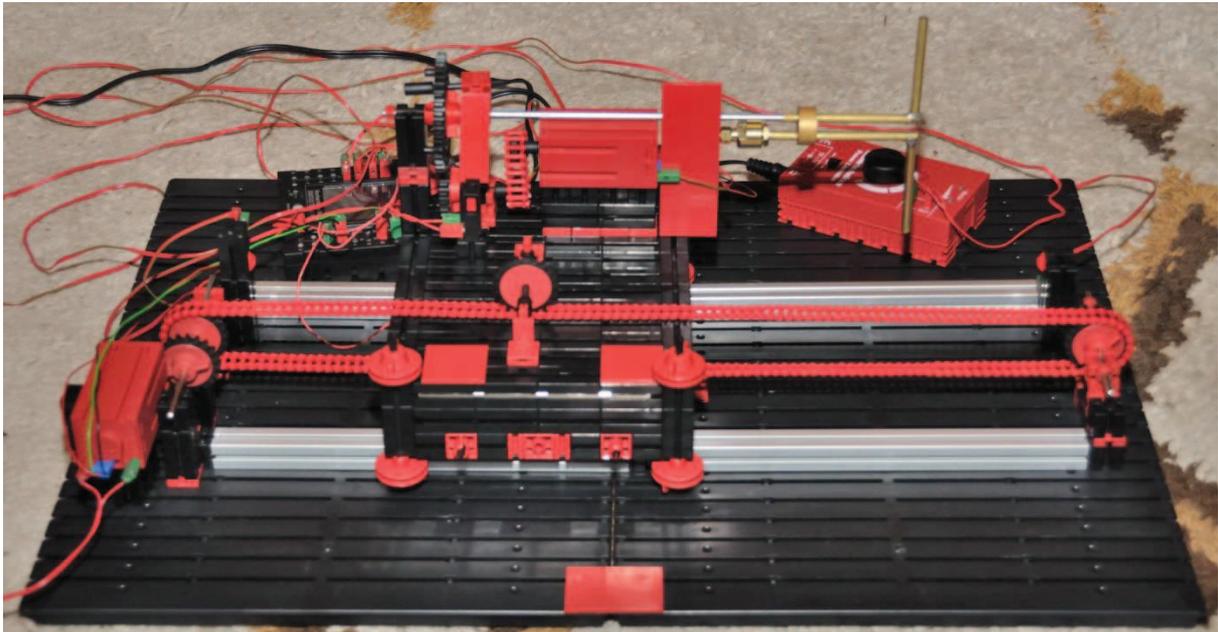


Entwicklung eines Modellaufbaus zur Ausrichtung einer Dipolantenne



Evelyn Gebel (16)

Hanna Goeda (15)

Malin Reuter (15)

Wettbewerb „Jugend Forscht“ 2016

Arbeitsgemeinschaft „Jugend Forscht“ des Christian Gymnasium Hermannsburg

Betreuung: StD Thomas Biedermann

Entwicklung eines Modellaufbaus zur Ausrichtung einer Dipolantenne

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. Einleitung | 2 |
| 1.1 Forschungsgegenstand | 2 |
| 2. Vorarbeit | 3 |
| 2.1 Aufbau einer Parabolantenne | 3 |
| 2.1.1 Brennpunkt..... | 3 |
| 2.2.2 Dipol | 3 |
| 2.2. Fischertechnik | 4 |
| 3. Umsetzung | 4 |
| 3.2 Mechanische Führung | 5 |
| 3.2.1. Waagerechte Bewegung..... | 5 |
| 3.2.2. Rotation..... | 5 |
| 3.2.3. Optimierung: Versuch 2..... | 6 |
| 4. Programmierung | 8 |
| 4.1. Kalibrierung | 10 |
| 5. Fazit..... | 11 |
| 6. Danksagung..... | 11 |

1. Einleitung

1.1 Forschungsgegenstand

Das Projekt entstand im Rahmen der Jugend-Forscht AG unserer Schule, die sich besonders mit Radioastronomie befasst. Dies ist schon seit 4 Jahren der Fall, so wurde bereits ein voll einsatzfähiges Radioteleskop in Betrieb genommen. Aktuell steht im Fokus unserer AG die Entwicklung eines größeren Teleskops, in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR), um genauere Messungen durchführen zu können. Eine essentielle Rolle spielt hierbei die Ausrichtung des Dipols

→ Deshalb arbeiten wir daran eine Vorrichtung zu entwickeln, mit der wir den Dipol in die optimale Position fahren können. Denn das ist erforderlich um bestmögliche Messergebnisse zu erhalten.

2. Vorarbeit

2.1 Aufbau einer Parabolantenne

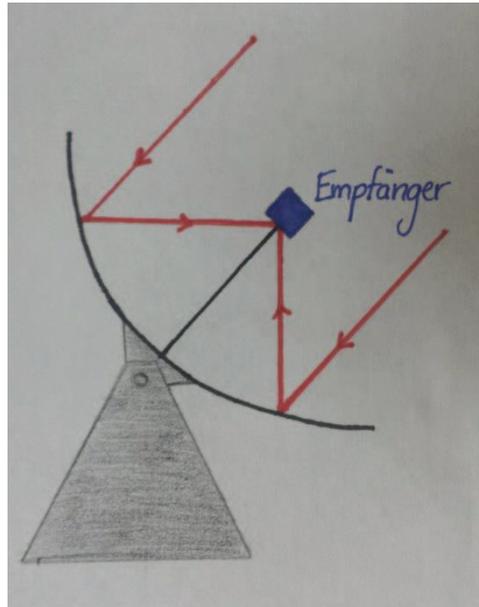


Abb. 1 Zeichnung einer Parabolantenne

2.1.1 Brennpunkt

Die Besonderheit eines Parabolspiegels liegt in seiner Wölbungsform. Sie entspricht einer rotierenden Parabel (Rotationsparaboloid). Die Eigenheit einer Parabel ist, dass sie alle parallel einfallende Strahlen in einer Weise reflektiert, dass sie sich in einem Fokuspunkt, dem Brennpunkt bündeln. Dieser Ort beschreibt die Position für den Erreger. Hier kann eine geeignete Antenne, wie in unserem Fall der Dipol angebracht werden

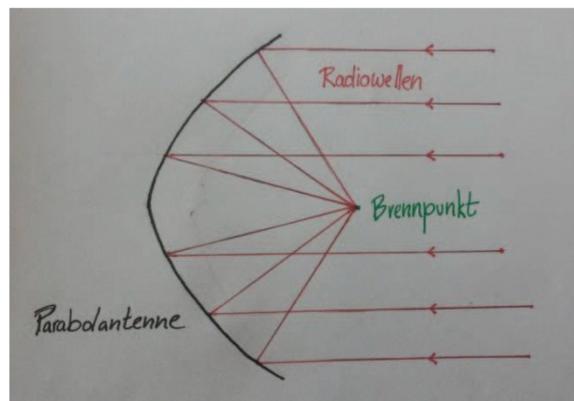


Abb. 2 schematische Darstellung Brennpunkt

2.2.2 Dipol

Ein Dipol ist eine Drahtantenne für HF-Signale, die die elektrische Komponente des elektrischen Feldes umsetzt. Sie ist als abgeflachtes Rechteck ausgeführt und bildet einen offenen Schwingkreis, der auf die Empfangsfrequenz abgestimmt ist.

2.2. Fischertechnik

Da wir uns früh dafür entschieden haben, unser Projekt in Form eines Modellversuchs zu verwirklichen, beschlossen wir Fischertechnik als Material zu nutzen, da sich dieses am besten dafür eignet.

3. Umsetzung

3.1 Erster Ansatz



Abb. 3 Primärfokus (soll Vorrichtung inklusive Dipol beinhalten)



Abb. 4 Umsetzung in Effelsberg

Wie bereits oben genannt, gibt es ein entsprechendes Projekt am Max-Planck-Institut in Effelsberg. Genauso wie wir ist man dort auf die Problematik der Dipolausrichtung gestoßen. Während der Messung stellte man fest, dass der Dipol aufgrund der Vorrichtung nicht genau im Brennpunkt liegt. Deshalb versuchte man mit einer mechanischen Konstruktion dieses Problem zu lösen. Bei unserem ersten eigenen Versuch wurde schnell klar das eine ähnliche Umsetzung in der Größenordnung, die wir benötigen nicht möglich ist. Dies ist in den Abb. 3 und 4 zu erkennen, welche die angestrebte Größenordnung verbildlichen. Folglich mussten wir uns eine andere Herangehensweise überlegen.

3.2 Mechanische Führung

Die Vorrichtung muss zu zwei wesentlichen Funktionen in der Lage sein. Zum einen muss der Dipol vor und zurückbewegt werden können, zum anderen ist eine Drehung um 180° für die optimale Ausrichtung nötig.

3.2.1 Waagerechte Bewegung

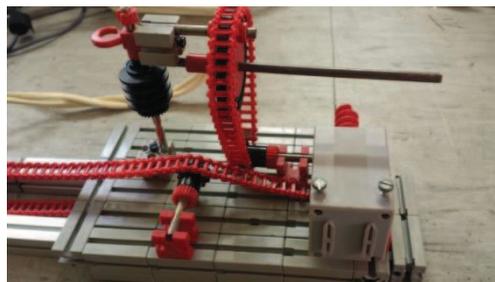
Als Grundlage für unser Modell wählten wir eine robuste Metallschiene. Den Schlitten entschieden wir dabei mit einem Schrittmotor zu bewegen. Dieser



sollte über mehrere Zahnräder einen Zahnriemen antreiben, auf dem der Schlitten platziert wird. Dabei trat jedoch das Problem auf, dass der Riemen ohne Führung den Schlitten nicht zurückziehen konnte, da er sich verhakte und aufrollte. Auch der Versuch dieses mit einem weiteren Zahnrad am Anfang des Schlittens zu beheben, löste das Problem nicht.

3.2.2 Rotation

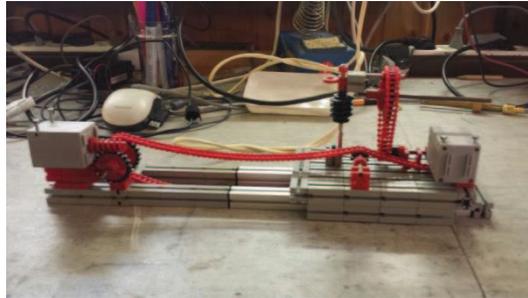
Damit der Dipol später um eine von uns bestimmbare Gradzahl gedreht werden kann, beschlossen wir auch die dafür notwendige Konstruktion mit einem Schrittmotor anzutreiben. Zunächst verbanden wir den Motor direkt durch einen Zahnriemen mit einem Zahnrad, das an der Halterung des Dipols angebracht war.



Das erwies sich jedoch als Problem. Denn um genaue Messergebnisse zu erhalten muss die Rotationsachse der Dipolhalterung gleich der des Dipols sein. In unserem Aufbau wurde die Rotationsachse, auf Grund der Position der Halterung, die seitlich und nicht zentral am Zahnrad saß, um 1cm -2cm verschoben.

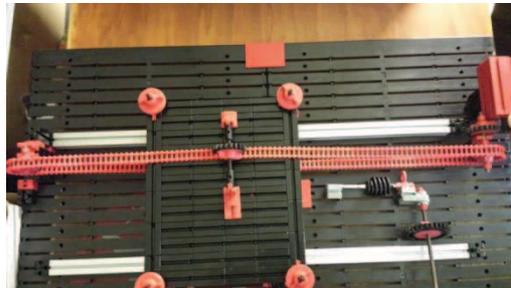
Entwicklung eines Modellaufbaus zur Ausrichtung einer Dipolantenne

Eine weitere Schwierigkeit stellte der Aufbau des Schlittens da. Zumal war dieses nicht für das Gewicht der Dipolhalterung ausgelegt und bot zusätzlich nicht genug Platz für den benötigten Motor.

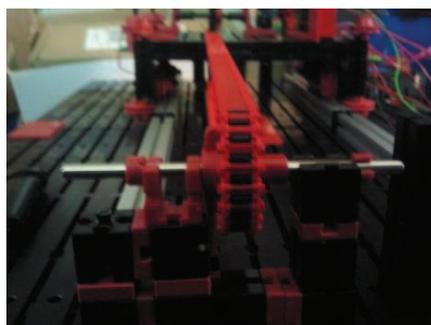


3.2.3 Optimierung: Versuch 2

In unserem zweiten überarbeiteten Model versuchten wir mit einem breiteren und robusteren Schlitten das Gewicht auszubalancieren und mehr Platz für die Drehkonstruktion zu schaffen. Wir brachten Räder an der Innenseite des Schlittens an, um diesen zu stabilisieren und an der Unterseite des Schlittens zur Führung. Außerdem vergrößerten wir den Abstand zwischen den Schienen. So muss der Dipol nicht mehr vor den Schienen ausgerichtet werden, was enorm Platz spart. (Der Dipol darf nicht direkt über den Schienen sein, denn diese könnten die Signale stören.)



Auch die Vor- und Rückwärtsbewegung machten wir, mit einem festen Zahnrad auf dem Schlitten und zwei bewegliche jeweils am Ende der Schiene, möglich. Die Zahnradhalterungen an den drehfähigen Zahnrädern verstärkten wir, damit sie dem Druck des Zahnriemens standhalten können.



Entwicklung eines Modellaufbaus zur Ausrichtung einer Dipolantenne

Im letzten Schritt bauten wir Schalter an beiden Enden der Schiene um eine Kalibrierung bzw. das Anhalten des Schlittens zu gewährleisten.



Die Drehung des Dipols wird in diesem Modell durch den Motor ausgeführt, indem er über mehrere Zahnräder, verbunden mit einer kurzen Kunststoffstange und einem Zahnriemen, eine längere Metallstange dreht. An dieser kann der Dipol direkt befestigt werden, wodurch er dann die entsprechende richtige Rotationsachse einnimmt. Letztlich bauten wir auch hier einen Schalter ein und brachten einen Auslöser an die Dipolhalterung an. Dadurch schränkt er die Drehung zwar auf 180° ein, eine Größere ist aber aufgrund der Beschaffenheit des Dipols auch nicht nötig.



4. Programmierung

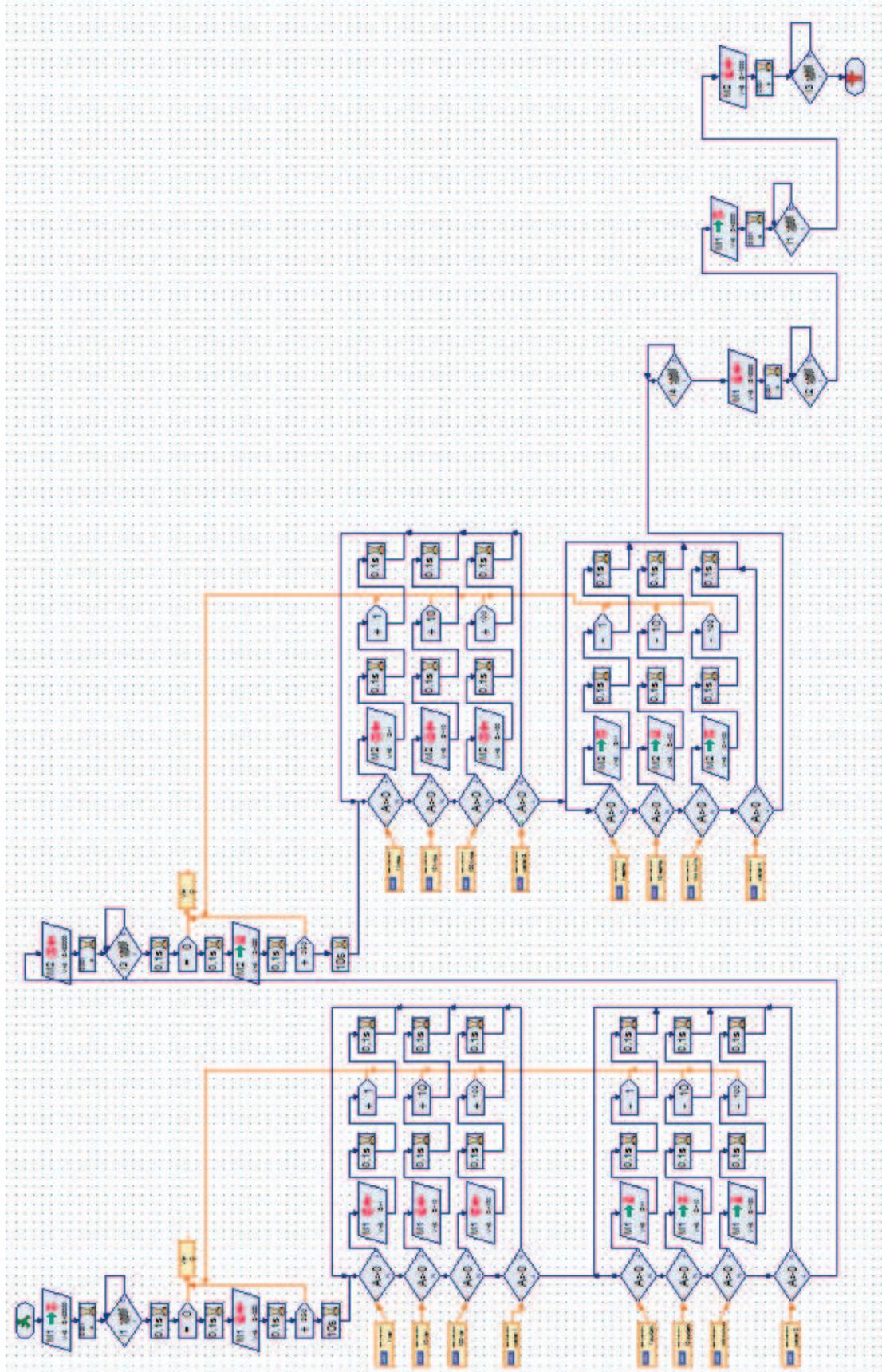


Abb. 5

Entwicklung eines Modellaufbaus zur Ausrichtung einer Dipolantenne

In unseren ersten Programmversuchen bezogen wir uns nur auf die waagerechte Bewegung, folglich arbeiteten wir nur mit dem Motor M1. Zuerst ließen wir den Schlitten kalibrieren. Danach fuhr er die von uns angegebene Position an. Anschließend folgte eine weitere Kalibrierung und das Programm wurde beendet. Das Programmieren gestaltete sich dabei als einfach, da wir die Fischertechnik-Software nutzten, die anstatt einer Programmiersprache, mit Symbolen arbeitet. Allerdings traten dafür Probleme auf, die mit einer anderen Software leichter zu lösen gewesen wären. So muss zum einen nach jeder Aktion eine Zeitangabe gesetzt werden, damit das Programm überhaupt funktioniert. Sie gibt die Länge der Pause zwischen der vorherigen und der folgenden Aktion an. Diese Funktion war für unser Programm jedoch irrelevant und daher eher lästig. Außerdem entstand die Problematik, dass unser oben beschriebenes Programm nur eine Position anfahren konnte und darauf direkt kalibrierte. So konnten wir zwar den ungefähren Ort des Brennpunktes anpeilen, eine exakte Ausrichtung war allerdings nicht möglich. Dafür wäre eine Funktion nötig, die den Schlitten mehrmals vor bzw. zurückfahren ließe. Dies versuchten wir mithilfe von einer Variable umzusetzen. Die Idee war eine Ausgangsvariable festzulegen, die wir durch Addition und Subtraktion beliebig verändern können. Diesen Rechenoperationen hätten wir entsprechende Befehle an den Motor angeschlossen. Es stellte sich jedoch heraus, dass weder Befehle noch Variablen nach Start des Programms verändert werden können. Folglich benötigten wir einen anderen Ansatz. Wir entschieden uns Knöpfe zu erstellen, die bei entsprechendem Knopfdruck den Schlitten 1, 10 oder 100 Schritte vor bzw. zurückfahren lassen (Abb.2). In einer Art Dauerschleife wird ständig abgefragt ob einer der Knöpfe gedrückt wurde. Erst wenn der entsprechende „weiter“ Knopf betätigt wird fährt das Programm fort. So können wir auch während das Programm schon läuft den Schlitten ausrichten. Die Variablen- Funktion ließen wir dabei bestehen, um die Position des Schlittens abfragen zu können.



Abb. 6

Entwicklung eines Modellaufbaus zur Ausrichtung einer Dipolantenne

Das neue Programm übertrugen wir für den Motor 2, der die Drehbewegung bewerkstelligt und knüpften es an das Programm für die waagerechte Bewegung an. Um das Programm manuell beenden zu können nutzen wir einen Taster, der beim Auslösen sowohl den Dipol als auch den Schlitten wieder in deren Ausgangspositionen fährt und das Programm ausschaltet.

4.1. Kalibrierung

Den Kalibrierungspunkt, als Ausgangspunkt, beschreiben wir in unserem Programm mit der Variable 0, den wir am Anfang unserer Schiene festgelegt haben. Diesen fahren wir sowohl zu Beginn der Messungen an, um eventuellen Messungenauigkeiten vorzubeugen, als auch am Ende, um die Vorrichtung in die Ausgangsposition zurück zu bringen. Hierfür haben wir zwei Taster an der Schiene angebracht, den einen am Anfang der Schiene zur Erkennung des Nullpunktes, den anderen am Ende der Schiene, damit der Schlitten nicht über die Schiene hinausfährt. Wie im Programm zu erkennen, wird der Wagen beim Berühren des zweiten Tasters bis zum Auslösen des ersten Tasters zurückgefahren. Einen dritten Taster haben wir bei der Halterung zur Rotation des Dipols befestigt. Dieser gibt ebenfalls den Ausgangswinkel 0° an und wird zur Kalibrierung angefahren.

5. Fazit

Nach Beseitigung der oben beschriebenen Problematiken sind wir der Ansicht, dass wir eine vollfunktionsfähige Apparatur entwickelt haben. Dabei ist uns allerdings bewusst, dass unser jetzige Vorrichtung nur als Modell zu betrachten ist. Dies liegt größtenteils an der fehlenden Stabilität bzw. Wetterfestigkeit der Fischertechnik. So darf unsere endgültige Vorrichtung nicht rosten oder von Wind bewegt oder beschädigt werden. Optimal wäre, wenn sich unsere Apparatur dazu auch von außerhalb beispielsweise durch einen externen Computer steuern ließe. Dieses wollen wir in absehbarer Zeit verwirklichen.

6. Danksagung

Wir bedanken uns ganz herzlich bei Herrn Biedermann, für die Unterstützung unseres Projekts und die Zeit die er dafür geopfert hat. Außerdem danken wir auch der restlichen Familie, die uns mit gutem Essen und Getränken versorgt hat. Wir freuen uns über die sehr gute Zusammenarbeit mit der restlichen Jugendforscht AG, für die gesorgte Motivation und dem Spaß während des Arbeitens.