

Titel der Arbeit

BACHELORARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades  
Bachelor of Science  
(B. Sc.)  
im Fach Physik



eingereicht an der  
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
Institut für Physik  
Humboldt-Universität zu Berlin

von  
Herrn Jan-Lukas Krieg  
geboren am 09.01.1995 in Berlin

Betreuung:

1. *Prof. Dr. Thomas Lohse*
2. *Priv.-Doz. Dr. K. Hennig*

eingereicht am:    *10. Februar 1999*

# Widmung

Hier folgt dann eine Widmung.

# Contents

<b>1</b>	<b>Erstes Kapitel</b>	<b>2</b>
1.1	Erster Abschnitt Kapitel 1 . . . . .	2
1.1.1	Erster Unterabschnitt . . . . .	2
<b>2</b>	<b>gamma-Astronomie</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Das Cherenkov Telescope Array</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Pointing von Teleskopen</b>	<b>5</b>
4.1	Koordinatensysteme in der Astronomie . . . . .	5
4.2	Äquatoriales Koordinatensystem . . . . .	5
4.3	irgendwas . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Bildanalyse</b>	<b>6</b>
5.1	CCD Kameras . . . . .	6
5.2	Verwendete Kamera . . . . .	6
5.3	owas . . . . .	6
5.4	Korrelation der Werte . . . . .	6
5.4.1	Abhängigkeit von der Belichtungszeit . . . . .	7
5.4.2	Abhängigkeit vom gain . . . . .	7
5.5	Fazit . . . . .	7

# List of Figures

# List of Tables

# Chapter 1

## Erstes Kapitel

### 1.1 Erster Abschnitt Kapitel 1

#### 1.1.1 Erster Unterabschnitt

Hier soll jetzt mal zitiert werden. [?] tex

# Chapter 2

## gamma-Astronomie

Die Astronomie ist die Wissenschaft des Universums und beschreibt die Bewegung und Eigenschaften von Himmelskörpern wie Planeten oder Galaxien, interstellarer Materie und Strahlung. Die VHE- (very high energy) Astronomie beschäftigt sich mit Strahlungsquellen, die so hochenergetisch sind, dass sie nicht thermischen Ursprungs sind. Diese liegen in der Größenordnung von 100 GeV und darüber. Die Ursache dieser Strahlung kann prinzipiell durch zwei verschiedene Konzepte beschrieben werden:

### 2.1 bottom up

Hierbei werden hochenergetische Photonen durch die Wechselwirkung von hochrelativistischen Teilchen mit Materie (zum Beispiel Gaswolken), Magnetfeldern und anderer elektromagnetischer Strahlung erzeugt. In Magnetfeldern und in Materie können diese Teilchen, sofern sie geladen sind, abgelenkt werden (zum Beispiel durch Bremsstrahlung) und verlieren dadurch Energie (durch sogenannte Synchrotronstrahlung). Bei der Wechselwirkung der relativistischen Teilchen mit Photonen kann es zu einem inversen Comptoneffekt kommen, wodurch diese Photonen Teile des Impulses aufnehmen können.

### 2.2 top down

In diesem Schema wird die Strahlung durch Zerfälle von massiven Teilchen freigesetzt. Diese Teilchen können auch zur dunklen Materie gehören, sodass man hoffen kann, durch diese Forschung Fortschritte auf diesem Gebiet zu machen.

### 2.3 Cherenkov Strahlung

Cherenkov Strahlung tritt auf, wenn geladene Teilchen in Materie schneller als Photonen bewegen und lässt sich analog zum Überschallknall erklären. Das geladene Teilchen polarisiert auf seiner Trajektorie die einzelnen Atome, die somit Licht abstrahlen. Da sich das Teilchen allerdings schneller als das Licht bewegt, kann keine destruktive Interferenz auftreten, sodass sich das Licht in einem Kegel ausbreitet. Der Kosinus des Öffnungswinkels ist invers proportional zur Geschwindigkeit des Teilchens und somit auch zum Impuls

# Chapter 3

## Das Cherenkov Telescope Array

Mit dem Bau des Cherenkov Telescope Arrays (CTA) werden verschiedene Ziele verfolgt:



# Chapter 4

## Pointing von Teleskopen

Das Pointing von Teleskopen beschäftigt sich damit, dass das Teleskop so ausgerichtet wird, wie es erwünscht ist. Häufig ist das Problem, dass die eingestellte Position nicht exakt mit der gewünschten Position übereinstimmt. Gründe dafür können Fehler in der Präzision oder auch die Elastizität einzelner Bauteile sein. Da man die aufgenommenen Daten mit den bekannten Positionen am Himmel vergleichen kann, kann man versuchen ein Modell zu finden, welches die Fehler verkleinert oder im Idealfall sogar eliminiert.

### 4.1 Koordinatensysteme in der Astronomie

Als geeignetes Koordinatensystem für den Betrieb eines Teleskops erweist sich ein mit zwei Winkeln zu beschreibendes System, das den Kugelkoordinaten ähnelt. Der Azimutwinkel behält seinen Namen und zeigt in der Regel bei  $0^\circ$  in Richtung Norden. Der Polarwinkel behält ebenfalls seine Bedeutung und wird Elevation genannt.

### 4.2 Äquatoriales Koordinatensystem

Um die Position von Sternen eindeutig zu identifizieren benötigt man ein weiteres Koordinatensystem, das von der Position des Frühlingspunktes abhängig ist. Von diesem Punkt ausgehend kann jeder Punkt durch die beiden Winkel Rektaszension und Deklination beschrieben werden.

### 4.3 irgendwas

# Chapter 5

## Bildanalyse

Zu Beginn war der MST Prototyp in Adlershof noch nicht mit einem Cherenkovdetektor ausgestattet, sondern nur mit einfachen CCDs. Mit diesen wurde die Helligkeit des Nachthimmels beobachtet.

### 5.1 CCD Kameras

### 5.2 Verwendete Kamera

Das MST ist mit verschiedenen Kameras ausgestattet, wobei nur Bilder der sogenannten Sky-CCD verwendet wurden. Die Sky-CCD ist eine Kamera des Typs Prosilica GC 1350 mit folgenden technischen Daten.

Die Bilder wurden mit drei verschiedenen Belichtungszeiten (1s, 10s und 20s) und vier verschiedenen gain-Verstärkungsstufen (0dB, 7dB, 14dB und 21dB) aufgenommen. Die Bilder wurden in Schwarz-Weiß mit einer Farbtiefe von 8Bit aufgenommen, das heißt jedem Pixel wird ein Wert von 0 bis 255 zugewiesen, wobei der Wert 255 der maximalen Helligkeit entspricht.

### 5.3 owas

Als Bilddaten wurde der Run 199 verwendet, in dem Bilder von bis aufgenommen wurden. Für jedes dieser Bilder wurde der gain und die Belichtungszeit gespeichert sowie ein Histogramm der Helligkeitsverteilung der einzelnen Bilder berechnet. Um ein Maß für die Helligkeit der Bilder zu bestimmen wurde der Median berechnet. Auf das arithmetische Mittel wurde verzichtet, da bei diesem der Einfluss einzelner Pixel bei dunklen Bildern unverhältnismäßig groß werden kann. Zudem wurde noch die Breite des Helligkeitsmaximums bestimmt in dem dieses als normalverteilt angenommen wurde und somit die Breite einer Standardabweichung berechnet wurde.

### 5.4 Korrelation der Werte

Im folgenden soll untersucht werden, wie sich Helligkeit und Breite in Abhängigkeit der Belichtungszeit und des gains verhalten.

### 5.4.1 Abhängigkeit von der Belichtungszeit

Eine längere Belichtungszeit bedeutet, dass die Blende der Kamera länger geöffnet bleibt. Daraus folgt die Erwartung, dass die Anzahl der detektierten Photonen proportional steigt und somit auch der Median der Helligkeitsverteilungen.

### 5.4.2 Abhängigkeit vom gain

## 5.5 Fazit

# Selbst"andigkeitserkl"arung

Text der Selbständigkeitserklärung.