

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

MATHEMATIK

1. RATIONALE ZAHLEN

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 Mathematikunterricht 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. Es bietet sich an bereits zusammengebaute Roboter zu verwenden, da für einen selbstständigen Zusammenbau des Standardfahrgestells (vgl. Abbildung 8) ca. 30 min mehr Zeit zur Verfügung gestellt werden müsste.

Unterrichtseinheit „Rationale Zahlen“

Niveaustufe (Mathematik):	E	(vgl. Tab. 3)
Klassenstufe:	7 (abhängig von der Schulform)	
Vorwissen in Informatik:	Gering	
Informatische Inhalte:	Roboter als Informatiksysteme, Rationale Zahlen als Daten, Schleifen und Variablen in Algorithmen, <i>Physical Computing</i>	(vgl. Tab. 3)
Robotortyp:	Standardfahrgestell der LEGO® MINDSTORMS® EV3	(vgl. Abbildung 8)
Sensoren:	—	
Zusätzliches Material:	Koordinatensystem in metrischer Skalierung auf dem Fußboden	

Tabelle 1: Aufgabenprofil der Unterrichtseinheit „Rationale Zahlen“

Sowohl das Verständnis von, als auch der sichere Umgang mit rationalen Zahlen ist eine Grundlage für das Rechnen in vielen Alltagssituationen, sowie für später folgende Zahlenbereichserweiterungen im Unterricht. LEGO® MINDSTORMS® EV3-Roboter

Aufgabe	Zeit
1. Lasst euren Roboter die gleiche Strecke vor wie zurück fahren.	10 min
2. Lasst euren Roboter 2,7 m vor und 1,8 m wieder zurück fahren.	10 min
3. Lasst euren Roboter zunächst 2 Mal $ -0,9 $ m rückwärts und dann 4 Mal sowohl 1,8 m vorwärts, als auch $\frac{18}{5}$ m rückwärts fahren.	15 min
4. Implementiert $2 \cdot (-2,7 + \frac{9}{10})$ auf zwei Arten.	10 min
5. Lasst euren Roboter eine Drehung um 90° im und eine um 180° gegen den Uhrzeigersinn ausführen.	10 min
6. Setzt euren Roboter an den Punkt $(-1,8 1,8)$ im Koordinatensystem und lasst ihn zu dem Punkt $(3,6 -0,9)$ fahren, in dem ihr ihn zunächst parallel zur x-Achse und dann parallel zur y-Achse fahren lasst.	15 min
7. <i>Zusatzaufgabe:</i> Implementiert $2 \cdot (-2,7 + \frac{9}{10})$ noch einmal unter Verwendung des Programmierblocks <i>Mathe</i> .	10 min

Tabelle 2: Unterrichtseinheit „Rationale Zahlen“: Arbeitsaufgaben und Durchführungsdauer

wechseln bei einer Vorzeichenänderung der Motorleistung oder der Umdrehungszahl die Bewegungs- bzw. Drehrichtung und können so zur Veranschaulichung von Operationen mit rationalen Zahlen verwendet werden. Der Fokus dieser Unterrichtseinheit bzgl. Mathematik liegt somit auf der Nutzung von Wissen über rationalen Zahlen (Basiskonzept „Zahl“ (L1)) zum Lösen von Problemen (Basiskompetenz K2).

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 „Faktor 7. Mathematik“ (Schröder, 2006) orientiert. Schätzwerte für die Durchführungsdauer der einzelnen Aufgaben finden sich ebenfalls in Tabelle 2.

Hinweise zur Durchführung:

Bei Aufgabe 1 ist die korrekte Auswahl des Programmierblocks für den Motor (*Hebelsteuerung* mit *An für n Umdrehungen* und *Am Ende Bremsen: Wahr*) und der Parameter in Form von Zahl und Gegenzahl die Hauptaufgabe. Ein Vorzeichenwechsel bei *Leistung* (links und rechts) oder *Umdrehungen* führen zu äquivalenten Ergebnissen. Das korrekte Verhältnis von *Umdrehungen* zu Strecke (1:17,6 cm) kann bei Aufgabe 2 entweder vorgegeben, durch ausprobieren ermittelt oder aus dem Raddurchmesser (5,6 cm) errechnet werden. Da es bei diesen Aufgaben um Zahlenverständnis und nicht

um Präzision geht, werden hier Zahlenbeispiele aufgeführt, die sich unter Annahme eines Verhältnisses von 1:18 cm ohne Hilfsmittel berechnen lassen. Ein vollständiges Koordinatensystem in metrischer Skalierung sollte mit Klebestreifen auf dem Fußboden markiert und die Quadranten II-IV (da ggf. noch unbekannt) benannt werden. Alternativ können auch symmetrische Bodengegebenheiten wie Fliesen oder Parkett als Skala genutzt werden. Für die Multiplikation in Aufgabe 3 ist das Einführen von Schleifen relevant und ihr Vorteil gegenüber dem mehrfachen Kopieren einzelner Programmierblöcke herauszuarbeiten. Das Rechnen mit Betrag und (Dezimal-)Brüchen in Verbindung mit rationalen Zahlen wird als bekannt vorausgesetzt. Bevor der Roboter gestartet wird, sollte überschlagen werden, wie viel Abstand zur Wand in etwa benötigt wird, damit das Programm nicht abgebrochen werden muss.

Nach Textaufgaben können in Aufgabe 4 nun auch Terme umgesetzt werden, wobei hier zusätzlich die Anwendung des Distributivgesetzes ($2 \cdot (-2, 7) + 2 \cdot \frac{9}{10}$) gefordert und auf die daraus resultierenden Unterschiede beim Aufbau der Schleifen und dem Programmablauf eingegangen werden kann. Das korrekte Verhältnis von *Umdrehungen* zu Drehungswinkel ($1:90^\circ$) kann bei Aufgabe 5 wiederum entweder vorgegeben oder durch ausprobieren ermittelt werden. Die Hardware und die Untergrundbeschaffenheit beeinflussen mitunter, wie genau Drehungen reproduziert werden können. Es ist außerdem zu beachten, dass die Umdrehungszahl entweder positiv oder negativ sein kann, je nach dem um welches Rad gedreht wird. Die Bewegungs- und Drehrichtung bei Aufgabe 6 sind frei wählbar. Abschließend kann bei ausreichend viel Zeit mit Aufgabe 7 noch der Programmierblock *Mathe* eingeführt werden, bei dem Zahlen nun als Variablen deklariert werden. Neben den Grundrechenarten können unter *ADV* auch ganze Terme eingegeben werden. Damit verkürzt sich der Code und der Roboter führt nur noch eine Bewegung aus.

Musterlösungen:

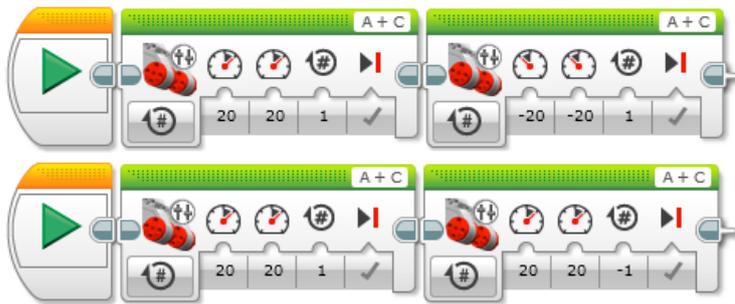


Abbildung 1: Beispiellösungen für die Unterrichtseinheit „Rationale Zahlen“ Aufgabe 1:
„Lasst euren Roboter die gleiche Strecke vor wie zurück fahren.“



Abbildung 2: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Rationale Zahlen“ Aufgabe 2:
„Lasst euren Roboter 2,7 m vor und 1,8 m wieder zurück fahren.“

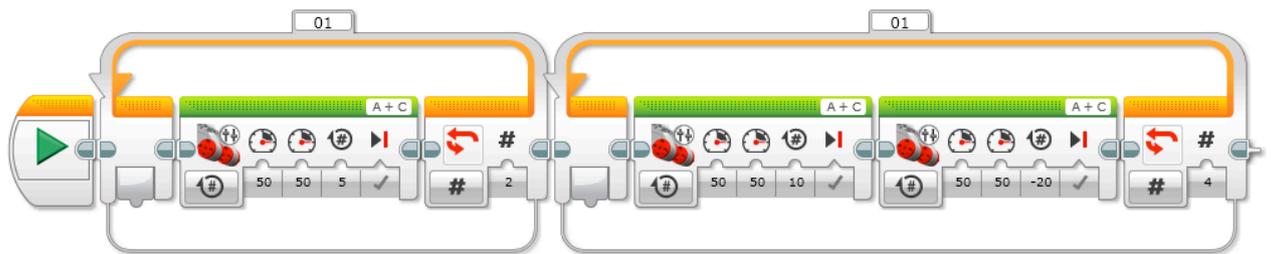


Abbildung 3: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Rationale Zahlen“ Aufgabe 3:
„Lasst euren Roboter zunächst 2 Mal $|-0,9|$ m rückwärts und dann 4 Mal
sowohl 1,8 m vorwärts, als auch $\frac{18}{5}$ m rückwärts fahren.“

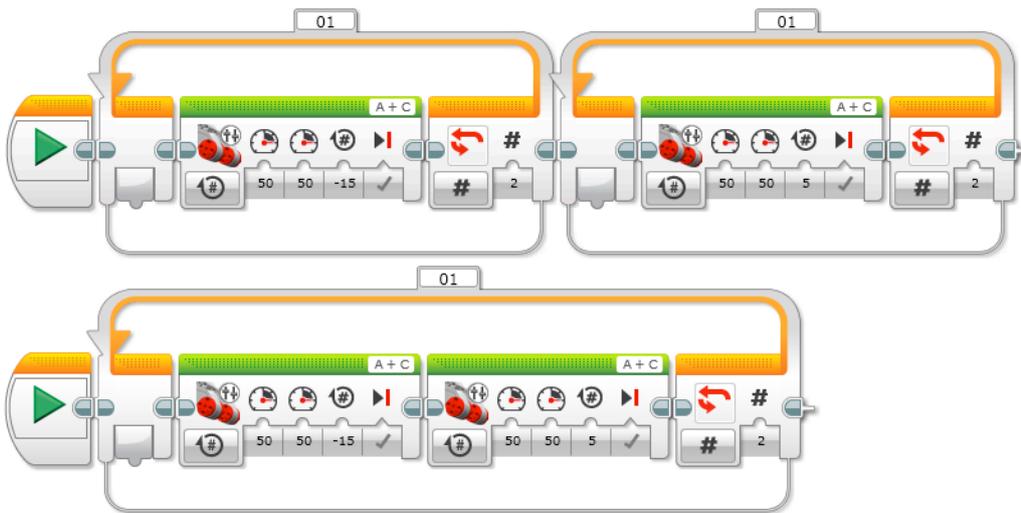


Abbildung 4: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Rationale Zahlen“ Aufgabe 4:
 „Implementiert $2 \cdot (-2, 7 + \frac{9}{10})$ auf zwei Arten.“



Abbildung 5: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Rationale Zahlen“ Aufgabe 5:
 „Lasst euren Roboter eine Drehung um 90° im und eine um 180° gegen den Uhrzeigersinn ausführen.“



Abbildung 6: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Rationale Zahlen“ Aufgabe 6:
 „Setzt euren Roboter an den Punkt $(-1,8|1,8)$ im Koordinatensystem und lasst ihn zu dem Punkt $(3,6|-0,9)$ fahren, in dem ihr ihn zunächst parallel zur x-Achse und dann parallel zur y-Achse fahren lasst.“

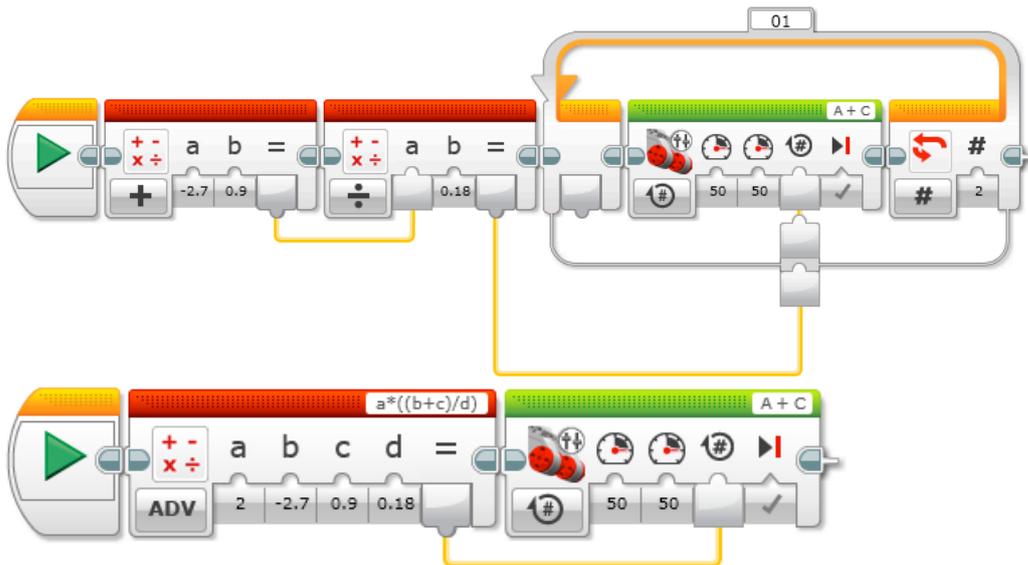


Abbildung 7: Beispiellösungen für die Unterrichtseinheit „Rationale Zahlen“ Aufgabe 7: „Implementiert $2 \cdot (-2,7 + \frac{9}{10})$ noch einmal unter Verwendung des Programmierblocks *Mathe*.“

Tabellen:

Thema	Mathematik		Informatik	
	Bildungsstandards	Rahmenlehrplan	GI-Standards	Rahmenlehrplan
Rationale Zahlen	L1, L2, L4, K2, K3, K5, K6	L1E, L2E, L4E, K2, K3, K5, K6	C1, C2, C3, C4, S1, S3, S4	3.2, 3.4, 3.5, 3.9, 2.2F, 2.5F, 2.6DE

Tabelle 3: Berücksichtigte Basiskonzepte und -kompetenzen der Mathematik und Informatik (vgl. Tabellen 4 & 5) in der erarbeiteten Unterrichtseinheit, sowie deren Einordnung in die Themenfelder der zukünftigen Berliner Rahmenlehrpläne (Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015a,b).

Informatik	Mathematik
Information und Daten (C1)	Zahl (L1), Messen (L2), Raum und Form (L3), Funktionaler Zusammenhang (L4), Daten und Zufall (L5)
Algorithmen (C2)	Zahl (L1), Raum und Form (L3), Funktionaler Zusammenhang (L4), Daten und Zufall (L5)
Sprachen und Automaten (C3)	Zahl (L1), Funktionaler Zusammenhang (L4)
Informatiksysteme (C4)	Funktionaler Zusammenhang (L4)
Informatik, Mensch und Gesellschaft (C5)	Raum und Form (L3), Funktionaler Zusammenhang (L4), Daten und Zufall (L5)

Tabelle 4: Verknüpfung der Basiskonzepte (Inhaltsbereiche) der Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I (Gesellschaft für Informatik e.V., 2008) mit Basiskonzepten (Leitideen (L)) der Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2003).

Informatik	Mathematik
Modellieren und Implementieren (S1)	Probleme mathematisch lösen (K2), Mathematisch modellieren (K3)
Begründen und Bewerten (S2)	Mathematisch argumentieren (K1)
Strukturieren und Vernetzen (S3)	
Kommunizieren und Kooperieren (S4)	Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen (K5), Kommunizieren (K6)
Darstellen und Interpretieren (S5)	Mathematische Darstellungen verwenden (K4)

Tabelle 5: Verknüpfung der Basiskompetenzen (Prozessbereiche) der Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I (Gesellschaft für Informatik e.V., 2008) mit Basiskompetenzen (allgemeinen Kompetenzen (K)) der Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss (KMK, 2003).

Roboter Aufbau

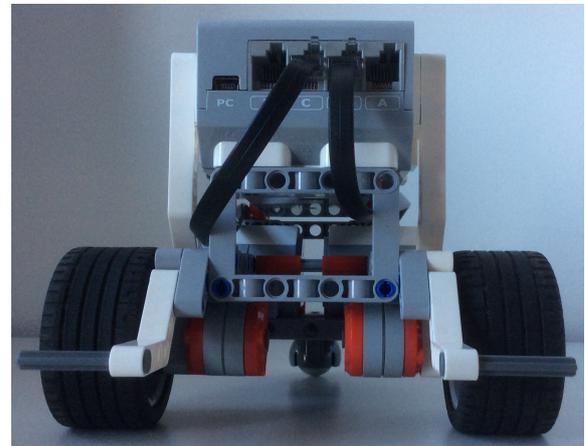
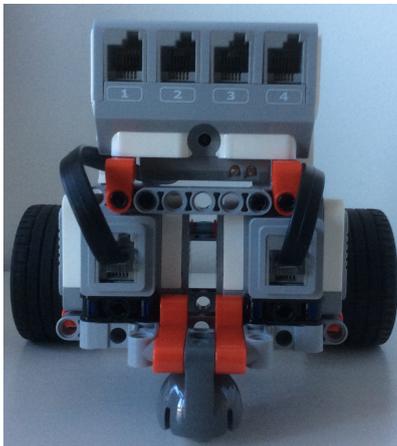
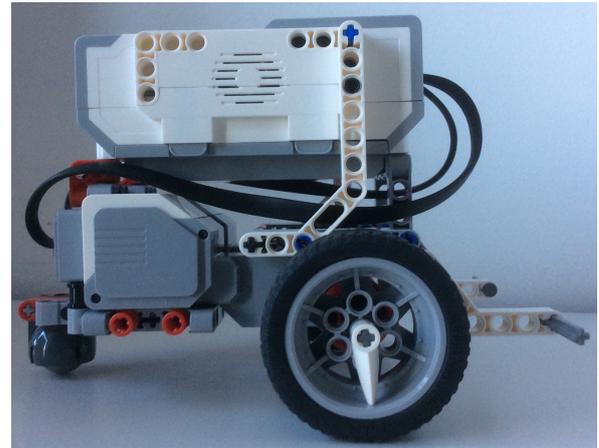


Abbildung 8: Aufbau des Standardfahrgestells der LEGO® MINDSTORMS® EV3-Roboter, wie in der EV3 Schüler Edition unter Robot Educator → Bauanleitungen → Fahrgestell (46 Schritte)

Literatur

- [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. – Zugriffsdatum: 31.12.16
- [Bildungsserver Berlin-Brandenburg 2015b] BILDUNGSSERVER BERLIN-BRANDENBURG: *Rahmenlehrplan für die Jahrgangsstufen 1–10 der Berliner und Brandenburger Schulen. Teil C: Mathematik. Jahrgangsstufen 1–10.* 2015. – URL http://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Mathematik_2015_11_10_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. – Zugriffsdatum: 31.12.16
- [KMK 2003] KMK: *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 04.12.2003).* 2003. – URL https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf. – Zugriffsdatum: 31.12.16
- [Schröder 2006] SCHRÖDER, Max (Hrsg.): *Faktor 7. Mathematik. Schülerband. Sekundarstufe 1.* Berlin. Schroedel Verlag GmbH, 2006. – ISBN 350784561X