



Versuch Mikrokanalplatten-Detektor

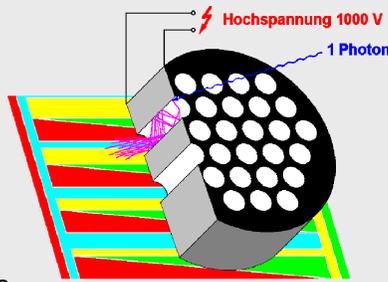
EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN



Jürgen Barnstedt, Institut für Astronomie und Astrophysik

Der Mikrokanalplatten-Detektor

Mikrokanalplatten (*micro channel plates*, MCPs) bestehen aus Glas und besitzen mikroskopisch kleine Kanäle (\varnothing 12 μm , Abstand 15 μm), deren Oberfläche schwach leitend ist. Die Ober- und Unterseite ist metallisch leitend. Bei angelegter Hochspannung wirken die einzelnen Kanäle als Elektronenvervielfacher-Kanäle. Pro registriertem Photon treten 10^4 Elektronen aus einem Kanal aus. Beim ORFEUS-Detektor mit 3 hintereinander geschalteten MCPs sind es bis zu 10^8 Elektronen pro Photon. Eine Keil-Streifen-Anode sorgt für eine X/Y-Kodierung der Ortsposition. Die angeschlossene Elektronik berechnet zu jedem Photon die X/Y-Koordinaten. Ein Computer integriert Bilder aus einzelnen Photonen auf.

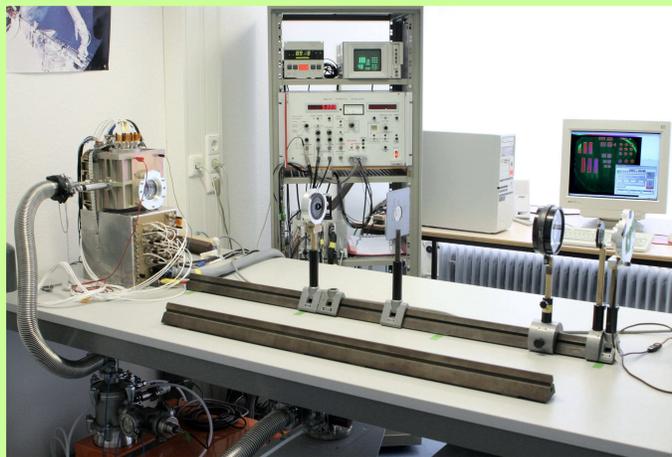


Das ORFEUS-Teleskop



Der im Praktikum verwendete Mikrokanalplatten-Detektor wurde in unserem Institut für das Weltraumteleskop ORFEUS entwickelt und gebaut. Er diente als Lichtempfänger für UV-Spektren, die mit einem Echelle-Spektrometer im Bereich 90-140 nm erzeugt wurden. Das Teleskop wurde bei zwei Missionen 1993 und 1996 auf dem deutschen Wissenschaftssatelliten ASTRO-SPAS eingesetzt. Der im Praktikum verwendete Detektor war als Ersatz für den tatsächlich geflogenen Detektor vorgesehen, und ist damit genauso weltraumtauglich aufgebaut.

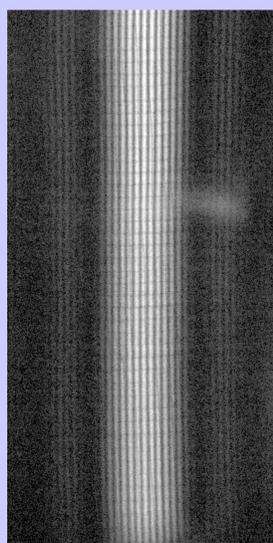
Der Versuchsaufbau



- UV-Stablampe (Quecksilberdampf, 254 nm), mit Streuscheibe
- Irisblende, Kondensor und Linse (Quarzoptik)
- Testmaske als Objekt, Lochmaske vor dem Detektor
- Detektor (mit Quarzfenster statt Verschluss), Hochspannungseinheit und Vakuumpumpe
- Auswerte-Elektronik mit Interfacebox
- Windows 2000 PC mit Steuer- und Datenerfassungs-Software
- Oszillograf und analoger X/Y-Speicherbildschirm mit variabler Nachleuchtdauer

Doppelspaltversuch und Welle-Teilchen-Dualismus

Der Versuchsaufbau eignet sich hervorragend zur Demonstration des Welle-Teilchen-Dualismus mit Hilfe des Doppelspaltversuchs. Dies ist kein Bestandteil des Praktikumsversuchs, aber die notwendigen Teile – Doppelspalt und Lichtquelle mit schmalen Austrittsspalt – stehen zur Verfügung und werden z.B. bei öffentlichen Veranstaltungen häufig präsentiert. Bei der geringen Zählrate von ca. 100 Photonen pro Sekunde werden erst nach wenigen Minuten die typischen Interferenzstreifen auf dem Bildschirm sichtbar – regelmäßig ein Aha-Erlebnis für die Beobachter..



Versuchsteile

- Untersuchung von Testimpulsen mit dem Oszillografen
- Dunkelstrom und Empfindlichkeit für sichtbares Licht
- Impulshöhenverteilung (gemittelt und lokal)
- Ausgasen der MCP-Oberflächen bei hoher Zählrate
- Gleichmäßig ausgeleuchtetes Bild: Homogenität von Empfindlichkeit und Verstärkung, Poisson-Statistik
- Brennweitenbestimmung nach dem Besselverfahren: Fokussierung eines Objekts bei geringen Zählraten
- Totzeit und Effizienz
- Linearitätseichung: Bestimmung der Parameter der Bildverzerrung, Formel für Bildkorrektur

Lernziele

- Funktionsweise der Mikrokanalplatten mit Keil-Streifen-Anode
- Elektronisches Prinzip der Ladungsverstärkung
- Rauschen und Statistik photonenzählender Systeme
- Abbildungseigenschaften des Detektors
- Totzeitverhalten der Elektronik
- Optik: Linsengesetz und Dispersion
- Handhabung von Oszillografen