
Fraunhofer-IOSB

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim

Flexible Echtzeitsimulationsumgebung für die
optische Schüttgutsortierung

Prof. Dr. Rüdiger Heintz

Workshop Echtzeit 2011



Karlsruhe

Boppard, 04. November 2011



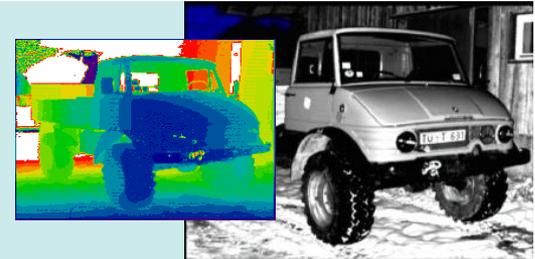
Mannheim

Kernkompetenzen des IOSB



Optronik:

Elektrische und optische Komponenten
Verfahren zur Signal- und Bildgewinnung



Systemtechnik:

Entwicklung und Beherrschung komplexer
Systeme



Bildauswertung:

Automatische und interaktive Informations-
gewinnung aus Bildern und Videos



Duale Hochschule Baden-Württemberg

Allgemein:

100 verschiedene Studiengänge an 12 Standorten in Baden Württemberg
Duales Studium mit 50:50 Theorie-und Praxisphasen in jedem Semester
Kernaufgabe: Bachelorausbildung

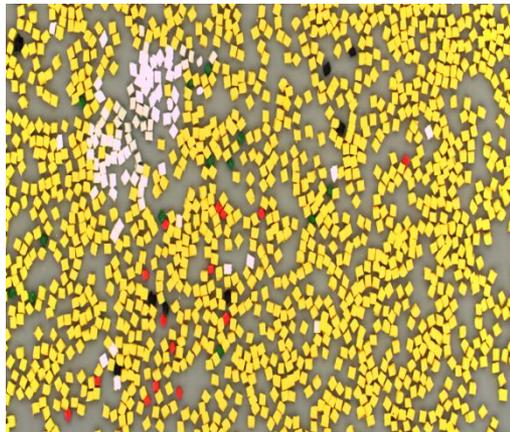
Standort Mannheim:

Studierende Fakultät Technik: 1588
Studierende Fakultät Wirtschaft: 3946
ca. 2000 Partnerfirmen

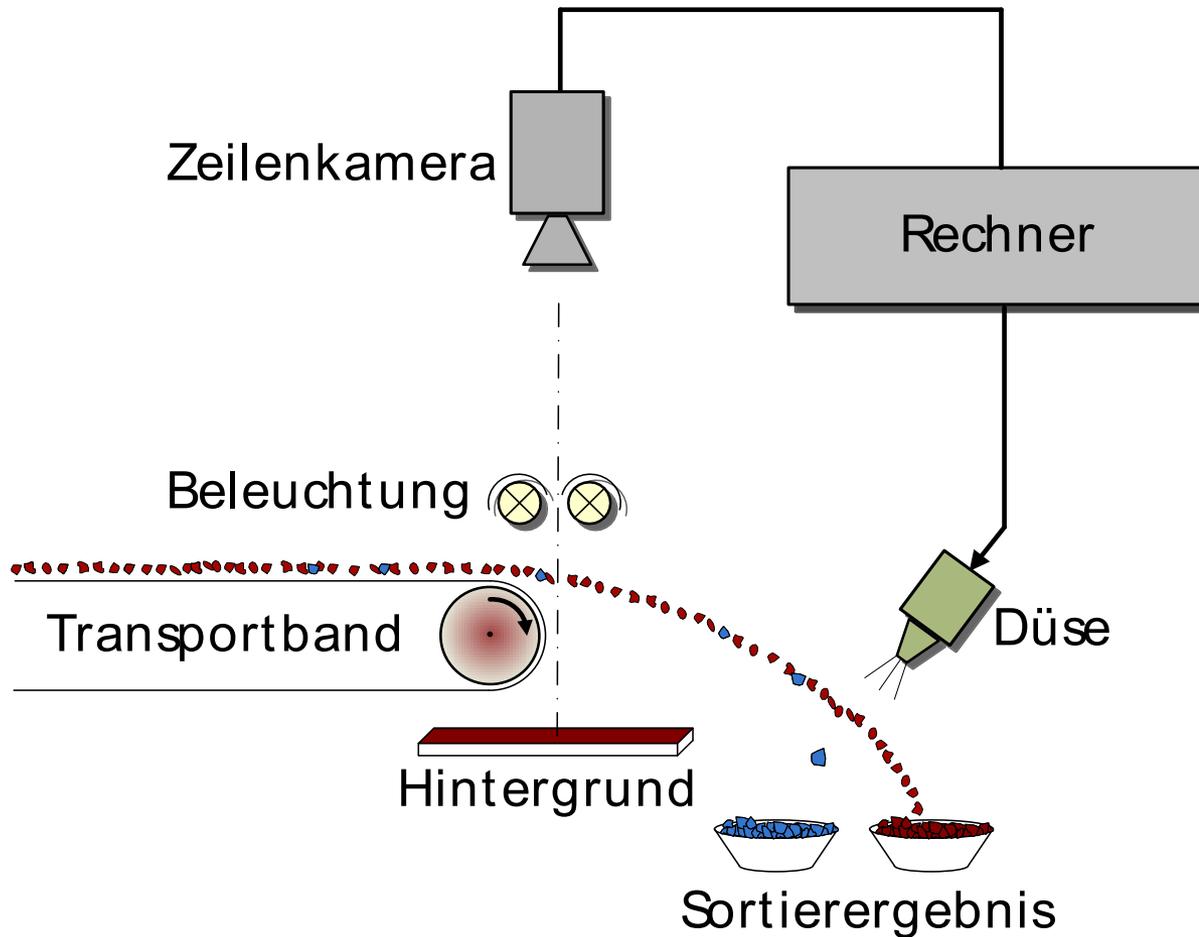
Studiengang Elektrotechnik:

Vertiefungen: Automation
 Elektrische Energietechnik
 Elektronik

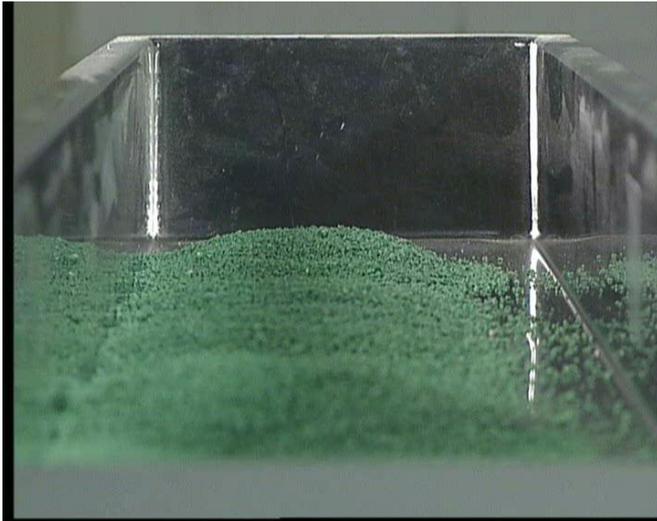
Schüttgutsortierung in der Abteilung „Sichtprüfsysteme“



Prinzip der Schüttgutsortierung



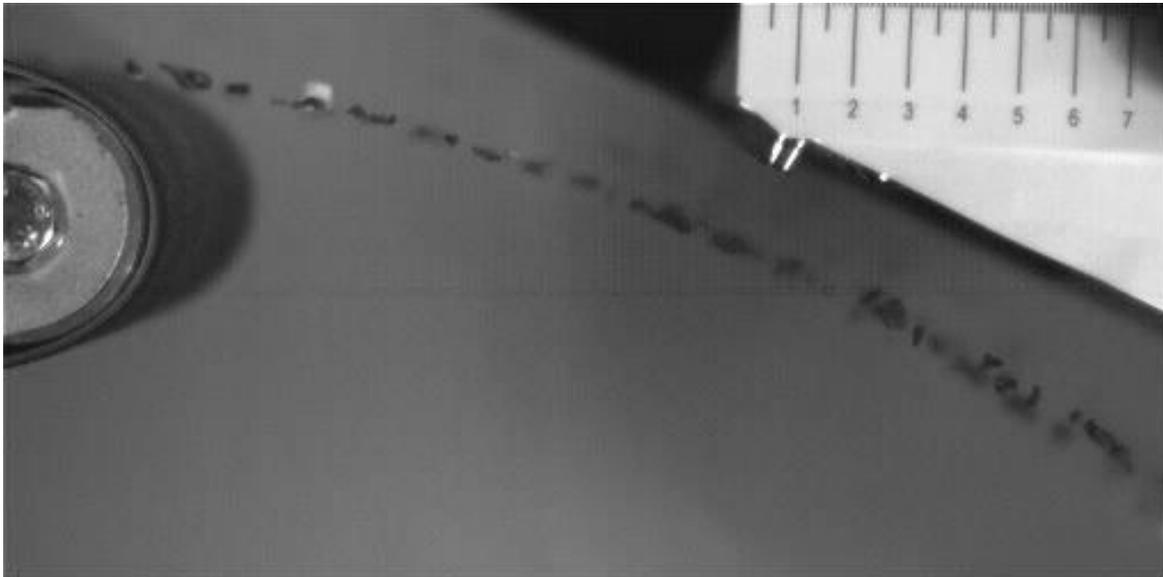
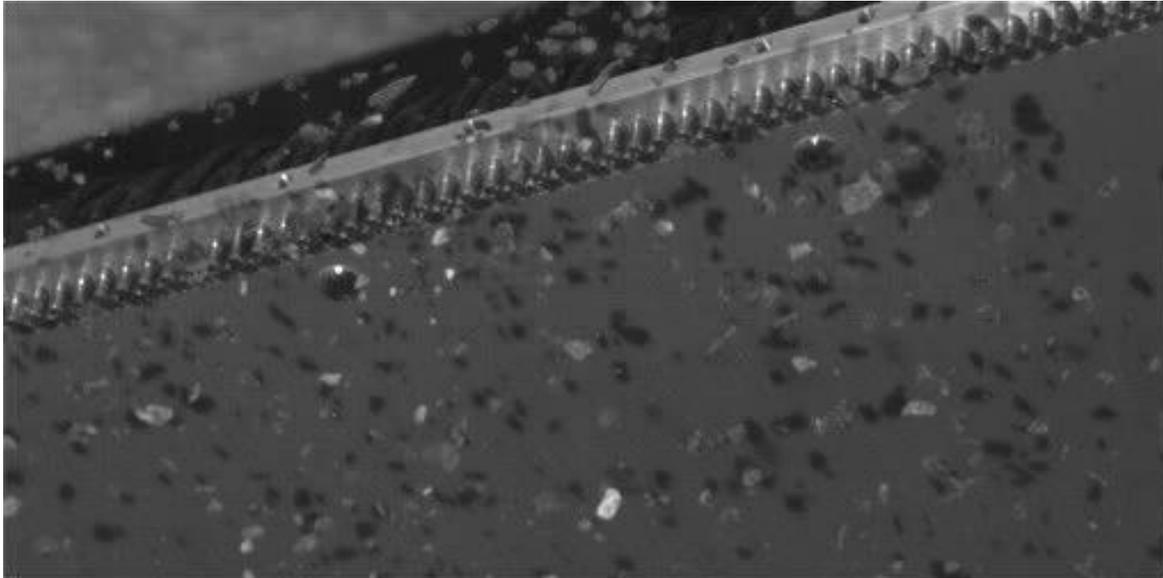
Granulatsortierung



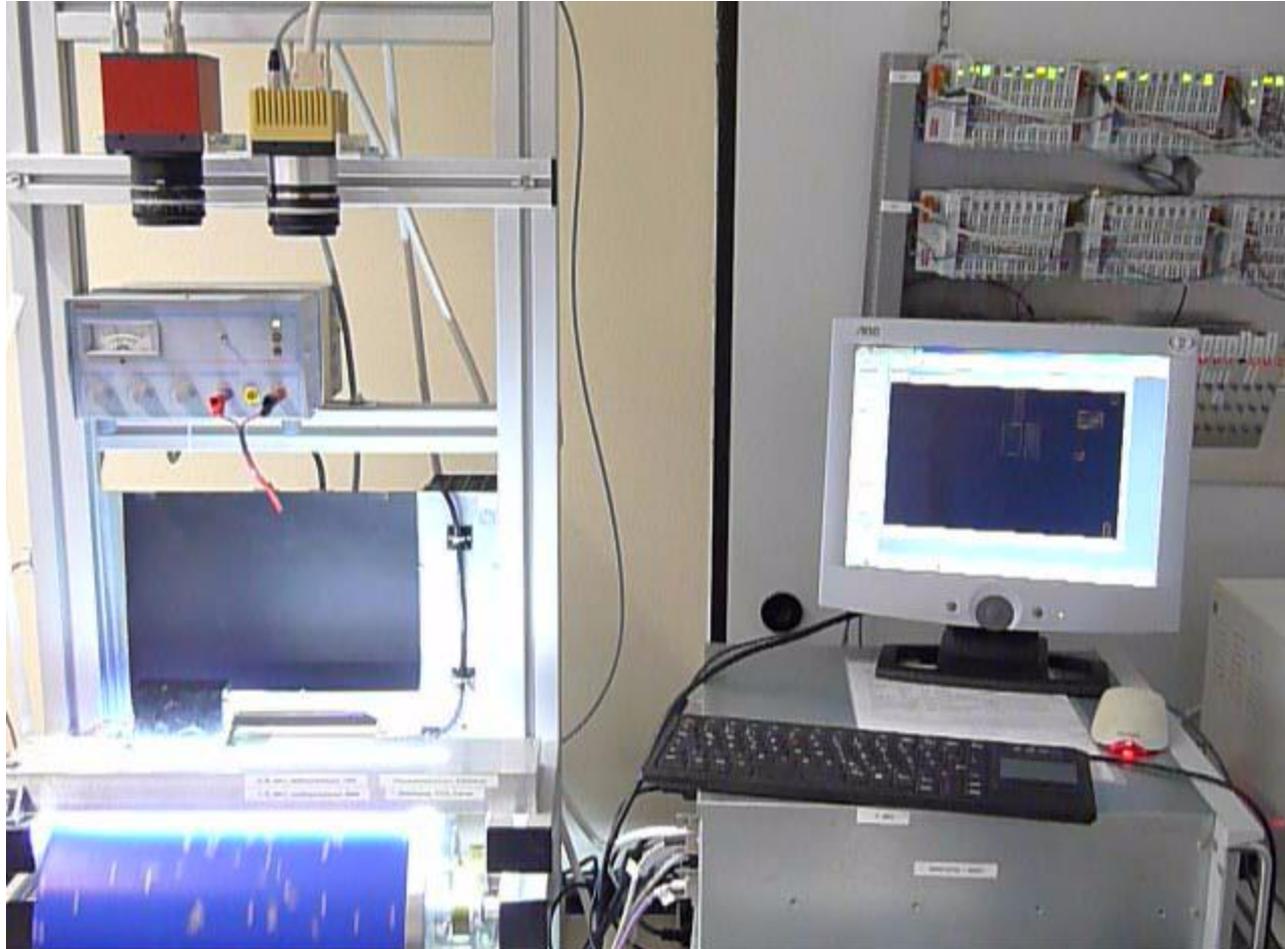
Glassortierung im Einsatz



Schüttgutsortierung



Integrationstest



Aktuelle Testumgebung für Integrationstests

- Sechs Trommelsysteme vorhanden
- Ermöglicht Dauertests des Gesamtsystems
- Störungen (Staub, Reinigungsprozess) sind nur schwer zu simulieren
- Keine Automation (Änderung Objektgröße, Helligkeit, Farbe) möglich
- Großer Platzbedarf

Ziel: Automatisierte Testumgebung

- Generierte Bilddaten in das System einspeisen
- Einspeisung in die Verarbeitungskette soweit vorne wie möglich
- Anforderungen:
 - Kameraabtastung mit 8192 Farbbildpunkten
 - Zeilentakt bis zu 20kHz

Lösungsansatz: Aktive Bildanzeige

- Kamera schaut auf ein aktives Bild
 - Verfahren hätte viele Vorteile
 - Aber:
 - Mindestauflösung 8192 Farbbildpunkte
 - Mindestens 20kHz Bildwiederholfrequenz
 - ➔ Keine geeignete Technologie am Markt
 - Idee: Drehendes Display
 - Synchronisation wäre sehr schwierig
 - Technisch schwer zu handhaben
 - Keine Realisierung für Spezialkameras (UV, NIR)
- ➔ Keine geeignete Technologie am Markt

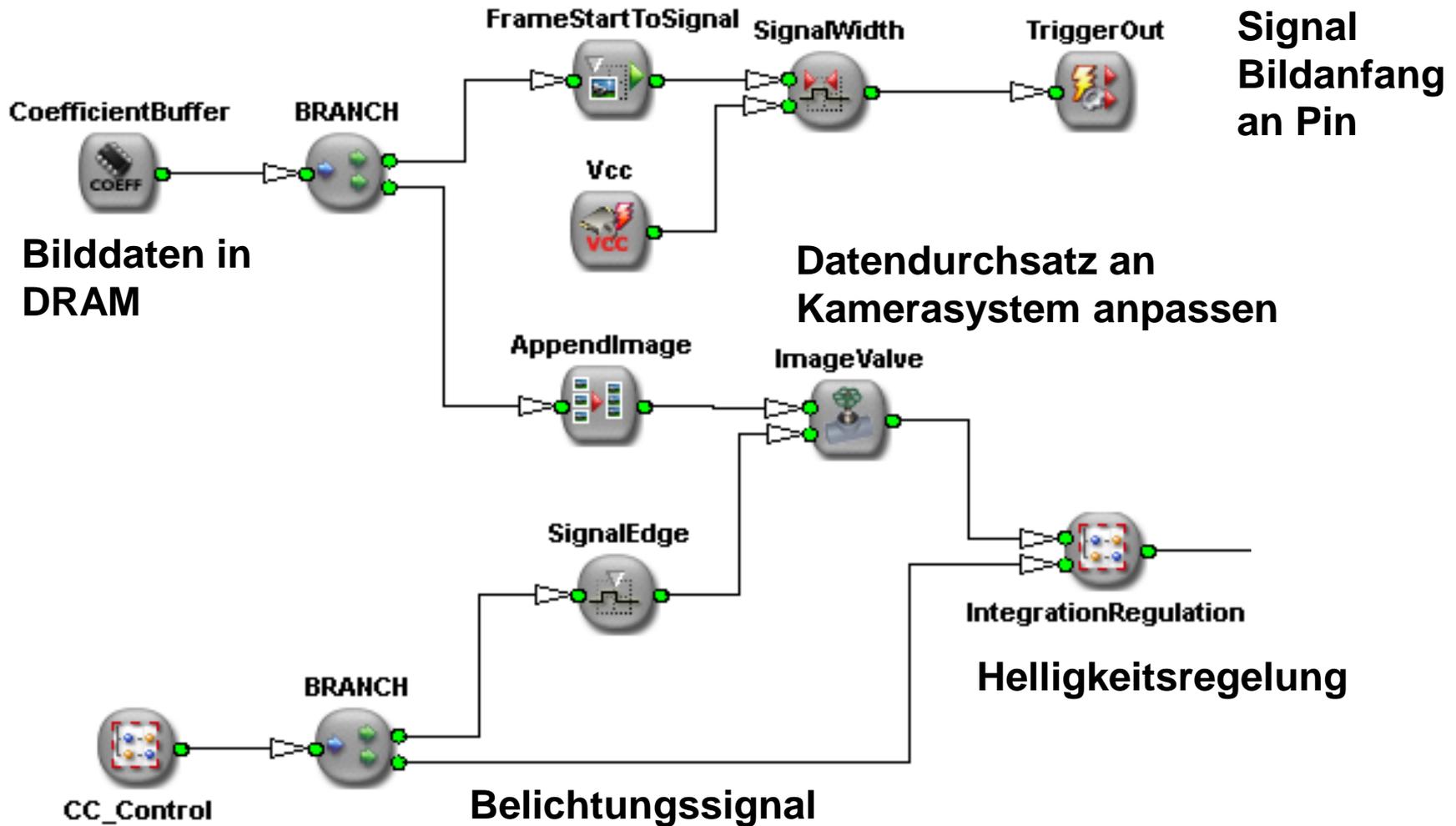
Lösungsansatz: Simulation der Zeilensensoren

- Viele Produkte am Markt
 - Meist einfache Mustergeneratoren für Hardwaretest und –inbetriebnahme
 - Ein geeignetes Produkt
 - PROC_CamSim von Gidel
 - Flexible Simulation mit genauen Timing Angaben
 - Durch Softwareschnittstelle erweiterbar
 - Programmierbare Signalisierungsausgänge
- Aber: Keine Integrationssignalauswertung
- ➔ Regelprozesse zur Helligkeitsanpassung nicht testbar

Lösungsansatz: Simulation im Framegrabber

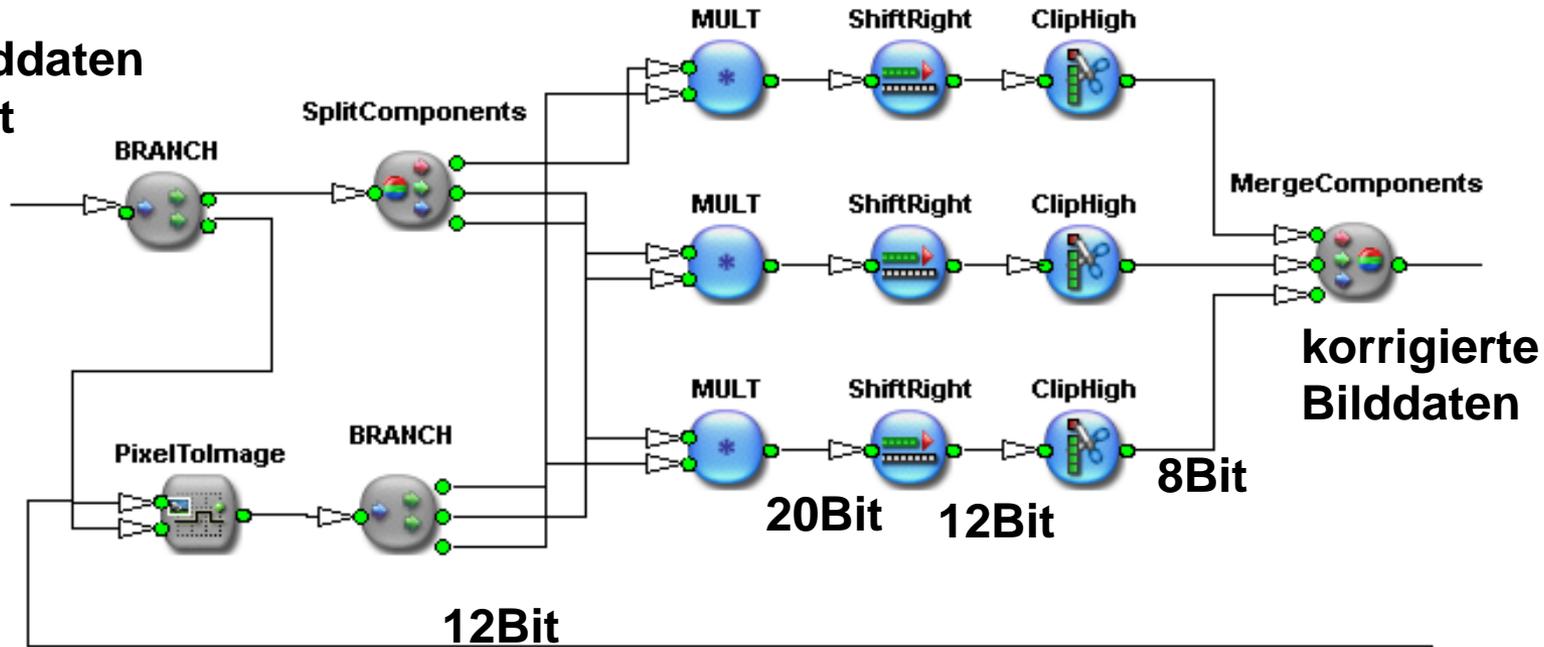
- Bildauswertung erfolgt teilweise im Framegrabber
 - Korrektur von Abbildungsfehler, Ausleuchtung
 - Lineare Filter
 - Farbklassifikation
 - Morphologie
- Verwendete FPGA besitzt noch freie Ressourcen
- Programmierbare Signalisierungsausgänge sind vorhanden
- Integrationszeit kann ermittelt werden
- Einfache grafische Programmierung
- Keine zusätzlichen Hardwarekosten

Umsetzung: Modell der Kamera

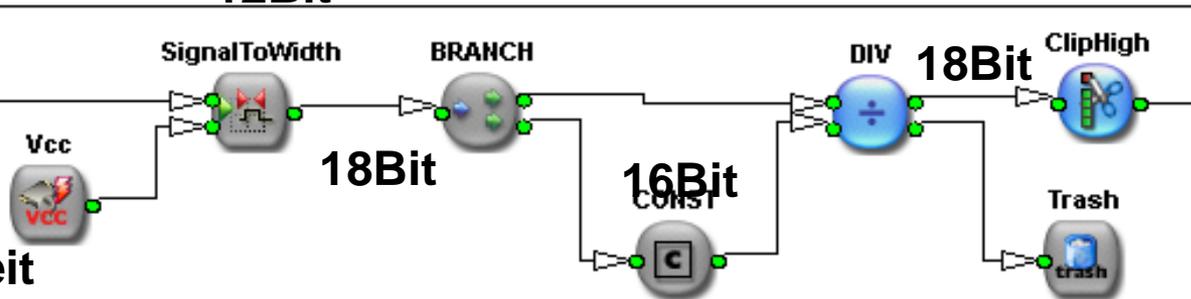


Umsetzung: Helligkeitsregulierung des Kameramodells

**Bilddaten
8Bit**



**Signal der
Belichtungszeit**



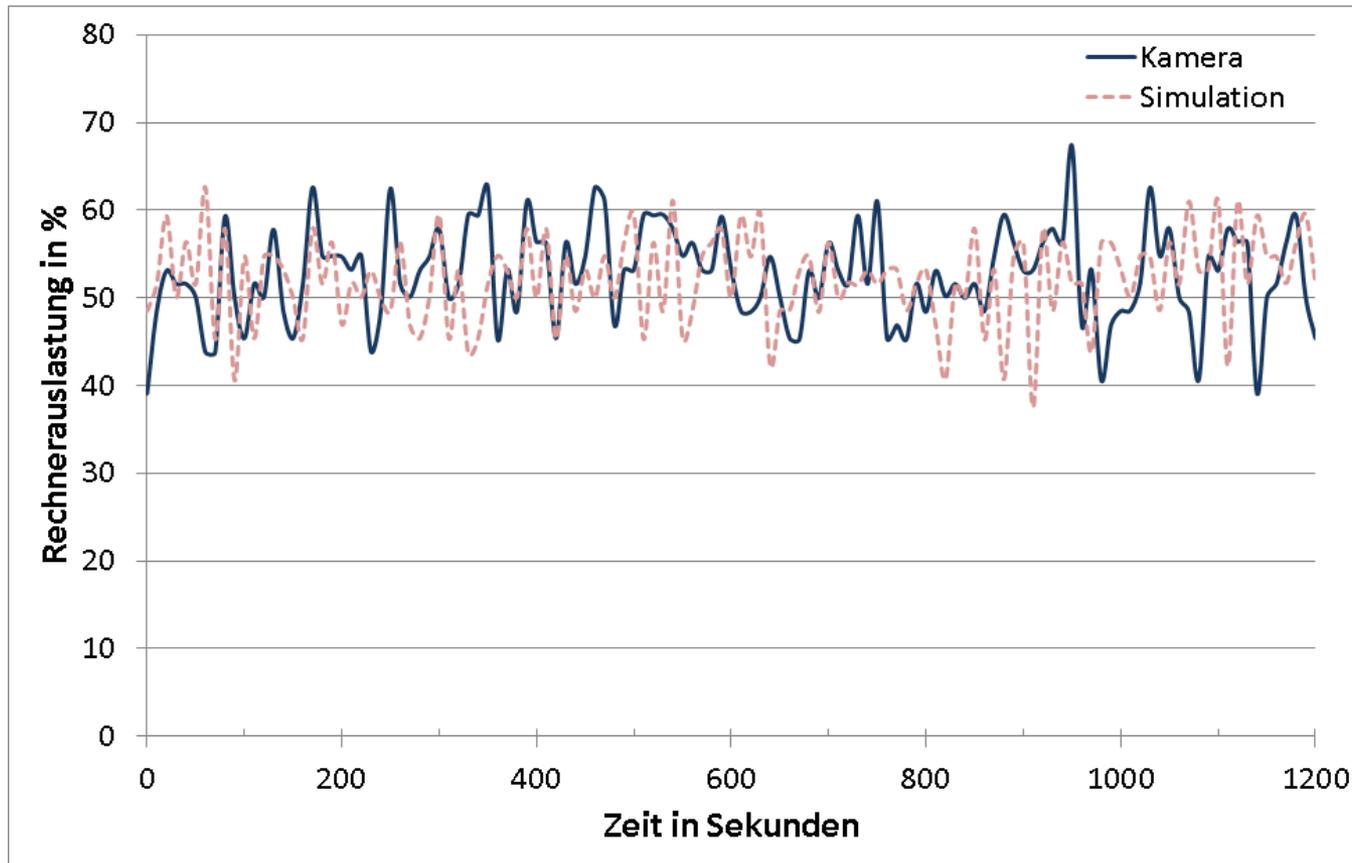
0x100 → Verstärkung 1

Periodendauer ca. 15ns → Maximale Belichtungszeit: >3s

Validierung

- Trommelsystem als Referenz
- Für Integrationstest sollte die Systemauslastung im Mittel einem Trommelsystem entsprechen
- Verwendung des Bildes einer Trommelumdrehung als Referenzbild

Validierung: Rechnerauslastung

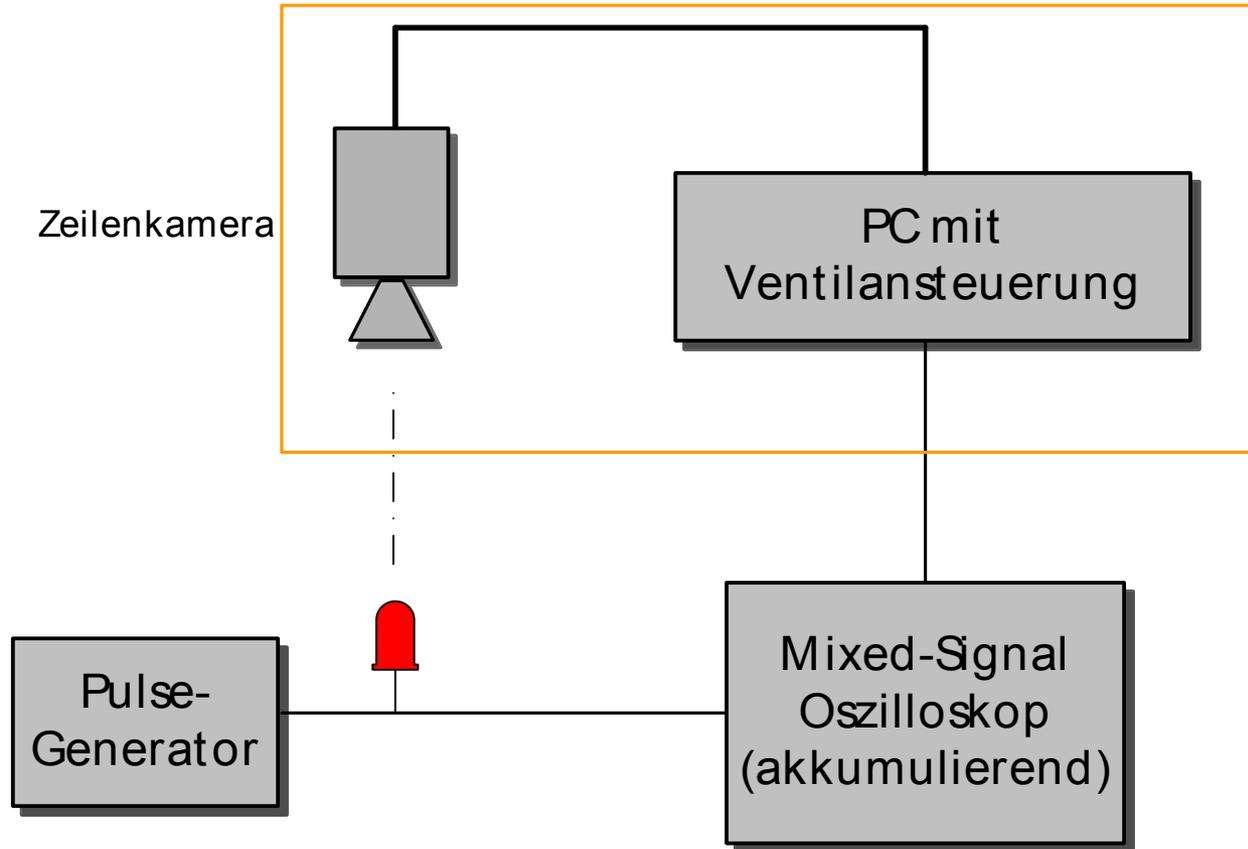


Abweichung der Mittelwerte <1%

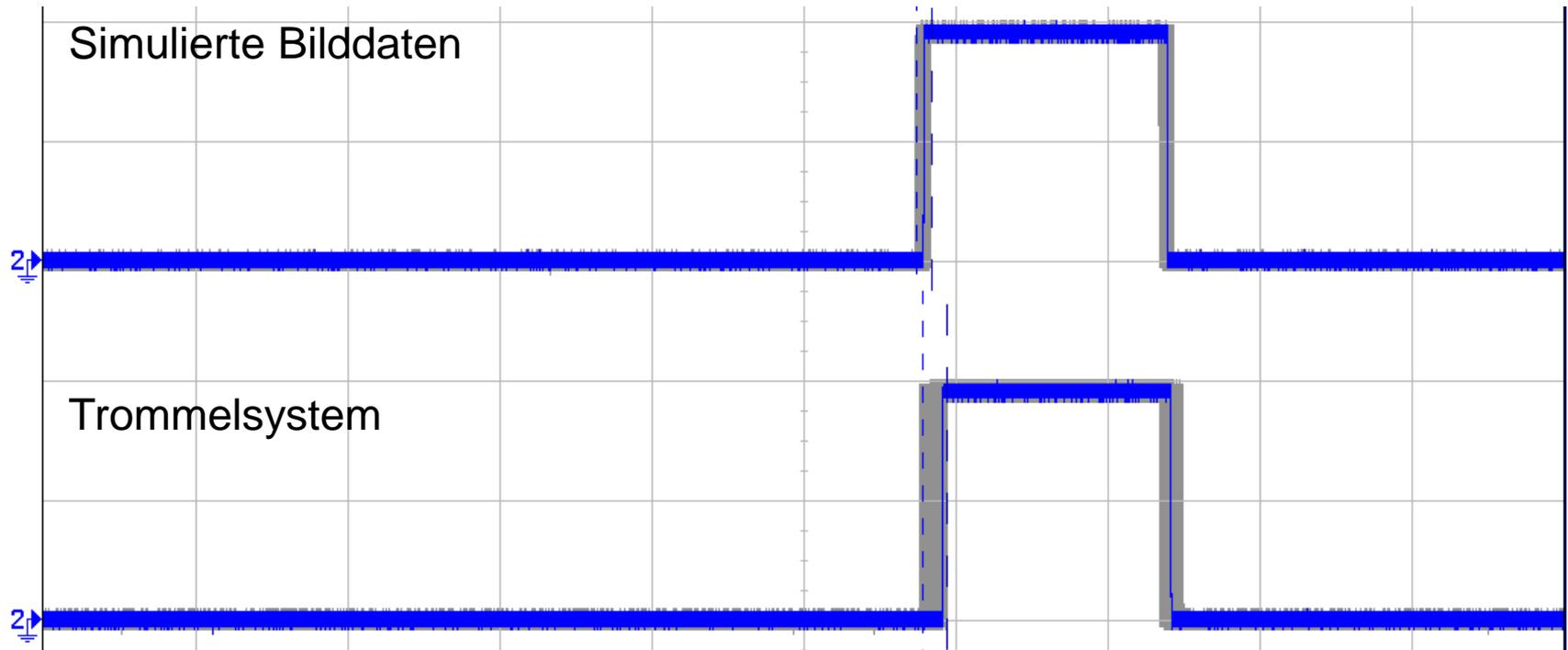
Abweichung der Varianz <10%

➔ Hohe Abweichung der Varianz

Testeinrichtung zur Bewertung von Hard- und Software-Systemkomponenten für die optische Schüttgutsortierung



Validierung: Akkumulierte Verzögerung der Ausschleusung



Oszilloskop triggert auf Objektanfang bei Bildaufnahme

Jitter reduziert sich von 1,6ms auf 1ms

→ Hohe Abweichung des Jitters

Ursachen:

- Datenmenge identisch
- Trommelsystem besitzt größere Variation in Daten
 - Kamerarauschen
 - Helligkeitsschwankungen
 - Keine exakte Wiederholung der Abtastorte
- ➔ Erweiterung der Simulation notwendig

- Einführen von Kamerarauschen
 - Bildpunktweise Addition von Zufallswerten
- Einführen von Helligkeitsänderung
 - Integrationswert mit Zufallswert überlagern
- Variation der Abtastorte
 - Möglich durch Interpolation
 - Aber kein Effekt der im „echten“ System auftritt
- ➔ Besser größeres Bild / Endlosbild verwenden

Ausblick/Fazit:

- Simulationssystem wird für einige Tests bereits eingesetzt
- Kamerarauschen und Helligkeitsänderungen werden zur Zeit implementiert
- ➔ Es wird erwartet, dass sich dadurch ein für alle Tests ausreichendes Verhalten ergibt
- Größere Bilder
 - Speicher begrenzt
 - Nachladen über DMA verändert die Systemauslastung
- ➔ mit dem vorliegenden Ansatz nicht realisierbar
- Erweiterungen
 - Staub
 - Verschmutzungen
 - usw.

Fraunhofer IOSB

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mannheim

Flexible Echtzeitsimulationsumgebung für die
optische Schüttgutsortierung

Prof. Dr. Rüdiger Heintz

Herzlichen Dank für Ihr Interesse.

Ich freue mich auf Ihre Fragen.