Anforderungen an Hard- und Software. Da unsere finanziellen Mittel begrenzt waren, standen wir zuerst vor großen Problemen.

## 3. Die Hardware

Um Videofilme vom Videorecorder oder von der Videokamera in den Computer einzuspielen braucht man eine Videokarte. Man unterscheidet zwischen Videoschnittkarten und TV-Karten.

Videoschnittkarten sind sehr teure Karten (ab 800,- DM bis zu 7000,- DM). Diese Karten komprimieren automatisch die Filme je nach gewünschter Aufnahmequalität. Dies ist natürlich ein großer Vorteil, da unkomprimierte Videos sehr groß sind (22 MByte pro Sekunde). Sie haben natürlich auch eine bessere Software als die preiswerten TV-Karten und die mit ihnen aufgezeichneten Videos sind auch von deutlich besserer Qualität.

Die billigen TV-Karten (ca. 200-300,- DM) reichen jedoch für unsere Zwecke vollkommen aus. Wir bestellten uns bei *Conrad* die Win TV Karte von *Hauppauge*. Dies ist eine ganz gewöhnliche TV-Karte die nur 250,- DM kostete. Mit ihr konnten wir die Filme allerdings nur unkomprimiert in den Computer einspielen. In der Betriebsanleitung war aber angegeben, dass man mit der beigelegten Software diese Dateien kleinarbeiten kann.

Als Aufnahmegerät stand uns eine einfache tragbare Videokamera zu Verfügung. Mit ihr haben wir die in dieser Arbeit vorgestellten Aufnahmen gemacht.

## 4. Die Software

### 4.1 Windows 95 und AVI-Dateien

Die Fähigkeit des Programms *Windows 95* Videodateien im AVI-Format ohne weitere Zusatzprogramme abspielen zu können, kommt unserem Vorhaben sehr entgegen. Denn so kann jeder auch ohne Videokarte unsere digitalisierten Videofilme abspielen und auswerten. Abbildung 1 zeigt den AVI-Player von *Windows 95*.



Abb. 1: Der AVI-Player von Windows 95

## 4.2 Das Programm Asymetrix DVP Capture 4.0



Abb. 2: Das Programm Asymetrix DVP Capture 4.0

Zu unserer Videokarte gehörte das Programm *Asymetrix DVP Capture 4.0*. Mit ihm zeichnen wir unsere Versuche auf. Während den Aufnahmen werden an der unteren Leiste die Anzahl der Bilder und die Länge der Aufnahme dargestellt ( siehe Abb.2) . Außerdem kann man mit Hilfe der Capture Sequence Funktion die gewünschte Anzahl von Bildern pro Videosequenz einstellen. Die Video- und Soundqualität sowie das Format der Filme kann man innerhalb des Programms festlegen. Damit bestimmt man den Speicherbedarf des Filmes. Die Filme werden anschließend im AVI-Format abgespeichert.

### 4.3 Das Programm Galileo

Das Programm Galileo fanden wir auf einer CD der Zeitschrift *c't* von Mai 1997. Es war für unsere Zwecke ideal geeignet. Mit Hilfe dieses Programm konnten wir unsere Videos auswerten. Es ist ein Sharewareprogramm (Eine Spende wird bei häufiger Nutzung erbeten\*). Bald wird das Programm im *Klett-Verlag* erscheinen.

*\* Dieses Programm ist ein Shareware-Programm, darf aber zum Testen an Schulen weitergegeben werden, solange dies kostenfrei geschieht und das Paket unverändert bleibt. Bei ständiger Nutzung sollte ein kleiner Betrag (etwa 10 DM) unter dem Stichwort "Schule SriLanka" dem Autor per Postbrief zugeleitet werden. Mit diesem Geld werden die Sonntagsschule Hikkaduwa und damit die Kinder der Ärmsten unterstützt. Vorschläge und Spenden "Schule SriLanka" an P.Krahmer, Methfesselstr. 18, D 97074 Würzburg, Email: Krahmer@t-online.de*

Mit diesem Programm kann man das AVI-Video laden, auf den richtigen Ablauf (ohne Anfang und Ende) fixieren und kalibrieren (1 m - Strecke und Nullpunkt angeben). Dann verfolgt man mit der Maus den Ablauf der Bewegung. Man klickt den bewegten Körper am Anfangspunkt an und das erste Wertepaar wird in die Tabelle und in die Grafik eingefügt. Dann scrollt man mit dem ersten Balken ein Bild weiter und klickt die nächste Position des bewegten Körpers an. So fährt man fort, bis der ganze Bewegungsablauf erfaßt ist (siehe Abbildung Nr. 6 ).



Abb. 3: Das Programm Galileo

## 4.4 Datentransport

Die Videofilme, die wir auf die Festplatte speicherten, benötigten sehr viel Speicherplatz. Da unsere TV-Karte die Filme nicht automatisch komprimiert, mußten wir uns eine Möglichkeit ausdenken um die Videos so klein wie möglich zu machen, da Lehrer die Videos sicherlich auf einer einzigen Diskette speichern wollen, um sie an Schüler weiterzugeben. Wir hatten leider keinen CD-Brenner zu Verfügung um die Videos auf CD zu brennen, das wäre die beste Lösung für unser Problem gewesen, da fast jeder Schüler der einen PC besitzt, auch ein CD-Laufwerk besitzt. Wir konnten die Videos auch nicht auf eine Zip-Diskette spielen, da nur wenige PC-Besitzer auch ein Zip-Laufwerk besitzt.

Am praktischsten ist es also ein Video auf eine Diskette zu speichern. Dieses Problem schien für uns erst unlösbar. Nach mehreren Versuchen fanden wir jedoch eine brauchbare Lösung. Wir nahmen unsere Filme mit dem *Programm Asymetrix Capture 4.0* auf, da dieses Programm eine Funktion hat, mit der man einstellen kann, wie viele Bilder das Video enthalten soll. Wir stellten zuerst 60 Bilder ein. So nahmen wir das erste Video auf. Dann guckten wir unter Windows die Größe des Videos nach. Es war viel zu groß für eine Diskette. Wir nahmen nun das gleiche Video noch mal auf. Nun stellten statt dem 24-Bit-Color-Modus einen geringeren ein. Zusätzlich stellten wir noch den Sound aus und veränderten das Format des Videos in der Größe. Nun nahmen wir nahmen wieder 60 Bilder auf und wir bemerkten eine große Veränderung. Das Video war nun erheblich kleiner und die Qualität litt nur wenig darunter.

Das Video war aber für eine Diskette trotzdem noch ein wenig zu Groß. Wir probierten weiter und kamen zu dem Ergebnis, dass 55 Bilder auf eine Diskette passen. Somit war unser größtes Problem gelöst.

## 5. Selbsterstellte Aufnahmen zum Themenbereich Mechanik

### 5.1 Aufnahmegrenzen



Abb. 4: *Wie viele Bilder nimmt die TV-Karte pro Sekunde auf?*

Nicht nur die Speicherkapazität einer Diskette stellte eine Aufnahmegrenze da. Um zu wissen wie viele Bilder pro Sekunde unsere Videokarte darstellen kann, nahmen wir eine Uhr für genau eine Minute auf. Dann teilten wir die Anzahl der Bilder durch die Länge des Filmes (60s). Unser Ergebnis lag bei 12 Bildern pro Sekunde. Da eine Diskette maximal nur 55 Bilder speichern kann, können wir einen 4-5 Sekunden langen Film auf einer Diskette abspeichern.

Da unsere Videokarte also nur 12 Bilder die Sekunde aufnehmen kann, können wir keine schnellen Bewegungen auf kurzer Strecke filmen. Ein Freier Fall zum Beispiel aus 1m Entfernung ergibt keinen Sinn.

## 5.2 Die ersten Aufnahmen

### 5.2.1 Atombombe

Falls ein Lehrer keine Videokamera besitzt, kann er auch die Videosequenzen eines Videofilms für den Schüler auf Diskette kopieren. Wie in unserem Beispiel die Wirkung der Atombombe.

Hierzu könnte die Aufgabenstellung folgendermaßen lauten:

Beschreibe die Wirkung einer Atombombe. Wie weit war das Haus von dem Zentrum der Bombe entfernt?

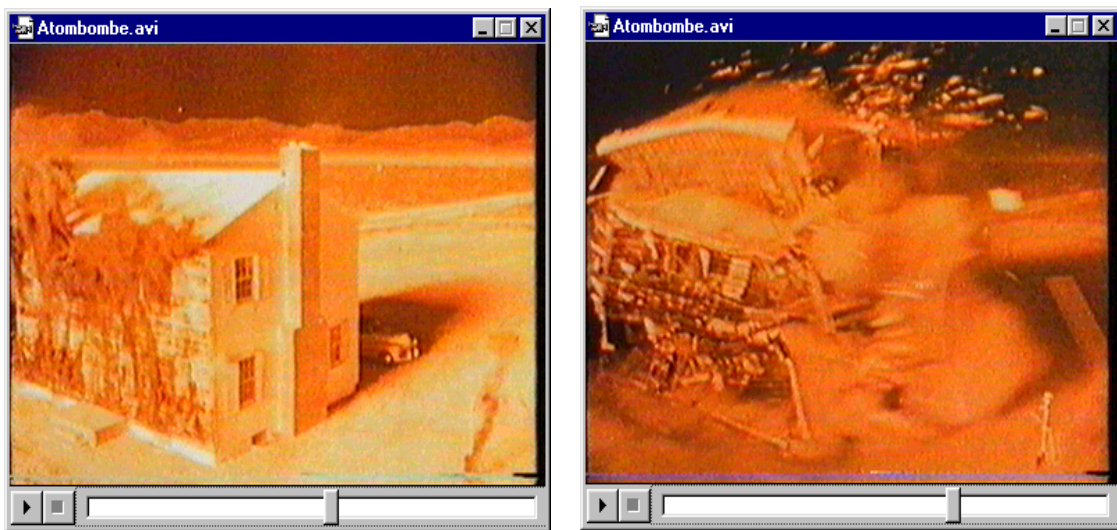


Abb. 5: Die Wirkung einer Atombombe

### 5.2.2 Senkrechter Wurf

Beim senkrechten Wurf nach oben mußten wir auf die Entfernung zwischen Kamera und Versuchobjekt achten. Wir wählten 8 m Abstand. Dann achteten wir beim Versuch darauf das der Ball nicht aus dem Sichtfeld der Kamera geschmissen wurde.

Wir werteten dieses Video mit Hilfe Galileo aus. Die Auswertung kann man Abbildung 6 entnehmen.

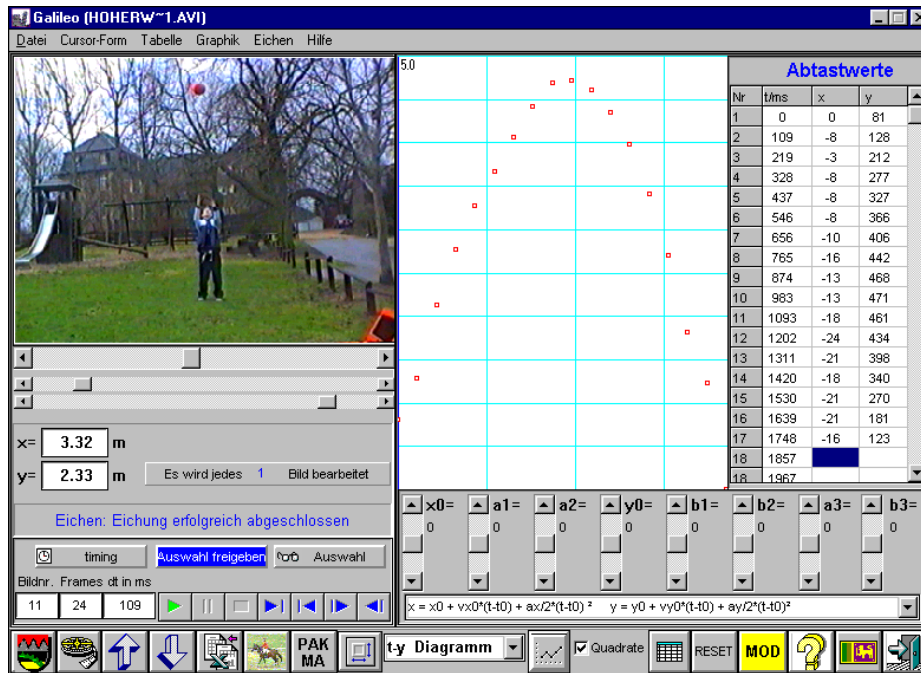


Abb. 6: Das Programm Galileo

### 5.2.3 Fahrbahnversuch

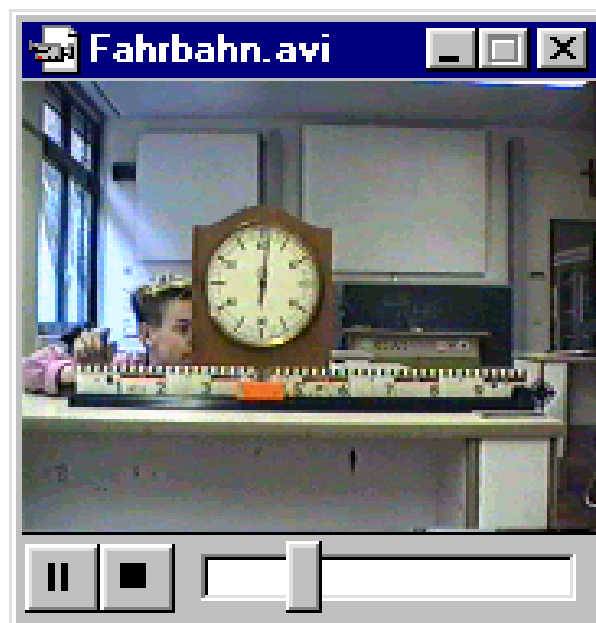


Abb. 7: Fahrbahnversuche

Auf einer 1 m langen Strecke haben wir bei diesem Fahrbahnversuch den Wagen durch ein kleines Gewicht beschleunigt. Der Wagen selber wurde auch durch ein Gewicht beschwert. Die Beschleunigungsparabel haben wir ebenfalls mit Hilfe Galileo ausgewertet.



## 5.2.4 Spektrum



Abb. 8: Das Spektrum einer Leuchtstofflampe

Ein weiteres Plus unserer TV-Karte-Programme ist ihre Fähigkeit, auch Einzelbilder zu erstellen. Die obige Abbildung zeigt das von uns aufgenommene Spektrum einer Leuchtstofflampe.

## 6. Ausblick

Die bis jetzt beschriebenen Versuche sind zwar noch nicht perfekt, sie haben uns aber Mut gemacht auf diesem Wege weiterzugehen. Wir wollen versuchen bei weiteren Experimenten die Aufnahmequalität weiter zu verbessern. Versuche die wir für die Zukunft geplant haben sind:

- Fahrbahnversuche zur Impulserhaltungssatz
- Pendelversuche
- Nebelkammeraufnahmen
- Brownsche Molekularbewegung

## 7. Literatur

Hilgefort, Ulrich      Feinschnitt, Digitale Videoschnittlösung für Personalcomputer  
aus *c't* 11/1996 Seite 208

Ehrmann, Stephan      Leckerbissen, Shareware, Freeware und Puplic-Domain-Software für  
Windows, MacOS, Linux, DOS und OS/2  
aus *c't* 6/1997 Seite 182