

Kinematik

Frühjahr 2003 Thema 1

1. Führen Sie aus, in welcher Weise der Rechnereinsatz im Physikunterricht das Physiklernen unterstützen kann!

Die Anforderungen an Lernen und damit auch an das Physiklernen haben sich stark verändert. Dabei steigen die Anforderungen an das eigenständige Lernen sprunghaft an. Statt Wissensdetails nur schematisch einzusetzen, ist ein Denken in Wirkungszusammenhängen, ein Systemdenken, gefragt, das vielseitig anwendbar und transferierbar ist. Dazu ist auch ein offenes, z. T. auch divergentes Denken nötig, ohne das Problemlösen keine Chancen hat.

Die Wissensvermittlung ist aber heute noch auf die traditionelle Wissensvermittlung ausgerichtet. Dies bedeutet, dass das Lernen meist nur die verschiedenen Wissensdetails beinhaltet, aber nicht den Überblick umfasst. Daraus folgt für die Schüler, dass nur Wenige mentale Strukturgefüge aufgebaut werden. Dies wurde bereits in Untersuchungen deutlich, in denen Schüler qualitative Aufgaben kaum lösen konnten, dagegen aber quantitative „Formelaufgaben“.

Mit Hilfe des Rechnereinsatz sollten daher mentale Repräsentationen versucht werden auszubauen oder auch zu erproben. Dies kann man folgendermaßen erreichen:

- Erarbeitung neu einzuführender Begriffsbildungen und grundlegender Strukturzusammenhänge durch ikonische Repräsentation
- Erarbeiten von Wirkzusammenhängen, der Umgang mit ihnen und ihren Verkettungen, um Schlussfolgerungen für qualitative und quantitative Überlegungen zu erhalten.
- Auseinandersetzen mit den aufgebauten mentalen Repräsentationen durch konkrete und realistische Fragestellungen

Dabei kann der Computer sowohl mit Übungsprogrammen, tutoriellen Programmen, Simulationen, Cognitive Tools, Animationen oder Messwerterfassung, Prozesssteuerung und Regelung genutzt werden.

Diese helfen auch ebenso den anderen Aspekt des neuen Lernens zu bearbeiten. Schüler denken durch den privaten Umgang mit dem Computer bereits meist kreuzmodal. Dies sollte man beim Lehren beachten und gezielt einsetzen. Gerade durch den Einsatz des Computers kann man dies ausnutzen. Durch die gleichzeitige Darstellungen mehrerer Aspekte. Das heißt man zeigt gleichzeitig auf dem Schirm das Experiment als Video und in anderen Fenstern nebenan die entsprechenden Grafen.

Im Folgenden möchte ich nun noch jeweils kurz auf die verschiedenen Programme eingehen, die man im Physik-Unterricht verwenden kann.

Übungsprogramme (im Physikunterricht praktisch nicht genutzt)

Das klassische Design von Übungsprogrammen folgt dem Schema:

1. Anbieten der Aufgabe
2. Registrieren der Antwort
3. Bewerten, Rückkoppeln
4. Überleitung zur nächsten Aufgabe

Mit solchen Übungsprogrammen hat jeder Schüler die Chance in seinem eigenen Lerntempo zu arbeiten. Damit wird jeder Schüler gleichermaßen gefordert. Die besseren Schüler bearbeiten mehr Aufgaben als die Schwächeren. Durch diese Programme kann man gut auf die Differenzierung innerhalb einer Schulklasse eingehen, ohne den schwächeren Schülern ein minderwertiges Gefühl zu geben. Die schwächeren Schüler können zudem in dieser Zeit gezielte Rückfragen an den Lehrer stellen ohne sich die Blöße vor der ganzen Klasse zu geben.

Tutorielle Programme (es gibt eigentlich keine für den Physikunterricht)

Die herkömmliche Art tutorieller Programme bietet zunächst Informationen zu einem Sachverhalt an. Dann folgen Verständnisfragen. Die Antworten führen nach einer Rückmeldung an den Lernenden zu entsprechend konzipierten Programmteilen, die weitere Informationen anbieten oder evtl. die alten Inhalte wiederholen. Sog. „intelligente tutorielle Programme“ haben die Intention, ein Modell der kognitiven Prozesse des Lernens aufzubauen, dieses fortlaufend auszudifferenzieren und auf der Basis dieses Modells die Instruktionen zu steuern. Damit wird wiederum das selbstständige Lernen und die innere Differenzierung gefördert.

Simulationen (im Physikunterricht oft verwendet, z.B. Appletts)

Simulationen arbeiten auf der Basis von formal-logischen Modellen der betrachteten Fachinhalte. Sie ermöglichen dem Anwender, die Elemente, Relationen und Zusammenhänge zu kontrollieren und im Rahmen des Modells zu variieren. So lassen sich zum einen die Sachverhalte über vereinfachende Modellannahmen leichter erfassbar darstellen, zum anderen Kenntnisse und Fähigkeiten zur Steuerung komplexer Systeme schulen. Simulationen machen dabei nicht Sichtbares sichtbar, heben das Wichtige hervor und rücken das Unwichtige in den Hintergrund. In der Simulation kann man bestimmte Parameter meist auf Wunsch verändern, so dass man auch den Versuch variieren kann. Damit gehen die Simulationen gerade den Punkt der fehlenden Strukturgefüge an. Man versucht somit die Strukturgefüge zu bilden, testen oder weiter auszubauen.

Cognitive Tools (im Physikunterricht nur Modellbildungssysteme)

Cognitive Tools machen den Computer zum Hilfswerkzeug bei der geistigen Arbeit. Das Angebot reicht von Textverarbeitungssystemen (mit Rechtschreibprüfung) über Computeralgebrasysteme (die z.B. Integrale berechnen und Funktionen plotten) bis zu Modellbildungssystemen, die über eine grafische Benutzeroberfläche die Variation der Modellparameter ermöglichen (z.B. von Bewegungsgleichungen für einen physikalischen Vorgang). Sie erleichtern Routinearbeiten und geben dadurch Kapazitäten für übergeordnete Betrachtungen frei.

Messwerterfassung (im Physikunterricht oft verwendet, Programme sind Standard in jeder Schule)

Der Messcomputer bietet sich an, wenn viele Messwerte in kurzer Zeit aufgenommen werden müssen oder wenn die Zeiträume groß sind und eine automatische Erfassung von Daten nötig wird. Neben dieser Erweiterung experimenteller Möglichkeiten kann der Computer vor allem aber auch bei der Auswertung und Präsentation von Daten eine Hilfe sein (z.B. Tabellen anlegen und Graphen zeichnen). Dies bringt eine hohe Zeitersparnis mit sich. Besonders attraktiv ist, wenn Messwerte in Echtzeit aufbereitet und grafisch aufgezeigt werden können. Dabei ist zudem die hohe Vielfalt an Darstellungsmöglichkeiten vorteilhaft. Ebenso ist es von Vorteil, dass man die Messwerte speichern kann und so das Experiment mehrmals mit Hilfe der Animationen ablaufen lassen kann. Des Weiteren ist es günstig, dass man mit einer solchen Zeitersparnis den Versuch auf Wunsch mit unterschiedlichen Variablen leicht wiederholt auswerten kann. Dieses Programm ist wiederum dazu gedacht, das Augenmerk auf den Vorgang zu richten, und es unterstützt die kreuzmodale Wahrnehmung.

Animationen (in der Regel ein Teil von Simulationen)

Animationen können die Vorteile von Film und Standbild vereinen. Die Interaktivität bei Animationen ist im Vergleich zu Simulationen und Modellierungen relativ eingeschränkt. So lassen sich normalerweise auch keine physikalischen Parameter verändern; allenfalls kann man zwischen verschiedenen Filmsequenzen wählen. Dabei kann man wiederum die wichtigsten Abschnitten wiederholen oder sogar zum Erläutern anhalten.

In einem Experiment soll das Geschwindigkeitszeitverhalten eines Fahrbahnwagens auf der schiefen Ebene untersucht werden. Beschreiben Sie

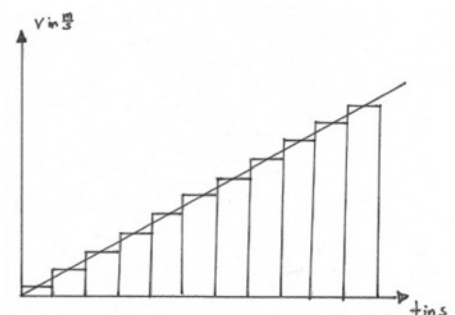
- ein klassisches Experiment ohne Rechneinsatz,
- ein rechnerunterstütztes Experiment und gehen Sie auf die didaktischen Konzeptionen und die zugehörigen Auswertungen ein!

- a) Ein klassisches Experiment zum Geschwindigkeitsverhalten eines Fahrbahnwagens auf der schiefen Ebene kann man beispielsweise mit Hilfe des Zeitmarkengebers durchführen. Dieser Zeitmarkengeber setzt mit einer Frequenz von 50Hz Marken auf ein Thermopapier. Die 50Hz resultieren aus der Netzspannung, die an den Zeitmarkengeber angeschlossen wird. Nun verbindet man das Thermopapier mit dem Wägelchen und dem Zeitmarkengeber, so dass das Thermopapier durch den Zeitmarkengeber gezogen wird. Baut man nun die Fahrbahn mit dem Zeitmarkengeber so auf, dass die Fahrbahn eine schiefe Ebene bildet, kann man den Wagen die schiefe Ebene herunterrollen lassen.

Den Papierstreifen kann man im Nachhinein auswerten. Man zerteilt dazu den Papierstreifen so, dass man beispielsweise 5 Marken zusammenfasst.

Die Geschwindigkeit sollte als $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

eingeführt worden sein. Damit ist verständlich, dass die Geschwindigkeit v proportional zu den



Papierstreifen ist. Klebt man nun die Geschwindigkeits-Papierstreifen nebeneinander erhält man nebenstehendes Diagramm. Die x-Achse entspricht der Zeit. Die Beschriftung ist davon abhängig, wie viele Marken man zu einem Papierstreifen zusammenfasst. Fasst man beispielsweise 5 Marken zusammen, entspricht dies 0,1s. Dies trägt man in der Mitte der Säulen ein. Die Geschwindigkeitsachse beschriftet man am besten, nachdem man einige Geschwindigkeitswerte berechnet hat. Die Momentangeschwindigkeit berechnet sich aus der Länge des Papierstreifens und die zeitliche Länge, d.h. bei 5 Marken entspricht dies wiederum 0,1s. Betrachtet man im Anschluss den Grafen, kann man aus dem Verlauf folgern, dass die Geschwindigkeit gleichmäßig zunimmt und die Bewegung eine konstante beschleunigte ist.

Bei diesem Experiment ist von Vorteil, dass die Schüler selbst bei der Auswertung aktiv beteiligt sind. Sie zerschneiden den Papierstreifen und werten den Streifen parallel zum Lehrer mit aus. Ein weiterer Vorteil des Experiments zu Lichtschranken und Tachogenerator ist, dass es leicht zu durchschauen und auch in einer Stunde durchführbar ist. Bei dem Experiment mit Lichtschranken dauert die Auswertung mit den dazugehörigen Rechnungen sehr lange und wird daher sehr schnell langwierig und langweilig.

- b) Das Experiment kann auch rechnerunterstützt durchgeführt werden. Dazu wird das Experiment fast ebenso aufgebaut. Man lässt bei dem Aufbau nur den Zeitmarkengeber und das Thermopapier weg. Dahingegen baut man eine Videokamera (am besten eine Digitale) so auf, dass sie das ganze Geschehen ohne Schwenk aufnehmen kann. Zudem ist es sinnvoll, die Kamera auf einem Stativ zu befestigen. Nun lässt man das Wägelchen wiederum die schiefe Ebene herunterrollen und nimmt dieses Geschehen mit der Kamera auf.

Die Auswertung erfolgt daraufhin am Computer. Man spielt die Aufnahme auf den Computer und öffnet ein Videoanalysesystem. Mit diesem Programm kann man die Aufnahme auswerten lassen. Mit dem Computer wertet man nun die verschiedenen Frames aus und man kann sich die Daten in verschiedenen Diagrammen und Messwerttabellen anzeigen lassen. Dabei kann man in dem Programm von Ort-, in Geschwindigkeits- und Beschleunigungsdiagrammen wechseln. So kann man sofort mit dem entsprechenden Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm arbeiten. Man kann durch den linearen Verlauf des Diagramms sehr gut die konstante Beschleunigung mit deren Definition herausarbeiten. Zudem kann man leicht auch auf das Ort-Zeit-Diagramm wechseln und den quadratischen Verlauf dort herausarbeiten.

Bei diesem Versuchsverfahren hat man den Vorteil, dass man auch Realsituationen sehr leicht analysieren kann. Zudem kann man sich den Experimentverlauf immer wieder anschauen, um auch auf Besonderheiten konkret eingehen zu können. Ein weiterer Vorteil der Videoanalyse ist, dass man auch zweidimensionale Bewegungen analysiert werden. Alternativen, die im Gegensatz dazu aufwändiger sind, sind Experimente mit Ultraschallsensoren, Tachogenerator oder Zählräder.

Skizzieren Sie eine Unterrichtseinheit zum Thema "Beschleunigte Bewegung" am Beispiel eines Fahrbahnwagens auf der schiefen Ebene! Geben Sie Lernvoraussetzungen und Lernziele an!

Lernvoraussetzungen:

Die Schüler haben in den vorangegangenen Unterrichtsstunden die gleichförmige Bewegung durchgenommen. Sie kennen daher die Eigenschaften der gleichförmigen Bewegung und können Beispiele einer solchen nennen. Des Weiteren kennen sie bereits Beispiele für ungleichförmige Bewegungen, die sie als Abgrenzung zu gleichförmigen Bewegungen benutzten. Auch der Computer ist im Physikunterricht bereits mehrfach eingesetzt worden und den Schülern ist die Auswertung eines Experiments mit einem Videoanalysesystem bekannt.

Lernziele:

Grobziel:

Die Schüler sollen die beschleunigte Bewegung anhand eines Fahrbahnwagens auf der schiefen Ebene kennen lernen.

Feinziele:

Die Schüler sollen...

1. erkennen, dass ein Fahrbahnwagen auf einer schiefen Ebene ein Beispiel für eine beschleunigte Bewegung ist
2. wissen, dass die Geschwindigkeit bei einer beschleunigten Bewegung proportional zur Fahrzeit ist.
3. die Definition der Beschleunigung verstehen.
4. Beispiele aus der Realität kennen, die ebenfalls eine konstante Beschleunigung besitzen.
- 5.

Handlungen, Medien	Inhalte, Ergebnisse
Den Schülern wird ein Video vorgeführt, indem man ein Fahrrad mit gleichförmiger Bewegung auf gerade Strecke fahren sieht. Daraufhin wiederholen die Ss die Eigenschaften der gleichförmigen Bewegung.	Die Geschwindigkeit ist konstant. Der zurückgelegte Weg ist proportional zur Fahrzeit $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

Im Folgenden sieht man das Fahrrad einen Berg aus dem Stand herunterrollen. Die Klasse betrachtet erst einen einfacheren Fall, den sie auch vor sich hat: Experiment: Fahrbahnwagen auf einer schiefen Ebene FZ1	Dies ist keine gleichförmige Bewegung. Der Fahrbahnwagen beschreibt eine ungleichförmige Bewegung. Man nennt dies eine beschleunigte Bewegung.
Zur Überprüfung der Behauptung nimmt man die Fahrt des Fahrbahnwagens auf und wertet diese mit Hilfe eines Videoanalysesystems aus. Die Klasse betrachtet zuerst das Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm. FZ2	Die Geschwindigkeit ist proportional zur Fahrzeit (lineare Funktion)
Mit Hilfe des Diagramms wird die Definition der Beschleunigung erarbeitet FZ3 Zur Bestätigung wird das Beschleunigungs-Zeit-Diagramm betrachtet.	„Bei einer konstanten Beschleunigung nimmt die Geschwindigkeit pro Zeitabschnitt immer um den gleichen Wert zu.“ $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
Man kommt nun wieder auf das Ausgangsproblem „Fahrrad“ zurück. Die Schüler werten nun in Gruppen den Versuch eigenständig mit dem Videoanalysesystem aus. FZ4	Das rollende Fahrrad beschreibt ebenfalls eine beschleunigte Bewegung.
In Gruppenarbeit sollen die Schüler weitere Bewegungen in der Realität finden, die gleichförmig beschleunigt werden. Als Hausaufgabe sollen die Schüler ein selbstgefundenes Beispiel auf eine konstante Beschleunigung hin überprüfen.	