

Denk- und Arbeitsweisen in der Physik
Workshop C

Modellbildung mit
Tabellenkalkulation und Computer
an den Beispielen

... freier Fall
eines
Luftballons

... harmonische
Schwingungen eines
Federpendels

Ralph Jonzeck und Ralf Böhlemann,
Theodor- Fontane - Gymnasium Strausberg

25.11.2005

Ablauf

1. Einführung

- **Kurzüberblick über den Computereinsatz im Physikunterricht**
- **Modelle konstruieren - mit Modellen arbeiten**

2. Modellbildung mit einer Tabellenkalkulation

- **einführendes Beispiel Regentonne**
- **Grundlagen (Differenzgleichungen)**
- **Bezüge zu Physikrahmenlehrplänen der Grundschule/der Sekundarstufe I**
- **Hinweis auf graphische Modellbildungswerkzeuge**

3. Entwicklung geeigneter Modelle

- **für den freien Fall eines Luftballons in Luft**
- **für harmonische Schwingungen eines Federpendels**

und Vergleich mit Realexperimenten

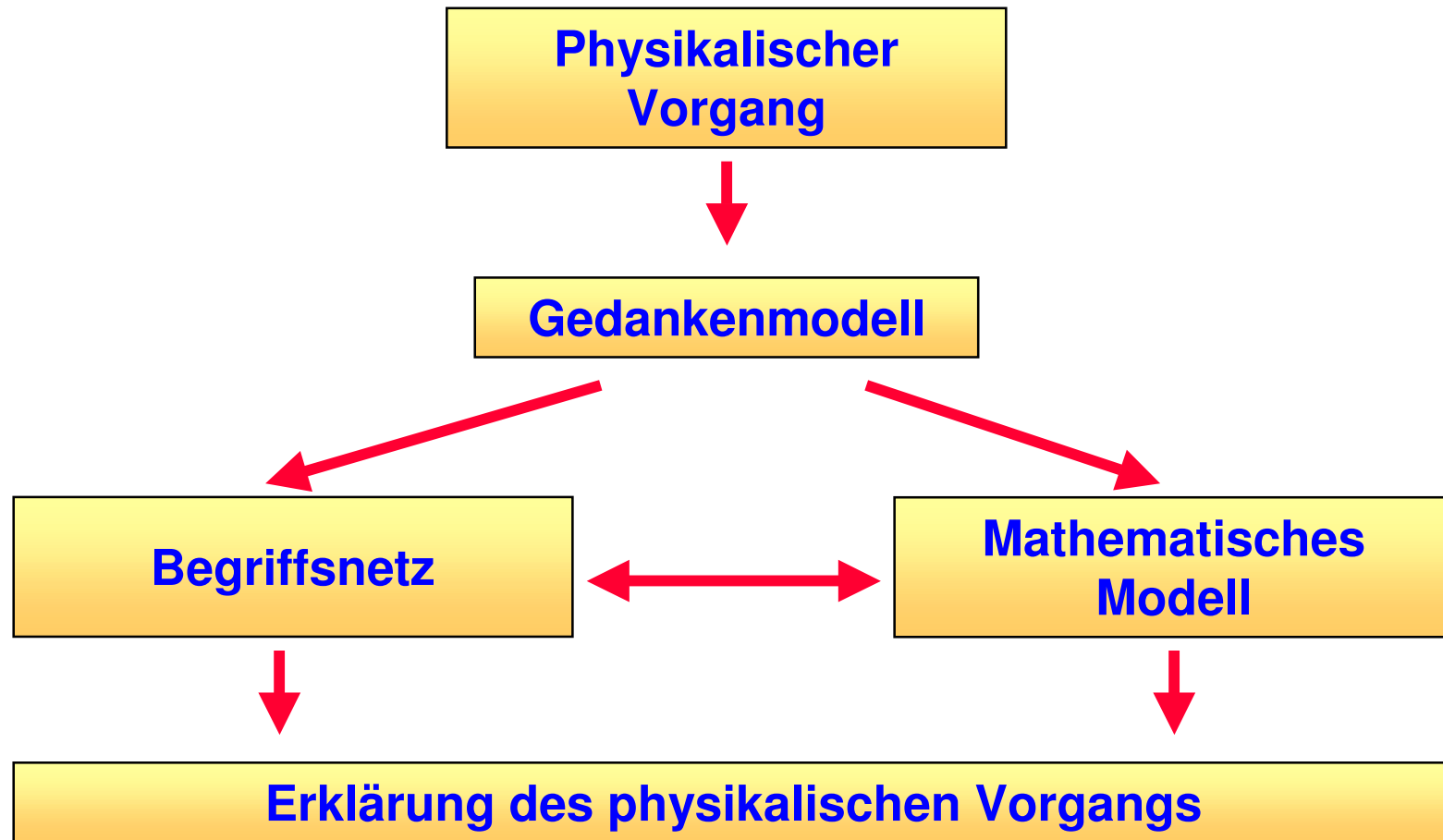
Prinzipien für den Computereinsatz im Unterricht

- Lernen mit dem Computer statt Lernen über den Computer: Computer ist Werkzeug zur Bearbeitung von Fragestellungen.
- Mehrwert gegenüber klassischem Vorgehen ohne Computer
- sinnvolles Verhältnis von Einarbeitung und Nutzung: wenige Anwendungen häufig einsetzen
- integrierter Einsatz mit Realexperimenten
- Entlastung von Routinen - Förderung anspruchsvollen Lernens
- Verbindung mit klaren Aufgabenstellungen

Einsatzmöglichkeiten des Computers im naturwissenschaftlichen Unterricht

- Quantitatives Messen
- Aufbereitung von Daten
- Konstruktion von Modellen
- Anwendung fertiger Modelle
- Veranschaulichung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge
- Beschaffung und Bewertung von Information
- Kommunikation und Präsentation von Wissen

Modellbildung und Erkenntnisgewinnung



Wichtige Grundbegriffe der Modellbildung

Bausteine zur Beschreibung und Analyse von Systemen

- Zustandsgrößen
- Änderungsraten
- Einflussgrößen

Grundlage für die Konstruktion von Modellen

$$\text{Zustandsgröße}(t+\Delta t) = \text{Zustandsgröße}(t) + \text{Änderungsrate} \cdot \Delta t$$

Beispiele: $E_{th,2} = E_{th,1} + P_{th} \cdot \Delta t$

$$v_2 = v_1 + a \cdot \Delta t$$

Numerische Verfahren

- EULER – Verfahren
- RUNGE-KUTTA-Verfahren

Einführendes Beispiel: Regentonne

Microsoft Excel - regentonne

Frage hier eingeben

H12

Regentonne (einfaches Modell)

Zuflussrate in l je min 0,5

Zuflussrate (Änderungsrate)

Zeit t in min	Wassermenge V in l
0	0,0
10	5,0
20	10,0
30	15,0
40	20,0
50	25,0
60	30,0
70	35,0
80	40,0
90	45,0
100	50,0

Δt

V_{alt}

V_{neu}

$V_{neu} = V_{alt} + \text{Zufluss rate} \cdot \Delta t$

$\text{Zustand}_{neu} = \text{Zustand}_{alt} + \text{Änderungsrate} \cdot \Delta t$

Regentonne (einfach) | **Regentonne (grafisch)** | Regentonne (Formeln) | Modell Regentonne

Bereit

Bezug zum Rahmenlehrplan Grundschule

(Rahmenlehrplan Seite 23)

Arbeiten mit einer Tabellenkalkulation	Hierzu zählen <ul style="list-style-type: none">– das Eingeben von Messwerten in eine Tabelle,– einfache Berechnungen in einer Tabelle sowie– das grafische Darstellen von Messwerten. Der Einsatz einer Tabellenkalkulation ist mindestens einmal im Unterricht verbindlich zu thematisieren. Hierfür bieten sich zum Beispiel die Zusammenhänge zwischen Masse und Volumen sowie zwischen Weg und Zeit an.
Arbeiten mit Simulationen unter Verwendung eines Computers	Dieser Bereich umfasst vorrangig das Erforschen physikalischer Erscheinungen mithilfe von Simulationen. Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein einer geeigneten Simulationssoftware, die das jeweilige Modell in geeigneter Weise repräsentiert. Auf die Konstruktion von Modellen am Computer (nicht auf die Veränderung von Parametern) sollte in den Jahrgangsstufen 5 und 6 verzichtet werden.
Erfassen von Messwerten mithilfe eines Messinterfaces	Dieser Bereich sollte, sofern die technischen Voraussetzungen an der Schule vorhanden sind, im Unterricht thematisiert werden. Das Messinterface ist, ebenso wie der Computer selbst, als Blackbox einzuführen, wobei jedoch Klarheit darüber bestehen muss, welche Größe jeweils gemessen wird.

Bezug zum Rahmenlehrplan Physik Sek. I

(Rahmenlehrplan Seite 25/26)

„...Zum Abschluss der Sekundarstufe I erfüllen die Schülerinnen und Schüler die folgenden Qualifikationserwartungen:

Grundlegende allgemeine Bildung:

Mit Modellen arbeiten, Modellvorstellungen für physikalische Strukturen und Funktionen nachvollziehen und einfache Modelle selbst herstellen

Erweiterte allgemeine Bildung:

Mit Modellen arbeiten, einfache Modelle anfertigen und deren Grenzen erkennen

Vertiefte allgemeine Bildung

Modellvorstellungen für physikalische Strukturen und Funktionen entwickeln, Grenzen erkennen und auf neue Sachverhalte anwenden (in Modellen denken)...“

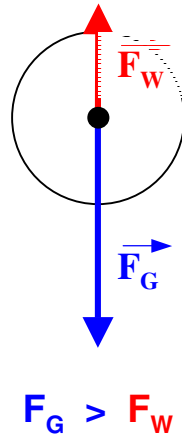
Themenbezüge zum Rahmenlehrplan Physik Sek. I

Der Rahmenlehrplan ermöglicht bei folgenden Themen, Modellbildungen vorzunehmen bzw. zu erweitern:

- Temperaturverlauf beim Abkühlen von Tee, Jahrgangsstufe 7
- Beschreibung der Bewegungen unter dem Einfluss von Reibungs- und Luftwiderstandskräften, Jahrgangsstufe 9
- radioaktiver Zerfall, Jahrgangsstufe 10
- harmonische mechanische Schwingungen, Jahrgangsstufe 10

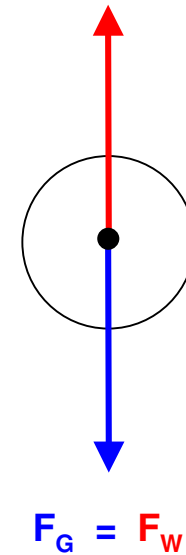
Der freie Fall eines Luftballons

Kurz nach dem Beginn des freien Falls in der Luft



F_G ... Gewichtskraft
 F_W ... Luftwiderstandskraft

Nach kurzer Zeit stellt sich folgendes Kräftegleichgewicht ein



Mathematische Beschreibung des freien Falls eines Luftballons

Für die beschleunigende Kraft gilt:

$$F = m \cdot a = F_G - F_W$$

Für die Luftwiderstandskraft gilt:

$$F_W = k \cdot v^2 \text{ mit } k = \frac{1}{2} \rho_{\text{Luft}} \cdot A \cdot c_W$$

Damit ergibt sich für die Beschleunigung:

$$a = g - \frac{k}{m} \cdot v^2$$

Daraus folgt in unserer Modellierung folgende Differenzengleichung:

$$v_{\text{neu}} = v_{\text{alt}} - a \cdot \Delta t = v_{\text{alt}} - \left(g - \frac{k}{m} \cdot v_{\text{alt}}^2 \right) \cdot \Delta t$$

Harmonische Schwingungen eines Federpendels

Für die rücktreibende Kraft gilt:

$$F = m \cdot a$$

$$F = -D \cdot y$$

Damit ergibt sich für die Beschleunigung:

$$a = \frac{-D \cdot y}{m}$$

Daraus folgt in unserer Modellierung folgende Differenzengleichung:

$$v_{\text{neu}} = v_{\text{alt}} + a_{\text{alt}} \cdot \Delta t$$

$$y_{\text{neu}} = y_{\text{alt}} + v_{\text{neu}} \cdot \Delta t$$

Literaturquellen und Links

Horst Schecker: Warum nicht mal numerisch? in PLUS LUCIS 3/99, siehe auch http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/993/s17_21.pdf (13.11.2005)

Horst Schecker und Thomas Bethge: Fallschirmspringer und Meteore, in Computer+Unterricht 1/1991, S.29-34

Diese Zeitschrift ist unter <http://www.friedrich-verlag.de/index.cfm> bestellbar.

H.Schwarze: Praxis der Naturwissenschaften Physik, Themenheft Simulationsprogramme – Modellbildungssysteme, Heft 3/48, 15.April 1999, S. 1-40

Link zur Modellbildung und zu DYNASYS <http://www.modsim.de/>

Downloadmöglichkeit für DYNASYS: www.hupfeld-software.com

Horst Schecker, Thomas Bethge, Modellbildungssysteme im Physik-, Biologie- und Mathematikunterricht, Institut für Didaktik der Physik, Bremen 1995