

Starfinder - Dobson automatisiert und gestreamt

von

Adrian Völker (16)

Dominik Günther (17)

Hanns-Seidel-Gymnasium Hösbach

Thomas Geßner

Geo-Raumwissenschaften

Bayern

2016



hochschule aschaffenburg
university of applied sciences



Tagsüber die Sterne in das Klassenzimmer zu bringen ist fast unmöglich, aber nicht das Klassenzimmer in die Sternen zu bringen.

Mithilfe von Mikrocomputern und Motoren lässt sich ein Dobson Teleskop so erweitern, dass man weltweit von einem Computer/Smartphone aus das Teleskop steuern und Sterne finden kann. Dies basiert auf einem Streamingdienst, der ein Live-Bild und Schüler-Lehrerkommunikation sowohl Textbasiert, als auch sprachlicher Natur ermöglicht (Ähnlich eines Skype-Programms mit Verschlüsselung).

Unser Starfinder wird dem Hanns-Seidel-Gymnasium in Hösbach ein neues Klassenzimmer in der Cloud zur Verfügung stellen!

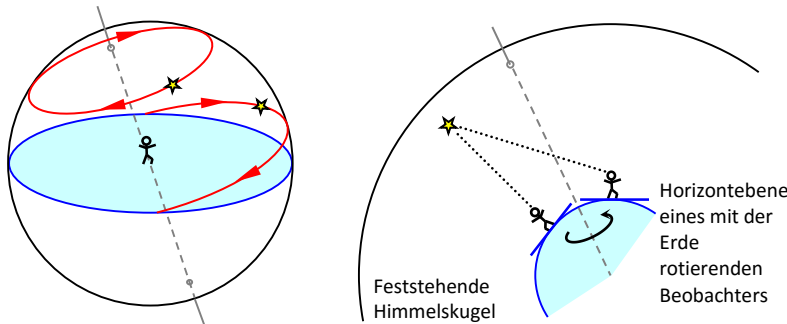
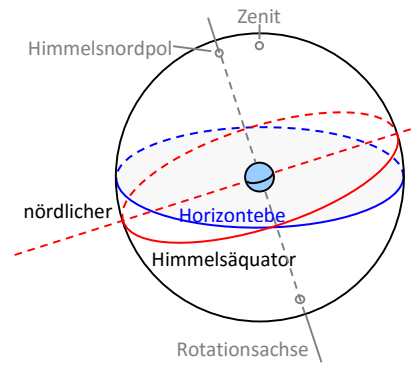
Inhaltsverzeichnis:

1. Himmelsmechanik
 - 1.1. Dobson Allgemein
 - 1.2. Nachführung
 - 1.3. Voraussetzungen und Ausblick
2. Mechanik
 - 2.1. Hebelarm
 - 2.1.1. Konstruktion
 - 2.1.2. Wasserstrahlschneider
 - 2.2. Montierung
 - 2.2.1. Plastikstopfen
 - 2.2.2. Ausgleichsgewicht
 - 2.3. Motorsteuerung
 - 2.3.1. Motoren
 - 2.3.2. MicrostepDriver
 - 2.3.3. Netzteil
3. Hardware
 - 3.1. Arduino
 - 3.2. BananaPro
 - 3.3. Foxnovo GPS NEO Modul
 - 3.4. TexasInstruments Sensortag
 - 3.5. Digitaler Kompass
 - 3.6. Serial zu USB und I2C zu USB Adapter
4. Informatik
 - 4.1. Funktion des Servers
 - 4.2. Benutzer
5. Grafische Benutzeroberfläche
6. Literatur Angaben

1. Himmelsmechanik

Da sich die Erde um die Sonne und dabei um ihre eigene Achse dreht, wobei der Äquator in einem Winkel von 23,5° zur Umlaufbahn aufsetzt, ist das allgemeine Verständnis zur Beobachtung von Sternen komplex angelegt.

Man betrachtet die Sterne auf einer Himmelskugel (Sphäre) projiziert, egal wie weit diese entfernt sind. Die Differenz des Radius der Sphäre im Vergleich zum Abstand von Erde und Sonne ist so enorm, dass der Mittelpunkt freier gewählt werden kann.

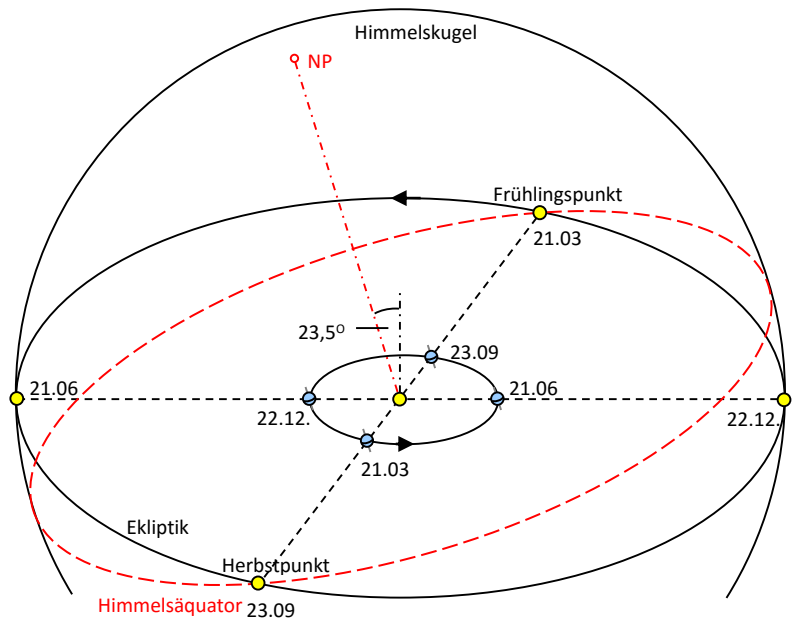


Scheinbar feste Horizontalebene, rotierende Himmelskugel

Die Perspektive von der Erde lässt darauf schließen, dass sich die Himmelskugel um ihre durch die Himmelspole verlaufende Achse rotiert, was von außergesehen jedoch zeigt, dass sich die Erde unter der festen Himmelskugel dreht. So ändert sich die Lage der Horizontalebene gegenüber dem Fixsternenhimmel.

Beim Betrachten der Sonnenbahn auf der Himmelskugel ist auffällig, dass die Rotationsachse der Erde mit dem Lot auf der Erdumlaufbahn um 23,5° geneigt ist. So ändert sich die räumliche Lage der Rotationsachse beim Umlauf der Erde um die Sonne. Die Bahn der Sonne auf der Himmelskugel wird als Ekliptik bezeichnet, deren Achse durch den Zenit verläuft.

An der Schnittstelle des Himmelsäquator und der Ekliptik (auch Frühlings- und im Herbstpunkt genannt) ist die Rotationsachse der Erde tangential zur Umlaufbahn der Erde. Die größte Differenz der Ekliptik und des Himmelsäquator findet an der Sommer- und Wintersonnenwende statt. Durch diese Bewegung um die Sonne entstehen verschiedene Sternbilder zu verschiedenen Jahreszeiten.



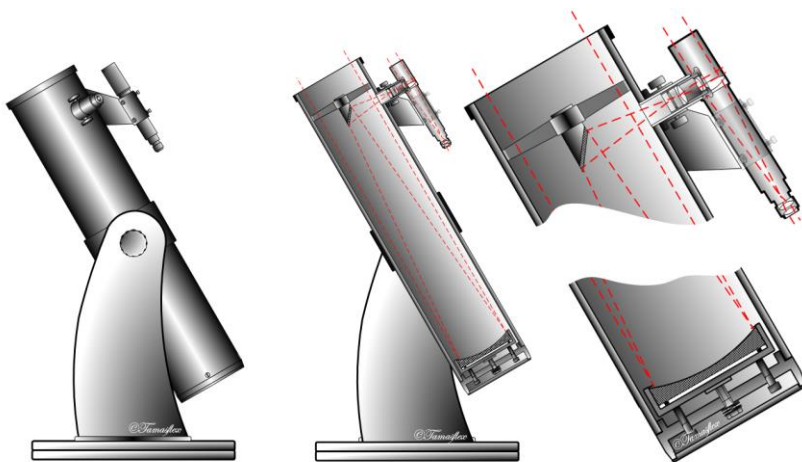
Durch die Kräfte, die Sonne und Mond auf die Erde auswirken, wird die Achse der Erde versucht „aufzurichten“. Dabei beschreibt die Rotationsachse einen Kegel, dessen Spitze im Erdmittelpunkt sitzt. Der volle Umlauf des Kegelmantels dauert ca. 25 700 Jahre. Aufgrund dieser Rotation der Erdachse verändert sich die die Position der Himmelspole und somit der Fixsternenhintergrund.

Um Sterne Beobachten zu können sind somit mindestens 3 Achsen notwendig.

1.1. Dobson Allgemein

John Dobson hat das Dobson-Teleskop 1950 entwickelt. Die Dobson Montierung ist eine einfache und robuste Montierung, aufgrund nur zwei Achsen, die sich vor allem für Hobby-Astronomen eignet. In der Regel besteht diese Montierung aus einer Grundplatte, auf der die sogenannte Rockerbox aufsetzt, in der schließlich der neigbare Tubus sitzt. Der Tubus ähnelt dem eines Newton Teleskopes. so wird das Licht von einem konkaven Hauptspiegel zu einem 45° schrägen und mittig sitzenden Fangspiegel reflektiert, der schließlich das Bild an das Okular bzw. an die Kamera weiter gibt.

Aufgrund der starken Vergrößerung wirkt sich jeder Millimeter bei der Suche nach Sternen extrem aus. Dies macht es nahezu unmöglich lichtschwächere Sterne zu finden, von der Nachführung für Längere Belichtungen abgesehen.



Quelle: de.wikipedia.org

1.2. Nachführung

Die Nachführung von Teleskopen ist besonders wichtig wenn Fotos mit langen Belichtungszeiten aufgenommen werden. Dabei wird das Teleskop dem Stern, der sich mit der Zeit aus dem Blickfeld bewegen würde, nachgeführt. Sterne (ausgenommen Fixsterne) bewegen sich auf ihrer Bahn über den Nachthimmel mit der Geschwindigkeit der Erdrotation. Um diese Bilder aufnehmen zu können sind besondere Webcams nötig, die nicht wie 99% aller Webcams einen untauglichen CMOS-Chip haben sondern einen empfindlichen und deutlich rauschärmeren CCD-Chip.

Der Nachteil der Dobson Montierung ist, dass auf lang belichteten Bildern das Bild in sich rotiert, da dem Stern mit 2 Achsen nachgefahren werden muss. Abhilfe könnte hierbei eine Nachführungsplattform bieten, da die sich drehende Achse parallel zur Erdachse ist (und somit direkt auf den Polarstern zeigt). Jedoch wird dieses Problem durch einen Mechanismus, der die Kamera nach berechneten Werten dreht, gelöst. Somit sind 3 Achsen verbaut.



Sternenbild ohne Nachführung

Quelle: wallpaperup.com

1.3. Voraussetzungen und Ausblick

Bei dem Modell unserer Schule ist zu beachten, dass die Grundplatte durch ein Axialnagellager bewegt wird und der Tubus auf relativ reibungsstarken Filz sitzt. Der Tubus lässt sich insgesamt um ca. 90° neigen.

Im Unterricht ist es mühselig und zeitaufwendig die angewandte Astrophysik und die Erkundung des Deep-Sky nahe zu legen. So ist meist nicht die Zeit das Teleskop unter freiem Himmel aufzubauen geschweige denn es nach der Sonne auszurichten. Da die Sonne ein eher uninteressantes Objekt für Hobby-Astronomen ist, bleibt der gewünschte WOW-Effekt der Schüler aus.

Dieses Jugend forscht Projekt soll den Umgang mit Sternenbildern vereinfachen und allen Schülern einen besseren Einblick in unser Universum geben. Das Teleskop richtet sich autonom nach einem angewählten Stern aus und kann diesen bei Bedarf über den Nachthimmel verfolgen. So soll es möglich sein nach Absprache mit den Schülern die Sternenbilder an jeden Computer auf der Welt streamen zu können und gleichzeitig das Klassenzimmer komplett zu digitalisieren. Die Lehrkraft kann somit über einen Konferenzprogramm mit Schülern Videotelefonate und Sprachanrufe mit Chat durchführen.

Damit ist das gesamte Klassenzimmer komplett digitalisiert und in die Cloud verlegt. Die Schüler können somit wie im ganz normalen Unterricht mit einander reden und der Lehrer kann alles ausführlichst erklären. Die einzige Ausnahme besteht darin, dass es von überall auf der Welt reibungslos funktioniert und zu jeder Zeit stattfinden kann. Ein weiterer großer Vorteil ist, dass die Starfinder-Konferenzsoftware so programmiert ist, dass sie mit minimalstem Datenaufkommen zurechtkommt und sogar Nebengeräusche ausblendet und gar nicht erst auf den Server und damit zu den anderen Teilnehmern überträgt. Dies entlastet zudem den Server, da dieser dann weniger Netzwerkbelastung und Rechenleistung benötigt, ideal für einen BananaPro und den Rechner der Schüler.

Diese besonderen Gegebenheiten ermöglichen, die bereits angefangene Erweiterung auf eine Smartphone-App.

2. Mechanik

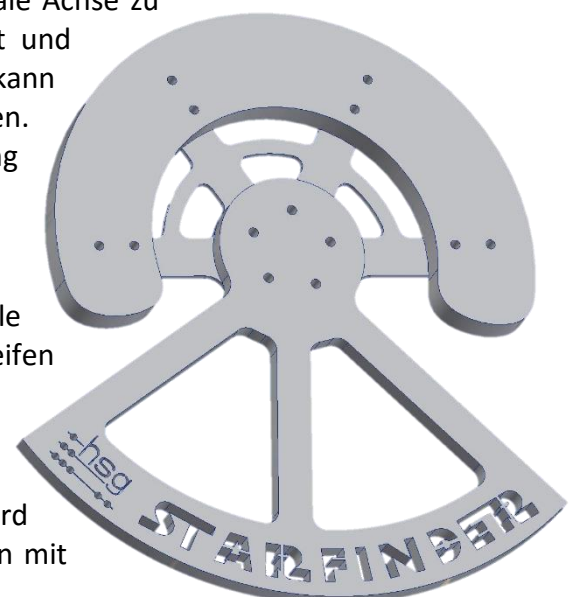
Der Vorteil der Dobson Montierung ist, dass nur zwei Achsen angesteuert werden müssen um das Teleskop auszurichten. Jedoch ist es schwieriger die horizontale Achse zu steuern, da die Aufhängung nur einen kleinen Hebel bietet und deswegen die nötige Genauigkeit nicht gewährleistet werden kann und zudem äußerst leistungsstarke Motoren benötigt werden. Zudem soll die Einfachheit und Robustheit der Montierung beibehalten werden.

2.1. Hebelarm

Um dieses Problem zu lösen wird ein Hebelarm an die horizontale Achse montiert, an den die Motoren deutlich einfacher angreifen können.

2.1.1. Konstruktion

Um die Reibung des zusätzlichen Gewichts zu minimieren, wird der Hebelarm aus Aluminium gefertigt. Da nur der Kreisbogen mit



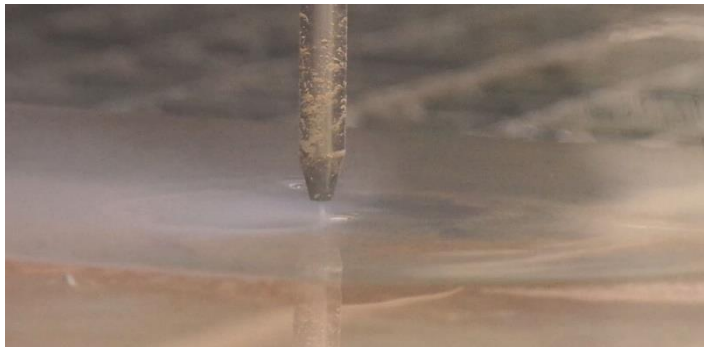
einer Dicke von 2cm benötigt wird, sollte der Rest möglichst leicht gehalten werden, wodurch viele Ausschnitte im Hebelarm vorhanden sind.

Als Konstruktions Programm wurde Autodesk Inventor benutzt, da es benutzerfreundlicher für Einsteiger ist und kostenlos für Schüler und Studenten bereitgestellt wird.

Zusätzlich zu dem eigentlichen Hebelarm dient ein Gegengewicht dazu, dass der Schwerpunkt der gesamten Konstruktion exakt auf der horizontalen Achse liegt um unnötige einseitige Belastungen zu vermeiden. Damit nicht allzu viel Platz verbraucht wird, besteht das Gegengewicht aus 3 cm dicken Aluminium. Das Gegengewicht und der Hebelarm sind auf einer Grundplatte befestigt um den Schwerpunkt mittiger im Objekt zu halten.

2.1.2. Wasserstrahlschneider

Aus den Aluminiumplatten wurden die gewünschten Konstruktionen mit Hilfe eines Wasserstrahlschneiders geschnitten. Die 3D Zeichnungen mussten dazu in 2D Zeichnungen Umgewandelt werden. Da das Schneidprogramm EasyCut32 bereits neun Jahre alt ist, werden die Autodesk Inventor .ipt-Dateien nicht unterstützt, weshalb als erstes eine .stp-Datei von einem anderen Konstruktionsprogramm in die gewünschte 2D Zeichnung konvertiert wurde.



Anschließend mussten noch gewisse Feinheiten unternommen werden, beispielsweise müssen Innen- und Außenkonturen markiert und die Reihenfolge der Anschüsse der Konturen festgelegt werden.



Je nach zu scheidendem Material muss zusätzlich zu dem Wasserstrahl Abrasiv hinzugefügt werden. Dabei ist zu beachten, dass umso dichter das Material ist, umso mehr Abrasiv nötig ist und desto dicker wird der Wasserstrahl. Auch muss die Geschwindigkeit festgelegt werden, damit genügend Zeit zum Schneiden der gesamten Querfläche bleibt. Mit der Hilfe von Herrn Palatnik, der Betreuer der Wasserstrahlschneidanlage an der Hochschule Aschaffenburg, war dies gut lösbar. So hat sich der Wasserstrahlschneider beim Schneiden des Gegengewichts mit 60mm/min bewegt und während dem Schneiden 280g/min Abrasiv mit 3200bar abgegeben.

Herr Prof. Dr. Meisner hat dies als Kontaktperson zwischen dem Hanns-Seidel-Gymnasium und der Hochschule Aschaffenburg vermittelt.

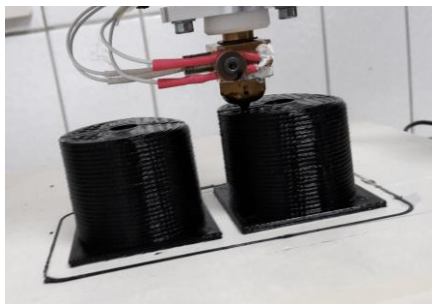
2.2. Montierung

Da das Teleskop nicht dazu gedacht ist auf diese Weise motorisiert zu werden, ist es äußerst schwierig einen Hebelarm an der horizontalen Achse anzubringen. Da Schweißen aufgrund der Empfindlichkeit des Teleskopes ausgeschlossen ist, muss der Hebelarm fest geschraubt werden. Um ohne irgendwelche Veränderungen an dem Tubus unternehmen zu müssen, sollen Plastikstopfen in die seitlichen vorhandenen Löcher eingefügt werden um eine bessere Basis zum fest schrauben zu bieten. Diese sollen sich wie Dübel verhalten und sich auf spreizen, während die Schrauben hinein gedreht werden, damit ein optimaler Halt gewährleistet werden kann. Durch diese Einfachheit der Montierung kann die Endkonstruktion gut abgenommen und transportiert werden.



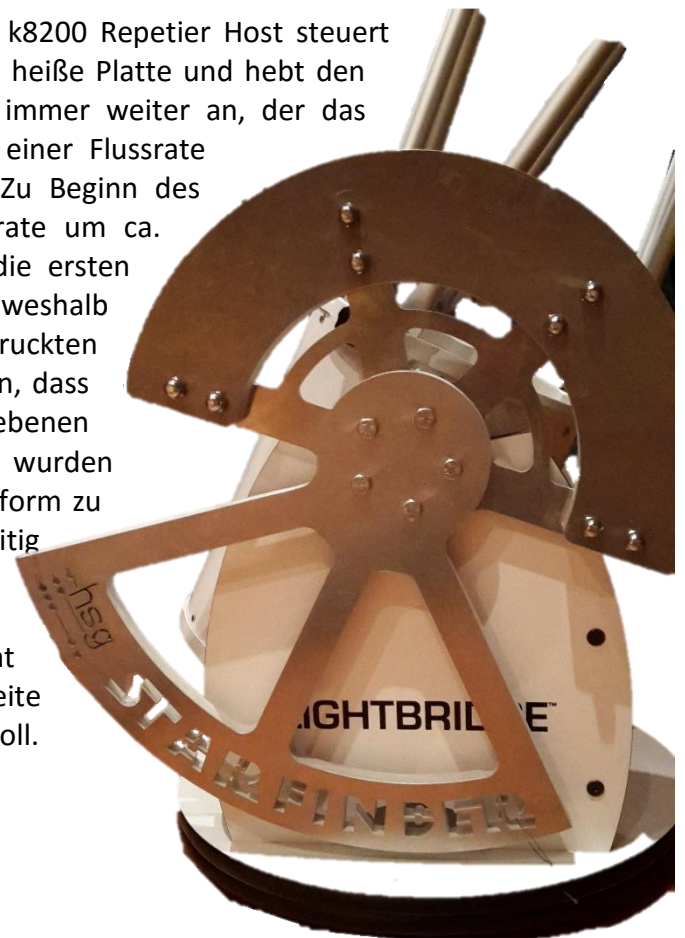
2.2.1. Plastikstopfen

Da eine einfache Plastikrolle nicht den Anforderungen entgegenkommt, wurden diese Stopfen mit dem schulinternen 3D Drucker gedruckt. Hierzu musste wieder eine 3D Zeichnung mit Autodesk Inventor angefertigt werden, nur wurde dieses Mal zu einer .stl-Datei konvertiert. Durch diese simple Lösung lässt sich die gesamte zusätzliche Konstruktion einfach abnehmen und wieder Montieren.

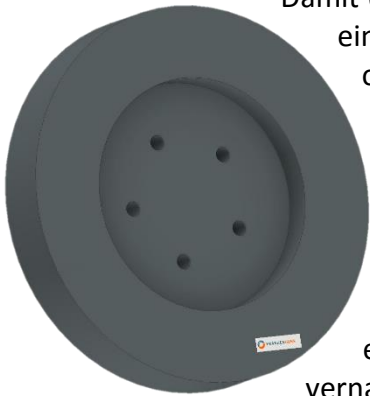


Das Programm Vellemann k8200 Repetier Host steuert auf die zu druckende 70°C heiße Platte und hebt den Extruder, den Druckkopf, immer weiter an, der das 180°C Plastikfilament mit einer Flussrate von 100 g/min aufträgt. Zu Beginn des Druckens sollte die Flussrate um ca. 20% erhöht werden, da die ersten Layer die wichtigsten sind, weshalb

die runden Stopfen auch auf einer gedruckten Grundplattform aufgesetzt wurden um zu vermeiden, dass die Grundfläche fehlerhaft wird. Da die vorgegebenen Löcher im Teleskop schwer berechenbar sind, wurden mehrere Prototypen gedruckt um die optimale Passform zu finden. Danach wurden meist 2-4 Stopfen gleichzeitig gedruckt, was die Qualität verbesserte, da alle Stopfen gleichzeitig gedruckt wurden und somit mehr Zeit zum Abkühlen war. Benötigt wurden insgesamt zehn Stopfen, weil auf der gegenüberliegenden Seite ebenfalls ein Ausgleichsgewicht angebracht werden soll.



2.2.2. Ausgleichsgewicht



Damit die Rockerbox nicht zu einseitig belastet wird, bringt ein Ausgleichsgewicht mit einer deutlich höheren Dichte den Tubus ins Gleichgewicht. Zur Auswahl kam Blei oder Eisen. Da jedoch die Firma Frankenguss in Kitzingen bereit war dieses Projekt zu unterstützen und dort hauptsächlich Aluminium Druckguss und Eisensandguss betrieben wird, wurde das Ausgleichsgewicht in der Handgießerei gegossen. Die Masse muss hier bei exakt der des Hebelarms entsprechen. Da man mit Autodesk Inventor die Grundfläche ausrechnen lassen kann und somit auch das Volumen, lässt sich über die Dichte von Aluminium auch die Masse ausrechnen. Jedoch ist zu beachten, dass der Hebelarm aus der Legierung AlMg3 und damit etwas leichter wird, was aber wieder vernachlässigbar ist, da das Ausgleichsgewicht ebenfalls aus einer Legierung besteht.

Hebelarm aus AlMg

2.3. Motorsteuerung

2.3.1 Motoren

Um nun aber das Teleskop auch genau ausrichten zu können werden auch die passenden und sehr genauen Motoren benötigt. Aufgrund der gesamten Microcontroller, welche verwendet werden, waren CNC-Schrittmotoren die am besten geeigneten.

Die Vorteile dieser sind:

1. sehr genau und zuverlässig
2. mit dem Arduino sehr einfach anzusteuern und leicht mit den gängigen Treibern zu verbinden

An dem Hebelarm der horizontalen Achse greift ein NEMA-23 Bipolar Stepper mit 77:1 Gearbox mit einem maximalen Halte-/Drehmoment von 94,1Nm an, jedoch ist dieser nur für ein Drehmoment von 23,5Nm ausgelegt.



Ein Schrittwinkel ist $0,023^\circ$ groß mit einer Genauigkeit von 5% und erreicht eine Maximalgeschwindigkeit von 25U/min.



Dieser treibt ein PU Rad mit Durchmesser von 145mm an. Der Adapter zwischen Motor und Rad stammt aus dem 3D Drucker und wurde nur zu diesem Zweck konstruiert.



An der Grundplatte sitzt ein NEMA-11 Bipolar Schrittmotor mit 100:1 Gearbox mit einem maximalen Halte-/Drehmoment von 5,88Nm, aber bewegt die Patte mit einem Nenndrehmoment von 3,13 Nm bei einer Schrittgauigkeit von 5% in einem Winkel von $0,018^\circ$



Ein Neopren Rad sorgt für die nötige Reibung.

Um die Haftreibung des Tubus an der Aufhängung zu mindern, wurden Kugellager auf die Auflagefläche gelegt. Dies war möglich, da unsere Motoren durch die besonders hohen Halte-Momente das Teleskop abfangen und in seiner Position verharren lassen können ohne, dass das Teleskop absinkt.

2.3.2. MircostepDriver



Der MicrostepDriver ist ein Instrument zur Steuerung von Schrittmotoren. Er überträgt ein, in 5V kommendes, Eingangssignal auf einen Steuerungskreis mit 12V ohne dabei dem Microcontroller, in diesem Fall ist es der Arduino, zu schaden, beziehungsweise sein Netzteil zu Überlasten.

Der Schrittwinkel der Motore kann durch die Richtung Programmierung verkleinert werden

Quelle: motioncontrolproducts.com

An den Treiber ist ein Netzteil mit der Spannung von 12V angeschlossen. Mit diesen 12V werden die Motoren betrieben.

3.4.3. Netzteil

Um die Motoren mit ausreichend Energie versorgen zu können benötigt man ein 12-Volt Netzteile, deren maximale Stromstärke die 5 Ampere überschreitet.

3. Hardware

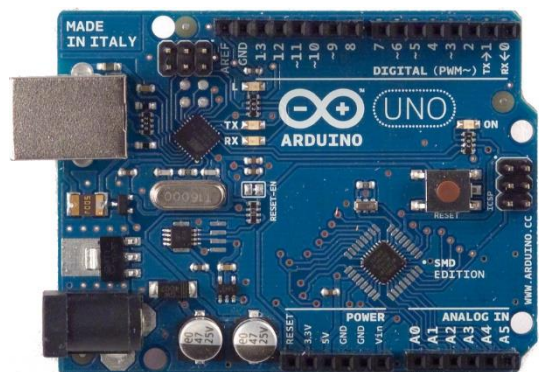
In Anbetracht der Tatsache, dass der BananaPro mit einer Spannung von 3,3V an den GPIO'S operiert, kann man diesen leider nicht direkt an die MircostepDriver für die Schrittmotoren anschließen, da diese wie für MircoController üblich mit 5V arbeiten. Um diesem Problem aus dem Weg zu gehen, kam als kostengünstiger Lösungsansatz in Frage mit einem Spannungskonverter Brücke zu arbeiten. Jedoch hätte dieses kleine Bauteil die Gesamtkonstruktion unnötig schwerer und unübersichtlicher gemacht. Zwei Arduino UNO, welche ganz einfach über USB an den BananaPro angeschlossen werden können und mit 5V von Haus aus arbeiten bieten hier die einfachste Lösung. Über ein Python-Script werden die in einem String verpackte Anzahl der Schritte, welche die einzelnen Motoren machen müssen im Format " <Stepper 1> 222:<Stepper 2>333" gesendet. Der Arduino leitet es nun an den MicrostepDriver weiter, beziehungsweise überträgt es in Schrittmotor-Verständlichen Code.

3.1. Arduino

"Arduino (seit März 2015 auch Genuino) ist eine aus Soft- und Hardware bestehende Physical-Computing-Plattform"

de.wikipedia.org

Der Arduino ist ein Mircocontroller Board mit sowohl digitalen, als auch analogen Ein- bzw. Ausgängen. Es ist ein einfach Programmierbarer Mircochip der mit den 5V des USB-Anschlusses oder einer 9V Batterie betrieben werden kann. Zusätzlich gibt es eine Programmierumgebung am Computer die das Kompilieren und eine Fehlerprüfung des eingetragenen Codes vornimmt und diesen auch direkt auf den Arduino überspielt.



Quelle: arduino.cc

Des Weiteren existiert eine große Community um den all zwecks einsetzbaren und funktionsreichen Arduino. Dies erleichterte auch einige Fehlerbehebung und brachte tolle Beispiele zur Verbesserung des Codes.

3.2. BananaPro

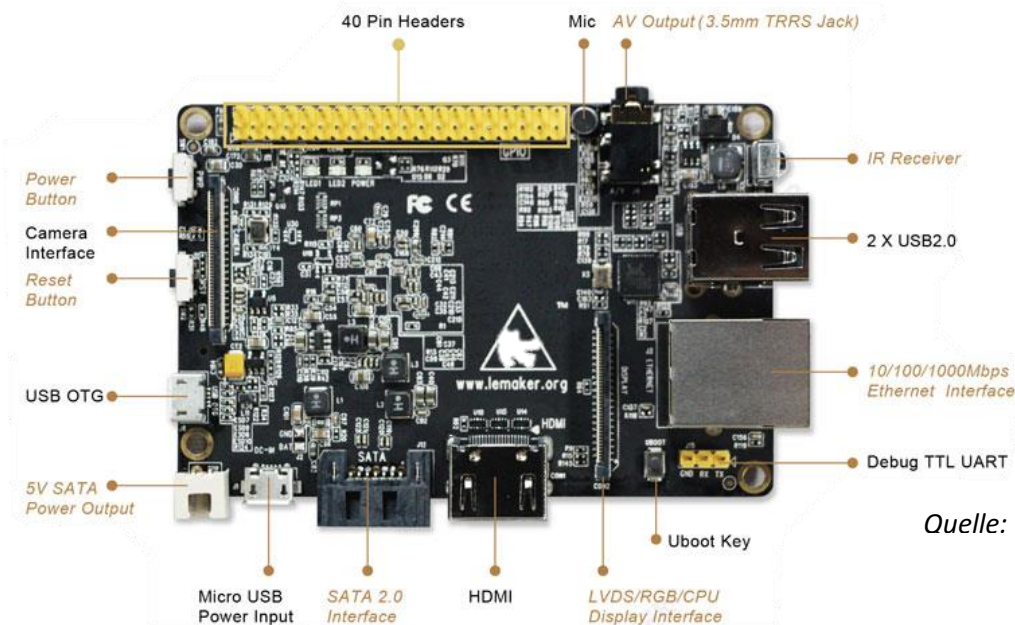
Als einer der wenigen komplett feststehenden Anfangsgegebenheiten stand fest, dass Micro Controller mit Netzwerkinterface als "Server", das heißt als Teleskopzentralsteuereinheit, mit Verbindung zu den "Clienten", also den Schülern, beziehungsweise Lehrern, benutzt werden soll. Nun war die Auswahl schon bedeutend kleiner. Aufgrund vieler Beispiele und der gewaltig großen Community bot sich ein Computer an, auf welchem das Betriebssystem Raspbian, bekannt durch den Raspberry Pi, läuft. Nun ist die mögliche Kandidatenanzahl auf drei hinuntergebracht.

Zur Auswahl stehen ab jetzt der Banana Pi, der Raspberry Pi und der große und Leistungsstärkere BananaPi-Bruder BananaPro.

| Pi Unit | Processor | RAM | RAM Bus | Network | USB | SATA | Cost |
|----------------|------------------------------|--------------|---------|----------|-----|------|---------|
| Raspberry Pi | 700 MHz ARMv6 Single Core | 512 MB SDRAM | 400 MHz | 100 Mbit | 4 | No | \$29.99 |
| Raspberry Pi 2 | 900 MHz ARMv7 Quad Core | 1 GB DDR2 | 450 MHz | 100 Mbit | 4 | No | \$35.00 |
| Banana Pi | 1 GHz ARMv7 Dual Core | 1 GB DDR3 | 432 MHz | Gigabit | 2 | Yes | \$36.99 |
| Banana Pi Pro | 1 GHz ARMv7 Dual Core | 1 GB DDR3 | 432 MHz | Gigabit | 2 | Yes | \$45.00 |

Quelle: www.htpcguides.com/raspberry-pi-vs-pi-2-vs-banana-pi-pro-benchmarks

Demnach fiel die Entscheidung auf den BananaPro, einfach aufgrund seiner besonders erwähnenswerten Hardware und dem großen Funktionsspektrum.

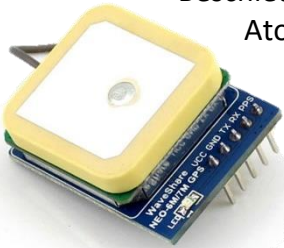


Der einzige Nachteil an beiden Microcontrollern ist jedoch, dass ihre GPIO-Pins (General Purpose Input & Output) eine Ausgangsspannung von 3,3 V an den Tag, besser gesagt an die Spitze legen.

Quelle: BananaPi.eu

3.3. Das Foxnovo GPS NEO Modul

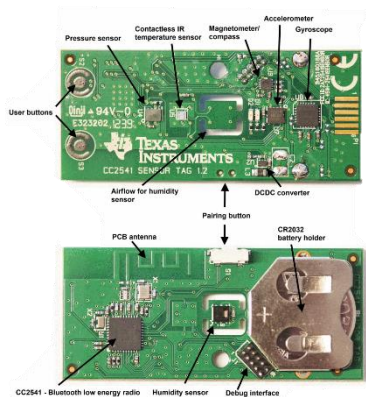
Um Sterne am Himmel aufspüren zu können benötigt man nicht nur einen Achsen und Beschleunigungssensor sondern auch die aktuelle Position des Teleskops und die genaue Atomuhrzeit. Mit diesen Daten wird dann die aktuelle Position des Sternes ausgerechnet und er wird angefahren. Um genau diese Daten zu bekommen eignet sich ein GPS-Modul, da über GPS nicht nur Satelliten Informationen sondern auch die aktuelle Uhrzeit in Lichtgeschwindigkeit übertragen werden. Damit kann auch einer noch größeren Netzwerkauslastung, welche dem kleinen Computer sehr zu schaffen macht, entgegenwirkt werden. Der GPS-Empfänger wird über UART Kommunikation auf den BananaPro und dann in das in Python geschriebene Hauptprogramm eingelesen.



Quelle: www.amazon.de

3.4. TexasInstruments Sensortag

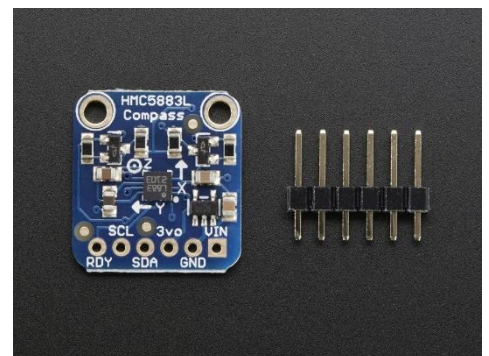
Damit sich das Teleskop autonom ausrichten kann, muss man die genaue Position des Tubus bestimmen können. Hier kommt der TexasInstruments-Sensortag zum Einsatz, da dieser äußerst genau ist und alle möglichen Sensoren mitbringt. Dieser hat nicht nur Achsen- und Beschleunigungssensoren, sondern auch Druck, Wärme und Licht Messapparate. Damit ist es möglich, Daten zu vervollständigen beispielsweise durch das Messen der Lichtstärke eines bestimmten Sternes. Die Kommunikation zwischen BananaPro und dem Sensortag erfolgt aktuell über Bluetooth 4.0 LE (Low Energie). Das Programm nutzt dafür die bereits geschriebene Sensortag Python-Bibliothek BluePy von Ian Harvey. Die Einzigen Veränderungen die gemacht werden mussten, sind kleine Schnittstellen zu dem Starfinder Programm. Diese sind im Quelltext gekennzeichnet. Die Daten werden beim Ausrichten überprüft, wodurch die Position des Teleskopes korrigiert werden kann.



Quelle: processors.wiki.ti.com

3.5. Digitaler Kompass

Um die exakte Ausrichtung der Teleskopgrundplatte zu kennen, wurde ein digitaler Magnetfeldsensor an der Grundplatte zentral befestigt. Dieser erleichtert den Prozessor des BananaPro in der Hinsicht, als das nun keine Zeit mehr für die leistungsaufwendige Umrechnung der Daten des SensorTags benötigt. Als passendes Modell wird das Dreiachsen-Magnetometer vom Typ HMC5883L benutzt. Dieses ungefähr 2 cm² große Board funktioniert sowohl mit einem Arduino, als auch mit dem BananaPro, ist sehr genau und hat sehr gute Reputationen weltweit erhalten. Auch dieses Bauteil ist sehr kostengünstig für ca. 10€ zu erwerben. Die gemessenen Daten werden direkt über I2C an den Microcomputer übertragen, dort in einem Python-Script konvertiert und weiterbenutzt.



Quelle: <https://adafruit.com>

3.6. Serial zu USB und I2C zu USB Adapter

Um das gesamte System auch Zukunft tauglich und gleichzeitig Hostcomputerunabhängig zu machen sind alle Sensoren via USB-Adapter mit dem Computer, der als Teleskopserver dient, verbindbar. Die hat den großen Vorteil, dass auch in diesem Punkt eine Plattformunabhängigkeit besteht. So kann beispielsweise einfach irgendein Computer auf die Plattform des Teleskops gestellt werden, die Sensoren und Arduinos in freie USB-Ports gesteckt, und die Serversoftware, welche aktuell auf dem BananaPro läuft, einfach ohne große Mühen gestartet werden. Hiermit ist die Aufrüstung auf leistungsfähigere Maschinen ein Kinderspiel. Die USB-Adapter sind ebenfalls zu einem günstigen Preis von 15€ zu erwerben.



Bildquelle USB zu Serial-Adapter:
<https://raspberrypi.com>



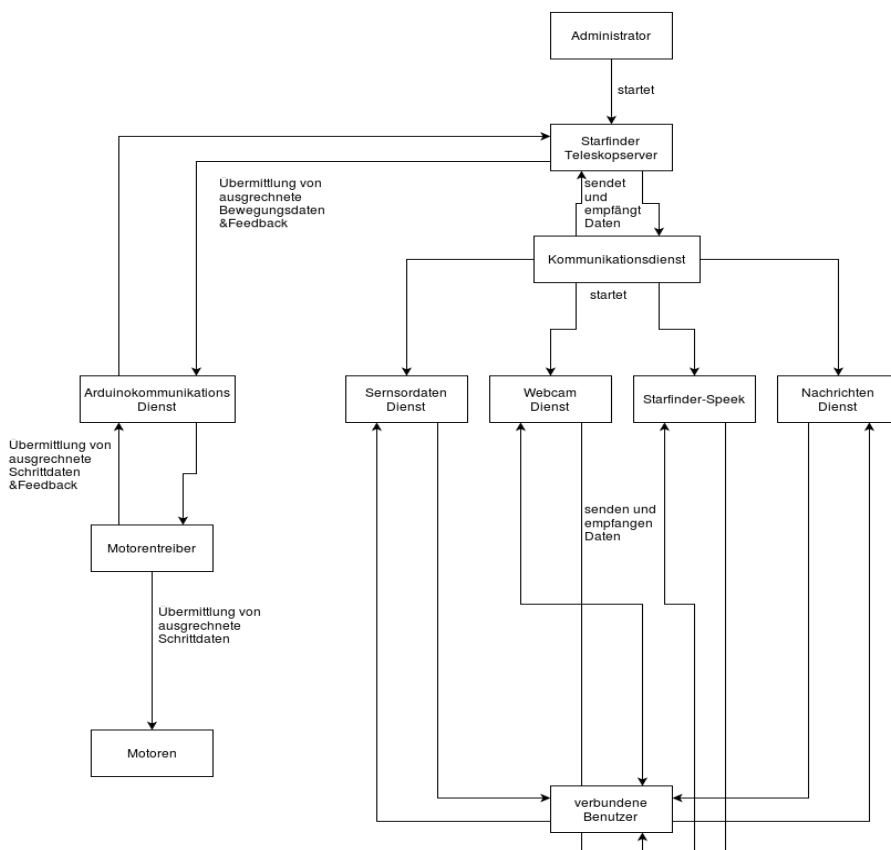
Quelle USB zu I2C-Adapter:
<http://eibtron.com>

4. Informatik

4.1. Funktionen des Servers

Der Netzwerkdienst des Servers benötigt der Ports. Zunächst der eigentliche Server, welcher das Teleskop steuert und alle Sensoren, welche am BananaPro angeschlossen sind, ausliest und an die verbundenen Clients, in unserem Fall die Schüler, weiterleitet. Dieses Hauptprogramm ist ebenfalls dafür zuständig die eingegebenen Login-Daten zu prüfen und den entsprechenden Status dem neu erzeugten User-Objekt zuzuordnen. Die aktuell existierenden Arten des Status sind:

1. Schüler (kann nur Sensordaten, Sterndaten, Audio und Liveteleskopbild empfangen)
2. Lehrer (hat die gleichen Fähigkeiten wie der Schüler kann aber auch das Teleskop steuern und Benutzer ausschließen)
3. Schüler mit erhöhten rechten (hat die gleichen Fähigkeiten wie der Schüler kann aber auch das Teleskop steuern)
4. Administrator (hat allumfassende Möglichkeiten und kann Einstellungen am Teleskop verändern, Benutzer verwalten und auch das Teleskop deaktivieren)



Weitere Dienste die auf dem Server gestartet werden sind zum einen der Webcam-Server, der permanent ein Livebild errechnet und an alle verbundenen Benutzer schickt.

Auch läuft der Audio-Server "Starfinder-Speak" auf den ebenfalls sich alle Benutzer verbunden haben. Dieser empfängt von diesen die Audiodaten und leitet sie an alle anderen Teilnehmer weiter. Daneben läuft auch noch der Nachrichtenserver, dieser ist nur zur Übermittlung von Chatnachrichten zuständig.

Die weiteren Dienste, die aber keine Netzwerkverbindung benötigen sind:

Der SensorTagAuslesedienst, der KompassAuslesedienst, der GPSAuslesedienst und der Arduinokommunikationsdienst.

All diese Dienste werden vom Hauptserver automatisch mitgestartet und laufen komplett synchron in eigenen Threads, das heißt gleichzeitig und unabhängig voneinander.

Wenn der Server nun ein Kommando von einem Benutzer bekommt, dann prüft er zunächst ob der Benutzer überhaupt die benötigten Rechte besitzt um diesen Befehl auszuführen.

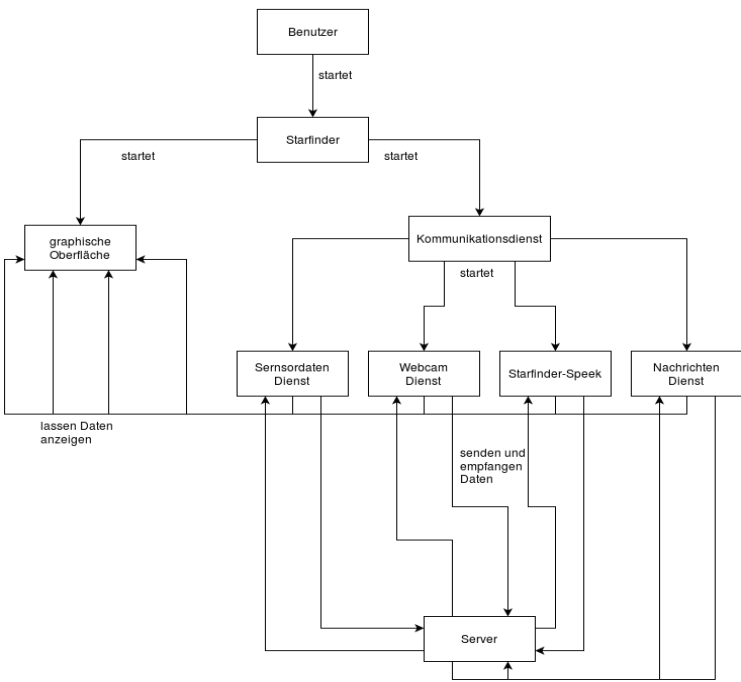
Falls er diese Rechte besitzt dann leitet der Server der den Befehl empfangen hat diesen an die betreffenden Geräte oder Methoden weiter. Ansonsten ignoriert der Server den Befehl. Dies führt zu einer Vereinfachung der Benutzeroberfläche des Schülers.

Wenn jemand zum Beispiel das Teleskop nach einem Stern ausrichten will und Lehrer ist, so wird dieser Befehl ausgeführt.

Der Server berechnet die nötige Bewegung der Motoren anhand der Datenbanken von der NASA bzw. des MIT und verschiedenen Algorithmen um den ausgewählten Stern ansteuern zu können. Dabei nimmt er auch die Daten der Sensoren auf um somit Fehler zu erkennen und Korrekturen vornehmen zu können. Die berechneten Daten werden nun an den Arduinokommunikationsdienst weitergeleitet. Dieser gibt Anzahl der Schritte an den Arduino weiter, welcher dann die Motorentreiber ansteuert. Diese Treiber wiederum steuern dann die Motoren.

4.2. Benutzer

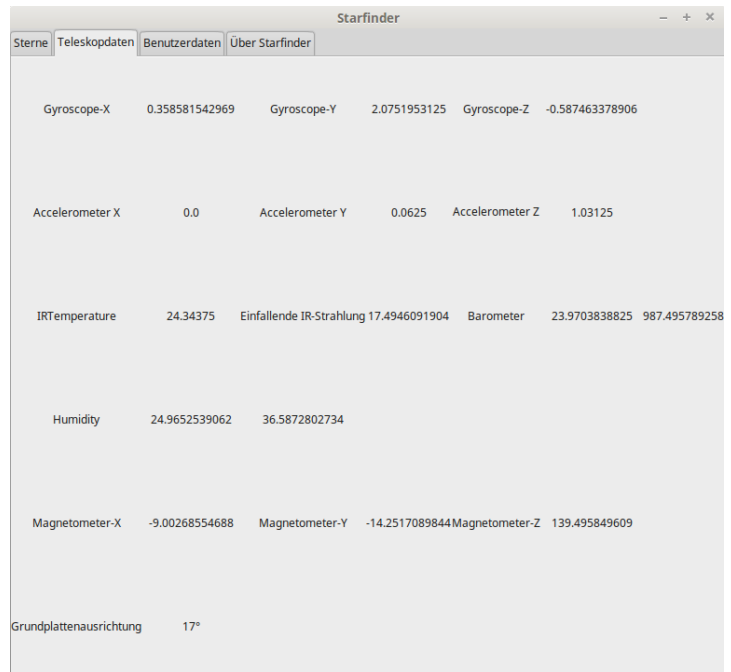
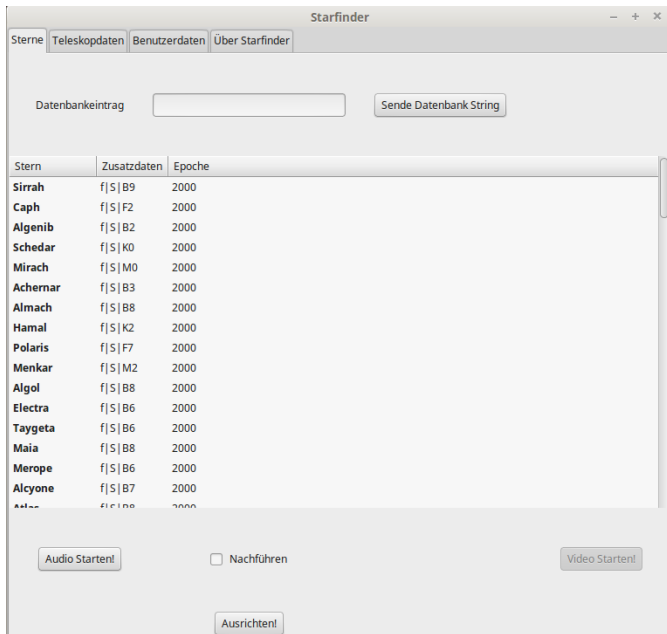
Als erstes muss sich jeder Benutzer in einem extra Fenster einloggen, wobei er alle Daten (Server-IP, Server-Port, Username und Passwort) eingeben muss. Diese Zugangsdaten bekommt der Schüler direkt von der Schule oder seinem Lehrer zusammen mit dem Programm. Die Richtigkeit dieser Zugangsdaten wird am Server aus einer Datenbank abgefragt, anhand deren auch Administrator-Rechte, das heißt die Erlaubnis das Teleskop zu steuern beziehungsweise ausrichten zu lassen, geprüft und dann eine Rückmeldung an das Programm des Schülers geschickt. Wichtig ist, dass die Benutzeroberfläche bei jedem gleich aussieht um etwaige Schwierigkeiten beim Erklären und Benutzen zu vermeiden. Lediglich sind die entsprechenden Funktionen begrenzt. Die Prüfung ob jemand diese Aktion ausführen darf findet aber Serverseitig statt um diese Sicherheitslücke zu schließen. Bei erfolgreichem Einloggen der Daten erscheint die eigentliche Benutzeroberfläche. Hier ist nun ein Live-Bild, verschiedene vorangetragene Standardsterne und weitere Verwaltungs-, beziehungsweise Steuerbuttons zu sehen. Nebenbei wird auch der "Starfinder-Speak"-Dienst gestartet welcher auch das Audio des Klassenzimmers in der Cloud, oder Sky überträgt. Hierbei wird aber nur dann ein Ton übertragen, wenn es auch wirklich Sprache ist. Somit kann unnötiges Datenvolumen, Überforderung des Server- und der



Clientenrechner und übermäßige Belastung der Ohren vermieden werden. Dies erleichtert auch die Benutzung über das Smartphone ungemein. Auch die aktuellen Messwerte des Sensortags, GPS-Moduls und des digitalen Kompass sind zu erkennen. Zudem ist eine Liste aller eingeloggtten Personen und deren Benutzer-ID, die für die Bessere Unterscheidung bei Namensgleichheit dient, in einem extra Fensterteil untergebracht. Alles was der Benutzer auf seiner Graphischen Oberfläche eintippt oder einträgt wird an einen synchron dazu, bei erfolgreichem Einloggen gestartet wird, laufenden Verbindungsmanager weitergeleitet, welcher es in Konsequenz dazu an den Server bessergesagt das Teleskop schickt. Der Verbindungsmanager lässt aber auch empfangene Daten vom Teleskop von der graphischen Benutzeroberfläche anzeigen.

Wichtig: Selbst wenn es irgendeinen Fehler während der Übermittlung gibt oder sonst ein nicht kritischer Fehler entsteht läuft das Programm reibungslos weiter und nervt den Benutzer nicht mit komplizierten Fehlermeldungen.

5. Grafische Benutzeroberfläche



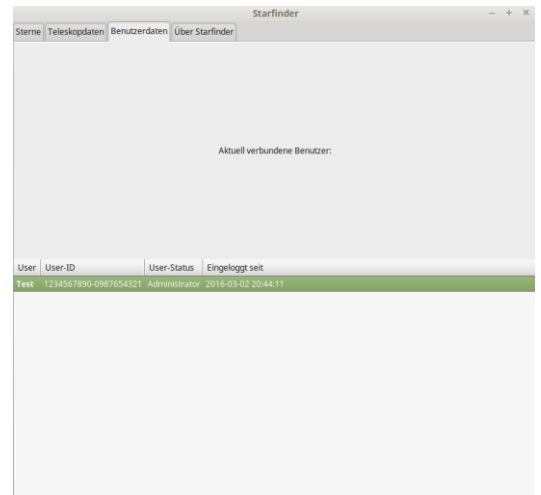
Die Grafische Benutzeroberfläche wurde bewusst einfach und übersichtlich gehalten, um wirklich jedem dem Umgang mit dem Programm zu ermöglichen. Außerdem ist es möglich die Oberfläche auf jedem Betriebssystem zu starten, bzw. eine Applikation für Android zu entwickeln.

Für Administratoren (hauptsächlich Lehrer) stehen zusätzliche Funktionen zur Verfügung, die von Schülern nicht immer gestartet werden können.

Alle bekannten vorhandenen Sterne werden angezeigt um ein möglichst schnellen Startvorgang zu gewähren. Die von den Datenbanken bezogenen Koordinaten der Himmelsobjekte können jederzeit aktualisiert werden und sogar einzeln hinzugefügt werden. Dazu ist es nur notwendig die entsprechende Zeile in ein Eingabe Fenster zu kopieren.

Auch können alle Daten von sämtlichen Sensoren angezeigt werden. Benutzer Daten können angeschaut werden.

Das eigentliche gestreamte Bild befindet sich in einem extra Fenster, das sich beim erfolgreichen Einloggen öffnet.



6. Literatur Angaben

Vereinigung der Sternenfreunde e.V.: Praxishandbuch Deep Sky

ISB Handreichung Astronomie: Tägliche und jährliche Bewegung von Himmelskörpern