

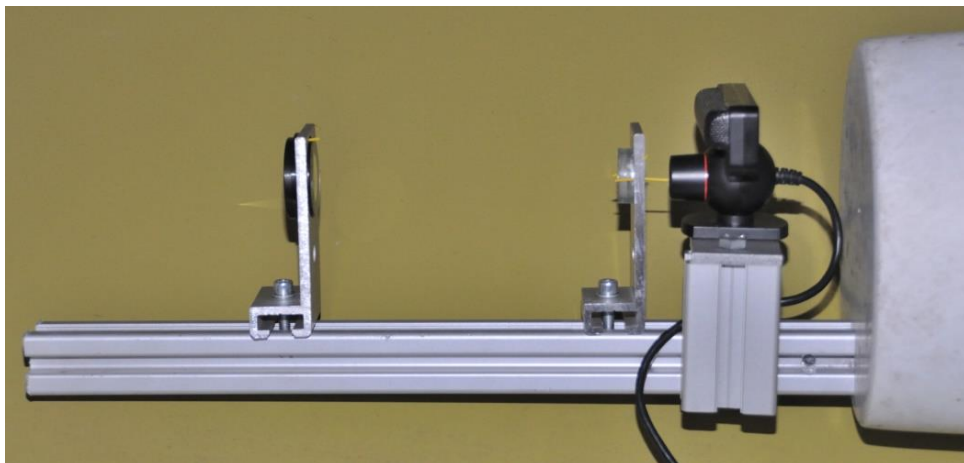
Webcam-gestützte Positionierungshilfe für ein Radioteleskop

Fachgebiet „Technik“

Alexander Kruse, Jan-Mathis Sabath, Jonas Haase

Arbeitsgemeinschaft „Jugend Forscht“ des Christian Gymnasium Hermannsburg

Betreut durch StD Thomas Biedermann



Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	2
1.1 Kurzfassung.....	2
1.2 Projektbeschreibung.....	2
1.3 Woraus setzt sich unser Projekt zusammen?	3
2. Optik.....	4
2.1 Beschreibung.....	4
2.2 Hardware.....	4
2.3 Was ist wichtig?.....	4
2.4 Was ist zu beachten?	5
2.5 Wie sind wir vorgegangen?	7
2.6 Wo gab es Probleme? Was kann verbessert werden? Wie kann es weitergehen?	8
3. Aufbau	9
3.1 Beschreibung.....	9
3.2 Voraussetzungen	9
3.3 Umsetzung.....	9
3.4 Zukünftige Erweiterungen.....	10
4. Software	11
4.1 Beschreibung.....	11
4.2 Zielsetzung.....	11
4.3 Problematik	11
4.4 Benutzeroberfläche.....	12
4.5 Programmcode.....	13
4.6 Weiterführende Ziele:	15
5. Fazit und Ausblick.....	16
6. Danksagung.....	16
7. Quellen	17
7.1 Textquellen	17
7.2 Bildquellen.....	17

1. Einleitung

1.1 Kurzfassung

Wohin guckt mein Radioteleskop gerade?

Eine wichtige Frage bei der Arbeit mit Radioteleskopen ist, wohin das Teleskop zu einem bestimmten Augenblick "sieht". Da das Radioteleskop keine ganzen Bilder erzeugt, sondern nur einzelne, punktuelle Intensitätswerte von Radiowellen wiedergibt, weiß man als Benutzer oft nicht, ob das Teleskop überhaupt den richtigen Bereich des Himmels betrachtet.

In unserem Projekt "Webcam-gestützte Positionierungshilfe für ein Radioteleskop" versuchen wir dieses Problem zu beheben, indem wir eine Webcam an einem Radioteleskop montieren und ihre Bilddaten zur manuelle Positionskontrolle verwenden.

1.2 Projektbeschreibung

Die Jugend-Forscht AG unserer Schule arbeitet bereits seit fast 5 Jahren an dem Bau eines eigenen Radioteleskops. Das aktuelle Augenmerk ihrer Arbeit richtet unsere AG derzeit auf den Bau eines größeren Radioteleskops, welches dem Verein Sternwarte Südheide e.V. für Messung zur Verfügung stehen soll. Die Entwicklung des Teleskops wurde in Kooperation mit dem Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR) verwirklicht.

Dabei ist es wichtig, den essenziellen Unterschied zwischen einem herkömmlichen (optischen) Teleskop und einem Radioteleskop zu verstehen. Das für uns sichtbare Licht besteht aus sogenannten elektromagnetischen Wellen. Nun stellt das sichtbare Licht nur einen sehr kleinen Anteil des gesamten Spektrums elektromagnetischer Wellen dar. Diese anderen Bereiche sind für uns Menschen nicht sichtbar, können jedoch mit speziellen Teleskopen erfasst werden. Das von unserer AG entwickelte Radioteleskop ist in der Lage Radiowellen zu messen. Diese haben weitaus längere Wellenlänge als das sichtbare Licht (siehe Abbildung 1.2a).

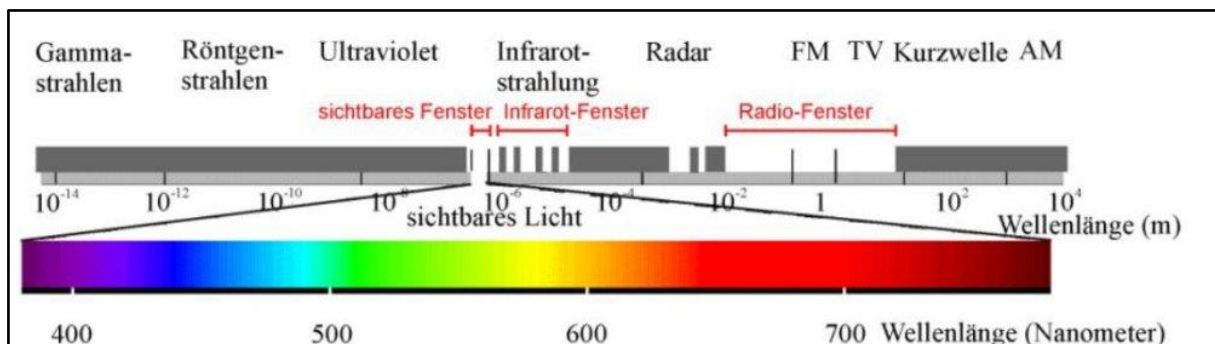


Abbildung 1.2a

Aufgrund der Eigenschaften der Wellen in diesem Bereich des elektromagnetischen Spektrums kann ein normales Radioteleskop immer nur punktuell Messungen des Himmels vornehmen. Nach einer Reihe aneinander gereihter Messungen können diese zu einem größeren Bild zusammengesetzt werden. Dies dauert, je nach Größe des bemessenen Bereiches, aber mitunter äußerst lange. Um Fehler in der Ausrichtung des Teleskops zu verhindern ist es darum nötig, ein Bild des betrachteten Himmelsausschnittes zu erhalten. Da das Radioteleskop nur sehr langsam einzelne Bilder erzeugen kann und diese nicht dem visuellen Anblick des Himmels entsprechen, ist ein optischer Sucher nötig. Ein optischer Sucher ist eine Art kleines Teleskop, es bildet den beobachteten Himmelsabschnitt im

sichtbaren Spektrum des Lichtes vergrößert ab. Um fernab des Teleskops an einem Steuerungscomputer das Bild erhalten zu können, ist eine Digitalisierung des Fotos nötig, also die Aufnahme des projizierten Bildes mit Hilfe einer Kamera.

1.3 Woraus setzt sich unser Projekt zusammen?

Unser Projekt besteht aus drei Teilaspekten.

Als erstes betrachten wir die optischen Eigenschaften und den optischen Aufbau unseres Sucherfernrohres. Dazu gehören die Auswahl einer Kamera, die Auswahl geeigneter Linsen und die Berechnung, die zu dem Aufbau gehören.

Als zweites widmen wir uns dem gesamten Aufbau des Suchers. Dabei betrachten wir die Befestigung der Linsen und der Kamera, wobei ein möglichst flexibles und modulares System erzeugt werden soll.

Als drittes blicken wir auf die Software, welche die Kamera steuern wird. Dazu gehört die Modifizierung bestehender Treiber für die vorliegende Kamera zum Zwecke der Bilddatengewinnung und der Anzeige der gewonnenen Daten.

2. Optik

2.1 Beschreibung

In diesem Abschnitt betrachten wir die optischen Eigenschaften und den optischen Aufbau unseres Sucherfernrohres. Dazu gehören die Auswahl einer Kamera, die Auswahl geeigneter Linsen und die Berechnung, die zu dem Aufbau gehören.

2.2 Hardware

Zur Erzeugung eines digitalen Bildes verwenden wir eine einfache Webcam (Sony Playstation Eye Camera, welche im Normalfall Einsatz bei der Spielekonsole Playstation von Sony findet). Wir haben uns für eine Webcam entschieden, da diese oft sehr günstig und die Software leicht zugänglich und modifizierbar ist. Des Weiteren verfügt jede Webcam über eine USB-Schnittstelle, welche optimal für den Datenaustausch mit einem Computer geeignet ist.

2.3 Was ist wichtig?

Da die Webcam jedoch für den Einsatz im nahen Sichtbereich konzipiert ist (Anbringung oberhalb eines Monitors oder Fernsehers, zur Erfassung sich davor befindlicher Personen), weist die Kamera einen sehr großen Blickwinkel auf. In einer Messung ergab sich für diesen Blickwinkel ein Wert von ca. $45,2^\circ$ für die lange Seite des Kamerasensors. Dies ist jedoch sehr problematisch, da keine Weitwinkelaufnahmen des Himmels für eine Positionierungshilfe von Nöten sind, sondern eher zentrierte Aufnahmen der beobachteten Himmelsregion.

Als Beispiel diene hierfür einmal der Mond: der Vollmond hat einen Durchmesser von ca. $0,5^\circ$ [1, Einband] am Himmel und würde bei einem Blickwinkel von $45,2^\circ$ regelrecht untergehen.

Es wird also ein optischer Vorbau benötigt, ähnlich dem eines Teleskops, um das Blickfeld der Kamera auf einen gewünschten Blickwinkel zu fokussieren und den betrachteten Himmelsausschnitt dementsprechend vergrößert abgebildet zu bekommen.

2.4 Was ist zu beachten?

Zur Vergrößerung des abgebildeten Bildes orientieren wir uns beim optischen Vorbau an dem Aufbau des Kepler-Fernrohres, ein Aufbau, der heutzutage in fast allen Linsenteleskopen (Refraktoren) zu finden ist. Bei diesem Aufbau durchläuft das Licht zwei konvexe (Sammel-) Linsen. Durch die erste Linse werden die parallel einfallenden

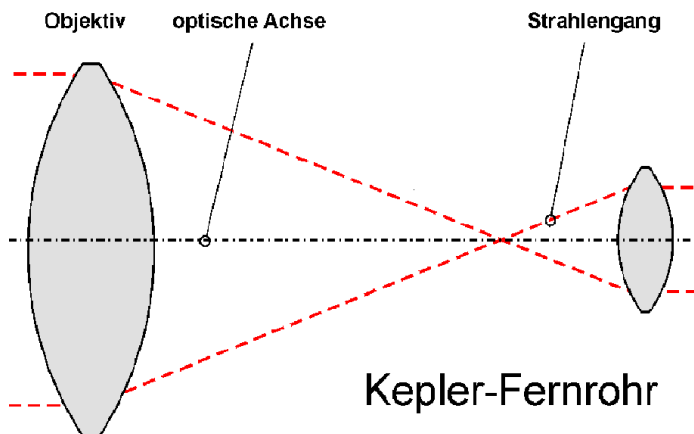


Abbildung 2.4a

Lichtstrahlen gebrochen und treffen sich in einem gemeinsamen Brennpunkt. Danach laufen die Strahlen wieder auseinander und passieren die zweite Sammellinse, in der sie erneut gebrochen werden. Hier treten die Strahlen wieder parallel zueinander aus, jedoch mit einem geringeren Abstand voneinander als zuvor.

Abbildung 2.4a verdeutlicht diesen Ablauf.

Einer der Vorteile einer solchen Konstruktion ist die geringe Temperaturanfälligkeit, solange sich die Linsen in einem geschlossenen Tubus befinden. Ein weiterer Vorteil ist, dass sich im Gegensatz zu Spiegelteleskopen keine störenden Bestandteile der Optik im Lichtweg befinden und der Strahlengang somit keine Hindernisse aufweist. Nachteile dieser Konstruktion sind Farb- und Öffnungsfehler, die im abgebildeten Bild entstehen, und, dass das Bild schlussendlich auf dem Kopf steht [2, S.12]. Letzteres Problem kann durch einfache Modifikationen der Software behoben werden.

Zu den besagten Farbfehlern, *chromatische Aberration* genannt, kommt es, da Linsen nicht eine feste Brennweite für alle Wellenlängen des Lichtes aufweisen, sondern diese um wenige Millimeter variieren. Folglich kann der Linsenaufbau nur auf eine Wellenlänge scharfgestellt werden. Andere Farben bilden dann leicht unscharfe Säume um beispielsweise Sterne [2, S.14].

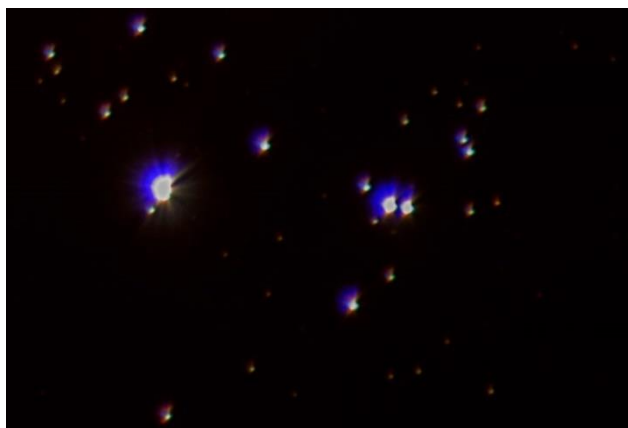


Abbildung 2.4b

Abbildung 2.4b zeigt bläuliche Ränder um die Sterne, da der Fokus der Optik ein gutes Stück vom Fokus des blauen Lichts abweicht.

Die chromatische Aberration kann vermieden werden, indem anstelle der zweiten Linse ein Linsensystem eingesetzt wird, bei dem die einzelnen Linsen mehrere Farben auf den gleichen Brennpunkt fokussieren. Eine Linse dient dabei oft der Fokussierung auf das rote, die andere Linse der Fokussierung auf das blaue Licht. Hierdurch kann der Aberration nicht vollkommen, aber zu einem gewissen Teil, entgegengewirkt werden [2, S.14].

Neben der chromatischen Aberration kann es bei sphärischen Linsen jedoch auch zur sogenannten *sphärischen Aberration* kommen. Dieser oft auch als Öffnungsfehler bezeichnete Abbildungsfehler entsteht dadurch, dass parallel einfallende Lichtstrahlen die Objektivlinse an unterschiedlichen Stellen passieren, die aufgrund der Wölbung der Linse auch unterschiedlich dick sind. Dementsprechend wandern die Lichtstrahlen durch variierende Mengen an brechendem Material, weshalb es zu unterschiedlichen Brennweiten kommt. Randnahe Lichtstrahlen werden hierbei stärker gebrochen und haben somit eine kürzere Brennweite, als Lichtstrahlen, die die Linse nahe der optischen Achse passieren. Vereinfacht kann man sagen: $f_{Rand} < f_{Mitte}$. Eine einfache Okularlinse kann die austretenden Lichtstrahlen nicht scharf fokussieren, das Abbild wirkt unscharf. Gegen die sphärische Aberration hilft ebenfalls die Verwendung eines Linsensystems [3].

Bei der Wahl der Linsen sind insbesondere zwei Eigenschaften zu betrachten: der Durchmesser der Linse und ihre Brechkraft. Mit letzterer Eigenschaft geht die Brennweite einher.

Um eine möglichst große Vergrößerung zu erzielen, muss bei einem Kepler-Fernrohr das Verhältnis aus Objektivbrennweite und Okularbrennweite möglichst groß sein. Die Objektivbrennweite f_{Ob} stellt die Brennweite der ersten von den Lichtstrahlen passierten, größeren Linse dar. Die Okularbrennweite f_{Ok} ist die Brennweite der als zweites passierten, kleineren Linse. Für die Vergrößerung V gilt: $V = \frac{f_{Ob}}{f_{Ok}}$ [2, S.4].

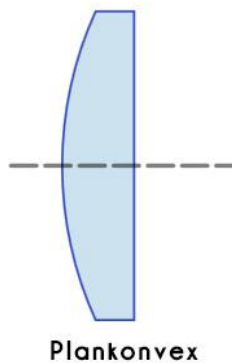
Um ein möglichst helles Bild zu erzeugen, also um möglichst viel Licht aufzunehmen, ist ein geringes Verhältnis der Brennweite zur Öffnung (dem Durchmesser der Objektivlinse) nötig. Es gilt: je größer die Öffnung D bei einer festen Brennweite f_{Ob} des Objektivs ist, desto mehr Licht kann in das Teleskop einfallen. Dieses Phänomen wird in der Fotografie mit der Blendenzahl beschrieben. Für die Blendenzahl k gilt: $k = \frac{f_{Ob}}{D}$. k soll demnach möglichst groß sein [2, S.3].

Es wird also als Objektivlinse eine möglichst große, langbrennweitige Linse benötigt, als Okularlinse hingegen eine kurzbrennweitige Linse, die durchaus einen kleineren Durchmesser haben kann als die Objektivlinse.

Zudem müssen die Linsen so aufeinander abgestimmt sein, dass der Chip der Webcam vollends ausgeleuchtet wird, sodass keine ungenutzten Bildareale entstehen.

2.5 Wie sind wir vorgegangen?

Um das Infrage kommen verschiedener Linsen zu testen haben wir verschiedene Linsen in Linsenhalterungen befestigt und diese verschiebbar auf einer Aluminiumleiste angebracht.



Als Objektivlinse verwenden wir eine Linse mit einer Brennweite von 135mm und einer Öffnung von 25mm, welche eine Fassung mit einem Durchmesser von 38mm gefasst ist. Die Linse ist plankonvex, ist also auf einer Seite „platt“ (plan) und auf der anderen Seite konvex (nach außen gewölbt, wie bei einer *normalen* Sammellinse). Die Abbildung 2.5a verdeutlicht das Aussehen der Linse.

Die Okularlinse ist hier ein Linsensystem aus einer Linse mit einer Brennweite von 30mm und einer Linse mit der Brennweite 45mm, die ein einem Abstand von 6mm zueinander fixiert sind. Die Brennweite des Linsensystems können wir mit $\frac{1}{f_g} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 \cdot f_2}$ berechnen [4, S.2]. f_g

Abbildung 2.5a

beschreibt hierbei die Brennweite des Linsensystems, f_1 und f_2 die Brennweiten der einzelnen Linsen und d beschreibt den Abstand der

Linsen voneinander. In diesem Fall ergeben sich für die Brennweite des Linsensystems ca. 19,6mm.

Die Gesamtbrennweite eines Keplerfernrohres und damit auch der Abstand der Objektiv- und Okularlinse (bzw. des Okularlinsensystems) können mit der Formel $f_{ges} = f_{ob} + f_{ok}$ berechnet werden. Daraus ergibt sich für unseren Aufbau ein Abstand von ca. 154,6mm. Da die Linsen einen Abstand von 6mm zueinander haben und durch diese Berechnung der Abstand des Mittelpunktes des Linsensystems zur Objektivlinse berechnet wird, hat die vordere Linse des Linsensystems einen Abstand von nur etwa 151,6mm zu der Objektivlinse. Abbildung 2.5b verdeutlicht den optischen Aufbau.

Die Verwendung des Linsensystems dient der Vermeidung der sphärischen Aberration. Die chromatische Aberration kann durch dieses System jedoch nicht vermieden werden, da es nicht für diesen Verwendungszweck ausgelegt ist. Bei einer späteren Bildanalyse ist jedoch keine chromatische Aberration festzustellen, da das Auflösungsvermögen der Kamera nicht ausreicht, um dieses sichtbar zu machen.

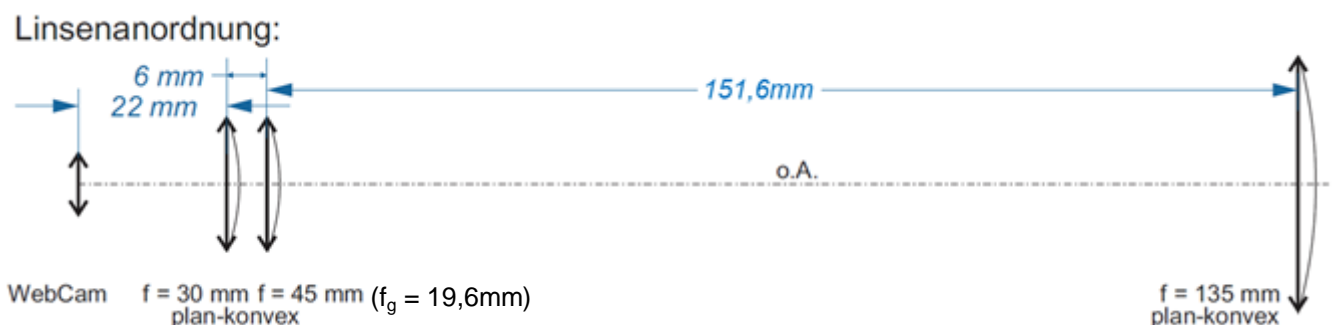


Abbildung 2.5b

Den Abstand zwischen der Webcam und dem Linsensystem haben wir durch Versuche auf ca. 22mm festgelegt. Bei diesem Abstand füllt das Bild die größtmögliche Fläche des Kamerasensors aus. Da das projizierte Bild jedoch rund und nicht rechteckig wie der Sensor ist, entstehen unbelichtete Ecken auf der Aufnahme (siehe Abbildung 2.5d).

Durch diesen Aufbau konnten der Blickwinkel der Kamera erheblich verkleinert und damit das Blickfeld deutlich zentriert werden. Durch Versuche konnten wir einen Blickwinkel von ca. $6,4^\circ$ für die lange Seite des Kamerasensors berechnen.

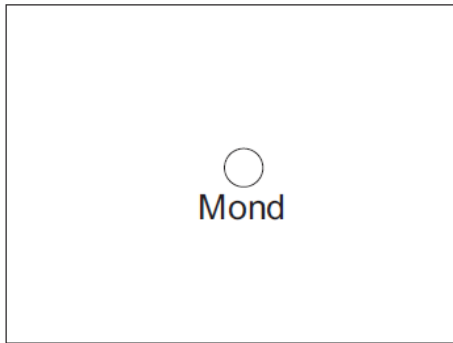


Abbildung 2.5c zeigt schematisch die Größe des Mondes (ca. $0,5^\circ$) im Vergleich zur Größe des Bildes. Da die Kamera eine Auflösung von 640×480 Pixeln besitzt, entspricht ein Pixel ziemlich genau $1/100^\circ$ oder 36 Bogensekunden.

Mit der bereits genannten Formel $V = \frac{f_{Ob}}{f_{Ok}}$ können wir nun auch den Vergrößerungsfaktor unserer Optik bestimmen.

Abbildung 2.5c

Setzen wir für f_{Ob} unsere Objektivbrennweite von 151,6mm und für f_{Ok} unsere Okularbrennweite von 19,6mm ein, so erhalten wir einen Faktor von $V \approx 7,7$. Im Vergleich dazu haben viele handelsübliche Teleskopsucher einen Faktor zwischen 6 und 9.

Abbildung 2.5d zeigt das Bild, welches als Resultat des optischen Vorbaus entsteht.



Abbildung 2.5d

2.6 Wo gab es Probleme? Was kann verbessert werden? Wie kann es weitergehen?

Das resultierende Kamerabild weist noch immer ein paar optische Fehler auf. Deutlich erkennbar sind die schwarzen Ecken, in denen das Bild nicht ausgeleuchtet wurde. Am Rand des belichteten Bildes sind nach wie vor leichte Verzeichnungen zu erkennen, da das Linsensystem diese nicht zu 100 Prozent korrigiert. Diese könnten durch ein optisch noch hochwertigeres Linsensystem beseitigt werden.

Möglicherweise ist in Zukunft auch eine höher auflösende Kamera gewünscht. In diesem Falle müssten, je nach Bauform und optischen Spezifikationen dieser Kamera, mehr oder minder viele Anpassungen vorgenommen werden.

3. Aufbau

3.1 Beschreibung

In diesem Abschnitt widmen wir uns dem gesamten Aufbau des Suchers. Dabei betrachten wir die Befestigung der Linsen und der Kamera, wobei ein möglichst flexibles und modulares System erzeugt werden soll.

3.2 Voraussetzungen

Die Linsen und die Kamera, die im Teil *Optik* beschrieben wurden, sollen stabil an das Radioteleskop angebracht werden, damit der Sucher nicht durch die Bewegung des Teleskops oder durch äußere Einflüsse – wie beispielsweise Wind – kaputt geht oder verstellt wird. Dennoch solle eine gewisse Flexibilität gewährleistet werden, um die Linsen und die Kamera justieren zu können und gegebenenfalls Komponenten ersetzen oder ergänzen zu können. Außerdem darf der Suche nicht in das Blickfeld des Teleskops hineinragen, da es sonst die Messwerte verfälschen kann.

3.3 Umsetzung

Um die Linsen und die Kamera möglichst genau einstellen zu können, dabei aber trotzdem eine große Stabilität und Langlebigkeit zu erhalten, haben wir die Linsen und Kamera individuell einstellbar auf einem Aluminiumträgern montiert. Die Linsen sind in einer festen Höhe und festem horizontalem Winkel befestigt.

Die Entfernung zwischen den Linsen und der Kamera kann durch das Verschieben des Winkels auf dem Aluminiumträger genau eingestellt werden. Ist die gewünschte Position erreicht, kann der Winkel mit der Schraube durch den Winkel fixiert werden, da in dem Aluminiumträger eine kleine Platte eingeschoben ist, welche durch das Anziehen der Schraube an den Träger gezogen wird.

Die Kamera ist ebenfalls frei einstellbar. Sie kann durch ein eingebautes Kugellager in die gewünschte Sichtrichtung ausgerichtet werden und die Befestigung am Aluminiumträger kann gekippt werden. Durch Rotation der Platte, auf der die Kamera befestigt ist, kann die Kamera auch auf waagerechter Ebene verschoben werden.

Da die Kamera auf der optische Achse ausgerichtet wird und die Entfernung durch die Verschiebung der Linsen eingestellt wird, ist die Kamera einmalig einzustellen, aber muss daraufhin nicht mehr verstellt werden.

Abbildung 3.3a soll diesen Aufbau verdeutlichen.

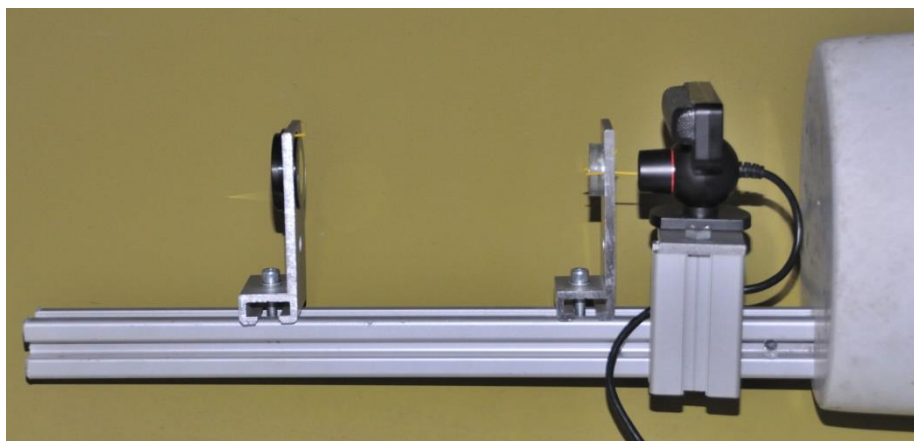


Abbildung 3.3a

Die zwei Linsen im Linsensystem sind in einem kurzem Stück Schlauch fixiert. Dieser ist leicht elastisch, wodurch man die Linsen in die Richtige Position und Entfernung ausrichten kann, diese aber trotzdem fest und ohne Bewegungsspielraum befestigt sind.

Der Sucher-Aufbau ist an der Verdeckung des Primärfokus befestigt wie es in der fotomontierten Abbildung 3.3b zu erkennen ist. Dadurch wird das Sichtfeld des Radioteleskops nicht eingeschränkt. Das Sichtfeld der Kamera hingegen ist automatisch ausgerichtet, da die optische Achse im rechten Winkel zur Fläche der Verdeckung vom Primärfokus ist, an der der Aluminiumträger befestigt ist und die Kamera somit in exakt dieselbe Richtung wie das Radioteleskop blickt.



Abbildung 3.3b

3.4 Zukünftige Erweiterungen

Da der Aufbau dauerhaft an dem Teleskop befestigt sein soll, müssen die Linsen und die Kamera vor Regen oder anderen Wettereinflüssen geschützt werden. Deshalb soll ein Plastikrohr als Schutz um den Aufbau befestigt werden. Dieses wird auf der einen Seite von der Verdeckung des Primärfokus geschlossen und auf der anderen Seite durch eine eingesetzte Glas- oder Plexiglasscheibe.

4. Software

4.1 Beschreibung

In diesem Abschnitt blicken wir auf die Software, welche die Kamera steuern wird. Dazu gehört die Modifizierung bestehender Treiber für die vorliegende Kamera zum Zwecke der Bilddatengewinnung und der Anzeige der gewonnenen Daten.

4.2 Zielsetzung

Ziel der Software ist es, ein leicht bedienbares Benutzerinterface zu bieten, welches eine Liveübertragung des Kamerabildes wiedergibt. Als Kamera dient, wie bereits in dem Abschnitt *Optik* dargestellt, die Sony Eye Webcam.

Da an der Kamera parallel in mehreren Projektteilen gearbeitet wird, muss die Software dazu in der Lage sein, andere Kameras ähnlichen Typs zu erkennen und als Video-Input zu benutzen.

Des Weiteren soll es eine Art Fadenkreuz oder ähnliche Markierung geben, um eine visuelle Hilfe zu erhalten, aus der der Mittelpunkt des Bildes und damit der Punkt des Himmels eindeutig dargestellt wird, den von dem Radioteleskop anvisiert wird.

Als Grundlage der Software dient der Treiber der verwendeten Webcam.

4.3 Problematik

Relativ schnell wurde uns ein Problem zwischen der Kamerasoftware und der Optik klar. Die Software beinhaltet eine automatische Helligkeitsanpassung, welche bei der nächtlichen Himmelsbetrachtung viele Bildartefakte erzeugt („Rauschen“). Da wir einen Linsenaufbau ähnlich eines Teleskops verwenden, um das Licht auf die Kamerasensor zu zentrieren, erhöht sich damit auch die Helligkeit des Bildes. Aus diesem Grund ist eine automatische Helligkeitsanpassung durch die kameraeigene Software nicht mehr nötig. Folglich sollte es auch möglich sein, mit Hilfe des Interfaces diese Anpassung deaktivieren zu können.

4.4 Benutzeroberfläche

Das Interface erstellten wir in C# als Windows Forms Application. C# gilt als objektorientierte Allzweck-Programmiersprache, welche zum einen leicht zugänglich ist, zum anderen aber auch viele Möglichkeiten bietet.

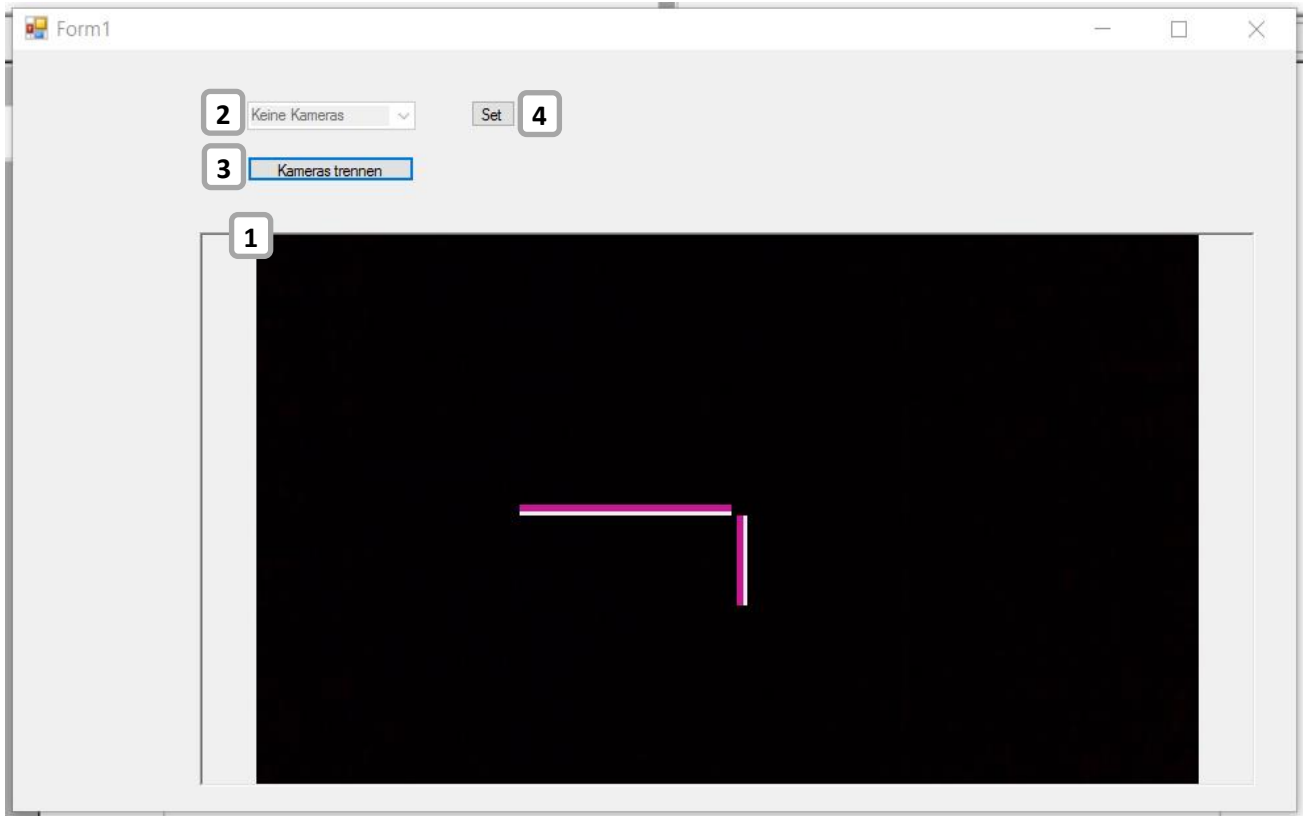


Abbildung 4.4a

Abbildung 4.4a zeigt das Interface der Sucher-Software.

Zur Bildübertragung benutzen wir eine PictureBox (1). Mittels eines Eventhändlers zeigt diese die Bilder an, die zuvor mit der Kamera aufgenommen wurden. In schneller Abfolge erzeugt dies eine Echtzeit-Bildübertragung.

Sollten mehrere Kameras mit dem Computer verbunden sein, kann die gewünschte Kamera mit Hilfe der ComboBox (2) ausgewählt werden. Beim Einlesen der Kameras wurden diese gezählt, benannt und aufgelistet.

Sobald eine Kamera ausgewählt ist, kann die Bildübertragung gestartet werden, indem man den Button „Kamera verbinden“ (3) betätigt. Dieser Button wird danach umbenannt in „Kamera trennen“ und unterbricht bei erneuter Betätigung die Übertragung.

Auf die Helligkeits-, Qualitäts-, Farb- und Frameeinstellung kann man, falls für die ausgewählte Kamera vorhanden, über den "Set" (4) Button neben der ComboBox zugreifen und diese nach Belieben anpassen.

4.5 Programmcode

Der nachfolgende Screenshot (Abbildung 4.5a) zeigt die Programmierung hinter dem „btnConnect“, also dem Button zum Verbinden oder zum Trennen der Verbindung (3).

```
private void btnConnect_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (AC1.Connected )
    {
        AC1.StopCam();
        btnSetCam.Enabled = false;
        cmbCam.Enabled = true;
        btnConnect.Text = "Kameras verbinden";
    }
    else
    {
        cmbCam.Enabled = false;
        btnSetCam.Visible = false;
        WebCamIdx1 = -1;
        if (cmbCam.Items.Count > 0)
            WebCamIdx1 = AC1.WebCams[cmbCam.SelectedIndex].ListIdx; // Listenindex der ersten Kamera übernehmen
        if (WebCamIdx1 >= 0)
        {
            AC1.StartCam(WebCamIdx1, -1); // -1: maximale Auflösung automatisch wählen
            btnSetCam.Visible = true;
            btnSetCam.Enabled = true;
        }
        if (AC1.Connected)
        {
            btnConnect.Text = "Kameras trennen";
        }
    }
}
```

Abbildung 4.5a

Diese Befehlskette kann in einzelne Befehle unterteilt werden:

```
private void btnConnect_Click(object sender, EventArgs e)
{
```

Der Befehl benennt den folgenden Abschnitt. Der Abschnitt wird ausgeführt, wenn der Button „btnConnect“ benutzt wird.

```
    if (AC1.Connected )
    {
```

Wenn eine Kamera mit der Bezeichnung AC verbunden ist, dann...

```
        AC1.StopCam();
        btnSetCam.Enabled = false;
        cmbCam.Enabled = true;
        btnConnect.Text = "Kameras verbinden";
    }
```

... halten alle Kameras an,
... wird der Set-Knopf (4) nutzbar,
... wird die ComboBox (2) unnutzbar und
... ändert sich der Text des Buttons (3) zu „Kameras verbinden“.

```
    else
    {
        cmbCam.Enabled = false;
        btnSetCam.Visible = false;
        WebCamIdx1 = -1;
```

Ansonsten (also wenn keine Kamera mit der Bezeichnung AC verbunden ist)...

... ist die ComboBox (2) nutzbar,
... ist der Set-Knopf nicht zu sehen und
... wir eine Kamera aus dem WebCam-Index genommen.

```
        if (cmbCam.Items.Count > 0)
```

```
WebCamIdx1 = AC1.WebCams[cmbCam.SelectedIndex].ListIdx;
```

Wenn keine cmb-Kameras gefunden wurden, bzw. wenn keine gezählt werden, dann...
... beinhaltet der WebCam-Index nur AC-WebCams, der WebCam-Index stimmt also mit der Liste der AC-WebCams überein.

```
if (WebCamIdx1 >= 0)
{
    AC1.StartCam(WebCamIdx1, -1);
    btnSetCam.Visible = true;
    btnSetCam.Enabled = true;
}
```

Wenn null oder mehr Kameras in dem WebCam-Index gelistet sind, dann...
... benutze die AC-Kamera als Bildquelle,
... wird der Set-Knopf (4) sichtbar und
... ist der Set-Knopf nicht nutzbar.

```
}
if (AC1.Connected)
{
    btnConnect.Text = "Kameras trennen";
}
```

Ist eine AC-Kamera verbunden, dann...
... ist der Text des Buttons (3) „Kamera trennen“.

```
}
}
}
```

Dies ist das Ende der Befehlskette.

Die folgenden 2 Screenshots zeigen den Programmteil, der für die Erstellung der Auflistung der Kameras, die benutzt werden können, zuständig ist. Man kann sehen, dass auch hier zuvor erwähnte Befehle zur Veränderung der Benutzeroberfläche, wie das deaktivieren eines Buttons oder das Verbergen eines solchen, vorhanden sind. Die grünen Kommentare sollen hierbei der Erläuterung dienen.

```
private void InitWebCams() // Initialisierung der PS3-WebCams
{
    int i;
    CD1 = new CamDriver();
    AC1.NewBildData += new WebCamUtility.NewFrameEventHandler(AC1_NewBildData);
    cmbCam.Items.Clear();

    try { CLYKameras = CLEyeCameraDevice.CLEyeGetCameraCount(); }
    catch { }
    if (CLYKameras > 0)
    {
        for (i = 0; i < CLYKameras; i++)
        {
            switch (CLEyeCameraDevice.CLEyeGetCameraUUID(i).ToString())
            {
                case Kamera1:
                    cmbCam.Items.Add("Kamera 1");
                    break;
                case Kamera2:
                    cmbCam.Items.Add("Kamera 2");
                    break;
                default:
                    cmbCam.Items.Add(CLEyeCameraDevice.CLEyeGetCameraUUID(i).ToString());
                    break;
            }
        }
        btnConnect.Enabled = true;
    }
}
```

Abbildung 4.5b

```
else
{
    cmbCam.Items.Add("Keine Kameran");
    btnSetCam.Visible = false;
    btnSetCamClose.Visible = false;
    btnConnect.Enabled = false;
}
cmbCam.SelectedIndex = 0;

AFKameran = AC1.SearchCams();
if (AFKameran == 0)
{
    cmbCam.Items.Add("Keine Kamera");
    cmbCam.SelectedIndex = 0;
    btnConnect.Enabled = false;
}
else
{
    btnConnect.Enabled = true;
    for (i = 0; i < AC1.WebCams.Count; i++) // Alle Kameran auflisten
    {
        if (!(AC1.WebCams[i].Name.Contains("PS3")))
        {
            cmbCam.Items.Add(AC1.WebCams[i].Name); // und deren Namen in Combobox3
        }
    }
    if (cmbCam.Items.Count > 0) // wenn mindestens eine Kamera gefunden,
        cmbCam.SelectedIndex = 0;
}
```

Abbildung 4.5c

4.6 Weiterführende Ziele:

Ein zukünftiges Projekt wäre die Integration eines Erkennungsalgorithmus'. Dieser könnte in der Lage sein, anhand heller Sterne Sternbilder zu erkennen, ungeachtet der Orientierung und Ausrichtung der Kamera.

5. Fazit und Ausblick

Unser Ziel war es, ein Sucherfernrohr zu bauen, welches – ausgestattet mit einer WebCam – seine Bilddaten auf einen Computer übertragen kann, um somit die Steuerung eines Radioteleskops zu vereinfachen.

In unserer Arbeit haben wir beschrieben, wie wir dieses Vorhaben erfolgreich umgesetzt haben.

Wenngleich wir ein funktionstüchtiges Endprodukt geschaffen haben, sind noch ein paar weitere Optimierungen oder Ergänzungen nötig. Dazu gehören zum einen eine Verkleidung für den Sucher, um sie witterungsbeständig zu machen, und zum anderen Vorkehrungen, um das direkte Anvisieren der Sonne zu verhindern, da hierdurch der Kamera-Sensor beschädigt werden kann.

Sollten diese Vorkehrungen abgeschlossen sein, so kann der Sucher am Radioteleskop in Betrieb genommen werden.

6. Danksagung

Wir bedanken uns sehr herzlich bei unserem AG-Leiter Thomas Biedermann, der unserem Team mit viel Rat und Tat zur Seite gestanden hat. Auch seiner Frau möchten wir ganz herzlich danken, weil sie sich immer um uns gekümmert hat, sei es mit einem leckerem Kuchen, Trinken oder anderem Essen.

7. Quellen

7.1 Textquellen

[...]	Quelle	Letzter Aufruf
1	Himmelsfotographie mit der Spiegelreflexkamera – Die schönsten Motive bei Tag und Nacht (von Stefan Seip, KOSMOS-Verlag)	-
2	Kauf-Ratgeber Teleskop – In 4 Schritten (von Ronald Stoyan und Bernd Gährken, OCULUM-Verlag)	-
3	https://lp.uni-goettingen.de/get/text/5235	10.01.2017
4	http://www.hs-lausitz.de/fileadmin/user_upload/public/fak/fak2/pdf/Physiklabor/O01_Linsen_und_Linsensysteme.pdf	09.01.2017

7.2 Bildquellen

Abb.	Quelle	Letzter Aufruf
1.2a	http://sternwarte-suedheide.de/radio_teleskop/	14.01.2017
2.4a	http://physikheft.wikidot.com/aufbau-und-funktionsweise-fernrohr	08.01.2017
2.4b	http://lightwatching.de/wp-content/uploads/2014/11/sterne.jpg	08.01.2017
2.5a	http://stationonline.de/2013/11/wie-entsteht-ein-bild-teil-03-das-objektiv/	09.01.2017

Anmerkungen:

Alle nicht genannten Abbildungen entstanden in Eigenarbeit oder mit Hilfe von Herrn Biedermann.

[4] ist nur abrufbar über die Google-Suche mit den Suchbegriffen: „Linsen und Linsensysteme“.