

## Aufgaben und Musterlösungen zu dem Artikel:

„Integration des Erwerbs von Basiskonzepten der Informatik in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I“

MARLENE LINDNER, SANDRA SCHULZ UND NIELS PINKWART

17. GI-Fachtagung „Informatik und Schule“ – INFOS 2017

# PHYSIK

## 2. GEDÄMPFTE MECHANISCHE SCHWINGUNGEN

Marlene Lindner  
August 2017



Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung 3.0 Unported zugänglich.  
Um eine Kopie dieser Lizenz einzusehen, konsultieren Sie <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>.

# Einführung

Folgende Unterrichtseinheit in *Physical Computing* soll es ermöglichen den Erwerb von Basiskonzepten und -kompetenzen der Informatik in den Physikunterricht zu integrieren. In dieser Unterrichtseinheit geht es nicht darum besonders vielschichtige, komplexe Aufgaben zu stellen, sondern vielmehr ein Beispiel aufzuzeigen, das sowohl in den normalen Fachunterricht als auch in den Projektunterricht eingebunden werden kann und in Bezug auf Zeit und Material keine großen Herausforderungen darstellt. Auf Sensoren, die nicht in der Standardverkaufseinheit der LEGO® MINDSTORMS® EV3-Roboter enthalten sind, wird bewusst verzichtet. Auch wird auf die Umsetzbarkeit dieser Unterrichtseinheit in einer Doppelstunde (90 min) geachtet, wobei jeweils insgesamt 10 min für Unterrichtsbeginn und -abschluss veranschlagt werden, da die Organisation von Gruppen und Material berücksichtigt werden muss. Es wird davon ausgegangen, dass genügend Roboter vorhanden sind um jeweils zu zweit mit einem Roboter zu arbeiten.

## Gedämpfte mechanische Schwingungen

---

Niveaustufe (Physik):	10	(vgl. Tab. 3)
Klassenstufe:	G–H (abhängig von der Schulform)	
Vorwissen in Informatik:	Kenntnisse von algorithmischen Grundstrukturen, Variablen und Arrays	
Informatische Inhalte:	Roboter als Informatiksysteme, Arrays in der Messwerterfassung, Implementieren von Algorithmen, <i>Physical Computing</i>	(vgl. Tab. 3)
Robotortyp:	LEGO® MINDSTORMS® EV3-Stein	
Sensoren:	Ultraschallsensor, Kreiselsensor	(vgl. Abb. 4)
Zusätzliches Material:	Paketband	

---

Tabelle 1: Aufgabenprofil der Unterrichtseinheit „Gedämpfte mechanische Schwingungen“

Im Physikunterricht der Sekundarstufe I werden häufig Fadenpendel und Federschwinger verwendet um mechanische Schwingungen zu erklären. Es gibt hierbei unterschiedliche Methoden um Elongation, Amplitude und Periodendauer zu messen, u. a. indirekt

über Schattenwurf oder Spannungsmessung. LEGO® MINDSTORMS® EV3-Steine können direkt als Pendelkörper verwendet werden, um so mit Hilfe von Kreisel- und Ultraschallsensor physikalische Größen direkt während der Schwingung zu messen und aufzuzeichnen. Der Fokus dieser Unterrichtseinheit in Physik liegt auf dem Erlangen von Basiswissen bzgl. gedämpfter mechanischer Schwingungen (F1, Basiskonzepte „Energie“ und „System“) und dem Planen und Durchführen einfacher Experimente mit Ergebnisdokumentation (Basiskompetenz E8).

Nach einer kurzen Einführung in die Programmierumgebung und das Speichern des Programms auf dem Roboter können die Arbeitsaufgaben in Tabelle 2 gestellt werden. Die Lösungen dieser Aufgaben befinden sich in Form von Pseudocode im Abschnitt „Musterlösungen“ auf S. 4. In Bezug auf das Aufgabenniveau wurde sich an dem Schulbuch „Physik 9/10“ (Bader und Oberholz, 2009) orientiert. Schätzwerte für die Durchführungsdauer der einzelnen Aufgaben finden sich ebenfalls in Tabelle 2.

### **Hinweise zur Durchführung:**

Der Kreiselsensor sollte mittig unter dem Stein montiert werden und der Ultraschallsensor direkt davor, wobei darauf zu achten ist, dass er auf eine ebene Fläche, z. B. die Wand gerichtet ist. Falls es keine anderen geeigneten Aufhängemöglichkeiten gibt, können Tische auf die Seite gelegt werden und die Pendel an den Tischbeinen befestigt werden. Arrays sind in der EV3-Software etwas kompliziert implementiert. Je nach Vorwissen ist für Aufgabe 3 ggf. eine kurze Einführung notwendig. Es ist auch ein direktes Ablesen und Speichern der Messwerte auf dem Computer möglich, in dem die Experiment-Umgebung und kabellose Übertragung gewählt wird. Hierbei ginge aber das Implementieren von Algorithmen und der Umgang mit Arrays verloren, wodurch sich der informatische Anteil dieser Unterrichtseinheit größtenteils auf Softwareanwendung reduzieren würde.

Bei Aufgabe 4 ist besonders auf die Indizierung des Arrays in der Darstellungsschleife zu achten. Das Umrechnen von Auslenkungswinkel und Wandabstandsänderung in Höhe sollte in dieser Niveaustufe durch den Mathematikunterricht abgedeckt sein. Die Dämpfung kann verändert werden, in dem der Luftwiderstand z. B. durch den Anbau weiterer LEGO®-Teile erhöht wird.

Aufgabe	Zeit
1. Baut den Kreisel- und den Ultraschallsensor an euren EV3-Stein. Überlegt euch dabei, wie sie positioniert sein sollten um die Amplitude einer Schwingung zu bestimmen, wenn ihr den EV3-Stein als Fadenpendel verwendet. Nehmt euch Paketband und hängt den Stein an einer geeigneten Stelle im Klassenzimmer auf.	10 min
2. Schreibt ein Programm, bei dem euch die Messwerte von beiden Sensoren auf dem Stein-Display angezeigt werden. Achtet darauf, dass der Ultraschallsensor nur eine Reichweite von 2,5 m hat. Notiert euch eine Auswahl von Messwerten und stellt diese in einem $\Delta s$ - $\Delta \phi$ -Diagramm dar. Vergleicht eure Ergebnisse.	15 min
3. Verändert euer Programm, in dem ihr nun zwei Arrays verwendet, an deren erster Stelle die jeweiligen Messwerte einmal pro Sekunde überschrieben und dann auf dem Stein-Display angezeigt werden.	15 min
4. Erweitert euer Programm so, dass die Messwerte, bevor sie überschrieben werden, als neuer Eintrag an das Array angehängt werden. Lasst die Messung nach 10 Sekunden abbrechen und euch dann die Messwerte nacheinander auf dem Stein-Display anzeigen.	15 min
5. Schätzt die Zeitdauer einer gedämpften mechanischen Schwingungen eures EV3-Steins ab, überlegt in wie oft pro Sekunde gemessen werden soll und ändert dementsprechend die Zeiten in eurem Programm. Führt nun zwei Schwingungsmessungen durch, notiert euch die Werte, rechnet sie um und stellt sie in einem $t$ - $h$ -Diagramm dar.	15 min
6. Überlegt euch, wie ihr die Schwingung stärker dämpfen könnt und führt zwei weitere Messungen durch. Tragt die umgerechneten Werte in das $t$ - $h$ -Diagramm aus Aufgabe 5 und vergleicht Amplitude und Periodendauer.	10 min

Tabelle 2: Unterrichtseinheit „Gedämpfte mechanische Schwingungen“: Arbeitsaufgaben und Durchführungsdauer

## Musterlösungen:

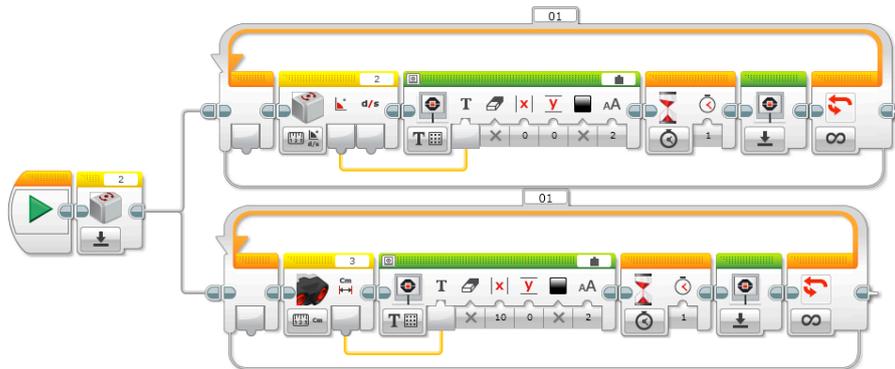


Abbildung 1: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Gedämpfte mechanische Schwingungen“ Aufgabe 2: „Schreibt ein Programm, bei dem euch die Messwerte von beiden Sensoren auf dem Stein-Display angezeigt werden.“

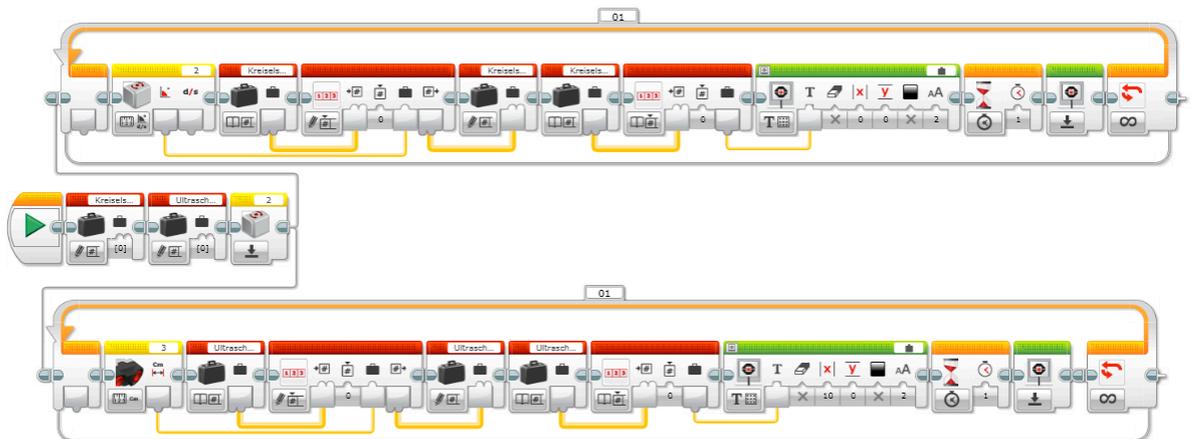


Abbildung 2: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Gedämpfte mechanische Schwingungen“ Aufgabe 3: „Verändert euer Programm, in dem ihr nun zwei Arrays verwendet, an deren erster Stelle die jeweiligen Messwerte einmal pro Sekunde überschrieben und dann auf dem Stein-Display angezeigt werden.“



## Tabellen:

Thema	Physik		Informatik	
	Bildungsstandards	Rahmenlehrplan	GI-Standards	Rahmenlehrplan
Gedämpfte Schwingungen	Wechselwirkung, Energie & System (F1, F3), E4, E8, E9, K1, K5, K7	2.1.2FG, 2.1.3GH, 2.2.2FG, 2.2.4FG, 2.3.2EF, 2.3.3D, 3.12	C1, C2, C3, C4, S1, S3, S4, S5	3.2, 3.4, 3.5, 3.9, 2.2G, 2.3DE, 2.5G, 2.6F

Tabelle 3: Berücksichtigte Basiskonzepte und -kompetenzen der Physik und Informatik in den erarbeiteten Unterrichtseinheiten, sowie deren Einordnung in die Themenfelder der zukünftigen Berliner Rahmenlehrpläne (Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015a,b).

Informatik	Physik
Information und Daten (C1)	Wechselwirkung, Energie
Algorithmen (C2)	Wechselwirkung, System
Sprachen und Automaten (C3)	System
Informatiksysteme (C4)	Materie, Wechselwirkung, System, Energie
Informatik, Mensch und Gesellschaft (C5)	Wechselwirkung, Energie

Tabelle 4: Verknüpfung der Basiskonzepte (Inhaltsbereiche) der Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I (Gesellschaft für Informatik e.V., 2008) mit Basiskonzepten (inhaltsbezogenen Kompetenzen) der Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2004).

Informatik	Physik
Modellieren und Implementieren (S1)	verwenden Analogien und Modellvorstellungen zur Wissensgenerierung (E3), planen einfache Experimente, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse (E8)
Begründen und Bewerten (S2)	zeigen an einfachen Beispielen die Chancen und Grenzen physikalischer Sichtweisen bei inner- und außerfachlichen Kontexten auf (B1), vergleichen und bewerten alternative technische Lösungen [...] (B2)
Strukturieren und Vernetzen (S3)	nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen [...] (B3), benennen Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen (B4)
Kommunizieren und Kooperieren (S4)	recherchieren in unterschiedlichen Quellen (K3), beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise (K4), dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit (K5)
Darstellen und Interpretieren (S5)	wählen Daten und Informationen [...] aus, prüfen sie auf Relevanz und ordnen sie (E2), wenden einfache Formen der Mathematisierung an (E4), nehmen einfache Idealisierungen vor (E5)

Tabelle 5: Verknüpfung der Basiskompetenzen (Prozessbereiche) der Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I (Gesellschaft für Informatik e.V., 2008) mit Basiskompetenzen (den Kompetenzbereichen Erkenntnisgewinnung (E), Kommunikation (K) und Bewertung (B)) der Bildungsstandards im Physik für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2004).

## Roboteraufbau

### EV3-Stein mit Kreisel- und Ultraschallsensor

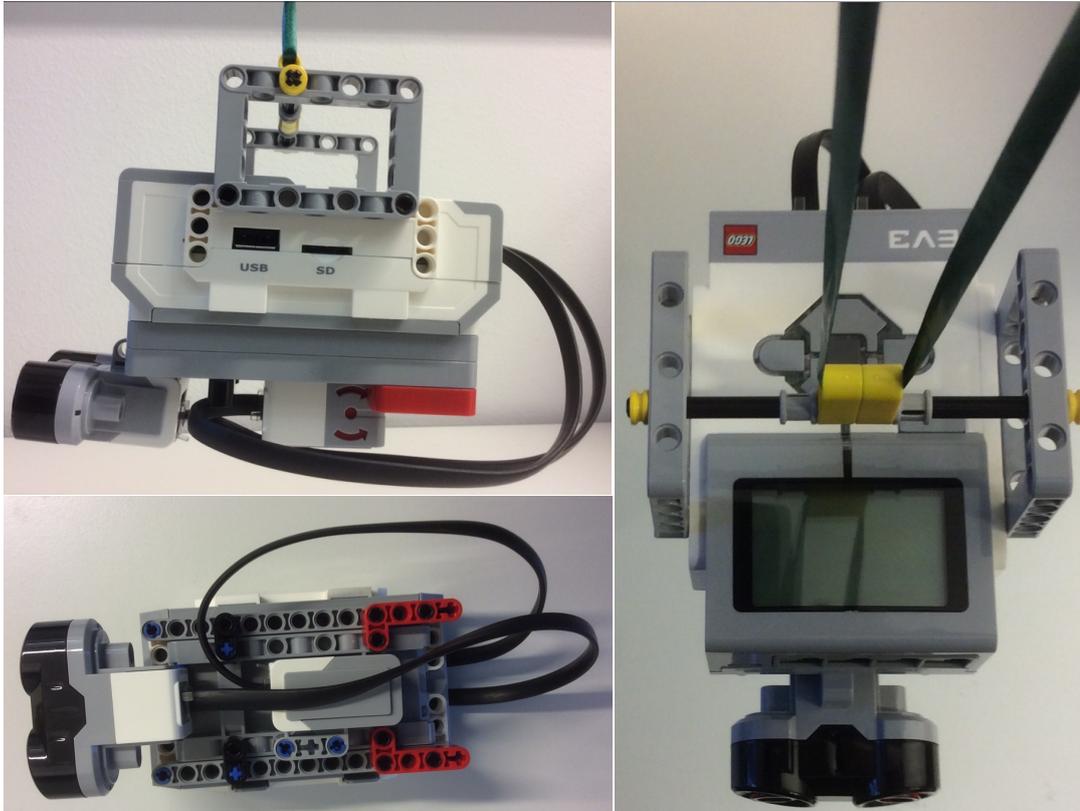


Abbildung 4: Kreisel- und Ultraschallsensor direkt am Stein mit Pendelaufhängung.

## Literatur

- [Bader und Oberholz 2009] BADER, Franz (Hrsg.) ; OBERHOLZ, Heinz-Werner (Hrsg.): *Dorn-Bader Physik 9/10. Schülerband. Sekundarstufe 1. Berlin*. Schroedel Verlag GmbH, 2009. – ISBN 3507862190
- [Bildungsserver Berlin-Brandenburg 2015a] BILDUNGSSERVER BERLIN-BRANDENBURG: *Rahmenlehrplan für die Jahrgangsstufen 1–10 der Berliner und Brandenburger Schulen. Teil C: Informatik. Wahlpflichtfach. Jahrgangsstufen 7–10*. 2015. – URL [http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche\\_Fassung/Teil\\_C\\_Informatik\\_2015\\_11\\_10\\_WEB.pdf](http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Informatik_2015_11_10_WEB.pdf). – Zugriffsdatum: 31.12.16
- [Bildungsserver Berlin-Brandenburg 2015b] BILDUNGSSERVER BERLIN-BRANDENBURG: *Rahmenlehrplan für die Jahrgangsstufen 1–10 der Berliner und Brandenburger Schulen. Teil C: Physik. Jahrgangsstufen 7–10*. 2015. – URL [http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche\\_Fassung/Teil\\_C\\_Physik\\_2015\\_11\\_16\\_web.pdf](http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Physik_2015_11_16_web.pdf). – Zugriffsdatum: 31.12.16
- [Gesellschaft für Informatik e.V. 2008] GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK E.V.: *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule*. 2008. – URL [https://www.gi.de/fileadmin/redaktion/empfehlungen/Bildungsstandards\\_2008.pdf](https://www.gi.de/fileadmin/redaktion/empfehlungen/Bildungsstandards_2008.pdf). – Zugriffsdatum: 31.12.16
- [KMK 2004] KMK: *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 16.12.2004)*. 2004. – URL [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2004/2004\\_12\\_16-Bildungsstandards-Physik.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik.pdf). – Zugriffsdatum: 31.12.16