

8. Konsequenzen

8.1 Bilanz der Eichung der schnellen Modes

Die Ziele der Eichung in den schnellen Modes, beschrieben in 4.7, wurden in der Neuried und Orsay folgendermaßen verwirklicht:

Ziel	Timing Mode	Burst Mode
Amplification/Gain (Temperatur)	noch durchzuführen	noch durchzuführen
Amplification/Gain (Rate)	noch nicht vollständig (Raten nicht realistisch)	noch nicht ausreichend durchgeführt: nur 2 Meßpunkte
Amplification/Gain (Photonen-Energie)	noch nicht vollständig (Energiebereich < 1200 eV fehlt)	noch nicht ausreichend durchgeführt: nur 2 Meßpunkte
CTE(Temperatur)	noch durchzuführen	noch durchzuführen
CTE(Rate)	noch nicht vollständig (Raten nicht realistisch)	noch nicht ausreichend durchgeführt: nur 2 Meßpunkte
CTE(Photonen- Energie)	noch nicht vollständig (Energiebereich < 1200 eV fehlt)	noch nicht ausreichend durchgeführt: nur 2 Meßpunkte
Energieauflösung	vollständig durchgeführt	vollständig durchgeführt
Zeitauflösung	exzellent verifiziert	exzellent verifiziert

In einigen Bereichen konnte die Eichung nur teilweise durchgeführt werden, da die Fokus-Messungen nicht den ursprünglich gedachten Erfolg brachten.

Die Messungen nach der Schlitz-Fokus-Methode konnte nicht ausgewertet werden, da die Fokusmessungen der PANTER-Eichung nicht mit den Schlitzmessungen der Orsay-Eichung vergleichbar waren (siehe 7.1). Auch konnten eine Reihe von Fokusmessungen nicht ausgewertet werden, da bei der PANTER-Eichung Schlitzmessungen im Timing-Mode gar nicht und im Full Frame Mode nur bei einer Energie durchgeführt wurden. Man wußte vor der Kalibration nicht, daß die einzelnen Modes unterschiedlich verstärken, und dachte, Full Frame-Schlitzmessungen mit Timing-Fokusmessungen vergleichen zu können. Diese Annahme stellte sich als falsch heraus (siehe 7.2 und 7.3).

Zudem ging man von einer linearen Verstärkung aus oder realisierte vielmehr nicht, daß sich der Partial-Event-Effekt so stark auswirkt.

Untersuchungen über Ratenabhängigkeit erwiesen sich mit Fokus-Messungen als undurchführbar, da die fünf gemessenen Positionen für eine Spalte immer nur zwei verschiedene Raten erbrachten – zu wenig, um konkrete Aussagen machen zu können.

Die am PANTER vorgenommenen Messungen vor der Umstellung der Rückkontaktspannung sind im Endeffekt für eine Eichung unbrauchbar, da das CCD, wie schon gesagt, bei dieser Rückkontaktspannung andere Eigenschaften besitzt und die CTE vor der Umstellung wesentlich schlechter war als nachher (siehe 7.4.3.1).

8.2 Störfälle an der Kamera während der Eichung

Während der gesamten Eichung kam es zu drei ernstzunehmenden Störfällen am FM-Modell:

8.2.1 Ausfall des Quadranten 2

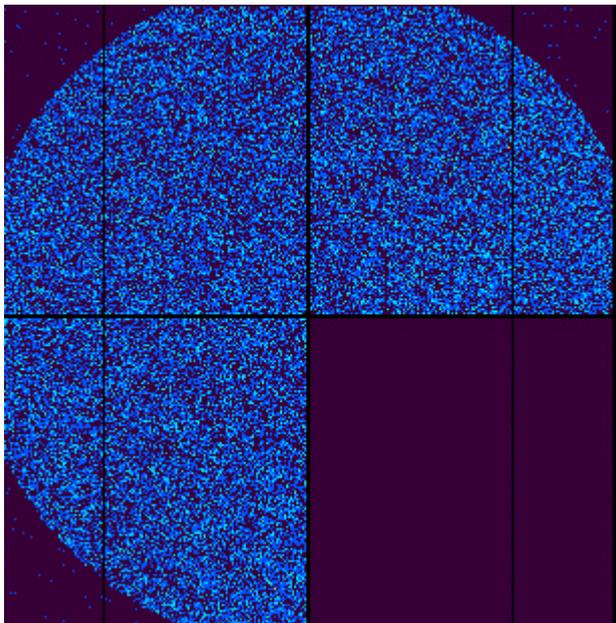


Abbildung 8-1: Das Array nach Ausfall des Quadranten 2 bei einer Al-K-Flat-Field-Bestrahlung

Nach 32 Meßtagen an der PANTER-Testanlage fiel der Quadrant 2 des Arrays am 20. März vollkommen aus. Während der PANTER-Eichung schaffte man es nicht mehr, ihn wieder zu aktivieren. Nachdem man die Eichung abgeschlossen, die Temperatur im Vakuum-Tank wieder auf Umgebungstemperatur erhöht und den Druck auf Normaldruck gebracht hatte, funktionierte der Quadrant 2 wieder.

Spätere Untersuchungen konnten keine Fehler feststellen. Man vermutet, daß ein Problem bei der Spannungszuführung vorlag, sicher weiß man aber nicht, aus welchem Grund der Quadrant 2 ausfiel.

8.2.2 „Fingerabdruck“

Gegen Ende der PANTER-Messung stellte man auf dem CCD eine Art Schleifspur fest, die man als „Fingerabdruck“ bezeichnete. Dieses Phänomen hing mit der Rückkontaktspannung zusammen. Das Potentialminimum, in dem sich die durch Photoneneinfall generierte Ladungswolke sammelt, lag zu nahe am Inner-Substrate (Es handelt sich hierbei um eine nicht vollständig depletierte Schicht des CCDs, die auf Null-Potential liegt). So konnte an gewissen Stellen Ladung verlorengehen. Es gelang, diesen Effekt durch die Änderung der Rückkontaktspannung des CCDs auszuschalten.

8.2.3 Notwendigkeit zum „bad“-setzen von CCD 1 im Quadranten 0

Als die MAXI-Kamera im LURE in Orsay integriert worden war und erste Daten genommen worden waren, hatte man Probleme mit dem Quadranten 0. Während des Termal-Vakuum-Tests war es zu einer Kontamination des CCDs mit Eis gekommen, da zuvor nicht lange genug ausgegast worden war. Dies führte zu einem Kurzschluß im CCD 1 des Quadranten 0. Die im CCD deponierte Ladung konnte vor diesem Kurzschluß nicht mehr detektiert werden, weil sie durch den Kurzschluß abfloß. Des weiteren stellte man fest, daß auch der Rest des CCD 1 in Quadrant 0 Störungen verursachte. Man entschloß sich, dieses CCD komplett „bad“ zu setzen, was bedeutet, daß alle Informationen, die von diesem CCD kommen, nicht weitergeleitet werden.

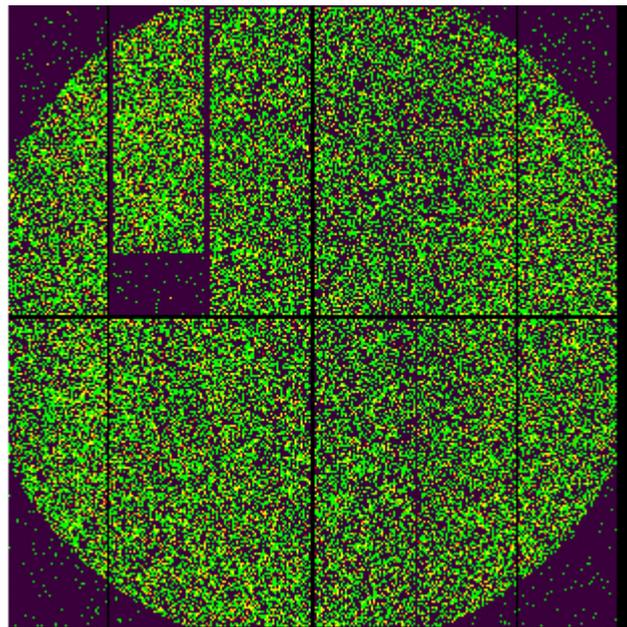


Abbildung 8-2: Kurzschluß in CCD 1 des Quadranten 0; aus dem dunklen Bereich in CCD 1 kann keine Ladung detektiert werden

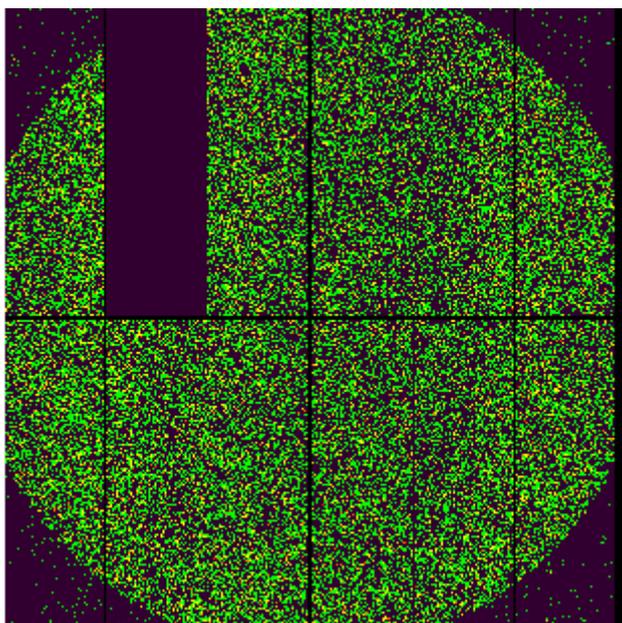


Abbildung 8-3: CCD 1 in Quadrant 0 wird "bad"-gesetzt

Gegen Ende der Orsay-Eichung wurde das CCD 1 noch einmal getestet mit dem Resultat, daß der Kurzschluß immer noch vorhanden war, die restlichen Störungen des CCDs jedoch nicht mehr beobachtet werden konnten.

Dieser Ausfall kann nicht mehr behoben werden, da die CCDs nicht einzeln austauschbar sind. Der Detektor verliert durch den kompletten Ausfall des CCD1 des Quadranten 0 mehr als 1/12 seiner Beobachtungsfläche.

8.3 Leistungsfähigkeit des CCDs

Wichtige Kriterien zur Charakterisierung der Leistungsfähigkeit des pn-CCDs sind neben Amplifikation, Gain und CTE insbesondere das spektrale Auflösungsvermögen und die Quanteneffizienz.

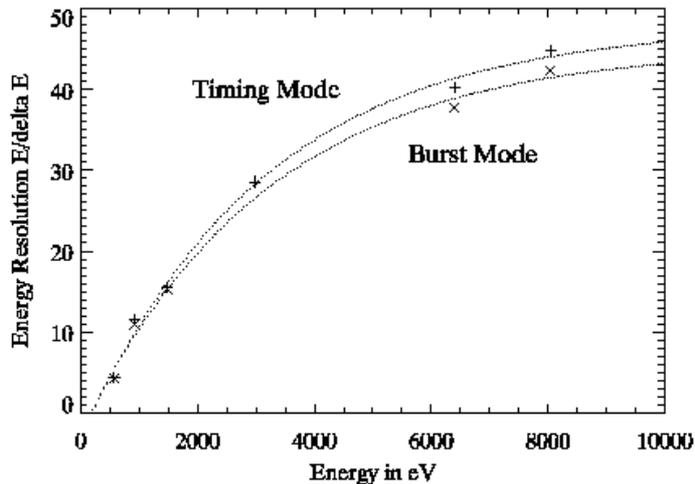


Abbildung 8-4: Energieauflösung in Timing und Burst Mode

Es ergeben sich für das spektrale Auflösungsvermögen die besten Werte in direkter Nähe des CAMEX. Hier erreicht man mit dem FM-Modell eine Auflösung von 135 eV bei 6,4 keV im Full Frame Mode.¹⁷

Abbildung 8-4 zeigt die Spektrale Auflösung in Timing und Burst Mode in $E/\Delta E_{(FWHM)}$. Im Timing Mode wurden die Daten aus verschiedenen Spalten Gain-korrigiert, eine Gausverteilung wurde an Singel-Event-Spektren gefittet. Im Burst Mode wurde zusätzlich eine CTE-Korrektur für den Auslesevorgang durchgeführt. Der Timing Mode zeigt eine leicht bessere Energieauflösung als der Burst Mode.¹⁸

Die hauptsächlich in Orsay untersuchte Quanteneffizienz erreicht schon bei kleinen Energien sehr gute Werte mit 80% bei 0,27 keV bis hin zu 100% bei 1 keV. Aufgrund der 280 μm dicken Depletionszone des pn-CCDs bleibt die Quanteneffizienz bei 100% bis zu Energiewerten von 8 keV, bevor sie dann abfällt. Selbst bei 15 keV liegt die Quanteneffizienz immer noch bei 50%.¹⁹

Trotz allem ist man mit dem FM-Modell nicht zufrieden, da die CTE verbesserungswürdig ist und die Energieauflösung eventuell noch gesteigert werden könnte. Außerdem können aufgrund der aufgetretenen Störungen Teile des Arrays (siehe 8.2.3) nicht benutzt werden. Auch in „kosmetischer Hinsicht“ (schlechte Spalten bzw. Pixel) ist das CCD noch zu verbessern.

8.4 Hoffnung: Das Flight Spare- Modell

Es besteht die Möglichkeit, das FM durch ein Ersatz-Modell, das sogenannte Flight Spare-Modell auszutauschen, wenn man davon ausgehen kann, daß dieses Modell funktionstüchtiger ist als das FM. Auf jeden Fall sollte das Flight Spare mindestens ebenso gut kalibriert sein wie das FM. Zur Zeit wird das Flight Spare-Modell am MPE integriert. Mit diesem Modell wird man noch einmal Eichmessungen durchführen.