

Sensordatenfusion zur Umgebungserfassung in Fahrerassistenzsystemen

Olaf Tetzlaff

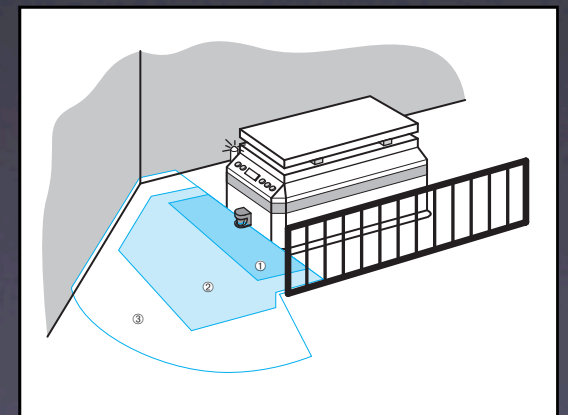
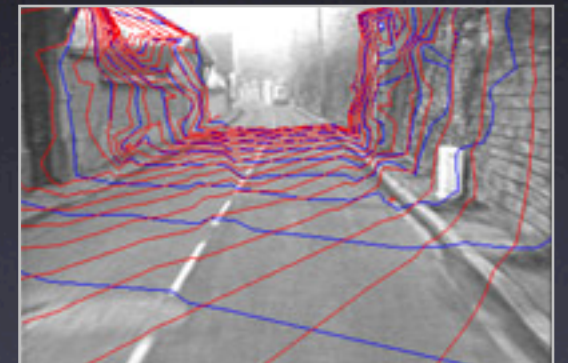
Seminarvortrag - Master Informatik
25.11.2005

Agenda

- Einleitung
- Fahrerassistenzsystem
- Sensoren
- Datenfusion
- Ausblick Master-Thesis

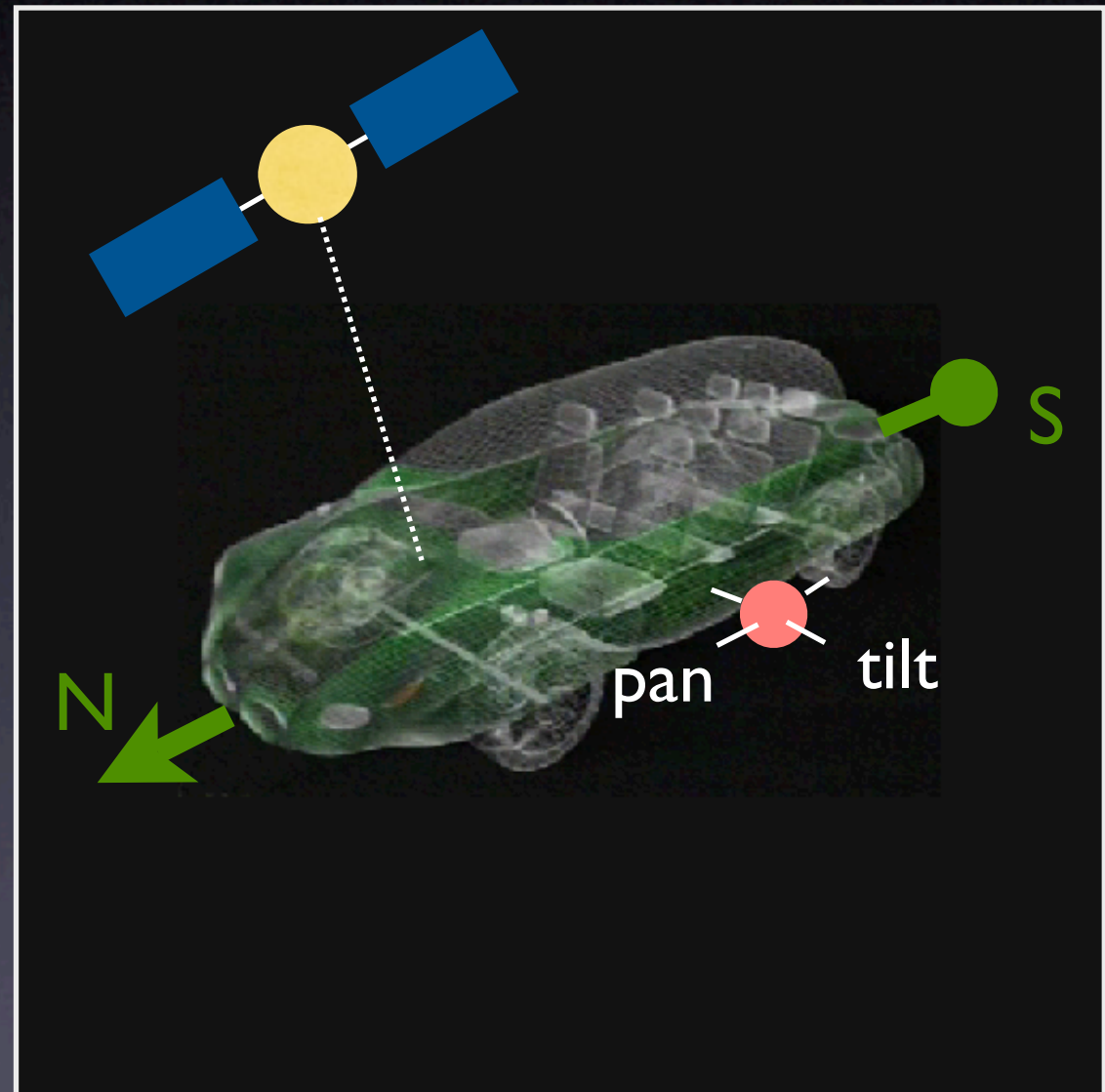
Fahrerassistenzsystem

- Umgebungserfassung des Fahrzeuges
- Erkennen von Hindernissen
- Dynamische Reaktion durch
 - ➔ Warnhinweis
 - ➔ Eingriff in das Fahrverhalten



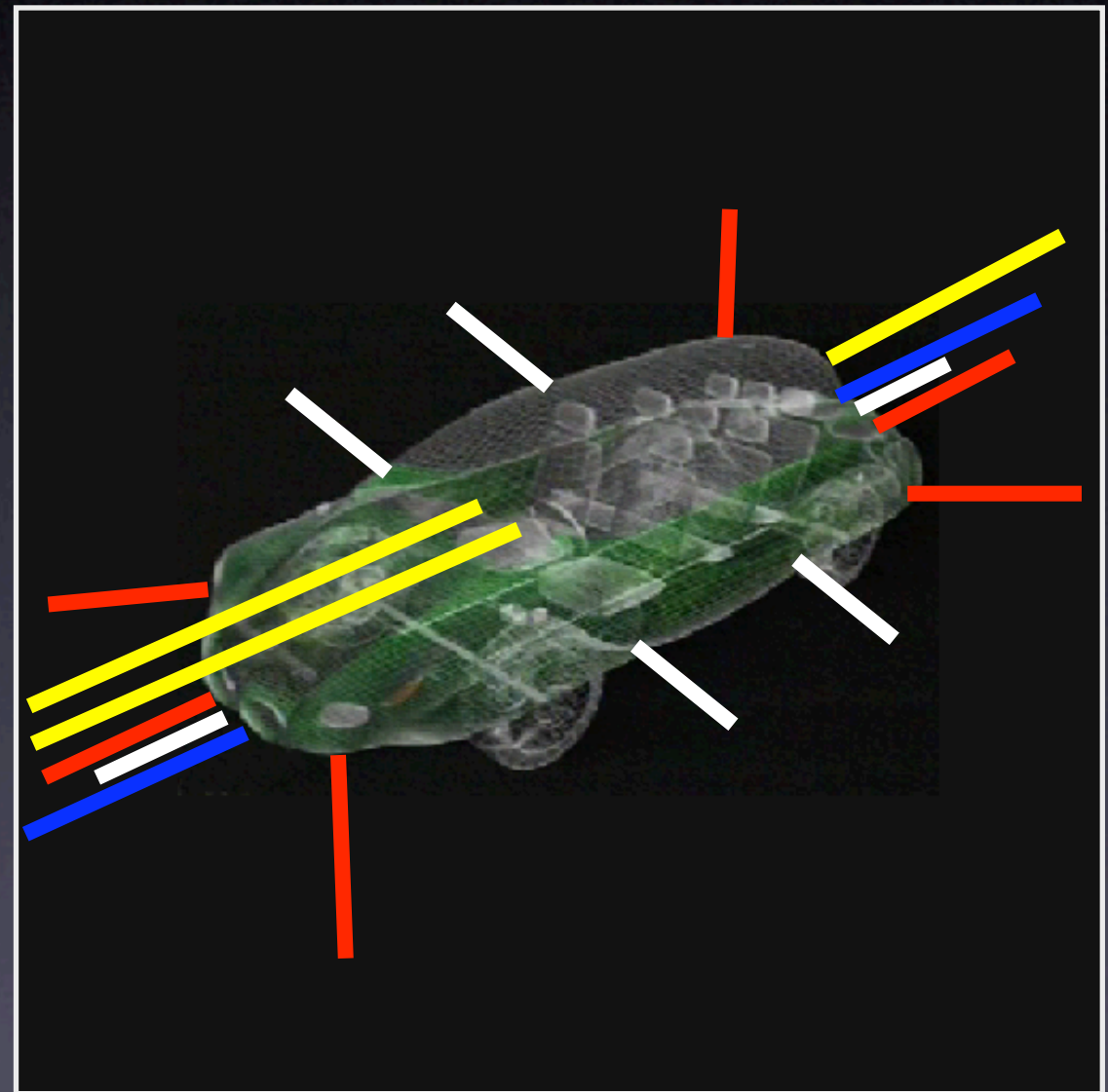
Eigenzustand

- Bestimmung des Eigenzustandes durch
 - ▶ GPS
 - ▶ Kompass
 - ▶ Neigungssensor
 - ▶ Bordelektronik

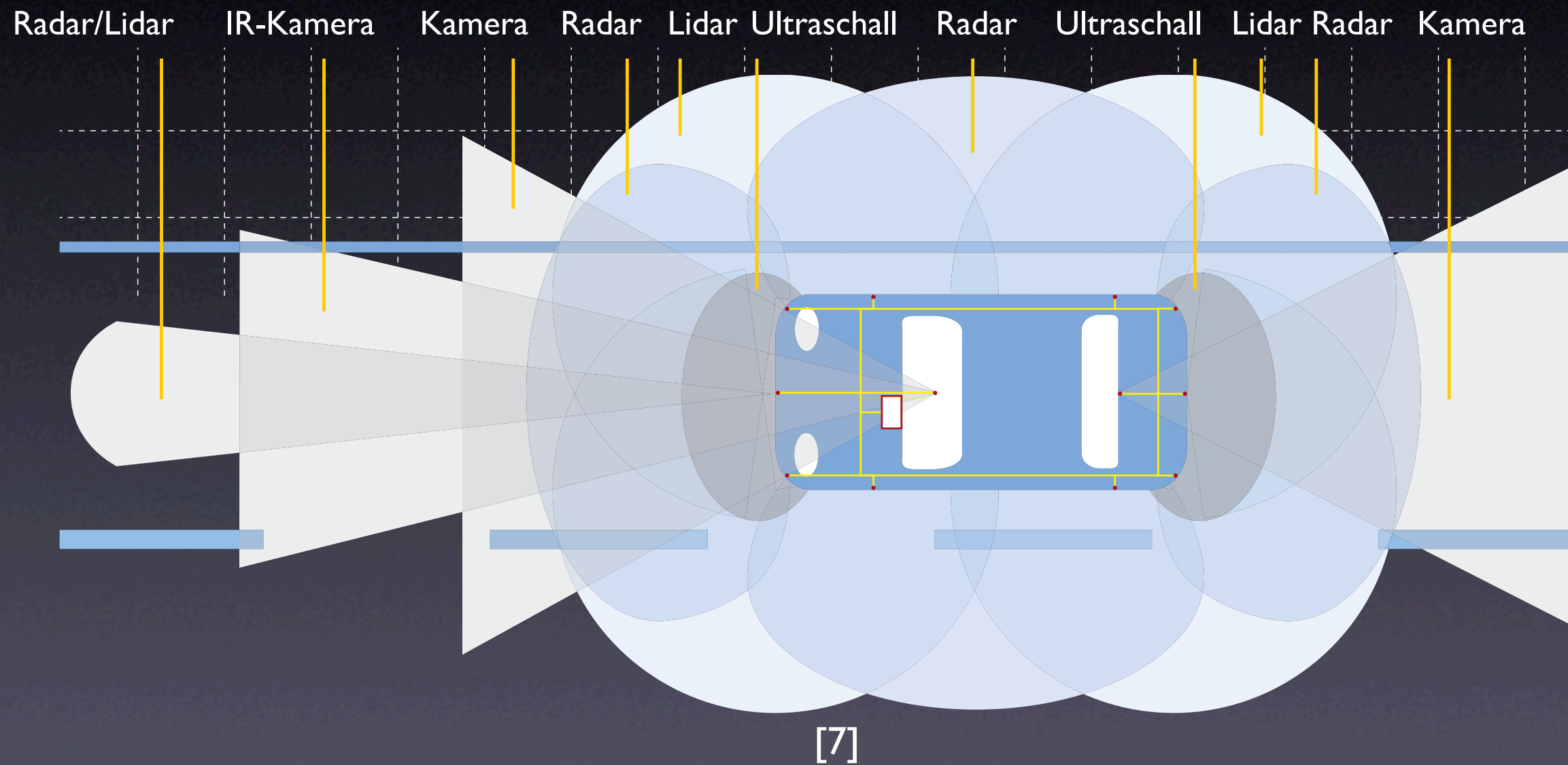


Umgebungserfassung

- Laufzeitmessung
 - ▶ Sonar
 - ▶ Radar
 - ▶ Laser
- Visuelle Messung
 - ▶ Kamera

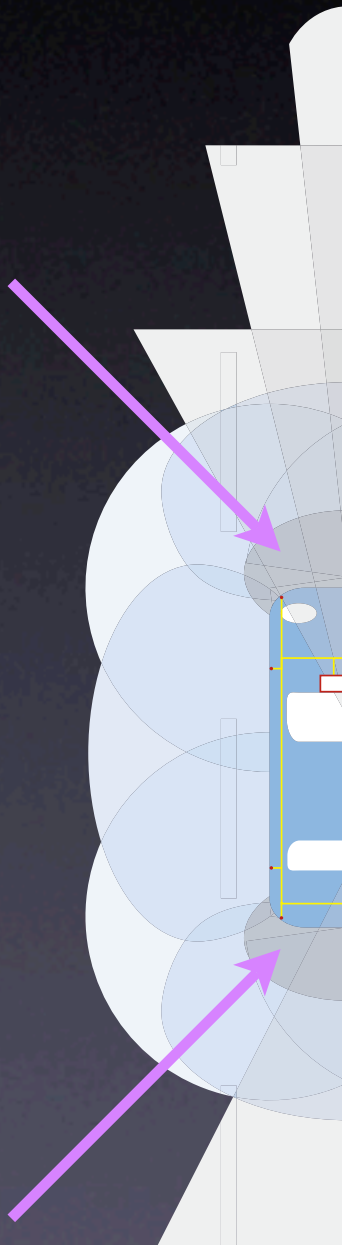


Sensoranordnung



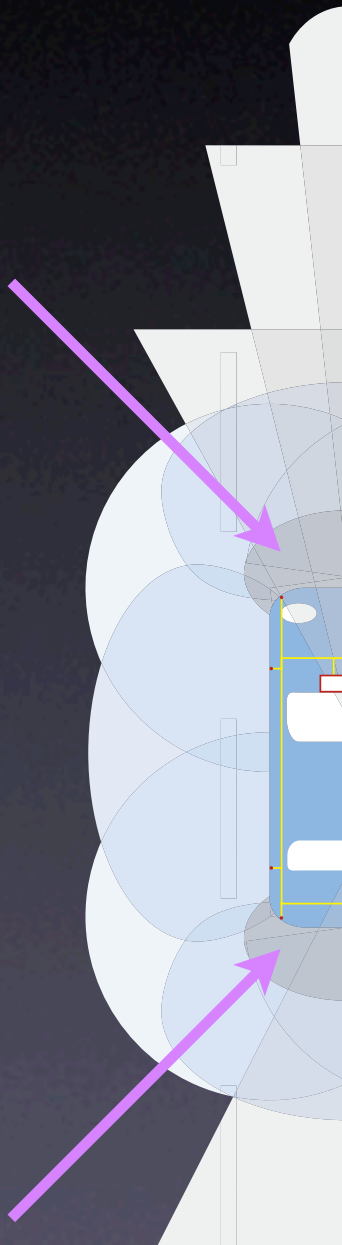
Sonar / Ultraschall

- Aussenden elektroakustischer Signale
- Frequenzbereich von 20 KHz - 1 GHz
- Einsatz im Nahbereich von 15 cm - 8 m
- Laufzeitmessung ergibt Entfernung
- Signalform des Echos erlaubt Rückschluss auf erkannte Objektstruktur



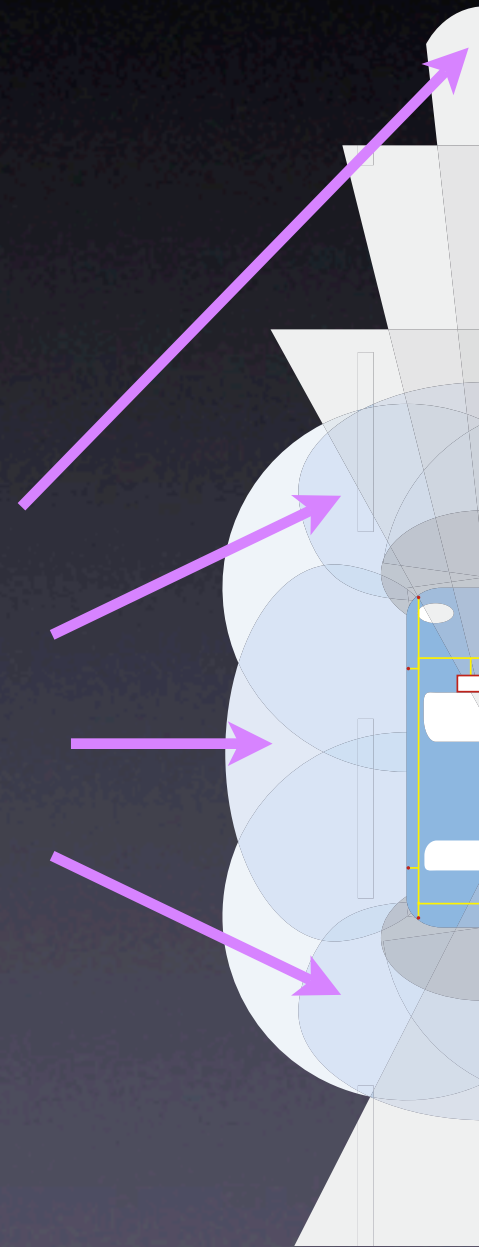
Sonar / Ultraschall

- Derzeitige Verwendung
 - ▶ Abstandswarner
 - ▶ Parkassistent



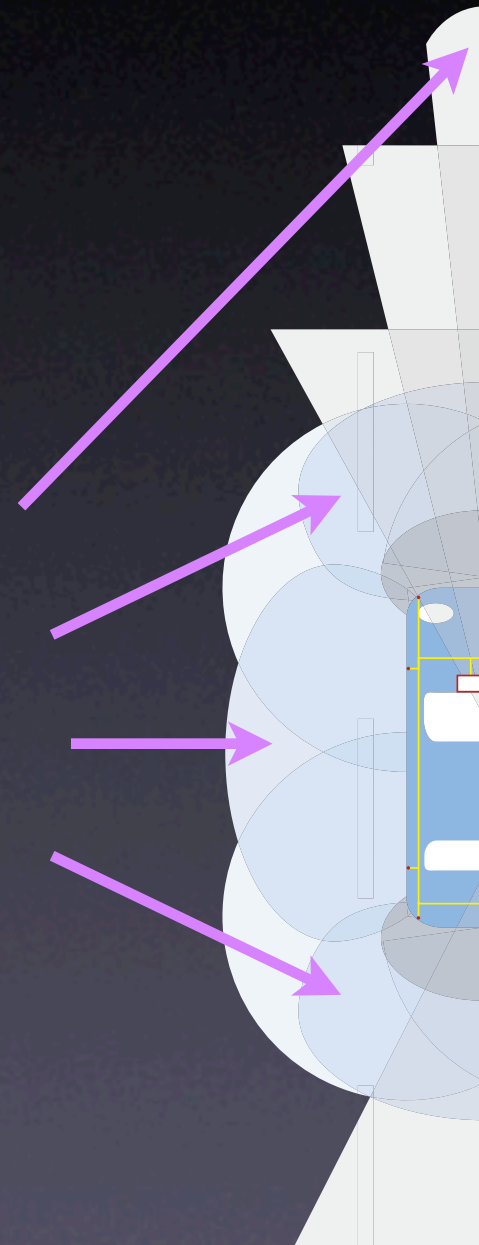
Radar

- Aussenden elektromagnetischer Wellen
- Nur metallische Objekte erkennbar
- Einsatz im Fernbereich bis 200 m
- Laufzeitmessung ergibt Entfernung



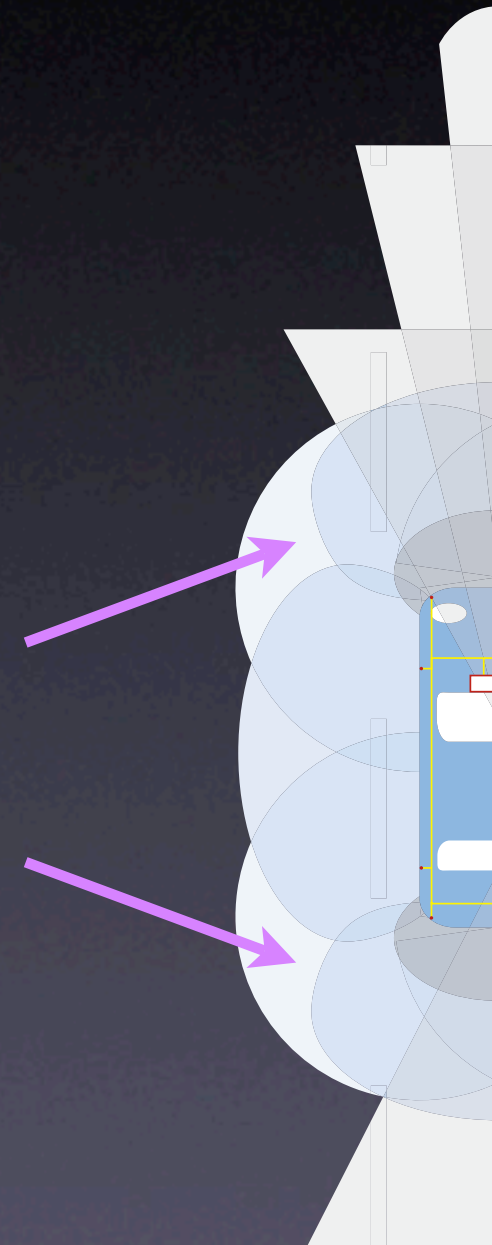
Radar

- Verwendung in
 - ▶ ADR - Automatische Distanzregelung
 - ▶ Intelligenter Tempomat
 - ▶ Elektronischer Bremsassistent

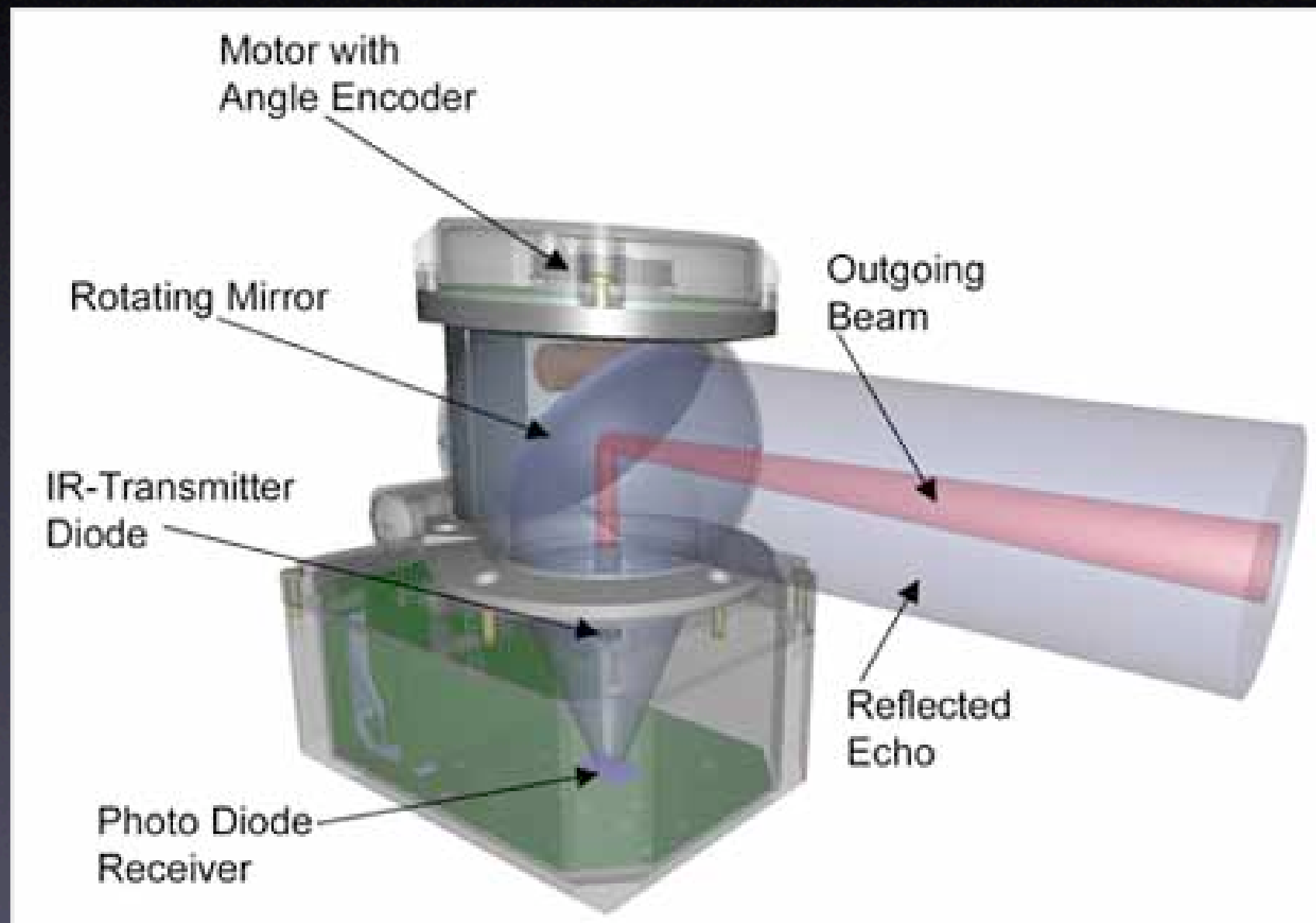


Laserscanner

- Zwei unterschiedliche Prinzipien
 - ▶ Laserscanner mit einer Sendediode
 - ▶ Mehrstrichlaser mit mehreren Sendedioden
- Einsatz für Reichweite bis ca. 80 m
- Laufzeitmessung ergibt Entfernung zu reflektierenden Objekten



Laserscanner



[10]

Sick - Laserscanner

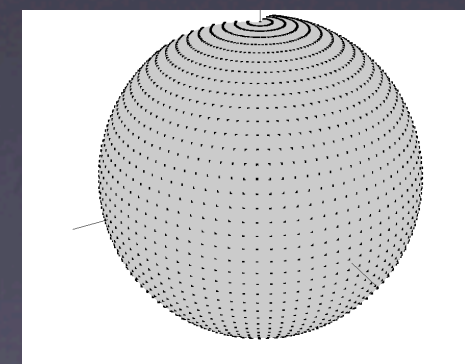
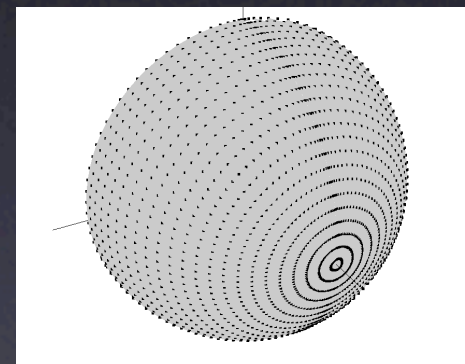
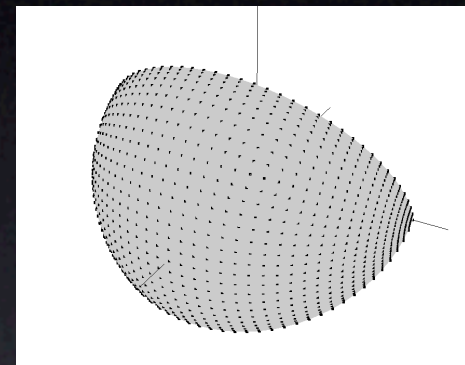
- 180° Scanwinkel
- Umdrehung 13.3 ms
- bis 4 m - radiale
Auflösung von 7 cm
- bis 50 m - radiale
Auflösung von 60 cm
- 0.25° - 1° Genauigkeit



[11]

Bewegung - LS

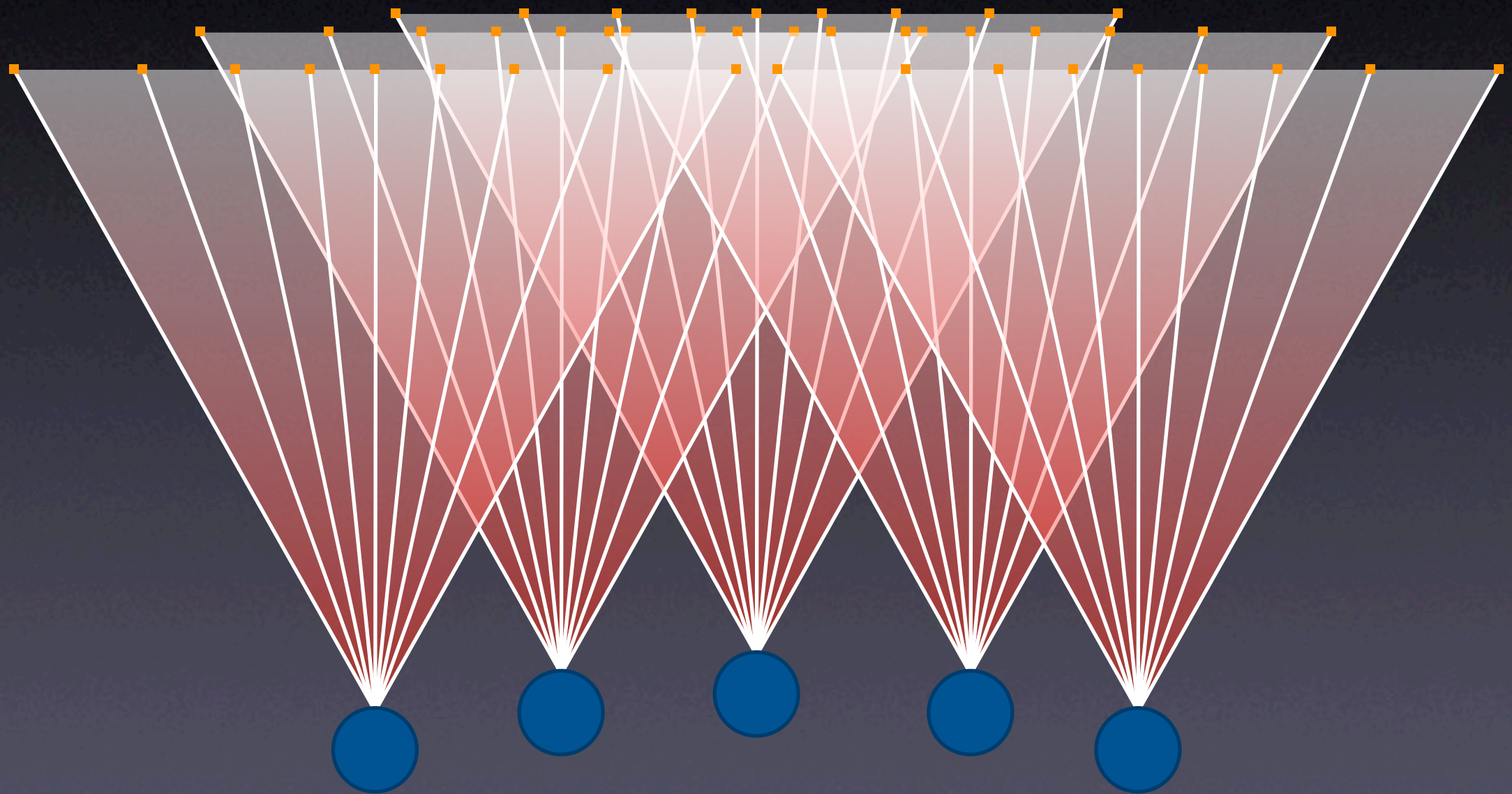
- Neigen (Pitch)
- Drehen (Roll)
- Schwenken (Yaw)



[12]



Positionierung - LS



Zwischenfazit

Erkenntnis:

Abstand zu Objekten durch Sonar und Radar !

Genaue Umgebungskontur durch Laserscanner !

Frage:

Rechenintensive Bildverarbeitung nötig ?

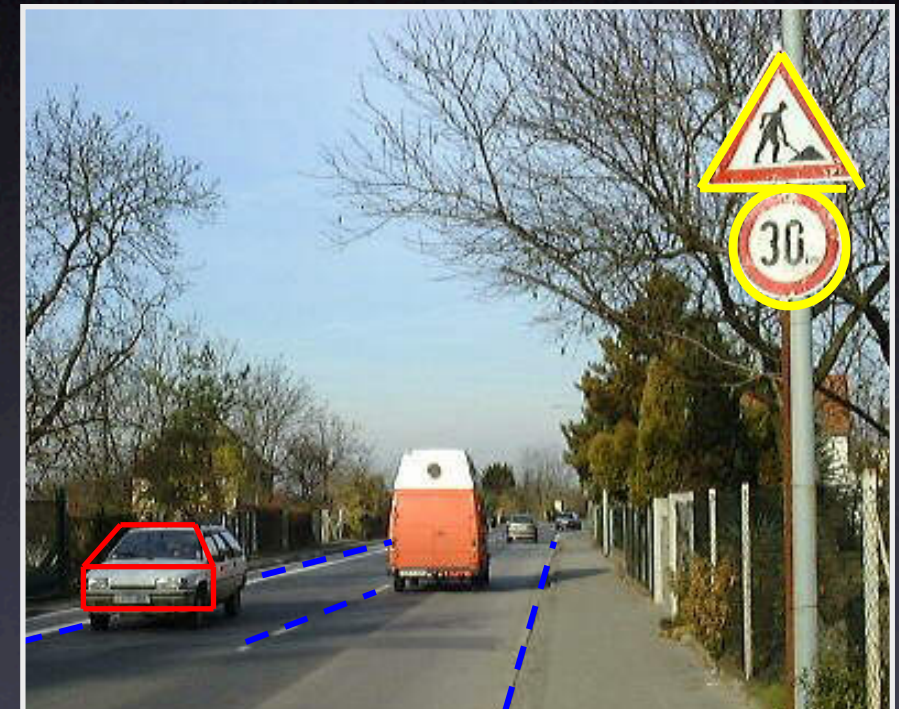
Antworten:

1. Fahrspurerkennung !

2. Verkehrsschilderkennung !

Bildverarbeitung

- Monokulare Kamera
 - Fahrbahnerkennung
 - Verkehrsschilderkennung
- Stereokamera
 - Tiefenbilder



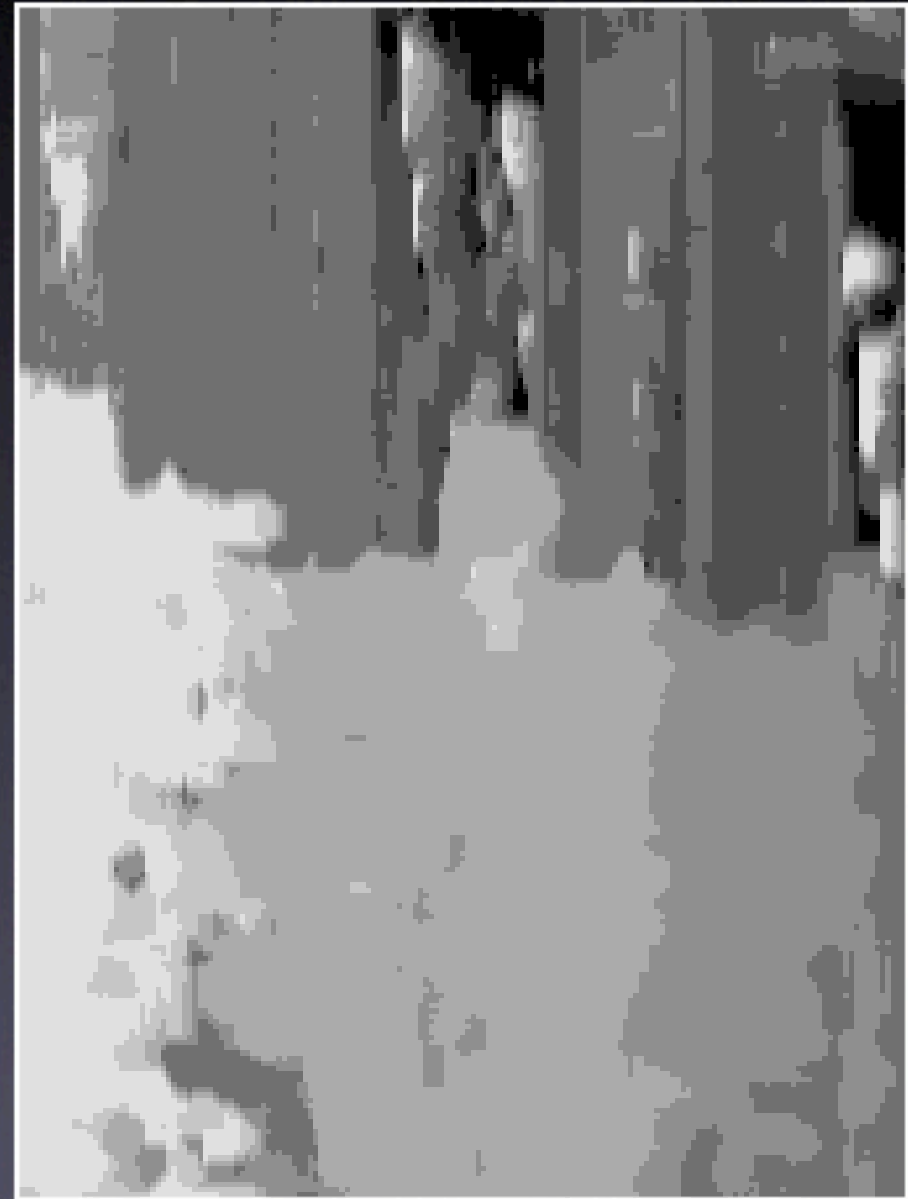
Anaglyphenbilder



Dreidimensionale Darstellung aus
zweidimensionalen Abbildungen

Tiefenbilder

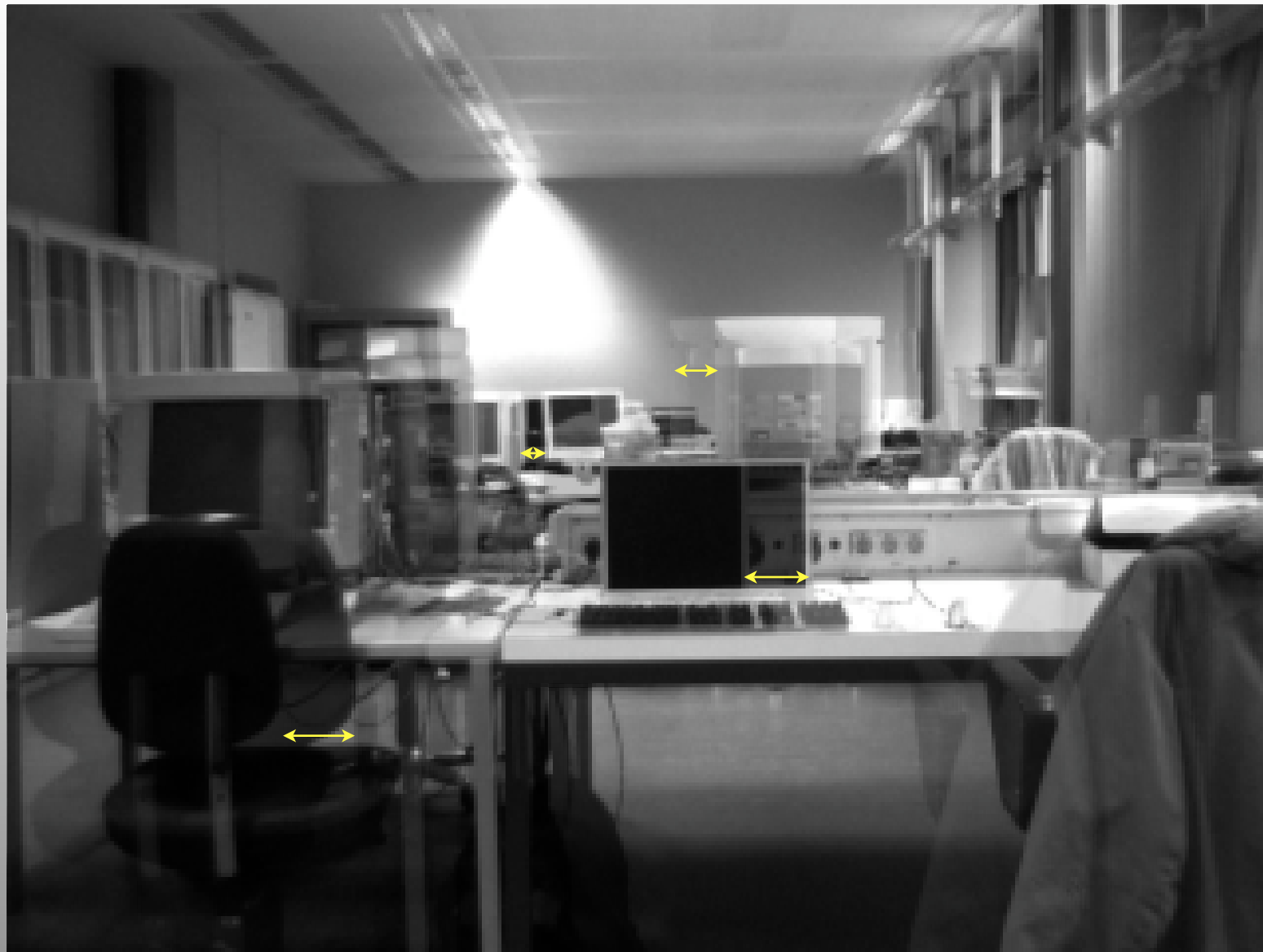
- Grauwertbilder die eine Tiefenkarte zeigen
 - Helle Grauwerte - nah
 - ➔ große Disparität
 - Dunkle Grauwerte - fern
 - ➔ kleine Disparität



Stereokamera Parallelblick



Disparität



Korrelationsverfahren

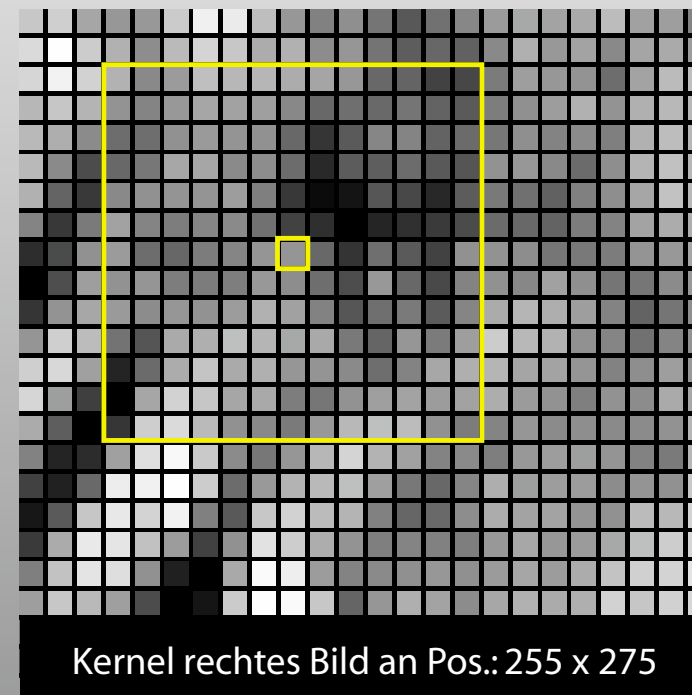
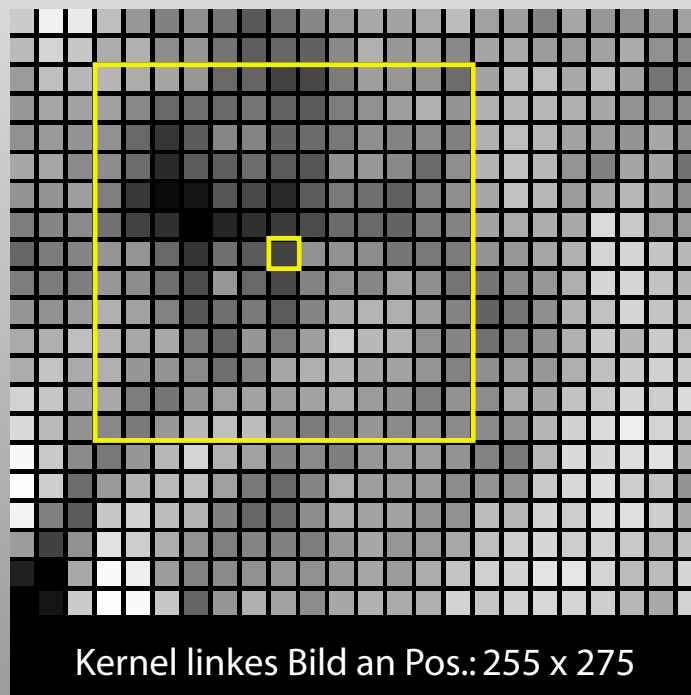
- Differentielle Methode
 - SAD - Sum of Absolute Differences
- Korrelations Methode
 - ZNCC - Zero Mean Normalized Cross Correlation
Normierte Kreuzkorrelation

SAD

- Einfache Rechenoperation
- Schnelle Verarbeitung
- Anfällig für Beleuchtungsschwankungen

Berechnung - SAD

$$SAD_{x,y,d}(f, g) = \sum_{m=x-K}^{x+K} \sum_{n=y-L}^{y+L} |f_{m,n} - g_{m+d,n}|$$

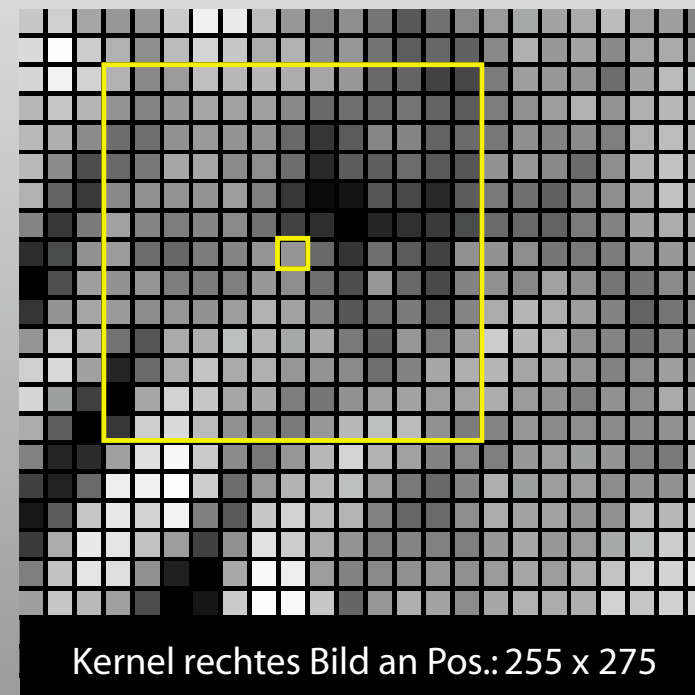
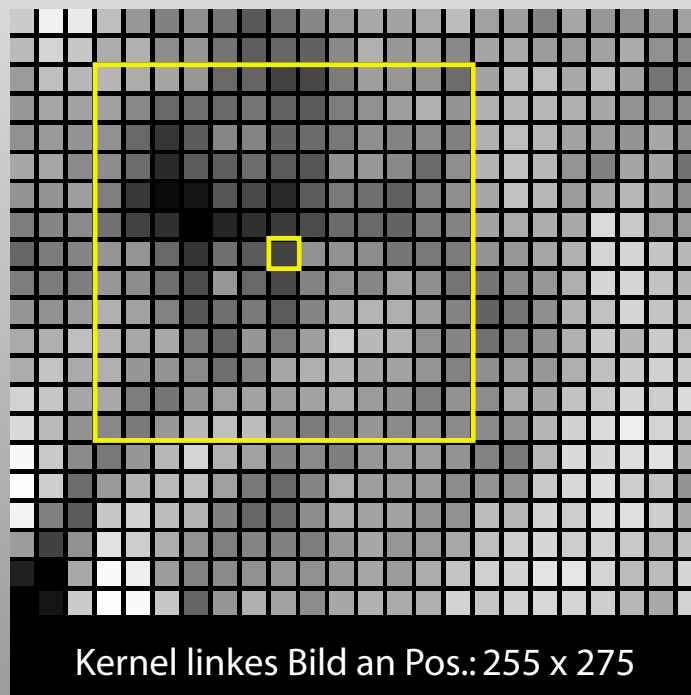


ZNCC

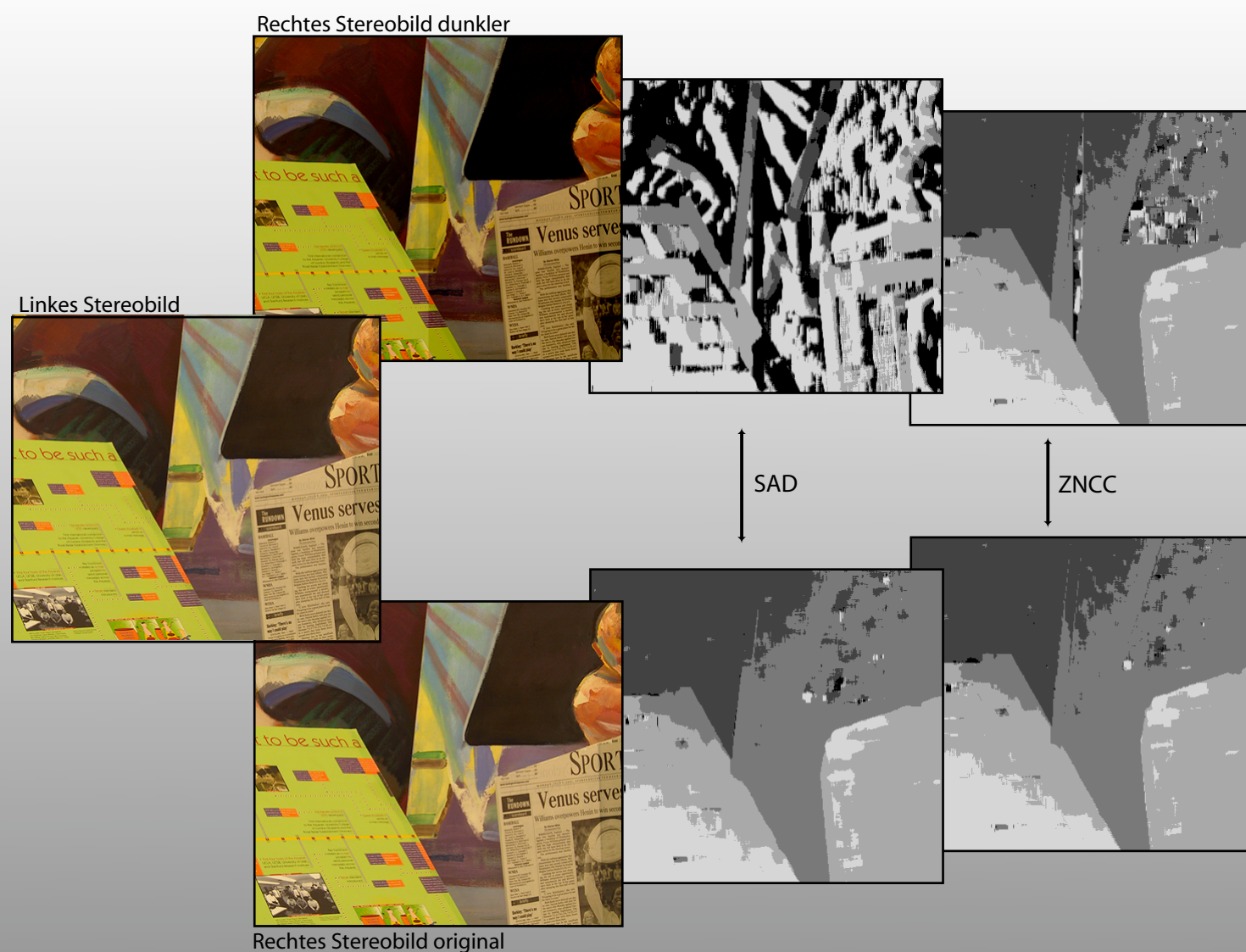
- Hohe Rechenanforderung
- Gleicht Beleuchtungsschwankungen aus
- Verwendung auch bei nicht optimalem Bildmaterial

Berechnung - ZNCC

$$C(x, y, d) = \frac{cov_{x,y,d}(f, g)}{\sqrt{var_{x,y}^2(f)} \times \sqrt{var_{x,y,d}^2(g)}}$$



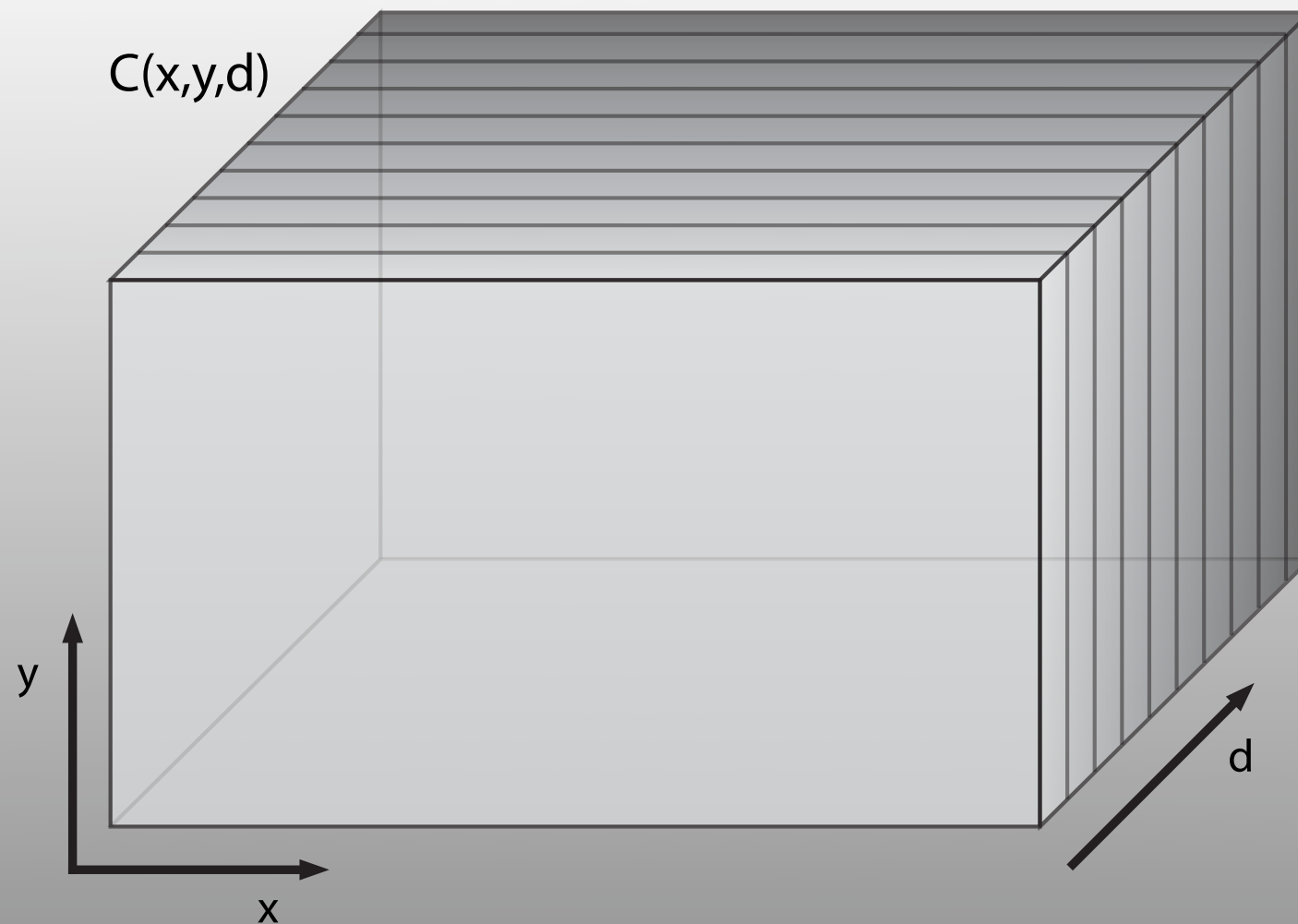
Vergleich SAD / ZNCC



Disparitätsvolumen

Disparity Volume:

$C(x,y,d)$



Disparitätsvolumen

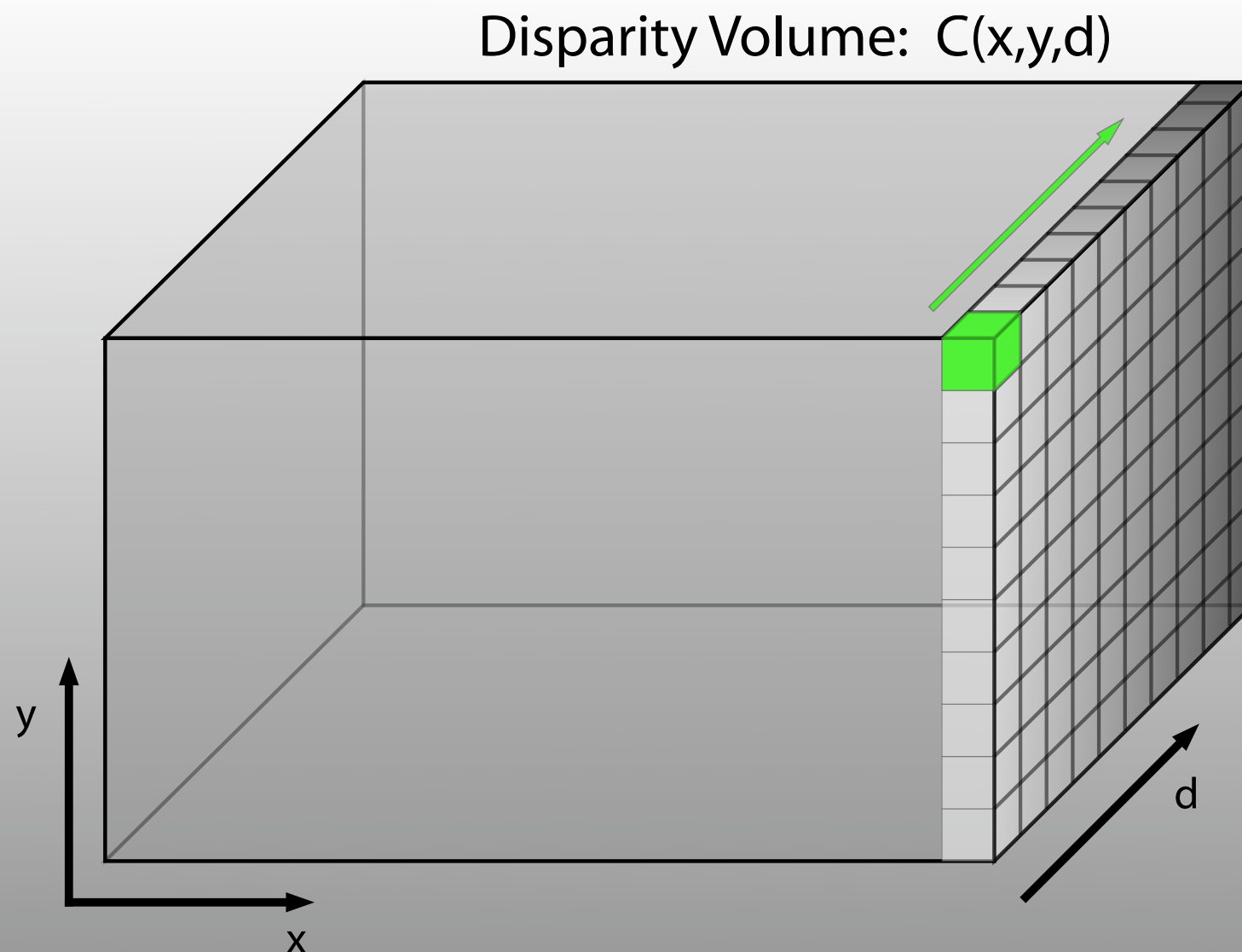


Schichtenmodell

Disparitätenauswahl

- Auswahl durch Best-Match
- Zeilen- oder spaltenweises Durchsuchen des Disparitätsvolumens
- Höchste Korrelation ergibt Disparität

Disparitätsvolumen

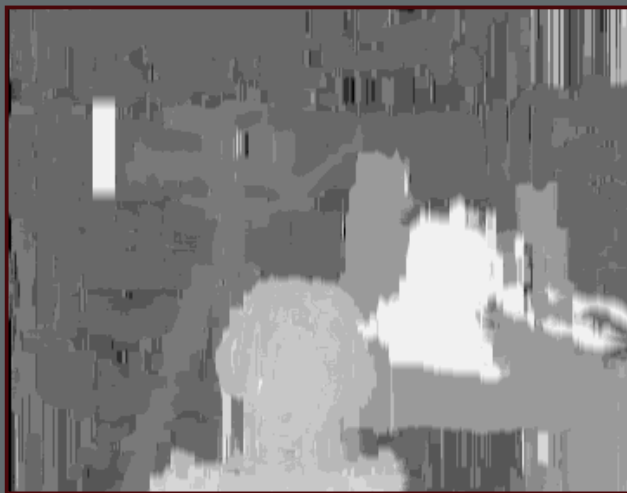
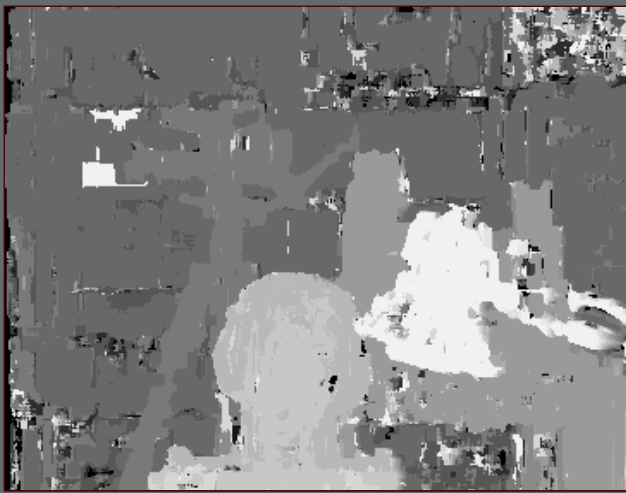


Berechnungszeit - Tiefenbilder

Linkes Quellbild
SAD - Dynamic
SAD - BestMatch





ZNCC - Dynamic
ZNCC - BestMatch

File Name:	head_L.bmp
Image Size:	384 x 288 Pixel
Kernel Size:	7 x 7 Pixel
Disparity Range:	0 - 15 Pixel
Dynamic Range:	1 Pixel
Correlation - SAD:	1.410 s
Correlation - ZNCC:	12.982 s
Disparity Search:	0.081 s
Dynamic Disparity Search:	0.336 s
Processing Time SAD:	1.491 s
Processing Time ZNCC:	13.343 s

Sensordatenfusion

- Redundante Sensoren
- Ergänzende Sensoren
- Migration der Messwerte
- Erzeugen eines virtuellen Sensors

Redundantes Fusionsmodell

- Identische Sensoren
- Überlappender Erfassungsbereich
- Genauigkeit steigern
- Ausfallsicherheit erhöhen

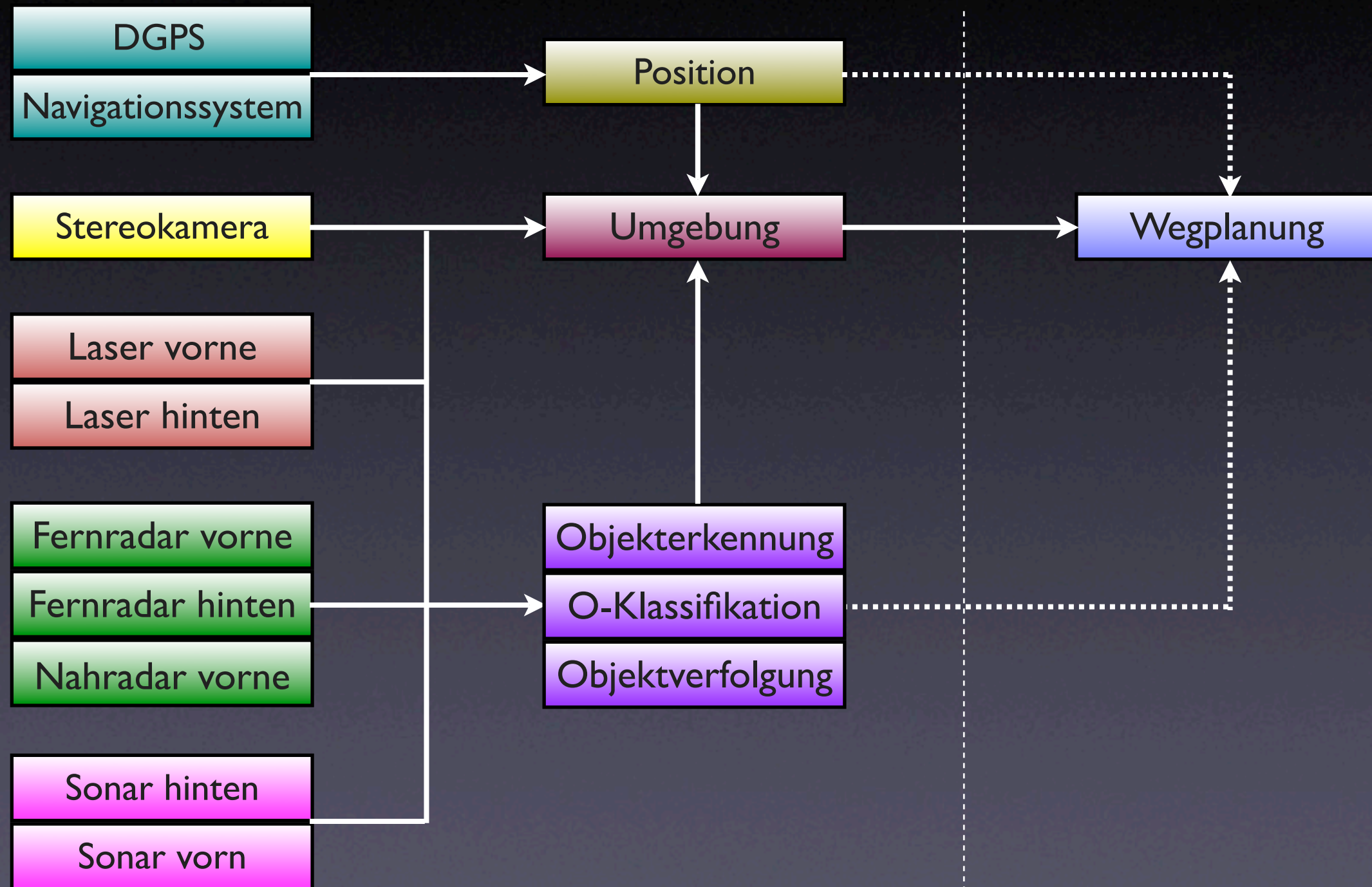
Komplimentäres Fusionsmodell

- Unterschiedliche Sensoren
- Ergänzender Erfassungsbereich
- Erweiterter Merkmalsraum für Beobachtungen
- Informationsverlust bei Ausfall

Ausblick Master-Thesis

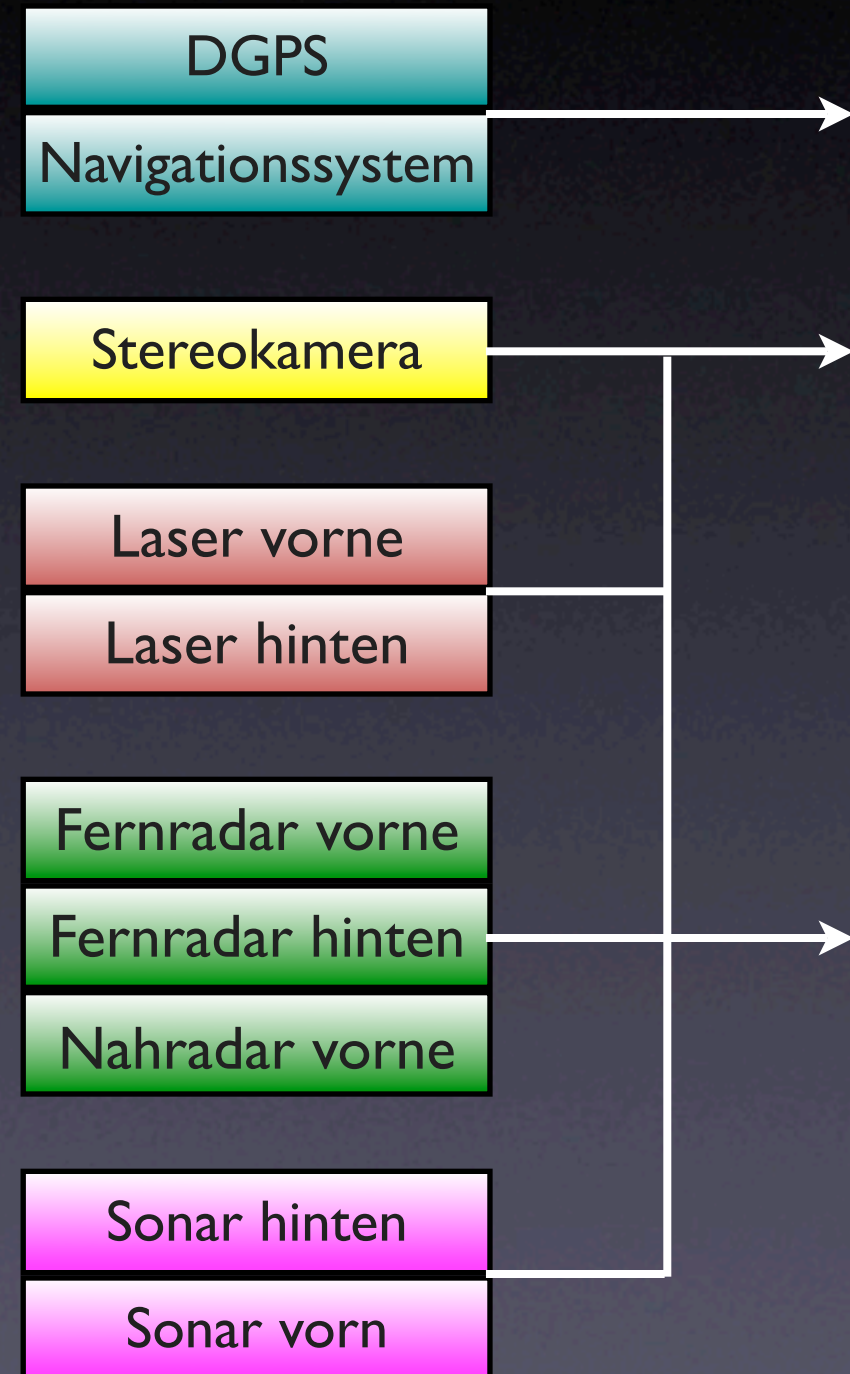
- Implementierung Fusionsmodell
- Realisierung virtueller Sensor
- Generieren eines Umfeldmodells

Kooperatives Fusionsmodell



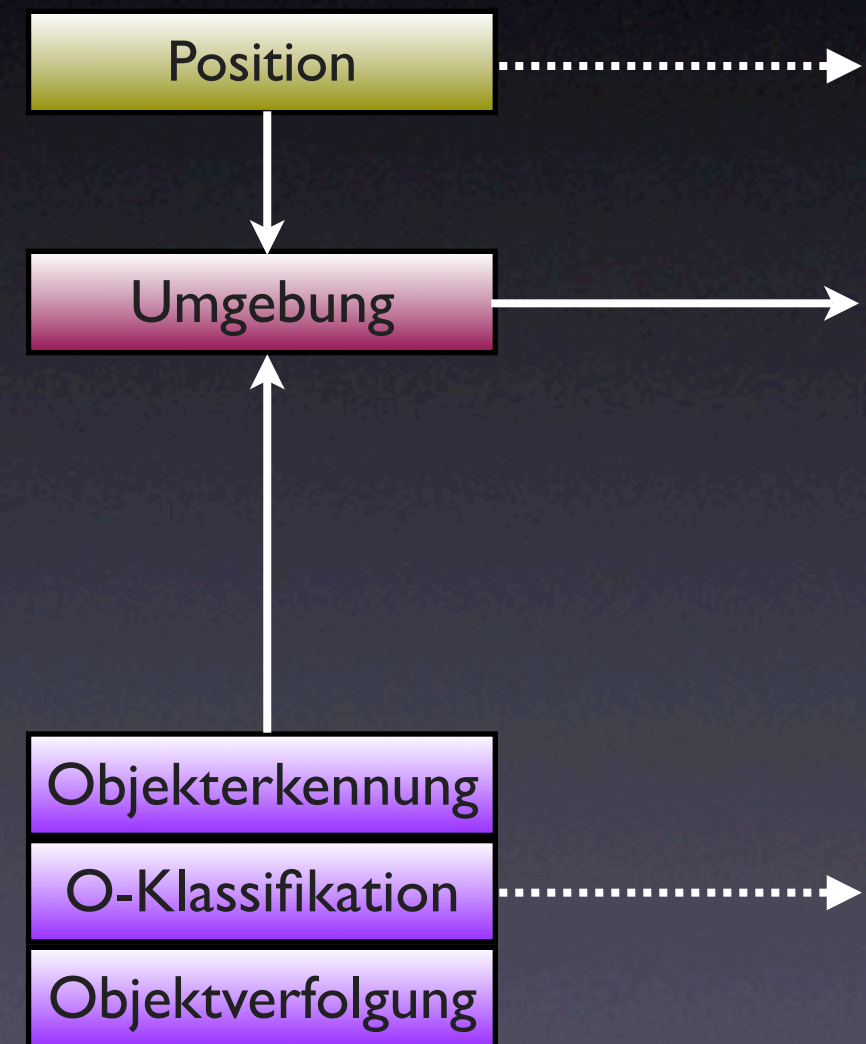
Virtueller Sensor

- Einzelne Sensordaten migrieren zu einem virtuellen Sensor



Objekterkennung

- Fahrbahn
- Hindernisse
- Verkehrsteilnehmer



Objektklassifikation

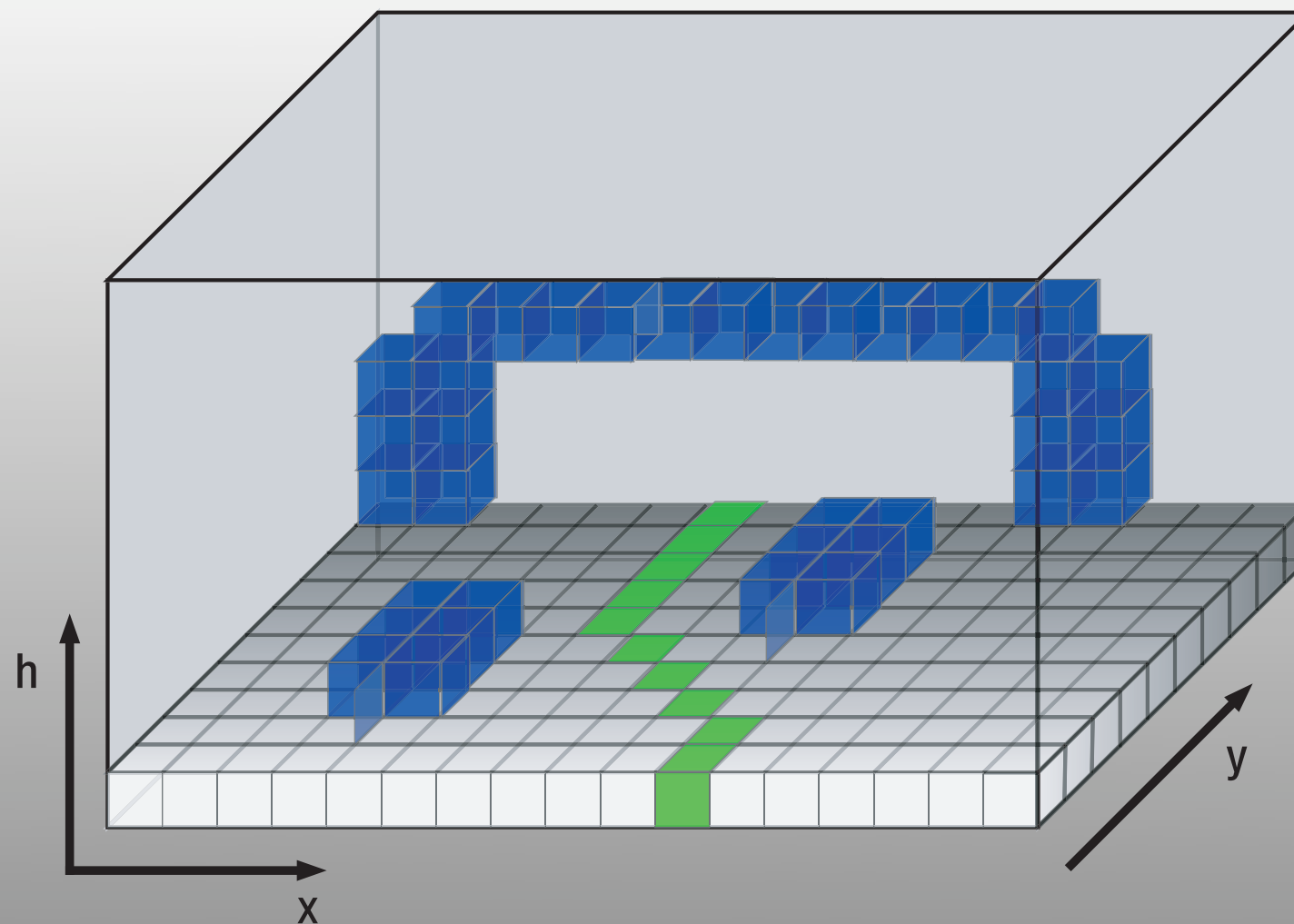
- Definieren von Objektklassen für unterschiedliche Verkehrsteilnehmer
 - Menschen
 - Zweiräder
 - Autos
 - LKWs
- Lernen durch Neuronale Netze

Objektverfolgung

- Trackingalgorithmen durch Einsatz von Bildverarbeitung
- Beispiel: Folge dem Licht

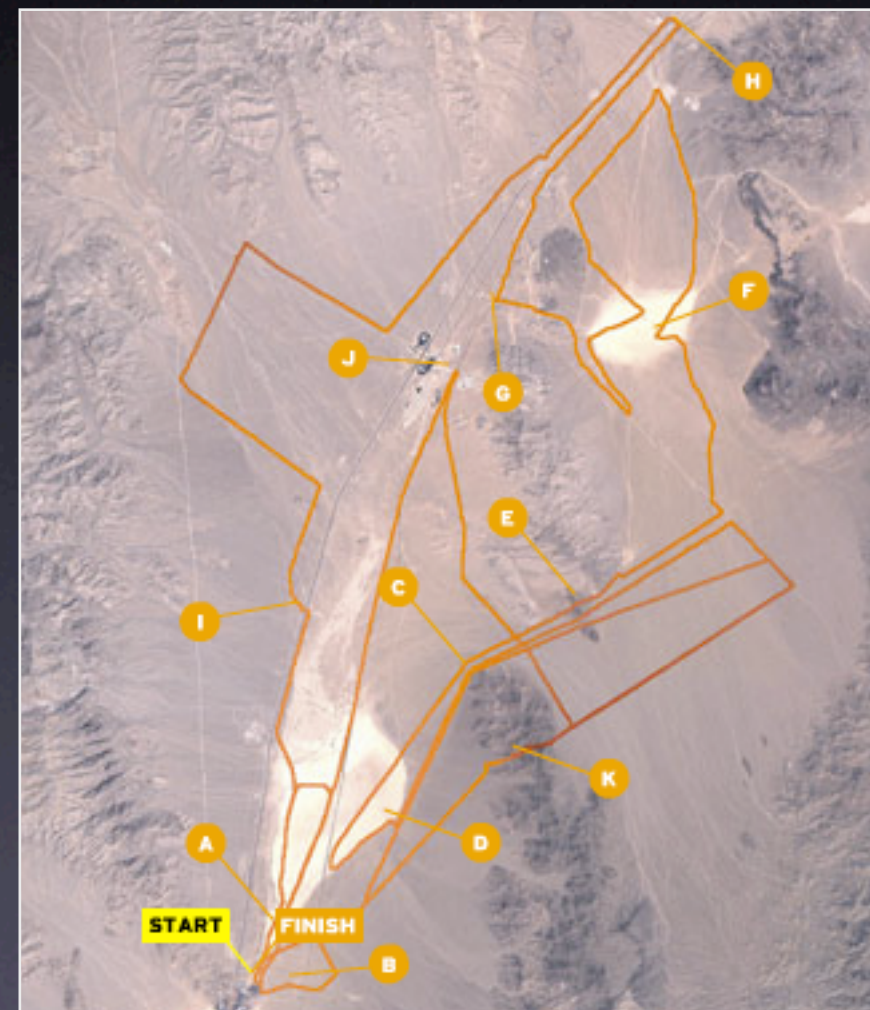
Umfeldmodell

Umfeldmodell $Y(x,y,h)$



Grand Challenge

- Defence Advances Research Projects Agency (DARPA)
- DGPS - Bis auf 50 cm genau positionierbar
- RDDF - Road Data Description File
- 2 Stunden Path-Planning



[8]

Literaturverzeichnis

- *[1] Ameling Christian: Steigerung der aktiven Sicherheit von Kraftfahrzeugen durch ein Kollisionsvermeidungssystem, VDI Verlag, 2002
- *[2] Mildner Frank: Untersuchung zur Erkennung und Vermeidung von Unfällen für Kraftfahrzeuge, VDI Verlag, 2004
- *[3] Kirchner Alexander: Sensordatenverarbeitung eines Laserscanners für autonome Fahrfunktionen von Kraftfahrzeugen, VDI Verlag, 2000
- *[4] Lages, Ulrich S.: Untersuchung zur aktiven Unfallvermeidung von Kraftfahrzeugen, VDI Verlag, 2000
- *[5] Stücker Dirk: Heterogene Sensordatenfusion zur robusten Objektverfolgung im Automobilen Straßenverkehr, Carl von Ossietzky-Universität Oldenburg, 2003
- *[6] von Holdt Volker: Integrale Multisensorielle Fahrumgebungserfassung nach dem 4D Ansatz, Universität der Bundeswehr München, 2004
- *[7] Intelligenter Verkehr und nutzgerechte Technik , www.invent-online.de, Nov. 2005, Forschungsinitiative deutscher Unternehmen
- *[8] DARPA Defence Advances Research Projects Agency, www.darpa.mil, Nov. 2005
- *[9] Universität Hannover, <http://www.rts.uni-hannover.de/forschung/robooter/3d-laser/index.htm>, Nov. 2005
- *[10] http://www.ibeo-as.de/html/knho/knho_senstech_st.html
- *[11] <http://ecatalog.sick.com/Products/ProductFinder/product.aspx?finder=Produktfinder&pid=9168&lang=de>
- *[12] <http://www.rts.uni-hannover.de/forschung/robooter/3d-laser/konfig.htm>

??? Q&A ???