

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

1	Erstes Kapitel	2
1.1	Erster Abschnitt Kapitel 1	2
1.1.1	Erster Unterabschnitt	2
2	gamma-Astronomie	3
2.1	bottom up	3
2.2	top down	3
2.3	Cherenkov Strahlung	3
3	Das Cherenkov Telescope Array	4
4	Pointing von Teleskopen	5
4.1	Koordinatensysteme in der Astronomie	5
4.2	Äquatoriales Koordinatensystem	5
4.3	irgendwas	5
5	Bildanalyse	6
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. Daten ueber diese Objekte werden in der Regel ueber die Detektion von Photonen (sowohl im sichtbaren als auch im unsichtbaren Bereich) gesammelt. Photonen haben den Vorteil, dass sie nicht wie geladene Teilchen durch elektromagnetische Felder abgelenkt werden und deutlich leichter zu detektieren sind als Neutrinos. 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.

2.1 Quellen und Entstehung von hochenergetischer Strahlung

Die Entstehung der hochenergetischen Strahlung lässt sich durch zwei Prinzipien erklären:

2.1.1 bottom up

Hierbei werden hochenergetische Photonen durch die Wechselwirkung von hochrelativistischen Teilchen erzeugt. Durch fliegen zum Beispiel geladene Teilchen durch Materie wie eine Gaswolke so werden durch Bremsstrahlung bei Annäherung der Teilchen an die Atome des Mediums Photonen abgestrahlt. Einen Spezialfall der Bremsstrahlung erhält man, wenn man die geladen Teilchen durch die Lorentzkraft in Magnetfeldern ablenkt. Die emittierte Strahlung wird in diesem Fall Synchrotronstrahlung genannt. Desweiteren können Photonen auch durch den inversen Comptoneffekt einen Teil des Impulses aufnehmen.

2.1.2 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.

2.2 Detektion von Strahlung

Da die Erdatmosphaere nicht fuer jede Strahlung durchsichtig ist, bietet sich die Moeglichkeit Teleskope im Weltall zu platzieren oder durch indirekte Messung am Boden Daten zu sammeln. Im folgenden wird sich mit der zweiten Variante beschaeftigt.

2.2.1 Luftschauder

Treten hochenergetische Photonen in die Materie ein, so wechselwirken sie mit dieser ueber Paarbildung. Das entstehende Elektron bzw Positron verliert daraufhin Energie durch Bremsstrahlung, worauf die entstehenden Photonen wieder durch Paarbildung wechselwirken koennen. Somit steigt die Anzahl der Teilchen exponentiell an und die durchschnittliche Energie nimmt exponentiell ab, bis die Teilchen ionisierend sind und der Schauer verschwindet. Die entstehenden Teilchen lassen sich nicht direkt nachweisen, da der Schauer bereits in einer Hoehe von ca 10km verschwindet.

2.2.2 Cherenkov Strahlung

Cherenkov Strahlung tritt auf, wenn geladene sich Teilchen in Materie schneller als Photonen bewegen und lässt sich analog zum Äœberschallknall erklären. Das geladene Teilchen polarisiert auf seiner Trajektorie die einzelnen Atome, die somit Licht sphäerisch abstrahlen. Da sich das Teilchen allerdings schneller als das Licht bewegt, entsteht ein Kegel konstruktiver Interferenz. Somit entsteht ein Lichtblitz, der sich kegelfoermig mit dem Oeffnungswinkel $\theta = \arccos\left(\frac{1}{\beta n}\right)$ ausbreitet.

2.2.3 Detektion mit Teleskopen

Da aufgrund der Atmosphaere weder das primaere Photon noch die Teilchen des Luftschauders detektiert werden koennen, versucht man die Cherenkovstrahlung, die durch den Luftschauder entsteht zu detektieren. Dazu muss eine grosse Flaeche abgedeckt werden, da selbst bei vertikaler Einstrahlung der Schauer einen Durchmesser von ca 250m haben kann

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° 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 Rechtszension 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

Chapter 6

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.

6.1 CCD Kameras

6.2 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.

6.3 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.

6.4 Korrelation der Werte

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

6.4.1 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.

6.4.2 Abhängigkeit vom gain

6.5 Fazit

Selbst"andigkeitserkl"arung

Text der Selbständigkeitserklärung.