

Teaching Science in Europe 4



iStage

Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für IKT
(Informations- und Kommunikationstechnologien)
in den Naturwissenschaften



HERAUSGEBER

Science on Stage Deutschland e.V. (SonSD)
Poststraße 4/5
10178 Berlin

KOORDINATOREN DER WORKSHOPS*Biologie und Gesundheit*

Dr. Miguel Andrade
Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin
Berlin-Buch · Deutschland
miguel.andrade@mdc-berlin.de

Unsere Umwelt

Jean-Luc Richter
Collège Jean-Jacques Waltz · Marckolsheim · Frankreich
jeanluc.richter@gmail.com

Vom Fahrrad zum Weltraum

Dr. Jörg Gutschank
Leibniz Gymnasium | Dortmund International School ·
Deutschland · Vorstand SonSD
Hauptkoordinator
joerg@gutschank.eu

GESAMTKOORDINATION UND REDAKTION

Prof. Otto Lührs · Vorsitzender · SonSD
Stefanie Schlunk · Geschäftsführerin · SonSD
Johanna Schulze · Stellv. Geschäftsführerin · SonSD
Matthias Rech · SonSD

REVISION UND ÜBERSETZUNG

Business Language Services Berlin · www.bls-berlin.com

TEXT- UND BILDNACHWEISE

Die Autoren haben die Bildrechte für die Verwendung in dieser Publikation nach bestem Wissen geprüft und sind für den Inhalt ihrer Texte verantwortlich.

GESTALTUNG

WEBERSUPIRAN Kommunikationsgestaltung
www.webersupiran.de

ILLUSTRATIONEN

tacke – atelier für kommunikation
www.ruperttacke.de

MIT UNTERSTÜTZUNG VON

SAP

DRUCK

trigger.medien.gmbh Berlin
www.triggermedien.de

BESTELLUNGEN

www.science-on-stage.de
info@science-on-stage.de

ISBN 978-3-942524-23-0 (PDF)

Creative-Commons-Lizenz: Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen



2. Auflage 2013

© Science on Stage Deutschland e.V.

Zur besseren Lesbarkeit wurde auf die Verwendung der weiblichen Form verzichtet. Mit der männlichen Form ist auch stets die weibliche Form gemeint.

Teaching Science in Europe 4



iStage

Entwicklung von Unterrichtsmaterialien für IKT
(Informations- und Kommunikationstechnologien)
in den Naturwissenschaften



Was europäische Lehrkräfte voneinander lernen können

Unter der Federführung des gemeinnützigen Vereins Science on Stage Deutschland und mit Unterstützung von SAP entwickelten 22 Lehrkräfte aus 14 europäischen Ländern und Kanada Konzepte und Materialien für den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Inhalt

- 5 Grußwort EU-Kommissarin Neelie Kroes
- 6 Grußwort SAP · Michael Kleinemeier
- 7 Einführung Teaching Science in Europe – iStage

A



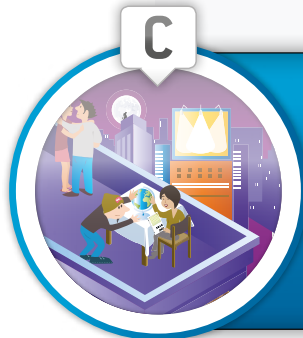
- 9 Biologie und Gesundheit**
- 10 Was können uns Kaninchen über die Evolution lehren?
- 14 Pflanzenwachstum – Das Leben von Bernd, der Bohne
- 18 Don't Worry, Be Healthy – Lebensmanagement

B



- 23 Unsere Umwelt**
- 24 Niederfrequente elektromagnetische Felder und die Umwelt des Menschen
- 28 Sintflutartiger Regen
- 32 Die Länge des Tages
- 38 Sonnenstrahlung & Wohnungspreise

C



- 43 Vom Fahrrad zum Weltraum**
- 44 Naturwissenschaften und Sport
- 48 Schwingende Körper
- 54 Mondphasen
- 60 Raumfahrt
- 65 Software, Zusatzmaterial und Ausblick
- 66 Teilnehmerinnen und Teilnehmer
- 67 Veranstaltungen im Rahmen des Projektes
- 68 Begeisterung für Technik – FIRST LEGO League (FLL)
- 69 erp4school – Einsatz von integrierter Unternehmenssoftware an Schulen
- 70 Weitere Unterrichtsmaterialien
- 70 Mitgliedschaft

Grüßwort EU-Kommissarin Neelie Kroes

Wir leben in einer digitalen Welt. Neue Produkte und Dienstleistungen haben die Art und Weise beeinflusst, wie wir an Informationen gelangen, sie teilen und wie wir kommunizieren und arbeiten. Wie unsere Kinder lernen und sich neue Fähigkeiten aneignen, hat sich jedoch kaum verändert – weder in Schulen noch in Universitäten. Im Bereich der Naturwissenschaften ist dies besonders bedauerlich, weil wir dadurch die Chance verpassen, unsere Jugend für die Fachbereiche auszubilden, in denen gegenwärtig (und zukünftig) ein deutlicher Mangel an Fachkräften besteht.

Meine Aufgabe besteht darin, digitale Bildung und Kompetenzen zu fördern, um so den Herausforderungen der Zukunft zu begegnen. Schüler müssen zu naturwissenschaftlich interessierten Bürgern ausgebildet werden, damit sie den Anforderungen der heutigen wissensbasierten Gesellschaft und Wirtschaft gewachsen sind. Für den Erfolg der europäischen Wirtschaft sind junge Talente unerlässlich. Qualifizierungslücken und Ungleichgewicht, die das Potential der europäischen Arbeitskräfte in Zukunft bedrohen könnten, muss entgegengewirkt werden. Was wir brauchen, sind neue Praktiken, die den Austausch sowohl von neuen Ideen als auch von bewährten Verfahren fördern.

Innovativer Schulunterricht mit IKT (Informations- und Kommunikationstechnologien) spielt heute eine wichtige Rolle, um den Geist der Schüler anzuregen. Eine Pädagogik, die sich an den Methoden des Forschenden Lernens orientiert, ist weitaus effektiver als traditionelle Unterrichtsmethoden. Lehrkräfte sollten als Betreuer fungieren, die dabei helfen, geeignete Wege und Strategien für das Lernen zu finden. Ihre Aufgabe ist es, die Schüler bei der Suche, der kritischen Einordnung, dem Verständnis und der Anwendung von Informationen anzuleiten.

Das Projekt „Teaching Science in Europe – Entwicklung neuer Unterrichtsmaterialien zur Anwendung von IKT in den Naturwissenschaften“ von Science on Stage Deutschland und SAP ist hierbei besonders vorbildlich. Den Ansatz, dass Bildung und Motivation von Lehrkräften als der beste Weg nach vorn betrachtet wird, kann ich nur unterstützen. Alle Studien und Forschungsarbeiten kommen zu dem Ergebnis, dass die Lehrkräfte das wertvollste sind, was wir zur Ausbildung junger Menschen haben. Sie

sind es, die unsere Schüler am besten motivieren und die Kinder für Wissenschaft begeistern können. Ich bin überzeugt, dass das Material in dieser Broschüre den Lehrkräften helfen wird, IKT im naturwissenschaftlichen Unterricht systematischer zu verwenden und Naturwissenschaften für ihre Schüler ansprechender zu gestalten.

NEELIE KROES

EU-Kommissarin für die Digitale Agenda



Grüßwort SAP Michael Kleinemeier



Bildung schafft Chancen und ist unsere gemeinsame Aufgabe. In der Wissensgesellschaft ist sie die Grundlage für Wachstum und Beschäftigung, denn nur durch Know-how bleiben wir innovativ und unsere Wirtschaft wettbewerbsfähig.

Als Softwareunternehmen erleben wir dies täglich. Um unsere Produkte zu entwickeln, brauchen wir hochqualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und investieren ständig in ihre Weiterbildung. Jedoch mangelt es weiterhin an gut ausgebildeten Fachkräften, die in einem stetig komplexeren Arbeitsumfeld bestehen können. Dies ist ein Wachstumshemmnis nicht nur für Unternehmen, sondern auch für die Gesellschaft.

Und gerade an MINT-Fachkräften herrscht ein gravierender Mangel: Das Institut der Deutschen Wirtschaft in Köln bezifferte 2010 die Lücke an MINT-Fachkräften beispielsweise in Deutschland auf 70.000 Personen. Darüber hinaus fehlen hierzulande mehr als 38.000 IT-Experten. Mit einer eher steigenden Tendenz. Darum ist es unsere gemeinsame gesellschaftliche Aufgabe, das Interesse an Technologie bei Kindern und Jugendlichen möglichst früh zu wecken. SAP unterstützt diesen Ansatz in vielerlei Hinsicht: Ob durch unser Engagement in der FIRST LEGO League (FLL) oder bei Projekten wie erp4school, das Jugendliche in die Welt moderner Unternehmensabläufe einführt.

Deshalb freuen wir uns insbesondere, dass wir das Projekt von Science on Stage Deutschland e. V. mit ermöglichen konnten. Es ist SAP ein Anliegen, die Begeisterung bei jungen Menschen so früh wie möglich zu entfachen. Dass diese Materialien von Lehrern für Lehrer entwickelt wurden, macht sie umso einsetzbarer im Schulalltag – und dies ganz unabhängig von Ausstattung und Ort der Schule. Den Lehrerinnen und Lehrern in Europa wünsche ich eine anregende Lektüre, die ihnen hilft, ihren Unterricht spannend zu gestalten. Und dass es ihnen dadurch gelingt, viele Schüler für Naturwissenschaften zu begeistern.

Unser herzlichster Dank gilt allen Mitgliedern der ICT-Arbeitsgruppe von Science on Stage Deutschland e.V. für ihr intensives Engagement bei der Erstellung der Materialien.

MICHAEL KLEINEMEIER

Regional President Middle and Eastern Europe
SAP

Teaching Science in Europe – iStage

Paris im September: Eine kleine Gruppe von Lehrkräften der naturwissenschaftlichen Fächer aus ganz Europa und Kanada trifft zusammen, um sich über Unterrichtsideen auszutauschen. Zurück in ihren Heimatländern, setzen die Teilnehmer ihren Austausch per E-Mail fort. Dann treffen sie sich noch einmal: im Februar in Berlin.

Es ist dieser fortwährende persönliche Ideenaustausch zwischen europäischen Lehrkräften, der „Teaching Science in Europe“ so einzigartig macht. Der gemeinnützige Verein Science on Stage Deutschland organisiert diese außergewöhnliche Lehrerfortbildung zu verschiedenen Themenbereichen (siehe Teaching Science in Europe I bis III). Diesmal heißt das Thema „iStage“ und der kompetente Partner, der dieses Projekt ermöglicht, ist SAP.

Die Gruppe, bestehend aus 22 Teilnehmern aus 15 verschiedenen Ländern, hat sich zum ersten Mal in Paris getroffen. Hier wurden Ansichten über die Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) im Unterricht ausgetauscht. Die Gruppe war in vielerlei Hinsicht heterogen und vielfältig: Die Lehrkräfte unterrichten Biologie, Chemie oder Physik. Ihre nationalen oder regionalen Lehrpläne sind unterschiedlich. Ihre Ansichten über Didaktik und Methodik weichen voneinander ab; und sie haben einen sehr unterschiedlichen Hintergrund, was Programmieren betrifft – manche haben keinerlei Vorkenntnisse.

Die Koordinatoren haben ebenfalls einen verschiedenartigen wissenschaftlichen und nationalen Hintergrund; sie haben jedoch ein gemeinsames Ziel: europäische Lehrkräfte zum Einsatz des Programmierens in ihrem Unterricht zu ermutigen und sie dabei zu unterstützen. Der Begriff, den die Teilnehmer für den gesamten Prozess geprägt haben, lautet „iStage“. iStage ist auch der Titel dieser Veröffentlichung von Science on Stage Deutschland, die ebenfalls als eBook erhältlich ist.

Aus konstruktivistischer Perspektive ist es sicherlich sinnvoll Schüler der Sekundarstufe dazu zu bringen, wissenschaftliche Probleme mit Hilfe eines Computers zu lösen bzw. die Lösung auf dem Computer zu (re)konstruieren. Durch das Programmieren können die Schüler Physik, Chemie und Biologie besser durchdringen und begreifen. Allerdings ist dies in europäischen Schulen noch weit von der Realität entfernt, weil die meisten Lehrkräfte in Informatik nicht ausgebildet sind. Daher muss das erste Ziel



Image courtesy of Wolfgang Herzberg

darin bestehen, die Lehrkräfte selbst zum eigenständigen Programmieren anzuhelfen bzw. sie dazu zu bringen, sich von Experten in ihrem Umfeld helfen zu lassen. Im nächsten Schritt stellen die Lehrkräfte ihren Schülern die Aufgabe, ein Programm zu „konstruieren“. Zur Erreichung dieses Ziels haben die Teilnehmer Ideen für Unterrichtseinheiten ausgetauscht, die sich dem expliziten Einsatz von IKT und insbesondere dem Programmieren im Unterricht widmen.

Darüber hinaus versuchten die Koordinatoren die Teilnehmer dazu anzuhelfen, in jede ihrer Unterrichtseinheiten praxisorientiertes Programmieren zu integrieren. Im Idealfall würde eine Unterrichtseinheit die Kodierung eines Programms durch die Schüler enthalten. Manche der Unterrichtseinheiten erreichen dieses Ziel. In jedem Falle sind wir erstmal glücklich darüber, dass wir die meisten Lehrkräfte dazu ermutigen konnten, etwas für ihre Schüler zu programmieren. In den folgenden Kapiteln beschreiben die Teilnehmer selbst ihre Unterrichtseinheiten.

Während des langen Prozesses von iStage entdeckten die Teilnehmer verschiedene Werkzeuge für sich, die sie in ihren Unterrichtseinheiten einsetzen und die sie ihren europäischen Kollegen empfehlen wollen. Wir bevorzugen Open-Source-Software oder Freeware wie „Tracker“ (für Videoanalyse), die simple aber leistungsfähige Programmiersprache „Scratch“, Java-Bibliotheken wie „Open Source Physics (OSP)“ oder „Stifte und Mäuse (SuM)“,

sowie ein Tool namens „Easy Java Simulations (EJS)“. All diese Programme sind kostenlos und können mit beinahe jedem Computerbetriebssystem ausgeführt werden. Unsere Programmierungsexperten Jürgen Czischke und Bernhard Schriek beschreiben diese Tools im Anhang der Publikation.

Berücksichtigt man, dass das Ziel darin bestand, Lehrkräfte, die zum Teil niemals zuvor programmiert hatten, hierzu zu ermutigen, ist es nur natürlich, dass die hier präsentierten Unterrichtseinheiten und die dabei entstandenen Programme keineswegs vollständig oder perfekt sind. Unsere Absicht ist es, den Prozess in Gang zu setzen, nicht ein fertiges Produkt zu präsentieren. Daran werden wir auch lange nach Erscheinen dieser Veröffentlichung weiterarbeiten. In diesem Sinne ist iStage als laufende Arbeit von Lehrkräften für Lehrkräfte aufzufassen.

DR. JÖRG GUTSCHANK

Leibniz Gymnasium | Dortmund International School,
Deutschland
Vorstandsmitglied Science on Stage Deutschland e.V.
Hauptkoordinator

Danksagung

Science on Stage Deutschland dankt allen Teilnehmern sehr herzlich für ihr enormes Engagement. Die an diesem Projekt beteiligten Lehrkräfte verwendeten viel Zeit und Energie auf ihre Unterrichtseinheiten, und sie leisteten dies neben ihrer regulären Arbeit. Dies ist ein außergewöhnlicher Beitrag!

Die Veranstaltungen, diese Veröffentlichung und die Verbreitung der Ergebnisse wären ohne die großzügige Unterstützung durch SAP nicht möglich. Alle Teilnehmer und die Organisatoren wissen diese Hilfe sehr zu schätzen!

Biologie und Gesundheit

In diesem Teil werden drei Projekte präsentiert, welche die Anwendungsmöglichkeiten von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in drei Bereichen der Biologie verdeutlichen: Genetik, Pflanzenwachstum sowie Ernährung und Bewegung.

Biologische Prozesse sind auf unterschiedlichen Ebenen in Zeit und Raum durch ihre Komplexität gekennzeichnet. Auf der kurzen raumzeitlichen Skala sind Zellen winzig klein, in der Größenordnung eines Tausendstel Millimeters; dennoch beinhalten sie Hunderte verschiedener Moleküle, die bei der Nährstoffnutzung gemeinsam agieren, in Sekundenbruchteilen auf die Umgebung reagieren und andere Zellen herstellen. Auf der langen raumzeitlichen Skala interagieren riesige Verbände aus Millionen von Spezies auf der ökologischen Ebene von Ozeanen und Kontinenten; diese haben sich über Millionen von Jahren herausgebildet.

Das Vorhandensein der großen raumzeitlichen Skala könnte die Umsetzung eines Experimentes unmöglich machen. So kann beispielsweise die Ausbreitung der Genvariante einer Tierartpopulation viele Generationen lang dauern. Wenn diese Population viele Mitglieder hat, die kilometerweit über das Land verteilt sind, ist es nicht einmal möglich, all diese Tiere zu finden und festzustellen, ob sie eine Genvariante von ihren Eltern geerbt haben oder nicht. In solchen Fällen sind Computersimulationen, bei denen anhand eines Modells der Zeitverlauf in stark beschleunigter Form durchgespielt werden kann, ein hilfreiches Instrument. Die erste Unterrichtseinheit, „Was können uns Kaninchen über die Evolution lehren?“, ermöglicht mittels einer Simulation die Demonstration einer Theorie, die als Hardy-Weinberg-Gleichgewicht bekannt ist. Diese geht davon aus, dass die Häufigkeit eines Allels in einer Population konstant bleibt, solange keine Störung eintritt. Das Programm simuliert eine Modellpopulation. Den Schülern erschließt sich so der Nutzen einer numerischen Simulation zur Erklärung eines genetischen Vererbungsmodells.

Im Abschnitt „Pflanzenwachstum – Das Leben von Bernd, der Bohne“ wird beschrieben, wie IKT eingesetzt werden kann, um in einem für die Schüler verständlichen biologischen Experiment Parameter zu analysieren und quantifizieren. Dabei werden die Umstände, welche Keimung und Wachstum einer Pflanze beeinflussen, untersucht. Wachstumsprofile und ihre Anpassung an eine konstante Wachstumsfunktion können mit Hilfe von Tabellenkalkulationen verglichen werden. In dieser Unterrichtseinheit erfährt man, dass Quantifizierung in der Biologie ein notwendiger Schritt ist, der zum Beweis oder zur Widerlegung

einer Hypothese führen kann. Darüber hinaus müssen die Biologen sicherstellen, dass die gewählte Bezugsmenge für die biologische Eigenschaft, die untersucht wird, angemessen ist. Außerdem sind andere Bedingungen, die das Beobachtungsobjekt beeinflussen könnten, zu kontrollieren.

Die Unterrichtseinheit „Don't Worry, Be Healthy – Lebensmanagement“ verdeutlicht, dass einer der wichtigsten Beiträge der biologischen Forschung darin besteht, unser Leben länger und auch gesünder zu machen. Im Rahmen dieser Unterrichtseinheit werden die Schüler dazu angehalten, ihre Ernährungs- und Bewegungsgewohnheiten eine Woche lang zu beobachten. Mit einem Computerprogramm werden anhand einer zugrundeliegenden Datenbank die Energiezufuhr aus der Nahrung sowie der Energieumsatz aus Grundumsatz und Bewegung errechnet. Abgesehen von einem Einblick in die Themen Stoffwechsel und Ernährung können die Schüler aus diesem Projekt Rückschlüsse ziehen, wie sie ihr eigenes Leben gesünder gestalten können.

Mit den vorgeschlagenen rechenbetonten Anwendungen für die Bereiche Genetik, Pflanzenbiologie und Ernährung verdeutlichen diese drei Unterrichtseinheiten, wie in der Biologie auf völlig verschiedenen Ebenen Berechnungen auf dem Computer gemacht werden können. Dies geschieht mit drei unterschiedlichen Herangehensweisen: Modellbildung, Analyse von Experimenten und Erhebung klinischer Daten.

DR. MIGUEL ANDRADE

Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin
Berlin-Buch · Deutschland

Koordinator

Philipp Gebhardt · Richard Spencer

A

Was können uns Kaninchen über die Evolution lehren?

Gerichtete Selektion, Allelfrequenz und Evolution



EINFÜHRUNG

Schlüsselbegriffe:

Mendelsche Regeln; monohybrid; homozygot; heterozygot; dominant; rezessiv; Genotyp; Phänotyp; gerichtete Selektion; Evolution; Genpool; Allelfrequenz; Hardy-Weinberg-Gesetz; biologische Aufnahmefähigkeit eines Lebensraumes.

Dieses Simulationsprojekt richtet sich an Schüler im Alter von 16 bis 18 Jahren, die in der Oberstufe das Fach Biologie belegen. Die Schüler sollen in die Lage versetzt werden, die folgenden Grundprinzipien, die bei der Untersuchung der Allelfrequenz in einem Genpool zum Tragen kommen, zu verstehen:

- ▮ Die Vererbung dominanter und rezessiver Allele in monohybriden Mendelschen Kreuzungen;
- ▮ Warum Allelfrequenzen in einer Umgebung, in der kein Selektionsdruck für bestimmte Phänotypen herrscht, mehr oder weniger konstant bleiben;
- ▮ Wie das Hardy-Weinberg-Gesetz angewendet werden kann, um die Allelfrequenz für dominante und rezessive Allele eines Phänotyps zu errechnen, welcher durch zwei Allele eines einzelnen Gens bestimmt ist und Teil einer Population von Individuen ist, in der für keinen vorhandenen Phänotyp ein Selektionsvorteil besteht;
- ▮ Evolution als eine über die Zeit stattfindende Veränderung der Allelfrequenzen in einer Population;
- ▮ Warum Allelfrequenzen sich in einer Umgebung verändern, in der das Überleben von Individuen eines bestimmten Phänotyps durch gerichtete Selektion positiv beeinflusst wird;
- ▮ Warum die Beibehaltung nachteiliger Allele in einem Genpool im Hinblick auf die Fähigkeit einer Spezies, sich an potenzielle Veränderungen in der Umwelt anzupassen, wünschenswert ist.

In der Simulation werden einige der Prinzipien aufgegriffen und weiterentwickelt, die im Artikel „Counting Buttons: demonstrating the Hardy-Weinberg principle“ (*Pongsophon, Roadrangka und Campbell; Science in School; Ausgabe 6; Herbst 2007*) beschrieben wurden.

HILFSMITTEL

Auf das Projekt kann über das EMBLog-Lehrerportal des European Learning Laboratory for the Life Sciences (ELLS) am EMBL online zugegriffen werden. Die interaktiven Tabellen zur Durchführung der Aktivität wurden unter Verwendung der Flash-basierten SAP-Software Xcelsius entwickelt.

Auf www.science-on-stage.de finden Sie den Link zum EMBLog-Lehrerportal (Registrierung erforderlich).

INHALT

Allelfrequenz: Keine Selektion

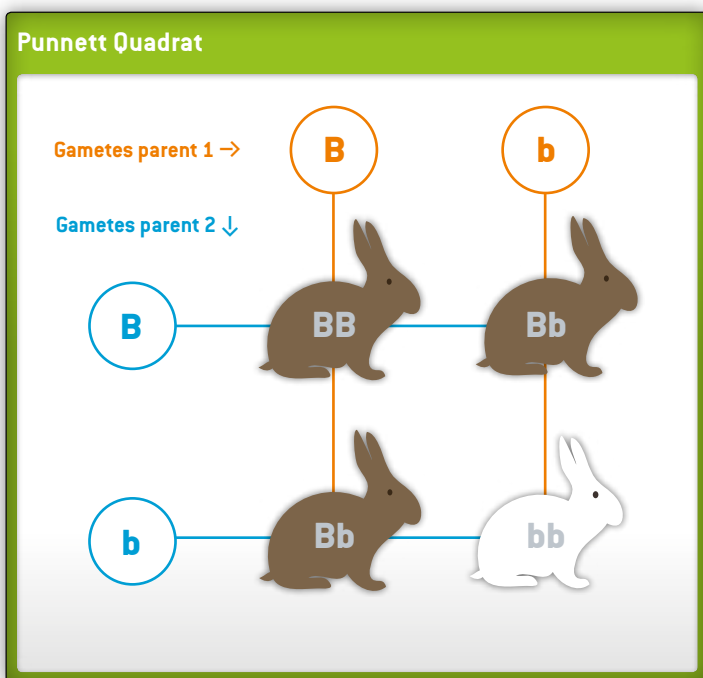
Den Schülern werden Hintergrundinformationen über eine aus 64 Kaninchen bestehende Modellpopulation geliefert, in der zwei Allele für die Fellfarbe – braun (B) und weiß (b) – vorhanden sind. Das Allel für braune Fellfarbe dominiert über das Allel für weiße Fellfarbe, so dass Kaninchen mit dem Genotyp BB und Bb braunes Fell haben, während diejenigen mit Genotyp bb weißes Fell aufweisen. Das Allel für die Fellfarbe wird in direkter, monohybrider Mendelscher Weise geerbt; und angesichts der Dominanz des Allels für braunes Fell sind die braunen Kaninchen gegenüber den weißen in der Mehrzahl, und zwar in einem Verhältnis von 3:1. Dementsprechend sind unter den 64 Kaninchen der Ausgangspopulation 16 Kaninchen mit dem homozygoten Genotyp BB , 32 Kaninchen mit dem heterozygoten Genotyp Bb und 16 Kaninchen mit dem homozygoten Genotyp bb .

Die Kaninchen befinden sich in einem Lebensraum, der einen Teil des Jahres mit Vegetation und für den Rest des Jahres mit Schnee bedeckt ist. In der Vegetation sind Kaninchen mit braunem Fell besser getarnt, während Kaninchen mit weißem Fell im Schnee besser getarnt sind. Insgesamt besteht kein Vor- oder Nachteil durch braunes oder weißes Fell.

Um den Schülern die Funktionsweise einer Mendelschen monohybriden Kreuzung in Erinnerung zu rufen, wird ein interaktives Punnett-Quadrat zur Simulation einer genetischen Kreuzung zwischen zwei heterozygoten (Bb) Kaninchen verwendet.

Im Anschluss finden die Schüler mit dem Programm die Genotypen aller Nachkommen der Ausgangspopulation heraus. Das Programm berücksichtigt vier Annahmen: erstens, dass es zu zufälliger Paarung zwischen Kanincheneltern mit unterschiedlichen Genotypen kommt; zweitens, dass die biologische Aufnahmefähigkeit des Lebensraums 64 Kaninchen beträgt; drittens, dass ein gleichgroßer Anteil (50 %) der Nachkommen aller drei Genotypen überlebt, um sich fortzupflanzen; und viertens, dass diejenigen Nachkommen einer Generation, die überleben, bis sie ausgewachsen sind, Eltern der nächsten Generation werden.

Die Schüler werden so durch das Programm geleitet, dass sie die Zahl der Nachkommen der jeweiligen Genotypen über 10 Generationen herausfinden können. Mittels dieser Information werden die Frequenzen der Allele B und b in jeder Generation errechnet. Um sicherzustellen, dass die Schüler die Ableitung der Allelfrequenzen verstehen, sollen sie eine Beispielrechnung durchführen, indem sie Daten eingeben und überprüfen, ob sie zum richtigen Ergebnis gelangen.



Die Schüler erkennen, dass die Frequenz der Allele B und b mehr oder weniger konstant bleibt. Das Programm ist so angelegt, dass es die Ausgabedaten (Allelfrequenz gegen Generationsnummer) in einem Diagramm darstellt.

Allelfrequenz: Hardy-Weinberg-Gesetz

In der Kaninchenpopulation sehen Kaninchen mit den Genotypen BB und Bb gleich aus (braunes Fell), so dass die Zahl der Individuen mit dem jeweiligen Genotyp nicht herauszufinden ist. Dagegen kann die Zahl der Kaninchen mit Genotyp bb erkannt und gezählt werden (sie alle haben weißes Fell). Die Schüler werden durch das Projekt an die Theorie und das zugrunde liegende Hardy-Weinberg-Prinzip herangeführt; ihnen wird verdeutlicht, wie die Zahl der Kaninchen mit Genotyp bb jeweils zur Schätzung der Kaninchenzahl mit den Genotypen BB und Bb verwendet werden kann.

Die Schüler sollen das Hardy-Weinberg-Gesetz auf ein gegebenes Problem anwenden. Indem sie die aus den vorgegebenen Informationen entnommenen relevanten Daten eingeben, können sie diese analysieren, um die geschätzte Zahl der Kaninchen mit den Genotypen BB und Bb in einer gegebenen Population – bei der die Zahl der Kaninchen mit Genotyp bb bekannt ist – zu errechnen. Anhand von gezielten Hinweisen werden die Schüler durch die Berechnung geleitet; außerdem ist dafür gesorgt, dass sie die Richtigkeit ihrer Berechnung überprüfen können.

Allelfrequenz: Selektion

Aufgrund der Klimaveränderung ist der Lebensraum der Kaninchen während des Jahres zu keiner Zeit mehr von Schnee bedeckt. Dies ist für weiße Kaninchen (Genotyp bb) nachteilig. Sie sind in einem Lebensraum, der ganzjährig von Vegetation bedeckt ist, nicht länger getarnt und somit als potenzielle Beute viel gefährdeter. Das weiße Fell ist nun ein Nachteil: Alle Kaninchen mit weißem Fell werden erbeutet, bevor sie ausgewachsen sind; die Selektion erfolgt durch die Umwelt.

Wie im Teil „Keine Selektion“ finden die Schüler mit dem Programm die Genotypen aller Nachkommen der Ausgangspopulation und der Folgegenerationen heraus. Diesmal haben sich die Parameter allerdings geändert. Das Programm berücksichtigt drei der vormalig vier Annahmen (zufällige Paarung zwischen Kanincheneltern mit unterschiedlichen Genotypen; die biologische Aufnahmefähigkeit des Lebensraums beträgt 64 Kaninchen; diejenigen Nachkommen einer Generation, die überleben, bis sie ausgewachsen sind, werden Eltern der nächsten Generation). Allerdings ist ein grundlegender Unterschied zu beachten: Das Verhältnis der Nachkommen aller drei Genotypen, die überleben, bis sie sich fortpflanzen, ist nicht länger gleich, weil keine weißen Kaninchen das Erwachsenenalter erreichen. Das Programm berücksichtigt dies



Anzahl der Kaninchen pro Generation



Anzahl der Kaninchen, die überleben bis sie ausgewachsen sind



und wendet Anpassungsformeln an, um zu kalkulieren, wie viele Kaninchen mit den Genotypen BB und Bb das Erwachsenenalter erreichen und Eltern der nächsten Generation werden. Der Wert liegt bei mehr als 50 %; die tatsächliche Prozentzahl richtet sich nach der Zahl der Kaninchen mit Genotyp bb , die in der jeweiligen Generation geboren werden.

Wie im Szenario „Keine Selektion“ finden die Schüler mit dem Programm die Zahl der Nachkommen des jeweiligen Genotyps über zehn Generationen heraus. Mit dieser Information werden die Allelfrequenzen der Allele B und b in jeder Generation errechnet.

Die Schüler erfahren, dass die Frequenz der Allele B und b von einer Generation zur nächsten variiert (die Frequenz des Allels B nimmt zu, während die Frequenz des Allels b abnimmt). Das Programm ist so angelegt, dass es die Ausgabedaten (Allelfrequenz gegen Generationsnummer) in einem Diagramm visualisiert.

Fragen zur Zusammenfassung der Schlüsselbegriffe

Der letzte Teil des Projekts besteht in einer Reihe von Fragen. Die Beantwortung dieser Fragen gewährleistet, dass die Schüler das Projekt fertiggestellt haben und hilft den Lehrkräften bei der Überprüfung, ob die zugrunde liegenden Schlüsselbegriffe von den Schülern verstanden wurden. Die Schüler geben ihre Antworten auf die Fragen sowie ihren Namen und das Datum ein. Die Antworten werden ausgedruckt und der Lehrkraft zur Bewertung eingereicht.

SCHLUSSFOLGERUNG

Auf das Simulationsprojekt kann online zugegriffen werden. Es kann entweder in der Unterrichtszeit durchgeführt werden oder aber als Hausaufgabe bzw. als Auftrag zur selbständigen Bearbeitung aufgegeben werden. Die Schüler überprüfen ihren eigenen Lernfortschritt, indem sie am Projektende ein Multiple-Choice-Quiz ausfüllen, das vom Programm korrigiert wird. Darüber hinaus ist eine Reihe von Fragen vorhanden, welche die Schüler beantworten und ausdrucken können, falls die Lehrkräfte mittels traditioneller Prüfungsfragen feststellen wollen, wie gut die im Projekt verwendeten Schlüsselbegriffe von den Schülern verstanden wurden.

Wir würden uns über Ihr Feedback, Fragen und Verbesserungsvorschläge zu diesem Projekt freuen (auf Englisch). Ein Lösungsschlüssel zu den Prüfungsfragen ist auf Anfrage erhältlich.

Kontakt: richard.spencer@stockton.ac.uk





A

Pflanzenwachstum – Das Leben von Bernd, der Bohne



EINFÜHRUNG

Die Unterrichtseinheit „Pflanzenwachstum – Das Leben von Bernd, der Bohne“ beschäftigt sich mit den Themen Keimung und Pflanzenwachstum.

Schlüsselbegriffe:

Anatomie und Physiologie von Pflanzensamen, Keimung, Ausführung eines Beobachtungsprotokolls, Erstellung morphologischer Zeichnungen.

Alter:

14–16 Jahre. Sicherlich haben auch jüngere Schüler Freude an dieser Versuchsreihe. Sie benötigen allerdings mehr Unterstützung bei der Auswertung der Daten.

Anhand dieses Beispiels erwerben die Schüler Kenntnisse über Entwicklung, Keimung und Wachstum. Bohnensamen (*Phaseolus coccineus*) werden in trockenem und gequollenem Zustand untersucht, die Veränderungen werden beschrieben. In Experimenten mit defizitären Bedingungen werden die Keimbedingungen untersucht und anschließend mit einem Kontrollexperiment verglichen. Dabei kommt ein Versuchsprotokoll zur Anwendung. Besondere Berücksichtigung findet hier die Kompetenzorientierung für Naturwissenschaften. Die Schüler können ihre Kenntnisse erarbeiten, präsentieren und kommunizieren. Keimung wird als Prozess in der Natur beschrieben. Die Schüler machen von verschiedenen Medienquellen Gebrauch, um an fachliche Information zu gelangen und diese auf unterschiedliche Weise zu präsentieren. Sie lernen, Beobachtungsprozesse zu natürlichen Phänomenen durchzuführen, Messungen vorzunehmen und diese zu beschreiben. Die Testergebnisse müssen erfasst, illustriert und interpretiert werden. Dabei sollten Abhängigkeiten bemerkt werden (Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe, Österreich 2011).

Liste der Materialien:

Phaseolus coccineus, Töpfe, Erde, Petrischalen, eine Lupe, ein Fernglas, ein Smartphone, ein Fotoapparat, ein PC mit Internetzugang, Papier, Bleistifte, Overheadfolienstifte, eine Sprühflasche

Bevor die Schüler diese Versuchsreihen in einem Langzeitprotokoll beschreiben können, kann der Projektbetreuer ein Wiki zum Thema erstellen.

Nützlicher Link: www.wikia.org.

HILFSMITTEL

Die Messergebnisse werden mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen in verschiedener Form präsentiert.

Für das Protokoll werden die einzelnen Wachstumsphasen fotografiert, diese werden Teil einer Fotodokumentation. Basierend auf den Aufzeichnungen der analysierten Testergebnisse stellen die Schülergruppen Informationen für das Wiki über „Pflanzenwachstum“ zusammen.



- ▮ Einsatz von Smartphones (für Informationsbeschaffung, Fotodokumentation);
- ▮ Größenmessung einer Bohnenpflanze anhand von Fotos, die Wachstum in Bewegung abbilden (z.B. mit dem kostenfreien Onlineservice „Animoto“, mit dem aus Fotos Kurzfilme hergestellt werden können);
- ▮ Mit den Parametern Licht, Temperatur und Wasser lassen sich Keimung und Wachstumsprozess in einem Animationsprogramm (Scratch, siehe Anhang) visualisieren;
- ▮ Comic über das Wachstum von Bernd, der Bohne: toon-boom-studio.softonic.de;

Die oben genannten Komponenten werden in das Wiki aufgenommen und veröffentlicht.

INHALT

Vorgaben

Untersucht werden 10 Bohnensamen. Jeder Bohnensamen wird im Trockenzustand auf Millimeterpapier platziert, gemessen und fotografiert. Die Messergebnisse werden in einer Tabelle festgehalten. Die durchschnittliche Länge und Breite wird errechnet. Das Aufquellen der Samen ist der Anfangspunkt der Keimung. Der Bohnensamen muss nun in Wasser gelegt werden, um den Prozess in Gang zu setzen. Die Wasserabsorption erfolgt



über die Mikropyle. Nach 24 Stunden im Wasser werden die gequollenen Samen erneut gemessen, die durchschnittliche Länge und Breite wird nochmals errechnet. Die Werte werden verglichen.

Für die Keimungsversuche werden trockene (Reihe A) und gequollene (Reihe B) Samen verwendet und nach präzisen Anweisungen behandelt. Die Gefäße A1 und B1 werden in eine Kiste gestellt, A2 und B2 in den Kühlschrank, A3 und B3 sowie A4 und B4 auf das Fensterbrett. Alle Gefäße werden täglich mit 25 ml Leitungswasser bewässert. Dies sind lediglich Vorschläge, die Schüler können selbst andere Variationen ausprobieren. Die folgenden Parameter werden untersucht: Hell-Dunkel-Keimer, Temperaturabhängigkeit und Wasserbedarf.

Während der folgenden Woche müssen die Schüler das Experiment sorgfältig betreuen. Täglich sind Daten zu erheben und in das Langzeitprotokoll einzutragen. Sobald die ersten Triebe erscheinen, ist es wichtig, das Wachstum durch Fotos zu dokumentieren.

Ergebnis

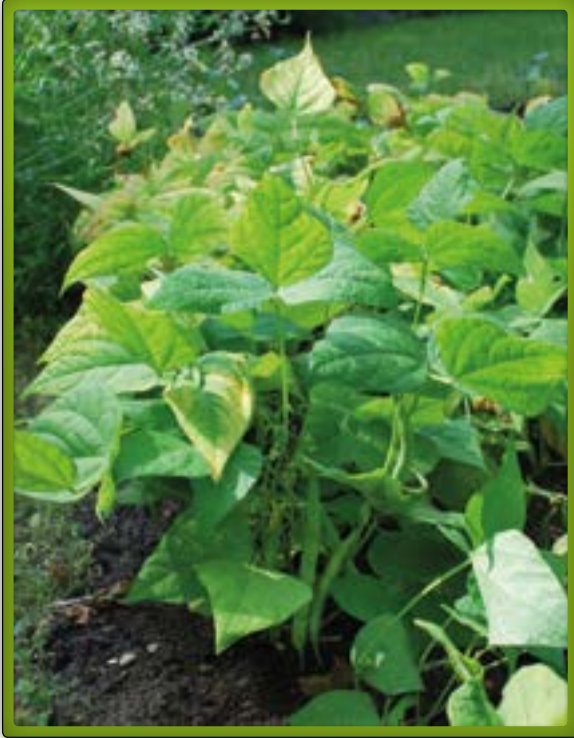
In diesen Langzeitversuchen erlernen die Schüler die Generierung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Anhand einer wissenschaftlichen Untersuchung lernen die Schüler durch ihre eigenen Experimente. Letztere werden nach detaillierten Anweisungen im Unterricht durchgeführt. Alle Daten sind sorgfältig zu notieren. Auf der einen Seite erfolgt dies in Form von Messwerten, die dann in einer Tabellenkalkulation präsentiert und analysiert werden. Andererseits machen die Schüler von dem Mittel der Fotodokumentation Gebrauch.



Natürlich erfahren sie bei diesen Experimenten etwas über Keimbedingungen. Aus den Ergebnissen können sie diejenigen Parameter, die für Bohnen relevant sind, ablesen. Unter Verwendung der spielerischen Animation mit Scratch (siehe Anhang) lernen sie beispielsweise auch die Bedeutung des Minimumgesetzes für Organismen. Die Schüler sollten die in den Experimenten erzielten Ergebnisse hinsichtlich Keimung und Wachstum mit einem Computerprogramm gegenprüfen.

Biologische Parameter, die hier verwendet werden können, sind beispielsweise die Temperatur [T],





die Entfernung zum Fenster (d), die täglich benötigte Wassermenge (w) und die Verwendung nicht-gequollener oder gequollener Samen (ja/nein). Die Schüler erkennen die Pflanzenhöhe (h) als eine Zeitfunktion (t in Tagen). Das Programm benötigt die Eingabe der Konstanten „ w “ und „ h “ und zeigt dann die Schätzwerte des Pflanzenwachstums für zehn Tage an.

Die Schüler müssen versuchen, eine ideale Kombination der oben genannten Bedingungen zu definieren, die zu besserer Keimung und schnellerem Wachstum der Pflanzen führt.

Diese könnte folgendermaßen aussehen:

$$h(t) = k \times \frac{w}{d} \times t$$

In dieser Funktion ist „ t “ die Zahl der Tage für die Keimung, „ w “ ist der Wasserbedarf in ml, „ d “ steht für die Entfernung zum Fenster, und „ k “ ist eine Konstante, die verändert werden kann. Die Lösung ist das Höhenwachstum (h) in Zentimetern (cm). Die Schüler können auch andere Faktoren ergänzen, deren Auswirkungen auf das Wachstum beobachten und miteinander diskutieren.



SCHLUSSFOLGERUNG

Das Experiment „Das Leben von Bernd, der Bohne“ bietet einen experimentellen Zugang zu wichtigen Themen wie Keimung und Pflanzenwachstum. Wachstumsbedingungen werden in einer Versuchsreihe erforscht. Medien, die im Leben der Schüler eine wichtige Rolle spielen, werden zur Überwachung der erzielten Ergebnisse eingesetzt. Ein Wiki ersetzt das Protokoll. Der Prozess des „Wachstums“ – eine Bewegung, die mit bloßem Auge nicht erkennbar ist – kann mit Fotos, die in einen Film umgewandelt werden, visualisiert werden. Ein animierter Comic mit der Titelfigur „Bernd, die Bohne“ fördert die Kreativität.



Janos Kapitany · Márta Gajdosné Szabó



A

Don't Worry, Be Healthy – Lebensmanagement



EINFÜHRUNG

Schlüsselbegriffe:

Nährstoffe, Oxidation, Verdauung, Gründe für Energiebedarf, Kalorien, Gewicht, Körperkontrolle, Ernährung, Grundumsatz, Kohlenhydrate, Fette, Proteine, Mineralstoffe, Vitamine.

Diese Simulationsaktivität richtet sich an Schüler im Alter von 12 bis 14 Jahren, die in der Sekundarstufe 1 Biologie belegen. Sie soll den Schülern den Zusammenhang zwischen Energieverbrauch, körperlicher Aktivität und Gewicht begreiflich machen.

- Unsere tägliche Ernährung hat einen Energiegehalt, der vom molekularen Aufbau der Grundbestandteile (Lipide, Kohlenhydrate, Proteine, Nukleinsäuren) abhängt.
- Die unterschiedlichen Energieniveaus verschiedener Nahrungsmittelarten resultieren aus der variierenden Zusammensetzung ihrer molekularen Grundbestandteile. Unsere Ernährung lässt sich als gewichtete Summe aus dem Energiegehalt der verschiedenen Komponenten beschreiben.
- Die Gesamtheit unserer täglichen körperlichen Aktivitäten ist Teil unseres täglichen Energieverbrauchs und kann auch mittels thermodynamischer Metrik beschrieben werden.
- Für die körperliche Aktivität verwendet der Körper Energie aus Stoffwechselreaktionen der Grundmoleküle.
- Eine Zunahme des Körpergewichts und Fettanteils ist auf ein Ungleichgewicht zwischen der Energiezufuhr und dem Energieumsatz zurückzuführen.
- Beide Seiten werden gemessen, um die richtige Balance zwischen Nährstoffen und körperlicher Aktivität zu finden und somit gesundheitliche Probleme zu vermeiden.

HILFSMITTEL

Eine detaillierte Liste des Energiegehalts der gängigsten rohen Bestandteile von Nahrungsmitteln (Getreide, Gemüse, Fleischsorten, Käsesorten etc.) sowie des Energiegehalts verarbeiteter Lebensmittel. In der Datenbank ist der Kalorienverbrauch der häufigsten täglichen (körperlichen) Aktivitäten ebenfalls enthalten. Darüber hinaus gibt es Fragebögen zur Überwachung des Nahrungsmittelverzehr (wöchentlicher Speiseplan) sowie Protokolle für die tatsächliche körperliche Aktivität. Aus dem Vergleich zwischen Energiezufuhr (Nahrungsaufnahme) und Umsatz (körperliche Aktivität) errechnet das Programm die tägliche/wöchentliche Energiegleichgewichtsrate. Das Programm und die detaillierte Liste des Energiegehalts stehen unter www.science-on-stage.de zur Verfügung.



INHALT

Lebensmanagement ist ein interdisziplinäres Thema. Dieses Projekt eignet sich für den Unterricht in den Fächern Biologie, Chemie, Physik, Mathematik oder Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT). Themen im Zusammenhang mit Ernährung oder Sport sind in Europa immer beliebt. Durch viele Experimente und Programme lassen sie sich auf interessante Weise gestalten. Beim vorliegenden Projekt liegt der Schwerpunkt auf IKT, wobei die Hauptthemen ‚Energiezufuhr‘, ‚Analyse‘ und ‚Ergebnisvisualisierung‘ heißen.

Einordnung in den Lehrplan:

Biologie, Physik, Chemie, Mathematik und IKT.

Lehreinheit: Von der Nahrung zum Leben

Wir benötigen eine Menge Energie um einfach nur zu leben. Für jede unserer Bewegungen, für eine konstante Körpertemperatur, für den Aufbau unseres Körpers, für unseren Stoffwechsel und sogar für unsere Hirnaktivität benötigen wir Energie.

All diese Energie erhalten wir aus der Verbrennung von Nährstoffen, genauer gesagt aus ihrer Oxidation. Zuerst müssen die Nährstoffe von außen in das Innere unserer Zellen gelangen. Dieser Prozess – die Verdauung – sollte bereits Thema im Unterricht gewesen sein. Diese Unterrichtseinheit beschäftigt sich mit Energiebedarf, Kalorien, Lebensmitteln, Gewicht, Körperkontrolle und Ernährung. Es ist allgemein bekannt, dass ein direkter Zusammenhang zwischen vermehrter Nahrungsaufnahme und Gewichtszunahme besteht. Dieses Programm ermöglicht einen genaueren Blick darauf, wie der Ener-





giegehalt der Nahrungsmittel und die eigene Bewegungsenergie ermittelt werden können. Nach Absolvierung dieses Programms ist man in der Lage, das eigene Gewicht langfristig zu steuern.

Der Grundumsatz

Der Körper verbrennt ständig Energie, und zwar nicht nur bei körperlicher Arbeit oder beim Sporttreiben, sondern auch in Ruhephasen oder im Schlaf. Der Grundumsatz (engl. *Basal Metabolic Rate* – *BMR*) läuft beim Energieverbrauch gewissermaßen im Hintergrund ab, allein um die Atmung, den Kreislauf und den Stoffwechsel aufrecht zu erhalten.

energieverbrauchs wird im Körper hauptsächlich durch den Hypothalamus, der sich im Stammhirn befindet, gesteuert. Dieser Prozess läuft vollständig autonom ab, kann jedoch durch Stimmung, Stress und Aufregung oder auch durch die Umwelt beeinflusst werden; der Körper behält währenddessen eine gleichbleibende Temperatur.

Zur Berechnung der Geschwindigkeit, mit welcher der Kalorienverbrauch im Ruhezustand erfolgt, bezieht die Formel für den Grundumsatz Variablen wie Geschlecht, Größe, Gewicht und Alter ein. Die Körperfettzusammensetzung wird dabei nicht berücksichtigt. Tatsächlich hat aber eine Person mit schwerem muskulären Körperbau einen höheren Grundumsatz als eine Person gleichen Gewichts mit höherem Fettanteil. Pro Pfund (1 Pound [lb] = 0,45 kg) mageren Muskelfleisches benötigt der Körper täglich 16 Kalorien zusätzlich, pro Kilogramm 35 Kalorien. Die Unterschiede in den Formeln für Männer und Frauen sind in erster Linie auf unterschiedliche Mengen an Fettgewebe in der männlichen und weiblichen Anatomie zurückzuführen.

Die Energiezufuhr

Die Energiezufuhr erfolgt durch Nahrungsmittel. Diese bestehen aus Nährstoffen. Lassen Sie uns einen Blick darauf werfen!

Arten von Nährstoffen

Die Nahrung, die wir zu uns nehmen, enthält Tausende verschiedener Chemikalien. Für unsere Gesundheit sind allerdings nur einige Dutzend dieser Chemikalien absolut unerlässlich. Dies sind die Nährstoffe – diejenigen Substanzen, die wir aus der Nahrung, die wir zu uns nehmen, beziehen. Ernährungswissenschaftler klassifizieren Nährstoffe in sechs Hauptgruppen: Wasser, Kohlenhydrate, Fette, Proteine, Mineralstoffe und Vitamine.

Zu den **Kohlenhydraten** zählen alle Formen von Zucker und die Stärken. Sie fungieren als die Hauptenergiequelle



Der Grundumsatz

	kcal/day
female	
0–2	$61 \times \text{body mass} - 51$
3–9	$22.5 \times \text{body mass} + 499$
10–17	$12.2 \times \text{body mass} + 746$
18–29	$14.7 \times \text{body mass} + 496$
30–59	$8.7 \times \text{body mass} + 829$
≥60	$10.5 \times \text{body mass} + 596$
male	
0–2	$60.9 \times \text{body mass} - 54$
3–9	$22.7 \times \text{body mass} + 495$
10–17	$17.5 \times \text{body mass} + 651$
18–29	$15.3 \times \text{body mass} + 679$
30–59	$11.6 \times \text{body mass} + 879$
≥60	$13.5 \times \text{body mass} + 487$

Bei den meisten Menschen ist der Grundumsatz für den Hauptanteil der verbrannten Kalorien verantwortlich. Mit zunehmendem Alter bleiben andere Faktoren konstant, so dass der Grundumsatz sinkt. Die Rate des Stoffwechsel-

für alle Lebewesen. Jedes Gramm an Kohlenhydraten liefert ungefähr 4 Kalorien (ein Gramm entspricht in etwa 0,035 Unzen). Es gibt zwei Arten von Kohlenhydraten, die einfachen und die komplexen. Einfache Kohlenhydrate haben eine simple Molekularstruktur und sind immer Formen von Zucker. Komplexe Kohlenhydrate, zu denen die Stärken zählen, haben eine größere und komplexe Molekularstruktur, die aus vielen einfachen Kohlenhydraten besteht, welche miteinander verbunden sind.

Die meisten Lebensmittel enthalten Kohlenhydrate. Die meist verwendete Zuckerart in Lebensmitteln ist die Saccharose, normaler weißer oder brauner Zucker.

Eine weitere wichtige Zuckerart, die Laktose, ist in Milch zu finden. Fruktose, eine besonders süße Zuckerart, tritt in den meisten Früchten und in vielen Gemüsesorten auf. Zu den stärkehaltigen Lebensmitteln zählen Bohnen, Brot, Getreide, Mais, Nudeln, Erbsen und Kartoffeln.



Fette sind hochkonzentrierte Energielieferanten. Jedes Gramm Fett liefert ungefähr 9 Kalorien, ohne Fette können wir jedoch auch nicht leben.

Bestimmte mehrfach ungesättigte Fettsäuren müssen in der Nahrung enthalten sein, weil der Körper sie nicht selbst bilden kann. Diese lebenswichtigen Fettsäuren dienen als Bausteine für die Membranen, welche jede Körperzelle umschließen. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind in Pflanzenölen, z.B. aus Mais und Sojabohnen, ebenso zu finden wie in bestimmten Fischarten, beispielsweise Lachs und Makrelen. Zu den gängigen Lieferanten einfach ungesättigter Fettsäuren gehören Oliven und Erdnüsse. Die meisten gesättigten Fettsäuren sind in tierischen Lebensmitteln wie Butter, Schmalz, Milchprodukten und fetthaltigem rotem Fleisch enthalten.

Proteine liefern Energie. Wie Kohlenhydrate enthalten sie 4 Kalorien pro Gramm, aber was noch wichtiger ist: Prote-



ine sind einer der wichtigsten Bausteine des Körpers. Muskeln, Haut, Knorpel und Haare beispielsweise bestehen zum großen Teil aus Proteinen. Darüber hinaus enthält jede Zelle bestimmte Proteine, Enzyme genannt, die für die Beschleunigung chemischer Reaktionen sorgen. Zellen könnten ohne diese Enzyme nicht funktionieren. Proteine dienen auch als Hormone (chemische Botenstoffe) sowie als Antikörper (Krankheiten abwehrende Proteine).

Die besten Proteinquellen sind Käse, Eier, Fisch, mageres Fleisch und Milch. Die Proteine in diesen Nahrungsmitteln werden vollständige Proteine genannt, weil sie bestimmte erforderliche Mengen aller unentbehrlichen Aminosäuren enthalten. Getreidekörner, Hülsenfrüchte (Pflanzen der Erbsenfamilie), Nüsse und Gemüse liefern ebenfalls Proteine. Diese Proteine werden unvollständige Proteine genannt, weil ihnen erforderliche Mengen einer oder mehrerer unentbehrlicher Aminosäuren fehlen.

Mineralstoffe und **Vitamine** sind für ein gesundes Leben ebenfalls unerlässlich, unser Hauptaugenmerk liegt jedoch auf der Energiezufuhr.

Die Errechnung des Energiewerts von Lebensmitteln

Der Energiewert zeigt die Kalorien, die in einem bestimmten Lebensmittel enthalten sind, an und wird in kJ ausgedrückt. Unsere Datenbank führt den Energiegehalt, der in 100 g (100 ml) eines Lebensmittels enthalten ist, auf. Daraus lässt sich errechnen, wie viel Energie in einer gegebenen Lebensmittelmenge enthalten ist. Beispielsweise liegt das Gewicht eines Nahrungsmittels bei 250 g, und 100 g entsprechen 1.200 kJ: Die 1.200 kJ sind mit dem Faktor 2,5 zu multiplizieren. Wenn das Lebensmittel in der Datenbank nicht enthalten ist, kann der Energie-

wert pro 100 g möglicherweise dem Etikett entnommen werden. Isst man ein hausgemachtes Sandwich, sind alle Einzelbestandteile separat zu errechnen und anschließend zu addieren. Dazu kann ein Tabellenkalkulationsprogramm genutzt werden.

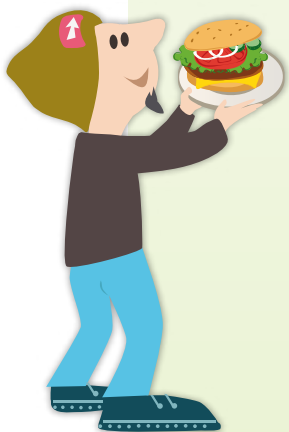
Körperliche Aktivitäten

Jede Art der körperlichen Aktivität benötigt Energie. Der Energieverbrauch richtet sich nach dem Körperzustand, der Intensität der Aktivität und natürlich nach der Zeit, die für die Aktivität aufgewendet wird. Manche Aktivitäten sind schwer zu errechnen, andere (Gehen auf einem Laufband) einfacher. Mit dem Programm kann unsere zweite Datenbank verwendet werden, die Beispiele enthält, welche die Menge der verbrannten kJ pro Stunde Aktivität anzeigen.



Projekthausarbeit

Gib bitte deine tägliche Energiezufuhr und körperliche Aktivität ein, subtrahiere deinen BMR und ermittle deine Energiebalance mit Hilfe unseres Programms. Erweitere die Datenbanken der Aktivitäten und Nahrungsmittel je nach Bedarf.



SCHLUSSFOLGERUNG

Der letzte Schritt besteht in einer Empfehlung zur Ernährung, wobei die Energie, die von der jeweiligen Nahrungsmittelsorte geliefert wird, einzubeziehen ist. Die Empfehlung basiert auf der im Fragebogen erfassten täglichen Aktivität. Sie sollte die Ernährungsweise, die ebenfalls eingegeben wird, erläutern (wie gesund sie ist und warum); darüber hinaus sollte sie eine Erklärung der Ernährungsumstellung basierend auf den Nährstoffempfehlungen enthalten.

Unsere Umwelt

Umweltschutz ist ein wesentlicher Bestandteil wissenschaftlicher Untersuchungen geworden, seit William Anders während der Apollo-8-Mission 1968 die erste Aufnahme der aufgehenden Erde gelang. Dieses Wissenschaftsgebiet wird ständig in den Medien diskutiert und sagt Schülern sehr zu. Weil dazu große Datenmengen gesammelt und verarbeitet werden müssen, eignet es sich auch sehr gut zur Einführung von IKT (Informations- und Kommunikationstechnologien) im Unterricht.

Umweltforschung kann in vielerlei Form erfolgen und viele naturwissenschaftliche Gebiete umfassen. Während der Erstellung dieser Broschüre haben die Lehrkräfte entschieden, drei Hauptbereiche abzudecken: Astronomie und die Bedeutung der Sonne in unserem Alltag, elektromagnetische Felder und den kontrollierten Wasserablauf bei sintflutartigen Regenfällen. Da in unserem Projekt für jede Unterrichtseinheit Lehrkräfte aus vielen verschiedenen Ländern in kleinen Gruppen zusammengearbeitet haben, sind die Ansätze originell und lassen sich leicht an Ihre eigenen Bedürfnisse und Lehrpläne anpassen.

In diesen Einheiten wird IKT auf verschiedene Weise eingesetzt. Ein erster Ansatz ist die Verwendung von Computertechnik als Werkzeug zum Sammeln und gemeinsamen Nutzen von Daten. Das geschieht in „Niederfrequente elektromagnetische Felder und die Umwelt des Menschen“, wo online erstellte Formulare zur Verbreitung eines Fragebogens und zur Zusammenstellung von Daten über den sogenannten Elektrosmog verwendet werden.

In der Auseinandersetzung mit den dramatischen Folgen der sintflutartigen Regenfälle in Dänemark untersuchen die Schüler in der darauf folgenden Unterrichtseinheit die in früheren Zeiten genutzten Gründächer als Lösung, mit der Wasser aufgefangen wird und wieder verdunstet, anstatt Straßen, Höhlen und Felder zu überfluten. Zu diesem Zweck nutzen die Schüler Scratch (siehe Anhang), um eine Simulation aufzubauen.

Unter Verwendung desselben Simulationsansatzes befassen sich die letzten beiden Einheiten, „Die Länge des Tages“ und „Sonnenstrahlung & Wohnungspreise“, mit der Sonne. Ein fertiges Java-Programm wird zur Simulation des (scheinbaren) Laufs der Sonne am Himmel oder zur Unterstützung der Schüler bei der eigenen Programmentwicklung zur Berechnung der Sonnenenergie genutzt. Auf diese Weise gelangen die Schüler zum Hauptziel dieser Publikation!

JEAN-LUC RICHTER

Collège Jean-Jacques Waltz
Marckolsheim · Frankreich
Koordinator

B

Niederfrequente elektromagnetische Felder und die Umwelt des Menschen





EINFÜHRUNG

Elektromagnetische Felder sind in der Natur weit verbreitet. Natürliche elektrische und magnetische Felder umgeben unsere Erde, ihre Atmosphäre und auch den die Erde umgebenden Raum. Der Mensch selbst ist ebenfalls eine Quelle elektromagnetischer Felder mit unterschiedlicher Frequenz. Neben natürlichen Quellen gibt es auch künstliche Quellen, die für Menschen nicht unbedenklich sein sollen. Ziel dieser Einheit ist es, den Schülern die Allgegenwart dieser Felder in unserer Umgebung bewusst zu machen.

Hinweis: Nach aktuellem Forschungsstand ist eine Gefahr geringer elektromagnetischer Strahlung – im Gegensatz zur hohen elektromagnetischen Strahlungen wie z.B. von Röntgenstrahlen oder MRT – für den menschlichen Körper nicht nachgewiesen. Dennoch ist eine mögliche Gefahr des sogenannten Elektromogs, der beispielsweise von Mobiltelefonen abgegeben wird, Gegenstand öffentlicher Diskussionen.

Schlüsselbegriffe

Physik (Magnete und Elektromagnete; Generator; Faradaysche Gesetze; Maxwellsche Gesetze; elektromagnetische Felder; Strahlenspektrum), Mathematik (grafische Darstellung von Gleichungen), Umwelt (Umweltverschmutzung).

Alter

Die Einheit ist für Schüler im Alter von 12 bis 19 Jahren geeignet:

- Alter 12-14 Jahre – Untersuchung, Messungen der Induktion von Magnetfeldern und qualitative Analyse.
- Alter 15-19 Jahre – Untersuchung, Messungen der Induktion von Magnetfeldern, quantitative Analyse, grafische Darstellung.

HILFSMITTEL

Alle Grafiken und Texte (Fragebögen) können mit Tabellenkalkulationsprogrammen erstellt werden.

Die Fragebögen können mit frei verfügbaren Online-Tools, z.B. Google Docs (für Dokumente und Tabellen) erzeugt werden.

Die Messungen können mit einem Smartphone oder PDA (Personal Digital Assistant) mit elektrischer Feldmessung erfolgen. Es gibt diverse Apps zur Messung elektromagnetischer Felder, die kostenlos heruntergeladen werden können.

INHALT

Die folgenden, in der Medizin verwendeten Diagnose- und Therapieinstrumente sind eine Quelle elektromagnetischer Felder: Röntgenapparate, Computertomographen, Magnetresonatoren, Magnettherapie- und Magnetstimulationsinstrumente, Diathermieinstrumente.

Weitere künstliche Quellen sind: Hochspannungsleitungen, Radio- und Fernsehsender, Funknavigations- und Ortungssysteme, Mobiltelefone, elektrische Haushaltsgeräte.

Um den Wissensstand, den ein durchschnittlicher Nutzer solcher Geräte über niederfrequente elektromagnetische Felder hat, festzustellen, haben die Schüler meiner Klasse 1.000 Schüler befragt. Die Ergebnisse stellten sich als alarmierend heraus. Nur 14 % der befragten Personen hatten den Begriff Elektromog schon einmal gehört, davon waren nur 5 % in der Lage, den Begriff korrekt zu erklären. Auf die Aufforderung „Bitte nenne dir bekannte Quellen elektromagnetischer Strahlung“ konnten 36 % der Befragten keine Antwort geben. Die übrigen Personen verwiesen auf die im Fragebogen erwähnten Geräte.

Auf der Grundlage von Fragebögen können wir eine Rangfolge der Stärke der elektromagnetischen Strahlung dieser Geräte festlegen. Zur Prüfung der Rangfolge können wir die Magnetfelder messen, die von den genannten Geräten ausgehen. Dazu verwendeten wir ein Feldmessgerät in einem Smartphone oder PDA. Die Messergebnisse zeigten, dass die von den Schülern erstellte Rangfolge nicht richtig war.

Vorgaben

Das allgemeine Ziel ist die Analyse elektromagnetischer Felder in der Umgebung des Menschen und die Sensibilisierung der Schüler für dieses Thema.

Die Schüler füllen am Computer einen Fragebogen aus. Zur Vereinfachung der Umfrage kann ein Online-Formular erstellt werden. Dieses Formular ist dann über einen Link im Internet zugänglich und kann von den Schülern ausgefüllt werden. Alle gesammelten Daten werden in eine Tabelle kopiert, die dann heruntergeladen werden kann. Die Ergebnisse der Untersuchung kann man sofort selbst in Prozentsätze und Diagramme umwandeln. Sie können auch selbst Diagramme mit einem Tabellenkalkulationsprogramm erstellen.

Im Anschluss messen die Schüler die Veränderung der magnetischen Felder verschiedener Geräte, die in jedem



Beispielsweise auf die Aufforderung „Nenne Beispiele für dir bekannte Quellen elektromagnetischer Felder“ gibt es die Antwortmöglichkeiten „Ich kenne ...“ – „Ich kenne keine ...“. Die Ergebnisse können in einem Kreisdiagramm dargestellt werden.

Auf die Frage „Hast du schon einmal etwas von ‚Elektromog‘ gehört?“ sind mehrere Antworten möglich; hierfür kann ein Balkendiagramm verwendet werden.

Die Antworten auf die Frage „Welche Geräte beeinträchtigen deiner Meinung nach deine Gesundheit?“ könnten mit einem $y(x)$ -Diagramm dargestellt werden (x – Name des Geräts; y – Anzahl der Personen).

Haushalt zu finden sind (linear und dreidimensional). Dazu verwenden sie den Geometer im Smartphone oder PDA.

Im Abstand von jeweils 10 cm messen sie die magnetische Induktion $\textcircled{1}$ und fügen die Ergebnisse in eine Tabelle ein. Das Tabellenblatt erstellt das Hauptdiagramm.

Die Schüler können dann die Messungen mathematisch umsetzen (Messunsicherheiten entstehen durch: Ungenauigkeit der Messinstrumente, Ungenauigkeit der menschlichen Sinne, z.B. des Sehvermögens). Die Messergebnisse können in einer Tabelle erfasst werden.

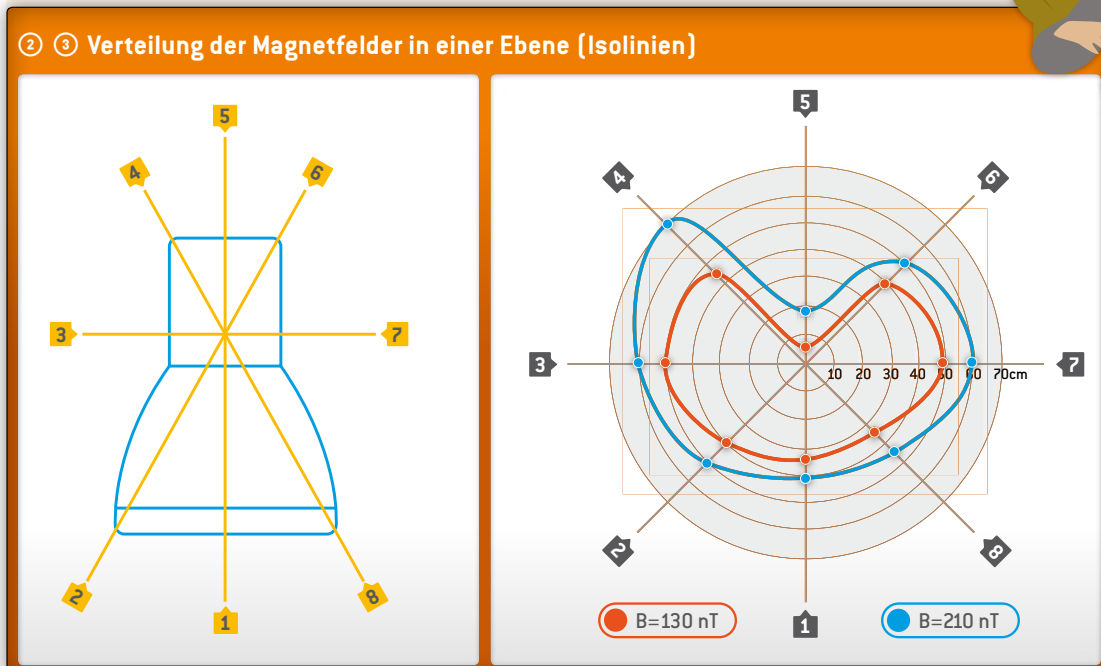
Messung der Verteilung der Magnetfelder in einer Ebene (Isolinien). $\textcircled{2}$ $\textcircled{3}$

Beispiel: „Stärke der magnetischen Induktion B [nT] einiger ausgewählter elektrischer Geräte (anhand der eigenen Messungen der Schüler) im Vergleich zum farblich markierten aktiven Abstand.“ $\textcircled{4}$ $\textcircled{6}$

Analyse

Die Schüler verwenden die in der Untersuchung und in den Messungen gesammelten Daten zur Erstellung von Diagrammen. Die Diagramme werden dann diskutiert und analysiert.

Als Schlussfolgerung aus dieser Analyse können die Schüler die Intensität der von elektrischen Geräten erzeugten Magnetfelder



4 Vergleich der Stärke der magnetischen Induktion bei verschiedenen Geräten

Distance to the source (cm) >	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Vacuum cleaner „Philips“	19,755	5,695	2,560	1,200	754	461	331	247	187	162	136	109	103
Computer monitor	666	225	109	63	50	41	30						
Hair dryer „Braun“	3,940	1,043	464	206	133	85	69	51					
Shaver „Privileg“	19,980	9,450	3,320	1,432	844	500	341	232	180	127	102	78	67

und die Expositionszeit vergleichen (zum Beispiel $y(x)$ -Diagramm: x – Induktion des Magnetfelds B [nT] und Expositionszeit t [h] – Wochendosis; y – Name des Gerätes).

Ergebnis

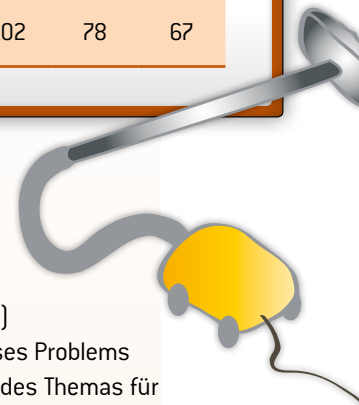
Der Induktionswert des von den Geräten erzeugten Magnetfelds (in der Regel vom Hersteller angegeben) sowie die Expositionszeit sind bei der Analyse des Problems von möglichen Feldeinflüssen auf den menschlichen Organismus sehr wichtig. Die Angaben dazu, welcher Körperteil von der Wirkung besonders betroffen ist, sind ebenfalls sehr wichtig. Die Schüler könnten die Ergebnisse der Analyse diskutieren, Poster für andere Schüler erstellen und die Ergebnisse mit anderen Klassen oder den Nachbarschulen teilen. Dazu könnte eine gemeinsame Wissensdatenbank oder die Verteilung des Online-Fragebogens genutzt werden.

Auch die Simulation einer MRT-Wirkung unter phet.colorado.edu/en/simulation/mri kann hilfreich für das Verständnis dafür sein, wie stark sich hochfrequente elektromagnetische Felder auf den menschlichen Körper auswirken können.

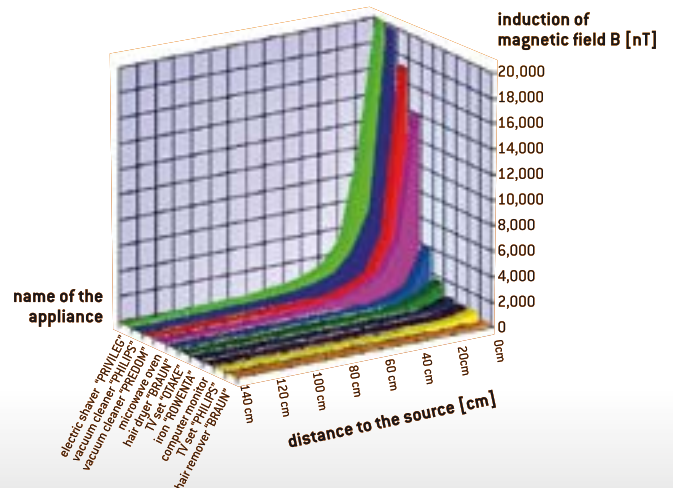
SCHLUSSFOLGERUNG

Elektromagnetische Felder steuern zahlreiche biologische und physiologische Prozesse im Körper des Menschen. So wirken elektromagnetische Felder zum Beispiel auf die Proteinbestandteile von Membrankanälen und auf die Ionenverteilung. Außerdem wirken sie auf die im Körper enthaltenen Flüssigkristalle ein, insbesondere die Flüssigkristallbestandteile, welche die Eigenschaften von Biomembranen aufweisen.

Ein möglicher Einfluss niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf die Umwelt des Menschen ist ein wichtiges Problem, das jedoch im Allgemeinen (wie aus dem Fragebogen hervorgeht) nicht gut bekannt ist. Die Erfassung dieses Problems ist ein erster Schritt hin zur Darstellung des Themas für einen durchschnittlichen Nutzer elektrischer Geräte. Es geht nicht darum, vor elektromagnetischen Feldern Angst zu haben, sondern sich ihrer bewusst zu werden und sie richtig zu nutzen (z.B. nicht mehrere elektrische Geräte gleichzeitig benutzen – Fernseher, Computer, Stereoanlage; nicht viele Stunden vor einem Computer- oder Fernseh Bildschirm zubringen, Wi-Fi abschalten etc.).



5 Abhängigkeit zwischen magnetischer Induktion und Entfernung zur Quelle



Birthe Zimmermann · Michael Lentfer Jensen

B

Sintflutartiger Regen



EINFÜHRUNG

Schlüsselbegriffe

Ökologie: Pflanzenwachstum; Wasserabsorption; Durchfluss; Pflanzenstruktur und -funktion, Nährstoffe, Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf; Photosynthese, Respiration, Fermentation, Biotope, Sukzession, Evolution.

Physik: Modellierung; Erzeugen einer Simulation; Durchflussmessungen.

Die Klimabeobachtung zielt auf Schüler im Alter von 14 bis 18 Jahren (oder jünger) ab, die angewandte Naturwissenschaften lernen und in den Bereichen Physik und Biologie interdisziplinär arbeiten. Die Schüler werden zum kritischen Denken befähigt sowie zum Entwickeln von Methoden und Experimenten, bei denen es um lokale Probleme geht. Regionales und globales Verständnis sowie die Kenntnisse im Bereich nachhaltige Entwicklung werden kommuniziert.

HILFSMITTEL

Modellentwicklung macht Spaß! Eine tatsächlich funktionierende Simulation zu erzeugen ist jedoch eine Herausforderung. Denken Sie daran, dass Grafiken bei der Präsentation der Ergebnisse hilfreich und weitaus besser geeignet sind als schriftliche Erörterungen. Auch Fotos sind beim Kommunizieren der Arbeit gegenüber anderen nützlich. Verwenden Sie für die Simulation eines Experiments z.B. Scratch (siehe Anhang). Wenn Sie Grafiken zeichnen müssen, finden Sie dazu frei verfügbare Programme im Internet.

Link zur Simulation des sintflutartigen Regens:
<http://scratch.mit.edu/projects/2352259/>.

Zum Aufbau eines Prototyps für einen „sintflutartigen Regen“: www.science-on-stage.de.

INHALT

Diese Einheit befasst sich mit der realen Welt. Das Klassenzimmer sollte bevorzugt gegen die Beobachtungsmöglichkeiten im Freien getauscht werden.

Klimaveränderungen und globale Erwärmung haben in den letzten Jahren vermehrt zu lokalen Problemen geführt, z.B. Trockenheit in einigen Gebieten und sehr starke Regenfälle in anderen Gebieten. „Sintflutartiger Regen“ bedeutet, dass innerhalb sehr kurzer Zeit sehr viel Regen fällt. Sintflutartiger Regen fällt unerwartet und kann zu

Überflutungen führen, so dass Häuser, Bahnstrecken und Straßen überschwemmt oder sogar weggespült werden können.

Sie können die Auswirkung eines sintflutartigen Regens auf einem Gründach beobachten, indem Sie einen lokalen Prototyp in Miniaturform bauen. Die besten Ergebnisse erhält man, wenn die Messungen über einen langen Zeitraum erfolgen – wenn möglich über Monate oder gar Jahre. Sie können den Durchfluss und die Temperatur online erfassen. Unter Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) können Sie Ihr Wissen und Ihre Ideen mit anderen teilen.

Verwenden Sie das Internet zwecks Feststellung und Weitergabe der Information:

- ▮ Wie viel Niederschlag fällt in Ihrem Gebiet pro Jahr? Hat sich die Menge in den letzten z.B. 50 Jahren verändert?
- ▮ Treten bei Ihnen zu bestimmten Zeiten im Jahr schwere Stürme und „sintflutartige Regenfälle“ auf? Falls ja, wann und wie oft in den letzten Jahren?
- ▮ Was passiert mit dem Regen, der auf das Dach Ihrer Schule oder Ihres Wohnhauses fällt – wohin läuft er?
- ▮ Werden bei Ihnen vor Ort Maßnahmen getroffen, um Schäden durch Klimaveränderungen wie Überflutungen zu verhindern? Falls ja, welche Maßnahmen werden getroffen?
- ▮ Wächst in Ihrer Umgebung Fetthenne (Sedum)? In welcher Art von Biotopen?

Schülerexperiment: Absorption und Durchfluss

Idealerweise hat Ihre Schule ein separates, relativ flaches Dach mit einer einzigen Dachrinne und einem einzigen Abflussrohr, das für ein großangelegtes und langfristiges



Beobachtungsprojekt genutzt werden kann. Ein Durchflussmesser kann zur Messung des Durchflusses bei jedem Regenfall verwendet werden. Eine Aufzeichnung der Daten online ist möglich. Für die folgenden Messungen kann auch ein Modell in kleinem Maßstab gebaut und für kurzzeitige Beobachtungsprojekte genutzt und mit einem normalen Dach verglichen werden.

Die Anleitung zum Bau des eigenen Modells eines „Gründachs“ finden Sie unter www.science-on-stage.de.

Messen Sie die Länge und Breite Ihrer Holzplatten („Dächer“), und berechnen Sie die Gesamtfläche in m² für jedes der „Dächer“ 1 und 2. Notieren Sie die Ergebnisse.

Wiegen Sie jeweils die „Dach“-Platten 1 und 2 im trockenen Zustand. Notieren Sie die Ergebnisse. Benutzen Sie ein Litermaß und gießen Sie langsam so lange Wasser (Leitungswasser) auf „Dach 1“, bis dieses kein Wasser mehr aufnehmen kann und leicht zu tropfen anfängt. Notieren Sie, wie viel Wasser Sie auf Dach 1 gegossen haben.

Gießen Sie dieselbe Menge Wasser auf „Dach 2“ und fangen Sie das Ablaufwasser der beiden Dächer auf. Wie viel Wasser lief von „Dach 1“ ab?

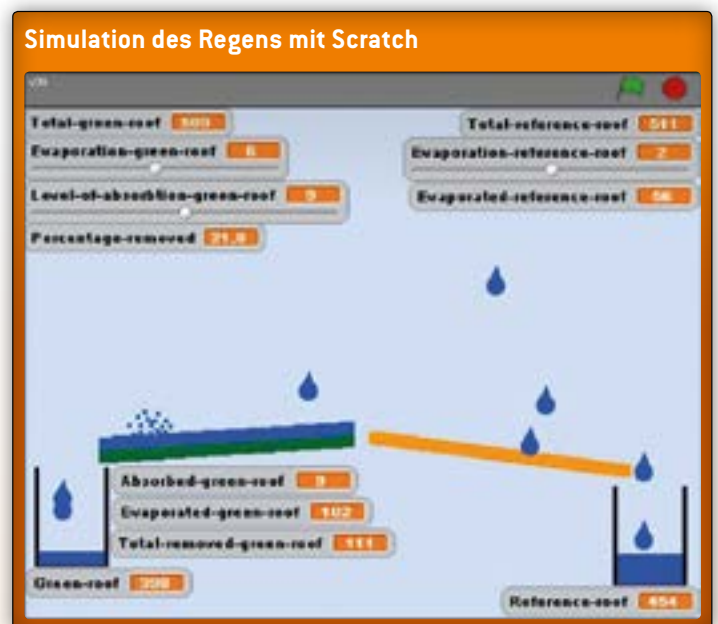
Notieren Sie die Wassermenge, die von beiden Dächern abgelaufen ist. Wiederholen Sie die Beobachtung täglich, einmal wöchentlich und möglichst über eine Reihe von Wochen.



Programmierung

Eine leichte Möglichkeit zur Vorhersage des Versuchsergebnisses, die auch noch Spaß macht, ist der Aufbau einer eigenen Simulation unter Verwendung einer einfachen und kostenlosen Drag-und-Drop-Programmierungssoftware namens Scratch (siehe Anhang). Eine Anleitung für Lehrkräfte finden Sie unter www.science-on-stage.de.

Das Projekt zeigt den Schülern, wie sie selbst kleine Animationen erzeugen können, mit denen sie lernen können, wie die Programmierung zur Beschreibung und Berechnung eines einfachen physikalischen Systems genutzt werden kann. Der Quellcode steht für Lehrkräfte hier zur Verfügung: www.science-on-stage.de.



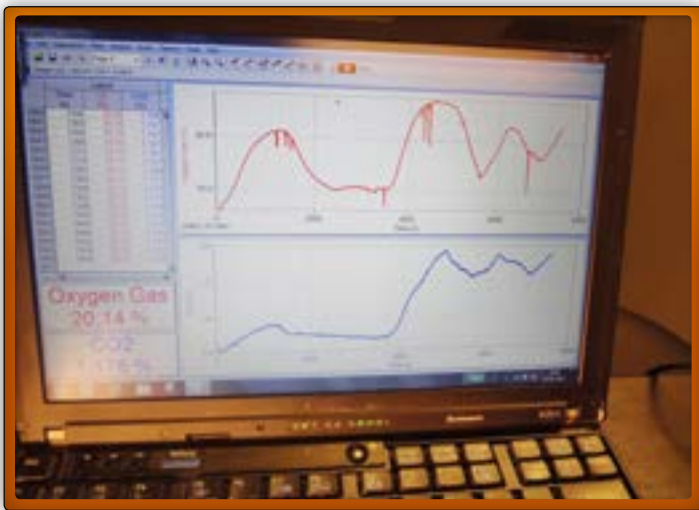
Das Modell kann dann für fortgeschrittene Schüler verbessert und erweitert werden, damit sie komplexere Parameter berücksichtigen können. Ein Modell, mit dem die Absorption und die Verdunstung verändert werden können, wurde hier entwickelt: scratch.mit.edu/projects/agsmj/2352259

Zur Verdunstung

Nützliche Daten lassen sich durch Untersuchung der Fett henne in einer Wachstumskammer gewinnen, die mit einer Sauerstoff und einer Kohlenstoffelektrode verbunden ist. Andere Daten wie Temperatur und Luftfeuchte können gleichzeitig gemessen werden um zu beobachten, wie sich die Wirkung eines Gründachs je nach Jahreszeit und lokalem Klima verändert.

Stellen Sie sicher, dass sich die Pflanzen an die Bedingungen in der Wachstumskammer anpassen, indem sie diese 24 Stunden vor Beginn der Messungen dort einsetzen. Daten und Diagramme von O₂ und CO₂, die kontinuierlich, z.B. über 24 Stunden oder länger, mit und ohne zusätzlichem Licht erfasst wurden, bilden hervorragende Parameter für eine Analyse und Diskussion. Die Schüler können diskutieren, inwieweit die Fett henne dazu geeignet

ist, durch Verdunstung zur Verringerung der Wassermenge aus sintflutartigem Regen beizutragen oder das Wasser, das den Abfluss hinabfließt, zu verzögern. Auf diese Weise können sie relativ einfache Lösungen zur Verminderung der durch Klimaveränderung und globale Erwärmung verursachten Probleme finden.



Fortgeschrittene Biologieschüler können die gesammelten Daten und Diagramme zur Untersuchung der in der Fetthenne stattfindenden Photosynthese, der CAM-Photosynthese, nutzen.

Diskussionsfragen zur Zusammenfassung der Schlüsselbegriffe

Die Schüler können die beobachteten Daten zur Diskussion darüber verwenden, wie viel Wasser von einem Gründach und von einem unbegrüntem Dach absorbiert oder gespeichert werden kann. Sie könnten diskutieren, was die zwischen den begrünten und unbegrüntem Dächern gemessenen Unterschiede über die Fähigkeit der Fetthenne zur Speicherung oder verzögerten Abgabe von Wasser aussagen. Sie können dann ihre Daten von den realen Pflanzenmessungen zur Verdunstung und Wasserabsorption mit der Programmsimulation vergleichen und diskutieren, ob ihre programmierten Modelle realistisch sind oder ob noch Anpassungen erforderlich sind. Sie könnten entsprechend ihrer Bildungsstufe weitere Faktoren hinzunehmen, die die Pflanzen und das Simulationsmodell beeinflussen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Nach der Programmierung und der Beobachtung an lebenden Pflanzen verstehen die Schüler die Wirkung eines Gründachs und die Fähigkeit von Pflanzen, Wasser zu absorbieren und den Abfluss zu verzögern. Sie werden Spaß an der Animation haben und dadurch angeregt werden, den benötigten Programmiercode zur Erklärung des physikalischen Modells zu lernen.

Kommunikation der Ergebnisse

Zur gemeinsamen Nutzung der Ergebnisse können die Schüler diese auf vielfältige Weise präsentieren: in Form von Artikeln, Vorträgen, als Film, Podcast oder Poster. Die Erstellung eines wissenschaftlichen Posters erfordert ein Layout, das ästhetischen Ansprüchen genügt und auch ohne weitere Erläuterung leicht verständlich und sachlich ist. Es ist keine leichte Aufgabe, anderen auf diese Weise mitzuteilen, was erreicht und gelernt wurde. Fotos sind bei der visuellen Umsetzung Ihrer Arbeit hilfreich. Alle genannten Methoden können auch als Hintergrundmaterial für einen QR-Code (quick response code) dienen. Nur ein Klick, und schon ist die App auf dem Smartphone. Sie können einen QR-Code leicht im Internet erzeugen, z.B. unter qrcode.kaywa.com/010.

Wenn Sie einen QR-Code für einen Text erzeugen möchten, klicken Sie einfach auf „text“ und „generate“, und sofort erscheint der Code. Denken Sie daran, den Code zu speichern. Sie können auch „URL“ wählen und damit leicht den Zugang zu einer Website mit den Informationen erzeugen, die Sie mit anderen teilen wollen.

Weitere Vorschläge finden Sie unter www.science-on-stage.de.



Ederlinda Viñuales Gavín · Cristina Viñas Viñuales

B

Die Länge des Tages



EINFÜHRUNG

In dieser Unterrichtseinheit sollen die Schüler Folgendes messen bzw. berechnen:

- ▮ Uhrzeit des Sonnenaufgangs und des Sonnenuntergangs an einem bestimmten Tag,
- ▮ die Länge dieses Tages und
- ▮ eine grafische Darstellung der Höhe des Sonnenstands am Horizont im Tagesverlauf.

Die Schüler können die für einen Tag gemessenen Werte auch in eine Tabelle eintragen, die Berechnung für einen weiteren Tag wiederholen und dann vergleichen.

Die Schüler für diese Unterrichtseinheit sollten zwischen 15 und 18 Jahren alt sein, da hierfür ein bestimmtes Wissen über Trigonometrie und Astronomie benötigt wird.

Hinweis: In diesem Text bezieht sich die Analyse der Tageslänge auf die Jahreszeiten der Nordhalbkugel.

Einige Hinweise zur Astronomie

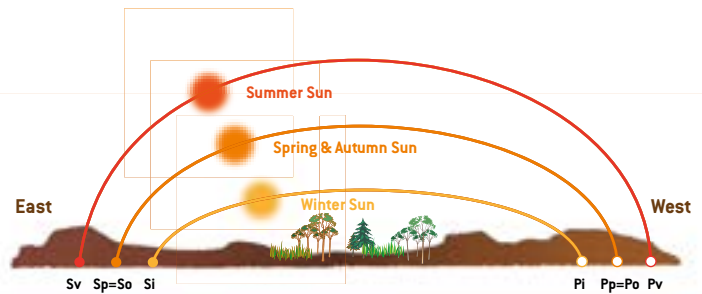
Der scheinbare Lauf, den die Sonne täglich am Himmel nimmt, ändert sich das ganze Jahr hindurch. Im Sommer steht die Sonne am höchsten am Himmel, und im Winter am niedrigsten – daher sind die Tage auch im Sommer länger als im Winter. Im Frühjahr und im Herbst nimmt die Sonne einen mittleren Lauf, wie aus dem folgenden Bild hervorgeht. ①

Am ersten Tag im Frühling überquert die Sonne den Himmelsäquator (die Deklination der Sonne ist 0). In den darauffolgenden Tagen verläuft die scheinbare Bewegung der Sonne über höhere Bahnen, bis sie am Sommeranfang das Maximum erreicht (Deklination ϵ). Am nächsten Tag ist die Laufbahn am Himmel niedriger und verringert sich immer weiter bis zum Herbstanfang, an dem sie wieder über den Äquator verläuft (Deklination 0). Anschließend nimmt sie bis zum Winteranfang, an dem sie durch den niedrigsten Punkt verläuft (Deklination $-\epsilon$), weiter ab. Die Sonne geht jeden Tag auf, bis sie wieder beim Frühlingsanfang angekommen ist und durch den Äquator verläuft. Damit beginnt der Zyklus eines neuen Jahres von vorn.

Die Länge eines Tages definiert die Zeitspanne von dem Zeitpunkt, an dem der obere Rand der Sonne beim Sonnenaufgang am Horizont erscheint, bis zu dem Zeitpunkt, an dem der obere Rand beim Sonnenuntergang wieder am Horizont verschwindet.

Die Länge eines Tages variiert über das Jahr und hängt vom Breitengrad ab. Die Neigung der Rotationsachse der

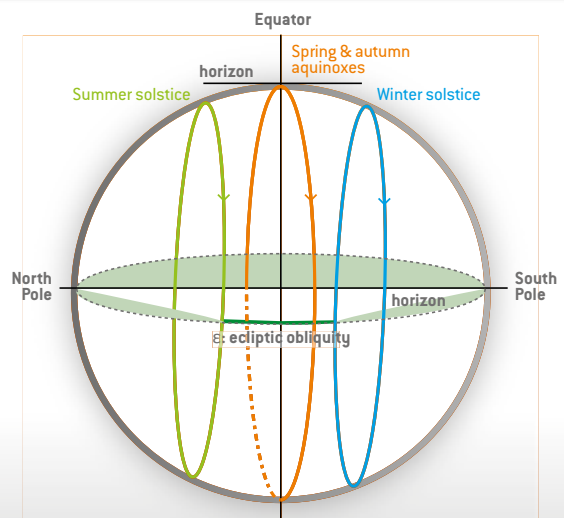
① Sonnenstand am ersten Tag jeder Jahreszeit



Sv, Sp, So, Si dots indicate the sunrise in summer, spring, autumn, & winter. Pv, Pp, Po, Pi dots indicate the setting sun in summer, spring, autumn & winter.

Erde ist die Ursache für die Jahreszeiten und für die sich täglich ändernde Position des Sonnenaufgangs und Sonnenuntergangs. Der maximale Winkelabstand zwischen zwei Sonnenaufgängen oder zwei Sonnenuntergängen ist der Winkel zwischen zwei Sonnenwenden. Dieser Winkel verändert sich mit dem Breitengrad des jeweiligen Orts. Er erreicht sein Minimum am Äquator (wo er gleich der Ekliptikschiefe ϵ ist) und erhöht sich danach in Abhängigkeit vom absoluten Wert des Breitengrads, bis die Mitternachtssonne im Polargebiet erreicht ist. In einer am Äquator gelegenen Stadt (Breitengrad $\phi = 0^\circ$), kann der Abstand zwischen zwei Sonnenuntergängen maximal 2ϵ betragen (zwischen den Sonnenwenden im Juni und Dezember), siehe Bild ②. Die Länge von Tag und Nacht beträgt in allen am Äquator gelegenen Orten immer gleichermaßen 12 Stunden.

② Sonnenstand am Breitengrad 0° (am Äquator)



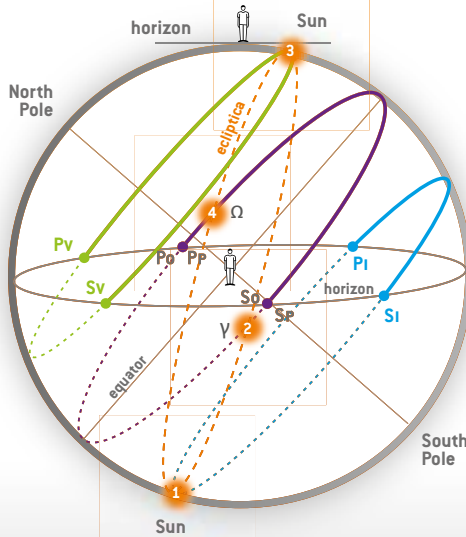
Am Pol verläuft der Weg der Sonne parallel zum Horizont (Mitternachtssonne), und es ist nicht möglich, den Winkelabstand zwischen zwei Sonnenuntergängen zu betrachten, da es keine Sonnenuntergangspunkte gibt. An Orten im Polarkreis kann die Länge eines Tages (oder einer Nacht) zwischen einem Tag und sechs Monaten variieren.

Unsere Stadt, Zaragoza in Spanien, hat einen Breitengrad von über 40° Nord, und für diese Zone berechnen wir nun die Länge des Tages und deren Veränderlichkeit zu verschiedenen Zeitpunkten im Jahr. In unserer Region sind nur an zwei Tagen im Jahr – den Äquinoktien – Tag und Nacht gleich lang. Danach sind die Tage vom Frühlingsäquinoktium bis zum Herbstäquinoktium länger als die Nächte. Vom Herbstäquinoktium bis zum Frühlingsäquinoktium haben die Nächte mehr Stunden als der Tag. In ☉ sind der Lauf der Sonne, die Sonnenwendetage und die Äquinoktien für einen Breitengrad ähnlich dem unseren angegeben.

23°26' und wird als Schiefe der Ekliptik bezeichnet. Sie wird durch ϵ dargestellt.

Die Schnittstellen zwischen der Äquator- und Ekliptikebene mit der Himmelskugel ergeben zwei maximale Kreise, die als Himmelsäquator bzw. Ekliptik bezeichnet werden. Die Schnittlinie zwischen diesen beiden Ebenen an den beiden gegenüberliegenden Punkten führt zu den Äquinoktien (siehe ☉). Das Frühlingsäquinoktium bzw. der Widderpunkt erscheint, wenn die Sonne vom Süden in den Norden gelangt. Gelangt die Sonne vom Norden in den Süden durch den Waagepunkt, sprechen wir vom Herbstäquinoktium. Die Schiefe der Ekliptik ist keine feste Größe, sondern verändert sich im Laufe der Zeit in einem Zyklus von ca. 26.000 Jahren. Die langsame und allmähliche Orientierungsänderung der Erdrotationsachse ist auf das Drehmoment zurückzuführen, das von den Gezeitenkräften des Mondes und der Sonne verursacht wird und auf die Wölbung der Erde am Äquator wirkt. Diese Kräfte führen dazu, dass die am Äquator vorhandene überschüssige Masse in die Ekliptikebene getragen wird.

3 Der Stand der Sonne über unserem Horizont



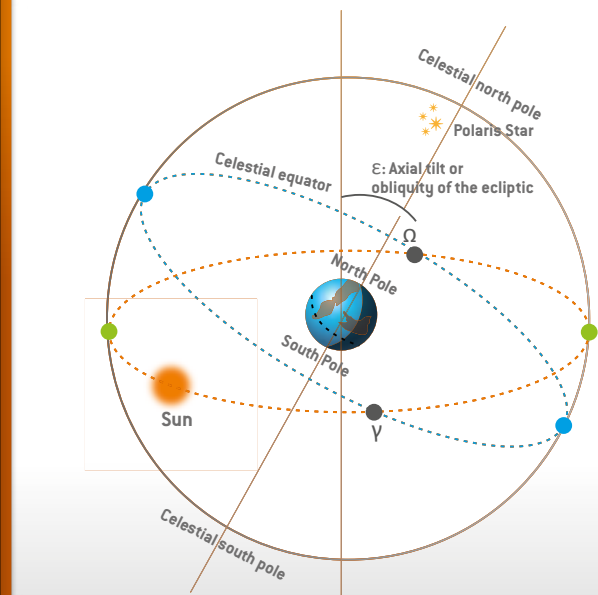
In the blue the winter solstice, in purple the equinoxes and in green the summer solstice

Was aber sind Ekliptik und Ekliptikschiefe?

Die Ekliptik ist die Ebene der Erdbahn um die Sonne. Mit anderen Worten, es ist der Schnittpunkt der Himmelskugel mit der Ebene, die die Erdumlaufbahn um die Sonne beschreibt (Ekliptikebene).

Da die Rotationsachse der Erde nicht rechtwinklig zur Ekliptikebene ist, ist die Äquatorebene nicht parallel zu ihr. Eine Achse im rechten Winkel zur Ekliptik und zur Rotationsachse der Erde bildet einen Winkel von ca.

4 Ekliptik und Äquinoktien



HILFSMITTEL

Für den ersten Teil: Einführung und Darstellung der Arbeit. Dazu haben wir einen Apple-Computer mit dem Betriebssystem Mac OS X, Version 10.4.11 verwendet. Software: Word sowie Adobe Illustrator CS für die Bilder. Zur Entwicklung des Programms haben wir Eclipse IDE mit Java auf einem Windows-System verwendet.

Zur Prüfung der berechneten Werte aus dem Java-Programm wäre es wünschenswert, eine Lochkamera oder einen Stab, einen Faden und einen Winkelmesser zu haben, damit die Schüler die Messungen mit einfachen Mitteln selbst vornehmen können.

INHALT

Das Java-Programm (siehe www.science-on-stage.de) zur Berechnung der Tageslänge ist in zwei Bereiche unterteilt. Die linke Seite dient der Einführung einiger Parameter wie Datum sowie Breiten- und Längengrad eines Ortes. Sie zeigt außerdem die numerischen Ergebnisse für den Zeitpunkt des Sonnenuntergangs und des Sonnenaufgangs und den Wert der Länge. Die rechte Seite zeigt die Höhe des Sonnenstandes am gewünschten Tag und Ort. Die Grundlinie beginnt mit dem Tag und der Uhrzeit des Sonnenaufgangs, steigt bis zum höheren Wert an und fällt zum Sonnenuntergang hin wieder ab.

Mit den drei Schaltflächen ‚Berechnen‘ (‚Calculate‘), ‚Werte zurücksetzen‘ (‚Clear Values‘) und ‚Sonnenlauf zurücksetzen‘ (‚Clear Sun Paths‘) können die gegebenen Werte zurückgesetzt, die Berechnung gestartet und die Grafik für den Sonnenlauf gelöscht werden.

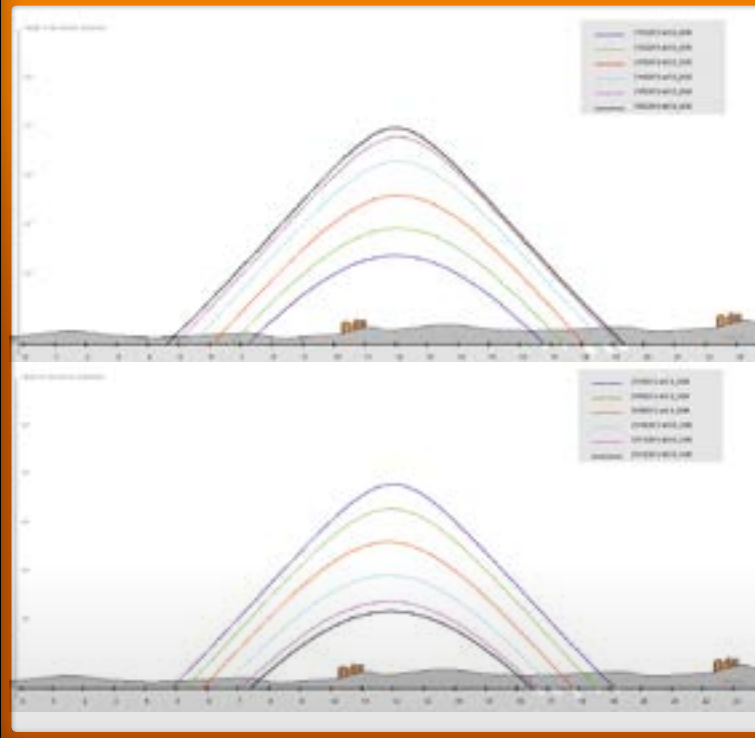
Unter www.science-on-stage.de finden Sie die Berechnungen, die mit dem Programm erstellt wurden. Sie können auch zur manuellen Berechnung der Länge genutzt werden. Da dies jedoch ein komplizierter Prozess ist, empfehlen wir die Nutzung des Java-Programms zur Erzielung verschiedener Ergebnisse und deren Analyse.

Überprüfen wir beispielsweise, wie sich die Höhe für denselben Ort im Laufe des Jahres verändert, indem verschiedene Werte eingegeben werden. Im nächsten Bild sind die Ergebnisse dargestellt. ⑤

Im letzten Bild sehen wir, wie die Höhe des Sonnenstands bis zum Monat Juni immer größer wird und wie sich die Länge durch die früheren Sonnenaufgangs- und späteren Sonnenuntergangszeiten erhöht. Von Juli bis Dezember beginnt die Höhe jedoch abzunehmen und beeinflusst auch die Länge des Tages sowie die Zeit des Sonnenauf- und -untergangs.

Man kann auch überprüfen, wie sich die Höhe des Sonnenstandes an demselben Tag an verschiedenen Orten unterscheidet. So kann zum Beispiel am 21. Juni 2012 der Unterschied zwischen einem Ort mit 40° Nord, am Äquator oder mit 40° Süd verglichen werden. Dabei stellt man fest,

⑤ Stand der Sonne im Lauf des Jahres für denselben Ort



dass die Zeit des Sonnenaufgangs und des Sonnenuntergangs mehr oder weniger gleich ist, die Höhe jedoch zwischen dem Äquator und dem Nordpol um mehr als 60° abweichen kann.

Wird nur der Längengrad verändert, werden Datum und Breitengrad jedoch beibehalten, sind weitere Analysen möglich. Das Ergebnis sollte darin bestehen, dass die Länge des Tages und die erreichte Höhe gleich sind, jedoch die Zeiten für Sonnenaufgang und Sonnenuntergang je nach eingegebenem Längengrad unterschiedlich sind.

Ebenfalls interessant zu sehen ist, dass an den Äquinoktien (ungefähr am 21. März und 21. September) eine Tageslänge von ca. 12 Stunden erreicht ist, die höchste Tageslänge zur Sommersonnenwende (um den 21. Juni) und die geringste Tageslänge zur Wintersonnenwende (um den 21. Dezember) zu verzeichnen sind.

Als eine letzte Anregung an die Schüler könnte es aufschlussreich sein, einige der mit dem Java-Programm berechneten Werte mit einfachen selbst gemachten Geräten zu überprüfen. Unter Verwendung einer Lochkamera können die Schüler beispielsweise die Veränderung der Höhe des Sonnenstands im Laufe des Tages nachvollziehen.



Auch mit einem einfachen Stab können die Schüler den Winkel berechnen, der zwischen den Sonnenstrahlen und dem Horizont gebildet wird. Der Winkel ist der Höhenwinkel (die Höhe) der Sonne zu diesem Zeitpunkt. Die Schüler können für verschiedene Zeitpunkte im Laufe des Tages feststellen, dass die mit Hilfe dieses einfachen Gerätes ermittelten Werte den Werten ähneln, die sie mit dem Java-Programm berechnet haben. Eine weitere Methode, wie die Schüler diese Berechnungen anstellen können, wäre die Markierung von Punkten auf dem Boden, wo der Schattenwurf der Stabspitze während des Tages auftrifft.

SCHLUSSFOLGERUNG

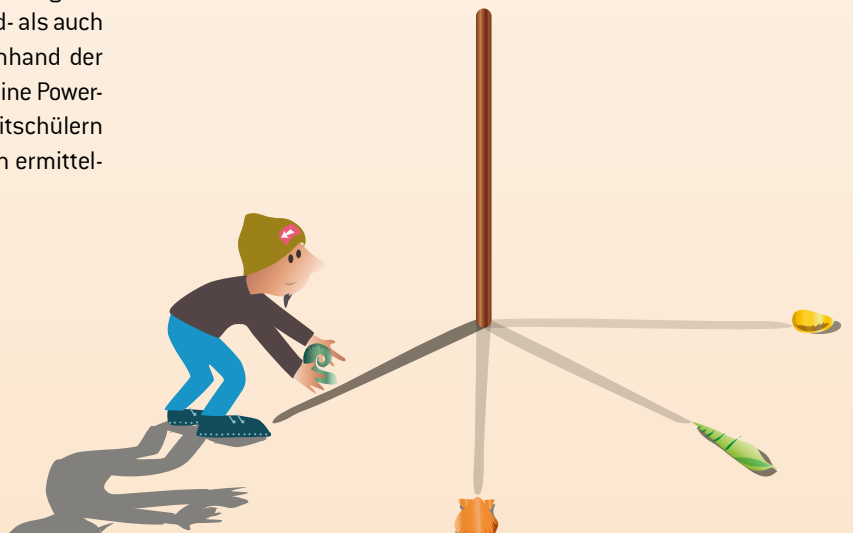
Das von uns entwickelte Java-Programm funktioniert für jeden beliebigen Tag eines Jahres und für jeden beliebigen Breitengrad. Bei der Anwendung des Programms können die Schüler jedoch zu merkwürdigen Ergebnissen kommen. An bestimmten Breitengraden geht an einigen Tagen die Sonne nicht auf und unter, so dass dann die Tageslänge nicht gemessen werden kann. Das Programm gibt in diesem Fall eine Warnmeldung in roter Schrift aus, dass wir uns an einem Ort befinden, wo die Menschen sich im Sommer der Mitternachtssonne erfreuen, im Gegensatz dazu aber an einigen Wintertagen 24 Stunden Dunkelheit herrscht.

Das Programm kann die Länge des Tages für verschiedene Daten berechnen und für jedes Datum die grafische Darstellung speichern. Auf diese Weise können wir die Veränderung der Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangszeit je nach Jahreszeit und demzufolge auch die Tageslänge vergleichen.

Eine interessante Zusatzaufgabe für Schüler könnte darin bestehen, dass Berechnungen für verschiedene Breitengrade an Gruppen aus drei oder vier Schülern verteilt werden. Je nach Anzahl der Schüler können Breitengradzonen über 15 oder 20 Grad sowohl auf der Nord- als auch auf der Südhalbkugel zugewiesen werden. Anhand der Berechnungen und Grafiken kann jede Gruppe eine Power-Point-Präsentation erstellen und diese den Mitschülern vorführen. Die von den verschiedenen Gruppen ermittelten Ergebnisse können diskutiert werden.

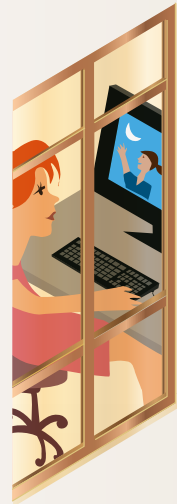
LITERATURHINWEISE

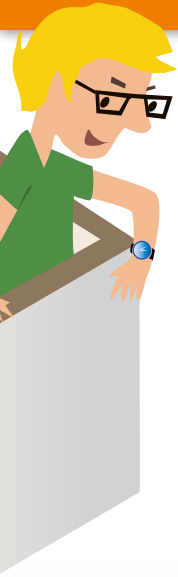
- ▮ Abad, A.; Docobo, J.A. & Elipe, A. *Curso de Astronomía. Colección textos docents*. Prensas Universitarias de Zaragoza. 2002.
- ▮ Duffett-Smith, Peter. *Astronomy with your personal computer*. Cambridge University Press. 1986.
- ▮ Viñuales Gavín, Ederlinda. *Euroastro. Astronomy in the city*. Socrates Comenius 1 project. 1998-2001.



B

Sonnenstrahlung & Wohnungspreise





EINFÜHRUNG

Warum sind Wohnungen in demselben Gebäude unterschiedlich teuer? Warum kostet eine Wohnung in einer oberen Etage mehr als in den unteren? Wir wissen alle, dass dies etwas mit dem Licht und der Helligkeit der Räume zu tun hat. Diese Unterrichtseinheit soll die Schüler anregen, in einer Feldstudie Daten über die Außenflächen der Wohnungen, die Fensterflächen, die Ausrichtung und die Etagenhöhe sowie über die Wohnungspreise in Abhängigkeit von der Ausrichtung und der Etage zu sammeln. Mit dieser Unterrichtseinheit sollen die Schüler außerdem angeregt werden, die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Gebäudepreisen, der Wirtschaft und einigen Begriffen aus Astronomie und Geowissenschaft festzustellen.

Hinweis: In diesem Text bezieht sich die Analyse der Sonnenstrahlung nach den Himmelsrichtungen auf der Nordhalbkugel.

Schlagwörter

Voraussetzungen: täglicher Sonnenlauf, Breitengrad, elementare Begriffe der Statistik.

Interdisziplinär: Die Aktivitäten behandeln Begriffe und Themen aus den Bereichen Astronomie, Erdkunde, elementare Mathematik, Bauformeln und Sozialwissenschaft. Sie erfordern Untersuchungen vor Ort zur Sammlung von Daten, um die Schüler mit ihrer sozialen und geographischen Umwelt vertraut zu machen.

Die Unterrichtseinheit ist für Schüler im Alter von 15 bis 17 Jahren geeignet und passt europaweit in die Lehrpläne ab dem letzten Sekundarschuljahr. Sie eignet sich perfekt für die internationale Zusammenarbeit und eröffnet neue Wege für den Datenvergleich zwischen Städten verschiedener Länder. In der Unterrichtseinheit können Statistiken erstellt werden, mit denen Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Ländern ausgewertet und hervorgehoben werden können, indem sie auf Breitengrad, Bevölkerung, Reichtum oder sonstige Parameter bezogen werden. Im dargestellten Beispiel liegen drei von vier Städten auf nahezu demselben Breitengrad.

HILFSMITTEL

Mit all diesen Aktivitäten sollen die Datenverarbeitung und -analyse auf PC oder Mac angeregt werden. Dabei helfen Tabellenkalkulationsprogramme zur Veranschaulichung der Preisvergleiche, insbesondere, wenn Daten aus unterschiedlichen Regionen oder Ländern ausgewertet

werden. Für den astronomischen Teil der Unterrichtseinheit haben wir ein Java-Programm entwickelt, das wichtige Hinweise über Sonnenstrahldichte und Breitengrade liefert und die Schüler anregen soll, sich mit Begriffen wie Energie, Energieaufnahme und Strahlungsfluss vertraut zu machen.

Der Leitfaden für Schüler und das Java-Programm sind auf www.science-on-stage.de erhältlich.

Programmierung: Die Schüler werden angeregt, das Java-Programm zu verbessern und weitere Funktionen zu entwickeln. Derzeit berechnet es anhand der gesammelten Daten die Durchschnittsenergie, die pro Tag in der Wohnung ankommt.

Die propädeutische Aktivität des Java-Programms besteht in der Sammlung von Daten über die gesamte Oberfläche einer Wohnung mit Fenstern auf der Südseite sowie über den Breitengrad des Wohnungsstandortes. Das Java-Programm dient der Visualisierung der Sonnenstrahlrichtung durch ein Fenster auf der Südseite zum Zeitpunkt der Tag-und-Nacht-Gleiche. Man erhält Anhaltspunkte dafür, wie wichtig Sonnenenergie und Breitengrad sind, und kann die Energiemenge berechnen, die täglich durch die Fenster auf der Südseite in die Wohnung gelangt. Gleichzeitig wird die Sonnenenergie pro Quadratmeter betrachtet, die nach Absorption durch die Atmosphäre tatsächlich auf die Erde gelangt.

Wir betrachten die Erstellung des Java-Programms als die Hauptaktivität dieser Unterrichtseinheit.

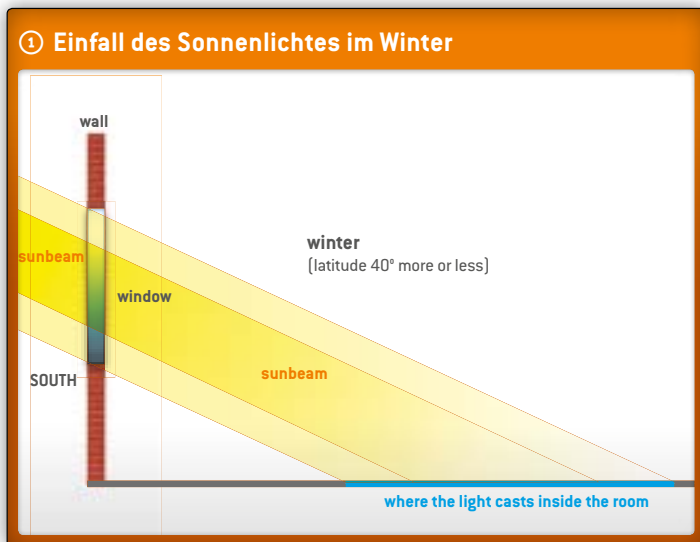
INHALT

Die Schüler verstehen gut, dass Licht ein entscheidender Grund dafür ist, ob man mehr oder weniger zahlt. Sie können leicht beobachten, dass das Sonnenlicht in der ersten Etage nicht auf dieselbe Weise wie in der achten Etage ankommt. Der Schatten der Gebäude auf der gegenüberliegenden Seite fällt auf den unteren Teil „unserer“ Fassade. Damit erhalten die unteren Etagen weniger Licht, wohingegen in den oberen Etagen direkte Sonnenstrahlung einfällt.

Gleiches gilt für die Ausrichtung. Eine gute Ausrichtung ermöglicht einen höheren Nutzen durch Sonnenlicht und Wärme.

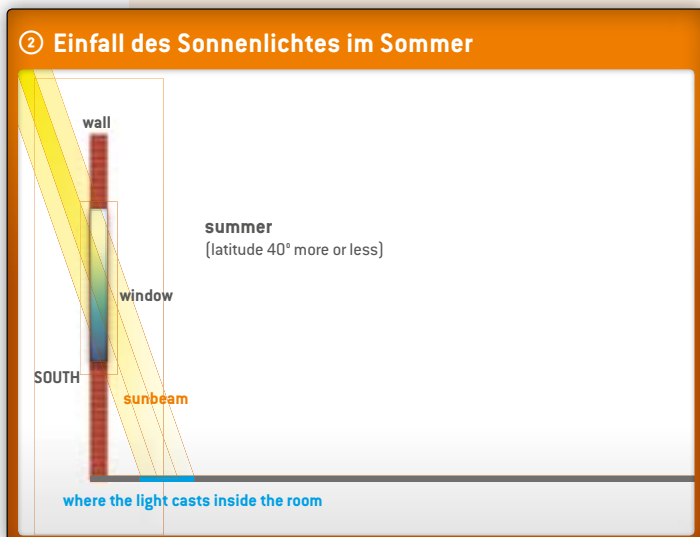
Wir können beobachten, wie, je nach Ausrichtung und Jahreszeit, Sonnenstrahlen durch die Fenster in das Innere einer Wohnung einfallen.

Im Winter gelangt das Sonnenlicht auf der Südseite des Gebäudes durch die Fenster und füllt den ganzen Raum aus. Wir haben einen warmen und hellen Raum. ①



Im Sommer treffen die Sonnenstrahlen auf die Wand. Das Licht gelangt mit nicht allzu hoher Intensität in den Raum. Der Raum ist weniger warm als beispielsweise auf der Westseite. ②

In diesen beiden Bildern [Bild ①, Bild ②], in denen die Wand nach Süden ausgerichtet ist, haben wir die Einfallswinkel der Sonnenstrahlen um die Mittagszeit herum eingezeichnet. Dann erreicht die Sonne an einem Sonnenwende-Tag (21. Dezember, Wintersonnenwende, und 21. Juni, Sommersonnenwende auf der Nordhalbkugel) ihren Höchststand über dem Horizont.



Wir wollen auch hier das Verhalten der Sonnenstrahlen untersuchen, wenn die Wand nach Osten und Westen ausgerichtet ist. Auf diese Weise sind wir in der Lage, die Vor- und Nachteile der einen oder anderen Ausrichtung zu vergleichen und daraus Schlüsse zu ziehen.

Eine Ausrichtung der Wand nach Osten ist ebenfalls recht vorteilhaft, da die Sonnenstrahlen in den ersten Morgenstunden in den Raum gelangen.

Im Winter ist das sehr angenehm, da die Sonne die Raumentgebung aufwärmt und mit Licht füllt. Im Sommer erfolgt die Sonnenstrahlung auf ähnliche Weise, und obwohl die Sonne zur gleichen Stunde mehr wärmt als im Winter, steht sie höher über dem Horizont, und die Sonnenstrahlen dringen nur in einen Teil des Raums. Die Ausrichtung der Wohnung nach Osten hin ist in Bezug auf die Sonnenausrichtung wahrscheinlich die beste.

Die Wärme- und Lichtverhältnisse ändern sich, wenn die Wand nach Westen ausgerichtet ist. Im Winter geht die Sonne sehr früh unter, und der Raum bekommt nur die letzten Sonnenstrahlen des Tages ab, die ihn kaum aufwärmen. Im Gegensatz dazu ist die Wohnung im Sommer infolge der hohen Außentemperatur bereits sehr heiß, wenn die Sonnenstrahlen beginnen, in den Raum einzudringen.

Vorgaben

Folgende Daten sind in das Java-Programm einzugeben:

- ▮ Die konstante, auf der Erde ankommende Sonnenstrahlung: Sie kann als konstanter Wert von ca. 200 W/m^2 betrachtet werden, wir haben uns jedoch dafür entschieden, sie als Parameter zu betrachten. Dadurch ist es möglich, sie für unterschiedliche Wetter- und Klimabedingungen zu verändern;
- ▮ Der Breitengrad;
- ▮ Die Gesamtfläche der nach Süden ausgerichteten Fenster.

Analyse

Wir können davon ausgehen, dass die Sonnenstrahlung, die auf die Erde auftrifft, in Bezug auf ihre Energie je Zeiteinheit und Quadratmeter ca. 200 W/m^2 beträgt (home.iprimus.com.au/nielsens/solrad.html).

Wir können die Höhe des Sonnenstandes über dem Horizont um 12 Uhr mittags anhand der Höhe bei Tag- und Nacht-Gleiche mitteln. Dieser Winkel ist der Komplementärwinkel des Breitengrades. Der Breitenwinkel ist auch gleich dem Winkel, den die Außenwände und Fenster der Wohnung (im rechten Winkel zum Horizont) mit dem Sonnenlicht bilden, das überall parallel zur Erdoberfläche



einfällt. Wir können die Energiemenge, die pro Zeiteinheit in die Wohnung eindringt, als den Fluss der Sonnenenergie betrachten, der durch die Oberfläche des Fensters eindringt. Er wird definiert als $F=R*S*\sin(\lambda)$, wobei λ der Breitengrad des Ortes ist, wo sich die Wohnung befindet. Wir können diese Strahlung für die Ausrichtung der Wohnung mitteln, indem wir davon ausgehen, dass die Strahlung 6 Stunden am Tag auf die Gesamtfläche der Fenster auftrifft.

Um die Energie pro Tag zu erhalten, müssen wir F mit 6 Stunden (Achtung: Stunden in Sekunden umrechnen!) und mit der Gesamtfläche der Außenwände mit südlich ausgerichteten Fenstern multiplizieren. Siehe Bild ©.

Ergebnis

Das numerische Ergebnis muss die durchschnittliche Energie sein, die an einem durchschnittlichen Tag von der Wohnung durch die Fenster auf der Südseite aufgenommen wird.

Das Programm muss außerdem Folgendes zeichnen:

- Das Profil der Fenster, mit der Richtung der Sonnenstrahlen bei Tag-und-Nacht-Gleiche, zeigt den Winkel zwischen den Sonnenstrahlen und der Oberfläche des Fensters entsprechend dem Breitengrad;
- Die Lage des geographischen Breitengrads an dem Ort bei Tag-und-Nacht-Gleiche.

[Diese beiden grafischen Darstellungen befinden sich derzeit in der Entwicklung, daher wird eine konstante Grafik gezeigt. Dennoch können die Schüler den Java-Code herausfinden, damit die Grafik an den Breitengrad angepasst werden kann.]

SCHLUSSFOLGERUNG

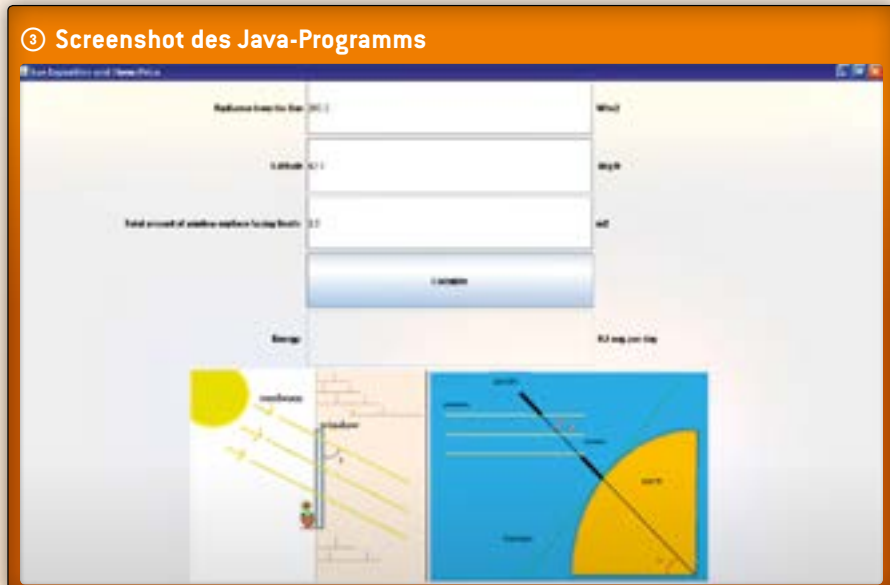
In einem Pilotprojekt zu dieser Aktivität haben verschiedene Schülergruppen in jedem Land Immobilienfirmen besucht und Angaben zum Wohnbezirk, der bewohnbaren Fläche, zu Preisen und Lage erfragt, wie im „Leitfaden für Schüler“ auf www.science-on-stage.de angegeben. Die Schüler waren an unterschiedlichen Angaben interessiert, deshalb haben sie die Preise in verschiedenen Wohnbezirken der Stadt erfragt.

Es könnte interessant sein, einen kurzen Kommentar zu den Problemen zu verfassen, auf die die Schüler in den verschiedenen Ländern bei der Erhebung von Informationen über Wohnungspreise gestoßen sind. In der Regel war den Verkäufern bewusst, dass die Schüler die Wohnungen nicht kaufen wollten. Diese Verkäufer haben die Schüler auch nicht getroffen, daher sind die Angaben miteinander nicht sehr genau.

Diese Aktivität ist am besten auswertbar, wenn sie in einem internationalen Kooperationsprojekt erfolgt oder wenn sie zumindest verschiedene Städte und Regionen eines Landes umfasst. Dies ermöglicht den Vergleich völlig verschiedener Bedingungen in Bezug auf Klima, Breitengrade, Orografie sowie wirtschaftliche und geografische Lage.

Interessante Daten lassen sich in Bezug auf Breitengrad, soziale Situation, Wohnungspolitik eines Landes, Wirkung des Sonneneinflusses und Aktion während des Tages ermitteln.

Der Vorgabeparameter „Sonnenstrahlung“ kann verwendet werden, um die geografischen, orografischen und



meteorologischen Bedingungen zu „modulieren“. Beginnend mit einem Durchschnittswert von 200 W/m^2 kann dieser Parameter bei geringeren Breitengraden, günstigen klimatischen Bedingungen, infolge der meteorologischen Situation über das Jahr sowie je nach durchschnittlicher Bewölkung höher sein.

Hausaufgabe:

Daten sammeln, Formulare ausfüllen, Datenaustausch mit internationalen Partnerschulen, Dateneingabe in Tabellen und/oder das Java-Programm, grafische Darstellung, Kommentierung.

Die Schüler könnten auch einige Programmieraufgaben ausführen, zumindest innerhalb der Tabellenkalkulation.

Die Schüler könnten außerdem herausfinden, warum die grafische Darstellung die jeweilige Form hat, indem sie versuchen, diese mit den geografischen, sozialen und wirtschaftlichen Gründen in Zusammenhang zu bringen.

Ein interessantes Ergebnis könnte die Veröffentlichung der Ergebnisse in einer Lokalzeitung in allen teilnehmenden Städten sein. Auf diese Weise könnte eine Art städtepartnerschaftliche Aktivität entstehen, die von den Schulen ausgeht.

Ein anderer interessanter Ansatz wäre die Verwendung der Fensterneigung als neuen Vorgabeparameter: Indem der Neigungswinkel des Fensters zum Horizont verändert wird, kann der Strahlungsfluss durch die Fenster auf der Südseite so erhöht werden, dass der Maximalwert erreicht wird. Velux-Fenster dienen als Beispiel dafür, wie die Sonnenenergie erhöht werden kann, indem der Winkel λ 90° angenähert wird. Die Einführung dieses neuen Parameters ermöglicht neue Überlegungen und Diskussionen zur Optimierung des Energieertrags eines Hauses.

Infolge der weltweiten Entwicklungen können diese Aktivitäten gegebenenfalls eine wirksame und einfache Kommunikationsmöglichkeit zwischen möglichen Teilnehmerschulen sein. Ein Wiki-Austauschsystem kann eine wertvolle und effiziente Lösung zur gemeinsamen Nutzung von Inhalten und zur

Entwicklung von Kooperationen zwischen weit voneinander entfernten Schulen darstellen. Mit unterschiedlichen Zugriffsrechten für Lehrer und Schüler können diese Austausch- und Kooperationsplattformen die Entwicklung gemeinsamer Aktivitäten mit weit entfernt lebenden Personen ermöglichen. Gleichzeitig passen sie hervorragend in die schulische Umgebung.



Vom Fahrrad zum Weltraum

In unserem Bemühen, das Interesse der Schüler zu wecken, probieren wir normalerweise zwei gegensätzliche Vorgehensweisen aus. Wir fragen uns entweder: „Gibt es etwas in ihrem Alltag, dass sie zum Mitmachen animiert?“ Oder wir versuchen das Gegenteil: „Können wir etwas finden, so weit hergeholt, so extrem und so faszinierend, worüber sie wirklich Bescheid wissen möchten?“

„Vom Fahrrad zum Weltraum“ erstreckt sich über vier Unterrichtseinheiten, von der alltäglichen Bewegung des Fahrradfahrens bis hin zur Faszination des Weltalls. Der Einsatz von IKT (Informations- und Kommunikationstechnologie) in den Naturwissenschaften ist üblich, und die Verwendung von Computern bietet sich für klassische mechanische Probleme an. Dies ist jedoch nicht Standard im naturwissenschaftlichen Unterricht in Europas weiterführenden Schulen. Nachfolgend versuchen wir einen Hauch von IKT in den europäischen Physikunterricht zu transportieren.

Die Unterrichtseinheit „Naturwissenschaften und Sport“ beschreibt, wie die Schüler Aufgaben aus der klassischen Mechanik lösen können, indem sie Videos von Fahrradfahrten analysieren.

Die Autoren der folgenden Einheit tauchen noch tiefer in die Mechanik ein und lassen ihre Schüler die harmonische Bewegung „schwingender Körper“ mithilfe selbstgeschriebener Programme und kostenloser Software in Angriff nehmen.

Mit dem Blick ans Firmament werden den Schülern unter Einsatz einer selbstgeschriebenen Java-Anwendung die „Mondphasen“ erklärt. Die Schüler lernen die Berechnung von Mondphasen und können diese mit einer Simulation am Computer veranschaulichen.

Schließlich möchten wir die Schüler über ihre Träume erreichen. In der wunderbaren Unterrichtseinheit mit dem Titel „Raumfahrt“ werden Einzelheiten des Reisens zwischen den Planeten unseres Sonnensystems durch zwei verschiedene selbstgeschriebene Computerprogramme erklärt. Bei der Programmierung erhielten die Autoren Unterstützung von Experten in ihrem Umfeld in Rumänien und Griechenland.

„Vom Fahrrad zum Weltraum“ ist eine Sammlung guter Konzepte europäischer Naturwissenschaftslehrkräfte, die sich auch mit dem Programmieren beschäftigt haben. Sie haben den ersten Schritt getan! Herzlichen Glückwunsch!

DR. JÖRG GUTSCHANK

Leibniz-Gymnasium | Dortmund International School
Hauptkoordinator
Vorstand Science on Stage Deutschland

Martin Soegaard · Damjan Štrus

C

Naturwissen- schaften und Sport



EINFÜHRUNG

Die Unterrichtseinheit ist gut geeignet für die Arbeit mit Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und klassischer Mechanik. Das Computerprogramm „Tracker“ (siehe Anhang) dient zum Beispiel gut für Untersuchungen der Position und ihrer abgeleiteten Größen (Geschwindigkeit und Beschleunigung), von Kräften (z.B. Zweites Newtonsches Gesetz) und von Arbeit und Energie (Gravitation, Hookesches Gesetz, potentielle und kinetische Energie). Die Analyse kann von Schülern ab 13 Jahren ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden. Der Umfang der Versuchsauswertung kann mit zunehmendem Alter erweitert werden. ①

Die Arbeit mit Videoanalysen ist für das praxisorientierte, problembasierte Lernen und Arbeiten mit der wissenschaftlichen Methode äußerst geeignet. Die wissenschaftliche Methode ist ein sehr gutes Mittel, die Schüler vor der Durchführung des Versuchs zum Nachdenken darüber zu animieren. Dadurch geben sie nicht nur Ergebnisse wieder, sondern sind tatsächlich in den Versuch eingebunden.

HILFSMITTEL

Man benötigt einen Computer, auf dem das kostenlose Videoanalyseprogramm und Modelliertool Tracker (siehe Anhang) installiert ist sowie eine Digitalkamera oder ein Mobiltelefon mit Videofunktion. Arbeitet Ihre Schule bereits mit einer anderen Videoanalyse-Software, können Sie auch diese verwenden. In jedem Fall werden physikalische Phänomene zunächst mit einer Videokamera aufgenommen. Im Anschluss wird die Aufnahme in das Videoanalyseprogramm importiert, mit dessen Hilfe man die einzelnen Bilder bearbeiten und das Verhältnis zwischen physikalischen Größen analysieren kann.

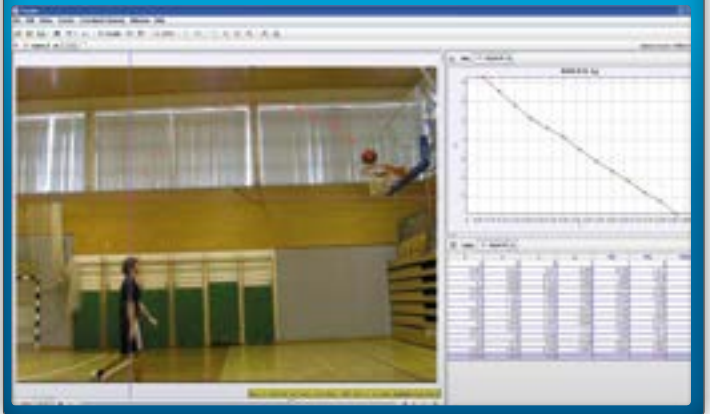
INHALT

Vorgaben

Für unsere Unterrichtseinheit müssen die Schüler eine bestimmte sportliche Bewegung aufzeichnen, die analysiert werden soll, z.B. ein fahrendes Fahrrad, einen Läufer, den Wurf eines Basketballs in den Korb, etc. Dann werden die physikalischen Gesetze der gewählten Bewegungsart analysiert. Anschließend präsentieren die Schüler ihr Projekt in der Schule den anderen Schülern mit Hilfe von Präsentationsprogrammen, z.B. Prezi, PowerPoint, Glogster. Schließlich besprechen sie die Ergebnisse.

Nachfolgend stellen wir unsere Unterrichtseinheit zur Analyse der Bewegung eines Fahrrads vor. Wir haben den

① Analyse eines fliegenden Basketballs mit Tracker



Versuch an jeweils einer Schule in Slowenien und in Dänemark durchgeführt. Anschließend haben die Schüler aus den beiden Ländern die Ergebnisse verglichen.

- Die Schüler zeichnen mehrere Videos auf: Ein Radfahrer legt auf horizontalem Gelände eine Strecke von zehn Metern zurück (die Kamera darf während des Versuchs nicht bewegt werden). Auf dem ersten Video fährt der Radfahrer mit maximaler Leistung im ersten Gang. Dann wird der Versuch mit einer zweiten Videoaufnahme im dritten Gang etc. wiederholt. Verfügt das Fahrrad über eine Vielzahl von Gängen, müssen diese z.B. in Fünferschritte unterteilt werden.
- Anschließend messen die Schüler die Länge des Fahrrads als typische Länge für die Videoanalyse.
- Mit Tracker erstellen die Schüler für jedes Video eine Tabelle mit Zeit $[t]$, Strecke $[x]$, Geschwindigkeit $[v]$ und Beschleunigung $[a]$.
- Tracker kann die Graphen mehrerer Videos nicht miteinander vergleichen, deshalb müssen alle Daten in eine OpenOffice-, LibreOffice-, Excel- oder ähnliche Tabelle übertragen werden. Grundsätzlich sollen die Schüler nur einen Graphen zeichnen, mit dem sie die Geschwindigkeit $v[t]$ des Fahrrads in allen Videos vergleichen



können. Ein zweiter Graph dient dem Vergleich der Beschleunigung $a(t)$.

- Am Ende sind die Schüler in der Lage, Graphen zu analysieren und eine physikalische Schlussfolgerung zu ziehen. Haben sie zu Beginn mit Hilfe der wissenschaftlichen Methode eine Hypothese aufgestellt, können sie das Ergebnis mit dieser Hypothese vergleichen. Auf diese Art können die Schüler feststellen, ob die Hypothese richtig, zum Teil richtig oder komplett falsch war. Dadurch denken sie noch einmal über den Versuch nach und legen ihn nicht nach Beendigung einfach zur Seite.

Sämtliche Informationen können im Tracker-Programm auf dem äußeren rechten Rand der Hauptbefehlszeile des Tracker-Tools in Stichworten eingegeben werden. Diese erscheinen bei jedem Öffnen des Programms automatisch. Im Folgenden stellen wir einige nützliche Schritte für die Verwendung der Tracker-Videoanalyse am Beispiel unseres Fahrradversuchs vor:

- Importieren des ersten zu analysierenden Videos in das Programm;
- Bestimmen des Start- und Endbildes des Videos, zwischen denen die physikalischen Größen analysiert werden (schwarze Pfeile auf dem Video Slider);
- Abstimmen des Videos mit einer bekannten Länge, z.B. der Fahrradlänge, mit Hilfe des *Calibration Stick* (Kalibrierungsstift). Bei Angabe der Länge in Zentimetern, erhält man die Geschwindigkeit in cm/s und die Beschleunigung in cm/s^2 ; bei Angabe der Länge in Metern, erhält man die Geschwindigkeit in m/s und die Beschleunigung in m/s^2 ;
- Bestimmen des Koordinatensystems, das der Software einen Hinweis auf den Bereich des Videos gibt, der als eine Einheit in horizontaler und vertikaler Richtung betrachtet wird.

Die Schaltflächen für sämtliche Einstellungen findet man in der Hauptbefehlszeile der Tracker-Software.

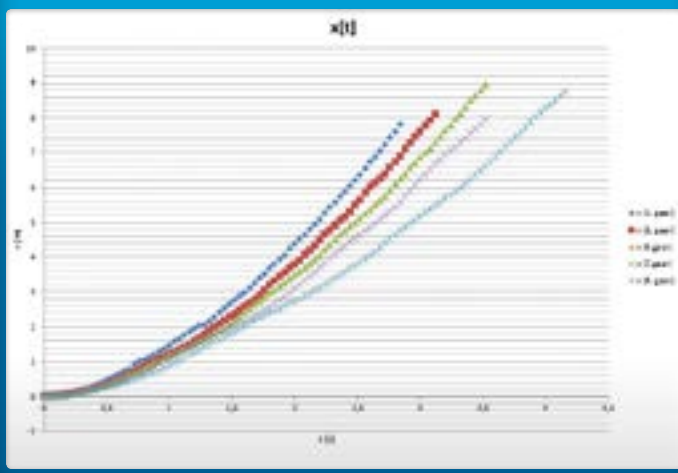
Der Hauptteil der Videoanalyse besteht in der Darstellung der Position eines fahrenden Fahrrads als Funktion der Zeit – wir stellen die Position für jedes einzelne Bild dar. Dies geschieht durch Klicken auf *Create Point Mass* (Massenpunkt erzeugen) und anschließendem Klicken auf den sich bewegenden Körper in jedem einzelnen Bild bei gleichzeitig festgehaltener Strg-Taste. Achten Sie nach Möglichkeit darauf, dass bei jedem Bild immer dieselbe Stelle am Fahrrad markiert wird. Dadurch erhält die Software Informationen über die Position des Fahrrads als Funktion der Zeit.

Dies gehört zu den Dingen, die die Schüler beim ersten Einsatz von Tracker wissen sollten. Wenn sie sich darüber hinaus informieren möchten, erhalten sie sehr gute Hinweise über die Hilfefunktion von Tracker. ☺

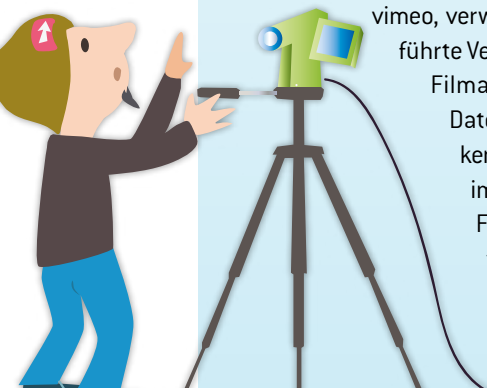
Analyse

Auf Grundlage der Daten ist das Programm in der Lage, die Abhängigkeit vieler Größen (Position und Geschwindigkeit in horizontaler und vertikaler Richtung, Ist-Geschwindigkeit, Beschleunigung und kinetische Energie) von der Zeit grafisch darzustellen.

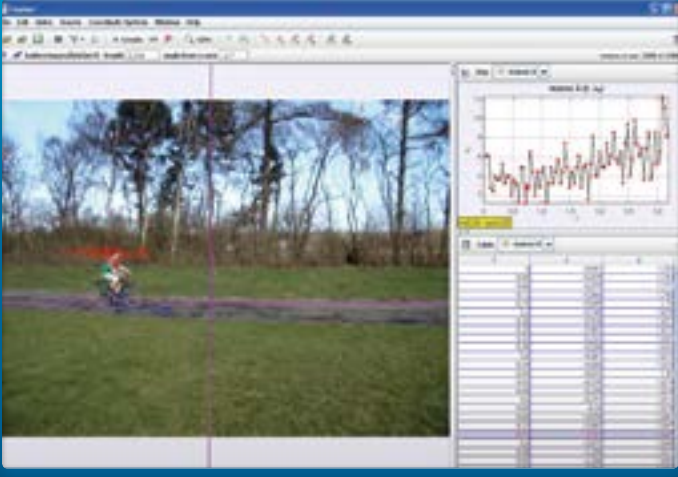
2 Vergleich der Geschwindigkeit des Fahrrades in verschiedenen Videos



Das Fahrrad-Beispiel sowie die anderen vorgenannten Vorschläge eignen sich ebenfalls gut für selbständige Hausarbeitsprojekte der Schüler, die im Unterricht präsentiert werden. Auch für Versuche im regulären Unterricht sind die Beispiele geeignet, insbesondere wenn Sie IKT einfließen lassen möchten. Die Schüler können zwischen mindestens zwei Möglichkeiten wählen: Sie können eine bestimmte sportliche Bewegung aufzeichnen, die analysiert werden soll, z.B. ein fahrendes Fahrrad, einen Läufer, den Wurf eines Basketballs in den Korb, etc., oder sie können fertige Sportvideos von Online-Videoplattformen, zum Beispiel von YouTube oder vimeo, verwenden, die bereits durchgeführte Versuche zeigen. Der gewählte Filmausschnitt muss gewisse Daten enthalten (eindeutig erkennbare räumliche Entfernung im Videoclip, z.B. die Länge des Fahrrads, Masse des betrachteten Körpers, wie auf den Bildern dargestellt, etc.).



3 Analyse der Geschwindigkeit eines Fahrrades mit Tracker



In unserem Fahrrad-Versuch stellen wir folgende zwei Graphen dar: $x(t)$ und $v(t)$. Das Bild zeigt den Graphen $x(t)$.

Mithilfe dieser beiden Graphen sind die Schüler in der Lage, die Geschwindigkeit und Beschleunigung des Fahrrads zu betrachten und die Beschleunigung beim Einsatz unterschiedlicher Gänge zu vergleichen.

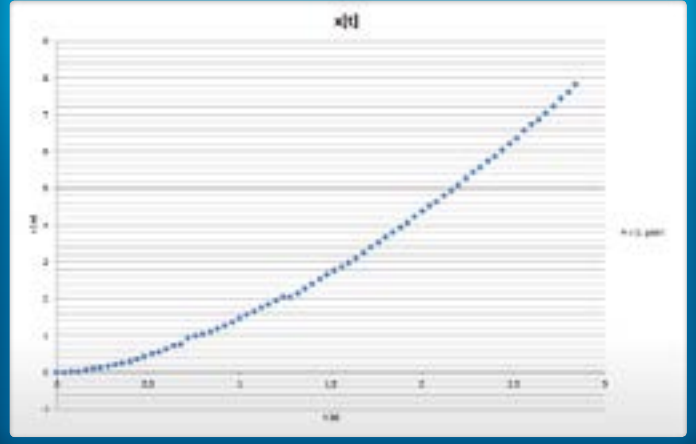
Für die Analyse der Verhältnisse zwischen physikalischen Größen ist es äußerst zweckmäßig, das Fenster mit den Graphen zu vergrößern (durch Klicken auf den Pfeil auf der rechten Seite der Hauptbefehlszeile des Grafikfensters). Die Schüler können die gewählte physikalische Größe durch Klicken auf den Namen der Größe auf der Achse ändern. Das Programm öffnet ein Fenster, in dem man eine andere physikalische Größe wählen kann. Durch das Klicken auf denselben Pfeil auf der rechten Seite, der nun nach unten zeigt, können die Schüler die Ansicht wiederherstellen.

Mit Schülern im Alter zwischen 16 und 19 Jahren ist eine detailliertere Analyse der Graphen durchzuführen. Dazu klicken die Schüler mit der rechten Maustaste auf den zu analysierenden Graphen und wählen die Option *Analyse* in dem sich dadurch öffnenden Fenster. Tracker öffnet ein neues Fenster mit einem Graphen. Im Bezug auf den Fahrrad-Versuch empfehlen wir, dass die Schüler eine angepasste Kurve für den Graphen $x(t)$ suchen und dadurch in der Lage sind die Beschleunigung von der dazugehörigen Gleichung abzulesen. Danach wiederholen sie den Vorgang für den Graphen $v(t)$, lesen die Beschleunigung anhand der Kurvenneigung ab und vergleichen die beiden Werte.

Ergebnis

Die graphische Analyse der folgenden Größen ist sehr lehrreich: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ und $E_{\text{kin}}(t)$. Die Schüler stellen zunächst eine Vermutung an, wie der Graph aussehen müsste, dann zeichnen sie ihn und vergleichen ihre Lö-

4 Grafische Analyse der Geschwindigkeit

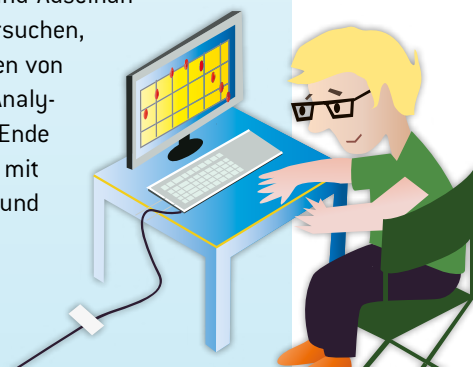


sungen mit ihren Klassenkameraden. Schließlich überprüfen alle ihre Lösungen gemeinsam in Tracker.

Durch die Analyse des Graphen $v(t)$ können die Schüler die Durchschnittsbeschleunigung des Fahrrads feststellen, indem sie die Kurvenanpassungsfunktion verwenden.

SCHLUSSFOLGERUNG

Die Schüler sind in der Lage, Hypothesen für die von ihnen zu lösenden Aufgaben sowie für die Reaktion verschiedener Gegenstände oder Personen, die Teil eines Versuchs sind, aufzustellen. Videoanalyseprogramme wie Tracker können für das Verstehen vieler physikalischer Gesetze äußerst hilfreich sein. Auf besondere Weise visualisieren sie den Versuch, den die Schüler durchführen. Im Physikunterricht lernen die Schüler die theoretische Physik, erfahren zum Beispiel, dass alle Körper (solange sie der Schwerkraft ausgesetzt sind) unabhängig von ihrem Gewicht mit derselben Beschleunigung auf die Erde fallen. Sie sind in der Lage, Gleichungen für Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung bei der Bewegung mit gleichmäßiger Beschleunigung aufzustellen und anzuwenden und zeichnen Graphen für Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung in Abhängigkeit von der Zeit. Der Stoff soll fachübergreifend mit dem Fach Mathematik verbunden werden, so dass die Schüler in der Lage sind, den Zusammenhang zwischen $y=kx+n$ und $v=v_0+at$ etc. zu erkennen. Tracker ermöglicht den Schülern aktives Lernen: Durchführen von und Auseinandersetzen mit eigenen Versuchen, Beobachten der Beziehungen von Größen und detailliertes Analysieren von Versuchen. Am Ende vergleichen sie die Theorie mit ihren Versuchsergebnissen und „lernen durch Handeln“.



Anjali Ahojja · Corina Toma · Damjan Štrus · Dionysis Konstantinou · Maria Dobkowska · Miroslaw Los
Schüler: Nandor Licker und Jagoda Bednarek



Schwingende Körper



EINFÜHRUNG

Wir sind umgeben von Gegenständen, die schwingen. Jedes Geräusch stammt von einer Quelle, die schwingt. Die Untersuchung einer Schwingung ist nicht ganz einfach, aber wir versuchen sie bei Feder- und Pendelbewegungen durchzuführen.

Diese Unterrichtseinheit eignet sich für Schüler im Alter zwischen 14 und 16 Jahren (Stufe I) und zwischen 17 und 19 Jahren (Stufe II). Die beteiligten Fächer sind: Physik, Mathematik und Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT).

Stufe I

Schüler bauen die Feder oder ein Pendel auf und bringen sie zum Schwingen. Sie beobachten ihre einfachen Bewegungen und zeichnen die Schwingungen mit einer Video- oder Handykamera auf. Mithilfe von „Tracker“ oder „VirtualDub“ (siehe Anhang) analysieren die Schüler die Videos (Bild für Bild) zur Bestimmung der Bewegungseigenschaften (Auslenkung in Abhängigkeit von der Zeit). Durch diese Videos und die Graphenanalyse können die Schüler Frequenz, Zeitraum und Amplitude feststellen und die Federkonstante oder Fallbeschleunigung für ein Pendel bestimmen.

Stufe II

A: Die Schüler führen die gleichen Schritte wie die jüngeren Schüler aus, können aber die Graphen detaillierter analysieren. Durch die Videos und die Graphenanalyse können die Schüler die Phasenverschiebungen bei der Auslenkung beobachten und sind in der Lage die folgenden Größen festzustellen: Frequenz, Zeitraum, Amplitude, Geschwindigkeit und Beschleunigung sowie deren Abhängigkeit von der Zeit. Darüber hinaus können sie den Energieerhaltungssatz der Mechanik beweisen.

B: Die Schüler befestigen einen Beschleunigungsmesser an dem schwingenden Körper. Sie können die Beschleunigungswerte erfassen und mit diesen Daten Zeitraum, Geschwindigkeit, Amplitude, Auslenkung, kinetische und potentielle Energien berechnen. Danach zeichnen sie Graphen und können die Parameter derselben Bewegung mit diesen beiden Methoden überprüfen: erstens durch Differentiation (Auslenkung → Geschwindigkeit → Beschleunigung) und zweitens durch Integration (Beschleunigung → Geschwindigkeit → Auslenkung).

HILFSMITTEL

Für diese Unterrichtseinheit benötigen die Schüler: entweder eine digitale Videokamera oder Webcam oder eine Handykamera; ein Lineal oder eine sonstige Skala (nahe genug am schwingenden Körper platziert und auf dem Video sichtbar); verschiedene Federn, 3 bis 4 Massen unterschiedlicher Größenordnung, die an einer Feder hängen; 3 bis 4 Pendel von unterschiedlicher Länge, einen PC oder Laptop; Videoanalyse-Software, z.B.: Tracker oder VirtualDub; das Java-Programm „Osc“, siehe www.science-on-stage.de.

INHALT

Die einfachsten mechanischen Schwingungssysteme bestehen aus einem Körper der Masse m , der an einer Feder oder einem Pendel hängt (kleiner Schwingwinkel). Die Trägheitseigenschaft der Masse m bringt das System zum Überschwingen des Gleichgewichtspunkts. Wendet man das Zweite Newtonsche Gesetz für den schwingenden Körper an, erhält man die Bewegungsgleichung für das System.

Die Schüler müssen die Formeln für verschiedene physikalische Größen umstellen.

Stufe I

Die Schüler der ersten Stufe müssen die folgenden physikalischen Größen bearbeiten:

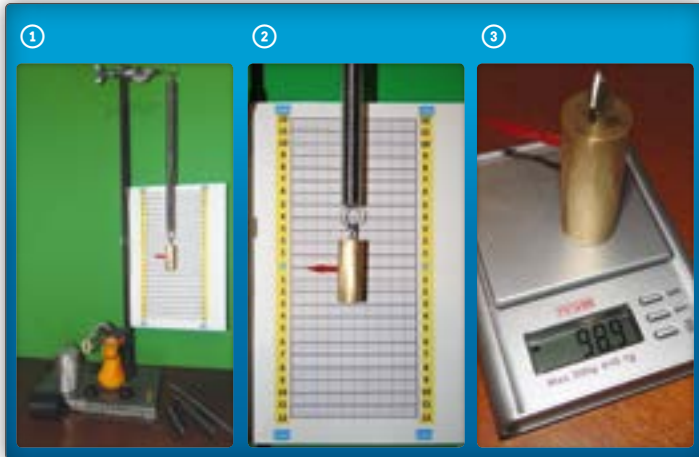
- Die Schwingungsdauer der Feder: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, wobei m die Masse des schwingenden Körpers darstellt;
- Die Schwingungsdauer des Pendels $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$, wobei ℓ die Länge des Pendels und g die Fallbeschleunigung darstellt.

Stufe II

Die Schüler der zweiten Stufe müssen die folgenden physikalischen Größen bearbeiten:

- Federkraft: $F = kx$, wobei k die Federkonstante und x die Auslenkung des schwingenden Körpers darstellt;
- Die Zeiträume: für die Feder $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, wobei m die Masse des schwingenden Körpers darstellt; für das Pendel $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$, wobei ℓ die Länge des Pendels und g die Fallbeschleunigung darstellt;





- 1 Auslenkung des schwingenden Körpers in einfacher harmonischer Bewegung: $x = A \sin(\omega t + \varphi)$, wobei A die Amplitude, ω die Winkelfrequenz und φ die Phasenkonstante darstellt;
- 2 Auslenkung des schwingenden Körpers bei gedämpfter Schwingung: $x = A e^{-(b/2m)t} \cos(\omega t + \Phi)$ mit $\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$, wobei b die viskose Dämpfungskonstante darstellt;
- 3 Geschwindigkeit des schwingenden Körpers;
 $v = \omega A \cos(\omega t + \varphi)$
- 4 Beschleunigung des schwingenden Körpers;
 $a = -\omega^2 A \sin(\omega t + \varphi)$
- 5 Die gesamte mechanische Energie kann als Summe der potentiellen und kinetischen Energie ausgedrückt werden: für die Feder; $E_m = E_p + E_k = \frac{k y^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$
für das Pendel. $E_m = E_p + E_k = m g \Delta h + \frac{m v^2}{2}$

Versuch für Stufe I und II

- 1 Vorbereitung der Feder, an deren Ende eine Masse hängt/ Vorbereitung des Pendels mit daran hängender Masse; Einrichtung des Lineals an geeigneter Position zur Beobachtung der Auslenkung. ① ②
 - 2 Dokumentation der Masse (Federversuch) / Dokumentation der Pendellänge. ③
 - 3 Einrichtung der Webcam gegenüber der Feder bzw. des Pendels, so dass der gesamte Aufbau im Bild eingefangen werden kann.
 - 4 Fallenlassen der Masse aus der Originalposition und Schwingenlassen um ihre Ruheposition.
 - 5 Speicherung des Videos.
- 1 Messung des Schwingungszeitraums mit einem Zeitmesser oder Ablesung von der Filmaufnahme.
 - 2 Befestigung eines Beschleunigungsmessers am schwingenden Körper und Datensicherung (nur Stufe II).
 - 3 Ermittlung, welche Auswirkung die Veränderung der ausgewählten Parameter auf die Schwingungsgrößen hat.

Analyse

1. Für die Arbeit mit der Tracker-Software importieren die Schüler den Videoclip und wählen die zu analysierenden Teile aus.

Das Programm erhält Informationen über die Position des beobachteten Körpers als Funktion der Zeit. Auf Grundlage dieser Daten zeichnet das Programm Graphen, die die Abhängigkeit verschiedener Größen von der Zeit darstellen: Position in horizontaler und vertikaler Richtung, Geschwindigkeit in diesen beiden Richtungen, Ist-Geschwindigkeit, Beschleunigung, mechanische Energie (kinetische und potentielle Energie).

Mit dem Programm können auch neue physikalische Größen definiert werden, falls die Schüler ihre Veränderungen beobachten und analysieren möchten.

2. Wenn die Schüler mit Tracker oder VirtualDub arbeiten, können sie die gemeinsamen Merkmale der Auslenkungsveränderungen für Feder- und Pendelschwingungen beobachten. Auf den Bildern 4 bis 7 sieht man die Verknüpfung von Bildern einer Zeitspanne, die mit der „VirtualDub“-Software erstellt wurde. Beim Vergleich dieser Bilder kann man die gleichartigen Merkmale der Pendel- und Federschwingungen erkennen.

- 1 Pendel (Bild für Bild zusammengefasst) ④
- 2 Pendelschwingungen (Bild für Bild zusammengefasst) ⑤
- 3 Federschwingungen (Bild für Bild zusammengefasst) ⑥

3. Interessant sind die Untersuchung der einfachen harmonischen Bewegung einer Feder/eines Pendels mit einem Beschleunigungsmesser und die Dokumentation der Beschleunigung des schwingenden Körpers. Im Anschluss daran können die Schüler diese Daten mit dem Programm „Osc“ (www.science-on-stage.de) bearbeiten. Die Software liefert vier Graphen zur Darstellung der Abhängigkeit der Zeit von Beschleunigung, Geschwindigkeit, Auslenkung und Gesamtenergie (kinetische und potentielle Energie).

Wenn die Schüler die Daten importieren, zeichnen sie den folgenden Graphen: $a = f(t)$. Mithilfe dieses Graphen können sie den Zeitraum der Schwingung abschätzen und die

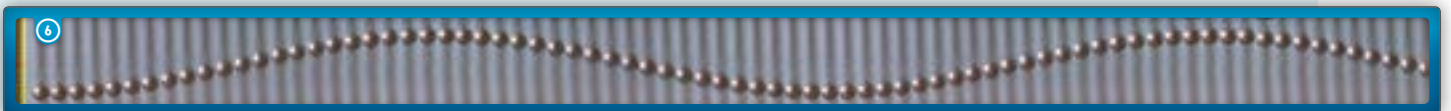
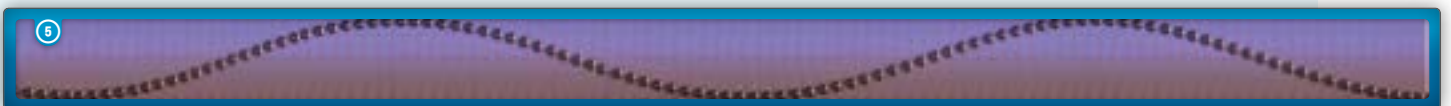
Winkelfrequenz sowie die Auslenkung des schwingenden Körpers berechnen. Sie vergleichen die Versuchsdaten mit den von der Software bereitgestellten Daten. ⑦

Bei der Arbeit mit Tracker, Virtual Dub oder Osc lauten die Hauptaufgaben für die Schüler:

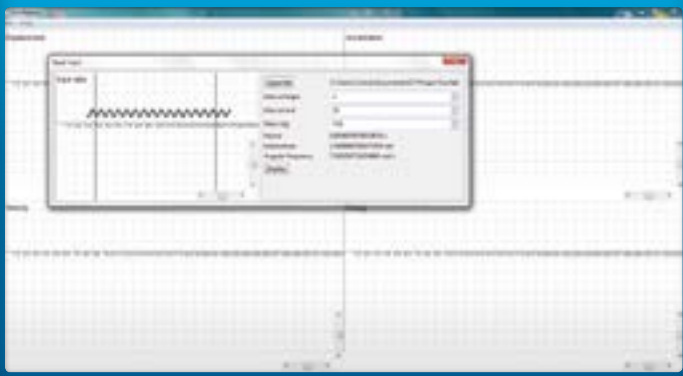
- ▮ Beobachtung der Schwingungsmerkmale (Stufe I, II);
- ▮ Ermitteln der charakteristischen Daten für die Schwingungen (I, II);



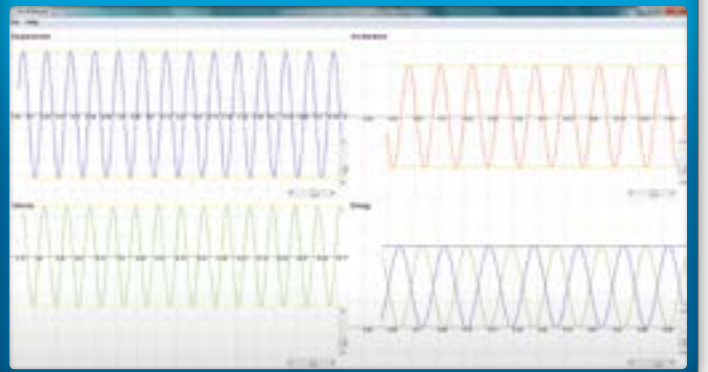
- ▮ Zeichnen der Graphen: $T = f(m)$, wenn k unverändert ist, und $T = f(k)$ bei gleichbleibender Masse (Stufe II für die Feder) und $T = f(l)$ (Stufe I, II für das Pendel);
- ▮ Beobachten der Phasenverschiebung zwischen Auslenkung und Geschwindigkeit sowie zwischen Auslenkung und Beschleunigung (II);
- ▮ Beweisen des Energieerhaltungssatzes der Mechanik – bei der graphischen Darstellung ⑧ stellt die schwarze Kurve die Gesamtenergie dar, die sich aus der Summe der potentiellen Energie (blaue Kurve) und der kinetischen Energie (grüne Kurve) ergibt (II);
- ▮ Sicherstellen, dass der Zeitraum der potentiellen und kinetischen Energieveränderung halb so lang ist wie der Schwingungszeitraum (II);
- ▮ Nachweisen der Abhängigkeit $T = f(m)$ für eine Feder mit der Konstante k , wenn entsprechende Datensätze für unterschiedliche Massen vorliegen, oder der Abhängigkeit $T = f(k)$ für dieselbe Masse und unterschiedliche Federn (II);
- ▮ Nachweisen der Abhängigkeit $T = f(l)$ für ein Pendel (I, II).



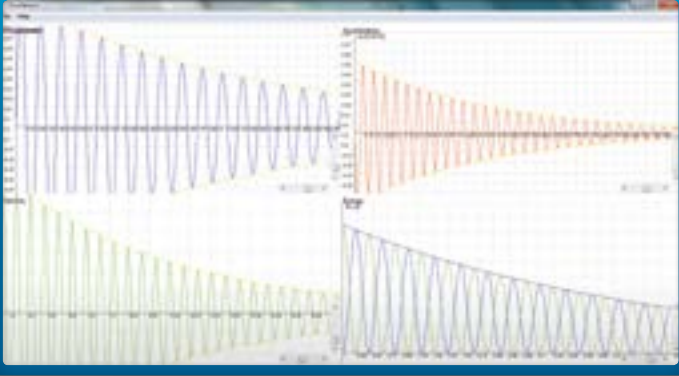
⑦ Vergleich der Versuchsdaten mit den Daten der Software Osc



⑧ Grafische Darstellung in der Software Osc



9 Simulation einer gedämpften Schwingung mit der Software Osc



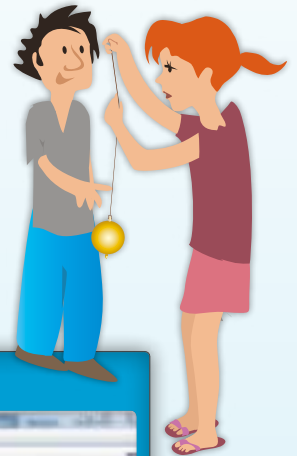
Mit derselben Software Osc (www.science-on-stage.de) können die Schüler eine gedämpfte Schwingung simulieren 9. Sie können folgende Schwingungsparameter wählen: Frequenz, Amplitude, Phasenkonstante sowie $b/2m$ (wobei b die viskose Dämpfungskonstante und m die Masse des schwingenden Körpers darstellt) (11). Die Schüler können ihre Meinung äußern über: die Auslenkungswerte für den Zeitpunkt, in dem die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung ihren Höchststand erreichen bzw. gleich Null sind; den Unterschied zwischen dem Bewegungszeitraum und den kinetischen oder potentiellen Energiezeiträumen; sowie schließlich den Einfluss der Reibung auf die Bewegungsparameter.

Bild 10 zeigt, wie man mit einfachen Mitteln gedämpfte Schwingungen untersuchen kann. Bild 11 ist das Ergebnis einer Analyse mit Tracker.

- Die Schüler können Schlussfolgerungen ziehen bezüglich:
- ▮ Der Auslenkungswerte bei maximaler oder Nullgeschwindigkeit;
 - ▮ Der Auslenkungswerte bei maximaler oder Nullbeschleunigung;
 - ▮ Der Frage, warum der Schwingungszeitraum doppelt so lang ist wie die Änderungszeiträume der potentiellen und kinetischen Energie;
 - ▮ Des Einflusses der Reibung auf die Bewegungsparameter.

SCHLUSSFOLGERUNG

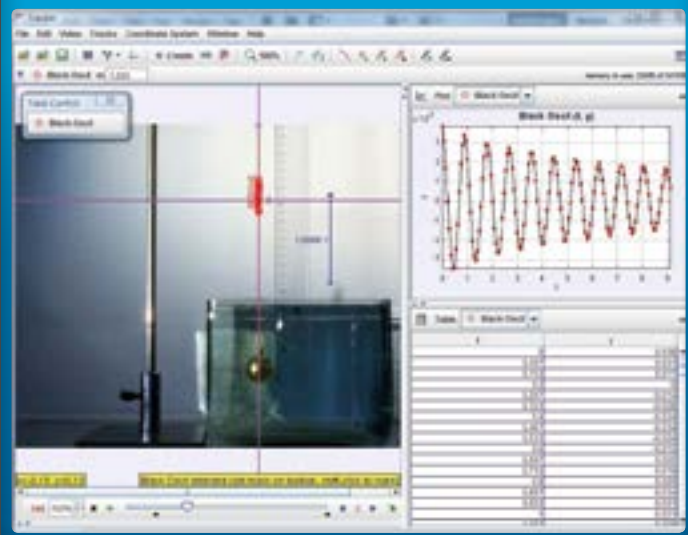
Die einfache Bewegung einer Feder ist nicht so einfach zu untersuchen. Durch den gleichzeitigen Einsatz von Versuchen und Echtdateien für die gewählte Software lernen die Schüler auf leicht verständliche Weise etwas über die Abhängigkeit zwischen den unterschiedlichen Parametern der Schwingungsbewegung und erweitern ihre IKT-Kenntnisse. Sie sind danach in der Lage, das Erlernte bei der Untersuchung anderer Schwingungsbewegungen anzuwenden.



10 Untersuchung von gedämpften Schwingungen mit einfachen Mitteln



11 Ergebnis der Analyse mit Tracker



Cristina Viñas Viñuales · Ederlinda Viñuales Gavín



C

Mondphasen



EINFÜHRUNG

Ist Ihnen schon einmal aufgefallen, dass der Mond immer dieselbe Form hat, egal von welchem Ort der Erde man ihn an einem bestimmten Tag betrachtet? Ist Ihnen schon einmal aufgefallen, dass der beleuchtete Teil des Mondes sich zyklisch in einer bestimmten Reihenfolge verändert?

In dieser Unterrichtseinheit möchten wir den Schülern vermitteln, wie die relative Position von Sonne, Erde und Mond alle Mondphasen beeinflusst, wie die Schüler darüber hinaus die Phase für einen bestimmten Tag bestimmen und den Prozentsatz des beleuchteten Teils errechnen können.

Für diese Unterrichtseinheit sollten die Schüler im Alter zwischen 14 und 16 Jahren sein, da sie bestimmte Kenntnisse in Trigonometrie und Astronomie benötigen.

Einige Hinweise zur Astronomie

Die Mondphase ist das Erscheinungsbild des beleuchteten Teils des Mondes, so wie er von einem Beobachter von der Erde aus gesehen wird. Entsprechend der relativen Position von Erde, Mond und Sonne verändert sich dieses Erscheinungsbild zyklisch mit dem Kreisen des Mondes um die Erde. Eine Hälfte der Mondoberfläche wird stets von der Sonne angestrahlt, jedoch kann der für einen Beobachter auf der Erde sichtbare Teil der angestrahlten Mondhälfte von einer komplett beleuchteten Mondschei-

be (Vollmond) bis zu einem mit bloßem Auge nicht erkennbaren Mond (Neumond) variieren.

Schon vor langer Zeit hat man herausgefunden, dass die Form des Mondes von seinem Alter abhängt, also von den Tagen, die seit dem letzten Neumond vergangen sind. In Bild ① zeigt der innere Kreis die Umlaufbahn des Mondes, die als kreisförmig angenommen wird, mit der Erde in ihrem Zentrum. Der Stand der Sonne wird durch das Sonnenlicht (sunlight) angezeigt, und da die Entfernung der Sonne rund 400-mal so groß ist wie die des Mondes, wird angenommen, dass der vom Mond aus betrachtete Stand der Sonne immer parallel zu seiner geometrischen Ausrichtung ist. Da der Mond von der Sonne angestrahlt wird, ergeben sich die Tag- und Nachtseiten des Mondes an den verschiedenen Stellen seiner Umlaufbahn wie in Bild ① dargestellt.

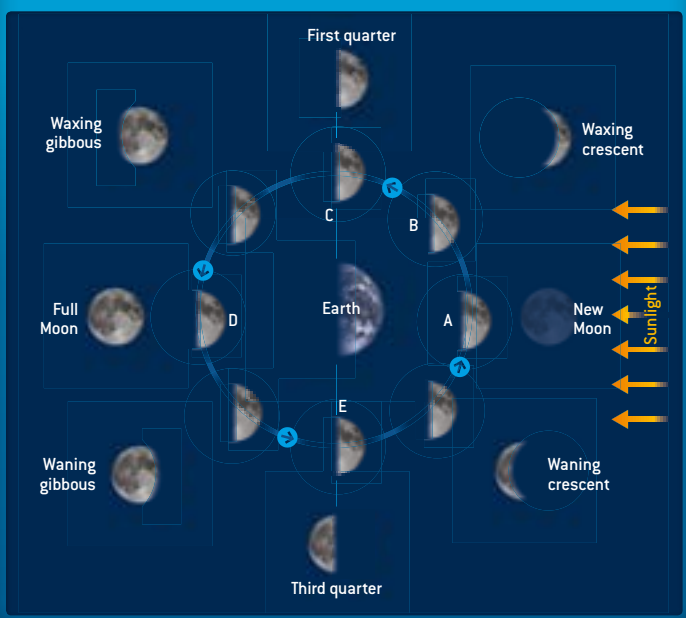
Die Bilder auf dem äußeren Kreis zeigen das Erscheinungsbild des Mondes von der Erde aus betrachtet, mit anderen Worten, die Mondphasen. A zeigt den Neumond; bei B sieht man den zunehmenden Mond (wobei sich ‚zunehmend‘ auf die ansteigende Größe des beleuchteten Teils des Mondes bezieht). Das erste Viertel erscheint bei C; zwischen C und E ist mehr als die Hälfte der erleuchteten Mondscheibe sichtbar, was auch als Dreiviertelmond bezeichnet wird. Bei D ist Vollmond; die Position bei E wird als drittes Viertel bezeichnet. Zwischen E und A sieht man den abnehmenden Mond (man spricht vom abnehmenden Mond, wenn jeden Tag etwas weniger vom Mond zu sehen ist, bis er dann bei Neumond gar nicht mehr zu erkennen ist).

Jetzt kann man synodische Periode, Lunation oder Mondmonat bestimmen. Obwohl die Bewegung des Mondes auf seiner Umlaufbahn Abweichungen unterliegt, kann für diese Periode ein Durchschnittswert angegeben werden, der als Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Neumonden definiert wird. Dieser Wert, S_c , beträgt 29,53059 Tage.

Als siderische Periode bzw. siderischer Monat des Mondes wird die Zeit bezeichnet, die der Mond für eine vollständige Umkreisung der Erde benötigt. Mit Bezug auf den Sternenhintergrund ist dies das Wandern des Mondes von A nach B, wie in Bild ② dargestellt. Hierbei kann wieder ein Durchschnittswert ermittelt werden: 27,32166 Tage.

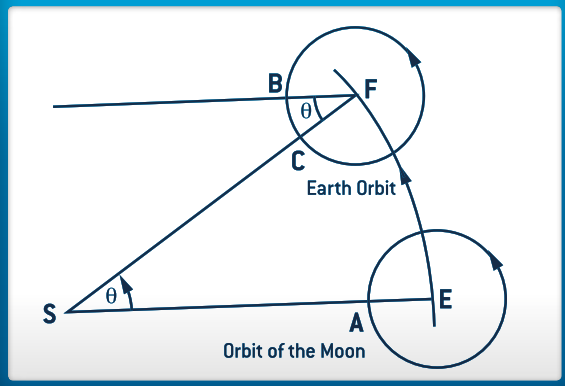
Der Unterschied zwischen diesen beiden Zeiträumen ergibt sich aus der Tatsache, dass der Mond auf seiner Um-

① Tag- und Nachtseiten des Mondes an den verschiedenen Stellen seiner Umlaufbahn



laufbahn etwas weiter kreisen muss, um die Sonne einzuholen, die sich, aus geometrischer Sicht, ebenfalls um die Erde dreht (in Bild ☉ hat sich die Erde von E nach F bewegt während der Mond Punkt C, und nicht Punkt B, erreichen muss, um zu einem Neumond wie in Punkt A zu werden). Die drei Größen, nämlich die siderischen Perioden des Umlaufs des Mondes um die Erde bzw. der Erde um die Sonne und die synodische Periode des Mondes müssen anschließend miteinander in Zusammenhang gebracht werden.

② Verhältnis von Sonne, Mond und Erde aus geometrischer Sicht



HILFSMITTEL

Für den ersten Teil, Einführung und Präsentation der Ergebnisse, haben wir einen Mac OS X Computer, Version 10.4.11 verwendet. Verwendete Programme: Textverarbeitungs- und Grafikprogramme.

Für die Programmentwicklung haben wir Eclipse IDE (siehe Anhang) mit Java 1.6 und der Java3D-Bibliothek verwendet. Das Programm ist auch unter www.science-on-stage.de zu finden, von wo es selbst, ebenso wie die Quelle, heruntergeladen werden kann.

INHALT

In diesem Abschnitt erklären wir die Schritte, die zur Errechnung der Mondphase an einem bestimmten Tag auf der nördlichen Erdhalbkugel vorgenommen werden müssen. Die Schüler können diese Schritte ausführen, um die Phase manuell zu errechnen oder um sie als Grundlage für die Programmierung einer Software zu verwenden, vergleichbar der Version von Java, die wir für IKT vorbereitet haben.

Vorgaben

Die einzige Angabe, die man für die Errechnung der Mondphase benötigt, ist das Datum, für das die Schüler die

Mondphase bestimmen möchten. Dieses Datum besteht aus einem Tag, Monat und Jahr.

Analyse

1. Zunächst beginnen die Schüler die Arbeit mit dem festgelegten Datum (Tag, Monat, Jahr). Dieses Datum wird in Julianische Tage (JD) umgewandelt (bei JD handelt es sich um ein System zur Zeitmessung, das von Astronomen angewendet wird und eine Zeitspanne in Tagen angibt, die seit dem 1. Januar 1900, 00:00 Uhr, vergangen sind, da es nach Greenwich-Zeit 12:00 Uhr Mitternacht am 31. Dezember 1899 ist). Die Stunde ist auf 00:00 h festgesetzt. Daher muss zur Errechnung der Julianischen Tage eines bestimmten Datums {Tag, Monat, Jahr} die folgende einfache Gleichung gelöst werden:

$$a = \frac{(14 - \text{month})}{12}$$

$$y = \text{year} + 4800 - a$$

$$m = \text{month} + 12 * a - 3$$

Damit ist JD[Tag, Monat, Jahr] von

$$JD[\text{day}, \text{month}, \text{year}] = \text{day} + \frac{(153 \cdot m + 2)}{5} + 365 \cdot y + \frac{y}{4} - \frac{y}{100} + \frac{y}{400} - 32045$$

der gewählte Tag im Julianischen Datumsformat.

2. Das Referenzdatum eines früheren Neumonds wird ebenfalls benötigt, zum Beispiel der 1. Januar 1900. Wie beim Schritt zuvor, muss dieses Datum ebenfalls in das Julianische Datumsformat umgewandelt werden. Dabei ist zu beachten, dass es bei einem Referenzdatum von $JD[1, 1, 1900]_{\text{Reference}}$ nicht möglich ist, vor diesem Datum liegende Mondphasen zu errechnen.

3. Im nächsten Schritt wird die Differenz zwischen dem gewählten Datum und dem Referenzdatum ermittelt:

$$JD[x]_{\text{Current}} - JD[x]_{\text{Reference}} = D$$

Durch diese Berechnung erfährt man, wie viele Tage seit dem bekannten Neumond vergangen sind.

4. Wie oben erklärt, handelt es sich bei Sc um den Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Neumonden. Damit erhalten wir bei einer ganzzahligen Division D/Sc die seit dem letzten Neumond vergangenen Tage als Rest. Bezeichnet man diesen Rest als A, so ist A das Mondalter. Damit ist $\text{Mondalter} = A = D \bmod Sc$

5. Ist $Sc = 29,53059$, und bleibt bei der Division kein Rest übrig, handelt es sich um eine Neumondphase. Der Rest

kann somit Werte zwischen 1 und 29 annehmen, wobei 29 gleichbedeutend mit 0 bzw. Neumond ist.

Danach ist es einfach, jedem Wert der restlichen Phasen eine Zahl zuzuordnen gemäß der gegen den Uhrzeigersinn laufenden Richtung in Bild 1. Der Wert 0 bedeutet also Neumond, ein Wert von 7,38 entspricht dem ersten Viertel, 14,76 steht für Vollmond und 22,15 für das dritte Viertel.

6. Wenn zusätzlich zur Mondphase an einem gewählten Tag auch der Prozentsatz des beleuchteten Teils errechnet werden soll, muss die Formel

$$\text{Percentage} = \frac{1}{2} \left(1 - \cos\left(\frac{360}{S_c} * A\right) \right)$$

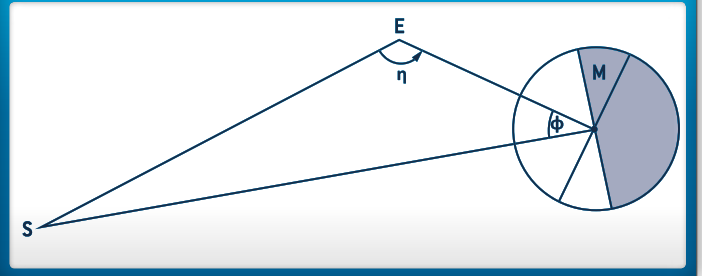
verwendet werden, die eben diesen Prozentsatz liefert. $P=0$ bedeutet Neumond, $P=1$ Vollmond; ergibt sich jedoch $P=1/2$, stellt sich die Frage, ob es sich um das erste oder dritte Viertel handelt.

Dafür müssen einige Überlegungen angestellt werden, wobei A das in der ersten Formel verwendete Mondalter darstellt und $\eta = 360 * [A/S_c]$ ist. η bezeichnet die Dehnung des Mondes. Vergleiche 2B. Wenn Sonne, Erde und Mond in der angegebenen Reihenfolge stehen, und $\eta = 180^\circ$ und Vollmond ist, sind 29/2 Tage seit dem letzten Neumond vergangen. Unter Berücksichtigung dessen und mit Blick auf Bild 2B können folgende Überlegungen angestellt werden:

Wenn $0 < A \leq 29/2 \rightarrow 0 < \eta \leq \pi$ ergeben sich zwei Situationen:

- Bei $0 < \eta < \pi/2$ handelt es sich um einen zunehmenden Viertelmond, der Schatten ist auf der linken Seite, und der beleuchtete Teil macht weniger als die Hälfte der Mondscheibe aus. 3
- Bei $\pi/2 < \eta < \pi$ handelt es sich um einen zunehmenden Dreiviertelmond, der Schatten ist auf der linken Seite, und der beleuchtete Teil macht mehr als die Hälfte der Mondscheibe aus. 4

2B Die Dehnung des Mondes



Wenn $A = 29/2 \rightarrow \eta = \pi \rightarrow$ Vollmond.

Wenn $A \geq 29/2 \rightarrow \pi < \eta \leq 2\pi$ ergeben sich zwei Situationen:

- Bei $\pi < \eta < 3\pi/2$ handelt es sich um einen abnehmenden Dreiviertelmond, der Schatten ist auf der rechten Seite, und der beleuchtete Teil macht mehr als die Hälfte der Mondscheibe aus. 5
- Bei $3\pi/2 < \eta < 2\pi$ handelt es sich um einen abnehmenden Viertelmond, der Schatten ist auf der rechten Seite, und der beleuchtete Teil macht weniger als die Hälfte der Mondscheibe aus. 6

Mit den oben angeführten Überlegungen lässt sich genau bestimmen, ob der Mond bei $P=1/2$ im ersten oder dritten Viertel steht. In gleicher Weise kann man zum Beispiel herleiten, ob ein Prozentwert von 0,8 zu der rechten oder linken Seite der Mondscheibe gehört und es sich folglich um eine zu- oder abnehmende Mondphase handelt.

Ergebnis

Nach Durchführung der Analyse können die Schüler sagen, welche Mondphase zu einem bestimmten Datum gehört und wie viel Prozent der Mondoberfläche beleuchtet ist. Ein Teil der Unterrichtseinheit ist die Entwicklung einer Java-Applikation. Schüler und Lehrkräfte können diese zum besseren Verständnis des Einflusses verwenden, den die relative Position von Sonne, Erde und Mond auf die Mondphasen hat, oder zur Ergebniskontrolle.

3 **Zunehmender Viertelmond**

$0 < A < 29/2$ $0 < \eta < \pi/2$

4 **Zunehmender Dreiviertelmond**

$0 < A < 29/2$ $\pi/2 < \eta < \pi$

5 **Abnehmender Dreiviertelmond**

$A > 29/2$ $\pi < \eta < 3\pi/2$

6 **Abnehmender Viertelmond**

$A > 29/2$ $3\pi/2 < \eta < 2\pi$

Innerhalb dieser Anwendung gibt es drei Bereiche: ein Informationsfenster mit der aktuellen Mondphase auf der linken Seite, eine Animation mit Sonne, Erde und Mond auf der rechten Seite sowie die Textfelder, in die man das Datum eingeben kann, am unteren Rand.

Im Animationsfenster gibt es zwei Schaltflächen für die Betrachtung der Animation, ‚Play‘ und ‚Stop‘, durch die man die Position von Mond, Erde und Sonne steuert. In Abhängigkeit von der Position zeigt das Informationsfenster auf der linken Seite die aktuelle Mondphase.

Für die Ermittlung einer Phase für ein bestimmtes Datum, müssen die Schüler lediglich Tag, Monat und Jahr in die Textfelder am unteren Rand eingeben und auf ‚Calculate‘ drücken. Die Inhalte des Informationsfensters und der Animation werden mit Informationen über die ermittelte Mondphase aktualisiert.

Falls die Schüler die Phase manuell berechnen möchten, führen sie einfach die oben beschriebenen Schritte aus und überprüfen ihre Ergebnisse mit dem Programm.

Wie bereits erwähnt, kann man mit dem Programm die Mondphase für jeden beliebigen Tag auf der nördlichen Erdhalbkugel ermitteln. Die Schüler werden dazu animiert herauszufinden, wie die Bewohner der südlichen Erdhalbkugel den Mond an einem bestimmten Tag sehen. Sehen sie die gleiche Phase wie wir? Wie zeigt sich eine Phasenverschiebung (ausgenommen Neu- und Vollmond) in den beiden Hemisphären? Kann dieser Unterschied erklärt werden? Schließlich werden die Schüler darin bestärkt, ein Programm zu schreiben, mit dem sie die Phasen auf der südlichen Erdhalbkugel veranschaulichen können.

SCHLUSSFOLGERUNG

Diese Unterrichtseinheit stellt eine methodische Anleitung für die Ermittlung der Mondphase an einem bestimmten Tag dar.

Die Lehrkräfte sollen ihre Schüler dazu animieren, diese Grundbegriffe der Astronomie zu erlernen sowie diese einfachen Schritte zur Ermittlung und Erläuterung der Mondphasen auszuführen.

Darüber hinaus können Lehrkräfte und Schüler die Java-Applikation anwenden, um den Prozess besser zu verstehen, ihre Ergebnisse zu kontrollieren oder einfach nur die Phasen für aufeinanderfolgende Tage zu vergleichen. Daneben gibt der Java Quellcode eine gute Hilfestellung bei der Programmierung dieser Art von Simulationen.

LITERATURHINWEISE

- ▮ Abad, A.; Docobo, J.A. & Elipe, A. *Curso de Astronomía. Colección textos docentes*. Prensas Universitarias de Zaragoza. 2002.
- ▮ Duffett-Smith, Peter. *Astronomy with your personal computer*. Cambridge University Press. 1986.
- ▮ Viñuales Gavín, E & Ros Ferré, R.M. *Movimientos Astronómicos. Un enfoque con cuatro modelos*. Mira Editores. Zaragoza (Spain). 2003.
- ▮ *Java 3D Api development*: java.sun.com/developer/onlineTraining/java3d/index.html.



Dionysis Konstantinou · Corina Toma



C

Raumfahrt



EINFÜHRUNG

Stellen Sie sich die Reise zwischen zwei Planeten vor. Warum müssen wir uns erst in kreisförmigen Bahnen bewegen anstatt den direkten Weg einzuschlagen? Vor Beginn unserer Reise müssen wir Folgendes in Betracht ziehen: die Umdrehungsgeschwindigkeit des Planeten, von dem wir starten, die notwendige Geschwindigkeit des Raumschiffs, den optimalen Zeitpunkt, das Raumschiff zu starten (denn wenn wir den verpassen, fliegen wir am Zielplaneten vorbei, ohne es überhaupt zu merken), und die Treibstoffmenge, die bei der Reise verbraucht wird (schließlich gibt es im Weltraum keine Tankstellen). In dieser Unterrichtseinheit lernen die Schüler, wie ein Raumschiff seine Umlaufbahn um einen Planeten erreicht und wie es dann von einem Planeten zum nächsten auf einer Hohmann-Transferbahn fliegt. Die Einheit eignet sich für Schüler im Alter zwischen 12 und 19 Jahren und die beteiligten Fächer sind: Physik, Mathematik, Informatik und Biologie.

HILFSMITTEL

Die Schüler benötigen folgende Hilfsmittel: Intel Dual Core Computer mit 2GB RAM, 3D-beschleunigte Grafikkarte; Betriebssystem: Windows, Mac OSX oder Linux; Bildschirmauflösung: mind. 1024x768; installierte Software: Oracle Java JRE 1.6; Lizenzmodell: LGPL, Internetzugang.

Für diese Unterrichtseinheit wurden zwei Java-Software-Anwendungen erstellt: „Orbiting and Escaping“ und „Solar System Travel“ (siehe www.science-on-stage.de).

INHALT

Wir wiederholen das Newtonsche Gravitationsgesetz, die Größen der Kreisbewegung, die Keplerschen Gesetze sowie die potentielle und kinetische Energie im Gravitationsfeld.

Kreisen um einen Planeten und Austreten aus der Einflussosphäre des Planeten

Die Schüler sollen vertraut werden mit dem Wert physikalischer Merkmale bei der kreisförmigen Bewegung eines Satelliten um einen Planeten oder bei der Drehbewegung eines Planeten. Sie haben die Aufgabe, die Umlaufgeschwindigkeit in nächstmöglicher Nähe des Planeten und die notwendige Geschwindigkeit für den Austritt aus dem Gravitationsfeld dieses Planeten zu untersuchen. Formeln für diese beiden Geschwindigkeiten können sie mit dem Programm „Orbiting and Escaping“ aufstellen und die Werte mit dem Programm „Solar System Travel“ überprüfen.

Die Anwendung „Orbiting and Escaping“ basiert auf Newtons Berg-Modell. Isaac Newton beschrieb einen hypothetischen Versuch: Würde man auf den Gipfel des höchsten Berges der Erde steigen und von dort ein Projektil horizontal mit der geeigneten Geschwindigkeit abschießen, hätte man, gäbe es die Erdatmosphäre nicht, dieses Projektil in einen künstlichen Satelliten verwandelt, der um die Erde kreist.

Reisen zwischen zwei Planeten auf einer Hohmann-Transferbahn

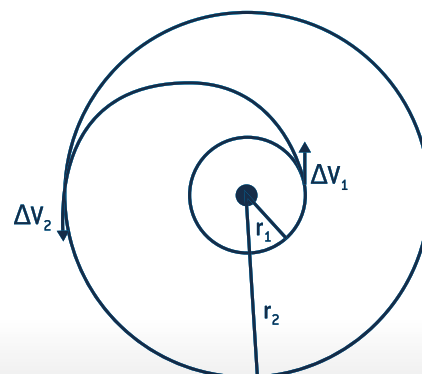
Bei Anwendung des Programms „Solar System Travel“ müssen die Schüler entscheiden, zwischen welchen Planeten sie reisen möchten. Mit Klick auf die HOHMANN-Schaltfläche können sie die Übergangselipse zwischen den Planeten sehen. Die Ellipse verlagert ihre Position mit der Drehung des Startplaneten. Sie wartet auf den richtigen Moment, in dem die Positionen der Planeten die Reise gestatten. Das Programm zeigt das Raumschiff auf seinem Flug zwischen den Planeten und errechnet die für das Erreichen des Ziels benötigte Zeit.

Der Hohmann-Transfer kann mit nur geringem Schub am Anfang und Ende der Reise durchgeführt werden. Auf der Ellipse ist der Treibstoffverbrauch minimal, da die Änderungen der kinetischen Energie am geringsten sind.

Von einer Kreisbahn mit dem Radius r_1 zu einer anderen Kreisbahn mit dem Radius r_2 gelangt man auf einer elliptischen Flugbahn mit der Hauptachse $= r_1 + r_2$, der sogenannten Hohmann-Transferbahn ①.

Das Raumschiff muss seine Geschwindigkeit zweimal ändern, einmal am Anfang der elliptischen Flugbahn und

① Hohmann-Transferbahn



einmal am Ende. Dies geschieht durch den sogenannten Geschwindigkeitsimpuls Δv . Diese Geschwindigkeitsänderung ist ein Maßstab für die „Kraft“, die für die Änderung der Flugbahn mittels eines Bahnänderungsmanövers notwendig ist.

Es wird angenommen, dass sich das Raumfahrzeug auf der anfänglichen Umlaufbahn mit dem Radius r_1 mit der Geschwindigkeit v_1 bewegt und auf der letzten Umlaufbahn mit dem Radius r_2 mit der Geschwindigkeit v_2 . Die Gravitationskraft entspricht der Zentrifugalkraft:

$$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r},$$

wobei M die Masse der Sonne, m die Masse des Raumfahrzeugs und G die Gravitationskonstante darstellt. Die Geschwindigkeiten v_1 und v_2 sind gegeben durch:

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r_1}} \quad \text{und} \quad v_2 = \sqrt{\frac{GM}{r_2}}.$$

Der Transfer besteht aus einem Geschwindigkeitsimpuls Δv_1 , der das Raumschiff auf eine elliptische Umlaufbahn treibt, und einem weiteren Geschwindigkeitsimpuls Δv_2 , der das Raumfahrzeug auf die Kreisbahn mit dem Radius r_2 und der Geschwindigkeit v_2 befördert. Die Gesamtenergie des Raumfahrzeugs besteht aus der Summe der kinetischen und potentiellen Energie und ist gleich der Hälfte der potentiellen Energie auf der großen Halbachse a :

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{r} = \frac{GMm}{2a}, \quad \text{wobei} \quad a = \frac{r_1+r_2}{2}.$$

Die Lösung dieser Gleichung ergibt die Geschwindigkeit am Ausgangspunkt der elliptischen Flugbahn (Perihel) v'_1 und der Geschwindigkeit am Endpunkt der elliptischen Flugbahn (Aphel) v'_2 :

$$v'_1 = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r_1} - \frac{2}{r_1+r_2} \right)} = v_1 \sqrt{\frac{2r_2}{r_1+r_2}}$$

$$\text{und} \quad v'_2 = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r_2} - \frac{2}{r_1+r_2} \right)} = v_2 \sqrt{\frac{2r_1}{r_1+r_2}}.$$

In diesem Fall kommt es zu folgenden Geschwindigkeitsänderungen:

$$\Delta v_1 = v'_1 - v_1 = v_1 \left[\sqrt{\frac{2r_2}{r_1+r_2}} - 1 \right]$$

$$\text{und} \quad \Delta v_2 = v_2 - v'_2 = v_2 \left[1 - \sqrt{\frac{2r_1}{r_1+r_2}} \right].$$

Wichtig

- Wenn $\Delta v_i > 0$, dient der Antriebsimpuls des Raumfahrzeugs der Beschleunigung; wenn $\Delta v_i < 0$, dient der Antriebsimpuls des Raumfahrzeugs der Abbremsung.
- Die **Transferzeit** vom Perihel zum Aphel ergibt sich nach dem dritten Keplerschen Gesetz:

$$t = \pi \sqrt{\frac{(r_1+r_2)^3}{8GM}}.$$

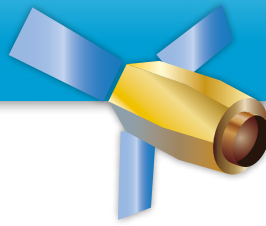
Warten auf den richtigen Moment

Die Anordnung der beiden Planeten in ihren Umlaufbahnen ist entscheidend – der Zielplanet und das Raumschiff müssen zur selben Zeit am selben Ort in ihren jeweiligen Umlaufbahnen um die Sonne ankommen. Dieses Übereinstimmungserfordernis führt zum Konzept der Startfenster.

Schüleraktivitäten bei der Anwendung des Programms „Orbiting and Escaping“

Wie ermittelt man die erste und zweite kosmische Geschwindigkeit? Die Schüler können die Kreisbahngeschwindigkeit um die Erde (Erste kosmische Geschwindigkeit) und die Fluchtgeschwindigkeit (Zweite kosmische Geschwindigkeit) mit der „Earth“-Option der Anwendung ermitteln. Sie können erkennen, welche Auswirkungen es





hat, wenn die Anfangsgeschwindigkeit größer bzw. kleiner als die erste kosmische Geschwindigkeit ist

Wie definiert man zwei Formeln mithilfe dieser Anwendung? Die Schüler bestimmen die Formeln für die Kreisbahngeschwindigkeit eines umlaufenden Satelliten um einen Himmelskörper und für die Fluchtgeschwindigkeit dieses Körpers mittels einer grundlegenden Versuchsmethode. Durch diesen Arbeitsvorgang kommen sie mit den besonderen Aspekten von Newtons universellem Gravitationsgesetz in Berührung. Auf der ersten Stufe ergibt sich für die Schüler beim Sammeln und Verarbeiten der Anwendungsdaten jede Formel als Proportionalität. Auf einer höheren Stufe definieren sie den Koeffizienten dieser Proportionalität und wandeln diese in eine Gleichung um.

Mit der Option „Green planet“ (für jede Anordnung außer $M_i/M_{\text{Earth}} = 1$ und Radius = 6400 km, wobei M_i die Masse des Planeten in Massen der Erde ausgedrückt) können die Schüler die Formel für die Umlaufgeschwindigkeit definieren. Dafür wählen sie einen Wert für den Radius des Planeten und notieren die Kreisbahngeschwindigkeit für verschiedene Massewerte des Planeten. Ziehen sie eine Schlussfolgerung aus der Abhängigkeit zwischen Kreisbahngeschwindigkeit und Masse des Planeten, drücken sie dies als Proportionalität aus. Wiederholen sie dieselben Schritte für einen festen Wert der Masse des Planeten und variable Werte von R (Radius + Höhe), erhalten die Schüler eine zweite Proportionalität.

Das Verfahren zur Ermittlung der Formel für die Kreisbahngeschwindigkeit um einen Planeten ist abgeschlossen, wenn die Schüler die Proportionalität in eine Gleichung umwandeln. Zunächst verbinden sie die beiden Proportionalitäten zu einer. Dann zeichnen sie den Graphen für $v^2 = f(M_i/R)$, wobei M_i in kg ausgedrückt wird, mit $M_{\text{Earth}} = 6 \cdot 10^{24}$ kg. Aus der Steigung des Graphen erhalten die Schüler den Koeffizienten, mit dem sie die Gleichung bestimmen können.

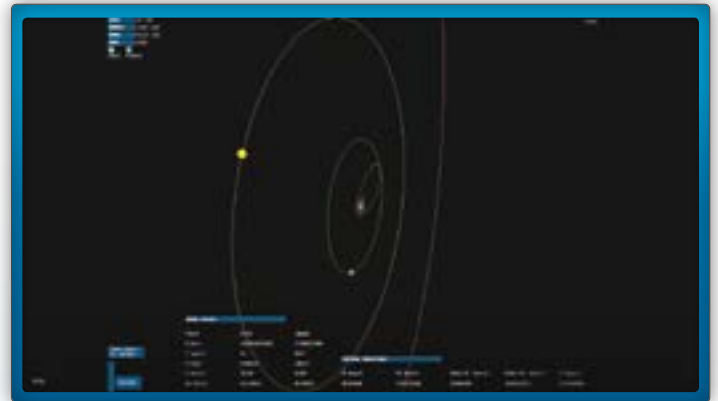
Stellen sie die gleichen Überlegungen an und führen die gleichen Schritte wie bei der oben beschriebenen Vorgehensweise aus, können die Schüler die Formel für die Fluchtgeschwindigkeit, v_{escape} , definieren.

Schüleraktivitäten bei der Anwendung des Programms „Solar System Travel“

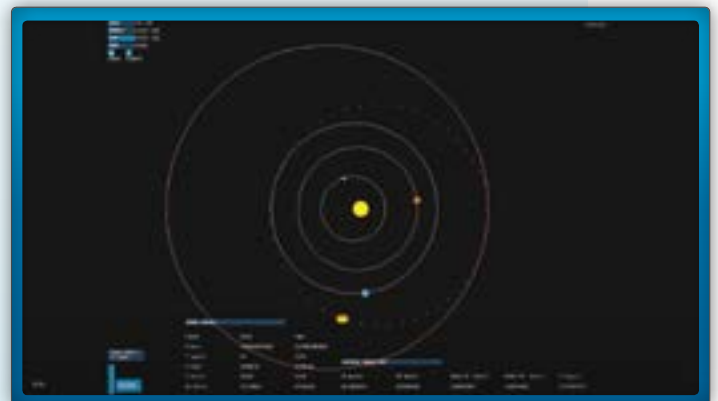
Die Schüler führen die Anwendung aus und können eine Reise zwischen zwei Planeten wählen. Sie können die Werte der Anfangsgeschwindigkeiten für jeden Planeten und die Hohmann-Bahn ablesen und sie mit den Formeln

überprüfen, die sie soeben mithilfe der ersten Anwendung ermittelt haben.

Mit der SHIFT-Taste können die Schüler den Blickwinkel auf die Umlaufbahnen verändern und das Bild mit der SCROLL-Taste der Maus vergrößern oder verkleinern.



Die elliptische Hohmann-Bahn (gestrichelt) führt eine Rotationsbewegung vom Startplaneten des Raumschiffs aus. Die Schüler klicken auf die HOHMANN-Schaltfläche und warten solange, bis die Ellipse anhält. In diesem Moment startet das Raumfahrzeug seine Reise, da die Stellung der Planeten günstig ist.



Untersuchen von Umlaufgeschwindigkeiten und Umlaufzeiten verschiedener Planeten

Nimmt der Umlaufradius zu, können die Schüler daraus schließen, dass dadurch die Geschwindigkeiten der Planeten abnehmen und die Umlaufzeiten steigen. Die Schüler können Graphen zeichnen, die die Planetengeschwindigkeit und -umlaufzeit in Abhängigkeit vom Umlaufradius r darstellen, $v = f(r)$ und $T = f(r)$.

Vergleich verschiedener notwendiger Geschwindigkeitsimpulse (Delta-v)

Die Schüler wählen eine Hohmann-Transferbahn von der Erde zur Venus oder zum Merkur aus. Sie können beob-

achten, dass $\Delta v_i < 0$ ist. Reisen sie zu einem der anderen Planeten, die weiter von der Sonne entfernt sind, werden sie beobachten, dass $\Delta v_i > 0$ ist. Daraus können sie schließen, dass das Raumfahrzeug bei einer Reise von einer kleinen auf eine größere Umlaufbahn beschleunigen muss und dass es, umgekehrt, bei einer Reise von einer größeren auf eine kleinere Umlaufbahn abbremsen muss. Der Treibstoffverbrauch ist derselbe.

Vergleich Delta-v-Geschwindigkeiten – Fluchtgeschwindigkeiten v_e

Wenn die Schüler in einer Tabelle die delta-v-Werte für jede Reise und die Fluchtgeschwindigkeit v_e für jeden Planeten notieren, können sie beobachten, dass die Werte in manchen Fällen sehr nahe beieinander liegen. So ist es zum Beispiel unmöglich von der Erde zum Uranus auf einer Hohmann-Bahn zu gelangen, dafür müssen alternative Lösungen gefunden werden.

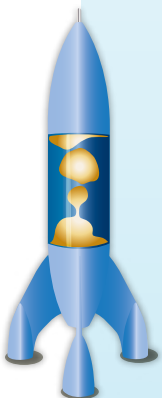
Mögliche körperliche Schäden der Astronauten

Die Schüler vergleichen mithilfe des Programms die Transferzeit t der verschiedenen Reisen. Sie können erkennen, dass sich die notwendige Reisezeit unter Berücksichtigung des geeigneten „Startfensters“ erheblich verlängern kann. In diesem Fall müssen sie die physiologischen Folgen einer verlängerten Reise im Weltraum im Zustand der Schwerelosigkeit (zum Beispiel Schwächung der Knochen oder Überbelastung des Herzmuskels), unter Röntgen- und Gammastrahlung (Zellschädigungen) und im Zustand der Längsbeschleunigung (übermäßige Konzentration von Blut in Kopf oder Füßen der Astronauten) in Betracht ziehen. Die Schüler suchen Material über die biologischen Schäden einer Reise im Weltraum und erstellen Schaubilder zu diesem Thema.

SCHLUSSFOLGERUNG

Bei der Durchführung dieser Simulationen können die Schüler ihr Wissen über das Sonnensystem und die Raumfahrt ausbauen und vergleichen. Dadurch erweitern sie ihren Horizont und werden auf die verschiedenen Problemstellungen bei der Raumfahrt aufmerksam gemacht. Wie bereits erwähnt, handelt es sich um ein interdisziplinäres Konzept, das nicht nur Physik und Informatik, sondern auch Biologie und Mathematik mit einbezieht.

Als Erweiterung dieses Themas können die Schüler auch etwas über die Störungen erfahren, die bei dieser Art der Fortbewegung auftreten können, wie zum Beispiel: Störungen durch Drittkörper, Luftwiderstand und Solarstrahlung, oder sie können andere Bahnänderungsmanöver ausprobieren, wie die Gravitationschleuder und den Oberth-Effekt.



Software, Zusatzmaterial und Ausblick

SOFTWARE

Mit der Vorstellung ihres Programms Scratch im Jahr 2007 haben die Experten des Bostoner Massachusetts Institute of Technology (MIT) ein Programm entwickelt, das Kinder inspirieren soll, sich selbst im Programmieren zu versuchen. Die Programmentwickler merkten frühzeitig, dass die Akzeptanz dieser Methode in hohem Maße vom Erfolg des Programms bei jungen Schülern abhing. Aus diesem Grunde bauten sie eine Reihe von Multimedia-Elementen in ihr Programm ein. Scratch richtete sich an Kinder ab einem Alter von zehn Jahren, wurde aber gleichzeitig in einem Einführungskurs für Programmierung auf Universitätsniveau verwendet. Scratch kann unter scratch.mit.edu kostenlos heruntergeladen werden. Diese Website enthält eine reiche Auswahl gebrauchsfertiger Projekte, die auch als wunderbare Inspiration für selbstentwickelte Aktivitäten dienen können.

Für ältere Schüler wird in den meisten Schulen Java als Programmiersprache bevorzugt. Die Java-Programmierung wird von einer Vielzahl von integrierten Entwicklungsumgebungen (integrated developer environments – IDE) unterstützt, die beliebtesten sind Eclipse (www.eclipse.org) und Netbeans (netbeans.org). Diese Websites beinhalten kostenlose, professionelle IDEs, die verständlicherweise einen gewissen Zeitaufwand benötigen, bevor die Nutzer mit den inneren Vorgängen der Programme vertraut sind.

Die Entwicklungsumgebung BlueJ weist eine deutlich einfachere Struktur auf. Sie wird an vielen Schulen und Universitäten für den Unterricht in Java-Programmierung verwendet.

Für Java gibt es eine umfassende Sammlung existierender Unterrichtseinheiten mit verschiedenen Arbeitsaufträgen. Das Erlernen von Java geschieht in erster Linie durch die Recherche in der dazugehörigen Bibliothek und der Verwendung ihrer Inhalte. Für spezifische Ziele sind bestimmte Bibliotheken vorgesehen. Diese Bibliotheken sind direkt an die jeweiligen Entwicklungsumgebungen angebunden und dienen der Erweiterung der Sprache. Im deutschsprachigen Unterricht ist der Gebrauch der Bibliothek „Stifte und Mäuse“, welche die Vielzahl der Programmieraspekte für didaktische Zwecke vereinfacht, weitver-

breitet (www.mg-werl.de/sum). Open Source Physics (OSP) bietet Tools und Bibliotheken für die Programmierung physikalischer Situationen (www.opensourcephysics.org).

Links zur kostenlosen Videoanalyse-Software: Tracker (www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/), VirtualDub (www.virtualdub.org/).

Jürgen Czischke, Bernhard Schriek

ZUSATZMATERIALIEN · IBOOK

Zusatzmaterial für diese Unterrichtseinheiten kann unter www.science-on-stage.de heruntergeladen werden. Auch eine PDF- und iBook-Version dieser Veröffentlichung ist dort zu finden.

AUSBLICK

Dieses Projekt wird fortgesetzt. Wenn Sie an Lehrerfortbildungen, die auf unserer Publikation basieren, interessiert sind, oder falls Sie sehen wollen, wie sich das Projekt weiterentwickelt, kontaktieren Sie uns bitte unter info@science-on-stage.de – neue Lehrkräfte sind herzlich willkommen!

Teilnehmerinnen und Teilnehmer

	NACHNAME	VORNAME	LAND	THEMA
Fr.	Ahooja	Anjuli	Kanada	C
Hr.	Andrade	Miguel	Deutschland	A Koordinator
Hr.	Archondroulis	Antonis	Griechenland	C
Hr.	Batin	Razawan	Rumänien	C
Hr.	Czischke	Jürgen	Deutschland	Programmierexperte
Fr.	Dobkowska	Maria	Polen	C
Fr.	Gajdosné Szabó	Márta	Ungarn	A
Hr.	Gebhardt	Philipp	Deutschland	A
Hr.	Gregor	Ralf	Deutschland	C
Hr.	Gutschank	Jörg	Deutschland	C Hauptkoordinator
Hr.	Jensen	Michael L.	Dänemark	B
Hr.	Kapitany	Janos	Ungarn	A
Hr.	Konstantinou	Dionysis	Griechenland	C
Fr.	Körbisch	Anna	Österreich	A · B
Fr.	Lennholm	Helena	Schweden	A
Hr.	Los	Miroslaw	Polen	C
Fr.	Mika	Aneta	Polen	B
Hr.	Nicolini	Marco	Italien	B
Hr.	Reddy	Srinivas	Deutschland	Programmierexperte
Hr.	Richter	Jean-Luc	Frankreich	B Koordinator
Hr.	Schriek	Bernd	Deutschland	Programmierexperte
Hr.	Soegaard	Martin	Dänemark	C
Hr.	Spencer	Richard	Großbritannien	A
Hr.	Štrus	Damjan	Slowenien	C
Fr.	Toma	Corina Lavinia	Rumänien	B · C
Fr.	Viñas Viñuales	Cristina	Spanien	B · C
Fr.	Viñuales Gavín	Ederlinda	Spanien	B · C
Fr.	Zimmermann	Birthe	Dänemark	B · C

Veranstaltungen im Rahmen des Projektes

2011

- | 16. – 19. April
Science on Stage Festival in Kopenhagen
Leitthema: Neue Technologien im naturwissenschaftlichen Unterricht
- | 4. Juli
Treffen der Koordinatoren in Dortmund
- | 23. – 25. September
Erster Workshop in Paris

2012

- | 18. – 20. Februar
Zweiter Workshop in Berlin
- | 8. – 9. November
Präsentation der Ergebnisse, Lehrerfortbildung und Ausblick in Berlin

2013

- | 25. – 28. April
Science on Stage Festival 2013 in Słubice – Frankfurt (Oder)
Leitthema: Informations- und Kommunikationstechnologien
- | Das ganze Jahr über
Lehrerfortbildungen
in verschiedenen europäischen Ländern



Begeisterung für Technik – FIRST LEGO League (FLL)



Begeisterte Kinder feuern ihren Roboter an. Sie jubeln über seine Fahrten und leiden mit, wenn Aufgaben nicht gelingen. Junge Forscher erklären aktuelle Probleme der Gesellschaft aus der Sicht von Kinderaugen und begeistern damit Lehrer, Professoren und viele andere Erwachsene. Das sind nur zwei Facetten des Bildungsprogramms „FIRST LEGO League“ (FLL).

Schülerinnen und Schüler von 10 bis 16 Jahren können an diesem weltweiten Robotik-Wettbewerb teilnehmen und werden so spielerisch an Wissenschaft und neue Technologien herangeführt. Die Teilnehmer bauen und programmieren einen autonomen Roboter, der knifflige Aufgaben lösen muss. Alle Teams forschen zusätzlich an einem vorgegebenen Thema und präsentieren ihre Ergebnisse einer fachkundigen Jury.



Die Idee zum Bildungsprogramm FIRST LEGO League stammt von der Non-Profit-Organisation FIRST (For Inspiration and Recognition of Science and Technology) aus den USA, welche auch für die Namensgebung verantwortlich ist. Technische Grundlage ist das Robotersystem von LEGO Mindstorms. In den mehr als 10 Jahren, seit denen es FIRST LEGO League gibt, konnte sich der Wettbewerb weltweit etablieren. 2011 wurde FLL in 54 Ländern und mit fast 20.000 Teams organisiert. In Zentraleuropa wird der Wettbewerb unter der Schirmherrschaft des gemeinnützigen Vereins HANDS on TECHNOLOGY e.V. durchgeführt.

SAP unterstützt die FLL seit 2005. Bis heute haben sich über 1.000 Kolleginnen und Kollegen in mehr als 25 Ländern als Coaches für Teams engagiert.

Weitere Informationen unter www.firstlegoleague.de

erp4school – Einsatz von integrierter Unternehmenssoftware an Schulen

Vor 10 Jahren wurde in Berlin im Rahmen des SAP University Alliances Programms erp4school – die interaktive Lernplattform für betriebswirtschaftliche Lerninhalte – ins Leben gerufen.

Die Zukunft der Arbeit in den Verwaltungen der Unternehmen liegt in qualifizierten und EDV-gestützten Sacharbeitsplätzen. Diese Arbeitsplätze verlangen neben dem selbstverständlichen Handling von Standardprogrammen ein tiefer gehendes prozessorientiertes betriebswirtschaftliches Verständnis von Arbeitsabläufen mit hohem Integrationsgrad.

erp4school steht für ein Szenario, das es Schülerinnen und Schülern ermöglicht, ein Unternehmen und seine Prozesse als Ganzes zu begreifen. Die Schüler erlernen prozessorientiertes Arbeiten und die betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge von Geschäftsprozessen. Dabei wird neben dem Konzept des selbstorganisierten Lernens der Einsatz von SAP-Systemen in der betrieblichen Praxis vermittelt. Der Unterricht schließt mit einer Zertifizierungsprüfung ab, deren erfolgreiches Bestehen mit einem SAP-Zertifikat bescheinigt wird. Mit der Ausweitung des Projektes über Deutschland hinaus ist es SAP University Alliances gelungen, ein erfolgreiches Ausbildungsprojekt zu internationalisieren.



Kontakt:

erp4school@mmmmbbs.de

ua-support@sap.com

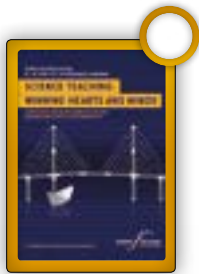
Weitere Unterrichtsmaterialien

Bitte senden Sie mir die folgende (eine der folgenden) Broschüre(n) zu:



Teaching Science in Europe 3

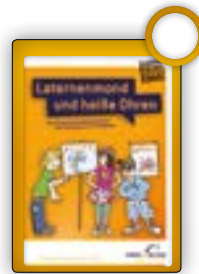
- ▮ Naturwissenschaft in Kindergarten und Grundschule
- ▮ Wie nützen außerschulische Lernorte
- ▮ Moderation des Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht



Science Teaching:

Winning Hearts and Minds

- ▮ Europäische Ideen und Konzepte für den naturwissenschaftlichen Unterricht



Laternenmond und heiße Ohren

- ▮ Sprachförderung im Grundschulunterricht durch Forschendes Lernen an Biografien
- ▮ Experimente, Arbeitsblätter, Texte etc.

An die folgende Adresse:

NAME

STRASSE · HAUSNUMMER

PLZ · ORT

Sie können Ihre **Bestellung auch per E-Mail** an info@science-on-stage.de aufgeben.

Alle unsere Veröffentlichungen können im **PDF-Format** heruntergeladen werden unter www.science-on-stage.de.

Die Broschüren sind kostenlos.

Mitgliedschaft

Treten Sie dem gemeinnützigen Verein Science on Stage Deutschland als Mitglied bei! Der Mitgliedsbeitrag beträgt 50 € im Jahr. Bitte senden Sie eine E-Mail mit Ihrem

Namen, Ihrer Adresse, Ihrer Schule/Institution an info@science-on-stage.de, oder laden Sie unter www.science-on-stage.de den Mitgliedsantrag herunter.



**Science on Stage Deutschland –
The European Platform for Science Teachers**

- ... ist ein Netzwerk von und für Lehrkräfte aller Schularten, die Naturwissenschaften und Technik unterrichten.
- ... bietet eine Plattform für den europaweiten Austausch anregender Ideen und Konzepte für den Unterricht.
- ... sorgt dafür, dass Naturwissenschaften und Technik im schulischen und öffentlichen Rampenlicht stehen

Science on Stage Deutschland e.V. wird maßgeblich gefördert von THINK ING., der Initiative für den Ingenieurnachwuchs des Arbeitgeberverbandes GESAMTMETALL.

Machen Sie mit!

www.science-on-stage.de

Ermöglicht durch

