

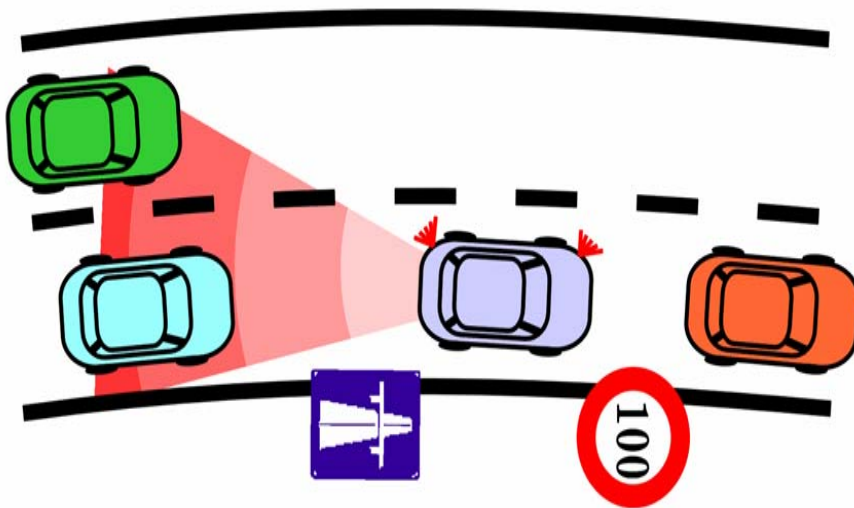
Intelligentes Fahrerassistenzsystem

Institut für Elektronik,
Signalverarbeitung und
Kommunikationstechnik

Robert W. Kuhn

IDEE: flexibles Fahrerassistenzsystem

*Warnung vor gefährlichen Fahrmanövern
Entlastung von monotonen Überwachungsaufgaben
Eingriff in die Fahrzeugführung*

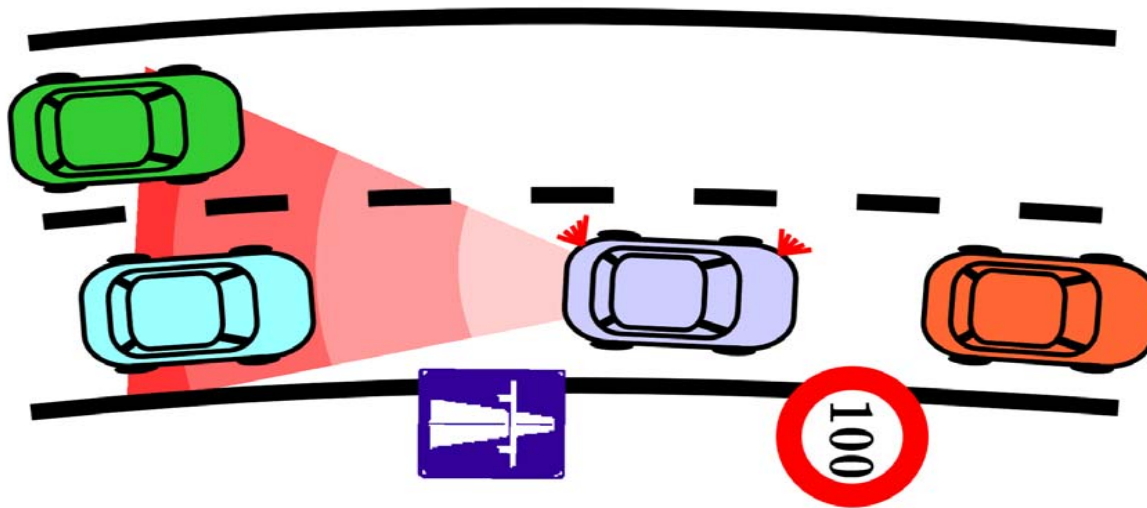


Einsatz:

- Rückraumüberwachung
- Strategieplanung
(Überholmanöver)
- Zusammenwirken mit der
Fahrspurerkennung
- Hindernis- und Fahrzeug-
erkennung

Rückraumüberwachung

➤ **Warnung** vor sich schnell nähernden Fahrzeugen auf der Überholspur



➤ Stereokamerasystem bestimmt **Entfernung, Geschwindigkeit** und **Spur** vorhandener Objekte

Sensoren

Radar: schlechte Winkelauflösung und
Falschmessungen durch Reflexionen

Infrarot: geringe Reichweite

Laser: Fehlmessungen bei glatten Oberflächen

Ultraschall: Falschmessungen durch Luftverwirbelungen

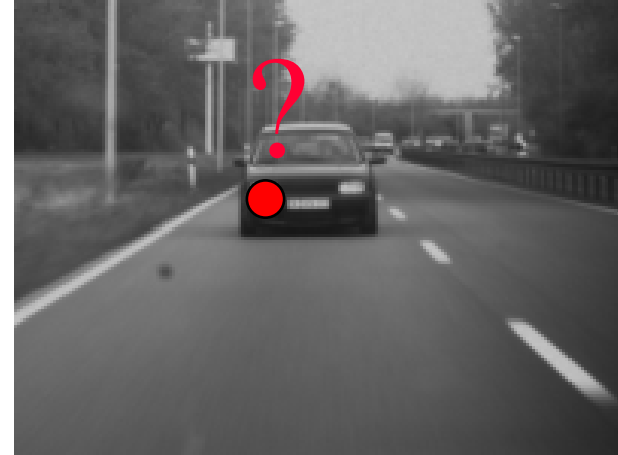
CCD: geringer Dynamik-Bereich (Übersteuerung)

nicht geeignet !

Lösung: *High Dynamic Range Image Sensor*

Problem: Witterungsabhängigkeit

Entfernungsbestimmung (Prinzip)



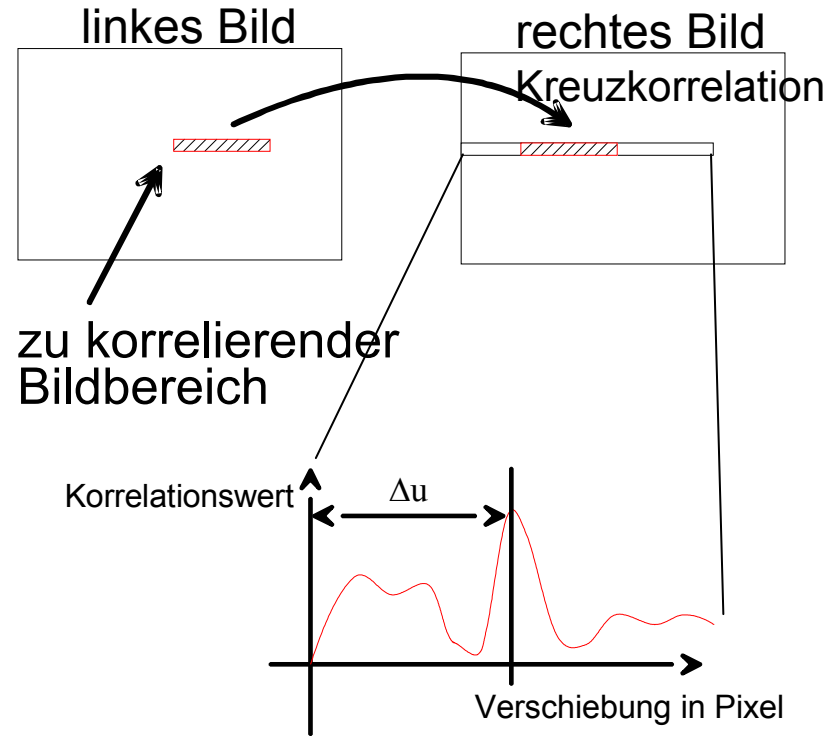
- Stereobildpaar
- Prinzip ähnlich wie Tiefenempfinden beim Menschen

Korrespondenzanalyse

Linke Kamera

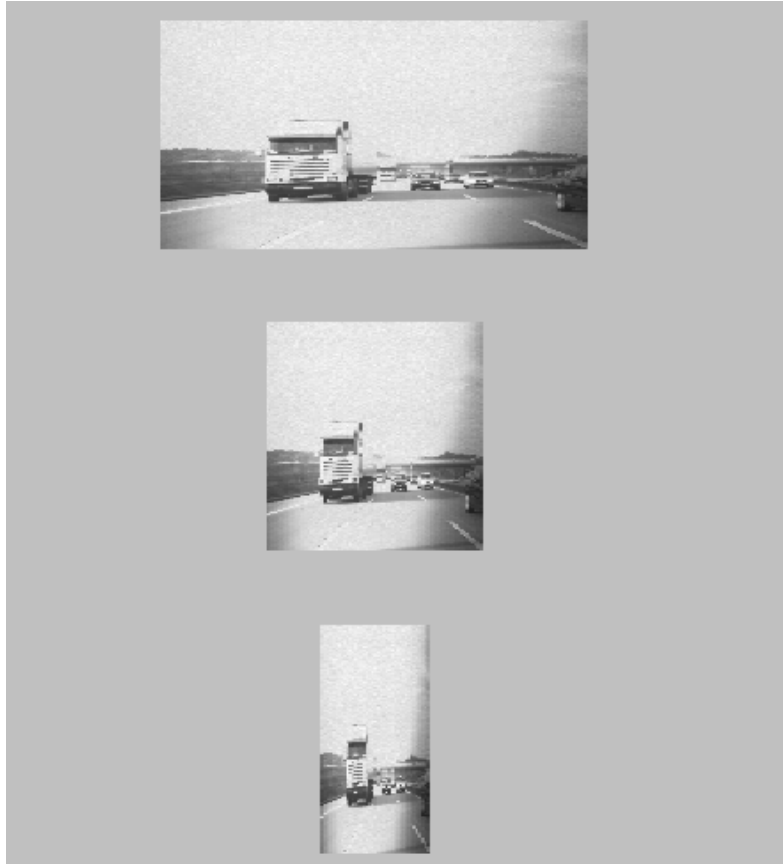


Rechte Kamera



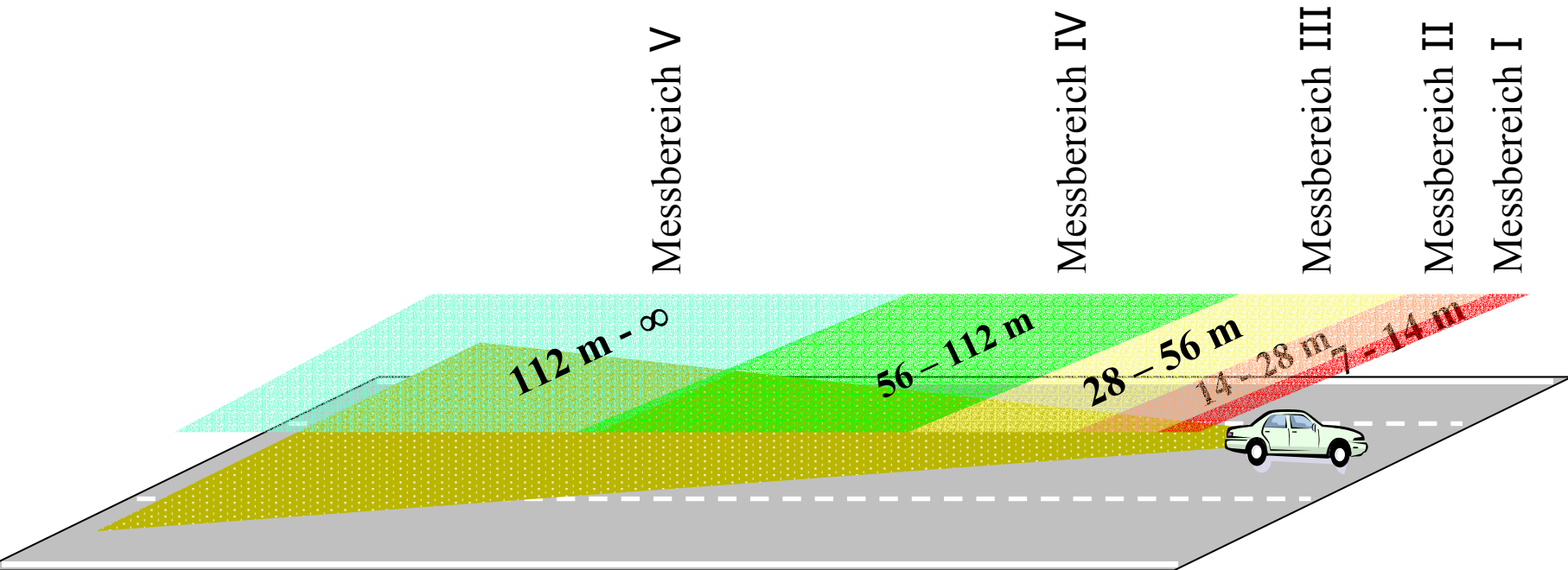
$$\Delta u = u_0 - u_1 \quad \Delta u : \textit{Disparität}$$

Bildpyramide



- Erhebliche Verkürzung der Suchzeit durch neues Verfahren
- Entfernte Objekte kleine Disp.
- Nahe Objekte groß + große Disp.
- Datenflussorientiert wg. Chip (Vorbeifließen der Informationen)

Logarithmische Staffelung des Messbereiches

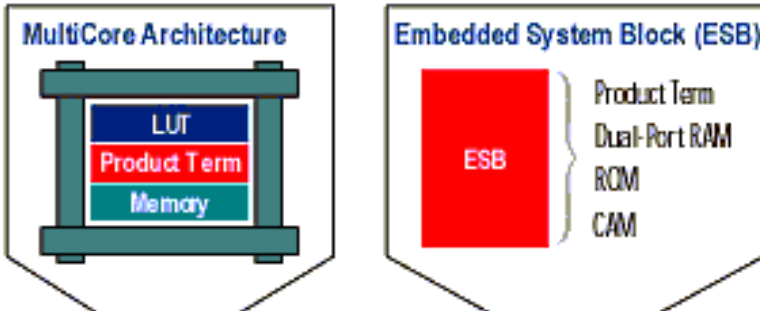


Echtzeitrealisierung

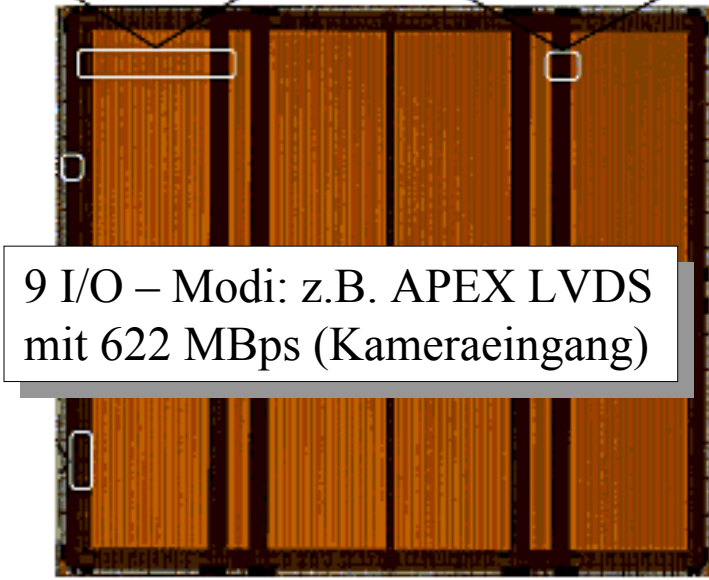
- universelle Prozessoren (Pentium) an Leistungsgrenze
- Alternative: teilweise Hardwarelösung (Hardware-Software-Codesign)
- programmierbare Schaltkreise (**FPGA**) mit Signalprozessorkern
- möglichst flexible Implementierung

Verwendete Hardware (FPGA)

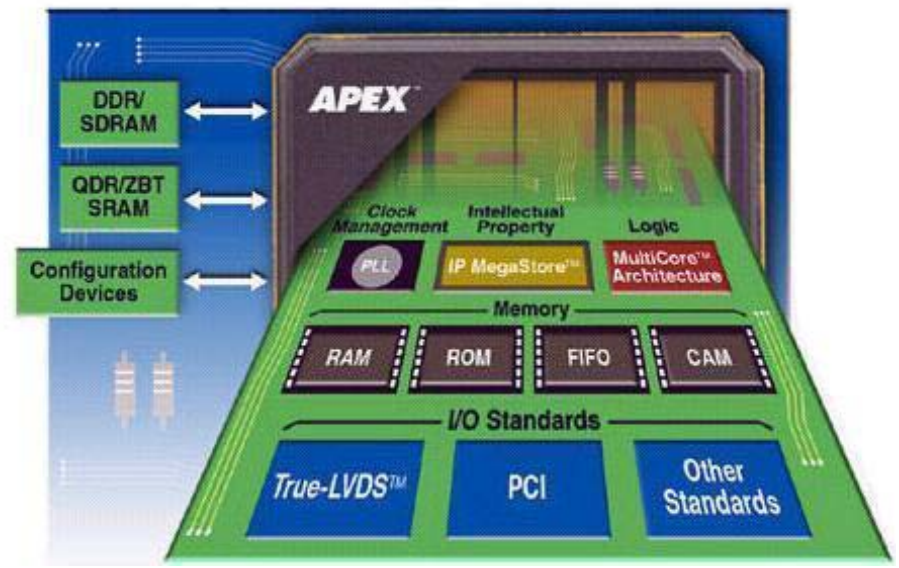
EP20K1500E aus der APEX 20KE Reihe von *Altera*:



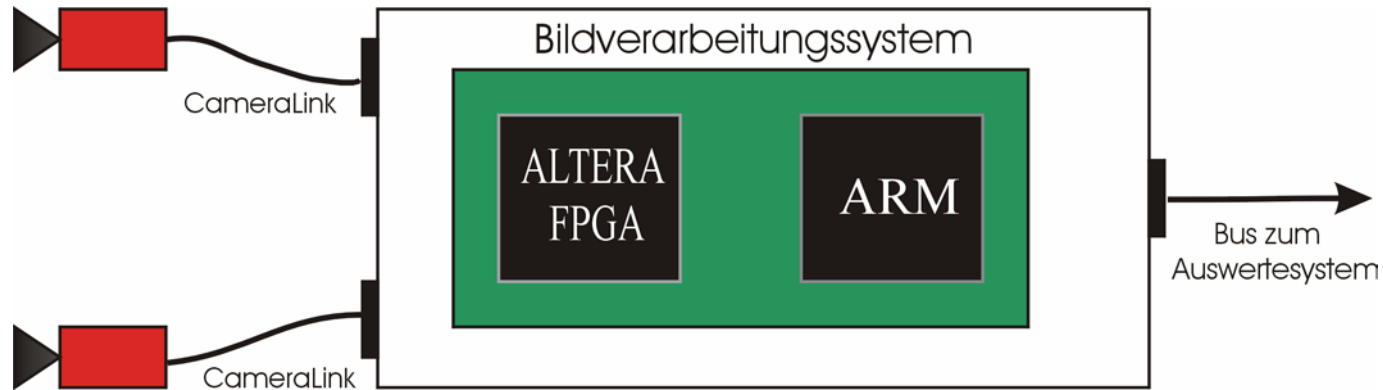
Typical Gates	1.5 million
Logic Elements	51,840
Embedded System Block (ESB)	216
Maximum RAM Bits	442,368
Phase-Locked Loops (PLLs)	4
Maximum User I/O Pins	808



9 I/O – Modi: z.B. APEX LVDS mit 622 MBps (Kameraeingang)



Systemkonzept



Technische Anforderungen

Meßbereich: einige m...einige 100m

Abtastrate: kleiner 20...40ms

Fehler: $\sim 1/4$ Pixel (Abweichungen der Disparität)

Ausgang: Tiefenbild, Grauwertbild, Autocluster

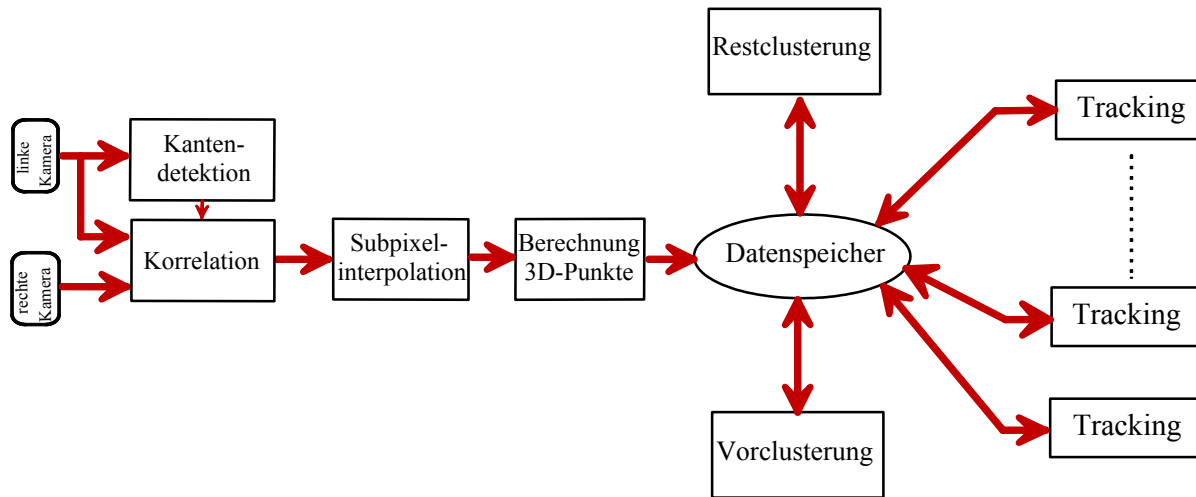
Schnittstellen: Handelsübliche Standards (z.B. Kamera-Link, LVDS)

Einfache Kalibrierung des Kamerasystems

Verarbeitungsschritte

1. Korrespondenzanalyse
2. Berechnung der Abstandsmaße erfaßter Objekte aus der Disparität durch Triangulation
3. Clusterbildung in den Tiefendaten
4. Stabilisierung der Meßwerte durch Kalman-Filter

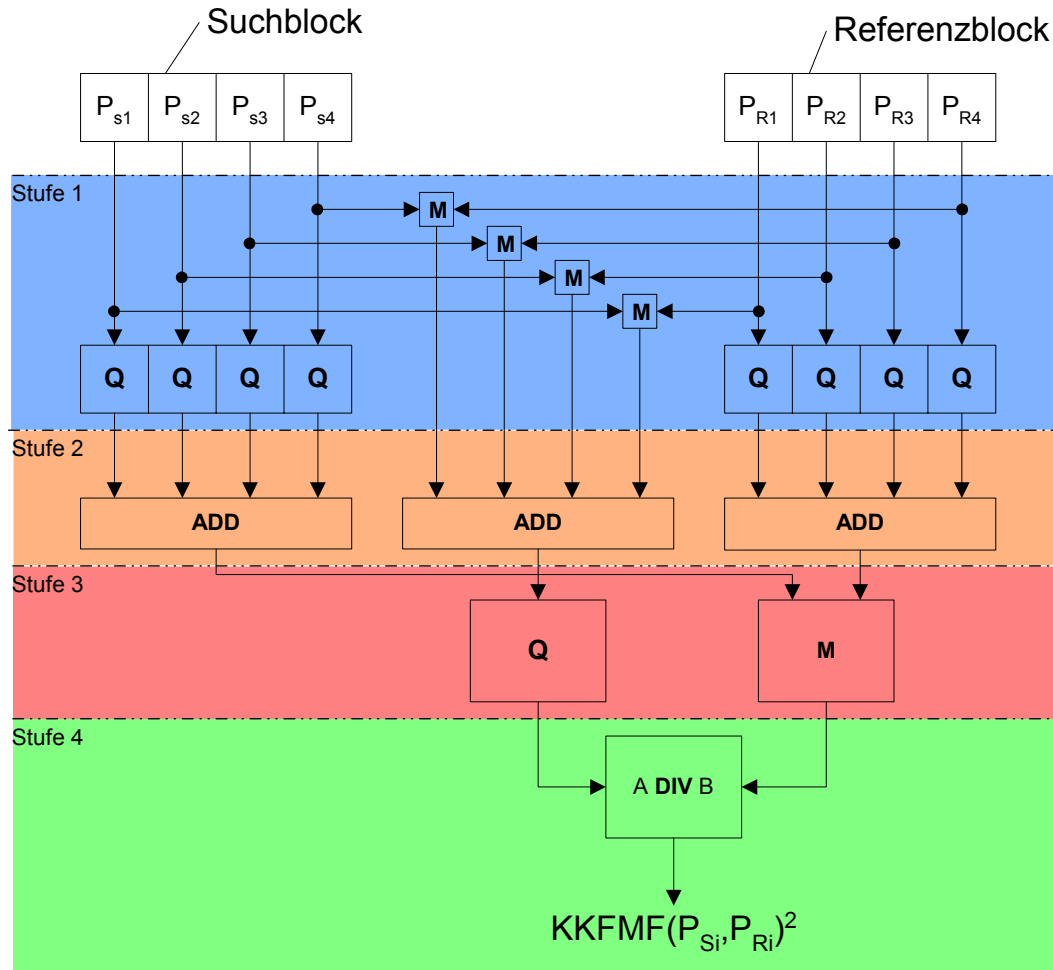
Hardware-Software-Codesign



- Datenflussorientierte Struktur bis zur Berechnung der 3D-Punkte
- Kontrollflussorientierte Struktur im Anschluss

Korrelator

$$KKFMF(x, y)^2 = \frac{\left(\sum_{j=0}^{n-1} \sum_{i=0}^{m-1} \overline{F(i, j)} \cdot \overline{P_r(x+i, y+j)} \right)^2}{\sum_{j=0}^{n-1} \sum_{i=0}^{m-1} \overline{F(i, j)}^2 \cdot \sum_{j=0}^{n-1} \sum_{i=0}^{m-1} \overline{P_r(x+i, y+j)}^2}$$



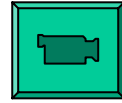
Eigenschaften:

- Eingang 2*16 Pixel je 12 Bit je Takt
- Ausgang 16 Bit je Takt
- Pipeline-Struktur mit 100 Stufen
- vollständig parallel in Hardware

Geschwindigkeit:

- derzeit 40 MHz Pixelclock
- theoretisch ca. 80 MHz

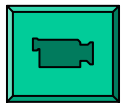
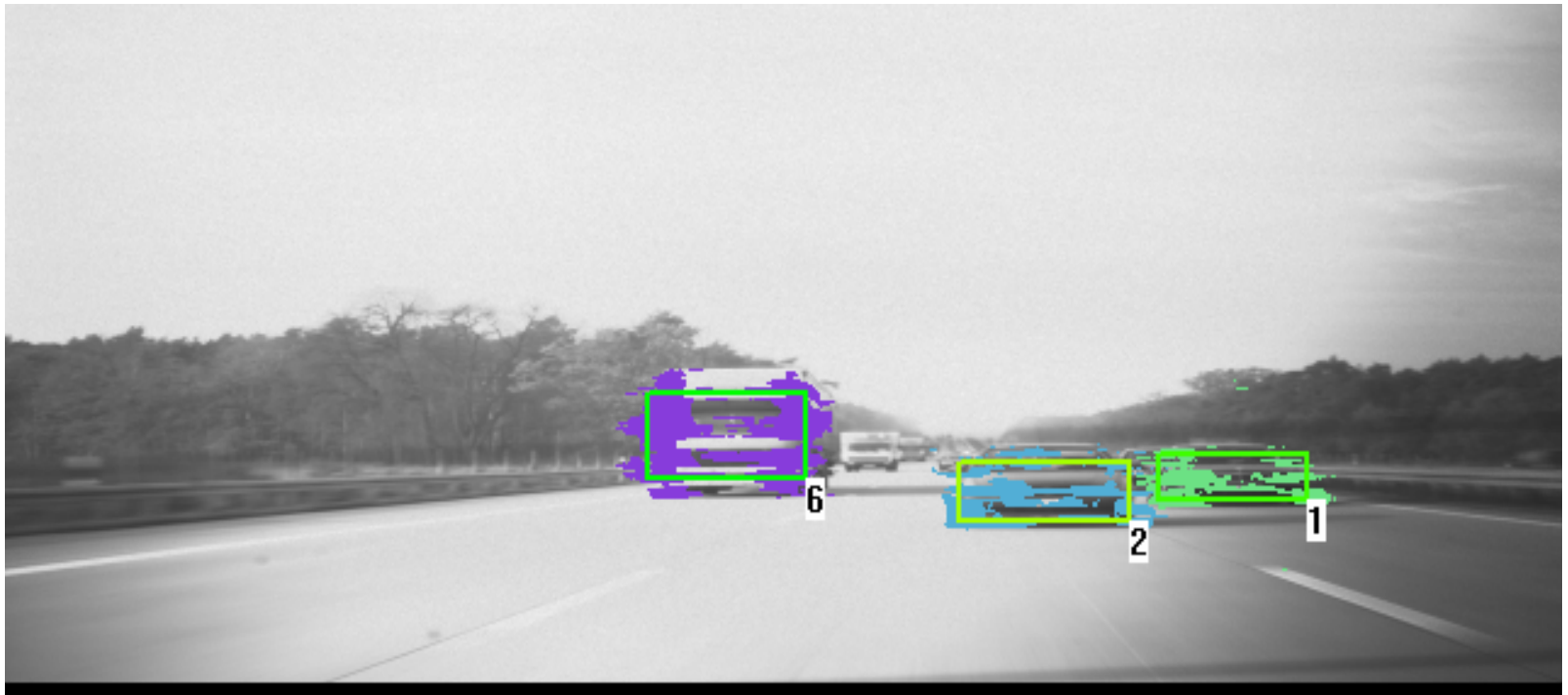
Tiefenkarte



- Ergebnis der ersten Berechnungsstufe, Video



Clustering



Anwendungsmöglichkeiten

- „intelligenter Rückspiegel“
- Abstandsmessung
- elektronische Deichsel
- Medizintechnik, Patientenpositionierung
- autonome Fahrzeuge und Roboter
-