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

2. Ebene Figuren: Dreiecke und Vierecke

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-Robotor 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 6) ca. 30 min mehr Zeit zur Verfügung gestellt werden müsste.

1 Ebene Figuren: Dreiecke und Vierecke

Niveaustufe (Mathematik):	E–F	(vgl. Tab. 3)
Klassenstufe:	8 (abhängig von der Schulform)	
Vorwissen in Informatik:	Gering	
Informatische Inhalte:	Roboter als Informatiksysteme, Implementieren von Algorithmen, Reflexion des Vorgehensmodells (Projektmanagement), *Physical Computing*	(vgl. Tab. 3)
Robotortyp:	Standardfahrgestell der LEGO® MINDSTORMS® EV3 mit Stifthalterung	(vgl. Abbildung 6) und Abbildung 7)
Sensoren:	Ultraschall- und Kreiselsensor	(vgl. Abbildung 8) und 9)
Zusätzliches Material:	Filzstifte, DIN A2 Papier	

Tabelle 1: Aufgabenprofil der Unterrichtseinheit „Ebene Figuren“

Die Konstruktion und die Berechnung von Seitenlängen und Winkeln in Dreiecken ist ein zentrales Thema im Geometrieunterricht der Sekundarstufe I, da sich beliebige Vielecke in Dreiecke zerlegen und damit berechnen lassen. So auch Vierecke, wobei es hier den Sonderfall des Quadrats gibt, das auch ohne Zerlegung einfach berechen- und konstruierbar ist. Mit LEGO® MINDSTORMS® EV3-Robotern lassen sich ebene Figuren sowohl zeichnen, als auch vermessen bzw. umfahren. Der Fokus dieser Unterrichtseinheit bzgl. Mathematik liegt somit auf der Nutzung des Grundprinzip des Messens zur Ermittlung von Streckenlängen und Winkelgrößen (Basiskonzept „Messen“ (L2)) und dem Generieren von mathematischen Darstellungen (Basiskompetenz K4).

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. 5. In Bezug auf das Aufgabenniveau wurde sich an dem Schulbuch „Mathematik Neue Wege 8“ (Lergenmüller und Schmidt, 2007) orientiert. Schätzwerte für die Durchführungsdauer der einzelnen Aufgaben finden sich ebenfalls in Tabelle 2.

Hinweise zur Durchführung:

Das korrekte Verhältnis von *Umdrehungen* zu Drehungswinkel (1:90°) kann in Aufgabe 1 entweder vorgegeben oder durch ausprobieren ermittelt werden. Als Programmierblock für den Motor sollte *Hebelsteuerung* mit *An für n Umdrehungen* und *Am Ende Bremsen: Wahr* gewählt werden. Außerdem bietet sich die Verwendung einer Schleife an um den Code übersichtlicher zu gestalten. Die Größe der gezeichneten Figuren ist natürlich durch die Größe des zur Verfügung stehenden Papiers limitiert. Bei Aufgabe 2 kann das korrekte Verhältnis von *Umdrehungen* zu Strecke (1:17,6 cm) entweder vorgegeben, durch ausprobieren ermittelt oder aus dem Raddurchmesser (5,6 cm) errechnet werden. Ein Winkel ist beliebig wählbar und auch hier kann die Verwendung einer Schleife gefordert werden. Der Ultraschallsensor misst Distanzen zwischen 3 und 250 cm und unter *Port View* können die Werte direkt auf dem Display des Roboters abgelesen werden. Für den Kreiselsensor ist dies auch möglich, er muss jedoch u.U. zurückgesetzt werden. Bei Aufgabe 3 kann auch ein kurzes Programm geschrieben werden, das den jeweilgen Messwert auf dem Roboterdisplay darstellt.

Für das Zeichnen mit dem Roboter müssen zwei Winkel (W) und alle Seitenlängen (S) bekannt sein. Für Aufgabe 4 werden SSS, SWS und WSW im Rahmen der Kongruenzsätze als bekannt voraus gesetzt – wenn dies nicht gegeben ist, kann die Aufgabe

Aufgabe	Zeit
1. Lasst euren Roboter ein Quadrat mit beliebiger Seitenlänge zeichnen.	15 min
2. Lasst euren Roboter ein Parallelogramm mit den Seitenlängen 35,2 cm und 26,4 cm zeichnen.	10 min
3. Baut den Ultraschall- und den Kreiselsensor an euren Roboter und vermesst damit die Seitenlänge (S) des Quadrats und einen Winkel (W) des Parallelogramms einer Nachbargruppe.	10 min
4. Überlegt euch, aus welcher Größenangabe sich mit dem Roboter am schnellsten ein eindeutiges Dreieck konstruieren lässt: SSS, SWS oder WSW.	5 min
5. Denkt euch Werte für WSW aus (berücksichtigt dabei jedoch die Größe des zur Verfügung stehenden Papiers) und tauscht diese mit einer anderen Gruppe. Lasst euren Roboter dann das entsprechende Dreieck zeichnen.	15 min
6. Eure drei Zeichnungen werden nun mit den Zeichnungen anderer Gruppen getauscht. Breitet eure neuen Zeichnungen auf dem Boden aus und schreibt ein Programm, mit dem euer Roboter nacheinander alle ebenen Figuren möglichst genau umfährt.	25 min

Tabelle 2: Unterrichtseinheit „Ebene Figuren“: Arbeitsaufgaben und Durchführungsdauer

auch übersprungen und Aufgabe 5 dementsprechend angepasst werden. WSW ist am schnellsten umsetzbar, da kein Winkel bestimmt werden muss und sich die Seitenlängen einfach ausmessen lassen. Das Ermitteln der fehlenden zwei Seitenlängen in Aufgabe 5 erfordert einiges Ausprobieren, wobei sich, wenn sie anfangs groß genug gewählt werden, ein Schnittpunkt ergibt, von dem aus die konkreten Seitenlängen mit dem Ultraschallsensor gemessen werden können. Aufgabe 6 ist nun eine Art geometrischer Hindernisparcours. Lineale und Geodreiecke sollten nicht verwendet werden, lediglich der Ultraschall- und Kreiselsensor. Die Reifenbreite (2,8 cm) muss zu den Seitenlängen der ebenen Figuren addiert werden, damit sie umfahren werden und die Drehung erfolgt nun um ein Rad, nicht mehr um die Stiftspitze. Zum Abschluss der Unterrichtseinheit können alle Roboter gleichzeitig gestartet werden und sich ein „Rennen“ durch ihren jeweiligen Parcours liefern. Außerdem sollte Zeit für eine Reflexion der verschiedenen Vorgehensweisen bei der Lösung von Aufgabe 6 eingeräumt werden. Konsekutiver „Versuch und Irrtum“ führen zwar letztendlich auch zum Erfolg, aber Grundideen effektiver Vorgehensweisen bei der Problemlösung, sowie der Team- und Projektarbeit können hier aufgezeigt werden.

Beim Zeichnen der ebenen Figuren sind kleinere Umsetzungsschwierigkeiten zu erwarten, da der Stift sehr genau positioniert sein muss um korrekt zu zeichnen. Damit

der Roboter genau zum Ausgangspunkt zurück fährt ist eine Feinjustierung notwendig, wobei hier nicht zuviel Zeit zu investieren ist. Der Kreiselsensor ist nicht ganz intuitiv in der Handhabung und muss manchmal zurück gestetzt werden, aber für das Erlangen einer ungefähren Vorstellung der Winkelgrößen durchaus einsetzbar.

Musterlösungen:

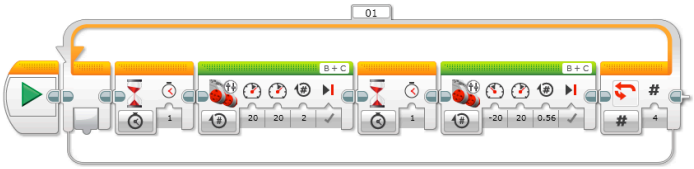


Abbildung 1: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Ebene Figuren“ Aufgabe 1: „Lasst euren Roboter ein Quadrat mit beliebiger Seitenlänge zeichnen.“

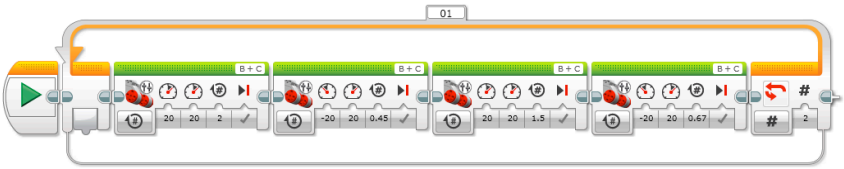


Abbildung 2: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Ebene Figuren“ Aufgabe 2: „Lasst euren Roboter ein Parallelogramm mit den Seitenlängen 35,2 cm und 26,4 cm zeichnen.“

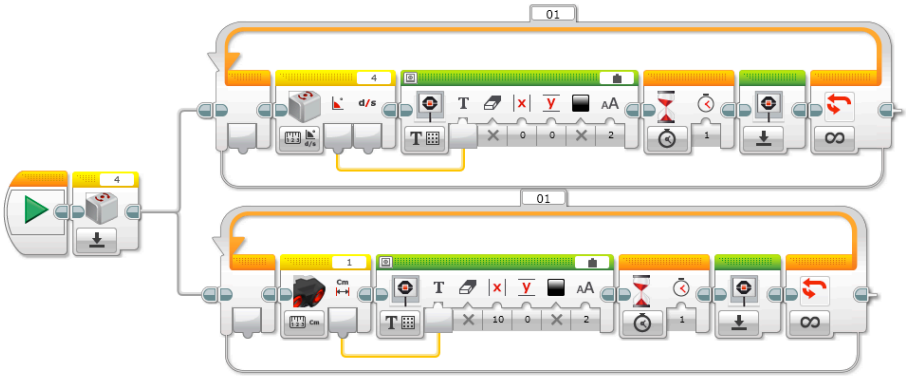


Abbildung 3: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Ebene Figuren“ Aufgabe 3: „Baut den Ultraschall- und den Kreiselsensor an euren Roboter und vermesst damit die Seitenlänge des Quadrats und einen Winkel des Parallelogramms einer Nachbargruppe.“

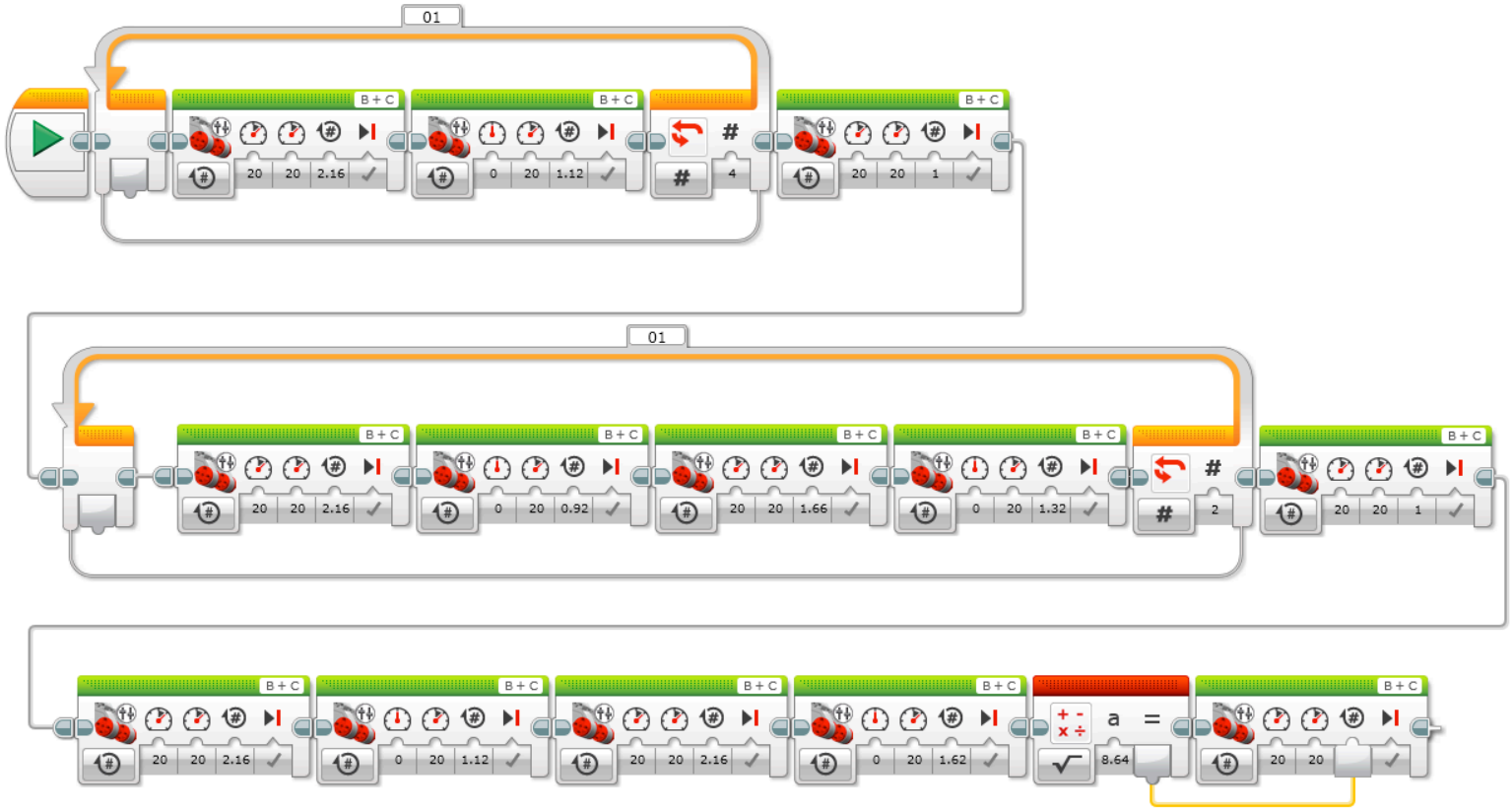


Abbildung 4: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Ebene Figuren“ Aufgabe 6: „Breitet eure neuen Zeichnungen auf dem Boden aus und schreibt ein Programm, mit dem euer Roboter nacheinander alle ebenen Figuren möglichst genau umfährt.“

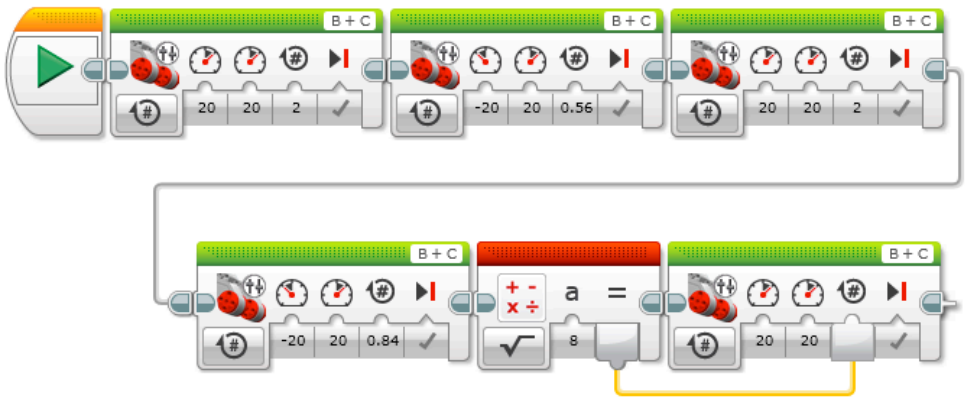


Abbildung 5: Beispiellösung für die Unterrichtseinheit „Ebene Figuren“ Aufgabe 5: „Denkt euch umsetzbare Werte für WSW aus und tauscht diese mit einer anderen Gruppe. Lasst euren Roboter dann das entsprechende Dreieck zeichnen.“

Tabellen:

	Mathematik		Informatik	
Thema	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).

Roboteraufbau

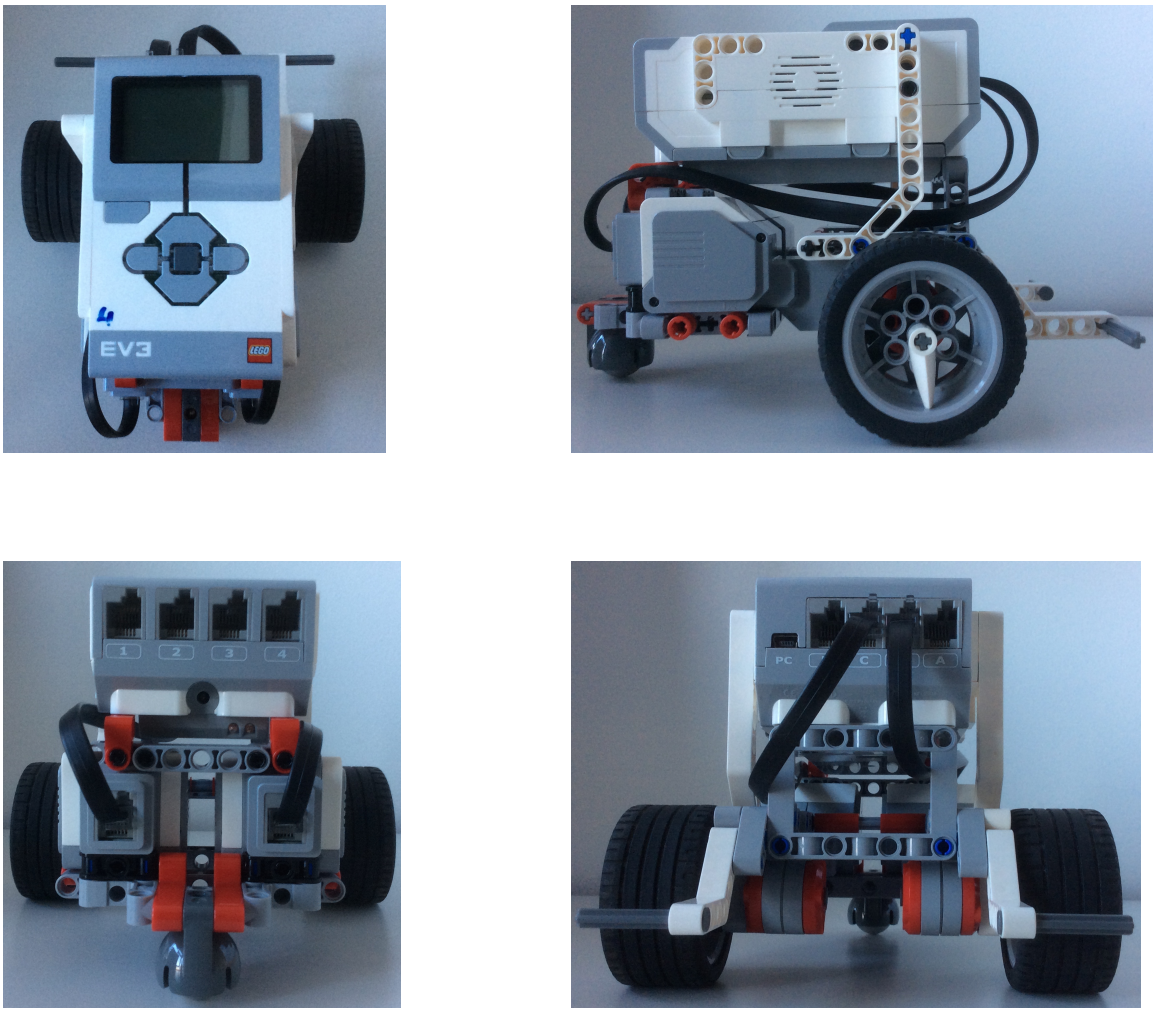


Abbildung 6: Aufbau des Standardfahrgestells der LEGO® MINDSTORMS® EV3-Robotor, wie in der EV3 Schüler Edition unter Robot Educator → Bauanleitungen → Fahrgestell (46 Schritte)

Stifthalterung

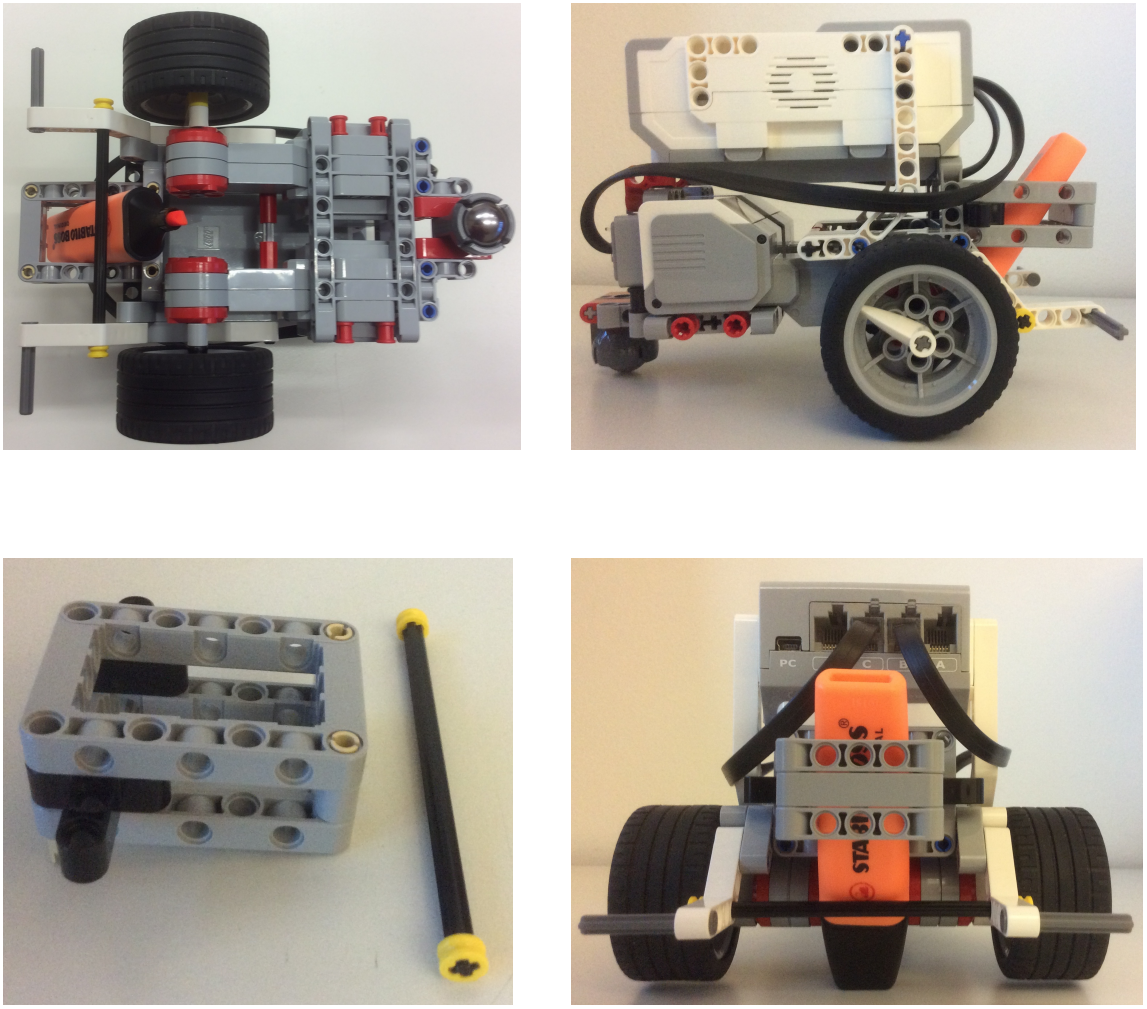


Abbildung 7: Stifthalterung am Standardfahrgestell der LEGO® MINDSTORMS® EV3-Robotor; eine Positionierung der Stiftspitze mittig zwischen den Rädern ist wichtig für das Zeichnen der Ecken der ebenen Figuren.

Ultraschallsensor

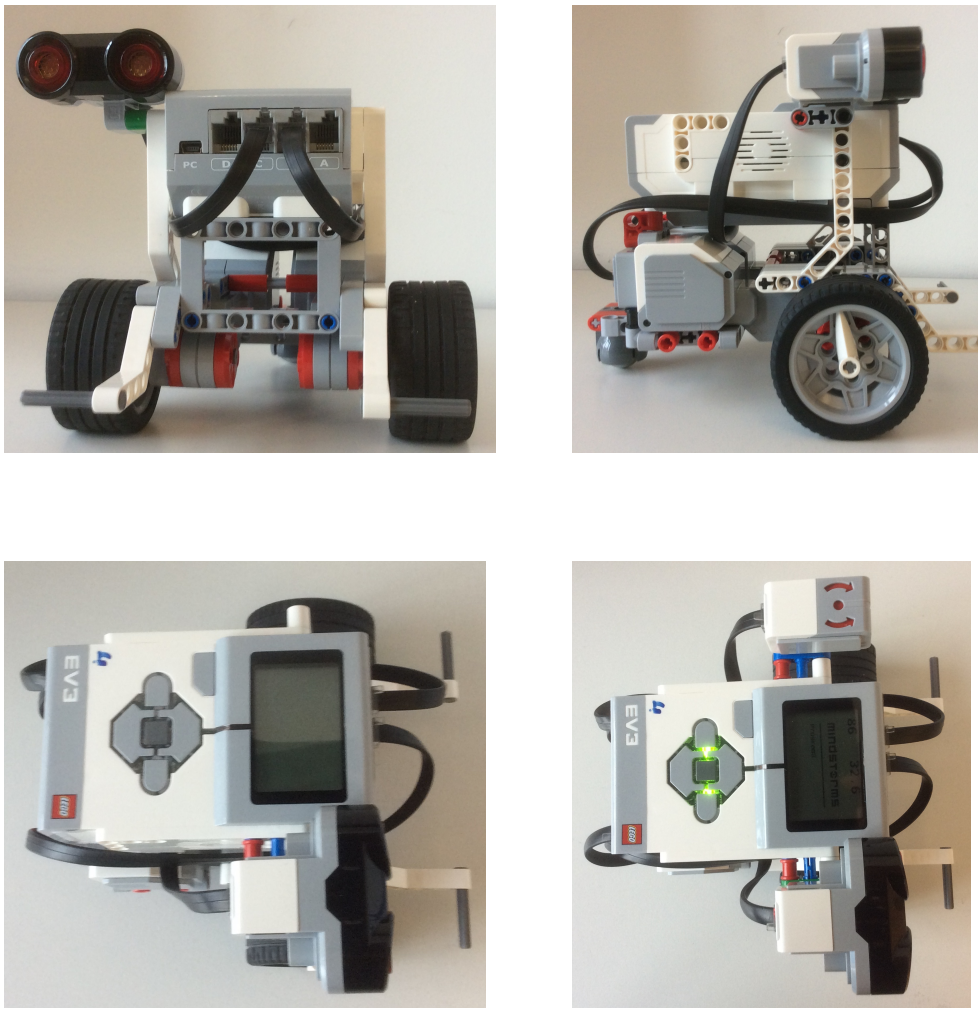
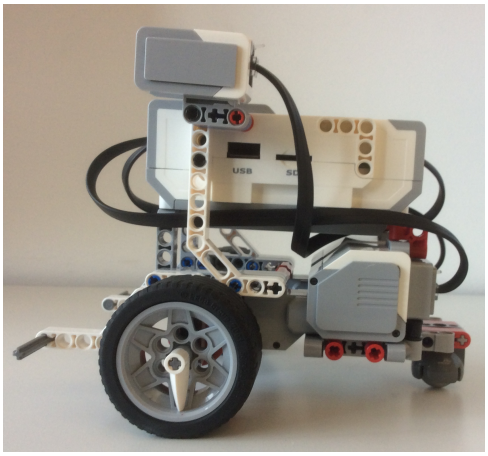


Abbildung 8: Ultraschallsensor und Ultraschallsensor in Kombination mit Kreiselsensor am Standardfahrgestell zur Vermessung ebener Figuren.

Kreiselsensor



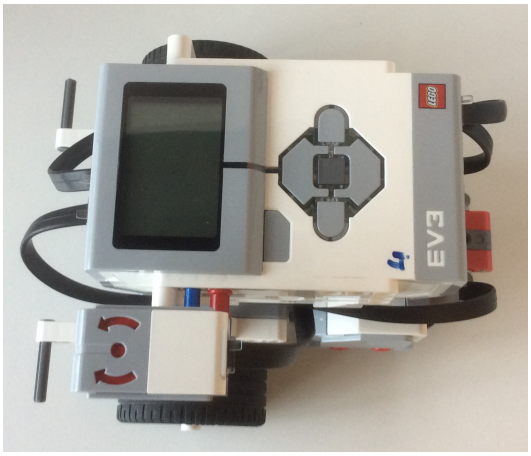


Abbildung 9: Kreiselsensor am Standardfahrgestell

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

[Lergenmüller und Schmidt 2007] Lergenmüller, Arno (Hrsg.) ; Schmidt, Günter (Hrsg.): *Mathematik Neue Wege 8. Arbeitsbuch mit CD-ROM. Gymnasium Berlin.* Schroedel Verlag GmbH, 2007. – ISBN 3507855089