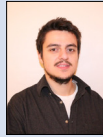




Pascal Melchior Jauch



Michael Zimmermann

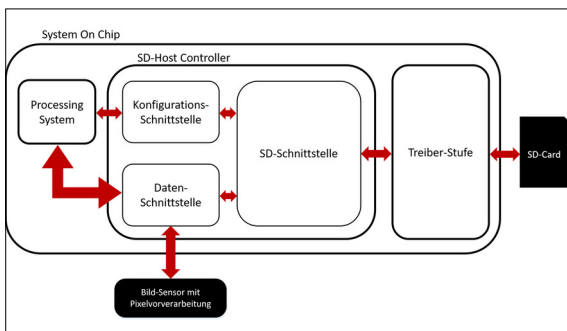
Studenten	Pascal Melchior Jauch, Michael Zimmermann
Examinator	Prof. Dr. Paul Zbinden
Themengebiet	Mikroelektronik
Projektpartner	Photonfocus AG, Lachen, SZ

## SD-Card Controller

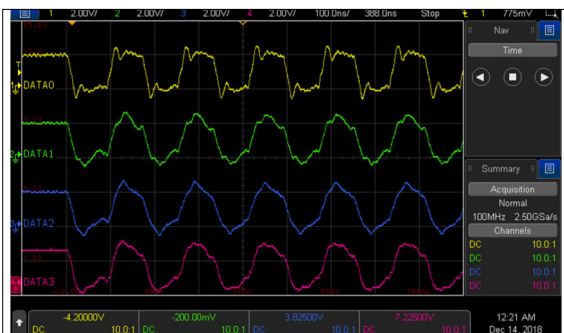
### Implementation in VHDL



Photonfocus High-Speed CMOS Kamera



Blockdesign des konzipierten Systems



Signalverlauf auf den Datenleitungen einer SD-Karte

**Ausgangslage:** Die Firma Photonfocus entwickelt High-End CMOS-Bildsensoren und Kameras für die industrielle Bildverarbeitung und angrenzende Märkte. Ein FPGA in der Kamera liest die Pixeldaten aus dem Sensor aus, macht eine Pixelvorverarbeitung und sendet diese über ein Interface zum PC. In einigen Applikationen müssen die Daten jedoch in der Kamera in einem nicht flüchtigen Speicher gebuffert werden. Moderne SD-Karten mit UHS-I und UHS-II Schnittstellen ermöglichen eine Datenrate von bis zu 312MB/s und sind dafür sehr gut geeignet. Dadurch ist der Auftrag entstanden, einen FPGA-basierten SD-Card Controller zu realisieren und für die Firma Photonfocus als Vivado IP-Core zugänglich zu machen, damit dieser neben der von ihnen implementierten Bildverarbeitung und Ansteuerung des Bildsensors instanziiert werden kann.

**Vorgehen:** Gemäss der Aufgabenstellung galt es, einen SD-Card Controller zu entwickeln, welcher den modernen UHS-II Standard umsetzt. Nach einiger Recherche ergab sich jedoch, dass die im UHS-II Modus verwendeten Datenraten nur mithilfe einer Hochfrequenz-fähigen Hardware übertragbar sind. Daher wurde der Auftrag auf den UHS-I Modus beschränkt. Mit der Simplified Specification Version 6.00, welche von der SD-Association zur Verfügung gestellt wird, sollte anschliessend ein UHS-I fähiger SD-Card Controller erstellt werden. Dabei galt es die vom Auftraggeber definierten Schnittstellen zu verwenden und die Plattformunabhängigkeit des Systems zu gewährleisten. Für die Entwicklung des Controllers wurde das Zedboard verwendet und mit zusätzlicher Hardware ergänzt, um die benötigte Peripherie, wie den SD-Card Slot, zugänglich zu machen. Die in Vivado entwickelten Module wurden mit dem internen Simulator und eigens erstellten Testbenches getestet. Gegen Ende der Testphase wurde eine synthetisierbare Testumgebung erstellt, welche den Controller direkt auf der Hardware mit Daten versorgt und diese wieder verifiziert.

**Ergebnis:** Die Initialisierung der Karte im Legacy-Modus ist gelungen. Ein Umschalten der Spannungspegel von 3.3V auf 1.8V für die Signalleitungen und das Erweitern der SD-Busbreite auf 4 Datenleitungen ermöglichen den Wechsel in den SDR104 (UHS-I) Modus, mit welchem die im Auftrag geforderten Datenraten erzielt werden können. Allerdings taten sich sogleich Schwierigkeiten mit der von uns verwendeten Hardware auf: Crosstalk zwischen den Datenleitungen erschwerten es, eine fehlerfreie Datenübertragung zwischen Controller und SD-Karte zu gewährleisten. Trotz schrittweiser Optimierung der Hardware gelang es uns während des Systemtests nicht, alle Modi, vor allem jene mit höheren Datenraten, erfolgreich zu testen. Daher wurde die Priorität in der ersten Testphase vor allem auf den SDR50 Modus gelegt. Dieser ermöglicht Datenraten von maximal 50 MByte/s, funktional ist er allerdings identisch zum SDR104 Modus. Somit sollte das System nach Anpassung der verwendeten Hardware auch für die im Auftrag geforderten Datenraten verwendbar sein.