

CMS Pixeldetektorupgrade Phase 1

Handbuch

HDI Test

Benedikt Vormwald – Universität Hamburg

8. April 2015

Dieses Handbuch beschreibt schrittweise die Durchführung des Tests des HDI im Zusammenhang mit der Pixeldetektor-Modulproduktion 2015 an der Universität Hamburg für das Phase1-Upgrade des CMS Pixeldetektors.

Inhaltsverzeichnis

1 Kontaktpersonen	2
2 Aufbau des Teststandes	2
3 Sichtkontrolle	2
4 Vorbereitung der elektronischen Tests	2
5 Elektronische Tests	8
5.1 Test der Datensignalausgabe	8
5.2 Clock-Test	9
5.3 CTR-Test	10
5.4 SDA-Test	10
5.5 HV-Test	11
6 Abschließende Sichtkontrolle	12
7 Außerbetriebnahme	12

1 Kontaktpersonen

Bei Problemen mit dem Messaufbau sowie bei unerwartetem Ergebnissen kontaktieren Sie **Adrian Perieanu** (Telefon: 2115, Büro: Geb. 68/ Raum 112) oder **Benedikt Vormwald** (Telefon: 2192, Büro: Geb. 68/ Raum 123).

2 Aufbau des Teststandes

Abbildung 7 zeigt den Aufbau des HDI-Teststandes. Er besteht aus einem DAQ-Computer (nicht abgebildet), einer digitalen Testbox mit Moduladapter, zwei Signalweichen sowie ein Hochspannungsnetzteil (nicht abgebildet, Abbildung 2) mit Hochspannungsschalter und einem Oszilloskop (nicht abgebildet, Abbildung 3). Das Kernstück des Messaufbaus bildet der HDI-Tester (Abbildung 4). Der Messkopf des HDI-Testers kann auf eine Arbeitsplattform abgesenkt werden um dort ein HDI zu kontaktieren. Den elektrischen Kontakt stellt die Nadelkarte her, während die Relaiskarte die angesteuerten Nadeln regelt.

3 Sichtkontrolle

Bevor Sie die Trägerplatte mit dem HDI in den HDI-Tester installieren und mit den elektronischen Tests beginnen erfolgt eine Sichtkontrolle des HDIs. Beachten Sie dabei, dass das HDI **unter keinen Umständen direkt mit den Fingern berührt** werden darf, da die Ablagerung von Hautfett die späteren Prozessschritte behindert. Fassen Sie daher stets ausschließlich die Trägerplatte an.

Überprüfen Sie mit Hilfe des Mikroskops oder einer Lupe, ob die wire-bonds korrekt das HDI mit dem TBM-Chip verbinden. Die Verbindungen sollten vollständig sein, parallel zueinander ausgerichtet sein und sich gegenseitig nicht berühren. Überprüfen Sie das HDI auch auf sonstige mechanische Deformationen und vermerken Sie **Auffälligkeiten** im Testprotokoll. Notieren Sie in diesem Schritt auch die **Identifikationsnummer des HDI** (vgl. Abbildung 5).



4 Vorbereitung der elektronischen Tests

Betätigen Sie den Kippschalter an der Steckdosenleiste um alle Geräte mit Spannung zu versorgen. Der zusätzliche Kippschalter für die Vakuumpumpe sollte im Moment noch ausgeschaltet bleiben. Schalten Sie daraufhin das Oszilloskop sowie das Keithley-Hochspannungsnetzteil ein.

In Vorbereitung auf den Hochspannungstest wird der Ausgangskanal des Netzteils für eine Spannung von 600V konfiguriert. Beachten Sie dabei, dass der **Ausgangskanal in diesem Schritt noch nicht aktiviert wird**. Für die Konfiguration gehen Sie wie folgt vor:



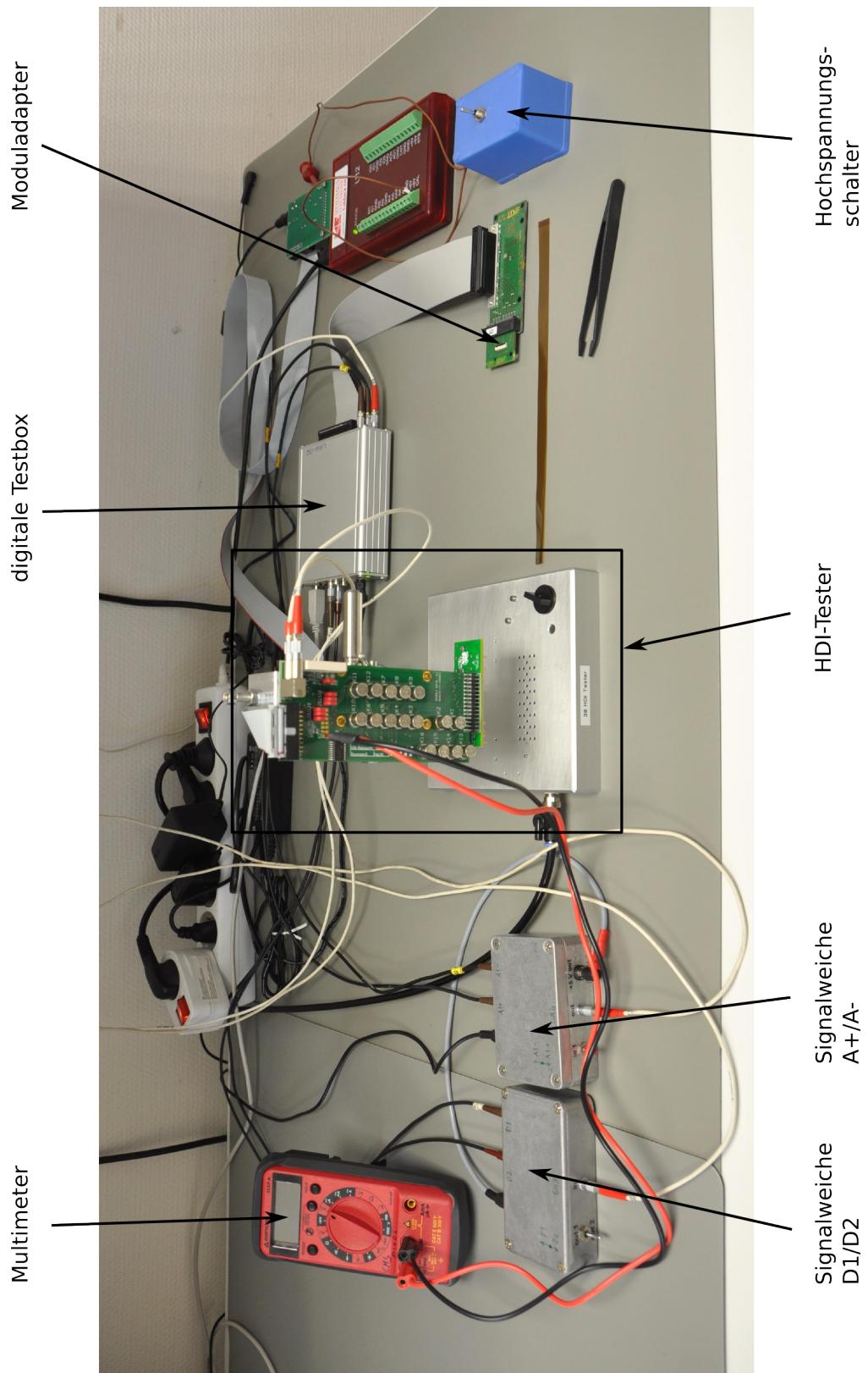


Abbildung 1: Setup.



Abbildung 2: Hochspannungsquelle Keithley 6517B.

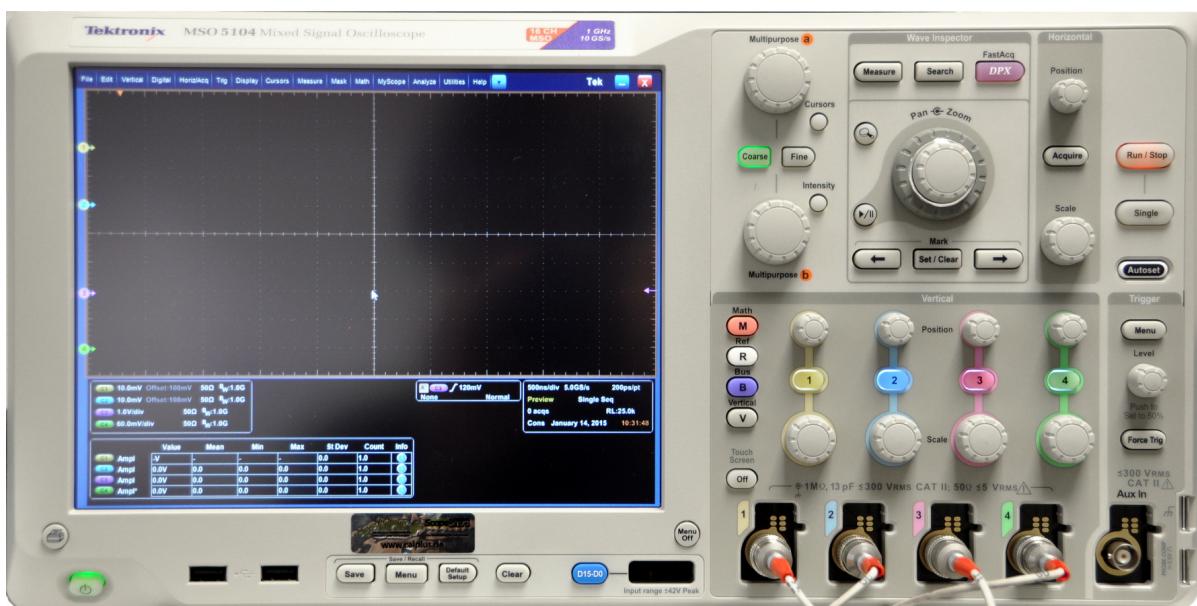


Abbildung 3: Oszilloskop Tektronix MSO 5104.

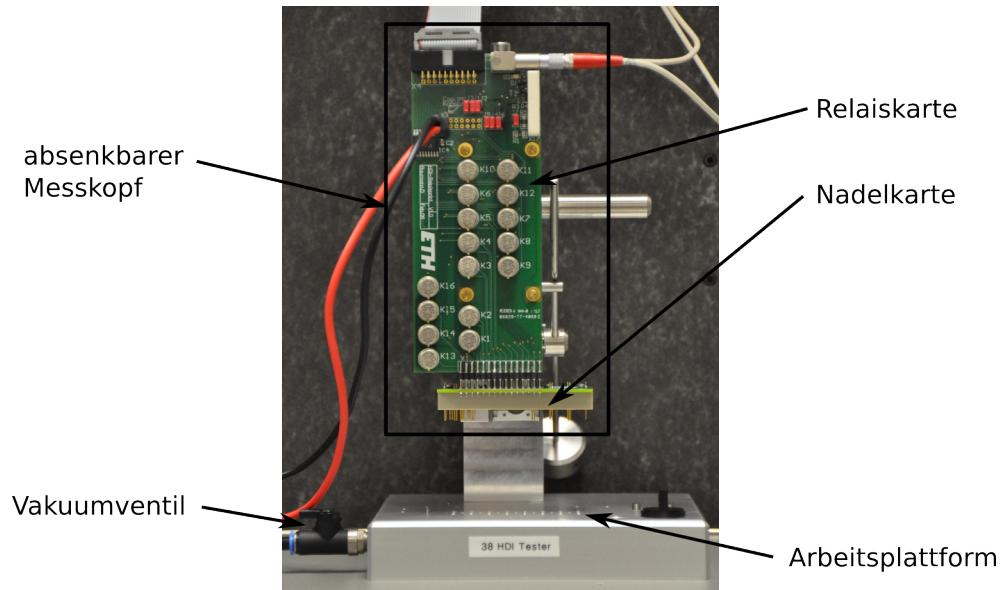


Abbildung 4: HDI-Tester.

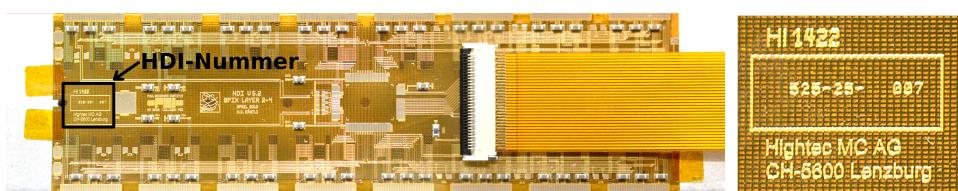


Abbildung 5: Visuelle Überprüfung des HDIs. Die HDI-Nummer ist auf dem HDI eingeprägt.

- Wählen Sie am Gerät das Konfigurationsmenü für die Ausgabespannung aus (config-Taste sowie anschließend eine beliebige Taste im Bereich »Voltage Source«), selektieren Sie dort den Menüpunkt RANGE und bestätigen Sie mit der enter-Taste.
- Wählen Sie den Spannungsbereich bis 1000V mit den Cursor-Tasten (Pfeiltasten links-rechts), bestätigen Sie die Auswahl mit der enter-Taste und verlassen Sie das Menü wieder mit der exit-Taste.
- Zurück auf der Hauptanzeige stellen Sie nun die Ausgabespannung mit den Cursor-Tasten und Pfeil-Tasten im Bereich »Voltage Source« auf 600V ein. Bestätigen sie in diesem Fall ihre Eingabe **nicht** mit der enter-Taste. Das Gerät wechselt nach einigen Sekunden von alleine aus dem Editiermodus in den Anzeigemodus.
- Wählen Sie nun den Strommessmodus (Taste I), sodass die im Display angezeigte Größe einen Strom darstellt.
- Mit den range-Tasten wählen Sie den Messbereich $20\mu\text{A}$ aus.
- Deaktivieren Sie im letzten Schritt den Zero-Check (Z-CHK).

Installieren Sie nun die Trägerplatte mit dem HDI in den HDI-Tester. Abbildung 6 zeigt die einzelnen Schritte:



Abbildung 6: Einsetzen der HDI-Trägerplatte in den HDI-Tester.

- Richten Sie die Trägerplatte so aus, dass die Bohrung auf den linken Stift des HDI-Testers passt. Die Trägerplatte sollte flach auf der Arbeitsplattform des HDI-Testers aufliegen.
- Drehen Sie anschließend an dem schwarzen Plastikknopf um die Trägerplatte gegen den hinteren Stift des HDI-Testers zu pressen.
- Die so arretierte Trägerplatte wird nun durch Aktivieren der Vakuumpumpe zusätzlich fixiert.

Verbinden Sie im nächsten Schritt das Flachkabel, das bereits mit dem HDI verbunden ist, mit dem Moduladapter. Abbildung 7 zeigt das Vorgehen:

- Achten Sie darauf, dass die Kabelaufnahme am Moduladapter geöffnet ist. Der schwarze Bügel muss dabei nach oben zeigen.

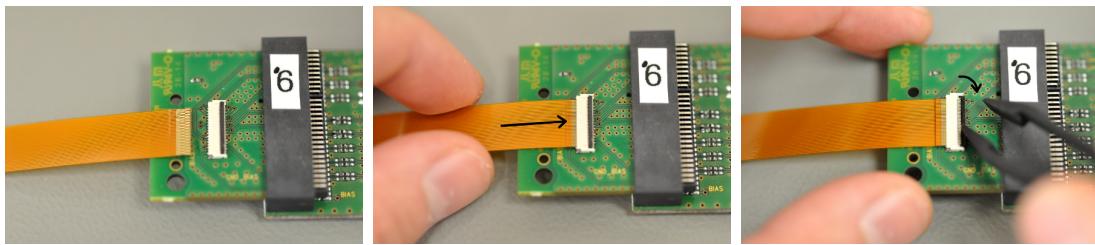


Abbildung 7: Schritte zum Verbinden des HDI-Flachkabels mit dem Moduladapter.

- Führen Sie nun das Flachkabel in die Kabelaufnahme ein bis sie einen Widerstand spüren.
- Anschließend benutzen Sie eine Pinzette um den schwarzen Bügel auf die Seite zu klappen und damit das Kabel zu fixieren.

Die Fixierung des Flachkabels in der Kabelaufnahme erfordert einen etwas größeren Kraftaufwand, weshalb unbedingt darauf zu achten ist, dass der **Moduladapter durch ein Abrutschen nicht beschädigt wird**.

Im nächsten Schritt wird das HDI mit dem Nadelboard des HDI-Testers vorsichtig kontaktiert. Abbildung 8 zeigt die nötigen Schritte:

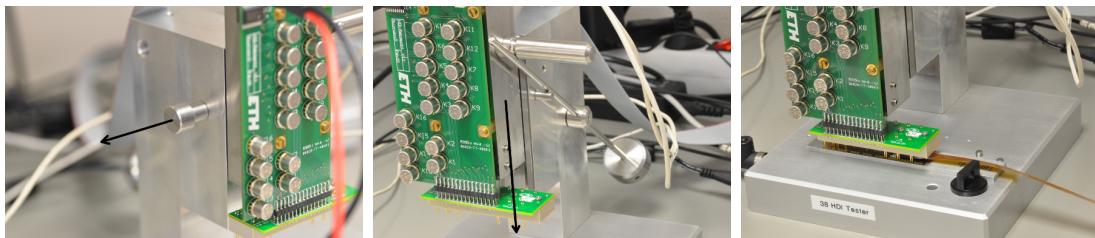


Abbildung 8: Absenken des Nadelboards auf das installierte HDI.

- Um den Messkopf mit den Kontaktstiften abzusenken ist es nötig die Arretierung auf der linken Seite des HDI-Testers zu lösen. Der Sicherungsstift wird dazu etwa 2cm herausgezogen. Beachten Sie, dass der Messkopf sehr schwer ist und **beim Lösen der Arretierung auf jeden Fall festgehalten werden muss**. Unter keinen Umständen darf der Messkopf auf das HDI fallen, da dadurch sowohl das HDI als auch die empfindlichen Messspitzen zerstört werden.
- Setzen Sie den Messkopf sehr behutsam auf das HDI.

Zuletzt bereiten Sie den DAQ-Computer vor. Für die folgenden elektronischen Tests werden zwei geöffnete Konsolenfenster (**console 1** **console 2**) benötigt. Der Farbcode dient im Weiteren zur Unterscheidung zwischen den beiden Konsolenfenster. Stellen Sie sicher, dass Sie in beiden Konsolen die richtigen Ordner geöffnet haben:

```
cd ~/psi46test
```



Abbildung 9: Oszilloskopbild beim TBM-Response-Test.

```
cd ~/HDITest/Lab-Jack-Code/examples
```

5 Elektronische Tests

5.1 Test der Datensignalausgabe

Im ersten Test wird die generelle Datensignalausgabe getestet. Starten Sie dafür das Kontrollprogramm für das Testboard:

```
bin/psi64test data/logfile.log
> fsel 2
> startmod
```

Wiederholen Sie den letzten Befehl bis für den digitale Strom in der Konsolenausgaben $I_D \approx 12\text{mA}$ angezeigt wird. I_A sollte stets 0mA anzeigen. Vermerken Sie den gemessenen **Wert für I_D** im Testprotokoll.

Wählen Sie an der ersten Signalweiche »D1« als Synchronisationssignal und an der anderen Signalweiche »A+«. Sie sollten nun ein auf dem Oszilloskopbildschirm ein Bild wie in Abbildung 9 sehen.

Überprüfen Sie, ob im Oszilloskopkanal 4 ein Rechtecksignal vorhanden ist, das in der Mitte des Bildausschnitts vom TBM-Header überlagert ist. Wiederholen Sie die Überprüfung für die Auswahl »A-« an der zweiten Signalweiche. Dies sollte ein invertiertes Bild vom Oszilloskopkanal 4 zeigen. Vermerken Sie die **Ergebnisse für »A+« und »A-«** im Testprotokoll.

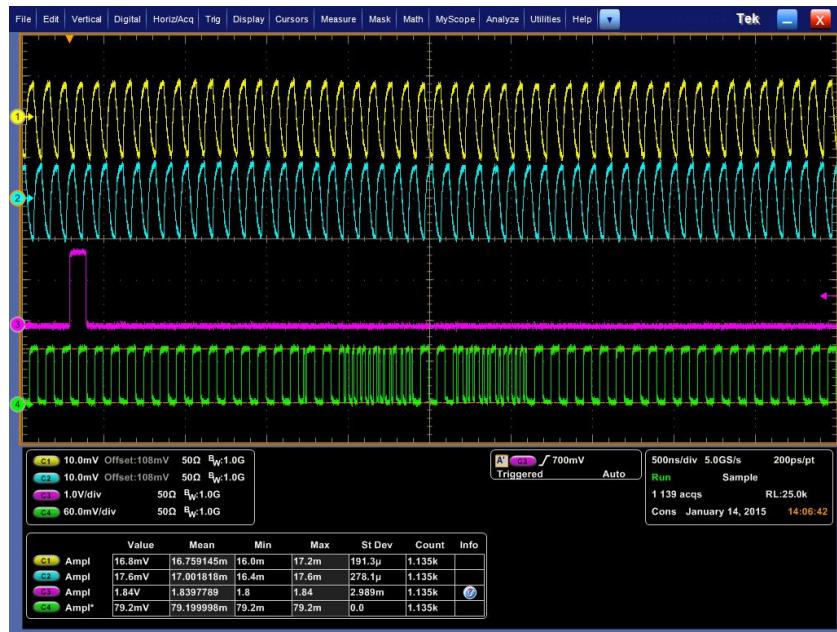


Abbildung 10: Oszilloskopbild beim Clock-Test.

5.2 Clock-Test

Im nächsten Schritt werden vier Clock-Signale getestet. Schalten Sie dazu zunächst die Relaiskarte an:

```
./Poweron
```

Führen Sie anschließend das folgende Programm aus:

```
./Clock [0,1,2,3]
```

Das Oszilloskopbild sollte nun ein ähnliches Bild wie in Abbildung 10 zeigen.

Sollten die Amplituden im Oszilloskopkanal 1 und/oder 2 deutlich unter 20mV betragen, ist das HDI wahrscheinlich nicht gut von den Messnadeln kontaktiert. In diesem Fall kann oftmals die Kontaktierung verbessern werden indem die fixierte Trägerplatte etwas hin und her gedrückt wird. Liefert dies nicht die gewünschte Verbesserung heben Sie den Messkopf erneut ab und setzen ihn vorsichtig wieder auf das HDI auf.

Zur Ermittlung der Amplitude des Signals in Oszilloskopkanal 1 und 2 unterbrechen Sie am Oszilloskop den Run mit der Taste Run/Stop, wählen Sie dann die Taste Single und starten Sie anschließend erneut den Run. Dieses Vorgehen ist wichtig um den Oszilloskopspeicher zu leeren, der benutzt wird um die mittlere Amplitude der Signale in den verschiedenen Oszilloskopkanälen zu bestimmen.

Lesen Sie nun die mittlere **Amplitude für Oszilloskopkanal 1 und 2** im unteren Teil des Oszilloskopbildschirms ab und vermerken Sie die Werte im Testprotokoll. Lesen Sie bei diesem Test außerdem die **Spannung am Multimeter** ab und vermerken Sie auch diesen Wert im Testprotokoll.





Abbildung 11: Oszilloskopbild beim CTR-Test.

5.3 CTR-Test

Für den Test der vier CTR-Signale führen Sie das folgende Programm aus:

```
./CTR [0,1,2,3]
```

Das Signal auf dem Oszilloskopbildschirm sollte wie in Abbildung 11 aussehen:
Analog zum Clock-Test (Abschnitt 5.2) ermitteln Sie die Signalamplituden im Oszilloskopkanal 1 und 2. Vergessen Sie nicht den Oszilloskopspeicher für jede Messung erneut zurück zu setzen. Die ermittelten **Amplitudenwerte für Oszilloskopkanal 1 und 2** werden im Testprotokoll festgehalten. Dieses Vorgehen wird für alle vier CTR-Signale wiederholt.

5.4 SDA-Test

Fahren Sie nun mit dem Test der Ausgabe serieller Daten (SDA) fort. Wählen Sie dazu an der ersten Signalweiche »D2« als Synchronisationssignal für das Oszilloskop und führen Sie folgendes Programm aus:

```
./SDA [0,1,2,3]
```

Entsprechend der Wahl des SDA-Kanals, wählen Sie:

```
> select [0,4,8,12]
```

Stellen Sie das Oszilloskop mit der Taste Single auf den Einzelbild-Modus und führen Sie den folgenden Befehl aus:



Abbildung 12: Oszilloskopbild beim SDA-Test.

```
> dac 25 70
```

Vergleichen Sie das Oszilloskopbild mit dem erwarteten Signalverlauf in Abbildung 12: Notieren Sie die **Amplituden im Oszilloskopkanal 1 und 2** im Testprotokoll und wiederholen Sie die Prozedur für alle vier SDA-Kanäle.



5.5 HV-Test

Als letzten Test führen Sie den Hochspannungstest aus. Setzen Sie dazu zuerst die Relaiskarte zurück:

```
./InitializeDigitalIO
```

Bitte beachten Sie, dass beim Hochspannungstest der **Messkopf unter keinen Umständen von dem HDI abgehoben werden darf**, da durch eine Überschlagsentladung das HDI und der Messkopf nachhaltig beschädigt werden können. Generell ist während des gesamten Hochspannungstests jede Berührung des HDI-Testers zu vermeiden. Das Hochspannungsnetzteil sollte von Ihnen bereits auf eine Ausgangsspannung von 600V vorkonfiguriert sein. Aktivieren Sie nun den Ausgangskanal mit der OPER-Taste am Hochspannungsnetzteil. Wählen Sie anschließend:

```
> hvon
```



Mit dem blauen Hochspannungsschalter schließen Sie letztlich den Stromkreis und Sie sollten nun im Display des Hochspannungsnetzteil einen Strom von einigen Microampere

ablesen können. Protokollieren Sie den **gemessenen Strom** im Testprotokoll. Das Ausschalten der Hochspannung erfolgt in umgekehrter Reihenfolge wie beim Einschalten: Deaktivieren Sie den blauen Hochspannungsschalter und wählen Sie:

```
> hvoff
```

Deaktivieren Sie dann wieder die Ausgangsspannung am Hochspannungsnetzteil mit der OPER-Taste. Da der Hochspannungstest der letzte elektronische Test des HDIs ist, schalten Sie nun auch die digitale Testbox aus und verlassen sie das Steuerprogramm mit:

```
> poff  
> exit
```



6 Abschließende Sichtkontrolle

Bringen Sie den Messkopf am HDI-Tester vorsichtig in die Halteposition und sichern Sie diesen wieder mit der Arretierung. Deaktivieren Sie die Vakuumpumpe und entnehmen Sie anschließend die Trägerplatte mit dem HDI aus dem HDI-Tester. Das Flachkabel wird wieder vom HDI entfernt. Prüfen Sie zum Abschluss des HDI-Tests nochmals die **wire-bonding Verbindungen** zum TBM-Chip mit einer Lupe oder dem Mikroskop und vermerken Sie das Ergebnis erneut im Testprotokoll.



7 Außerbetriebnahme

Schalten Sie die Hochspannungsquelle und das Oszilloskop aus und warten Sie bis beide Geräte vollständig herunter gefahren sind, bevor Sie den Kippschalter an der Steckdo senleiste betätigen.

Abkürzungen

HDI high density interconnect

TBM token bit manager

CTR Calibration, Trigger, Reset

SDA Serial Data