

Physikversuche mit dem Handy

Gliederung

1. Kurzfassung
 2. Einleitung
 3. Auswahl des richtigen Handys
 4. Schülerumfrage
 5. Physikexperimente mit dem Handy
 - 5.1 Das Handy als Stoppuhr, Countdowntimer und Taschenrechner
 - 5.2 Die Messung der Schallgeschwindigkeit
 - 5.3 Spektralanalyse
 - 5.4 EM-Wellen
 6. Entwicklung einer Schulsoftware für das Handy
 - 6.1 Planung
 - 6.2 Umsetzung
 7. Ausblick
-

1. Kurzfassung

Die Technik im elektronischem Zeitalter entwickelt sich immer schneller. Gestern begrüßte uns noch das Fräulein vom Amt, heute klingelt an jeder Ecke das Handy und morgen passt der ganze PC in unsere Westentasche.

Fasziniert von dieser Entwicklung habe ich versucht, auf den Zug aufzuspringen und diesen Traum, was den schulischen Bereich angeht, schon jetzt wahr zumachen. Nach meinen Ideen führen Schüler einen Großteil der Physikexperimente ausschließlich mit ihrem Handy durch und verknüpfen dadurch die einzigartigen Vorteile des Handys mit den üblichen Messmethoden der Physik. Daraus wird Physik für jedermann (der ein Handy hat)! Dass das tatsächlich möglich ist, habe ich an mehreren Tests und Beispielexperimenten gezeigt. Durch meine Umfrage fand ich heraus, das genügend Schüler hochentwickelte Handys haben, um den Physikunterricht praxisnäher und moderner zu gestalten. Ich will zeigen, dass man mit dem Handy mehr machen kann, als zu telefonieren. Ich habe entdeckt, dass es mittlerweile zu einem hervorragendem Instrument geworden ist, um Versuche zu analysieren, zu verarbeiten oder die Ergebnisse zu versenden.

Um diese Entwicklung voranzutreiben und einen echten eigenen Beitrag zu leisten, habe ich die Handy-Software **MobilePhysics** entwickelt, welche das Handy zum Vielzweck-Instrument der Physik macht. Was früher niemand erahnt hat, ist jetzt Wirklichkeit geworden. Schüler können mit ihrem Handy und meinem Programm **MobilePhysics** nun Spannungen messen, Geräusche aufzeichnen und grafisch darstellen. Außerdem ist es möglich, Messergebnisse direkt am Messort im Diagramm darzustellen und zusätzlich können Physikversuche im Handy zu simuliert werden. Da wir für die Kosten unserer Mobiltelefone selbst aufkommen, werden Schulen durch meine Idee finanziell entlastet, was in Zeiten knapper öffentlicher Mittel natürlich sehr willkommen ist.

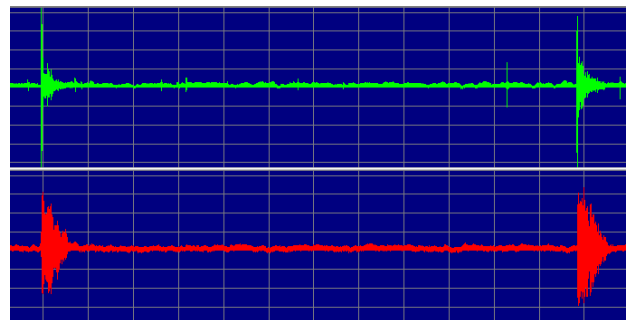
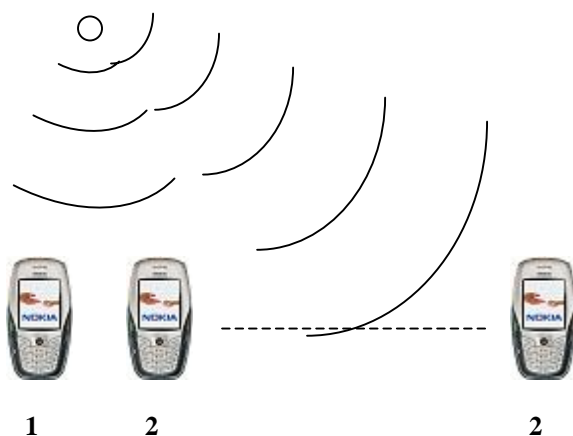
2. Einleitung

Das Handy hält mehr und mehr und Einzug in unsere Gesellschaft und ist mittlerweile nicht mehr aus unserem Alltag wegzudenken. Noch vor zehn Jahren hätte niemand ernsthaft geglaubt, dass Handys das Leben von uns Menschen, besonders von Jugendlichen, so enorm beeinflussen würden. Sie bieten gegenüber dem normalen Telefon ungeahnte Vorteile. Das wird jeder bestätigen dem schon mal die Telefonkarte ausgegangen ist, dem bei weiten Ausflügen oder nachts mulmig wurde, oder der einfach Langweilige hatte und sich mit seinen Freunden unterhalten wollte. Handys haben uns mehr Sicherheit und Mobilität verschafft. Dabei vergessen viele, dass sie sich seit Anfang der Neunziger extrem weiterentwickelt haben und längst nicht mehr nur das mobile Telefon sind, das sie mal waren. Heutzutage ist jedes neue Handy mit Techniken wie Videokamera, Internet&E-Mail oder Bluetooth (drahtlose Datenübertragung) ausgestattet und kann es, von der Rechenkraft her, mit einem PC der neunziger Jahre aufnehmen.

Da fast alle Schüler ein Handy haben, lag es nahe, die Funktionalität auch für die Schule auszunutzen und damit den Physikunterricht für uns Schüler praxisnäher zu gestalten. Machen wir mal ein konkretes Beispiel:

In der heutigen Physikstunde der Klasse 10a will Herr Maier die Schallgeschwindigkeit messen. Dazu lässt er die ganze Messapparatur, also Mikrofon, Lautsprecher, elektronische Uhr oder den Computer von zwei Schülern aufbauen und der Rest der Klasse steht daneben und sieht zu wie das Experiment gelingt und die Schallgeschwindigkeit 323,3m/sek. in der Luft beträgt.

In der Nachbarklasse 10b bei Herrn Müller sieht das anders aus. Er will, genau wie Herr Maier, ebenfalls die Schallgeschwindigkeit messen, tut das jedoch mit völlig anderen Mitteln. Zunächst teilt er alle Schüler in eine 2er,3er oder 4er Gruppe ein, die dann, jede für sich, selbstständig arbeitet. Weil heutzutage fast alle Schüler Handys haben, lassen sich pro Gruppe immer zwei geeignete Handys auftreiben. Zunächst legt man beide Handys so dicht wie möglich nebeneinander und erzeugt in der Nähe einen lauten Knall, während beide Handys auf „Aufnahme“ gestellt sind. Jetzt trägt man das zweite Handy zwei bis drei Meter weiter weg und erzeugt noch mal einen lauten Knall. Beide nehmen immer noch auf! Der zweite Knall kommt am zweiten Handy später an als am ersten.(Abb. 2.0).



Die zwei Geräuschkurven auf dem PC.

Zuerst ist der Abstand der beiden Handys gleich, doch dann entfernt man das zweite Handy von der Geräuschquelle.

Dieser Versuch wird nun mehrere Male wiederholt und jedes Geräusch wird einzeln abgespeichert. Dabei kann es natürlich vorkommen, dass der Versuch nicht gelingt, weil z.B. der Abstand zu groß oder das Geräusch zu leise war. Weil die Schüler diesen Fehler selber

machen, müssen sie auch selber auf die Lösung kommen und lernen dadurch effektiver. Am Ende des Experimentes lassen sie sich auf dem Display die Geräuschkurve mit Zeitachse (Abb. 2.1) anzeigen und können so ganz leicht den Laufzeitunterschied des Schalls, und damit die Schallgeschwindigkeit, ablesen (dabei diene das erste Geräusch zum synchronisieren). Das Ergebnis senden sie dann via Bluetooth kostenlos auf den Lehrer-PC. Auf diese Weise bekommt Herr Müller von jeder Gruppe alle Ergebnisse zugesandt, die er dann in Excel grafisch darstellen kann. Nehmen wir an es gibt zehn Gruppen von denen jede den Versuch fünf mal durchführt. Dadurch hat diese Klasse einen Durchschnitt von 50 Messergebnissen zur Verfügung und erhält damit ein wesentlich genaueres Ergebnis. So kommt die Klasse 10b auf eine Schallgeschwindigkeit von 331,7m/sek. in der Luft, was dem realen Wert von 334m/sek. schon sehr viel näher kommt.

An diesem Beispiel wird klar, dass das Handy mehr bietet als herkömmliche Messinstrumente. Dadurch, dass das Handy viele Versuche vereinfacht, können viel mehr Experimente von allen Schülern durchgeführt werden, was natürlich die Lerneffizienz steigert. Außerdem zeigt das Beispiel, dass das Handy den Computer ersetzt, wenn es darum geht Messergebnisse (z.B. die o.g. Geräuschkurve) darzustellen, abzuspeichern, zu verändern oder zu versenden. Dabei kann es noch viel mehr: Es ist kein Problem, Versuche draußen oder zu Hause durchzuführen. Das schafft natürlich Raum für neue Experimente, die speziell für draußen gedacht sind. Auch könnte der Lehrer das Experimentieren zur Hausaufgabe machen. Schüler könnten ihre Versuchsergebnisse von zu Hause per Internet oder E-Mail zum Lehrer schicken.

In meiner Arbeit versuche ich, vieles davon möglich zu machen und das Handy möglichst weit in den Unterricht zu integrieren. Dabei teste ich einerseits die Eigenschaften des Handys, um herauszufinden wie gut es das kann was es können soll und zeige andererseits praxisnahe und typische Beispielexperimente mit dem Ziel das Mobiltelefon als Alternative glaubwürdig zu machen. Als weiteres Ziel habe ich mir gesetzt eine Schulsoftware zu entwickeln, die das Experimentieren mit dem Handy stark vereinfacht. So soll das Programm das Handy voll auf den Physikunterricht ausrichten und das Handy zum Vielzweckmessinstrument machen.

3. Auswahl des richtigen Handys

Da ich selber kein Handy besaß, musste ich mir für dieses Projekt eins anschaffen. Wenn man vorher kaum Erfahrungen mit Handys hat, verliert man automatisch den Überblick über die riesige Auswahl am Markt. Also hatte ich mir eine Liste von den Kriterien zu machen, die das Handy aufweisen muss, um alle Experimente zufriedenstellend durchzuführen:

- Videokamera mit 65536 Farben und 640x480 Pixel Auflösung
- Großes Display
- Bluetooth
- Infrarot
- Internet&E-Mail
- Aufnahmefunktion
- Symbian 7.0 Betriebssystem
- Preis unter 200€

Das Hauptproblem war sicherzustellen, dass das Betriebssystem dem Programmierer erlaubt auf die Schnittstellen Videokamera, Mikrofon, Infrarot und Bluetooth zuzugreifen. Denn ich wollte ja auch eine Schulsoftware für das Handy programmieren und dazu musste ich absolut

sicher sein, dass das Betriebssystem geeignet ist; schließlich kann man nicht einfach 200€ in den Sand setzen.

Nun ist es so, dass sich die Programmierung für Handys extrem von der von PCs unterscheidet. Man kann nicht einfach so ein Windows-Programm auf ein Handy portieren, sondern muss es komplett umgestalten. Da ich mich nur mit Windows-Programmen auskannte, musste ich mich in die verschiedenen Handy-Betriebssysteme einarbeiten, um herauszufinden, ob sie die o.g. Schnittstellen unterstützen. Das hat sehr viel Zeit und Nerven gekostet. Erschwerend kam noch hinzu, dass Hersteller wie Sony Ericsson mehrere APIs (Teile des Betriebssystems) nicht freigegeben. Das bedeutet, dass der Programmierer die Kamera oder das Mikrofon in seinen Programmen nicht ansteuern kann, obwohl das BS es unterstützt. Nach langer Recherche bin ich dann auf ein Handy gestoßen, das für meine Zwecke wie geschaffen war.

Das Nokia 6600:

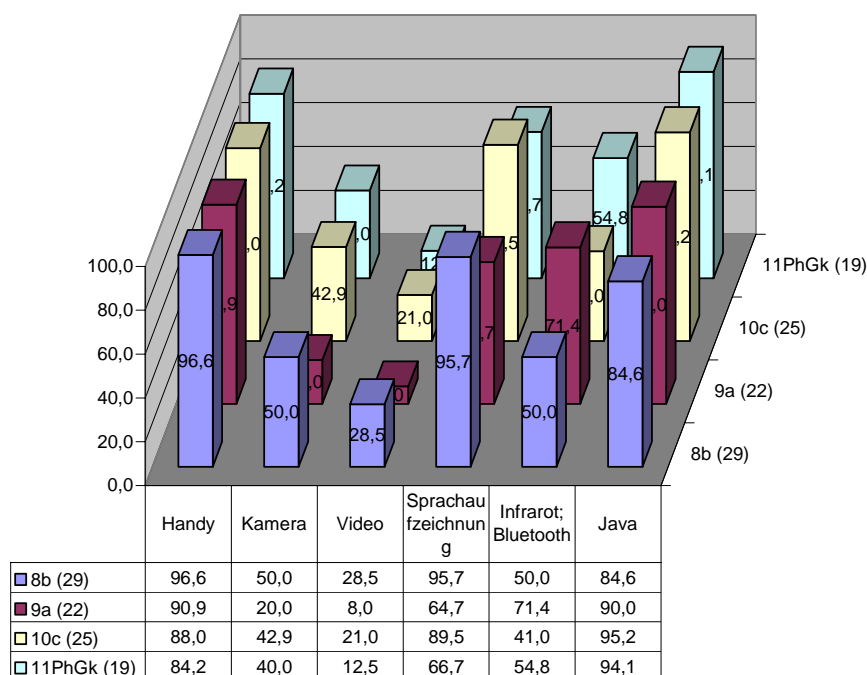
Es bietet alle o.g. Kriterien und ist sehr verbreitet. Ich konnte es bei eBay für 199€ erwerben.

Man darf jetzt nicht denken, man könne nur die neuesten Handys für den Schulunterricht gebrauchen. Ein Großteil der Versuche lassen sich auch mit älteren Mobiltelefonen durchführen. Man braucht ja nicht immer eine Kamera oder Infrarot. Ich habe mich nur für dieses Handy entschieden, weil ich an ihm nichts vermisste und sicher sein kann, dass damit alle Versuche theoretisch funktionieren dürften.

4. Schülerumfrage

Für meine Idee ist es wesentlich, dass genug Handys zur Verfügung stehen, um alle Schüler selbst experimentieren zu lassen. Es bringt nichts, wenn sich pro Klasse nur fünf geeignete Handys finden, weil es dann keinen Vorteil mehr bringt, auf herkömmliche Methoden zu verzichten. Um herauszufinden, ob sich meine Idee überhaupt lohnt oder sie nur unter bestimmten Rahmenbedingungen richtig funktioniert, musste ich wissen, wie viele Schüler ein Handy haben und wie diese ausgestattet sind. Was lag da näher als eine Umfrage an meiner Schule zu starten?

Auswertung der Schülerumfrage (95 Schüler)
JA-Antworten in Prozent



8b (29) 9a (22) 10c (25) 11PhGk (19)

Dabei stellte sich heraus, dass 90,5% aller Schüler ein eigenes Handy besitzen. Mein Projekt war fürs erste gerettet! Jetzt ging es darum die Ausstattung der Handys zu überprüfen, wobei sich herausstellte, dass sie sich je nach Stufe ziemlich unterscheidet. Wie man sieht besitzen, die jüngeren Klassen die meisten Handys, was bedeutet, dass die Handyverbreitung zunimmt. Außer der 9. Stufe sind 40-50% der Handys mit Kameras ausgestattet. Eine Sprachaufzeichnung ist bei 60 bis 80% gegeben. Das bedeutet, dass 2er oder 3er Gruppen ausreichen um alle Schüler am Experiment teilnehmen zu lassen. Damit sind die wichtigsten Voraussetzungen für erfolgreichen Physikunterricht mit dem Handy vorhanden. Mit dieser positiven Rückmeldung war ich sicher, dass sich mein Projekt lohnen würde.

5. Physikexperimente mit dem Handy

5.1 Das Handy als Stoppuhr, Countdowntimer und Taschenrechner

Die Stoppuhr wird bei zahlreichen Physikexperimenten gebraucht, um die Zeit von physikalischen Vorgängen zu messen. Leider musste ich an meiner Schule feststellen, dass ich bestimmte Versuche nicht durchführen konnte, weil sich keine funktionierende Stoppuhr auftreiben ließ. Die mechanischen Stoppuhren waren verschwunden und in den verbliebenen beiden digitalen Stoppuhren waren die Batterien leer.

Zum Glück besitzen aber fast alle Schüler Handys mit einer Stoppuhrfunktion, die, laut Hersteller, eine Genauigkeit von bis zu einer Millisekunde aufweist. Um diese Genauigkeit im praktischen Schulalltag zu garantieren und damit eine echte Alternative zur klassischen Stoppuhr anzubieten, habe ich einen Versuch mit verschiedenen Handys und einem normalen Zeitnehmer durchgeführt und die Ergebnisse verglichen.




Mechanische Stoppuhr(Leybold)	Digitale Stoppuhr(Leybold)	Handy(Siemens S35i)
		
Funktionen: -Start -Stopp -Reset	Funktionen: -Start -Stopp -Reset	Funktionen: -Start -Stopp -Reset -Anzeige Zwischenzeit -Speichern von beliebig vielen Zeiten* -Countdown mit Alarm**
Genauigkeit: 1/20 sek.	Genauigkeit: 1/100 sek.	Genauigkeit: 1/1000 sek.

Tabelle 1: Im Gegensatz zu klassischen Stoppuhren bietet das Handy zusätzliche Funktionen und eine höhere Genauigkeit.

*Eine Messung kann mehrfach wiederholt werden und anschließend wird der Mittelwert der Zeit bestimmt.

**Aufnahme von Messwerten in gleichen Zeitabständen z.B. beim Abkühlen einer Flüssigkeit.

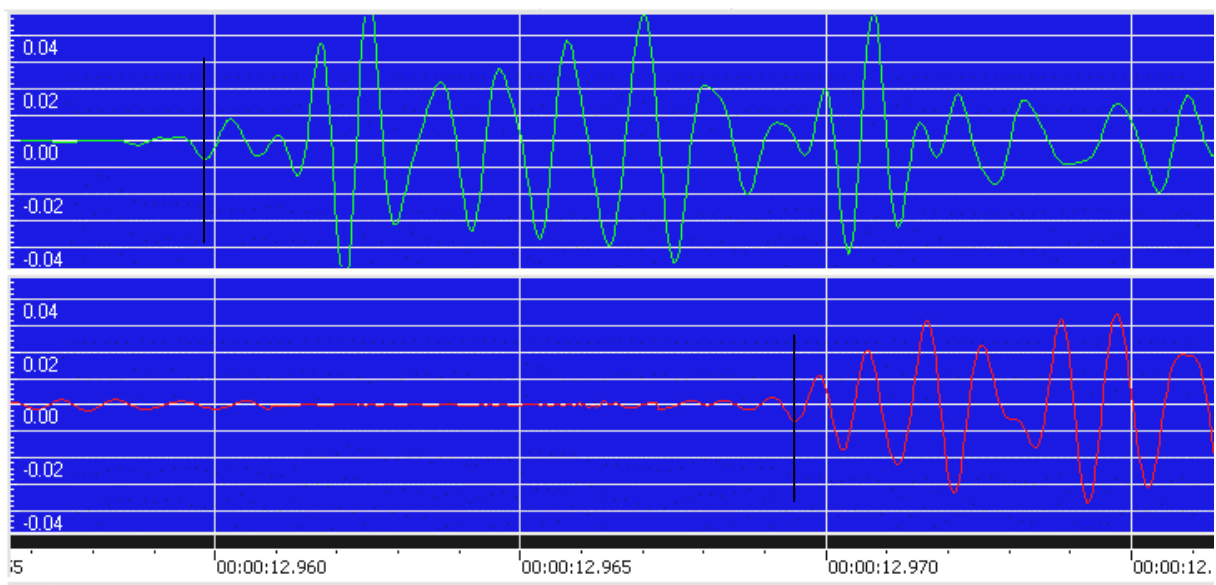
Der Taschenrechner ist eines der Funktionen des Mobiltelefons, die einem in bestimmten Situationen gerade recht kommen. Der Taschenrechner rundet des Handys Funktionalität ab und trägt dazu bei, dass wir in Zukunft nur noch eine statt tausend Sachen mit uns herumschleppen müssen. Die Funktionen beschränken sich meist auf die vier Grundrechenarten, Wurzelziehen, Prozentrechnung und eine Zwischenspeicherstelle.

Die Countdownfunktion kann sich als sehr nützlich erweisen, wenn man in bestimmten Zeitabständen an etwas erinnert werden will. Man gibt einfach die gewünschte Zeit ein und es ertönt ein Ton, sobald sich die Sekunden der Null nähern.

5.2 Die Messung der Schallgeschwindigkeit

Wie wir gerade gesehen haben, sind die Mikrofone der Handys nicht gerade der letzte Schrei. Ob sie nicht doch noch zu irgendwas zu gebrauchen sind, wollte ich jetzt herausfinden. Die Messung der Schallgeschwindigkeit ist der Hinsicht ein geeigneter Versuch, da hier die Empfindlichkeit des Mikrofons eine Bedeutung bekommt. Außerdem darf es nicht zu träge reagieren, weil die Schallwellen sehr laut ankommen und sehr kurz sind. Wenn die Geräuschkurve durch die Trägheit geglättet wird, würde der Messfehler zu groß werden, weil man dann nicht klar erkennen könnte wann die Schallwellen ankämen.

Die Messung habe ich mit zwei Handys durchgeführt. Dem Siemens s35i und dem Nokia 6600. Mit einem Lineal habe ich einen lauten Knall erzeugt, der von beiden Handys *gleichzeitig* an, da sie nebeneinander standen. Danach nahm ich mein Nokia 6600 und stellte es 3,52m weiter weg. Dann erzeugte ich zweiten Knall der zu *verschiedenen* Zeitpunkten die Handys erreichte. Beide Handys standen die ganze Zeit auf Aufnahme. Aus der Differenz von diesem Endpunkt und dem Startpunkt konnte ich den Laufzeitunterschied des Schalls berechnen.



Goldwave Screenshot: Zu sehen ist der zweite Knall (oben s35i unten 6600), der unterschiedlich lange gebraucht hat. Man sieht, dass es ungefähr 10ms Laufzeitunterschied sind.

Anhand der gegebenen Zeit und der gegebenen Strecke konnte ich nun v_{Schall} berechnen:

$$v_{\text{Schall}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3,52\text{m}}{0,01038\text{s}} \approx 339,1\text{ms}^{-1}$$

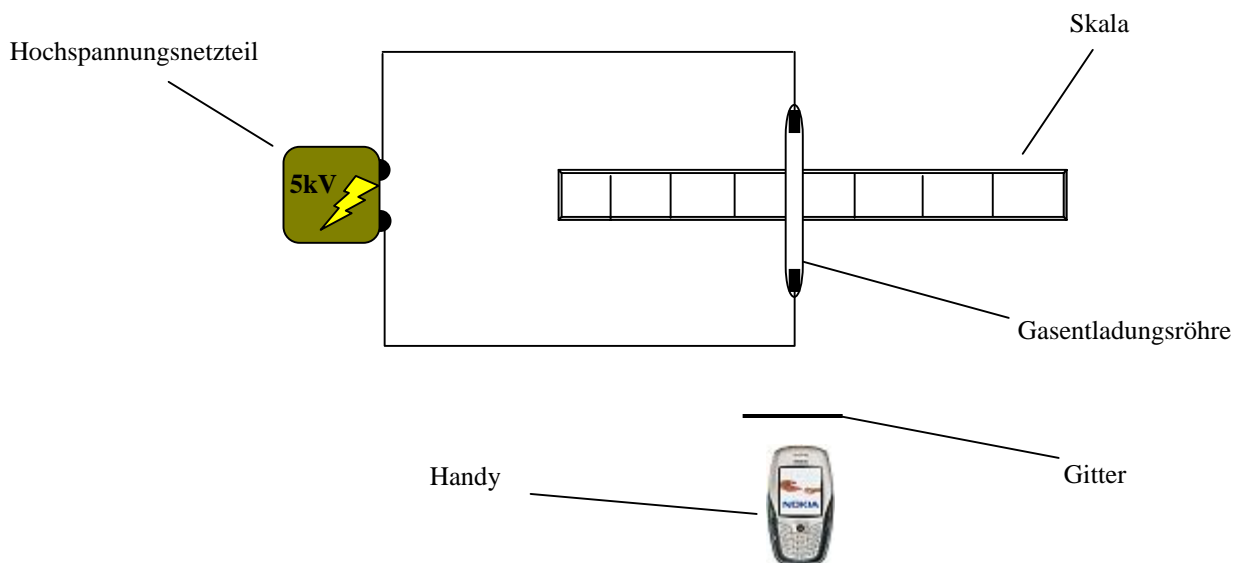
Der Literaturwert liegt bei ca. 343m/s in der Luft bei 20°C.

Da ich nicht völlig daneben lag, kann man sagen, dass sich das Mikrofon für die meisten Physikversuche gebrauchen lässt. Was ich auf jeden Fall erreicht habe, ist ein unkomplizierter Datenlogger für den Computer. Es lassen sich ohne Vorbereitungen Audiodaten gleichzeitig auf mehrere Rechner übertragen. Ein wesentlicher Vorteil ist jedoch, dass das Handy sehr viele Audiodateien speichern kann. Damit lassen sich Versuche auch draußen durchführen (oder zu Hause) und man erhält dadurch neue Experimentiermöglichkeiten die man mit dem normalen gebundenen Mikro, in der Schule, nie hätte.

5.3 Spektralanalyse

Kameras heutiger Handys liefern detaillierte und quasi verzerrungsfreie Aufnahmen, die dann ausreichend analysiert werden können. Um diese These in der Praxis zu beweisen, suchte ich mir ein Experiment aus, bei dem Verzerrungsfreiheit und hohe optische Auflösung eine große Rolle spielen.

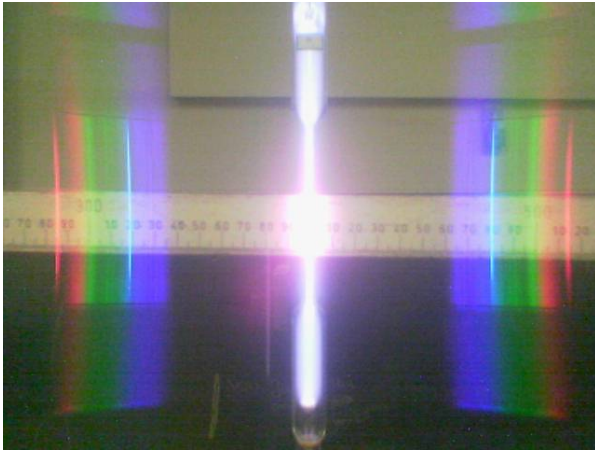
Bei diesem Versuch ging es darum die Spektrallinien zweier Gase mit dem Handy aufzunehmen um sie dann zu bestimmen. Im Grunde ein simpler Versuch, der jedoch zeigt was die Kamera kann und was nicht.



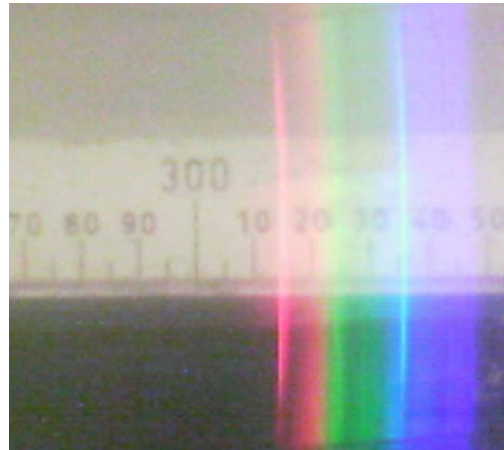
Versuchsaufbau zur Spektralanalyse

In der Gasentladungsröhre wird das Plasma des Gases gezündet und beginnt zu leuchten. Das Gitter besitzt 5750 Linien pro cm und zerlegt das Licht der Gasentladungsröhre in die Spektrallinien. Diese Linien erscheinen links und rechts von der Röhre und können vom Handy fotografiert werden.

Hier sieht man die Aufnahme des Nokia 6600 von den Spektrallinien eines bekannten Gases:



Die verräterischen Linien rot und blau deuteten ganz klar auf Wasserstoff hin.



Nahaufnahme des H₂-Spektrums

Dass es sich hierbei um Wasserstoff handeln muss, erkennt man an der für Wasserstoff typischen roten und blauen Linie. Aber man sieht nicht nur diese Linien, sondern auch den Maßstab. Das erlaubt es, die Wellenlänge jeder Linie zu bestimmen (als Beispiel habe ich die rote Linie gemessen):

$$c = 25\text{cm} \quad \frac{g \cdot \sin \alpha_k}{k} = \lambda$$

$$a = 8,5\text{cm}$$

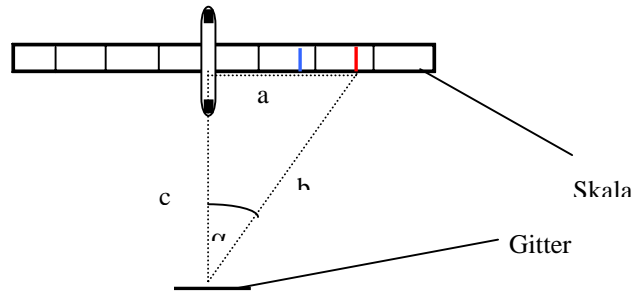
$$\sin \alpha_k = \sin \left(\tan^{-1} \left(\frac{8,5\text{cm}}{25\text{cm}} \right) \right)$$

$$g = \frac{0,01\text{m}}{5750} \approx 1,739130 \cdot 10^{-6} \text{m}$$

$$k = 1$$

$$\lambda = 1,739130 \cdot 10^{-6} \text{m} \cdot 0,321902 \approx$$

$$559,8 \cdot 10^{-9} \text{m}$$



Wobei g die Gitterkonstante des Gitters ist, k die Nummer des Maximums und λ die Wellenlänge. Der Literaturwert von λ ist 565nm.

Da die Wellenlänge erfolgreich bestimmt wurde, kann man sagen, dass die Handy-Kamera für viele Physikversuche ein geeignetes Instrument ist, da sie mittlerweile über eine beachtliche Auflösung verfügt und ausreichend verzerrungsfreie Bilder erzeugt. Experimentiert man allerdings im professionellen Stil, sollte man, zur Zeit noch, zu einer hochauflösenden Kamera greifen, da auch die Handy-Kamera ihre Grenzen hat.

Für den schulischen Unterricht reicht das Handy aber allemal aus; vor allem weil es das beste Preis-leistungs- Verhältnis bietet. Es müssen eben nicht immer die teuersten Messgeräte sein.



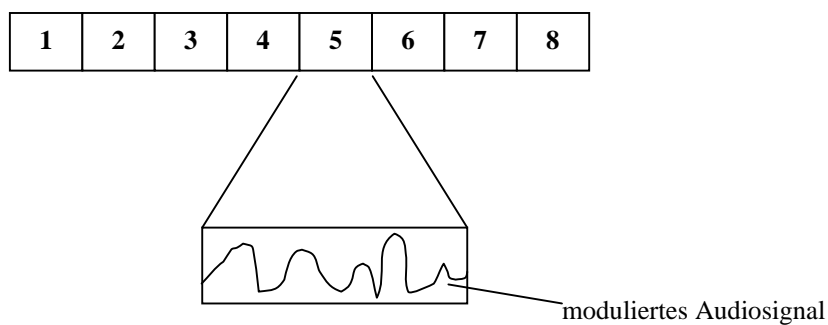
Straßenlaterne mit Kreuzgitter.

Es geht auch einfacher. Hier sieht man das besondere Spektrum einer entfernten Natriumdampfhochdruck Laterne, aufgenommen mit einem Spielzeug-Kreuzgitter und Nokia 6600.

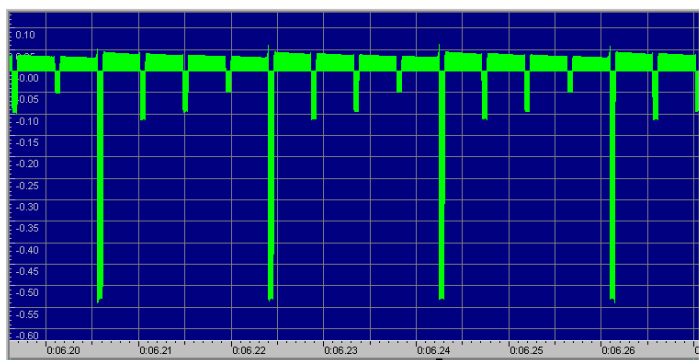
5.4 EM-Wellen

Wenn eine Hand voll Leute drahtlos miteinander kommunizieren wollen, reicht es aus wenn sie sich über normale Funkgeräte verständigen, die das Gespräch analog übertragen. Sobald es jedoch mehr und mehr werden, wird der Platz auf dem Frequenzband immer enger und irgendwann kann niemand mehr telefonieren. Also haben sich die Jungs von den Netzbetreibern was einfallen lassen: Sie digitalisieren zuerst die Sprache, komprimieren sie und senden sie dann in kleinen Häppchen oder Paketen zum Empfänger. Diese Pakete werden dort zusammengefügt, dekomprimiert und schließlich wiedergegeben.

Noch mal langsam: Das Handy arbeitet nach dem weltweit verbreitetem GSM (Global System of Mobile Communication) Funksystem. Nach dem Einschalten sucht es ständig nach der günstigsten Basisstation. Diese teilt dem Handy ihre verfügbaren Frequenzen und diejenigen der benachbarten Stationen mit und fordert es zur Authentifizierung auf. Danach erhält es einen Identifikations-Code. Ihm stehen von 890 MHz bis 915 MHz 124 Sendefrequenzen im Abstand von 200 kHz zur Verfügung. Damit wären bei normaler FM-Modulation zeitgleich nur 124 Verbindungen über eine Basisstation möglich. Deshalb sendet und empfängt ein Handy nur in kurzen „Zeitschlitz“ von $577\mu\text{s}$ Dauer, und zwar in jedem 8. Zeitschlitz. Also bleiben noch sieben Zeitslitze übrig, die von anderen Handys genutzt werden können.



Um das Signal sichtbar zu machen, habe ich eine Antenne konstruiert, die das Handysignal empfängt und an den Audioeingang weiterleitet. Die Zeitslitze konnten so schön sichtbar gemacht werden:



Das Handy sendet nur in jedem 8. Zeitschlitz und schafft so Platz für sieben weitere Handys, die auf derselben Frequenz senden können.



Die Antenne mit Handy.

Die Länge der Länge der Antenne errechnet sich mit folgender Formel:

D-Netz 0,9 GHz

E-Netz 1,8 GHz

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}}{0,9 \cdot 10^9 \text{ Hz}} \approx 0,3333 \text{ m} \triangleright \lambda / 2 = 16,7 \text{ cm}$$



6. Entwicklung einer Schulsoftware für das Handy

6.1 Planung

Bis jetzt hat das Handy gezeigt, was es von sich aus leisten kann, d.h. ohne Hilfsprogramme, die es für den schulischen Unterricht optimieren würden. Es hat bewiesen, dass es möglich ist Computer, Videokamera, Mikrofon, Infrarot usw. zu einem Gerät zu machen. Dieses Gerät, so hat sich gezeigt, ist gut genug um viele (teure) Einzelgeräte zu ersetzen, die ihren festen Platz in der Physik haben. Zudem genießt es großes Ansehen bei uns Schülern und wir tragen es immer bei uns.

Dabei ist es doch gar nicht für die Schule entwickelt worden. Klar, dass es da Verbesserungswünsche gibt! Es wäre z.B. schön, wenn man nicht diesen Irrgarten von Menüverzweigungen hätte und nicht tausend Knöpfe drücken müsste, nur um einen Sound aufzunehmen. Außerdem kann man beispielsweise bei der Videoanalyse die Videos nur auf dem PC analysieren, weil die Zeitachse fehlte. Wie bequem wäre es Videos und Sounds direkt auf dem Handy zu untersuchen!

Für all diese, mehr oder weniger wichtigen Verbesserungen, habe ich ein Programm entwickelt, das das Handy gezielt auf den Physikunterricht optimiert.

Bevor ich jedoch anfing die erste Codezeile in die Tastatur zu tippen, machte ich einen Plan, in dem genau festgelegt war, wie das Programm später aussehen und welche Aufgaben es haben sollte, was es also können muss. Für meine Schulsoftware *MobilePhysics* habe ich mir vorab folgendes vorgenommen:

- Unkomplizierte Bedienung
- Diagrammdarstellung von Messwerten
- Schnelle Messwertübertragung zum Lehrer-PC
- Grafische Darstellung von Audioaufnahmen
- Messen einer elektrischen Spannung
- Simulation von Physikversuchen

Eine Software erweitert die Möglichkeiten des Handys erheblich, weil sie es möglich macht die Schnittstellen (Kamera, Mikrofon) zu verschiedenen Zwecken zu nutzen und sehr vielfältig einzusetzen. Das Handy kann damit so viel, das man gar nicht weiß womit man zuerst beginnen soll. So fallen mir immer wieder neue Anwendungsmöglichkeiten ein.

6.2 Umsetzung

Als ich mir Gedanken machte, wie man wohl Handy-Programme entwickelt, hatte ich noch keine Ahnung was auf mich zukommen würde. Zuerst dachte ich, es wäre so ähnlich wie das Programmieren von Windows-Programmen, wo ich langjährige Erfahrung habe. Dort gibt es eine *WinMain* Funktion, wo das Programm startet und sonst kann der Programmierer selbst entscheiden, ob das Programm ein paar Zeilen oder tausend Zeilen groß wird. Bei einem *Series60*-Programm (Zusatz des *Symbian-BS*) braucht man für das kleinste „Hello World“-Programm mindestens zehn Dateien und ca. 300 Zeilen Code. Zudem gibt es so gut wie keine deutsche Dokumentation im Netz.

Zurück zu den Anfängen: Als erstes hörte ich, man würde Mobiltelefone mit Java programmieren. Java wurde 1993 von Sun Microsystems entwickelt, um Toaster und Kühlschränke über das Internet zu steuern. Sprich, man entwickelte eine Sprache, dessen Programme auf allen Maschinen laufen sollte, (PCs, MACs, Kaffeemaschinen, ...) so auch auf Handys. Das gute an Java war, dass es relativ einfach war und auf so gut wie jedem Handy läuft. Leider stellte ich dann jedoch fest, dass man damit nur oberflächlich programmieren konnte und nicht *lowlevel*. D.h., ich konnte keine Schnittstellen ansteuern, was ja unbedingt nötig war.

Zum selben Zeitpunkt entdeckte ich *Symbian C++*. Damit konnte man das Handy in C++ programmieren und zwar *lowlevel*. Dazu lud ich mir das ganze Paket aus Bibliotheken, Tools und Includes herunter und versuchte ein simples Beispielspielprogramm zu kompilieren (in die „Handy-Sprache“ übersetzen). Zusätzlich brauchte ich noch andere Entwicklungsprogramme, wie Active Perl, Visual C++ 6 und GCC. Die ganze Misere dabei war das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten. Aus den engl. Foren (sing. Forum) und Dokumentationen erfuhr ich in etwa wie die Programme kompiliert wurden. Als alles bereit war, ging nichts. Das lag zum größten Teil daran, dass die Handy-Programmierung in der Form noch sehr neu war und es weltweit nicht sehr viele Leute gab, die richtig Erfahrung hatten. Da hatte man die o.g. Komponenten notdürftig zusammengeflickt und wurde als Anfänger von Tausenden Fehlern überhäuft. Doch zum Glück war ich nicht alleine. Mindestens 80% der Beiträge im offiziellen Nokia-Forum hatten mit Problemen bei der Kompilation zu tun. Auf diese Weise konnte ich viele Probleme lösen und kam dem Ziel das Beispielspielprogramm auf meinem Handy auszuführen immer wieder einen Schritt näher.

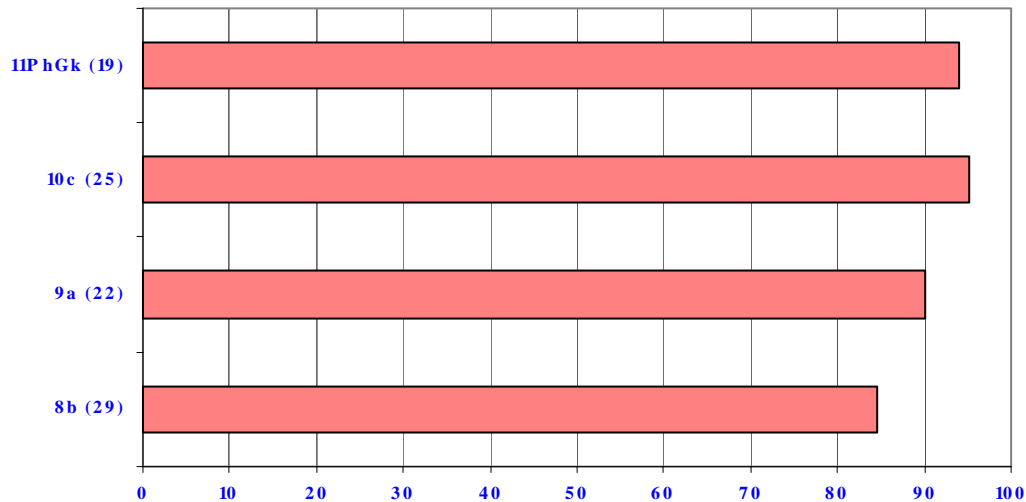
Ein Beispiel: Ich konnte endlich ein Programm kompilieren, aufs Handy übertragen und installieren. Ich dachte jetzt würde es gehen, doch es erschien kein Programmsymbol im Menü. Letztendlich lag es an einem veralteten Pfad in der Installationsdatei. So vergingen zwei Wochen bis ich das erste „Hello World“ auf die Beine stellte.

Doch damit stand ich erst am Fuß des Berges, schließlich wollte ich ja ein Jugend forscht würdiges Programm mit allen Schikanen programmieren und kein simples „Hello World“. Ich versuchte es noch ein Weile lang, musste aber dann einsehen, dass es so nicht weiterging. Es dauerte einfach viel zu lange bis man den Quelltext kompiliert und auf das Handy übertragen hatte und für die simpelsten Probleme waren viel zu viele komplizierte Codezeilen nötig. Hätte ich noch weiter mit *Symbian C++* gearbeitet, wäre wohl das ein oder andere Feature herausgekommen, aber insgesamt wäre es zu wenig gewesen. Zum Glück hatte ich das früh erkannt und mir überlegt, ob es nicht irgendeine Alternative gibt.

Ich rief mir noch einmal Java ins Gedächtnis. Bisher dachte ich immer man könne damit nur oberflächlich programmieren, doch nach einer intensiveren Recherche fand ich heraus, dass seit einiger Zeit eine neue Version existiert. Mit dieser neueren Version (midp 2.0) ist es nun möglich, auf Mikrophon und Kamera zuzugreifen. Von nun an war deshalb klar: Java ist mein neuer Freund! Erfreulicherweise zeigt meine Umfrage, dass fast alle Schülerhandys Java fähig sind.

Physikversuche mit dem Handy
Ist dein Handy JAVA-fähig?

Ja-Antworten in %



Jetzt darf man aber nicht denken, Java ist gleich Java. Man kann nicht einfach Java-Programme für den PC aus dem Internet herunterladen und auf dem Handy ausführen. Für Handys benutzt man eine spezielle Sammlung von Bibliotheken (packages), die sich von der Windows-Umgebung erheblich unterscheiden. D.h. man muss das PC-Programm komplett neu programmieren und es Handytauglich zu machen. Nichtsdestotrotz bildet J2ME, die mobile Java-Variante, eine stabile Grundlage, um auch komplexe Programme, wie mein Projekt, zu realisieren. Um sich ein Bild von einem typischen J2ME Programm, einem sogenannten Midlet, zu machen, zeige ich mal den Quellcode eines „Hello World“ Programms in Java:

```
import javax.microedition.midlet.*;//Bibliothek für das Midlet wird geladen
import javax.microedition.lcdui.*;//beinhaltet die Funktionen für die
Grafikausgabe
```

```
//jetzt folgt die Midlet-Klasse
public class HelloWorld extends MIDlet implements CommandListener {

    private Command exitCommand; //exitCommand repräsentiert einen
Menübefehl
    private TextBox tbox;//tbox ist ein Ausgabefeld

    public HelloWorld() {//diese Funktion wird als erstes aufgerufen
        //exitCommand wird erstellt
        exitCommand = new Command("Exit", Command.EXIT, 1);
        //ebenso die Textbox
        tbox = new TextBox("Hello micro world", "Hello World!", 25, 0);
        tbox.addCommand(exitCommand);
        tbox.setCommandListener(this);
    }

    protected void startApp() {
        Display.getDisplay(this).setCurrent(tbox);
    }

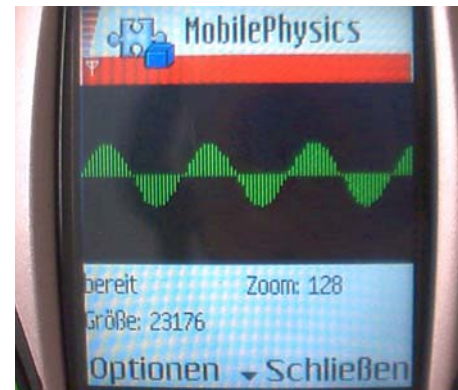
    protected void pauseApp() {}
    protected void destroyApp(boolean bool) {}

    //diese Funktion fängt die Menübefehle ab
    public void commandAction(Command cmd, Displayable disp) {
        if (cmd == exitCommand) {
            destroyApp(false); //hier wird das Programm beendet
            notifyDestroyed();
        }
    }
}
```


hat mich sehr gewundert, denn eigentlich würde man erwarten, dass kompletter Datenmüll herauskäme, wenn man ein Signal als 8 statt 16 Bit interpretiert.

Nachdem das geklärt war, habe ich noch einen Sinustongenerator entwickelt, mit dem man Schwebungen und sogar Signale mittels Foriersynthese erzeugen kann. Außerdem kann man den Zeitpunkt jeder Amplitude ablesen.

Mit diesem Akustikprogramm habe ich nun eine Möglichkeit geschaffen, zahlreiche Akustikexperimente ohne Hilfsmittel mit dem Handy durchzuführen. Mit zwei Handys könnte man beispielsweise schnell und ohne Computer die Schallgeschwindigkeit messen.



Aufgenommenes 500Hz Sinussignal

Das verzerrungsfreie Sinussignal bietet aber die Grundlage für eine noch interessantere Funktion: das Messen einer elektr. Spannung. Natürlich kann man dazu nicht einfach zwei Drähte ins Handy verlegen, sondern muss das Ganze über einen Umweg machen. Und zwar wird über einen einfachen Spannungs-Frequenz-Wandler die zu messende Spannung in einen Sinuston umgewandelt, und vom Handy aufgenommen. Jetzt zählt mein Programm die Anzahl der Wellenberge in einer bestimmten Zeit und berechnet daraus die Frequenz. Aus der Frequenz kann wiederum mit einem Umrechnungsfaktor der Messwert bestimmt werden.

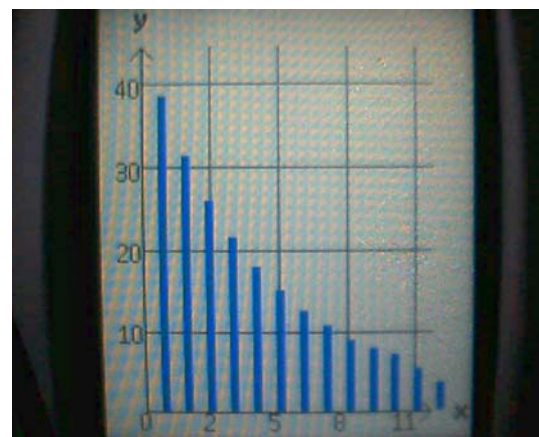
Dabei hat sich herausgestellt, dass mein Programm eine Frequenz von 500Hz bis 1800Hz mit einer Genauigkeit von 2Hz(!) bestimmen kann. Wenn man einen Messbereich von 0-10V hat, bedeutet das eine Spannungsauflösung von ca. 0,02V. Da sieht man mal wie präzise ein ganz normales Handy doch sein kann und dadurch zum zuverlässigen Voltmeter wird!

Somit steht mir die große Welt von fast allen physikalischen Größen zur Verfügung, da alle Sensoren (z.B. Temperatur-, Druck- oder Radioaktivitäts-Sensoren) letztendlich ihre Messgröße in eine Spannung umwandeln. Man erkennt also auch hier das Potential der Handys.



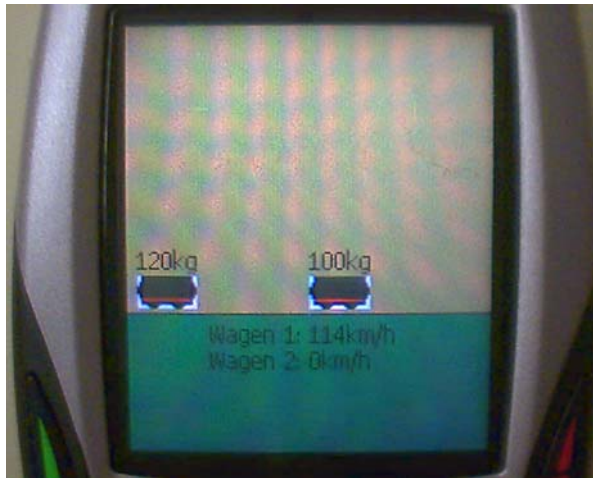
Frequenzbestimmung eines 550Hz Sinussignals.

Auf den Wunsch meiner Mitschüler hin, entwickelte ich noch eine Funktion, mit der man Messwerte direkt am Messort als Diagramm im Handy darstellen kann. Dadurch entfällt das lästige Zeichnen mit der Hand und bringt einen großen Zeitgewinn. Man kann beliebig viele Werte eingeben und auswählen, ob es sich um ein Punkt-, Strich- oder Balkendiagramm handeln soll. Außerdem wird die Achsenskalierung automatisch berechnet.

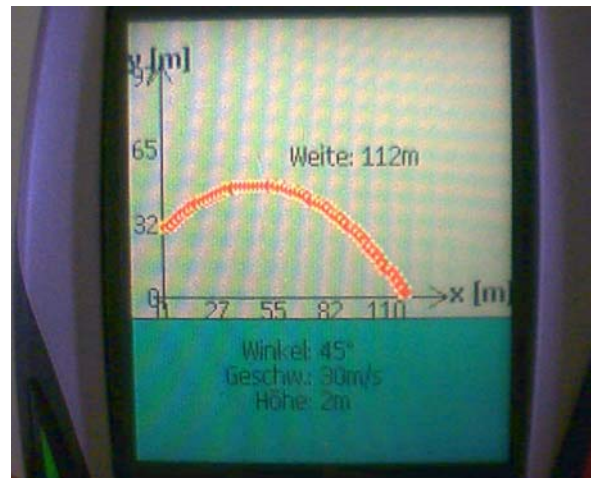


Entladekurve eines Kondensators.

Für ein besseres Verständnis von physikalischen Zusammenhängen, programmierte ich noch eine Reihe von Physiksimulationen. Das sind animierte Physikexperimente, bei denen man die Parameter beliebig verändern kann, sodass man durch Ausprobieren zu physikalischen Erkenntnissen kommen kann.



Der elastische Stoß (Impulserhaltungssatz). Die Massen und Anfangsgeschwindigkeiten der Wagen, kann man selbst festlegen.



Der schiefe Wurf. Man kann spielerisch herausfinden, mit welchen Parametern man die größte Wurfweite erzielt.

7. Ausblick

Es wäre schön, wenn Ihnen klar geworden ist, dass es sich durchaus lohnt, es mal mit dem Handy zu versuchen. Da es immer weiterentwickelt wird, können die Chancen des Handys mit der Zeit nur besser werden! Höchstwahrscheinlich übertrifft es irgendwann sogar die Qualität heute üblicher Geräte und wird so unweigerlich seinen festen Platz in der Physik einnehmen. Ich hoffe, ich habe meinen Beitrag dazu gut erfüllt. Bis zum Wettbewerb werde ich versuchen noch die vielen Ideen zu realisieren, die mir im Laufe der Zeit gekommen sind, für die ich aber bisher keine Zeit hatte. Dazu gehört hauptsächlich die Weiterentwicklung meiner Software *MobilePhysics*.