

Anfangsunterricht in der Informatik

Unterrichtsbeispiel aus einem Wahlpflichtkurs Informatik / Naturwissenschaften

Name: Volker Henning
Matrikelnr.: 121875
Studiengang: Erweiterungsstudium Informatik
Fach: Didaktik der Informatik
Themensteller: Prof. Dr. A. Schwill
Datum: 29.08.1999

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	3
2. Zugang für den Anfangsunterricht	3
3. Inhalte des projektorientierten, fächerübergreifenden Zugangs mit Hilfe von Excel	4
4. Beispiele aus den Naturwissenschaften	5
4.1 Beispiele aus der Mathematik	5
4.1.1 Lösen von Gleichungssystemen nach der Regel von Cramer	5
4.1.2 Historische Verfahren	7
4.1.2.1 Heron – Verfahren	7
4.1.2.2 Bestimmung der Kreiszahl π nach dem Verfahren von Archimedes	8
4.1.3 Nullstellenbestimmung	9
4.2 Beispiel aus der Informatik	11
4.2.1 Logische Verknüpfungen	11
4.3 Beispiele aus der Physik	12
4.3.1 Schräger Wurf	13
4.3.2 Ungedämpfte und gedämpfte mechanische Schwingungen	15
4.3.3 Physikalisches Quiz	17

1. Einführung

Der Anfangsunterricht eines Unterrichtsfaches hat das Ziel und den Anspruch, das Interesse der Schüler für dieses Fach zu wecken, ihrer Erwartungshaltung zu entsprechen und dabei einen Überblick über grundlegende Verfahren und Ziele dieses Faches zu vermitteln.

Diese Anfangsphase in einem neuen Unterrichtsfach ist zum einen sehr reizvoll, weil man die Schüler mit Neuem begeistern kann, zum anderen aber sehr anspruchsvoll, da man das natürliche Interesse der Schüler für etwas Neues nicht zerstören darf, um damit eine negative Grundhaltung für das Fach zu schaffen.

Der Wahlpflichtkurs Informatik / Naturwissenschaften ist ein Beispiel für den Anfangsunterricht in der Informatik. Auch wenn der Name *Informatik* in Kopplung mit den Naturwissenschaften nicht so neu klingt, so hat man nun doch die Möglichkeit, einen Einstieg in das Unterrichtsfach *Informatik* mit Hilfe bekannter naturwissenschaftlicher Themen zu schaffen. Wahlpflicht sagt aus, daß die Schüler sich aus einem Spektrum von Kursen einen Kurs auswählen müssen. Das heißt, daß sich zu diesem Wahlpflichtkurs die Schüler melden, die Interesse an naturwissenschaftlichen Problemen haben und zugleich neugierig auf das neue Unterrichtsfach *Informatik* sind. Der Anfangsunterricht hat nun die große Aufgabe, dieses Interesse der Schüler bewahren und bestenfalls steigern zu müssen.

2. Zugang für den Anfangsunterricht

Als didaktischer Leitfaden wird ein projektorientierter, fächerübergreifender Zugang mit Hilfe der Anwendersoftware *Tabellenkalkulation* gewählt.

Die Schüler erwerben somit in dieser Anfangsphase einerseits Grundlagen zur Orientierung in Informatiksystemen und lernen andererseits aus den Naturwissenschaften Verfahren zur Problemlösung mit informatischen Mitteln kennen. Dabei kommen übergeordnete Betrachtungsweisen wie Umgang mit Informationen, Wirkprinzipien von Informatiksystemen und Lösung fachübergreifender Aufgabenstellungen mit informatischen Mitteln und Methoden zum Einsatz. Dabei leistet die Informatik einen Beitrag zur Entwicklung des strukturierten Denkens der Schüler. Durch den projekt-, gruppenorientierten Zugang werden soziale Handlungsmuster wie die Bereitschaft und Fähigkeit zur Kommunikation und Zusammenarbeit der Schüler untereinander entwickelt und gefördert.

Mit Hilfe der verwendeten Anwendersoftware untersuchen die Schüler grundlegende Strukturen und Prinzipien von Informatiksystemen und nutzen den Computer als Werkzeug zum Erfassen, Speichern, Verarbeiten und Übertragen von Daten. Sie lernen anhand von Problemstellungen aus anderen Fächern die Verarbeitung und Präsentation von Daten, die Steuerung von Abläufen (Modellbildung) und die Simulation zur Erkenntnisgewinnung kennen. Die Vermittlung informatischer Kenntnisse und Fähigkeiten wird somit in die Bearbeitung naturwissenschaftlicher Aufgabenstellungen eingebettet.

Das Unterrichtsfach fördert die Anwendung unterschiedlicher Sozialformen und regt den Einsatz des Computers in anderen Fächern an. Es werden vielfältige Bezüge zu Inhalten aus anderen Fächern sowie zu fachübergreifenden Themen hergestellt.

3. Inhalte des projektorientierten, fächerübergreifenden Zugangs mit Hilfe der Anwendersoftware *Excel*

- Kennenlernen der Funktionsweise eines Tabellenkalkulationssystems (Menü- und Kommandosteuerung)
- Kennenlernen grundlegender Arbeitstechniken von Anwendersoftware (Öffnen, Speichern, Kopieren, Bearbeiten, Drucken u.s.w.)
- Kennenlernen spezieller Arbeitstechniken von Tabellenprogrammen (Funktionsassistent, Arbeiten mit Zellen, Spalten, Zeilen, Darstellen von Daten in Diagrammen u.s.w.)
- Kennenlernen von einfachen Elementen von Programmiersprachen (Variablen, Konstanten, Selektion, Iteration, Restbildung-MOD, ganzzahlige Division-DIV, logische Operationen)
- Erlernen von Arbeitstechniken zur Lösung von Problemen (EVA-Prinzip, Problemanalyse, Algorithmierung, Codierung, Programmtest, Dokumentation)
- Fächerübergreifende Behandlung von naturwissenschaftlichen Problemen bei denen sich der Einsatz des Computers als Hilfsmittel rentiert (zeitaufwendigen Rechnungen, Datenauswertung, Simulation von Vorgängen)

Das bedeutet, daß auch bei diesem Kurs alle positiven wie auch negativen Ansätze des Anfangsunterrichts in der Informatik wiederzufinden sind. Aber eindeutig überwiegen hier die positiven Ansätze:

Vorteile dieses Ansatzes für den Anfangsunterricht

- entspricht meist den Wünschen der Schüler (handlungs-, schülerorientiert)
- es sind keine Vorkenntnisse erforderlich
- eigenständiges projektartiges Arbeiten ist möglich
- vorzeigbare Ergebnisse entstehen
- fördert außerinformatische Kompetenzen
- fördert fachübergreifende Bildung
- erlernen der Nutzung einer sehr leistungsstarken Anwendungssoftware für viele fächerübergreifende Anwendungen
- Arbeitsformen wie Team-, Gruppenarbeit fördern die sozialen Kompetenzen und demonstrieren zentrale Arbeitsweisen in der Informatik

Nachteile dieses Ansatzes für den Anfangsunterricht

- Informatische Elemente bilden nur selten den Hauptteil bei der Bearbeitung der Probleme
- die Nutzung der Informatik steht mehr im Mittelpunkt als das Verständnis für die Informatik zu entwickeln
- liefert kein abgerundetes Bild von der Informatik
- bietet nur begrenzte Möglichkeiten für die Behandlung gesellschaftlicher Aspekte

Im nächsten Abschnitt werden Beispielaufgaben vorgestellt, die im Wahlpflichtkurs Informatik / Naturwissenschaften zum Einsatz kamen.

Den Schülern wurden Aufgaben aus den Fächern Mathematik, Informatik und Physik gestellt, welche sie zuerst mit denen ihnen bekannten klassischen Hilfsmitteln - also ohne den Computer - lösen sollten. Schnell stellten sie fest, daß die Berechnungen mit Taschenrechner, Lineal und Bleistift sehr stupide und zeitraubend waren und weniger motivierend wirkten. Positiv war aber, daß sie sich intensiv mit dem Lösungsalgorithmus beschäftigt hatten.

In den nächsten Unterrichtsstunden wurden die Schüler an grundlegende Arbeitsweisen der Informatik herangeführt. Der in den vorangegangenen Stunden entwickelte mathematische Algorithmus mußte in eine Programmstruktur umgewandelt werden. Diese Programmstruktur wurde anschließend mit der Syntax (Befehle, Anweisungen, Funktionen) von *Excel* zu einem Programm umgewandelt.

Es wurde besonders darauf hingewiesen, daß *Excel* keine Programmiersprache ist. Es ist eine sehr komfortable Anwendungssoftware, die ein umfangreiches Angebot an Einsatzmöglichkeiten bietet. Anhand der Syntax von *Excel* lassen sich viele allgemeingültige Eigenschaften (verschiedene Datentypen, Selektion, logische Operatoren) von Programmiersprachen zeigen und erläutern.

4. Beispiele aus den Naturwissenschaften

4.1 Beispiele aus der Mathematik

4.1.1 Lösen eines Gleichungssystems nach der Regel von Cramer

Im Mathematikunterricht haben die Schüler bereits gelernt, Gleichungssysteme mit 3 Variablen mit Hilfe des Gaußschen Algorithmus zu lösen.

Dieses Verfahren verlangt vom Schüler weniger schöpferisches Denken ab, als vielmehr zeitaufwendiges, stupides Abarbeiten der Regeln. Es bietet sich daher an, einen Computer einzusetzen. Allerdings läßt sich der Gaußsche Algorithmus nicht mit den Mitteln, die *Excel* bietet, umsetzen.

Eine weitere Möglichkeit, solch ein Gleichungssysteme zu lösen, bietet die Regel von Cramer und diese ist mit *Excel* lösbar.

Welche Vorteile ergeben sich, diese Lösungsmöglichkeit einzusetzen?

- Schüler lernen ein neues Verfahren kennen, um Gleichungssysteme lösen zu können.
- Sie lernen mit der Anwendungssoftware umzugehen, da sie nach dem EVA-Prinzip eine Eingabe- und Ausgabe-Maske entwerfen und den Algorithmus mit der Syntax von *Excel* umsetzen müssen.
- Man kann das Gebiet noch erweitern und den Schülern einen kurzen Einblick in das Rechnen mit Matrizen und Determinanten geben.
- Schüler erkennen, daß man mit diesem *Excel*-Programm ein gutes Hilfsmittel zum Lösen von Gleichungssystemen geschaffen hat.

Folgendes Gleichungssystem sollte mit Hilfe der Regel von Cramer gelöst werden.

$$\begin{array}{rclclcl} x & + & 2 & y & + & 3 & z & = & 4 \\ 2 & x & + & 3 & y & - & 2 & z & = & 1 \\ 3 & x & - & 4 & y & - & 5 & z & = & 8 \end{array}$$

Cramer							
	A	B	C	D	E	F	G
1	Gleichungssystem (nach der Regel von Cramer)						
2							
3							
4	Eingabe der Koeffizienten:			x	y	z	
5				1	2	3	4
6				x	y	z	
7				2	3	-2	1
8				x	y	z	
9				3	-4	-5	8
10							

Die Werte für die Koeffizienten der einzelnen Gleichungen werden in die Eingabemaske eingegeben.

Die Determinante wird dann nach der Regel von Sarrus wie folgt berechnet:

In der Zelle C16 wird z.B. folgendes eingegeben:

$$=D5^*E7^*F9+E5^*F7^*D9+F5^*D7^*E9-F5^*E7^*D9-E5^*D7^*F9-D5^*F7^*E9$$

Cramer						
	A	B	C	D	E	F
14	Berechnung der Determinanten nach der Regel von Sarrus:					
15						
16		D:	-66		$x = D_1 / D$	3
17		D_1 :	-198			
18		D_2 :	66		$y = D_2 / D$	-1
19		D_3 :	-66			
20					$z = D_3 / D$	1

In den Zellen F16, F18, F20 werden die gesuchten Variablen x, y, z berechnet.

4.1.2 Historische Verfahren der Mathematik

Historische Verfahren in der Mathematik haben oft den Vorteil, daß sich ihre Algorithmen leicht mit dem Computer umsetzen lassen. Der Nachteil aber ist, daß durch den großen Rechen- und Zeitaufwand, den diese Verfahren benötigen, diese Verfahren im regulären Mathematikunterricht nur selten erlernt werden.

Diese historischen Verfahren lassen sich oft durch Iteration lösen und sind damit für den fächerübergreifenden Informatikunterricht prädestiniert. Die Schüler lernen einerseits mit der Iteration eines der wichtigsten Verfahren der Informatik kennen und andererseits mit dem historischen Verfahren ein weiteres aus der Mathematik.

Als Beispiele für Historische Verfahren der Mathematik sollen das *HERON-Verfahren* zur Berechnung von Quadratwurzeln, sowie das *Verfahren von ARCHIMEDES* zur Bestimmung der Kreiszahl π dienen.

Wie schon im ersten Beispiel müssen sich die Schüler zuerst mit dem Verfahren beschäftigen und es „per Hand“ anwenden. Dabei erkennen sie schon schnell, daß ein Computerprogramm günstig wäre, welches ihnen die stupide, sich immer wiederholenden Rechenschritte abnimmt.

4.1.2.1 Heron-Verfahren

Dieses Verfahren dient zur näherungsweisen Berechnung von Quadratwurzeln. Mit Hilfe des arithmetischen Mittels wird aus dem alten Wert x_{alt} der neue Wert x_{neu} berechnet, der sich dem gesuchten Wurzelwert annähert.

Die Umsetzung in die Anwendungssoftware *Excel* sieht wie folgt aus:

$$\frac{x}{x_{alt}} \quad \sqrt{x} \quad x_{alt}$$

$$\sqrt{x} \Rightarrow x_{\text{neu}} = \frac{1}{2} \left(x_{\text{alt}} + \frac{x}{x_{\text{alt}}} \right)$$

	A	B	C	D	E	F	G
9	Von welcher Zahl soll der Wurzelwert ermittelt werden?						789
10							
11							
12							
13							
14	Schritte	x_{neu}	x^2				
15	0	789	622521				
16	1	395	156025				
17	2	198,499	39401,7				
18	3	101,237	10248,9				
19	4	54,5152	2971,91				
20	5	34,4941	1189,84				
21	6	28,6838	822,76				
22	7	28,0953	789,346				
23	8	28,0891	789				

In der Zelle G9 wird die Zahl eingegeben, für welche mit Hilfe des Heron-Verfahrens der Wurzelwert berechnet werden soll.

Die Rechnung, welche das Ergebnis für die Zelle B23 liefert, lautet:

$$=(B22+\$G\$9/B22)/2$$

Mit \$G\$9 wird der Wert der Zelle G9 ein absoluter Bezug, d.h. das G9 jetzt eine feste, unveränderbare Zelle ist, deren Wert sich auch nicht durch kopieren ändert.

Ein weiteres Beispiel für historische Verfahren in der Mathematik dient zur Berechnung der Kreiszahl π .

4.1.2.2 Bestimmung der Kreiszahl π nach dem Verfahren von Archimedes

Nach dem Verfahren von Archimedes bestimmt man näherungsweise aus dem Umfang von Vielecken die Kreiszahl π , indem man den Umfang durch den Radius des Kreises teilt.

Ausgehend von einem Quadrat wird mit jedem Rechenschritt die Anzahl der Ecken des Vielecks verdoppelt. So erreicht man schon nach wenigen Rechenschritten eine sehr gute Näherung der Kreiszahl.

Der Umfang berechnet sich aus der Anzahl der Ecken n multipliziert mit der Seitenlänge s_n . Die Seitenlänge s_n berechnet sich in Abhängigkeit vom Radius:

$$s_n = r \cdot \sqrt{2 - 2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{s_n}{2 \cdot r}\right)^2}}$$

Mit Excel umgesetzt sieht dann die Formel wie folgt aus:

=B\$34*WURZEL(2-2*WURZEL(1-POTENZ(B37/(2*B\$34);2)))

B\$34 – absoluter Bezug steht für den Radius

B37 – ist die vorhergehende Seitenlänge s_n

Bei dieser Berechnung werden die in Excel schon vordefinierten Funktionen Wurzel() und Potenz(Basis;Exponent) genutzt.

	A	B	C	D	E
26					
27	Bestimmung von Pi nach dem Verfahren von Archimedes				
28					
29	<i>n = Anzahl der Ecken des Vielecks</i>				
30	<i>s_n = Seitenlänge eines regelmäßigen n-Ecks</i>				
31	<i>U_n = Umfang des regelmäßigen n-Ecks</i>				
32	<i>r = Radius des Kreises</i>				
33					
34	Radius r	4			
35					
36	n - Ecken	s_n	U_n	Pi = U_n / 2r	
37	4	5,65685	22,6274	2,8284271	
38	8	3,06147	24,4917	3,0614675	
39	16	1,56072	24,9716	3,1214452	
40	32	0,78414	25,0924	3,1365485	
41	64	0,39254	25,1226	3,1403312	
42	128	0,19633	25,1302	3,1412773	
43	256	0,09817	25,1321	3,1415138	
44	512	0,04909	25,1326	3,1415729	
45	1024	0,02454	25,1327	3,1415877	
46	2048	0,01227	25,1327	3,1415914	

Historische Verfahren und ihre iterative Lösung mit Hilfe des Computers bieten dem Lehrer die Möglichkeit mehr Methoden und Verfahren zu lehren und damit den Unterricht abwechslungsreicher zu gestalten und Stoffgebiete umfassender aufzuarbeiten.

4.1.3 Nullstellenbestimmung

Zur Nullstellenbestimmung wurden zwei Verfahren betrachtet. Zum einen ‚Regular falsi‘ zur näherungsweisen Bestimmung von Nullstellen einer Funktion und zum anderen die Nullstellenbestimmung bei quadratischen Gleichungen.

Hier lernt der Schüler den Umgang mit einem weiteren Datentyp – der Zeichenkette. Zeichenketten werden bei Excel wie auch bei anderen Programmiersprachen mit

Hochkommata gekennzeichnet " ----- ". Desweiteren werden die Schüler mit einem wichtigen Instrument der Informatik - der *Selektion* - am Beispiel der zwei- und einseitigen Auswahl bekannt gemacht. In *Excel* heißt diese Funktion Wenn().

WENN(Prüfung; Dann_Wert; Sonst_Wert)

„Prüfung“ ist ein beliebiger Wert oder Ausdruck, der WAHR oder FALSCH sein kann.

Dann_Wert ist das Resultat der Funktion, wenn die Wahrheitsprüfung WAHR ergibt. Liefert Prüfung das Ergebnis WAHR, und ist Dann_Wert nicht angegeben, wird WAHR zurückgegeben.

Sonst_Wert ist das Resultat der Funktion, wenn die Wahrheitsprüfung FALSCH ergibt. Liefert Prüfung das Ergebnis FALSCH, und ist Sonst_Wert nicht angegeben, wird FALSCH zurückgegeben.

Als Ergebnis der WENN-Funktion von zwei möglichen Werten liefert die Funktion den Wert, der dem jeweiligen Ergebnis von Prüfung (WAHR oder FALSCH) zugeordnet ist.

WENN() wird immer dann eingesetzt, wenn abhängig davon, ob ein Wert oder eine Formel einer speziellen Bedingung genügt, ein bestimmter Vorgang ausgelöst werden soll. Das Ergebnis der Prüfung einer solchen Bedingung bestimmt, welchen Wert eine WENN-Funktion liefert.

Bei der Nullstellenbestimmung bei quadratischen Gleichungen wird überprüft, ob die Diskriminante größer, gleich oder kleiner Null ist. Davon hängt die Anzahl der Nullstellen (zwei, eine oder keine) ab.

=WENN(ODER(E12>0 ; E12=0) ; (-E7+WURZEL(E12))/2*D7 ; " ----- ")

In dieser Zeile wird überprüft, ob die Diskriminante größer oder gleich Null ist, denn dann gibt es mindestens die Nullstelle x_1 . Ist das nicht der Fall, so wird die Zeichenkette ----- ausgegeben.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Nullstellenbestimmung (quadratische Gleichung)						
2							
3	allgemeine Form:			$ax^2 + bx + c = 0$			
4							
5							
6	Eingabe der Koeffizienten:			a	b	c	
7				2	-12	18	
8							
9							
10	Wieviele Nullstellen hat die Funktion?				eine Nullstelle		
11							
12	Welchen Wert hat die Diskriminante?				0		
13							
14			Nullstelle x_1		12,00		
15							
16			Nullstelle x_2		-----		
17							
18	Scheitelpunkt der Funktion $S(x, y)$			(	3,0000	0	)
19							

Auf die näherungsweise Bestimmung von Nullstellen mit Hilfe von ‚Regular falsi‘ soll hier nicht weiter eingegangen werden. Es ist ein weiteres Beispiel für eine Iteration (siehe Heron-Verfahren, Verfahren von Archimedes) und der Umsetzung des Algorithmus in die Syntax von *Excel*. Für das iterative Lösen von Gleichungen mit Hilfe des Computers kommen beispielsweise noch das *Bisektionsverfahren*, das *Newton-Verfahren* sowie das allgemeine *Iterationverfahren* in Frage.

Diese fächerübergreifende Behandlung dieser Themen ermöglicht eine zugleich geistige wie auch praktische Tätigkeit, die ohne den Einsatz des Computers nicht gegeben wäre.

Verschiedene Algorithmen, die ein gleiches Problem behandeln, lassen sich auf ihre *Effizienz* hin beurteilen. Die Schüler haben schon im Anfangsunterricht die Möglichkeit, dieses entscheidende Beurteilungskriterium der Informatik kennenzulernen.

4.2. Beispiel aus der Informatik

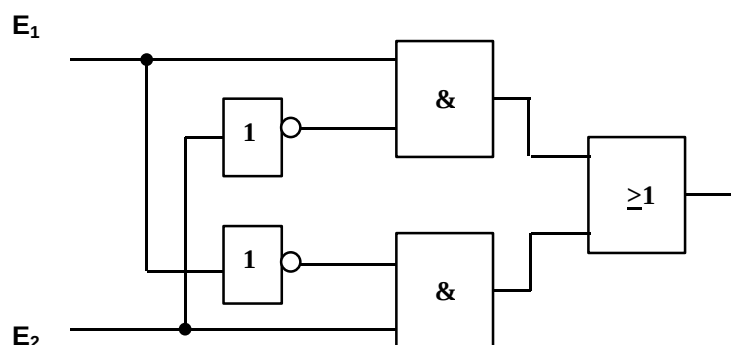
4.2.1 Logische Verknüpfungen

Bei diesem Beispiel aus der Informatik sollen sich die Schüler mit der booleschen Algebra und der Aussagenlogik vertraut machen. Sie lernen den Datentyp BOOLEAN kennen.

Die Anwendungssoftware *Excel* besitzt die Funktion UND, ODER, NICHT und IDENTISCH. Das Ergebnis der Funktionen ist immer eine der beiden Wahrheitswerte WAHR bzw. FALSCH.

Mit diesen Funktionen lassen sich die Wahrheitstabellen der Operatoren und logischen Schaltungen simulieren. Desweiteren kann man durch Kombination der vorhandenen Verknüpfungen neue Verknüpfungen wie NAND, NOR oder auch Exklusiv-ODER schaffen.

Zum Beispiel ist die Verknüpfung Exklusiv-ODER eine Kombination aus den logischen Operatoren UND, ODER und NICHT.



Mit der Syntax von *Excel* sieht dieses dann wie folgt aus:

=ODER(UND(NICHT(A27);B27);UND(NICHT(B27);A27))

	A	B	C	D	E
23					
24	5. XOR - Exklusiv - ODER (UND - ODER - Nicht)				
25					
26	Eingang 1	Eingang 2	Ausgang		
27	1	1	FALSCH		
28	1	0	WAHR		
29	0	1	WAHR		
30	0	0	FALSCH		
31					

Als weitere Übung bietet es sich an, logische Zusammenhänge auf ihre Äquivalenz zu überprüfen. Hier kann man die *de Morganschen Regeln*, die wesentlichen Rechenregeln der Aussagenlogik, einführen.

	A	B	C	D	E	F	G
34							
35	<u>Morganschen Regeln</u>						
36							
37			$\neg(E1 \wedge E2) \equiv (\neg E1 \vee \neg E2)$				
38							
39							
40							
41	$\neg (E1 \wedge E2)$				$(\neg E1 \vee \neg E2)$		
42							
43							
44	E 1	E 2	Ausgang		E 1	E 2	Ausgang
45	1	1	FALSCH		1	1	FALSCH
46	1	0	WAHR		1	0	WAHR
47	0	1	WAHR		0	1	WAHR
48	0	0	WAHR		0	0	WAHR
49							

4.3 Beispiele aus der Physik

Tabellenkalkulationsprogramme eignen sich hervorragend zur Auswertung von Meßdaten und deren Darstellung in Tabellen bzw. in Diagrammen. Damit steht dem Physikunterricht ein variables Rechenmittel zur Verfügung, das die mathematische Berechnung physikalischer Sachverhalte vereinfacht.

Mit Hilfe von *Excel* kann die Wichtung der Unterrichtsschwerpunkte verlagert werden. Zeitaufwendige Auswertungen werden vom Computer übernommen. Dafür kann mehr Konzentration auf wesentliche physikalische Sachverhalte, Vorgehensweisen und der Ideenbildung gelenkt werden.

Neben der reinen Nutzung von *Excel* zur Auswertung von Daten ist es auch möglich, mit diesem Tabellenkalkulationsprogramm physikalische Vorgänge zu simulieren und damit die Abhängigkeiten physikalischer Größen voneinander aufzuzeigen.

Tabellenkalkulationsprogramme gehören zur Gruppe der selbständig programmierbaren Simulationsprogramme. Weitere Arten sind die kommerziellen Simulationsprogramme und die Simulationsbaukästen.

Das Grundprinzip der Computersimulation beginnt bei der Definition der Problemstellung des physikalischen Phänomens, führt über die Stationen der mathematischen Modellbildung, der Entwicklung der Programmstruktur und endet im Programm.

Bei den ersten beiden Schritten (physikalisches Phänomen und mathematische Modellbildung) werden physikalische und mathematische Kenntnisse und Fertigkeiten von den Schülern verlangt. Die weiteren Schritte (Abstrahierung des Problems, die Umsetzung des Lösungsalgorithmus) stützen sich vor allem auf Grundkenntnisse der Informatik.

Dies soll an den vorbereiteten Beispielen *Schräger Wurf*, *Mechanische Schwingungen* und *Physikalisches Quiz* demonstriert werden. Bei letzterem sollen sich die Schüler auf spielerische Art mit einem Thema der Physik beschäftigen.

4.3.1 Schräger Wurf

Bei der Simulation des *Schrägen Wurfs* soll untersucht werden, welchen Einfluß die Abwurfhöhe h_0 , der Abwurfwinkel α und die Abwurfgeschwindigkeit v_0 auf den Verlauf der Wurfparabel haben und wie sich der Einfluß dieser Größen auf die Wurfweite x auswirkt.

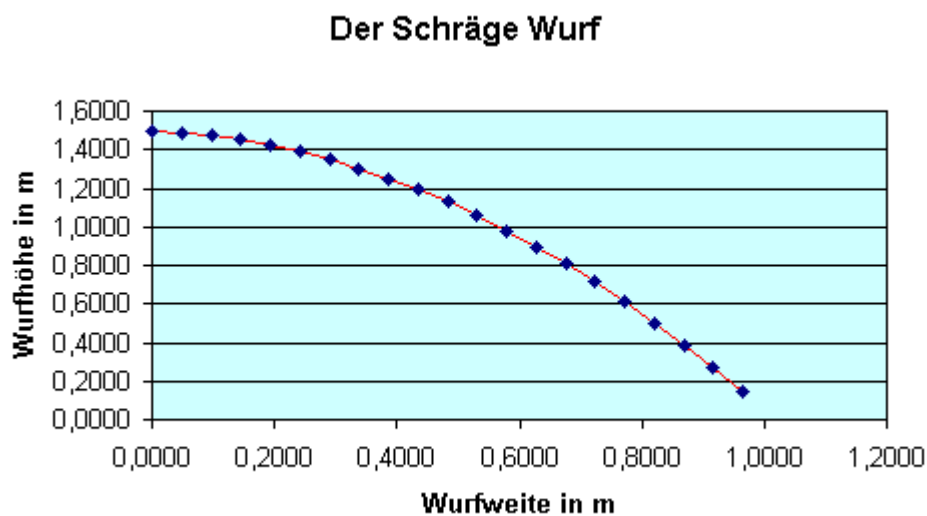
Wie ist dies in *Excel* umzusetzen?

In der Eingabemaske werden die Werte der physikalischen Größen (hellblau unterlegt) eingegeben. Als Konstante wird der Wert für die Fallbeschleunigung g definiert.

Aus dem eingegebenen Abwurfwinkel α wird das Bogenmaß berechnet. Die trigonometrischen Funktionen von *Excel* benötigen zur Berechnung immer das Bogenmaß des Winkels.

	A	B	C	D	E
1	Schräger Wurf (Maximale Wurfweite)				
2					
3					
4	Anfangsgeschwindigkeit v_0		2	ms ⁻¹	
5					
6	Wurfwinkel		45	°	
7					
8	Bogenmaß des Winkels:		0,7854		
9					
10					
11	Anfangshöhe h_0		0	m	
12					
13	Fallbeschleunigung g		9,81	m/s ²	

Als Ergebnis liefert die Simulation die grafische und tabellarische Darstellung der Wurfparabel.



Dafür muß die Wurfparabel in x – und y – Richtung bestimmt werden.

$$x = v_0 \cdot \cos a \cdot t \quad =C\$5 * COS(C\$7) * B34$$

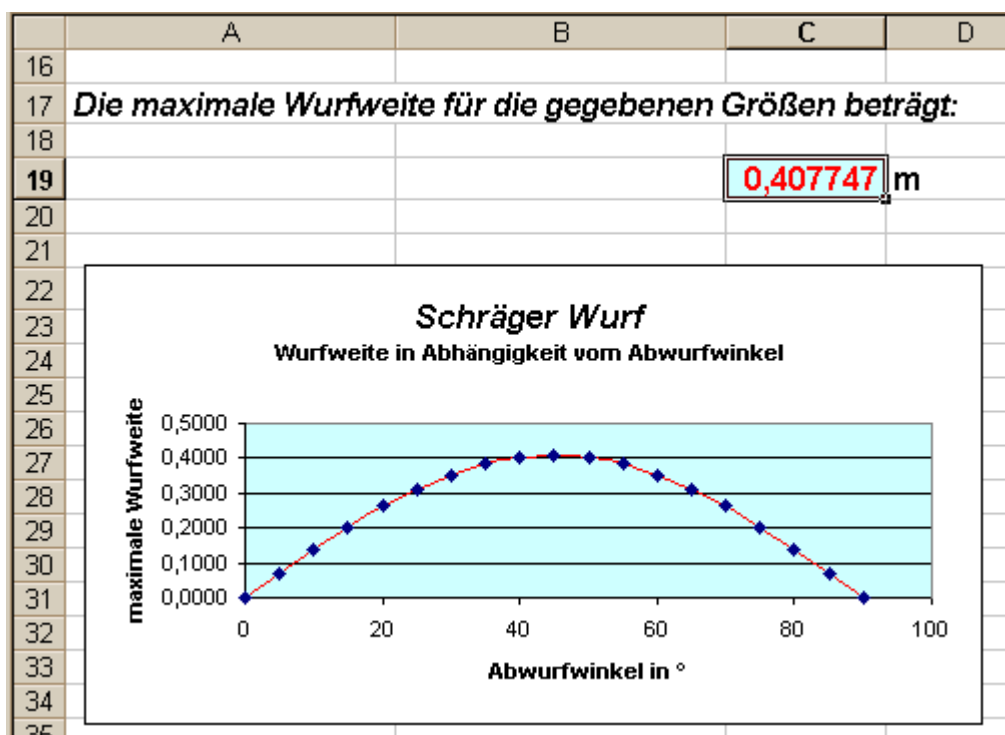
$$y = v_0 \cdot \sin a \cdot t + h_0 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad =C\$9 + SIN(C\$7) * B34 - 0,5 * C\$11 * B34^2$$

Bei einem weiteren Beispiel zur Simulation des *Schrägen Wurfs* sollen die Schüler den optimalen Wurfwinkel herausfinden, um die maximale Wurfweite zu erreichen. Dazu müssen sie die beiden oben genannten Gleichungen kombinieren und erhalten nach geschickten Umformungen folgende Gleichung für die maximale Wurfweite $x_{\max}$

$$x_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \cdot \sin a \cdot \cos a + \sqrt{\frac{v_0^2}{g} \cdot \cos^2 a \cdot \left(\frac{v_0^2}{g} \cdot \sin^2 a + 2 \cdot h_0 \right)}$$

=(\$C\$4^2/\$C\$13*SIN(A38)*COS(A38)+WURZEL(\$C\$4^2/\$C\$13*(COS(A38))^2*(\$C\$4^2/\$C\$13*(SIN(A38))^2+2*\$C\$11))

Das Ergebnis der Simulation ist die maximale Wurfweite in Abhängigkeit von der Anfangsgeschwindigkeit, der Abwurfhöhe und dem Abwurfwinkel, sowie ein Diagramm welches darstellt, welche Wurfweiten man bei den gegebenen Winkeln erreichen kann.



4.3.2 Ungedämpfte und gedämpfte mechanische Schwingungen

Ausgehend von dem physikalischen Phänomen der Schwingung eines Fadenpendels bzw. eines Federschwingers kann man ein Simulationsprogramm entwickeln, mit dem der Schüler die Einflüsse der verschiedenen Kenngrößen auf die Schwingungsdauer und Frequenz der Schwingung untersuchen kann.

Bei der Umsetzung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten werden wieder verschiedene, in Excel bereits vordefinierte Funktionen wie SIN, COS, EXP, PI() oder POTENZ, genutzt.

Die in der Eingabemaske definierten Kenngrößen werden in der Berechnung in absolute Bezüge (absoluter Zeilenbezug ist ausreichend) umgewandelt.

Bei der Eingabe wird zwischen dem Federschwinger und dem Fadenpendel unterschieden. Das erklärt auch, dass unterschiedliche Eingangsgrößen abgefragt werden.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2											
3	ungedämpfte Schwingung										
4											
5	Federschwinger					Fadenpendel					
6											
7	Amplitude $y_{\max}$			0,05	m		Amplitude $y_{\max}$			0,5	m
8											
9	Masse m			0,3	kg		Pendellänge l			1	m
10											
11	Federkonstante D			60	Nm ⁻¹		Fallbeschleunigung g			9,81	ms ⁻²
12											
13	Ergebnisse:										
14											
15	Schwingungsdauer T			0,44428829	s		Schwingungsdauer T			2,00606668	s
16											
17	Frequenz der Schwingung f			2,25079079	Hz		Frequenz der Schwingung f			0,49848792	Hz
18											

Als erstes Ergebnis werden die Schwingungsdauer und die Frequenz der Schwingungen mit folgenden Formeln berechnet:

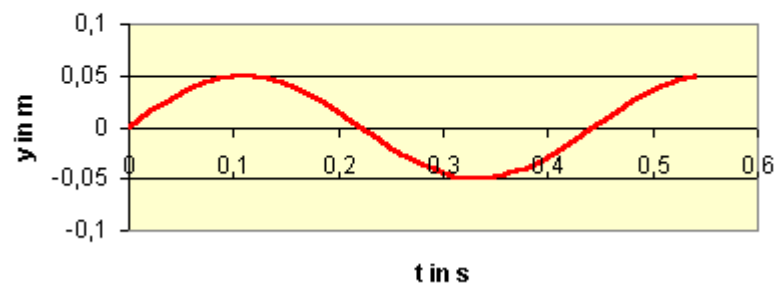
	Federschwinger	Fadenpendel
Schwingungsdauer T	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
Frequenz f	$f = \frac{1}{T}$	

Daran schließt sich die Berechnung der Auslenkung y zum Zeitpunkt t an. Diese Berechnungen werden mit Hilfe des $y - t$ - Diagramms graphisch dargestellt. Änderungen der Eingangsgrößen werden sofort im Diagramm sichtbar. Hier hat der Schüler die Möglichkeit, die Auswirkungen der Änderungen der Kenngrößen zu simulieren.

Die Schwingungsgleichung einer harmonischen – ungedämpften Schwingung stellt sich wie folgt dar:

$$y = y_{\max} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) \quad =D\$7 * \text{SIN}(2 * \text{PI}() / D\$15 * A37)$$

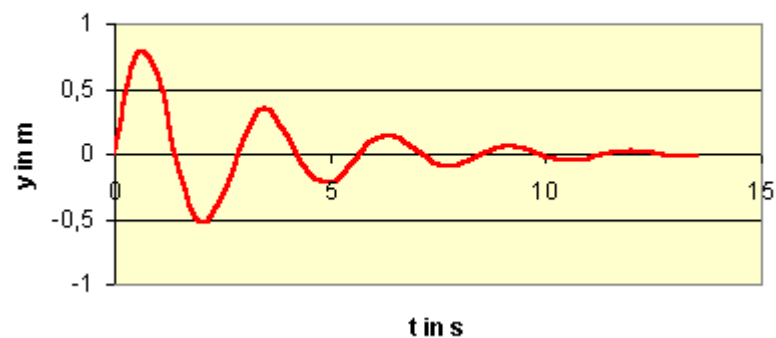
Federschwinger



Für die gedämpfte Schwingung wird bei der Eingabemaske zusätzlich das Maß für die Dämpfung – der Abklingkoeffizient δ - abverlangt. Damit ergibt sich die Schwingungsgleichung für eine gedämpfte Schwingung wie folgt:

$$y = y_{\max} \cdot e^{-\delta \cdot t} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t\right) \quad =D\$7*EXP(-D\$13*A37)*SIN(2*PI()/D\$15*A37)$$

gedämpfte Schwingung



4.3.3 Physikalisches Quiz

Eine etwas andere Art, sich einem naturwissenschaftlichen Thema zu widmen, bietet das physikalische Quiz. Als Grundlage haben sich die Schüler zu einem Thema der Physik zehn Fragen auszudenken.

Über eine Eingabemaske werden die Antworten zu den Fragen abverlangt. Mit der WENN_DANN_SONST-Funktion werden die Antworten daraufhin auf ihre Richtigkeit überprüft. Jede richtige Antwort erhält eine 1, jede Falsche eine 0.

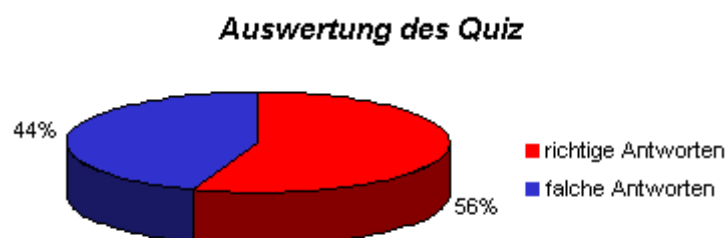
=WENN(H6=K6;1;0)

Eine zweite Auswahl überprüft, ob als Ergebnis eine 1 oder eine 0 ausgegeben wird. Ist es eine 1, so erscheint bei der Ausgabe der Kommentar ‚richtig‘ ansonsten ‚leider falsch‘.

=WENN(L6=1;"richtig";"leider falsch")

Fragen zur Atomphysik		
Fragen	Lösung	Kommentar
Wie heißen die positiven Ladungsträger im Atomkern?	Protonen	richtig
Aus welchen Teilchen besteht die Alpha - Strahlung?	He-Kerne	richtig
Wen bezeichnet man als den Vater der Atombombe?	Oppenheimer	richtig
Wie nennt man die Zeit, in welcher die Hälfte der radioaktiven Kerne zerfallen?		leider falsch
Wie nennt man Atome gleicher Ordnungszahl aber unterschiedlicher Massenzahl?		leider falsch
Aus wievielen Teilchen (Protonen, Neutronen und Elektronen) besteht das ²⁰⁷ Pb Atom?		leider falsch
Welche Teilchen werden bei der Kernspaltung freigesetzt?		leider falsch
Mit welcher Einheit beschreibt man den Zerfall von Atomkernen pro Sekunde?	Bequerel	richtig
Wieviele Kerne des Zn-65 sind nach 750 Tagen vorhanden, wenn es ursprünglich 1 Milliarde Kerne waren?	125000000	richtig

Das daraus resultierende Kreisdiagramm beurteilt das Wissen desjenigen, der die Fragen beantwortet hat.



Um so ein Wissensquiz zu erstellen, werden vom Schüler solide naturwissenschaftliche Kenntnisse als auch Kenntnisse in der Informatik abverlangt. Der Schüler muß zudem in der Lage sein, ein solches Quiz zu planen und die entworfene Programmstruktur mit Excel umsetzen zu können.