|  |  |
| --- | --- |
|  | **höhere Technische Bundeslehranstalt Wien 3 UNGARGASSE**  HTL für Wirtschaftsingenieure - Betriebsinformatik |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Projektnummer: | | | | | | | | | | |  | | | | | Wien, am 21. Oktober 2014 | | | | |
|  | 3U |  | HW |  | | 15 | |  | 02 |  |  | | | | |  | | | | |
| Ansuchen um Genehmigung einer Aufgabenstellung für die | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Diplomarbeit** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Klasse: | | | | | | | **5AHWII** | | | | | | | Schuljahr: | | | **2014/15** | | | |
| Thema: | | | | | | | **RASS – Roboter-Arm-Steuerungs-System** | | | | | | | | | | | | | |
| Aufgabenstellung: | | | | | | | Erstellung eines neuen Steuerungssystems mit erweitertem Funktionsumfang für den Roboterarm SCROBOT VII des Schulzentrums HTL HAK Ungargasse. Hierzu soll eine neue Motorsteuerung gebaut, der Roboterarm in Stand gesetzt und eine neue Software programmiert werden. Ziel ist es, den Roboterarm über Windows anzusteuern und ihn im Unterricht einzusetzen.  Anzahl der Beiblätter: 21 | | | | | | | | | | | | | |
| Zuordnung zu den Fachgebieten: | | | | | | | | | | | | ● Betriebsinformatik und betriebliche Informationssysteme (BIBI) | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | ● Projektmanagement (PPM) | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kandidaten: | | | | | **Thomas BAUMGARTNER (PL)**  Projektleiter; Platinenbau | | | | | | | | | | | | | ............................................. | | |
|  | | | | | Dominik LAA  Projektleiter-Stv.; Technischer Leiter; Mikrocontroller | | | | | | | | | | | | | ............................................. | | |
| Thiago GUMHOLD  Platinendesign; Roboterarmmechanik | | | | | | | | | | | | | ............................................. | | |
| Gregor WALDHÜTTER  Dokumentation & Controlling; Einkauf | | | | | | | | | | | | | ............................................. | | |
| Gregor ZLAMAL  Windows-Programmierung; Schnittstellen | | | | | | | | | | | | | ............................................. | | |
|  | | | | |  | | | | | | | | | | | | |  | | |
| Betreuer: | | | | | **Dipl. Ing. Franz KLUWIK** | | | | | | | | | | | | | ............................................. | | |
|  | | | | | Dipl. Ing. Dr. Franz LACKINGER | | | | | | | | | | | | | ............................................. | | |
|  | | | | |  | | | | | | | | | | | | |  | | |
|  | ................................................. | | | | | | | | | | | |  | | ................................................. | | | | |  |
|  | Dir. Dr. Martina MIKOVITS | | | | | | | | | | | |  | | AV Mag. Peter GRAF | | | | |  |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | Als Diplomarbeit zugelassen | | | | |  | |
|  | | | | | | | | | | | | | | ............................................................ | | | | |  | |
|  | | | | | | | | | | | | | | LSI DI Judith WESSELY-KIRSCHKE | | | | |  | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# 0 Inhaltsverzeichnis

[1 Projektidee 3](#_Toc399800142)

[1.1 Ausgangssituation 3](#_Toc399800143)

[1.2 Beschreibung der Idee 3](#_Toc399800144)

[2 Projektziele 4](#_Toc399800145)

[2.1 MUSS-Ziele 4](#_Toc399800146)

[2.2 Optionale Ziele (Soll, Kann-Ziele) 4](#_Toc399800147)

[2.3 NICHT-Ziele 5](#_Toc399800148)

[3 Projektorganisation 6](#_Toc399800149)

[3.1 Grafische Darstellung (Organigramm) 6](#_Toc399800150)

[3.2 Projektteam 6](#_Toc399800151)

[3.3 Beschreibung der Aufgabenbereiche 7](#_Toc399800152)

[4 Projektumweltanalyse 8](#_Toc399800153)

[4.1 Grafische Darstellung 8](#_Toc399800154)

[4.2 Beschreibung der wichtigsten Umwelten 9](#_Toc399800155)

[5 Risikoanalyse 10](#_Toc399800156)

[5.1 Beschreibung der wichtigsten Risiken 10](#_Toc399800157)

[5.2 Risikoportfolio 10](#_Toc399800158)

[5.3 Risiko Gegenmaßnahmen 11](#_Toc399800159)

[5.4 Chancen nutzen 11](#_Toc399800160)

[6 Meilensteinliste 11](#_Toc399800161)

[7 Projektstrukturplan 12](#_Toc399800162)

[8 Kostenabschätzung 13](#_Toc399800163)

[7.1 Motortreiberplatine 13](#_Toc399800164)

[7.2 Hauptplatine 13](#_Toc399800165)

[7.3 Weitere Bauteile 13](#_Toc399800166)

[7.4 Mögliche Erweiterungen 13](#_Toc399800167)

[7.5 Gesamtkosten 14](#_Toc399800168)

[8.6 Finanzierung 14](#_Toc399800169)

[9 Motivation 14](#_Toc399800170)

[9.1 Thomas Baumgartner (PL) 14](#_Toc399800171)

[9.2 Dominik Laa (Stellv. PL) 14](#_Toc399800172)

[9.3 Gregor Waldhütter 15](#_Toc399800173)

[9.4 Gregor Zlamal 15](#_Toc399800174)

[9.5 Thiago Gumhold 15](#_Toc399800175)

[10 Bemerkungen 15](#_Toc399800176)

# 1 Projektidee

## 1.1 Ausgangssituation

Das Schulzentrum HTL HAK Ungargasse besitzt schon seit mehreren Jahren einen Roboterarm inklusive Steuerung und dazugehörigem PC (Betriebssystem: MS-DOS). Der Roboterarm ist veraltet und hat einige Schäden erlitten. Bisher wurde dieser Roboter am Tag der offenen Tür und zu Lehrzwecken genutzt. Nachdem jedoch Herr Professor Schandl in Pension ging, wurde dieser Roboterarm nicht mehr gewartet, und die Steuerung wurde durch falsche Bedienungsversuche beschädigt.

## 1.2 Beschreibung der Idee

Die Idee ist es nun, diesen Roboterarm wieder als Lehrmittel am SZU einzusetzen, diesen also zu warten, die fehlerhafte Steuerung zu ersetzen und mit erweitertem Funktionsumfang für Schüler und Professoren zur Verfügung zu stellen.

„Learning by Doing“ ist am SZU ein Grundstein des Programmierunterrichts und was kann man sich als Schüler besseres vorstellen, als die Bewegungen eines Roboterarms in einer lernfreundlichen Skriptsprache zu programmieren?

Der runderneuerte Roboterarm soll im Programmierunterricht zur Erlernung der Grundzüge des Programmierens eingesetzt werden.

### 1.3 Projektbezeichnung

RASS – Roboter-Arm-Steuerungs-System

### 1.4 Sonstige Informationen

Da der Roboterarm Schuleigentum ist, und somit nur mit Genehmigung aus dem Laboratorium entfernt werden darf, werden alle Arbeiten, die zwingend direkt an diesem durchzuführen sind, im Raum 2212 nach Beendigung des regulären Unterrichts stattfinden.

Die möglicherweise benötigten Spezialwerkzeuge können in den schuleigenen Werkstätten ausgeborgt werden und werden nach Beendigung des Projekts wieder zurückzugeben.  
Ein Werkzeugkoffer mit Basisausstattung ist vorhanden.

# 2 Projektziele

## 2.1 MUSS-Ziele

### 2.1.1 Roboterarmsteuerung

Der Roboterarm kann von einem Computer angesteuert werden.

Neue Steuerungshardware und neue Steuerungssoftware werden entwickelt.

Auf einem Windows-Rechner läuft unsere Software, die in C# mithilfe eines Parsers die durch einen Nutzer eingegebenen Befehle erkennt. Diese Befehle werden aufgeschlüsselt und an einen Mikrocontroller in der Motorsteuerung weitergegeben. Dieser kommuniziert mit einem Motortreiber, der den Motor direkt ansteuert.

### 2.1.2 Qualitätssicherung und Sicherheit

Der generalüberholte Roboterarm, die dazugehörige Steuerung, und das Windows-Programm sind benutzerfreundlicher als zuvor, die Bedienung nimmt also weniger Zeit in Anspruch.

Durch richtig eingesetzte Testphasen wird die Qualität gesichert und Performanceprobleme können erkannt werden.

## 2.2 Optionale Ziele (Soll, Kann-Ziele)

### 2.2.1 Lehrvorlagen

Es sind Lehrvorlagen für Schüler und Professoren vorhanden.

Die Programmierung der Windows-Skriptsprache wird vollständig dokumentiert und es werden Betriebsanleitungen für alle wichtigen Teile geschrieben. Es werden Übungen in Zusammenarbeit mit betroffenen Professoren erarbeitet und Unterlagen dazu erstellt.

### 2.2.2 Zusätzliche Schnittstellen

Es sind zusätzliche Schnittstellen zur Steuerung implementiert.

Durch das Programm am Windows-PC sind viele Möglichkeiten offen, wie man den Roboterarm bedienen könnte. Diese Schnittstellen sollen genutzt werden. Beispiel: Xbox Controller.

## 2.3 NICHT-Ziele

### 2.3.1 Druckluftbetrieb

Der Roboterarm ist durch Druckluft betreibbar.

Im alten System sind Druckluftschläuche verbaut. Diese können den Roboter im Zusammenhang mit Druckluftpumpen und -kolben auch rein durch Druckluft bewegen.

### 2.3.2 Betriebssysteme

Der Roboterarm ist über iOS ansteuerbar.

Das C# Programm, mit dem man den Roboter programmiert, ist auf iOS optimiert.

### 2.3.3 Ersatzteile

Es sind Ersatzteile für das System von “Eshed Robotec“ gekauft worden.

Die Firma “Eshed Robotec“ produzierte den Scorbot VII. Da diese aufgekauft worden ist, ist es unklar, ob es Ersatzteile für dieses Modell gibt.

# 3 Projektorganisation

## 3.1 Grafische Darstellung (Organigramm)

1. Abbildung: Organigramm des Projektteams

## 3.2 Projektteam

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Funktion | Name | Kürzel | E-Mail |
| Projektleiter | Thomas Baumgartner | THBA | thomas.baumi@hotmail.com |
| Stellv. Projektleiter | Dominik Laa | DOLA | dominik.laa@gmail.com |
| Projektmitarbeiter | Gregor Waldhütter | GRWA | gregor.waldhuetter2014@gmail.com |
| Projektmitarbeiter | Gregor Zlamal | GRZL | gregor.zlamal@gmail.com |
| Projektmitarbeiter | Thiago Gumhold | THGU | thiago.gumhold@gmail.com |

## 3.3 Beschreibung der Aufgabenbereiche

### 3.3.1 Thomas Baumgartner (Projektleiter)

* Allgemeine Projektleiteraufgaben
* Verlöten und Bestücken der Platinen

### 3.3.2 Dominik Laa (Stellvertretender Projektleiter)

* Koordination des Engineerings
* Programmierung der Mikrocontroller in “C“

### 3.3.3 Gregor Waldhütter

* Dokumentation und Controlling der Projektzwischenergebnisse
* Recherche und Einkauf diverser Teile

### 3.3.4 Gregor Zlamal

* Programmierung der Steuerungssprache auf einem Windows-PC
* Implementierung der verschiedenen Schnittstellen zwischen PC und Steuerung

### 3.3.5 Thiago Gumhold

* Design der Motortreiberplatine und der Hauptplatine in „Eagle“
* Instandhaltung der Roboterarmmechanik.

# 4 Projektumweltanalyse

## 4.1 Grafische Darstellung

## 4.2 Beschreibung der wichtigsten Umwelten

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| # | Bezeichnung | Beschreibung | Bewertung |
| 11 | Projektleiter/-mitglieder | Motivation ist alles. Sie muss hoch gehalten werden. | neutral |
| 12 | Projektauftraggeber | Kann durch seine Vorstellungen die Richtung, in die die Entwicklung geht ändern. | neutral |
| 13 | Betreuer | Je nach der Zusammenarbeit kann hier ein positives Projektumfeld entstehen, oder das Projektteam eingebremst werden. | neutral |
| 14 | Schulzentrum | Gleichzeitig muss auf die Wünsche des Kunden eingegangen werden. | neutral |
| 21 | Abteilungsvorstand | Die Einstellung ist zwar neutral, aber hier gibt es viele Chancen das Projekt in der Zukunft von Schülern weiterführen zu lassen. | neutral |
| 22 | Professoren | Viele der Professoren können durch ihr Wissen in bestimmten Fachbereichen Positives zum Projekt beisteuern. | positiv |
| 23 | Lieferanten | Durch Lieferverzögerungen könnte der Zeitplan dramatisch gefährdet werden. | negativ |
| 24 | Schüler | Einerseits ist das Projekt für die Schüler und es muss somit gut kommuniziert werden. Andererseits lagern viele Materialien in den Schülern zugänglichen Räumen und könnten somit beschädigt werden. | neutral |
| 31 | Bauteile | Durch Fehler des Projektteams könnten Bauteile ausfallen oder zerstört werden. | negativ |
| 32 | Roboterarm | Hier könnte es zu irreparablen Schäden an der Mechanik kommen. | negativ |
| 34 | Programme | Durch den Einsatz der richtigen Programme kann die Arbeit wesentlich erleichtert werden. | positiv |

Die daraus abgeleiteten Maßnahmen sind in die Risikoanalyse eingeflossen.

# 5 Risikoanalyse

## 5.1 Beschreibung der wichtigsten Risiken

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| # | Bezeichnung | Beschreibung des Risikos | P | A | RF |
| 11-3 | Projektleiter/-mitglieder | Fehlendes Know-How der Projektmitglieder verzögert das Projekt. | 90 | 40 | 3600 |
| 14 | Schulzentrum | Zu wenig Budget zur Verfügung. | 25 | 90 | 2250 |
| 24 | Schüler | Beschädigung der in Schulräumlichkeiten befindlichen Roboterteile. | 20 | 60 | 1200 |
| 23-1 | Lieferanten | Verzögerung, oder Ausfall von Lieferungen. | 15 | 40 | 600 |
| 31 | Verwendete Bauteile | Kompatibilitätsprobleme, oder Beschädigung während des Testens. | 10 | 60 | 600 |
| 11-2 | Projektleiter/-mitglieder | Streit unter den Projektmitgliedern, fehlende Zusammenarbeit, oder Kompromissbereitschaft. | 60 | 10 | 600 |
| 32 | Roboterarm | Noch nicht entdeckte irreparable Schäden an der Roboterarmmechanik. | 5 | 90 | 450 |
| 11-1 | Projektleiter/-mitglieder | Ausfall eines Projektmitglieds über einen längeren Zeitraum. | 10 | 30 | 300 |
| 25 | Gesetze | Gesetzliche Richtlinien werden nicht eingehalten. | 5 | 50 | 250 |
| 23-2 | Lieferanten | Mangelnde Produktqualität. | 1 | 40 | 40 |

P...Eintrittswahrscheinlichkeit des Risikos   
A...Schadensausmaß bei Eintritt des Risikos   
RF...berechneter Risikofaktor

## 5.2 Risikoportfolio

## 5.3 Risiko Gegenmassnahmen

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| # | Bezeichnung | Gegenmaßnahme |
| 11-3 | Projektleiter/-mitglieder | Vorbereitung auf zukünftige Aufgaben soll schon im Vorhinein geschehen und in der Planung beachtet werden. |
| 14 | Schulzentrum | Privater Sponsor / Ausweichfinanzierung muss gefunden werden. |
| 24 | Schüler | Roboterteile absichern, mit „Halt stopp, so nicht!“-Schildern kennzeichnen, und Räume versperren. |
| 23-1&2 | Lieferanten | Rechtzeitig bestellen, Backup-Lieferanten finden. |
| 31 | Verwendete Bauteile | Prototypen verwenden, beim Testen vorsichtig sein, und Protokolle genauestens einhalten. |
| 11-2 | Projektleiter/-mitglieder | Verhaltenskodex einführen. |
| 11-1 | Projektleiter/-mitglieder | Arbeitspakete zuweisen, die auch nicht am Arbeitsplatz stattfinden können. |
| 25 | Gesetze | Rechtzeitig informieren, gegebenenfalls in der schuleigenen Werkstätte nachfragen. |

## 5.4 Chancen nutzen

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| # | Bezeichnung | Maßnahme |
| 15 | Andere Projektteams | Gegenseitiges Austauschen und Kontrollieren kann helfen frühzeitig Fehler im Management zu erkennen und zu korrigieren. |
| 11 | Projektleiter/-mitglieder | Durch die richtige Führung des Projektteams kann die Motivation und die Produktivität der gesamten Gruppe gesteigert werden. |

# 6 Meilensteinliste

|  |  |
| --- | --- |
| Datum | Meilenstein |
| 15.10.2014 | Projektplanung fertiggestellt |
| 28.10.2014 | Motorsteuerungsprototyp |
| 11.11.2014 | Platinenprototyp der Motorsteuerung |
| 01.12.2014 | Roboterprogrammiersprache |
| 20.01.2015 | Steuerung einer Achse über PC |
| 03.02.2015 | Steuerung aller Achsen über PC |
| 30.03.2015 | Projektabnahmetest |

# 7 Projektstrukturplan

# 8 Kostenabschätzung

## 7.1 Motortreiberplatine

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bezeichnung | Stk. | Preis/Stk. (in € inkl. USt.) | Gesamtpreis(€) | Händler |
| Platine 40x35mm | 10 | 10,00 | 100,00 | Fischer-Leiterplatten |
| Treiber H-Brücke | 10 | 8,00 | 80,00 | Technikwelt (Farnell) |
| Stecker | 10 | 7,00 | 70,00 | Technikwelt (Farnell) |
| Microcontroller | 10 | 5,00 | 50,00 | Technikwelt (Farnell) |
| Kleinteile | 10 | 10,00 | 100,00 | Technikwelt (Farnell) |
|  |  | Summe | 400,00 |  |

## 7.2 Hauptplatine

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bezeichnung | Stk. | Preis/Stk. (in € inkl. USt.) | Gesamtpreis(€) | Händler |
| Platine 250x250mm | 1 | 120,00 | 120,00 | Fischer-Leiterplatten |
| Hauptcontroller | 1 | 25,00 | 25,00 | Technikwelt (Farnell) |
| Raspberry Pi + Zubehör | 1 | 50,00 | 70,00 | Technikwelt (Farnell) |
| Kleinteile | 1 | 10,00 | 100,00 | Technikwelt (Farnell) |
|  |  | Summe | 295,00 |  |

## 7.3 Weitere Bauteile

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bezeichnung | Stk. | Preis/Stk. (in € inkl. USt.) | Gesamtpreis(€) | Händler |
| Zahnflachriemen | 10 | 8,00 | 80,00 | Conrad |
| Gehäuse | 1 | 100,00 | 100,00 | Conrad |
| Prototypen |  |  | 200,00 | Conrad, Technikwelt |
|  |  | Summe | 380,00 |  |

## 7.4 Mögliche Erweiterungen

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Bezeichnung | Stk. | Preis/Stk. (in € inkl. USt.) | Gesamtpreis(€) | Händler |
| Kinect für Windows | 1 | 200,00 | 200,00 | noch nicht bekannt |
| Zusätzliche Schnittstellen |  |  | 100,00 | Conrad, Technikwelt(Farnell) |
|  |  | Summe | 300,00 |  |

## 7.5 Gesamtkosten

|  |  |
| --- | --- |
| Bezeichnung | Gesamtpreis (€) |
| Motortreiberplatine | 400,00 |
| Hauptplatine | 295,00 |
| Weitere Bauteile | 380,00 |
| **Gesamtkosten ohne Erweiterungen** | **1.075,00** |
| Mögliche Erweiterungen | 300,00 |
| **Gesamtkosten mit Erweiterungen** | **1.375,00** |

## 8.6 Finanzierung

Die Projektkosten werden vom Kunden, dem Schulzentrum Ungargasse, getragen.

Eine genaue Beschreibung und Informationen über die oben angeführten Einzelteile finden Sie im Anhang.

# 9 Motivation

## 9.1 Thomas Baumgartner (PL)

Als ich zum ersten Mal eine Diplomarbeitspräsentation gesehen habe, wusste ich, dass ich unbedingt Projektleiter sein möchte. Nun bin ich in einer stark besetzten Diplomarbeitsgruppe als Projektleiter eingesetzt und allein dieser Zustand motiviert mich enorm. In unserem Team hat jeder spezielle Fähigkeiten, die er in das Team einbringen wird, welche zu unserem Projekterfolg maßgeblich beitragen werden. Durch unsere vielseitige Ausbildung können wir ein Projekt mit derartig differenzierten Aufgabenbereichen auf eine effiziente Art und Weise bewältigen.

Sehr wichtig ist mir, dass unsere Diplomarbeit auch nach unserem Abgang aus der Schule als erfolgreiche Absolventen mit Matura einen fortlaufenden Nutzen haben wird. Ich hoffe, dass die zukünftigen Schüler am Roboterarm einen praxisnahen Unterricht geboten bekommen.

## 9.2 Dominik Laa (Stellv. PL)

Ich freue mich besonders auf diese Diplomarbeit, weil wir mit Sicherheit viel Neues lernen werden. Außerdem werden wir mit unserer Diplomarbeit bestimmt ein neues nachhaltiges Lernmedium für die Schüler des Schulzentrums Ungargasse erstellen. Zusätzlich finde ich es sehr spannend, wie Hardware, Software und Projektmanagement in diesem Projekt miteinander verbunden sind, um unsere Ziele zu erreichen.

## 9.3 Gregor Waldhütter

Ich freue mich über Herausforderungen und neue Aufgaben, besonders in der Schule. In meinem Werdegang habe ich gelernt, Disziplin und Durchhaltevermögen zu beweisen um an meine Ziele zu gelangen. Ich hatte oft die Möglichkeit im Team zu arbeiten und durfte mich an die unterschiedlichsten Aufgaben anpassen. Ich freue mich auf die Diplomarbeit, da ich es als wichtig erachte, den Roboterarm zukünftigen Schülern zur Verfügung zu stellen. Ich kann es kaum erwarten, den Roboter im Einsatz und im Schulunterricht zu erleben. Allein diese Vorstellung motiviert mich ungemein.

## 9.4 Gregor Zlamal

Ich bin sehr froh, in der RASS-Diplomarbeitsgruppe zu sein, da ich mich mit dem ganzen Team sehr gut verstehe. Meine Hauptaufgabe wird es sein, eine eigene Programmiersprache für die Motorsteuerung zu entwickeln. Ich interessiere mich sehr für Informatik und Elektrotechnik, welche die Hauptfachgebiete in unserem Projekt sind, was ich als sehr motivierend erachte.

Ich sehe dem Abschluss der 5. Klasse optimistisch entgegen und freue mich auf die Ausarbeitung der Diplomarbeit.

## 9.5 Thiago Gumhold

Ich habe den Zweig Wirtschaftsingenieurswesen/Betriebsinformatik an dem SZU Ungargasse gewählt, weil diese Ausbildungsrichtung eine Vielfalt an Wissen in verschiedensten Fachgebieten bot. Von Technik, Wirtschaft und Chancen wird geredet. Und mit dieser Diplomarbeit wird mir eine Chance geboten mit meinem erworbenem technischen Wissen und wirtschaftlichem Denken der HTL/HAK Ungargasse etwas zurückzugeben. Die Diplomarbeit „RASS“ vereint all die Wissensbereiche, die mir an dieser Bildungseinrichtung näher gebracht wurden, und ist deshalb so interessant.

Es motiviert mich etwas zu konstruieren, an dem andere Schüler in Zukunft ausgebildet werden können, etwas, das nach seiner Fertigstellung angefasst, bewegt, und weiter erforscht werden kann.

Diese Herausforderung dann auch noch in einem gut eingespielten Team meistern zu können, verspricht viel Erfolg für die Zukunft.

# 10 Bemerkungen

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung weiblicher und männlicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Anzahl der Blätter im Anhang: 6