

Ergebnisbericht zum Projekt MarbleTronic

Autor: Prof. Dr. Matthias Brinkmann, MINT-Schul-Labor der Hochschule Darmstadt



Nach dem positiven Bescheid zur Projektförderung wurden in den Monaten Mai und Juni 2022 die im Projektantrag beschriebenen Aufgaben weitestgehend durchgeführt. Eine ausführliche Darstellung finden Sie auf der Website zum Projekt MarbleTronic unter:

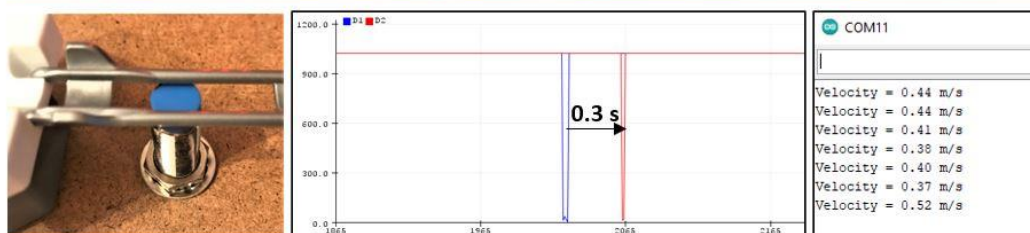
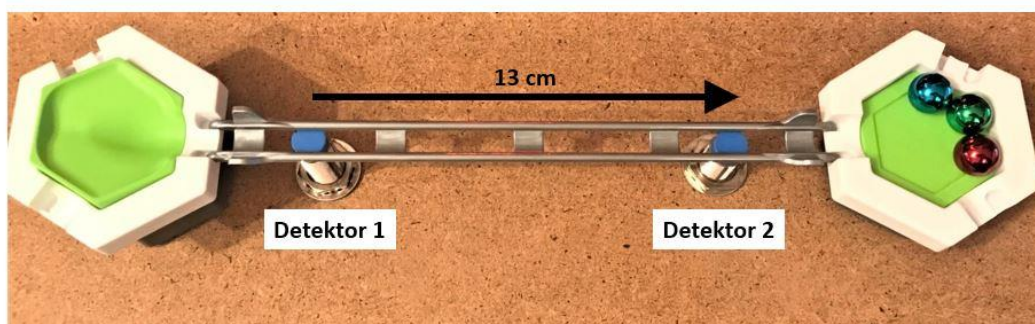
<https://www.mint-schul-labor.de/physik-gro%C3%9Fprojekte#MarbleTronic>

(inklusive einiger Videos zu den ersten automatisierten Kugelbahnen)

Bisherige Ergebnisse

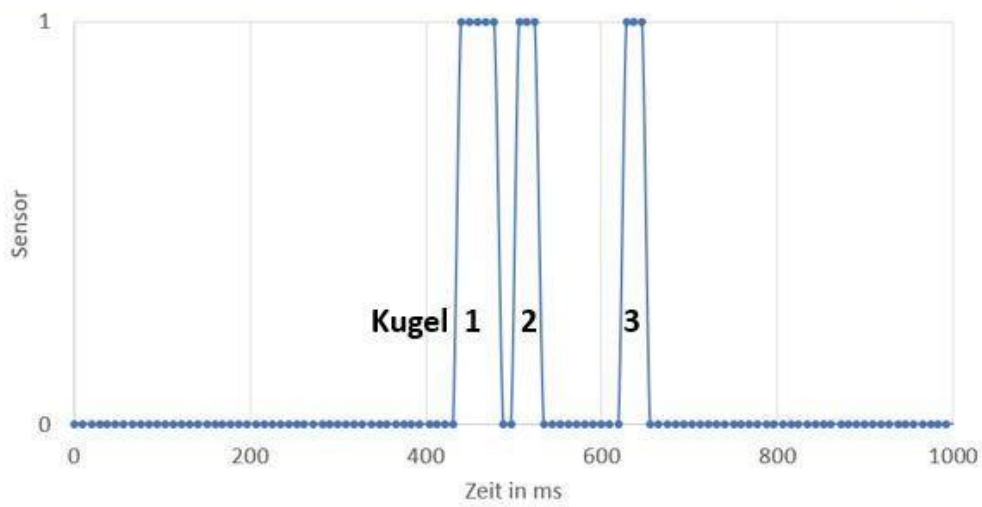
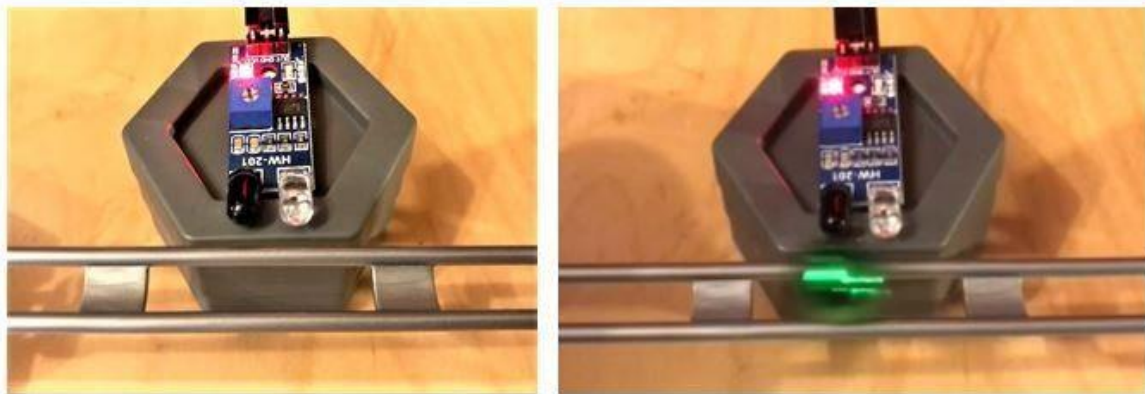
Mit den zur Verfügung gestellten Mitteln wurden gemäß Antrag verschiedene Sensoren zur Kugeldetektion und -Zählung beschafft und diese an verschiedenen Kugelbahn-Systemen getestet:

Beispiel 1: Induktiver Annäherungssensor




LJ12A3-4-Z BX
Inductive Proximity Sensor.

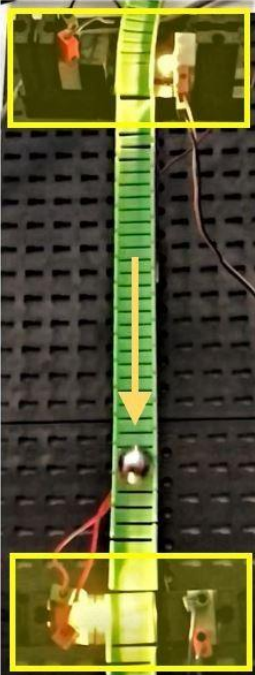
Beispiel 2: IR-Annäherungssensor



Beispiel 3: Klassische Lichtschranke

Lichtschranke K1





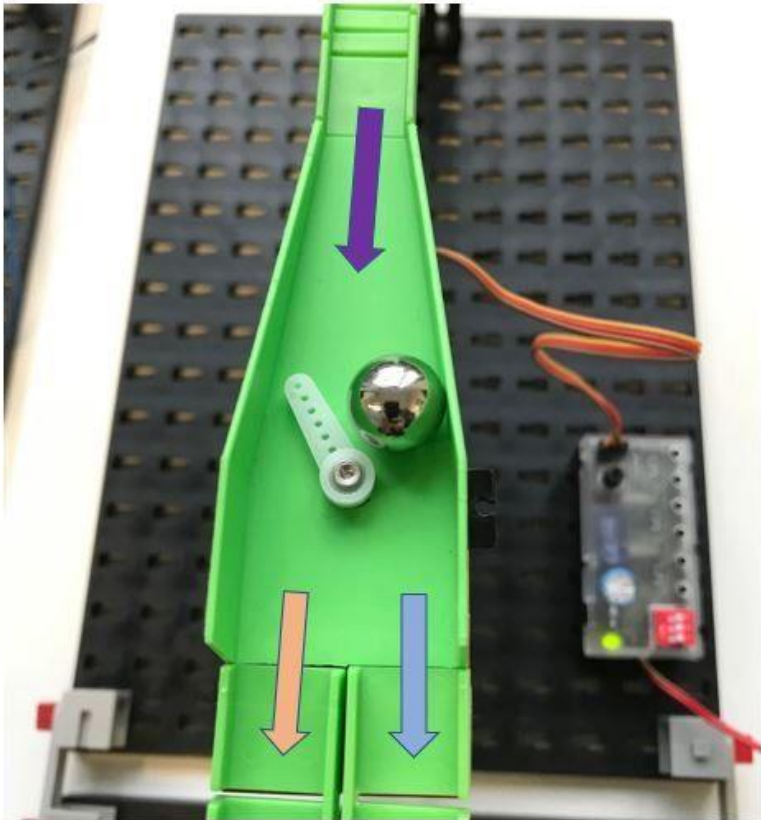
Teststrecke

RoboPro - Bedienfeld

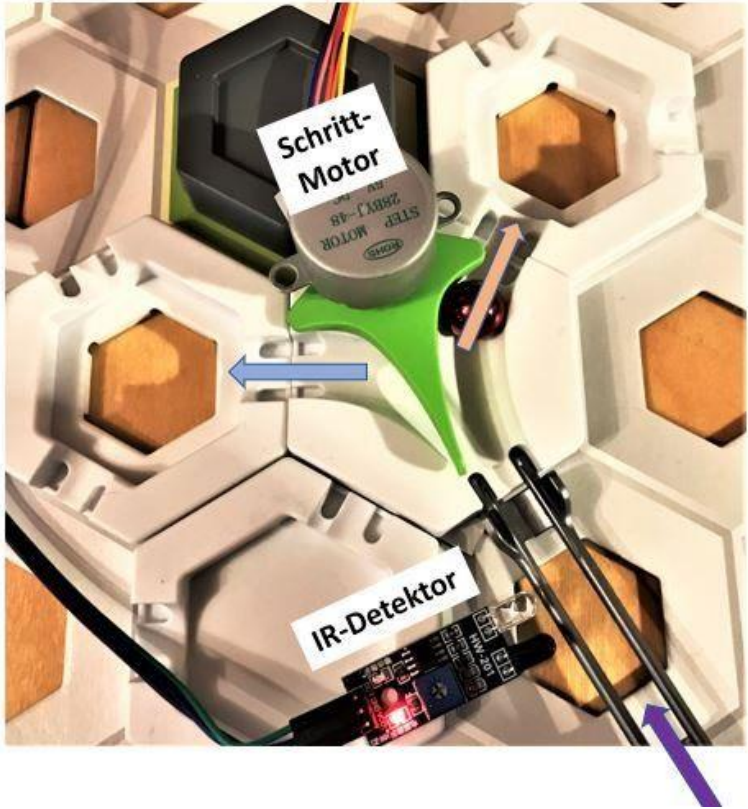
K1 =	1	Geschw 68
K2 =	1	
Anzahl Kugeln		Geschwindigkeit in cm / s

Parallel dazu wurden verschiedene Stellmotoren für Bahn-Weichen erprobt:

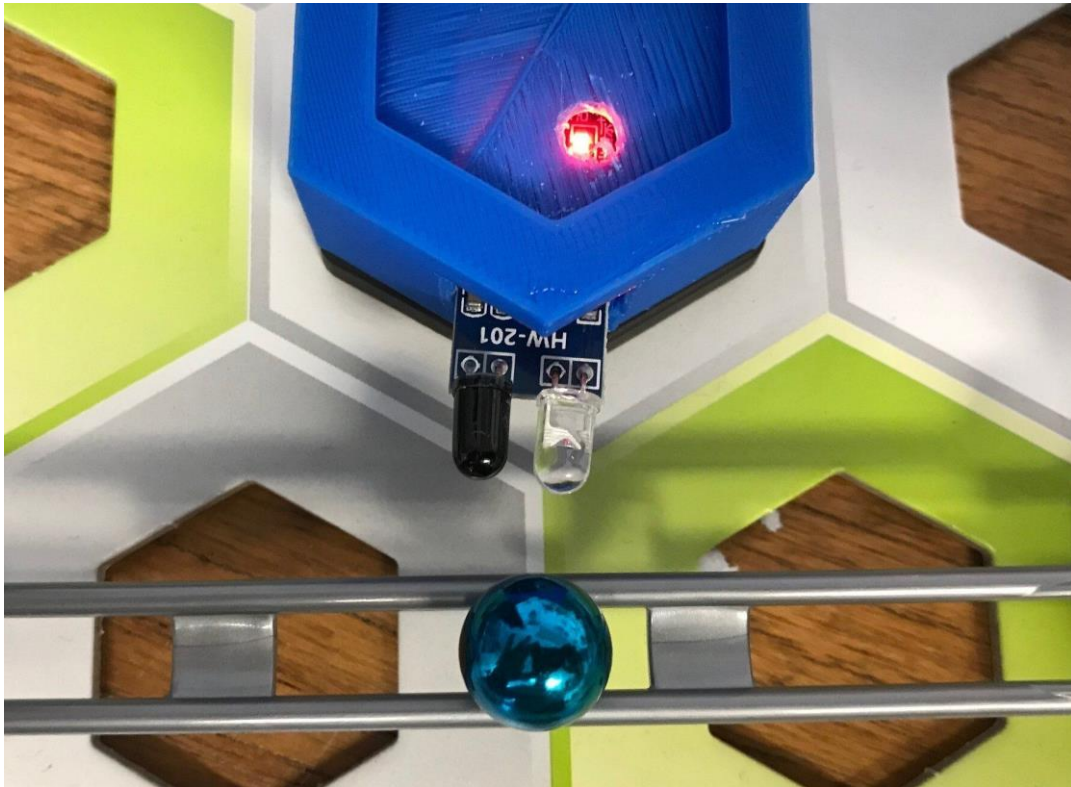
Beispiel 1: Mini-Servo-Motor (siehe auch Videos auf Projekt-Homepage)



Beispiel 2: Mini-Schritt-Motor (siehe auch Videos auf Projekt-Homepage)

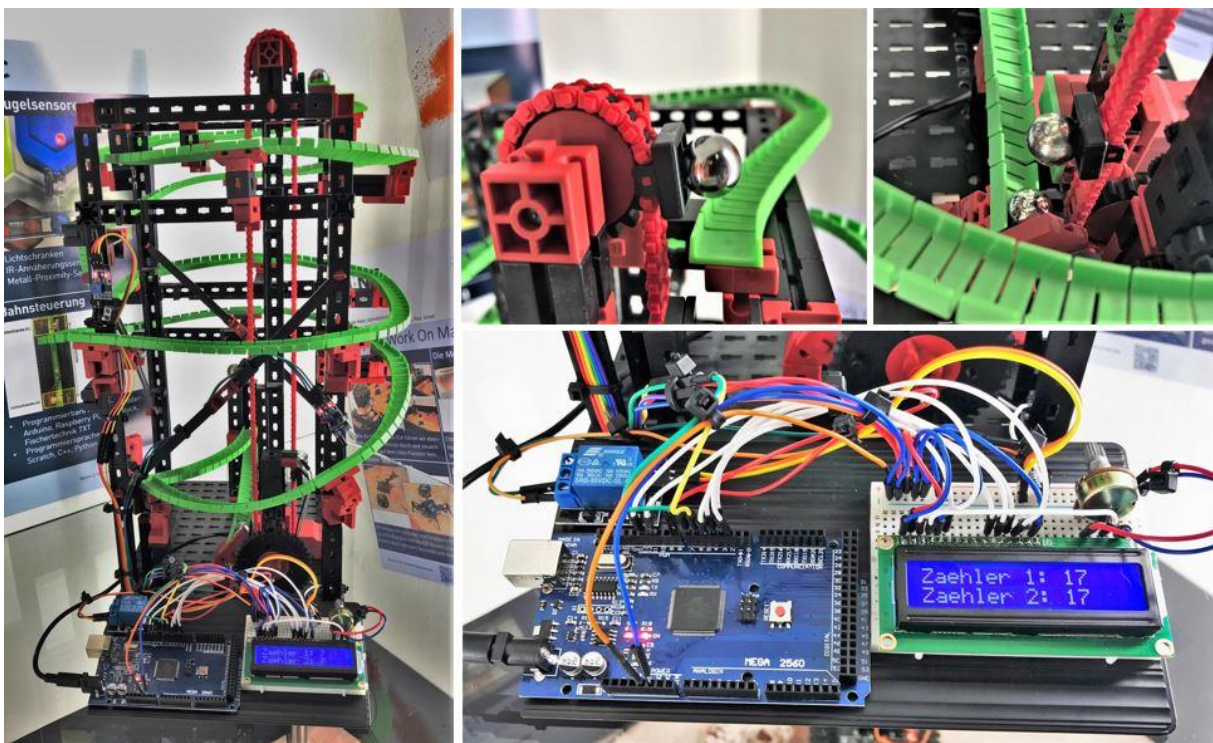


Im Bereich der Montage-Technik wurden erste Adapter-Teile designt und auf 3D-Druckern gefertigt, hier das Beispiel eines Sensorhalters (blau) für eine Gravitrax-Kugelbahn:



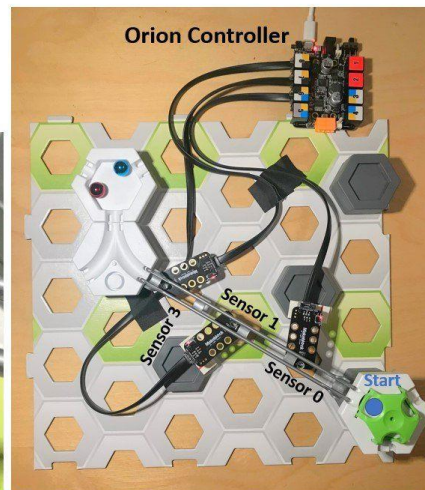
Unter Verwendung von Arduino-Mikrocontrollern wurden mit diesen Sensoren und Aktoren einfache Bahnsteuerungen aufgebaut:

Beispiel 1: Bahnsteuerung eines Fischertechnik-Parcours in einer Schauvitrine

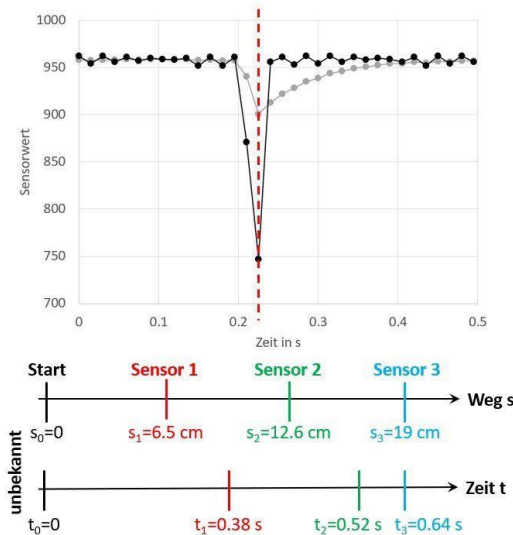


Beispiel 2: Bestimmung der sogenannten Roll-Beschleunigung auf einer Gravitrax-Kugelbahn

Teststrecke zur Messung der Rollbeschleunigung



Zur Auswertung der Messdaten wird „ein wenig“ Physik- und Mathematik-Theorie benötigt:



Gleichungssystem

$$\begin{aligned} (s_1 - s_0) &= \frac{1}{2} a (t_1 - t_0)^2 \\ (s_2 - s_0) &= \frac{1}{2} a (t_2 - t_0)^2 \\ (s_3 - s_0) &= \frac{1}{2} a (t_3 - t_0)^2 \end{aligned}$$

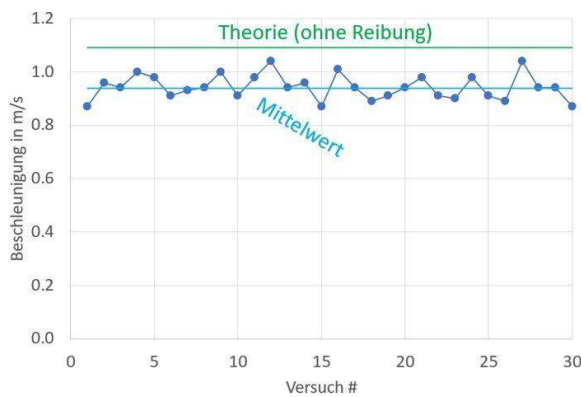
Lösung

$$t_0 = \frac{(s_2 - s_1)(t_3^2 - t_2^2) - (s_3 - s_2)(t_2^2 - t_1^2)}{2[(s_2 - s_1)(t_3 - t_2) - (s_3 - s_2)(t_2 - t_1)]}$$

$$a = \frac{2(s_3 - s_2)}{(t_3 - t_0)^2 - (t_2 - t_0)^2}$$

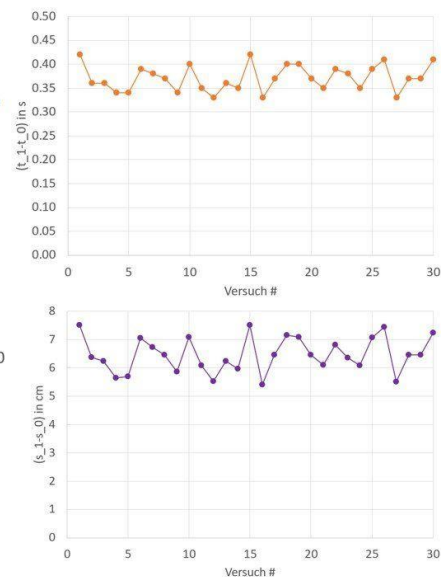
$$s_0 = s_1 - \frac{1}{2} a (t_1 - t_0)^2$$

Die Messergebnisse liefern gute Übereinstimmung mit den theoretischen Vorhersagen:



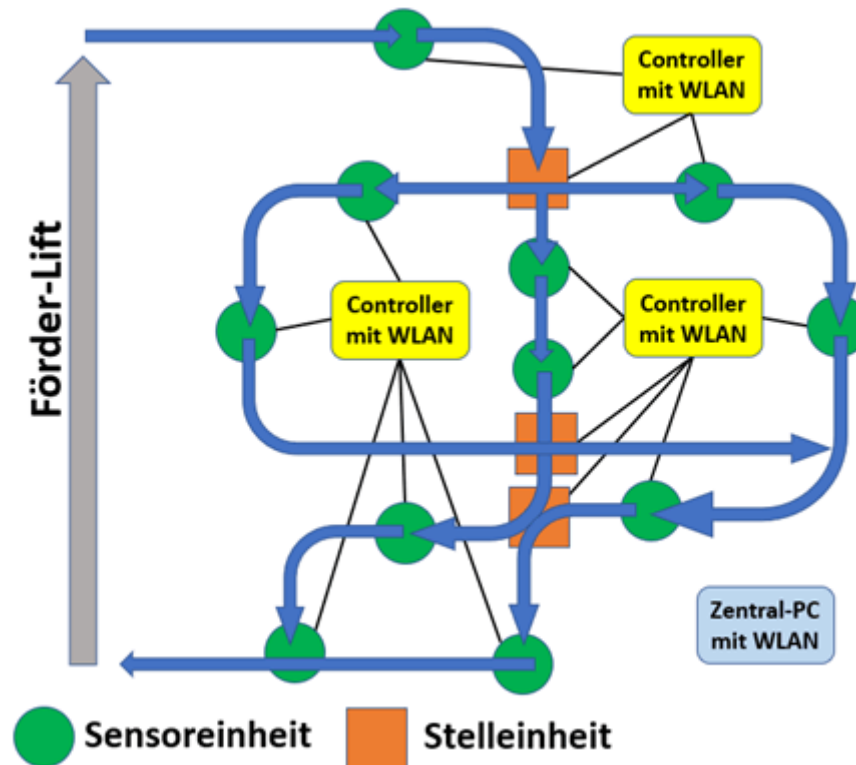
Differenz-Beschleunigung: 0.154 m/s²

>> Roll-Reibungskoeffizient: 0.016



Aktuelle Arbeiten und Ziele

Momentan arbeiten jeweils zwei SchülerInnen-AGs am Gymnasium Oberursel und an der Eleonorenschule in Darmstadt (insgesamt über 40 Teilnehmende) am Aufbau einer Riesen-Kugelbahn (über mehrere „Etagen“) an jeder Schule und an der Integration der entwickelten Elektronik in diese Anlagen.



Nach den (hessischen) Sommerferien 2022 werden diese Arbeiten fortgesetzt.

Verausgabung der Projektmittel

Hier eine kurze Übersicht zur Verwendung der Projektmittel:

Material	Plan	Ist	Kommentar
Sensorik	600 €	305 €	weniger bestellt zugunsten Aktorik & Controller
Aktorik	300 €	412 €	siehe oben
Mikro-Controller	680 €	817 €	siehe oben
Kleinteile	200 €	207 €	nach Plan bestellt
Komponenten 3D-Drucker	220 €	199 €	nach Plan bestellt
Summe	2.000 €	1.940 €	Ausgaben innerhalb des Budgets

Nach Bewilligung des Projektantrags wurde von der Finanzabteilung der Hochschule Darmstadt ein interner Finanz-Fonds eingerichtet über 2000 € (+5% interne Überziehungsmöglichkeit), über den die beantragten Materialien angeschafft werden konnten. Der Finanzierungsplan konnte mit leichten Änderungen durchgeführt und eingehalten werden.

Danksagung

Im Namen des MINT-Schul-Labors der Hochschule Darmstadt möchte ich mich ganz herzlich beim VDE und der Projektleitung LABS for CHIPS (Frau Anja Rottke) für die Förderung dieses Projekts und die professionelle Unterstützung bei der Antragstellung bedanken.