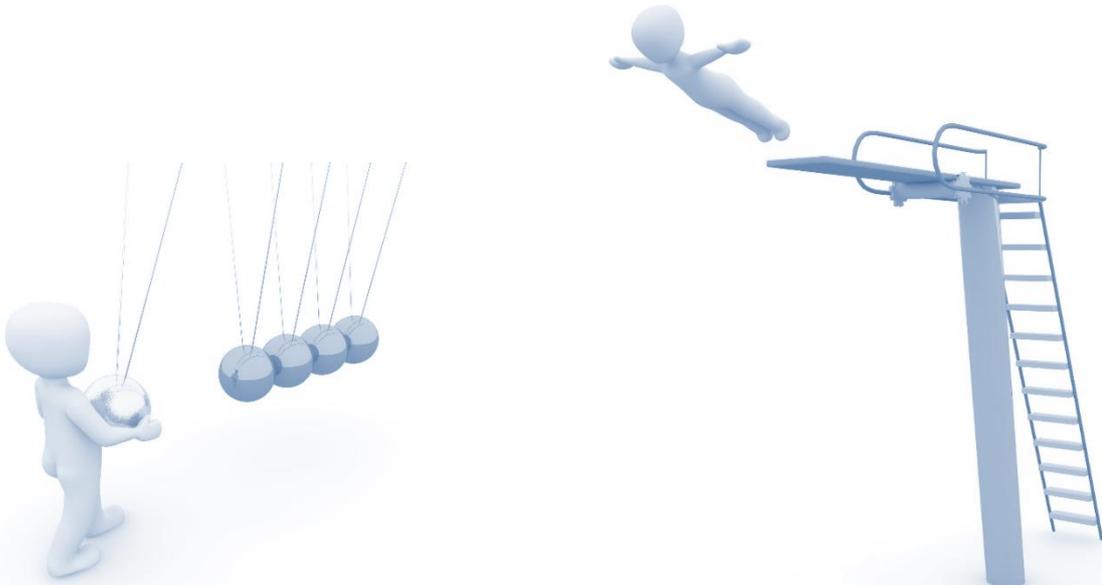


Newton meets Java

**Verfasser:**

Michael Gliesing, Philipp Henschel

Kurz-Info:

Informatischer Inhalt: Vertiefung der Programmierfähigkeiten durch Simulation physikalischer Prozesse mittels OOP in Greenfoot

Jahrgangsstufe: Q1 bis Q2

Vorwissen: Programmiersprache Java, Objektorientierung, Aufstellen und Lösen quadratischer Gleichungssysteme

KURZINFORMATION FÜR DIE LEHRKRAFT

Titel: *Newton meets JAVA*

Schulstufe: *Sekundarstufe II*

optimale Jahrgangsstufe: *Q1 bis Q2*

geeignete Kursart: *Grundkurs / Leistungskurs*



Themenbereich: Objektorientierte Programmierung, Java, Experimentalphysik, Mechanik, Dynamik, Versuchsmodellierung, Modellbildung, Interaktion, quadratische Gleichungen

EINORDNUNG IN GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Kernlehrplan NRW:

Inhaltsfelder: Daten und ihre Strukturierung; Algorithmen; Formale Sprachen (und Automaten)

Kompetenzbereiche: Argumentieren; Modellieren; Implementieren; Darstellen und Interpretieren; Kommunizieren und Kooperieren

Vorgaben zum Zentralabitur: Objektorientiertes Modellieren und Implementieren von kontextbezogenen Anwendungen

Einbindung in den Unterricht: Die objektorientierte Programmierung (im Folgenden kurz OOP) in Java (inkl. Vererbung) sollte bereits so weit im Unterricht besprochen worden sein, dass die Schülerinnen und Schüler (im Folgenden mit SuS abgekürzt) in der Lage sind, mit Schleifen und Abfragen umzugehen und diese in eigenen Programmen anzuwenden.

Vorkenntnisse: Programmiersprache Java, Kenntnisse des Konzepts der OOP und Erfahrung in dieser, Erstellung und Durchführung von Präsentationen, Erfahrung in der Internetrecherche (Kenntnisse Suchmaschinen, Bewertung der Qualität von Quellen), Erarbeiten von Programmen auf Basis von Beobachtungen und mathematischen Formeln.

Sowie aus der Mathematik: quadratische Gleichungen, geometrische sowie trigonometrische Formeln und Funktionen. Hierzu sowie zur Programmierung werden im Projekt Hilfestellungen geboten.

Inhaltsbeschreibung: Im Rahmen des InfoSphere-Moduls „Newton meets Java“ lernen die SuS, mit Hilfe der Entwicklungsumgebung Greenfoot physikalische Prozesse mittels OOP zu modellieren.

Zunächst erfolgt die Erarbeitung der physikalischen Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten (gleichförmige sowie gleichmäßig beschleunigte Bewegung) verbunden mit einer Einführung in die Entwicklungsumgebung Greenfoot. Dies läuft wie folgt ab: Die SuS erhalten Informations- und Arbeitsblätter zu den oben beschriebenen physikalischen Grundlagen. Hierbei müssen sie einfache Berechnungen zu den beschriebenen Versuchen anstellen, die Versuche an realen Aufbauten (z.B. Playmobileisenbahn) incl. Messreihen durchführen und anschließend unter Anleitung mit ihren Ergebnissen Projekte in Greenfoot (Visualisierung der Versuche) implementieren. Hierdurch lernen die SuS – sofern Greenfoot noch nicht bekannt – elementare Funktionen kennen, die für die weiterführenden Projekte später hilfreich und notwendig sind. Im Anschluss erfolgt eine Sicherung in Form von Gruppenpräsentationen, um einen einheitlichen Kenntnisstand zu gewährleisten.

Bevor die SuS tiefergehende Projekte erarbeiten, erfolgt eine kurze Planungsphase für das eigenständig zu entwickelnde Projekt. In Form eines Unterrichtsgesprächs bzw. einer Diskussion sollen die SuS anhand ihrer bereits vorhandenen und im Modul erlernten Kenntnisse berichten, wie die naturwissenschaftlichen Prozesse in Greenfoot umgesetzt werden können. Greenfoot bietet bereits viele notwendige Methoden von Hause aus. An dieser Stelle soll sichergestellt werden, dass die SuS Greenfoot bedienen und damit arbeiten können und die integrierten Funktionen kennen. Es sollen die nötigen Klassen und Methoden beschrieben werden.

Im Anschluss daran erfolgt dann die eigentliche Erarbeitung der verschiedenen Modelle, die teilweise aufeinander aufbauen und in verschiedene Schwierigkeitsstufen eingeordnet sind. Die Arbeit erfolgt dabei in Gruppen von maximal 4 SuS. Das Ziel ist die Erstellung der nötigen Klassen und Methoden in Greenfoot, um schließlich lauffähige Simulationen der verschiedenen physikalischen Prozesse zu erarbeiten.

Zum Abschluss des Moduls präsentieren die einzelnen Gruppen ihre Ergebnisse im Rahmen einer Gruppendiskussion. Hierbei soll insbesondere auch auf Schwierigkeiten bei der Umsetzung eingegangen werden, um Anknüpfungspunkte für die Nachbereitung des Moduls im Informatikunterricht zu schaffen.

INHALT

Kurzinformation für die Lehrkraft.....	3
Lernziele	6
Fachliche Analyse	6
Einordnung in gesetzliche Rahmenbedingungen	7
Lehrplan Informatik	7
Vorgaben zum Zentralabitur	7
Benötigte unterrichtliche Voraussetzungen	8
Einbettung in den Schulunterricht	8
Didaktische/Methodische Schwerpunktsetzung.....	8
Verlaufsplan des Moduls.....	10
Quellenverzeichnis	11
Abbildungsverzeichnis	11
Anhang	12

LERNZIELE

Die SuS können:

- einfache physikalische Prozesse analysieren, untergliedern und darauf basierend eine programmtechnische Umsetzung planen.
- ihre Programme sinnvoll kommentieren.
- innerhalb ihrer Arbeitsgruppen fach- und sachgerecht diskutieren und sich auf ein gemeinsames Arbeitskonzept verständigen.
- die erarbeiteten Konzepte mittels Greenfoot in Java umsetzen.
- ihre Implementierung im Hinblick auf die physikalische Angemessenheit des Modells bewerten (Grenzen, Vereinfachungen usw.).
- ihre erarbeiteten Ergebnisse in angemessener und ansprechender Weise präsentieren.

FACHLICHE ANALYSE

- In diesem Modul werden physikalische mit informatischen Inhalten verknüpft. Physikalische Größen und Prozesse (Masse, Geschwindigkeit, Bewegung, Stoß) sollen mit Hilfe der Entwicklungsumgebung Greenfoot in Java-Programme umgesetzt werden.
- Im Rahmen des Moduls werden verschiedene, einfache physikalische Experimente durchgeführt und anschließend in Simulationen überführt. Die nötigen Programmkonzepte sind Klassen und Methoden der OOP sowie Schleifen und Abfragen.
- Links zur weiteren Einarbeitung:
 - Homepage von Walter Fendt zu Mathematik, Physik und Informatik, auf der HTML5-Apps zu finden sind: <http://www.walter-fendt.de/index.html>, hier vor allem:
 - http://www.walter-fendt.de/html5/phde/acceleration_de.htm
 - http://www.walter-fendt.de/html5/phde/collision_de.htm
 - http://www.walter-fendt.de/html5/phde/circularmotion_de.htm
 - http://www.walter-fendt.de/ph6de/carousel_de.htm
 - http://www.walter-fendt.de/html5/phde/pendulum_de.htm
 - http://www.walter-fendt.de/html5/phde/newtoncradle_de.htm
 - Greenfoot: www.greenfoot.org
 - Physikalische Grundlagen <http://www.leifiphysik.de/mechanik>, hier vor allem:
 - <http://www.leifiphysik.de/mechanik/lineare-bewegung-gleichungen>
 - <http://www.leifiphysik.de/mechanik/gleichfoermige-bewegung>
 - <http://www.leifiphysik.de/mechanik/beschleunigte-bewegung>
 - <http://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-schwingungen/versuche/fadenpendel-simulation>
 - <http://www.leifiphysik.de/mechanik/erhaltungssaetze-und-stoesse>

LEHRPLAN INFORMATIK

Das Modul ist angegliedert an den Kompetenzbereich „Modellieren“ des Kernlehrplans Informatik für die gymnasiale Oberstufe, wobei auch Aspekte der Bereiche „Argumentieren“ und „Implementieren“ abgedeckt werden. Die SuS gliedern einen physikalischen Vorgang, stellen ein passendes Modell auf und entwerfen darauf basierend ein Programm mittels Java in Greenfoot. Inhaltlich liegt der Schwerpunkt auf dem Bereich Daten und ihre Strukturierung, insbesondere Objekte und Klassen. Außerdem wird der Inhaltsbereich Algorithmen abgedeckt und Syntax und Semantik einer Programmiersprache implizit thematisiert.

- Es müssen im ersten Schritt der Problemlösung mit Hilfe zur Verfügung gestellter Materialien verschiedene physikalische Prozesse beobachtet bzw. durchgeführt werden, um sie später in Programmcode umzusetzen. Zur Gliederung des Lösungskonzepts müssen Teilprobleme formuliert werden.
- Anschließend werden dem Konzept der OOP folgend die notwendigen Objekte mit den passenden Funktionen erarbeitet und entsprechend verknüpft.
- Basierend auf dem erarbeiteten Lösungskonzept kann die Umsetzung in Java erfolgen, wobei das Konzept stets überprüft und eventuell überarbeitet werden muss bzw. nach Möglichkeit weiterentwickelt werden kann.

Die SuS lernen in diesem Zusammenhang auch, ihre Modelle auf Funktionalität zu überprüfen und die Grenzen der verwendeten Modelle einzuschätzen. Außerdem müssen zur Erarbeitung der physikalischen Grundlagen geeignete Quellen herangezogen werden. In den Präsentationsphasen werden die Präsentationstechniken vertieft.

VORGABEN ZUM ZENTRALABITUR

Dieses Modul ist im Ursprung als Abschluss der objektorientierten Programmierung erdacht worden. Somit trifft es die Vorgabe zum objektorientierten Modellieren und Implementieren von kontextbezogenen Anwendungen perfekt. Die Entwicklungsumgebung Greenfoot ist für die objektorientierte Programmierung in der Sprache Java konzipiert. Insbesondere für das Verständnis der Konzepte Objekt, Klasse und Vererbung eignet sich Greenfoot hervorragend. Die SuS entwickeln selbstständig, oder wenn nötig mit kleiner Hilfestellung, den erforderlichen Quelltext für die Simulation des gewählten Experimentes. Hierbei müssen die verschiedenen Klassen und deren Objekte mit deren Methoden interagieren. Oder um es an dieser Stelle einmal in der Sprache der Physik zu formulieren: Die mit Masse behafteten Objekte müssen gemäß den Gesetzen des abgeschlossenen Systems, in welchem sie sich befinden, agieren und interagieren.

Dieses Modul bietet zugleich die Chance, interdisziplinär tätig zu werden. Nahezu kein Forschungs- oder Fachbereich kommt heutzutage ohne die Informatik aus. Immer häufiger werden naturwissenschaftliche Prozesse und Vorgänge am Computer simuliert, insbesondere in den Fällen, in denen ein reales Experiment zu aufwendig, zu kostenintensiv oder gar völlig unmöglich wäre. Diese Interdisziplinarität ist zwar keine explizite Vorgabe an den Informatikunterricht in der gymnasialen Oberstufe, zugleich ist sie jedoch ein fundamentaler Bestandteil des gesamten Abiturs und eines Studiums.

Darüber hinaus können die kennengelernte Entwicklungsumgebung Greenfoot und die damit erworbenen Fähigkeiten auch zur Visualisierung in nachfolgenden Unterrichtseinheiten genutzt werden, beispielsweise zur Darstellung von Listen, Bäumen und Graphen aus dem Bereich Datenstrukturen. Vorstellbar wäre auch die Visualisierung eines endlichen Automaten durch schrittweises Ausführen der jeweiligen act-Methode der einzelnen Zustandsobjekte.

BENÖTIGTE UNTERRICHTLICHE VORAUSSETZUNGEN

- Die SuS benötigen Kenntnisse in der Programmiersprache Java (Klassen, Objekte, Methoden).
- Das Modul bietet Anknüpfungspunkte zum Physikunterricht. Im Verlauf des Moduls werden physikalische Grundlagen wiederholt. Mathematische Kenntnisse (quadratische Gleichungen, Trigonometrie) werden vorausgesetzt.
- Die SuS sollten in der Lage sein, physikalische Versuche mit kleineren Messreihen durchzuführen.
- Erfahrungen mit Greenfoot sind hilfreich, jedoch nicht zwingend erforderlich. Eine Einführung in die Entwicklungsumgebung erfolgt zum Einstieg in das Modul.

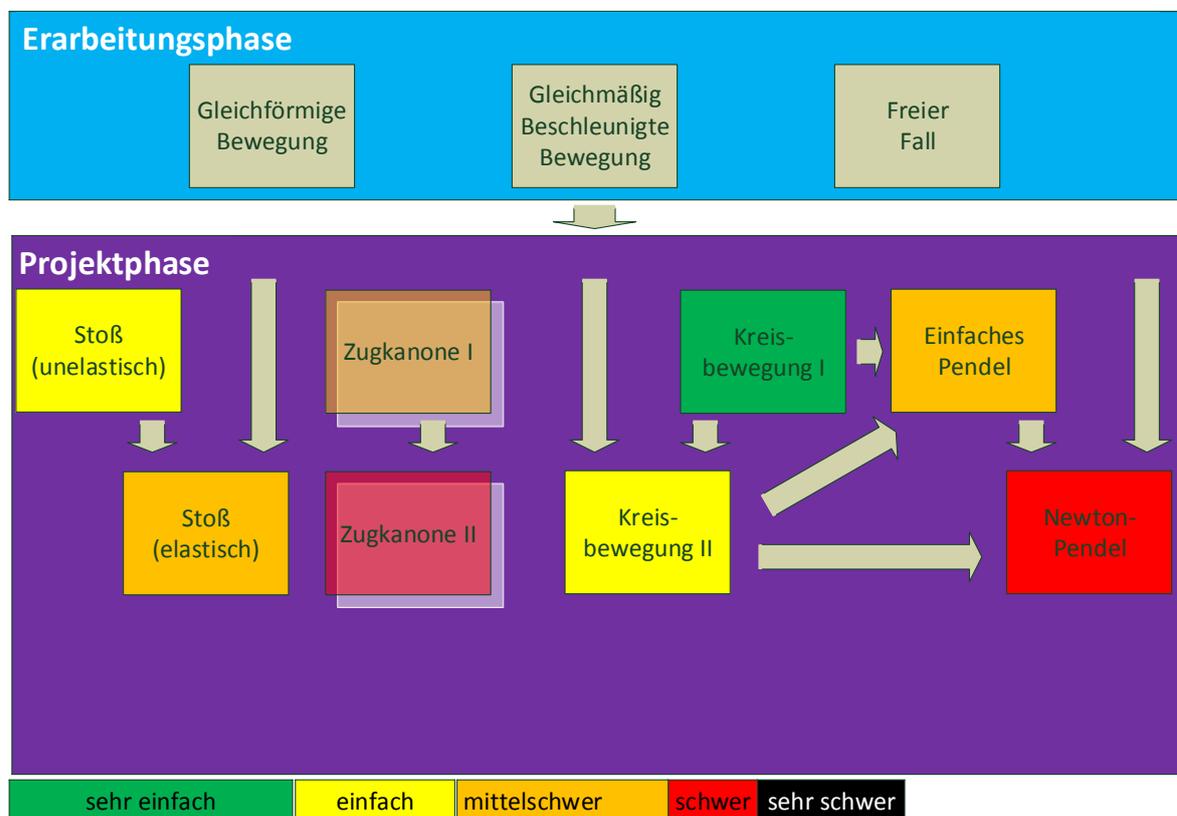
EINBETTUNG IN DEN SCHULUNTERRICHT

- Das Modul kann als Abschluss bzw. Wiederholung zur objektorientierten Programmierung eingesetzt werden.

DIDAKTISCHE/METHODISCHE SCHWERPUNKTSETZUNG

- Beschreibung des Modulablaufs
 - Zum *Einstieg* erfolgt nach der Begrüßung der SuS eine Vorstellung des Moduls, gefolgt von der Erarbeitung der physikalischen Grundlagen in Kombination mit der Einarbeitung in Greenfoot. Zunächst erarbeiten alle Gruppen den Versuch zur gleichförmigen Bewegung, wobei umfangreiche Hilfen angeboten werden. Anschließend können die beschleunigte Bewegung und der freie Fall bearbeitet werden. Zu allen Versuchen stehen den SuS Arbeitsblätter zur Verfügung, auf denen Aufgaben zum Verständnis zu bearbeiten sind. Zur Lösung der Aufgaben besteht die Möglichkeit zur Internetrecherche. Im Rahmen der Einarbeitung sowie auch später im Rahmen der Gruppenprojekte werden verschiedene physikalische Versuche durchgeführt (vgl. Prinzip der Veranschaulichung, Operatives Prinzip, Prinzip des aktiven Lernens nach Baumann). Zum Abschluss der Einstiegsphase erfolgt eine Präsentation der Ergebnisse.
 - Die *zweite Modulphase* beginnt mit der Auswahl der Versuche, die die SuS in Greenfoot umsetzen möchten. Es gibt dabei verschiedene Schwierigkeitsstufen sowie aufeinander aufbauende Versuche (Stufenprinzip nach Baumann). Anschließend werden die einzelnen Modelle an den Versuchstationen erarbeitet. Hierzu stehen wieder Arbeitsblätter sowohl zur Physik wie auch zu Greenfoot zur Verfügung.
 - Abschließend haben die SuS die Möglichkeit, eine *Präsentation* zu ihren Modellen zu erstellen und diese dann der gesamten Gruppe zu präsentieren.

- Im Anschluss an die Präsentationen werden die SuS verabschiedet.
- Didaktische Reduktion
 - Bei allen physikalischen Experimenten wird die Reibung aus Komplexitätsgründen außer Acht gelassen. Ebenso wird bei den Umsetzungen in Greenfoot auf die Simulation von Reibung verzichtet.
 - Bei den Stoßprozessen sollen nur der vollständig elastische bzw. unelastische Stoß betrachtet und umgesetzt werden. Eine Betrachtung des realen Stoßes würde den Rahmen des Moduls überschreiten.
 - Alle Bewegungsabläufe werden ausschließlich zweidimensional betrachtet, da eine dreidimensionale Umsetzung in Greenfoot nicht möglich ist.
 - Bei allen physikalischen Berechnungen wird aufgrund der begrenzten Zeit auf eine Fehlerrechnung verzichtet.
- Auf der folgenden Übersicht sind die einzelnen Versuche zusammen mit dem Schwierigkeitsgrad aufgeführt. Außerdem ist dargestellt, wie die Versuche aufeinander aufbauen.



Anm.: Die Versuche Zugkanone I und II waren in der Planung des Moduls vorgesehen, wurden aber nicht eingebaut.

VERLAUFSPLAN DES MODULS

Zeit	Phase	Inhalt	Medium	Sozialform
0:05	Begrüßung	<i>Begrüßung der SuS im Labor</i>		
0:05-0:15	Einstieg	<i>Vorstellung des Moduls</i>	Smartboard, PC, Beamer, Smartboard	LV
0:15-1:00	Naturwissenschaftliche Grundlagen und Einführung in Greenfoot	<i>Erarbeitung der physikalischen Grundlagen sowie erste Schritte in der Entwicklungsumgebung Greenfoot</i>	Arbeitsblätter und Internet, Versuchsstationen, PC, Greenfoot	PA/GA
1:00-1:20	Zwischensicherung	<i>Vorstellung der Ergebnisse der Gruppenarbeiten zwecks Bildung gemeinsamer Wissensbasis</i>	SmartBoard, PC, Tafel, Beamer	SV
1:20-1:30	Auswahl der Versuche für die Projektphase	<i>SuS suchen sich Versuche für die Projektphase aus</i>	Versuchsstationen	PA/GA
1:30-1:50	Pause			
1:50-3:40	Erarbeitung der Simulationen	<i>Umsetzung physikalischer Prozesse in Greenfoot</i>	PC, Greenfoot, Versuchsstationen	PA/GA
3:40-4:00	Vorbereitung der Präsentationen	<i>Erarbeitung einer Präsentation zur Vorstellung des umgesetzten Versuchs</i>	PC, Powerpoint, Versuchsstationen	PA/GA
4:00-4:20	Pause			
4:20-4:55	Präsentationen	<i>Präsentationen der einzelnen Umsetzungen</i>	SmartBoard, PC, Tafel, Beamer	SV, D
4:55-5:00	Verabschiedung	<i>Verabschiedung der SuS aus dem InfoSphere</i>		

QUELLENVERZEICHNIS

- Gesellschaft für Informatik (GI) e.V.: Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Beilage zu LOG IN, 28. Jg. (2008), Heft Nr. 150/151
- Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen: Kernlehrplan für die Sekundarstufe II – Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen. Informatik. Düsseldorf (2014).

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

- **Newtonpendel** – Quelle: <https://pixabay.com/> , Autor: Peggy_Marco (CC0)
- **Freier Fall** – Quelle: <https://pixabay.com/> , Autor: Peggy_Marco (CC0)

ANHANG

- Arbeitsblätter
- Materialien
- Lösungsdokumente für Betreuer