

Automatisierte Justierung der Spiegelfacetten der H·E·S·S· Cherenkov–Teleskope

René Cornils

für die H·E·S·S·–Kollaboration



II. Institut für Experimentalphysik
Universität Hamburg

DPG Frühjahrstagung, Bonn 2001



1. Aufbau der H·E·S·S· Cherenkov–Teleskope
2. Spiegelfacettenmechanik und Justierverfahren
3. Hardware zur Steuerung der Aktuatormotoren
 - (a) Aufbau
 - (b) Merkmale
 - (c) Tests
4. Test der Aktuatoren
5. Zusammenfassung

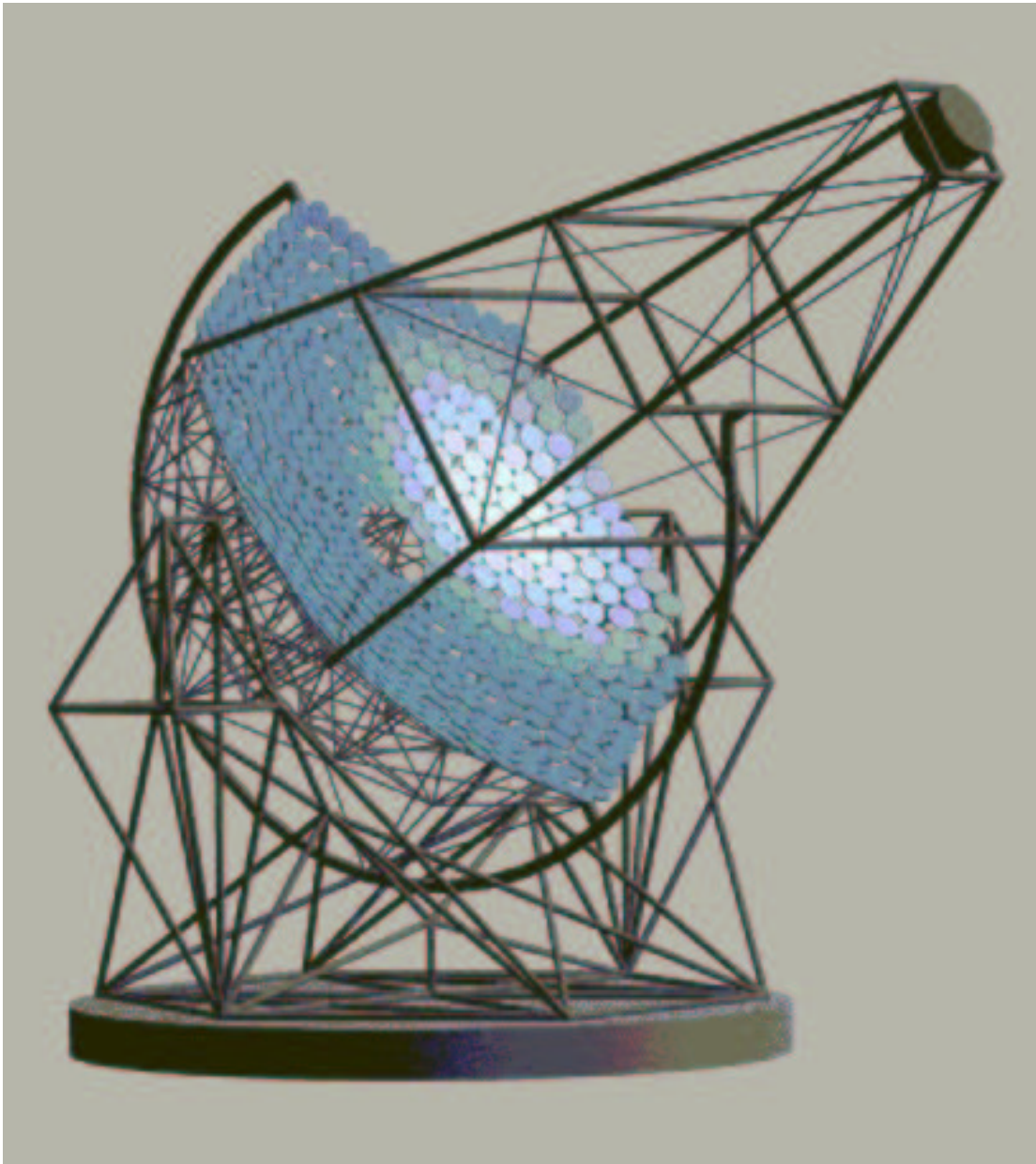


bmb+f - Förderschwerpunkt
Astro-Teilchenphysik
Großgeräte der physikalischen
Grundlagenforschung

Aufbau der H·E·S·S· Teleskope

Gamma–Astronomie im 100 GeV Bereich

- 🔺 15 m Fokallänge
- 🔺 13 m Spiegeldurchmesser / 108 m² Fläche
 - 380 Spiegelfacetten / 60 cm Durchmesser
- 🔺 960 Pixel á 0,16° / 5° Gesichtsfeld



Motorisch justierbare Spiegelfacetten und Justierverfahren

Spiegelfacetten mit Justiermechanik

Verstellbereich:

$\pm 3^\circ$ (Fokalebene)

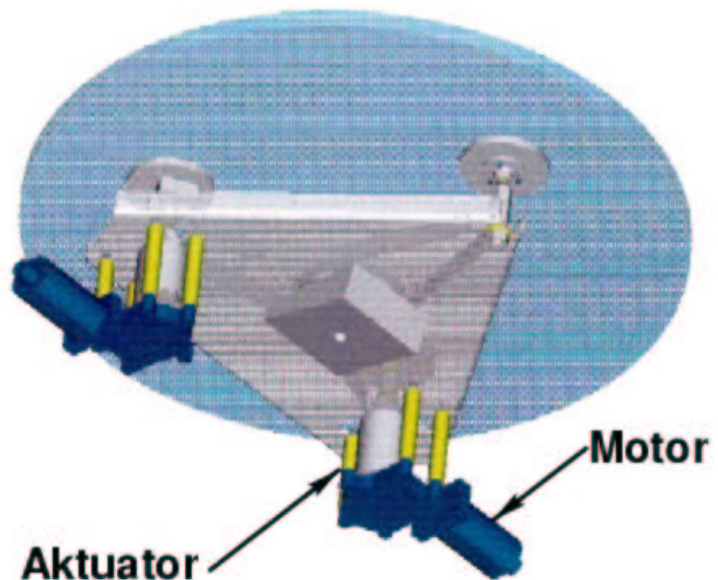
Schrittweite:

$0,0016^\circ$

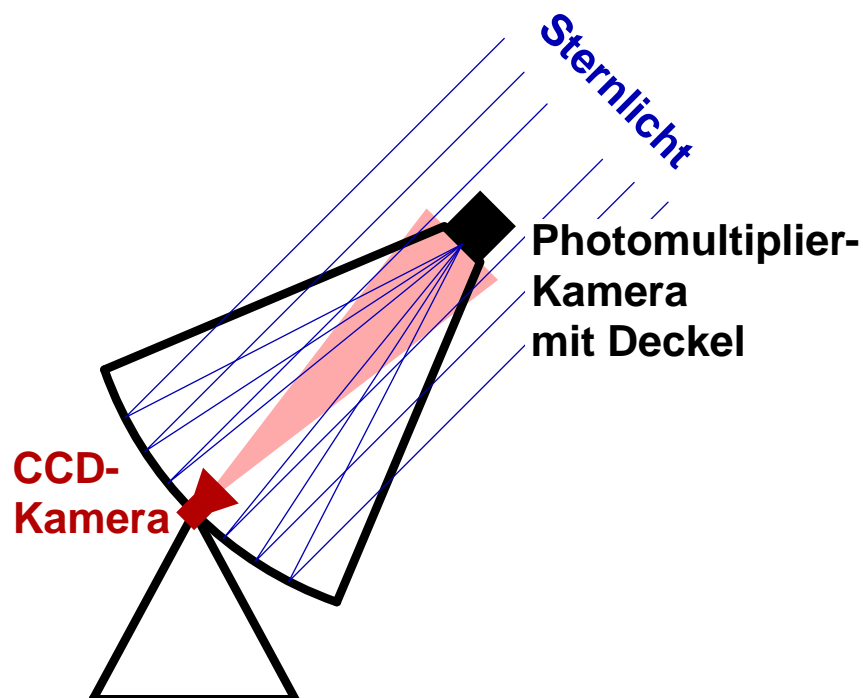
Justier-

Genauigkeit:

$0,0057^\circ$

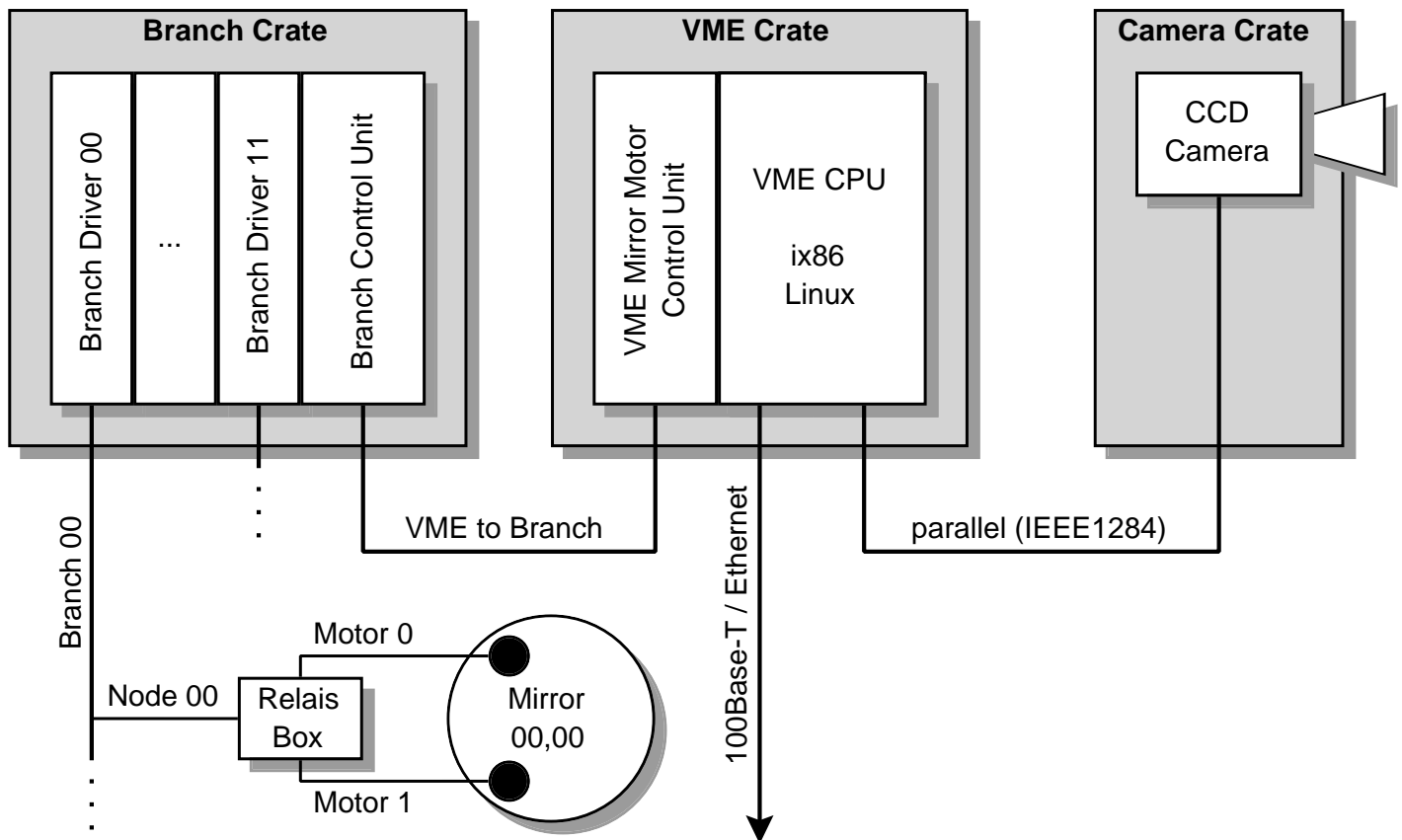


Schematische Darstellung des Justierverfahrens



Punkförmige Abbildung eines Sterns ($m < 3$)

Aufbau der Steuerungshardware



32 Spiegelfacetten / 64 Motoren pro Branchkabel

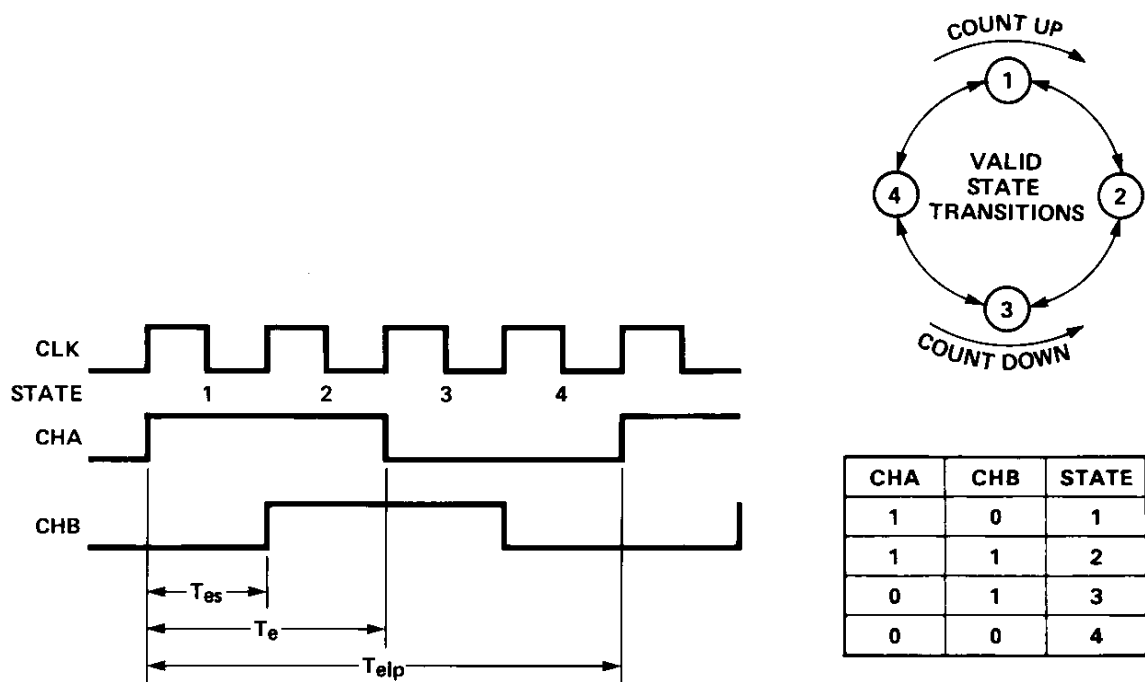
- Steuerkabel mit 18 Leitungen:
 - 2 × 8 zur Motoradressierung,
 - 2 für die Hallsensoren
- Betriebskabel mit 2 Leitungen zur Spannungsversorgung

12 Branchkabel pro Teleskop für bis zu 384 Spiegelfacetten / 768 Motoren

Merkmale der Steuerung

- 🚩 **Positionszähler:** zwei um 90° versetzte Hallsensoren auf der Motorwelle (keine Schrittmotoren), spezieller Decoderbaustein
- 🚩 **acht Motorgeschwindigkeiten:** gepulste Gleichspannung mit variablem Puls–Pause–Verhältnis
- 🚩 **Motorabschaltung:** bei ausbleibenden Hallsignalen (keine Endschalter)
- 🚩 **Motorpositionierung:** Motorabschaltung bei Erreichen der Zielposition

Zustandsdiagramm der Hallsignale zur Generierung der Bewegungs– und Richtungsinformation



Test der Steuerung

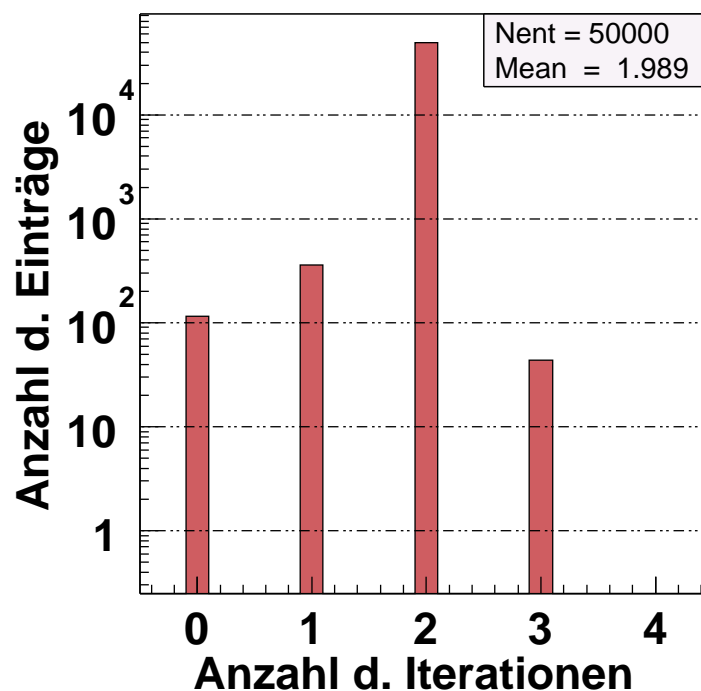
📡 **Positionszähler:** Test, ob Störsignale zu Falschzählungen führen

- keine Abweichung zwischen Zählerwert und Motorposition nach fast 25 Millionen Zählerimpulsen

📡 **Motorpositionierung:** Messung der nötigen Iterationen zur Erreichung des Zielpunktes

- durchschnittlich zwei Iterationen
- maximal drei Iterationen

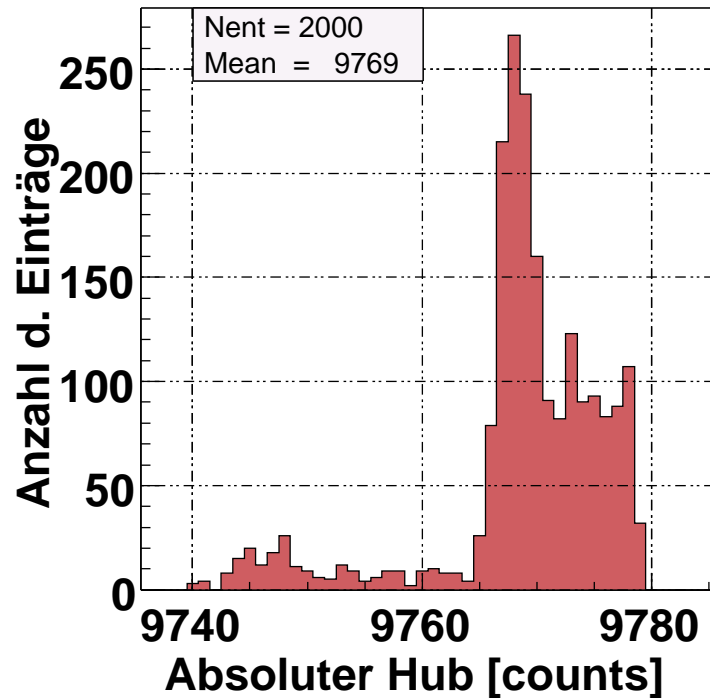
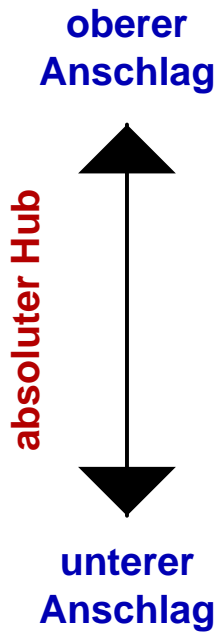
Zahl der nötigen Anfahrten



Testergebnis: Genauigkeit Motorpositionierung $< 0,0016^\circ$

Test der Aktuatoren

Absoluter Hub eines Aktuators



Testergebnis: relative Ungenauigkeit von 0,41%

Zusammenfassung

- 🚀 Fast 400 Spiegelfacetten pro H·E·S·S·
Cherenkov–Teleskop
 - Manuelle Justierung aufgrund des enormen Aufwands unpraktikabel
 - Motorisch justierbare Spiegelfacetten
 - Günstige Gleichstrommotoren zur Kostenreduktion
 - 🚀 Spezielle Hardware zur Ansteuerung sämtlicher Aktuatormotoren
 - Test der Elektronik und der Positionierung
 - Test des Zusammenwirkens mit Aktuatormechanik
- ⇒ **Gesamtsystem erfüllt die Erwartungen**

