



GRISU, Messungen und Ergebnisse

Statusbericht

Sven Löchner

GSI Darmstadt



Erinnerung...

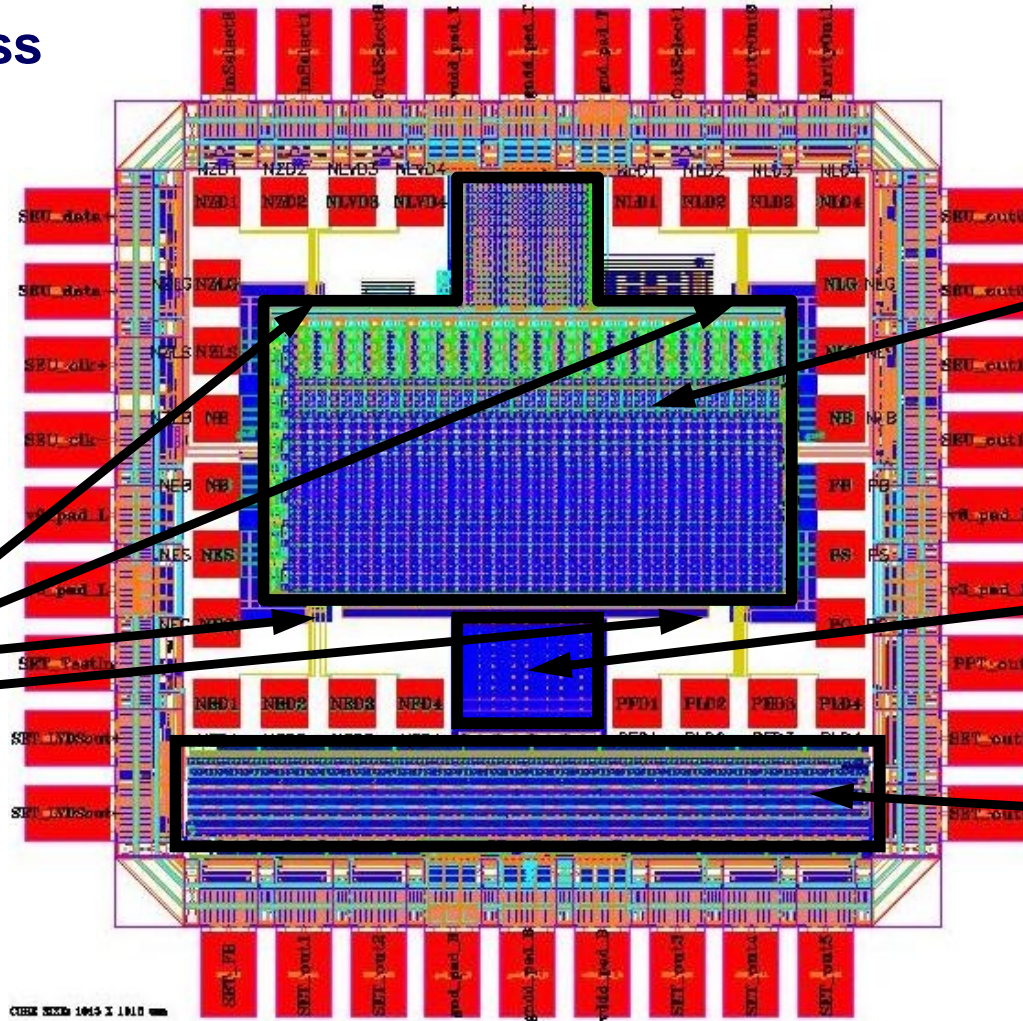
EE-Gruppenvortrag am 23.4.2007:

- **GRISU-Projekt zur Untersuchung von:**
 - **Single Event Effects (SEE)**
(speziell Single Event Upset (SEU) und Single Event Transient (SET))
 - **Total Ionising Dose (TID) Effekten**
(speziell Leckstromverhalten und Threshold-Verschiebung)
- im **UMC 0.18 μm Prozess**
- **Tape-out Mitte Februar 2007**
- **Inbetriebnahme Testchip Anfang Juni 2007**



GRISU Chip

- UMC 0.18 Prozess
- 1,5 x 1,5 mm²
- 64 pads
 - 28 core pads
 - 36 std. pads



Teststrukturen für TID Messungen

Teststrukturen für SEU Messungen

Ringoszillator für TID / SEU Messungen

Teststrukturen für SET Messungen, Q_{crit}



Inbetriebnahme

- **Zunächste Probleme bei der Inbetriebnahme des GRISU-Testchips:**
 - **Zu große Stromaufnahme**
 - **LVDS-Ausgangstreiber liefern teilweise falsche Ausgangspegel bzw. keine Ausgangssignale**
- ⇒ **Fehler im Layout des Chips:**
 - **pMOS Transistor Bulk an 1,8 V Core Spannung angeschlossen, Drain an 3,3 V Pad Spannung => Diode !!!**
- ⇒ **Lösung:**
 - **Betrieb der Ein-/Ausgangspads mit 1,8 V**



Laboregebnisse

- Ringoszillator bestehend aus 2000 Minimum-Size Invertern funktioniert
- Alle Teststrukturen für SEU und SET Messungen funktionieren
- Alle Test- und Ansteuerungsmöglichkeiten funktionieren

Jedoch:

- Grosse Abweichung zwischen Simulation und Messung für die Schaltzeiten eines Minimum-Size Inverters:

$$t_{\text{sim,typical}} = 31,7\text{ps} \Leftrightarrow t_{\text{measurement}} = 46..49\text{ps} \quad (\sim 50\% \text{ langsamer !!!})$$

⇒ noch nicht genau verstanden

(vgl. auch: Status Report DANTE, Harald Deppe, EE-Gruppenmeeting 5.11.2007)



SEU/SET-Test (I)

- Messungen der Zustandsänderungen der 16 verschiedenen Teststrukturen
- Auslesehardware: Xilinx Spartan-3E Starter Kit
 - 44 verfügbare I/O Pins (SE und LVDS)
 - 8 Status LEDs
 - 2 RS232 Schnittstellen
 - Programmierung via USB-Schnittstelle
- Datenaufnahme via TLA Logic Analyzer

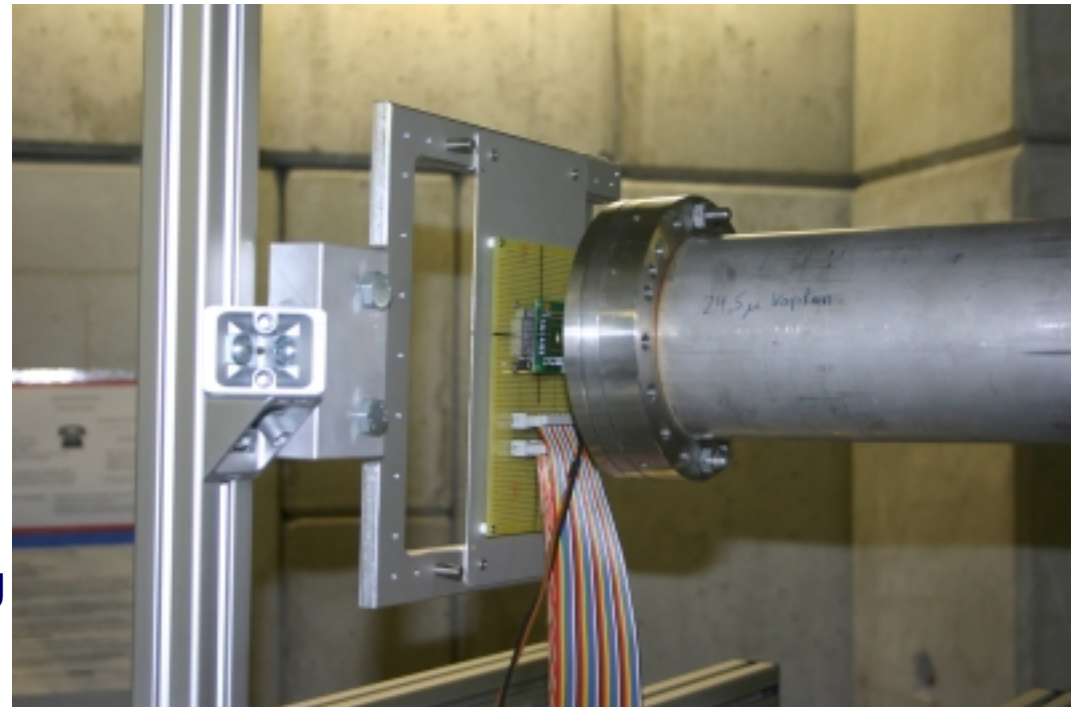




SEU/SET-Test (II)

Heavy Ion SEU Test

- Bestrahlungsort X6 (Biophysik)
- 2.10. bis 4.10.2007
- C-12
- 11,4 MeV/AMU (Austrittsfenster)
- $1 \cdot 10^6 \dots 5 \cdot 10^7 \text{ p}/(\text{cm}^2 \text{ s})$
Jedoch keine Möglichkeit der genauen Messung, da bei diesem Strahltest keine Ionisationskammer zur Verfügung stand.
- **Funktionaler Test des Aufbaus und der Auslekette, Kennenlernen der Testumgebung, mögliche Verbesserungen?**



Bestrahlungsaufbau



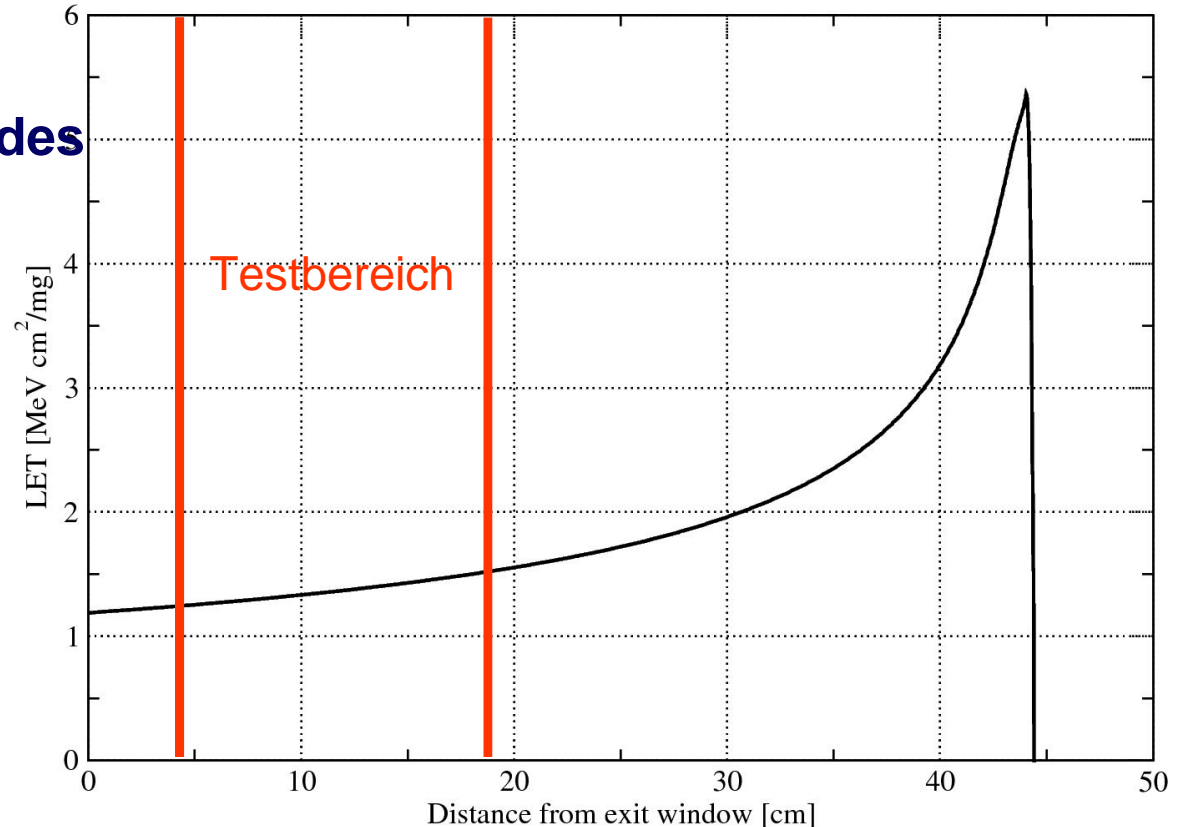
Simulation LET

LET (Linear Energy Transfer) vs. Wegstrecke in Luft:

- Strahlenergie nimmt entlang des Weges ab
- LET nimmt jedoch zu
- => Möglichkeit der LET-Änderung durch verschieben des Testaufbaues
- Max. Energieübertrag: 43cm

Simulation berücksichtigt:

- 25µm Kapton (Austrittsfenster)
- 10µm Silizium (ASIC)





SEU/SET - Zusammenfassung

Zusammenfassung Messdaten:

- 14h25m Daten aufgezeichnet
- Auslekette funktioniert
- ~3950 Ereignisse in der SET-Teststruktur gesehen
 - Erste Abschätzung der kritischen Ladung möglich
- ~8700 SEU-Ereignisse in den FF gesehen
- 3 GRISU-Chips haben den Bestrahltest funktional bestanden
- ...



SEU/SET - Fragen

ABER:

- **Kein Aussage über Wirkungsquerschnitte möglich**
- **Teilweise Probleme mit der Datenübertragung der SEU-Ergebnisse bei großen Frequenzen**

noch nicht verstanden:

- **Warum nimmt die SET-Rate mit der Bestrahlungsdauer ab?**
- **Warum steigt die Stromaufnahme über die Dauer der Bestrahlung an?**
- **Warum ist die kritische Ladung kleiner als erwartet?
(Eventuell ist die sensitive Eindringtiefe deutlich größer)**



Weitere Schritte

Verbesserungen beim nächsten Bestrahltest (Mitte Februar)

- **Änderung der Auslekette (kein TLA mehr, sondern Auslese der FPGA-Zählerstände via RS232 zum Laptop)**
- **Änderung des Messprogramms, Anpassung an die 5ms Strahl / 10 Hz**
 - **Laden der Testmuster in die FlipFlops (geringere Datenübertragung)**
 - **Starten des Messprogramms bei unterschiedlichen Frequenzen (25...300MHz)**
 - **Auslesen der FlipFlops mit den veränderten Inhalten (geringe Datenübertr.)**
- **Genauere Überwachung der Stromaufnahme**
- **Ionisationskammer zur genauen Bestimmung der Wirkungsquerschnitte der verschiedenen FlipFlops**
- **Rotieren des Aufbaues zur Untersuchung der sensitiven Eindringtiefe**