

**THE UV LASER CALIBRATION  
SYSTEM  
OF THE L<sub>3</sub> EXPERIMENT AT LEP  
AND STUDIES FOR FUTURE  
DEVELOPMENT OF THIS METHOD**

A dissertation submitted to the  
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY ZÜRICH  
for the degree of  
Doctor of Natural Science

presented by

Roberto Fabbretti  
Dipl. Phys. ETH  
born on the 10 *th* of June 1962  
Swiss nationality

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Hans Hofer, examiner  
ETH Zürich

Dr. Paul G. Seiler, co-examiner  
PSI Villigen

1992



0015

# Abstract

The  $\text{l}_3$  muon spectrometer is the largest subdetector system of the  $\text{l}_3$  detector at the Large Electron Positron collider ( LEP ) / CERN. In order to reach the muon momentum resolution of  $\frac{\Delta p}{p} = 2.5\%$  ( at 45 GeV ) the 80 drift chambers of which it is composed had to be aligned extremely precisely in the 0.51 T homogeneous magnetic field of the  $\text{l}_3$  magnet. An essential tool for this is the  $\text{l}_3$  muon spectrometer ultraviolet laser system. Its pulsed laser beams, which simulate straight trajectories of " infinite momentum " muons, are used to verify the alignment of each module of the  $\text{l}_3$  muon spectrometer and to monitor its stability over time.

This thesis gives, after a short theoretical description of the UV laser calibration method and a short review of its use in the four LEP experiments, an in depth description of the UV laser calibration system of the  $\text{l}_3$  experiment, its data acquisition and evaluation. The results, showing that the stringent alignment requirements were successfully met, are presented and discussed. Limitations of the existing system are explained. The promising results of studies to improve the precision of the ultraviolet laser based calibration method beyond the needs of  $\text{l}_3$  at LEP are presented.

# Zusammenfassung

Das  $\text{l}_3$ -Myonspektrometer ist das grösste Detektorsystem des  $\text{l}_3$  Experiments am LEP / CERN. Um eine Auflösung von  $\frac{\Delta p}{p} = 2.5\%$  ( bei 45 GeV ) zu erreichen, müssen die 80 Driftkammern des Myonsspektrometers, die sich in einem 0.51 T homogenes Magnetfeld befinden, sehr präzis ausgerichtet werden. Dazu war das UV-Laser-Kalibrationssystem des  $\text{l}_3$ -Spektrometers ein unentbehrliches Werkzeug. Seine gepulsten Laserstrahlen, die gerade Spuren von Myonen von " unendlichem Impuls " simulieren, wurden gebraucht um die Ausrichtung jedes Myonspektrometermoduls zu messen und um ihre Stabilität zu verifizieren.

Diese Arbeit gibt nach einer kurzen theoretischen Einführung in die UV-Laser-Eichungsmethoden, einen Ueberblick ihrer heutigen Benützung in den vier LEP Experimente. Insbesondere wird eine detaillierte Darstellung des  $\text{l}_3$ -Myonspektrometer-Laser- Kalibrationssystems, der Datenaufnahme und der Datenauswertung, gegeben. Resultate werden vorgestellt und diskutiert, die zeigen, dass die strengen Ausrichtungsvorschriften erfolgreich erreicht wurden. Die Einschränkungen des heutigen Systems werden erläutert. Zu Ende werden vielversprechende Resultate einer Studie vorgestellt, die zeigen wie die Genauigkeit der UV-Laser-Eichungsmethode verbessert werden kann.