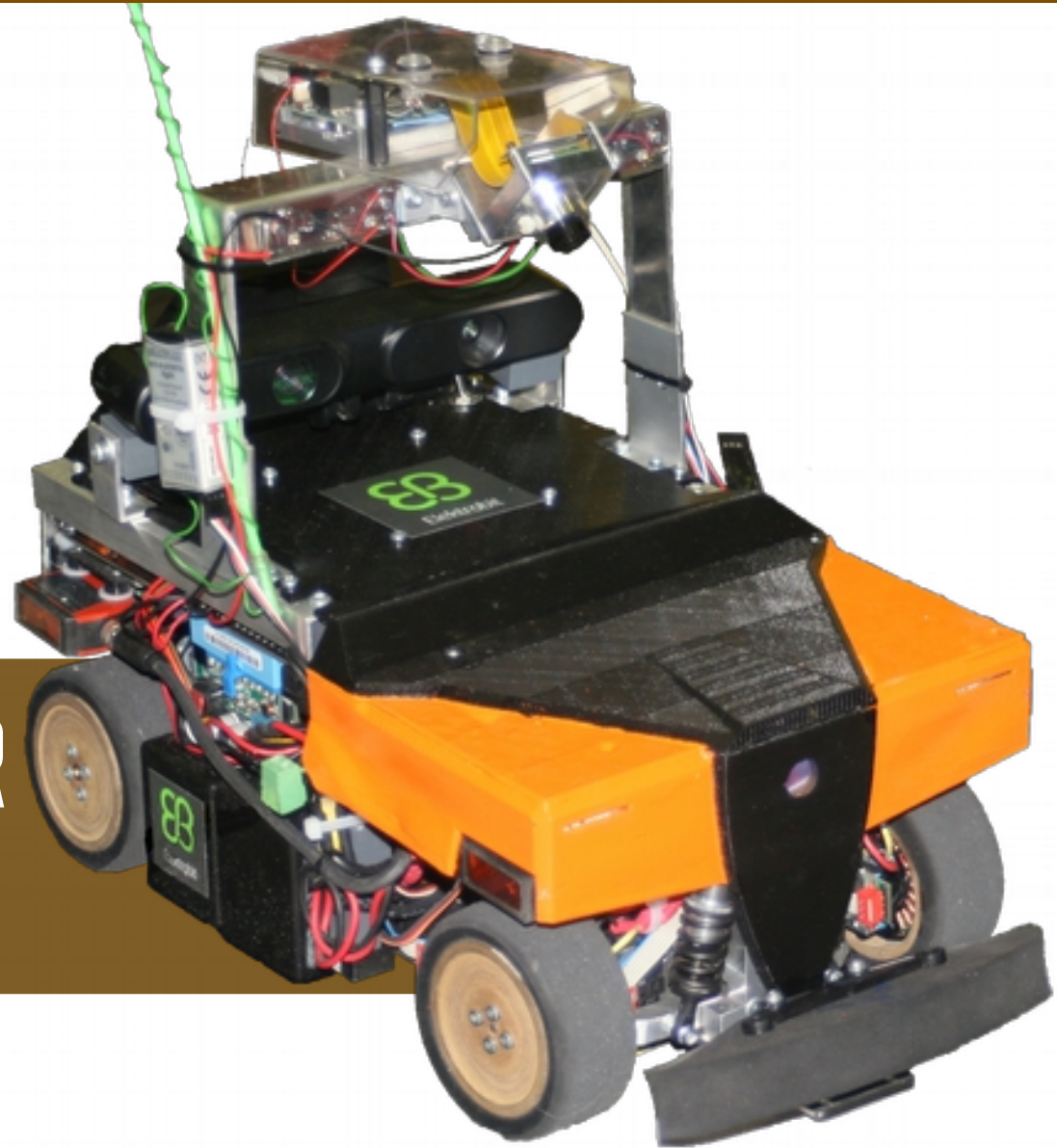
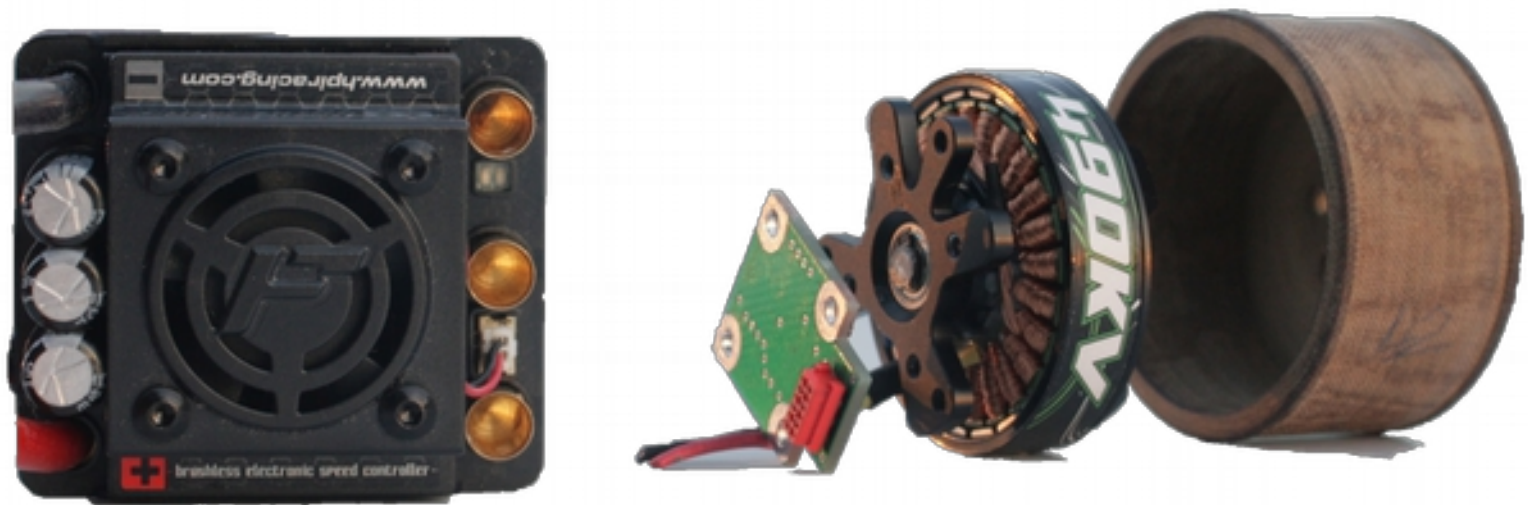


TEAM SPATZENHIRN

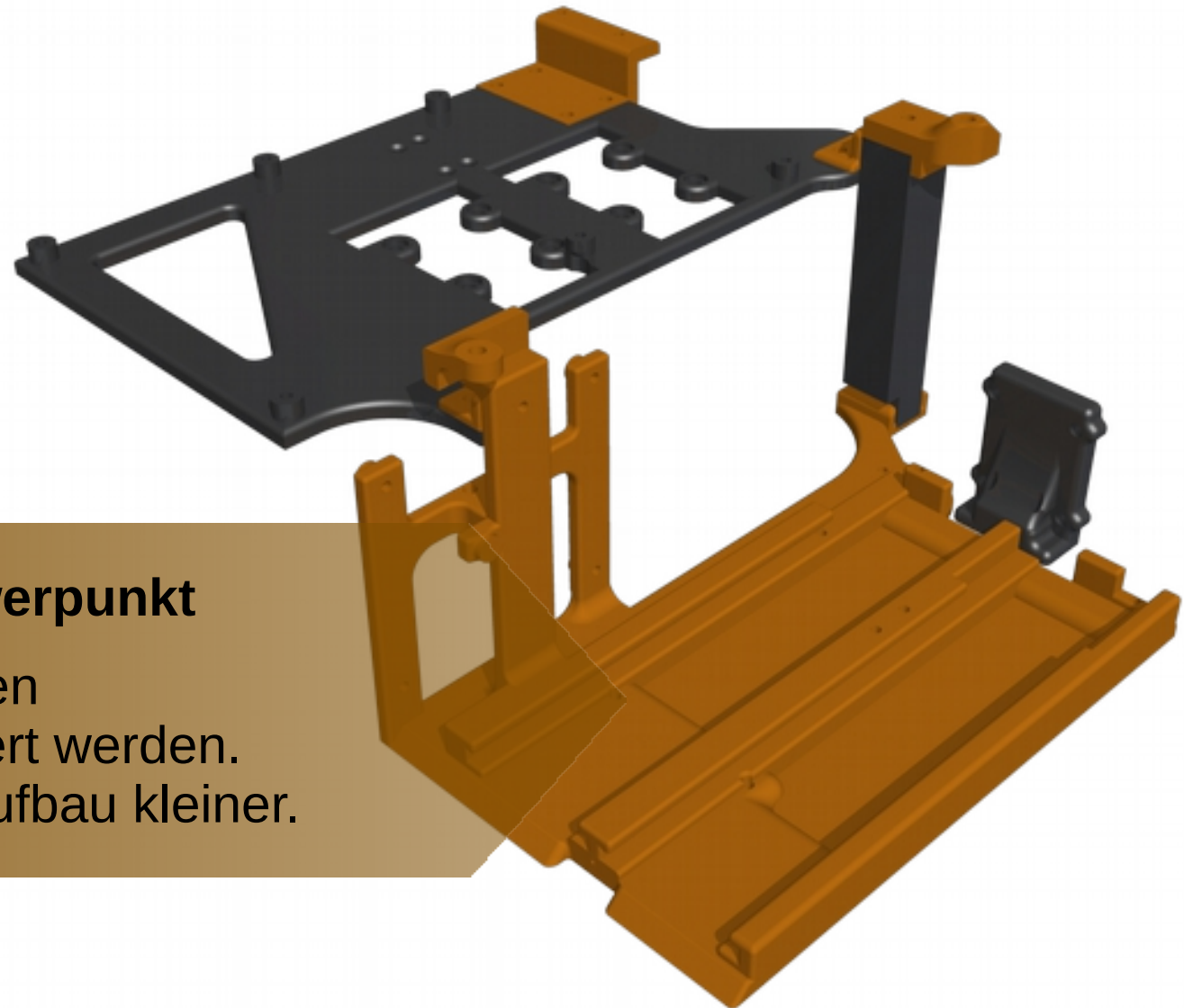
PATRICK WEGGLER
THOMAS WODTKO



SPATZEN-ANATOMIE



CHASSIS



Tiefer Schwerpunkt

Akkus können
unten platziert werden.
Gesamter Aufbau kleiner.

SENSORIK



High-Framerate-Kamera
656 x 490 px, max 160 fps

Xtion-Tiefenbildkamera

Gyroskop/Accelerometer

Lichttaster

Inkrementalgeber

SENSORIK



High-Framerate-Kamera

Xtion-Tiefenbildkamera
3D-Bild, max. 3m Reichweite

Gyroskop/Accelerometer

Lichttaster

Inkrementalgeber

SENSORIK

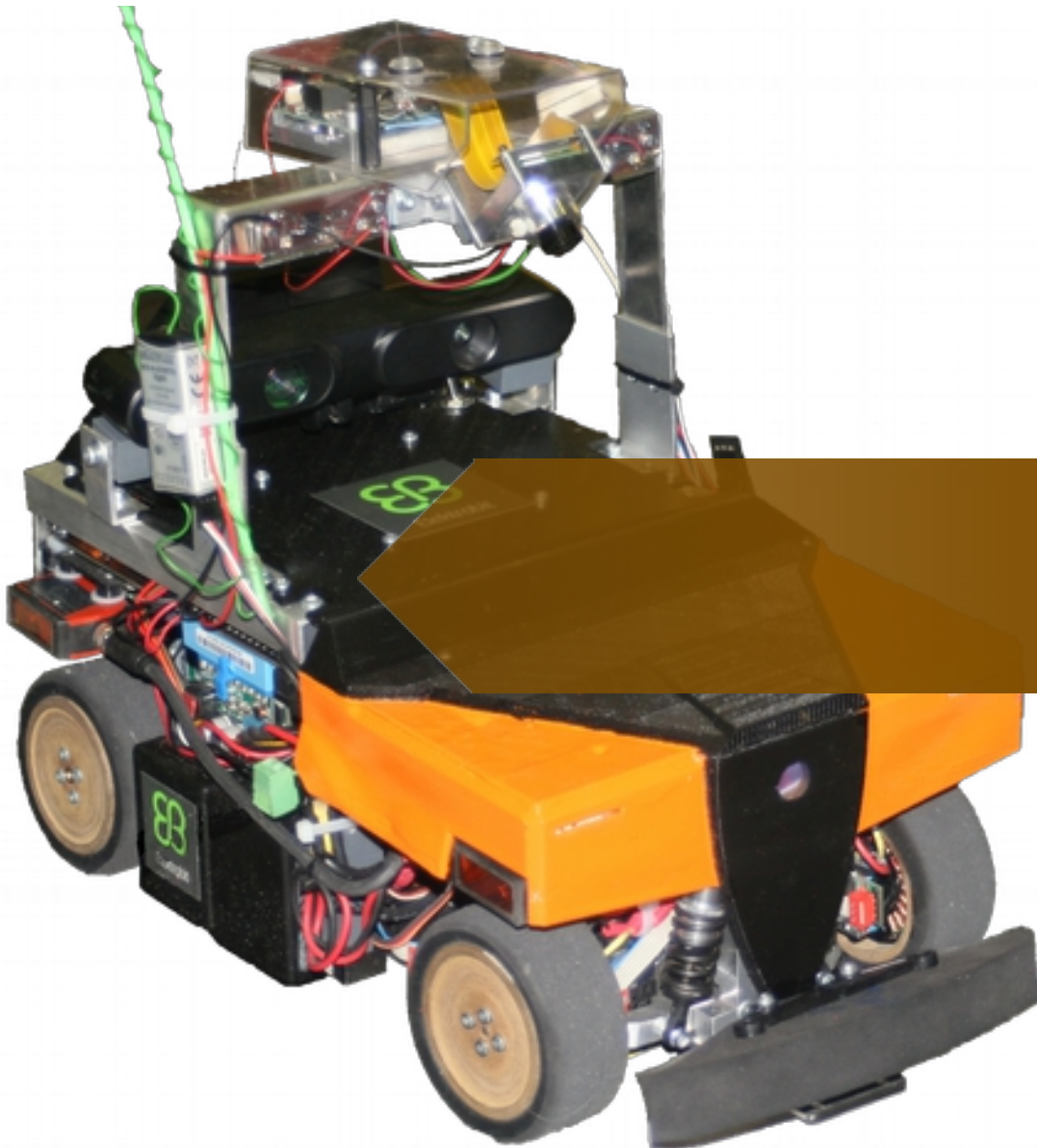
High-Framerate-Kamera

Xtion-Tiefenbildkamera

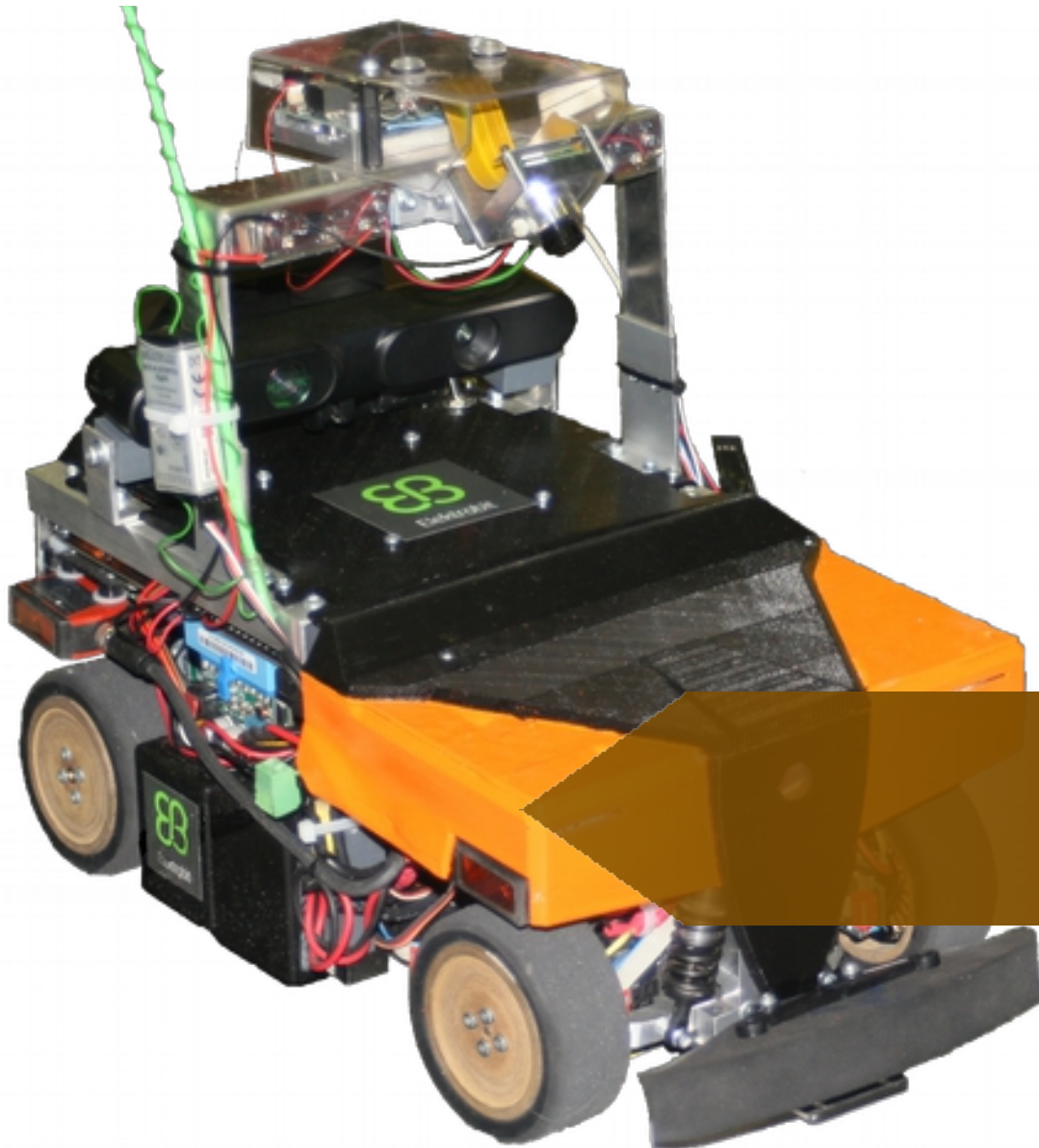
Gyroskop/Accelerometer
jeweils 3 Achsen

Lichttaster

Inkrementalgeber



SENSORIK



High-Framerate-Kamera

Xtion-Tiefenbildkamera

Gyroskop/Accelerometer

Lichttaster
Digitaler Wert (1 | 0)

Inkrementalgeber

SENSORIK



High-Framerate-Kamera

Xtion-Tiefenbildkamera

Gyroskop/Accelerometer

Lichttaster

Inkrementalgeber
magnetisch, 14 bit/U

HARDWAREARCHITEKTUR

CPU

Intel Core i7
4 x 2,5 GHz

GPU

Quadro K600
192 Kerne



Ethernet



USB



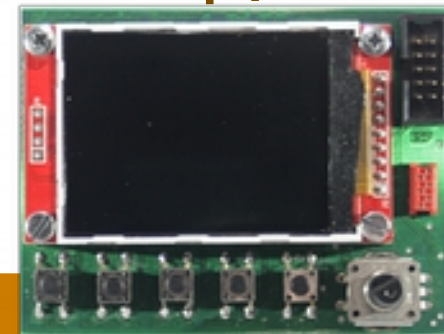
CAN



Energieplatine
(+ Aktorik)



Sensorplatine



Displayplatine

SOFTWAREARCHITEKTUR

ADTF

Spatzenhirn
Bibliotheken und Module

CUDA, Boost, Armadillo,
OpenCV, OpenNI

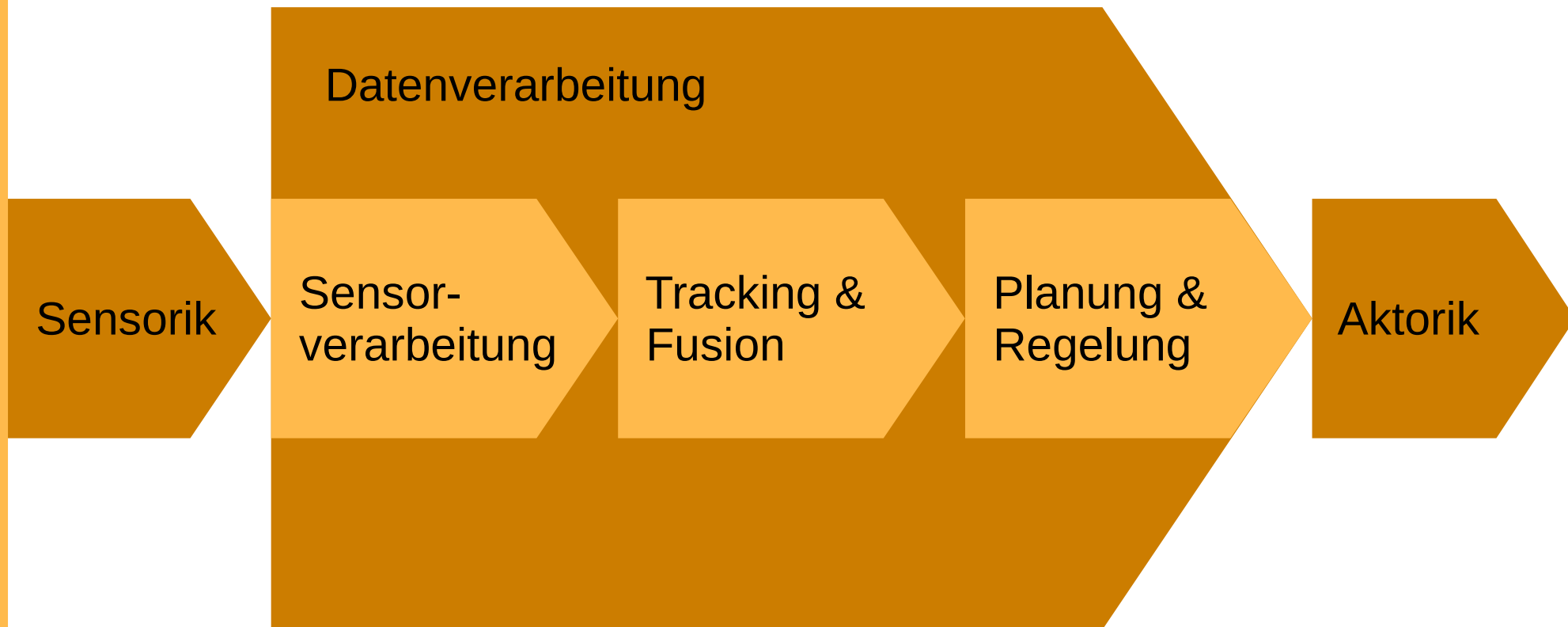
Ubuntu 14.04 LTS

Module zur **Integration**
in ADTF-Framework



Bibliothek führt
Berechnungen aus

FILTERGRAPH



Filtergraph modelliert **Datenfluss**
modular und schnell **anpassbar**

KOSTENPLAN

| | |
|------------------|------|
| High-FPS-Kamera | 450€ |
| Xtion-Kamera | 130€ |
| Lichttaster | 200€ |
| Inkrementalgeber | 35€ |

Sensorik

815 €



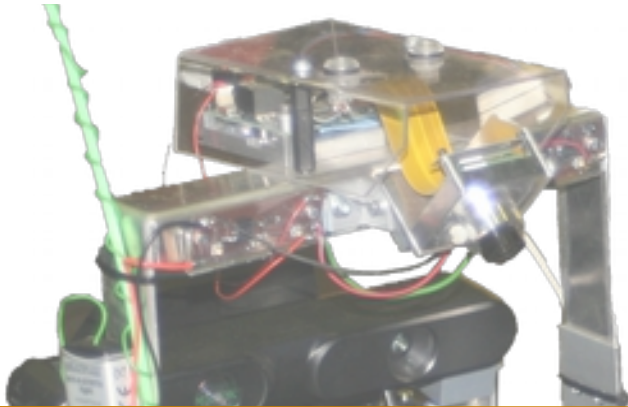
Rechnersystem

645 €

Fahrwerk

850 €

KOSTENPLAN



Sensorik

815 €

PC
Platinen

420€

225€

Rechnersystem

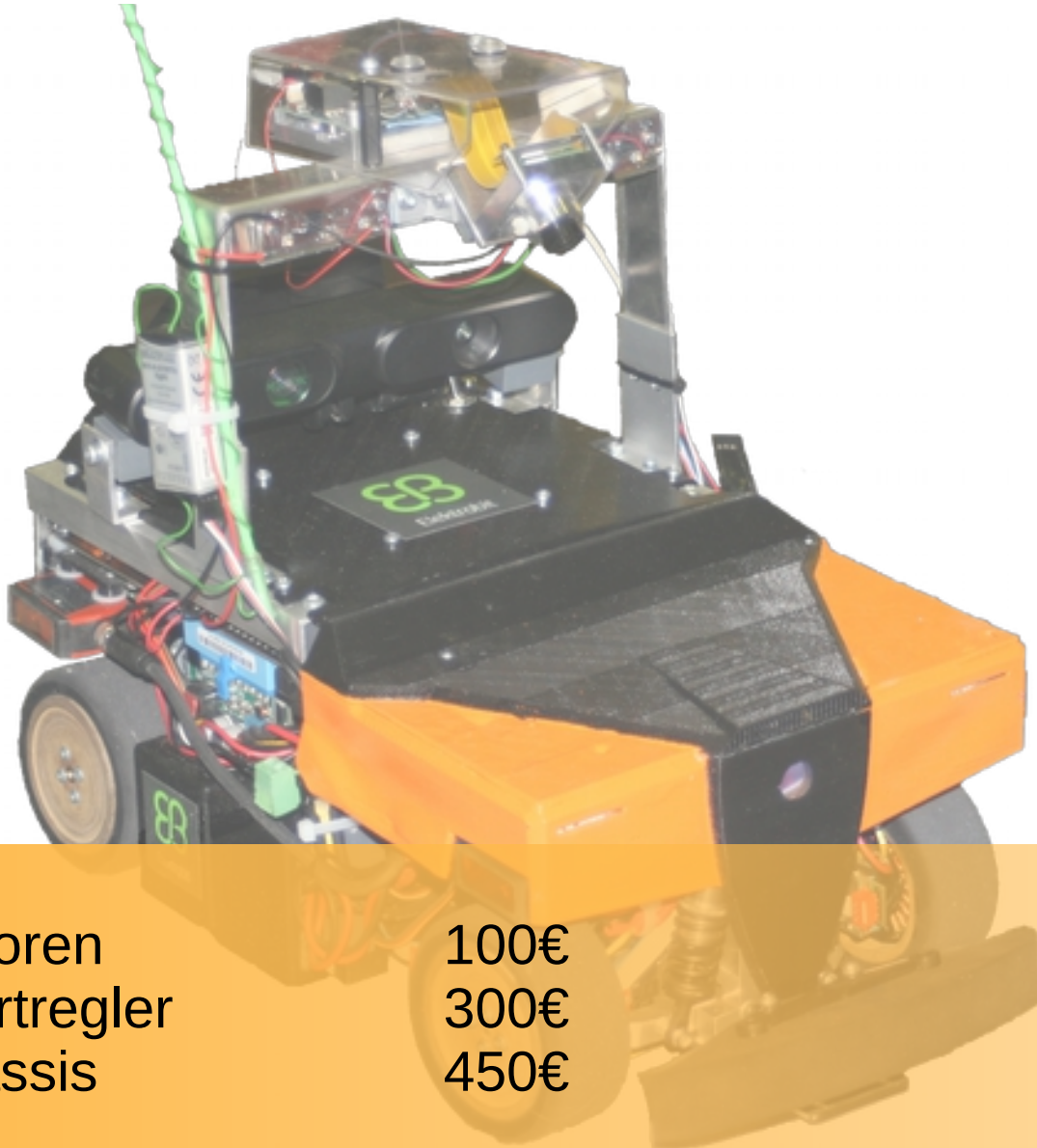
645 €



Fahrwerk

850 €

KOSTENPLAN



Sensorik

815 €

Rechnersystem

645 €

Fahrwerk

850 €

Motoren
Fahrtregler
Chassis

100€
300€
450€

KOSTENPLAN



Sensorik

815 €

Rechnersystem

645 €

Fahrwerk

850 €

ENERGIEBILANZ

Gesamtenergiebedarf
(Rundkurs 2m/s)

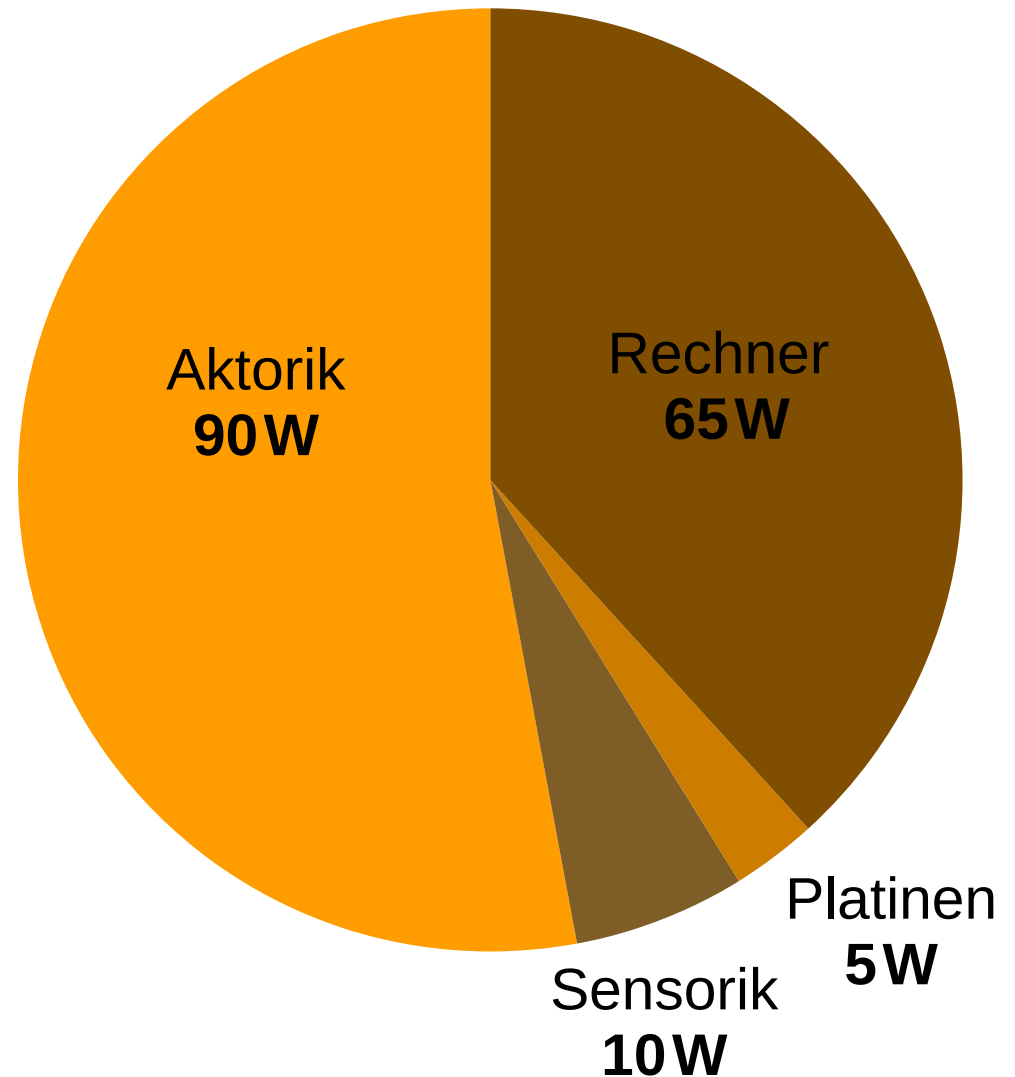
~170W

Kapazität Akkus

120Wh

mögliche Fahrzeit

~40min

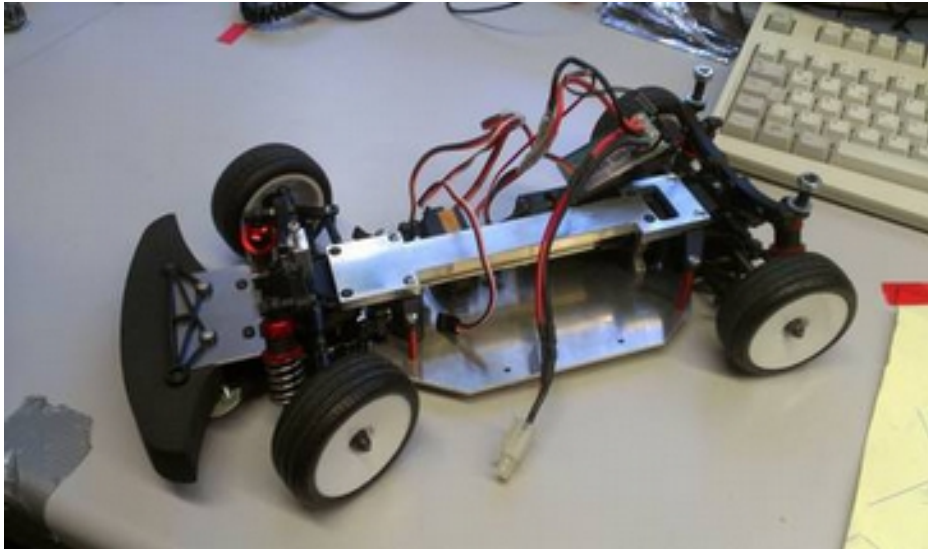


DER VERGLEICH

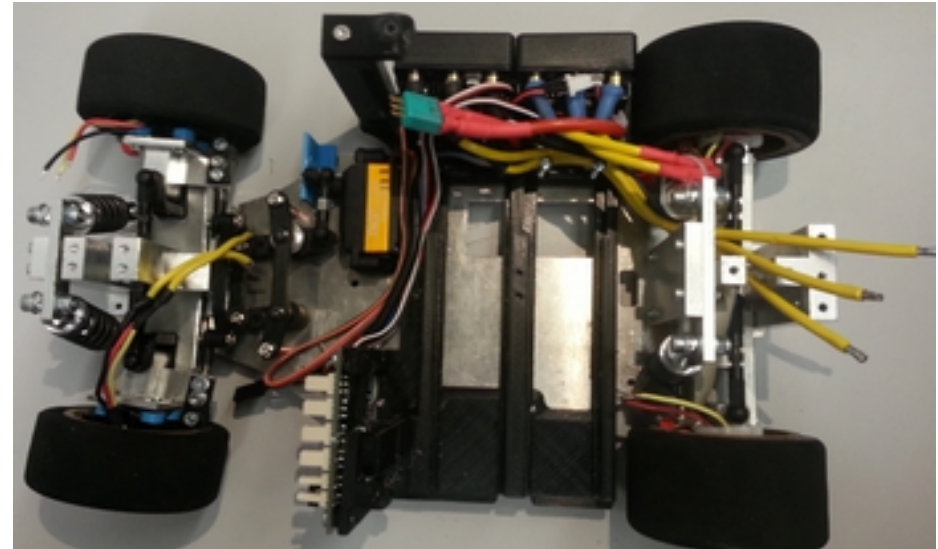


~2,5 kg/PS

ALTERNATIVKONZEPT



- + Kleinere **ungefederte Masse**
- + Weniger **fehleranfällig**



- + Funktionen wie z.B. **ABS, ESP Torquevectoring**
- + Stabiler + unkomplizierter
- + Tieferer **Schwerpunkt**

RUNDKURS



RUNDKURS

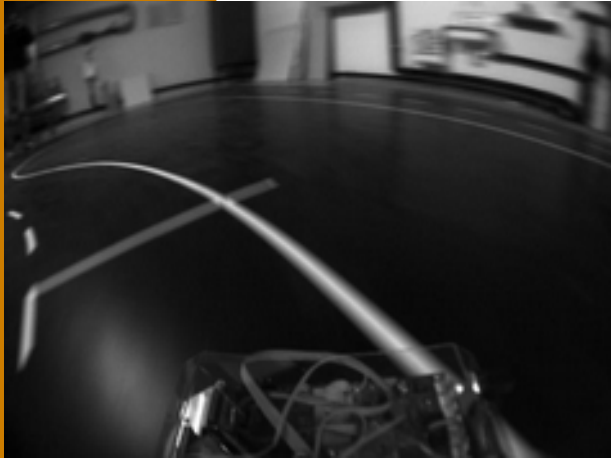


Sensor-
verarbeitung

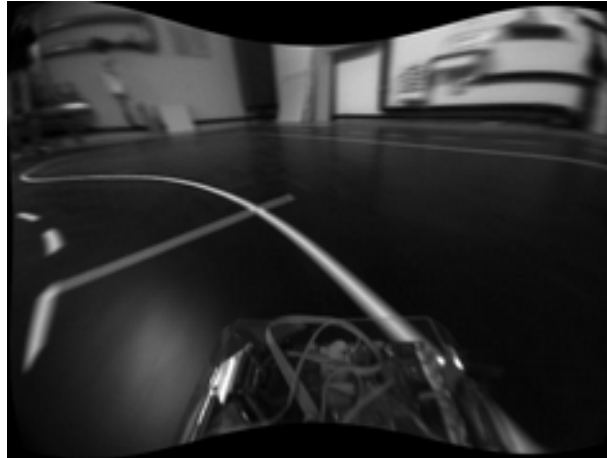
Tracking &
Fusion

Planung &
Regelung

BILDVORVERARBEITUNG

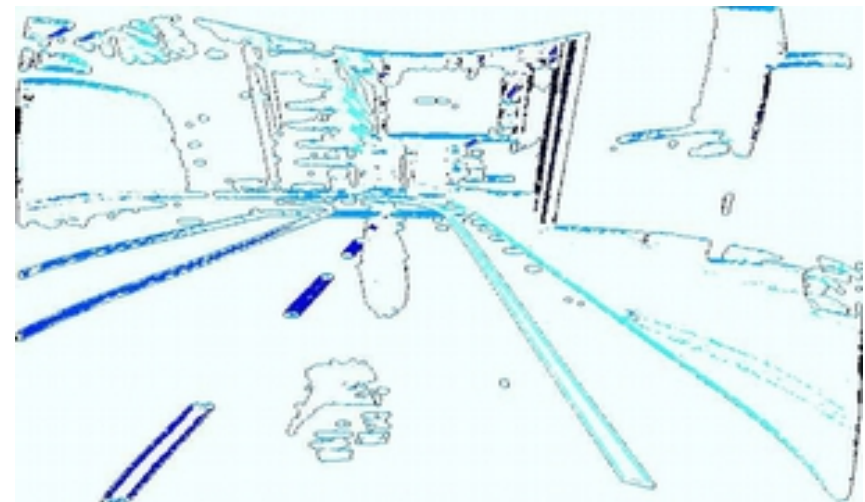


original



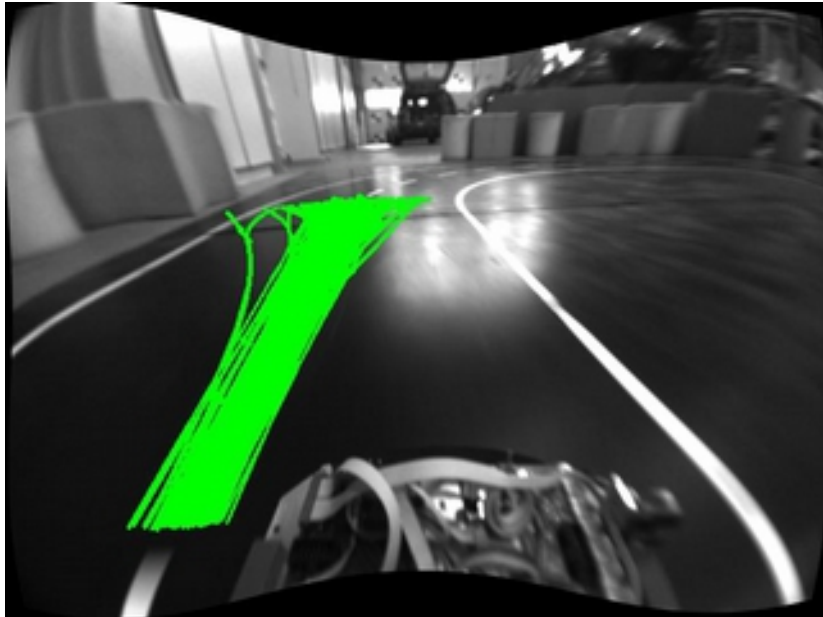
entzerrt

vollständig auf GPU berechnet
656x490 px @ 50 fps

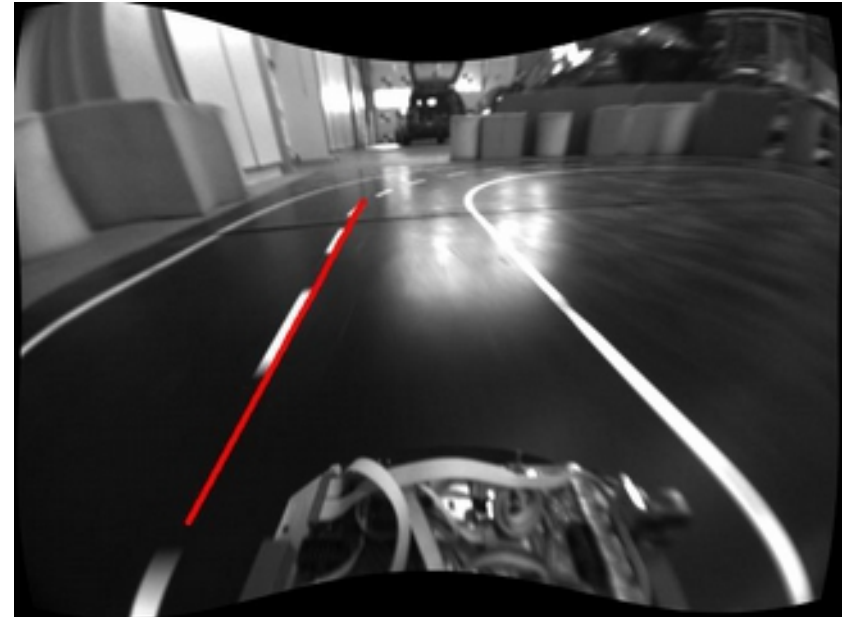


Strukturtensor

SPURERKENNUNG



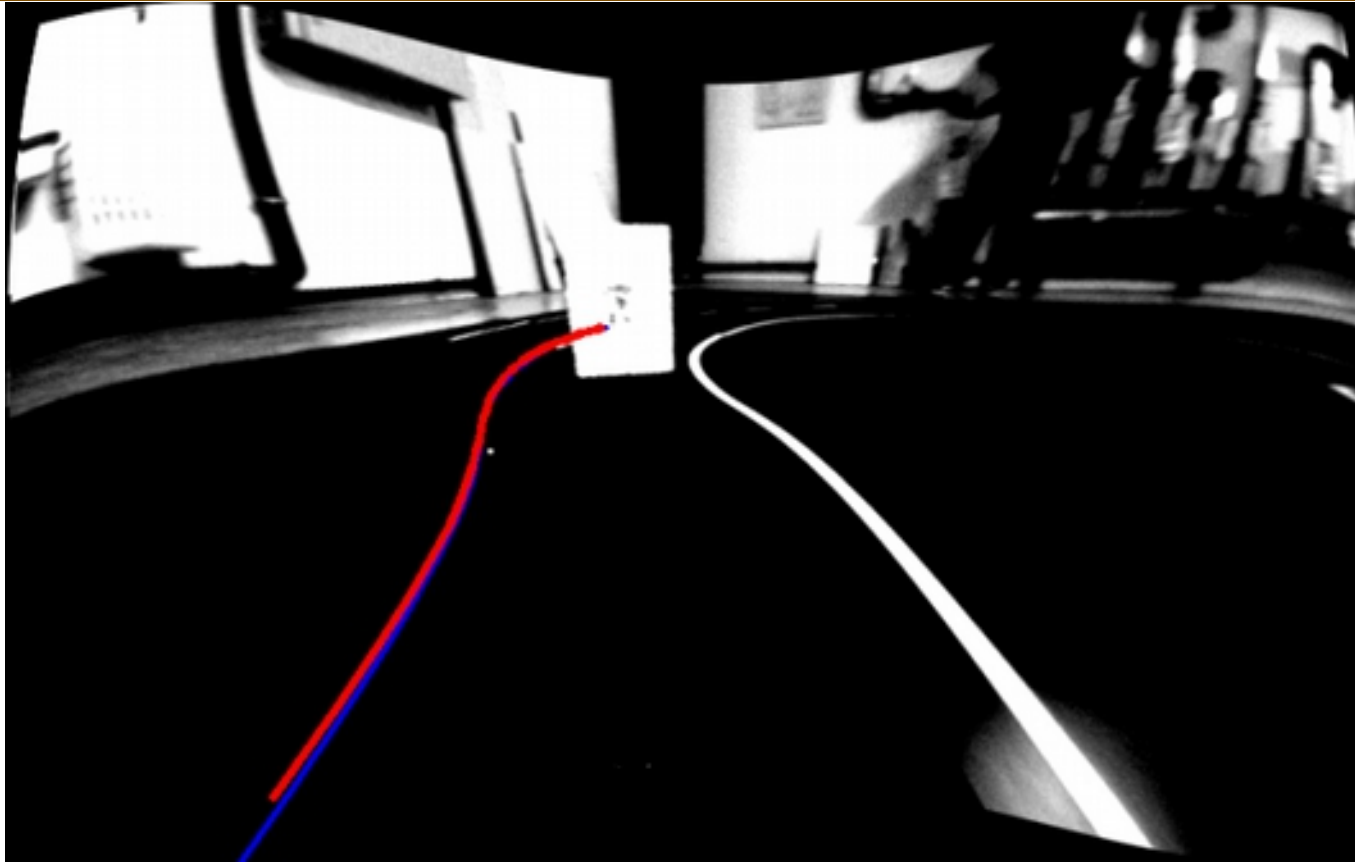
gestreute Partikel



gemittelter Gewinner

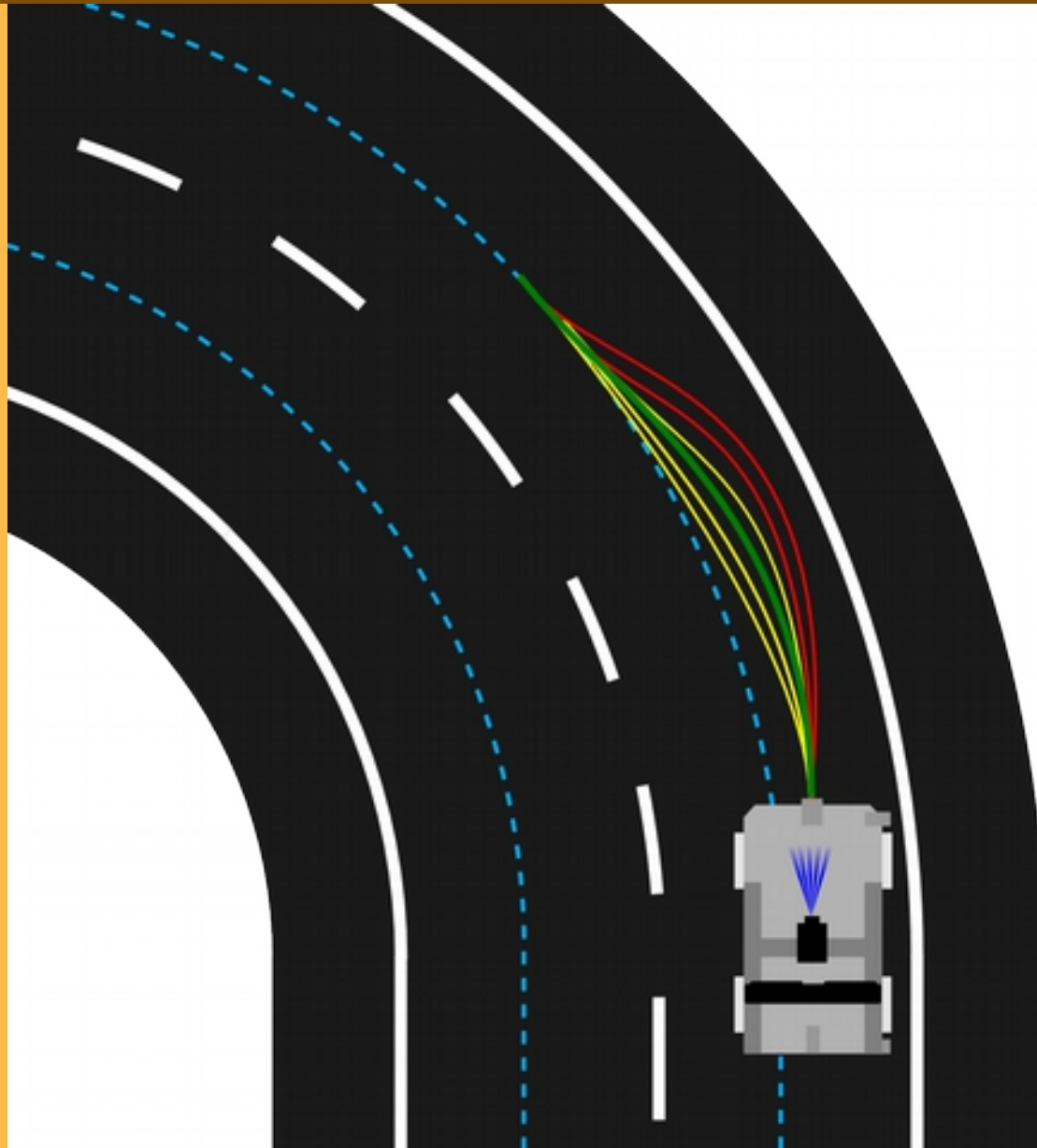
Partikelfilter auf GPU berechnet
Prädiktion anhand geschätzter **Eigenbewegung**
Update vergleicht mit **Tensor-** und **Gradientenbild**

SPURERKENNUNG



- **rechenintensiver** als andere Algorithmen zur Spurerkennung
- + sehr **robust** gegenüber fehlenden Markierungen, Spiegelungen und schlechten Lichtverhältnissen

TRAJEKTORIENPLANUNG



Polynome

$$ax^5 + bx^4 + cx^3 + \dots$$

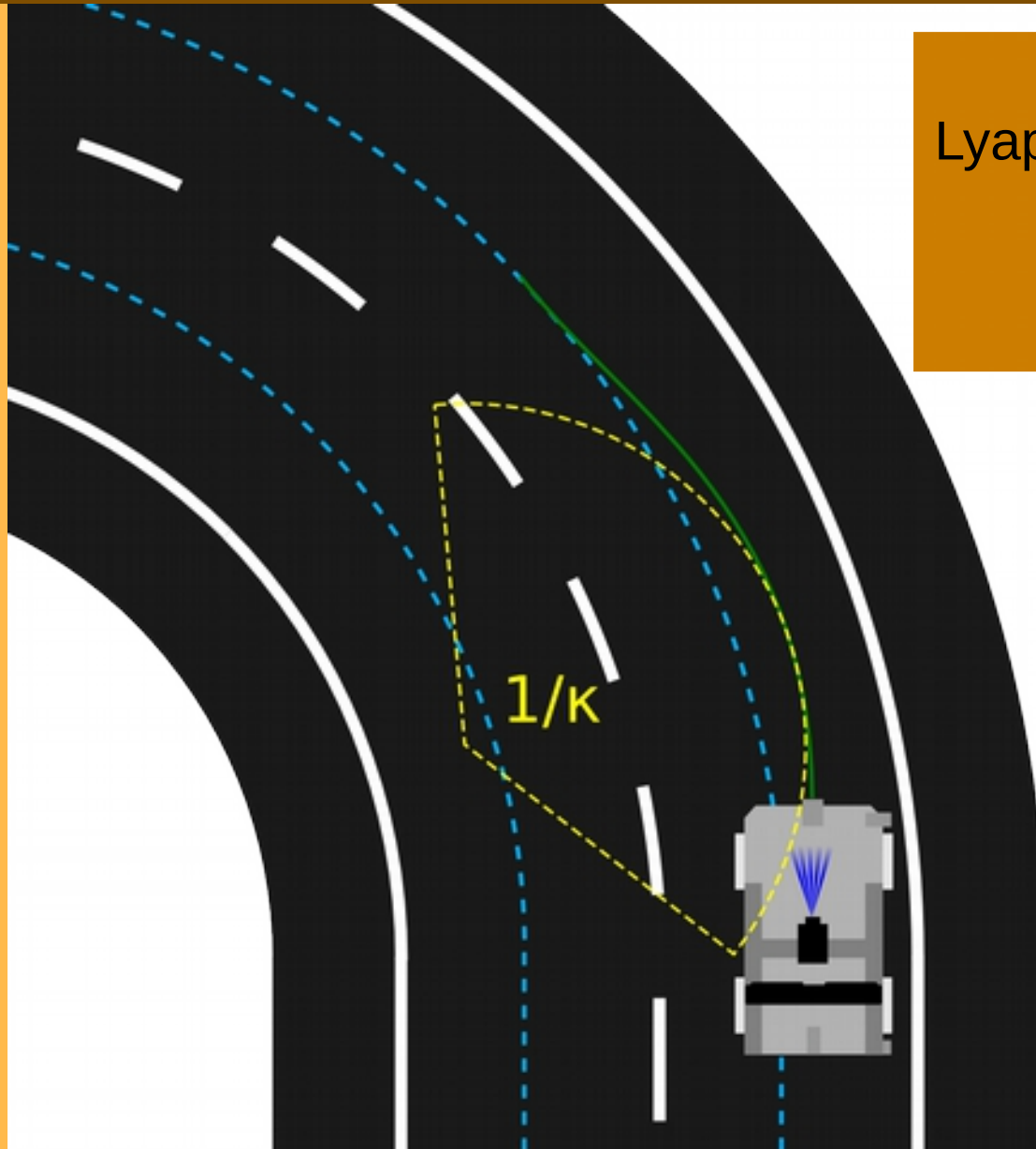
Zielpunkt auf Ideallinie

Physikalische Prüfung

Gewichtsfunktion

Gewinnertrajektorie

FAHRDYNAMIKREGELUNG



Querführung
Lyapunovbasierter Lenkwinkelregler

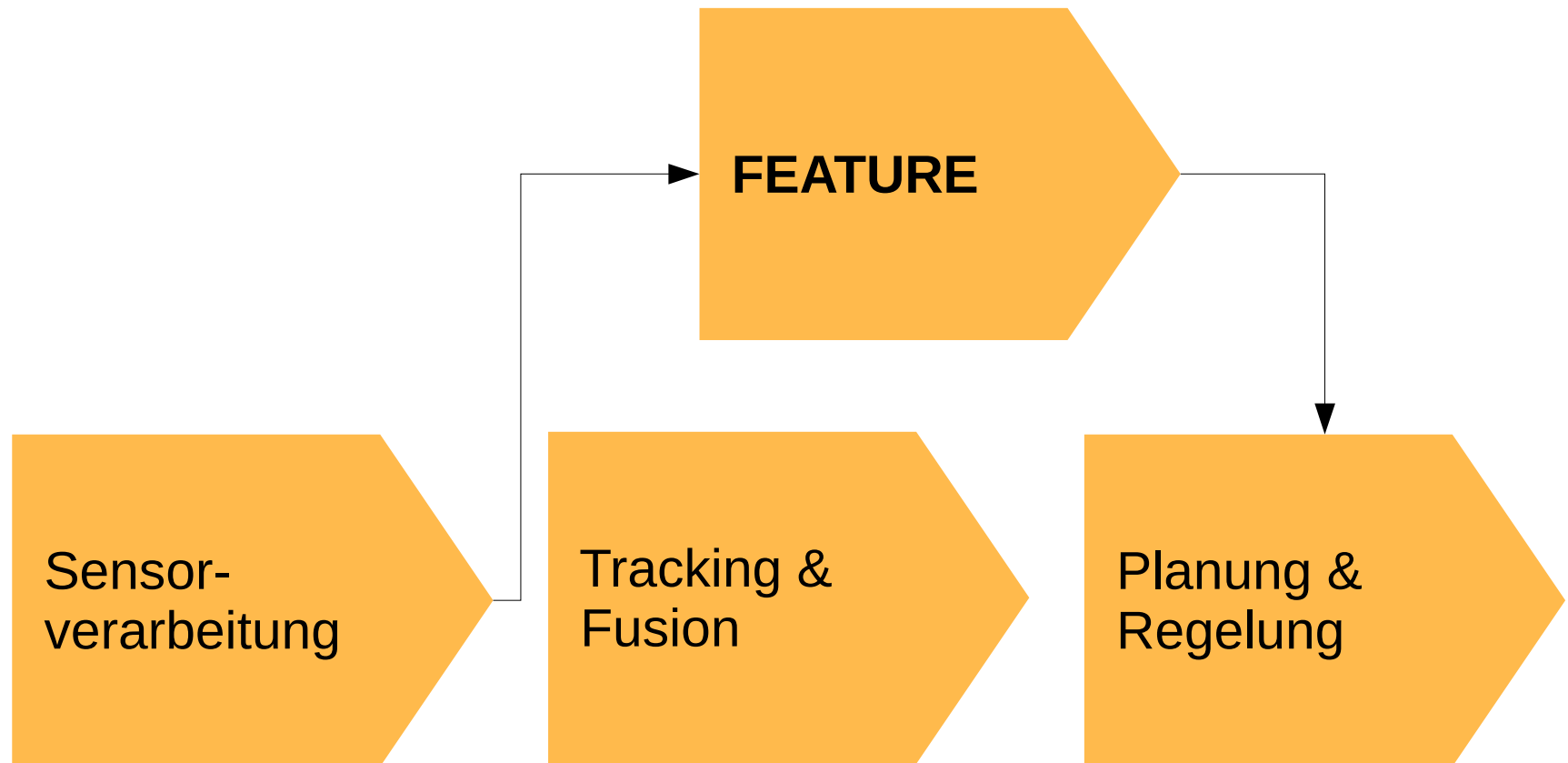
Basis
Kinematisches Einspurmodell

Längsführung
PI Regler pro Rad

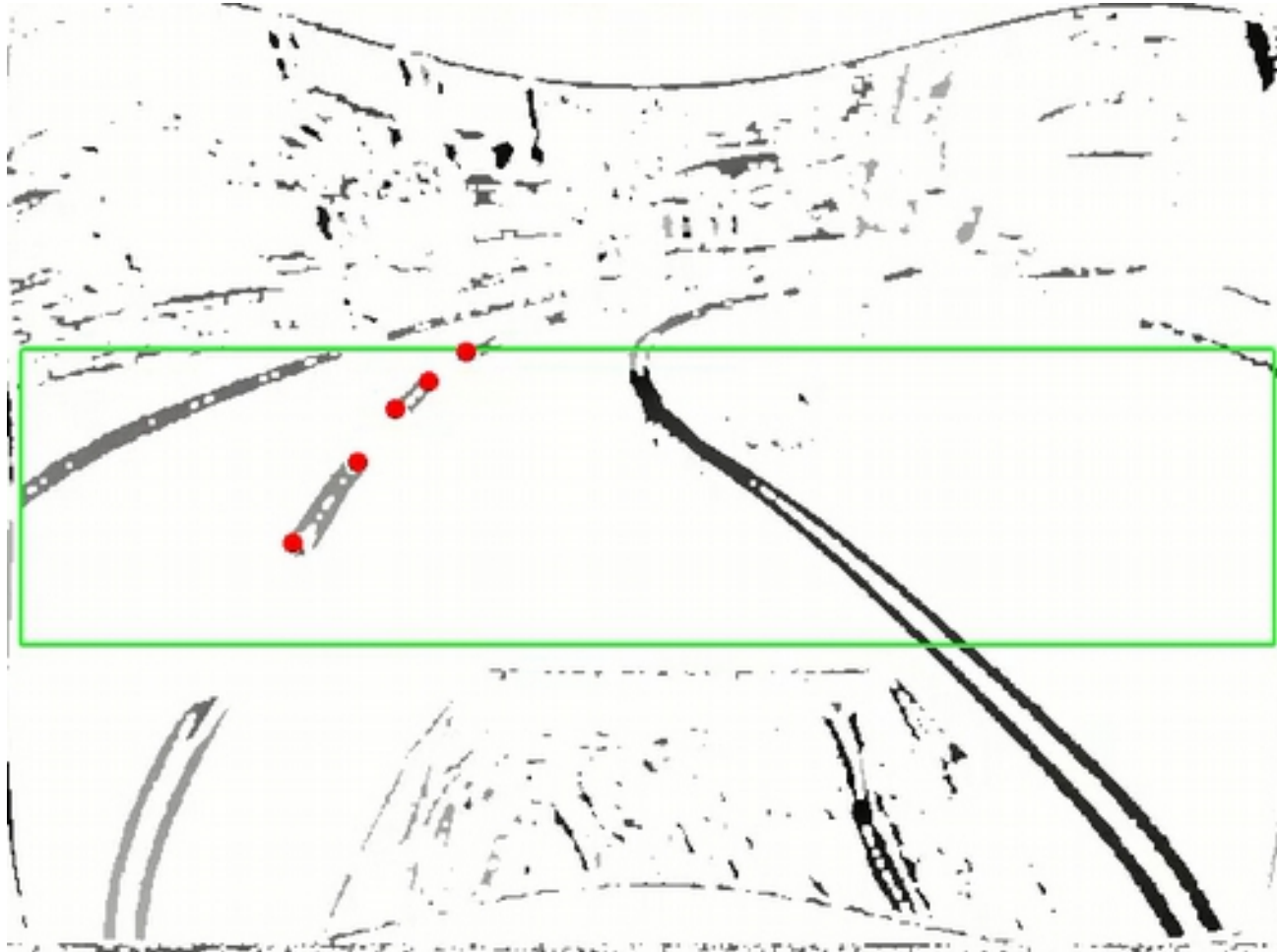
Optimales Differential
Druchdrehen minimiert

Erweiterbar
ESP

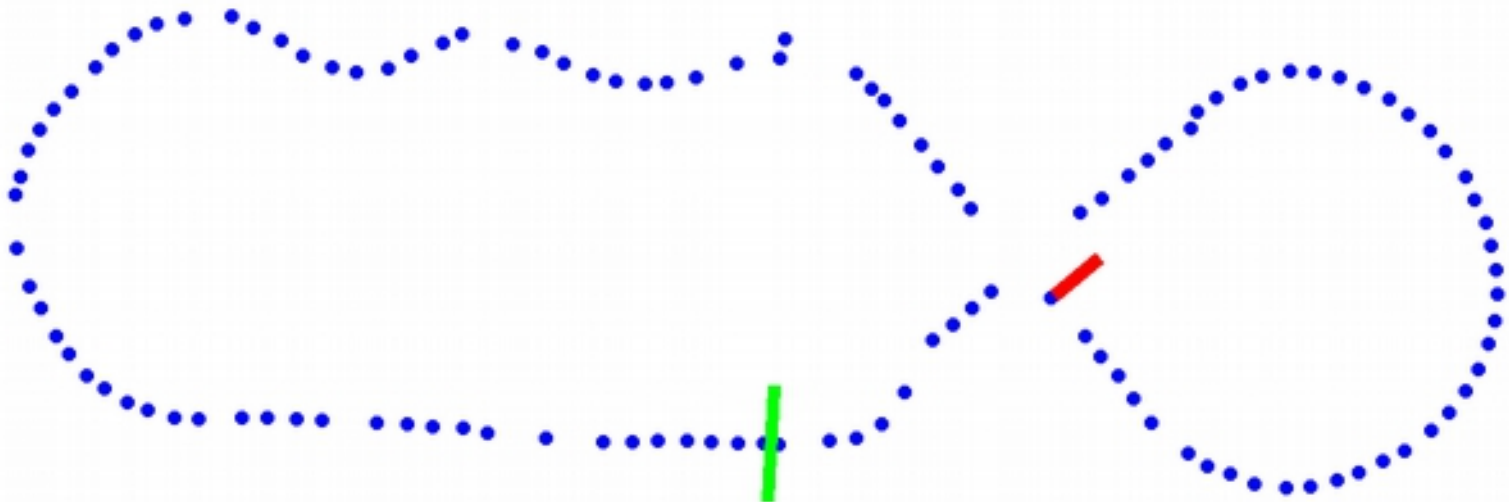
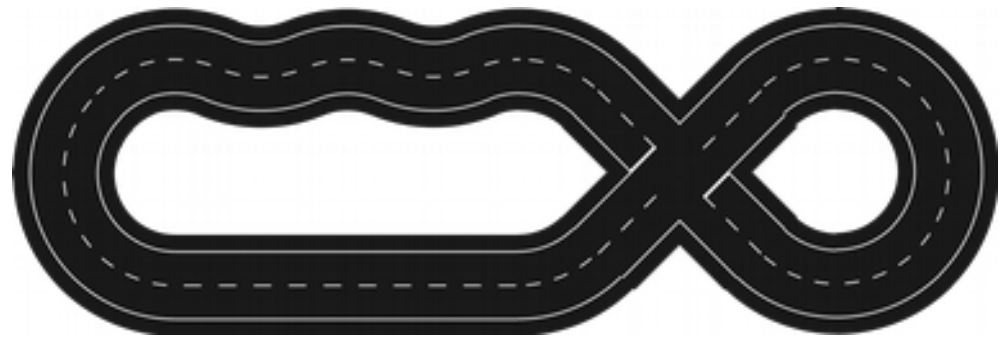
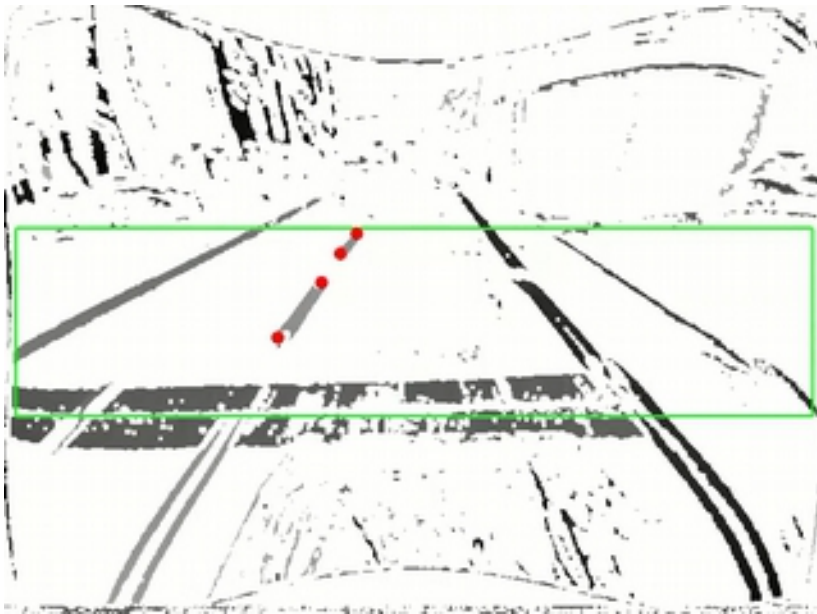
RUNDKURS



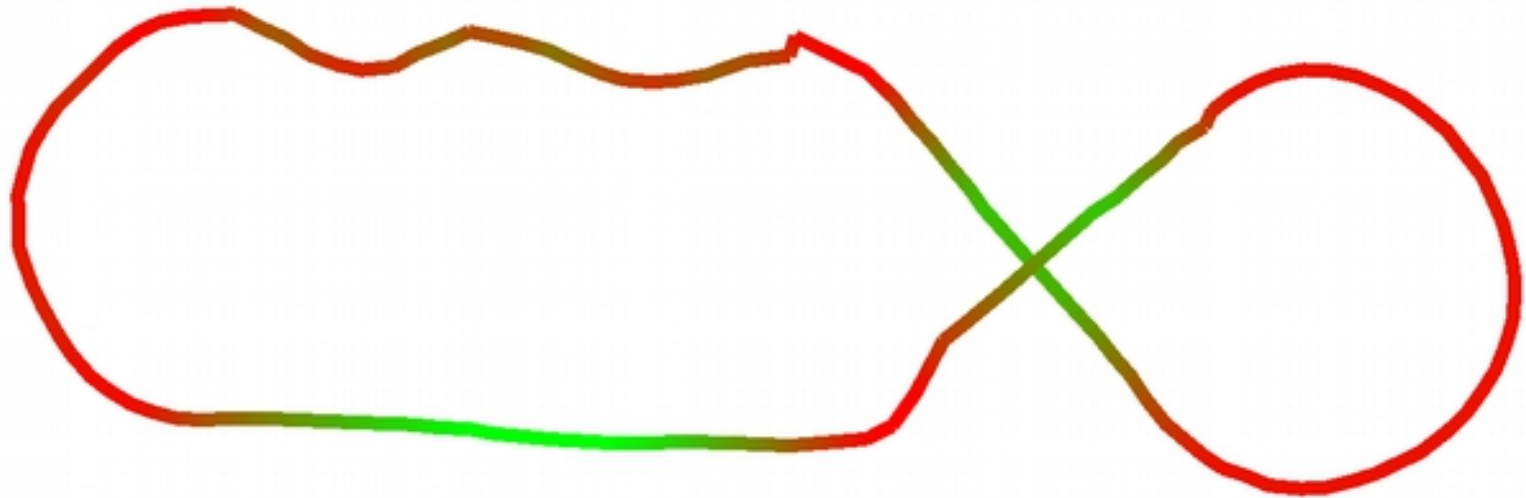
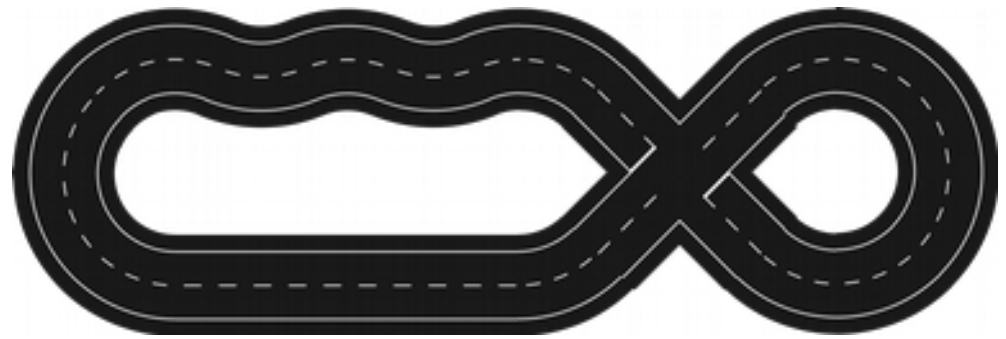
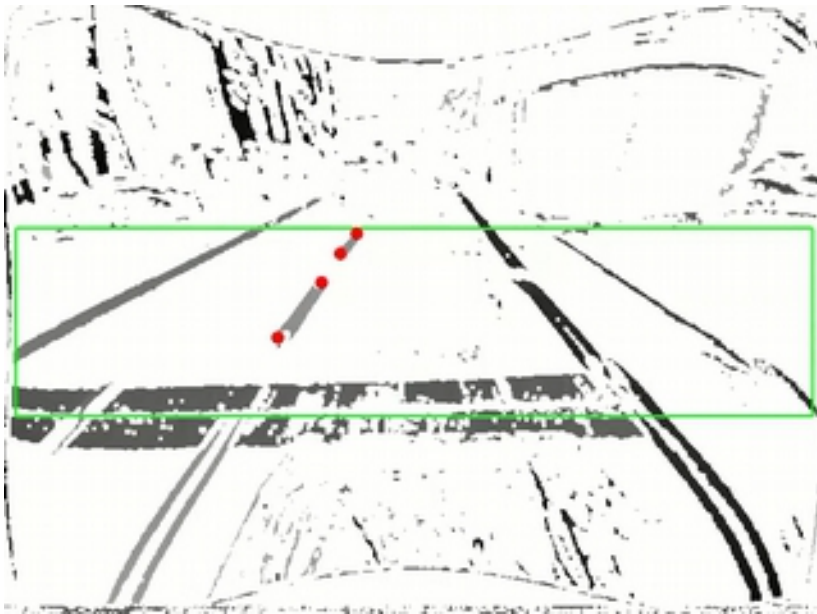
MAPPING



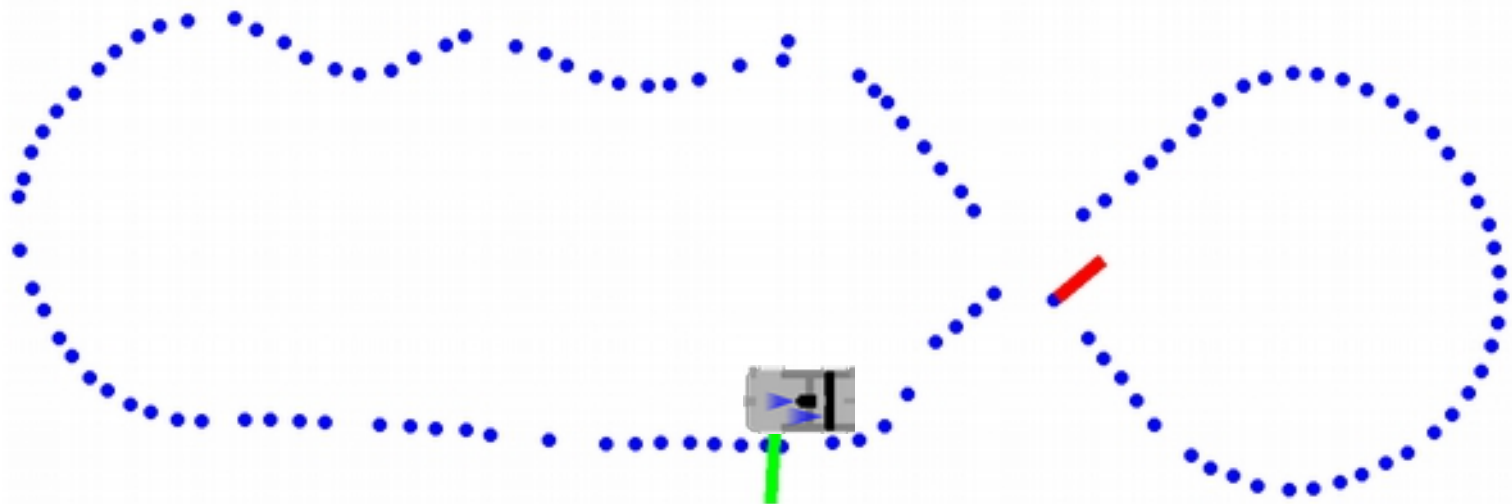
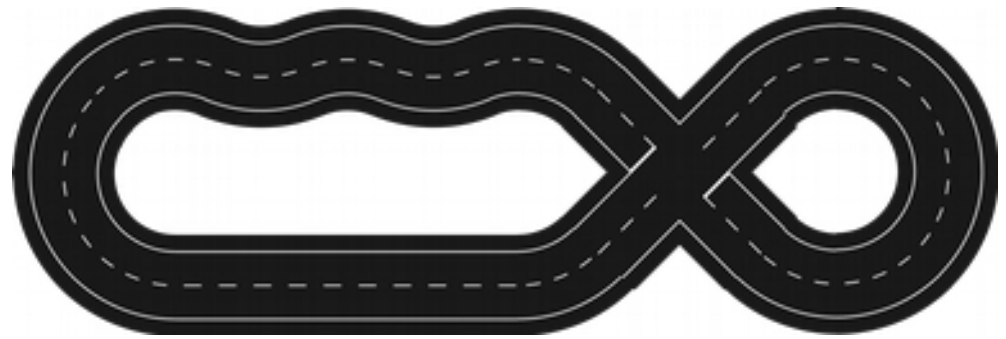
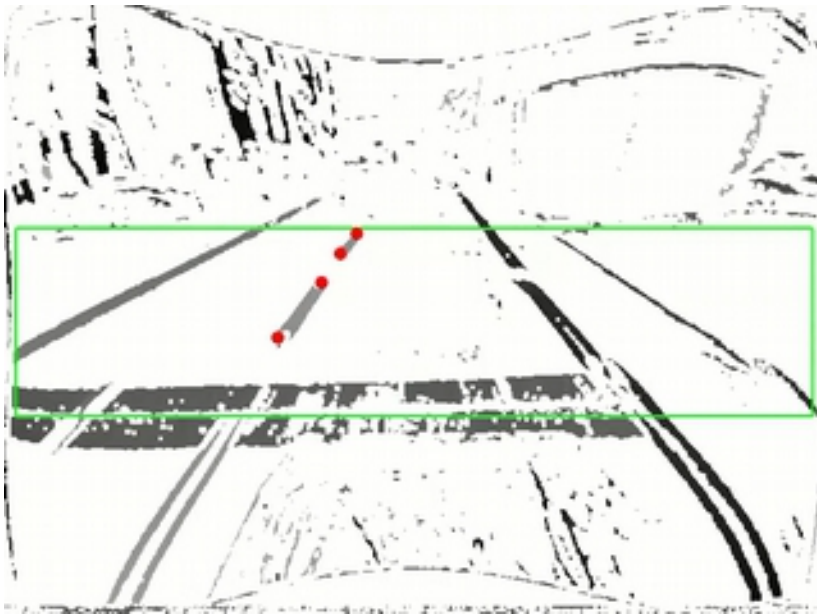
MAPPING



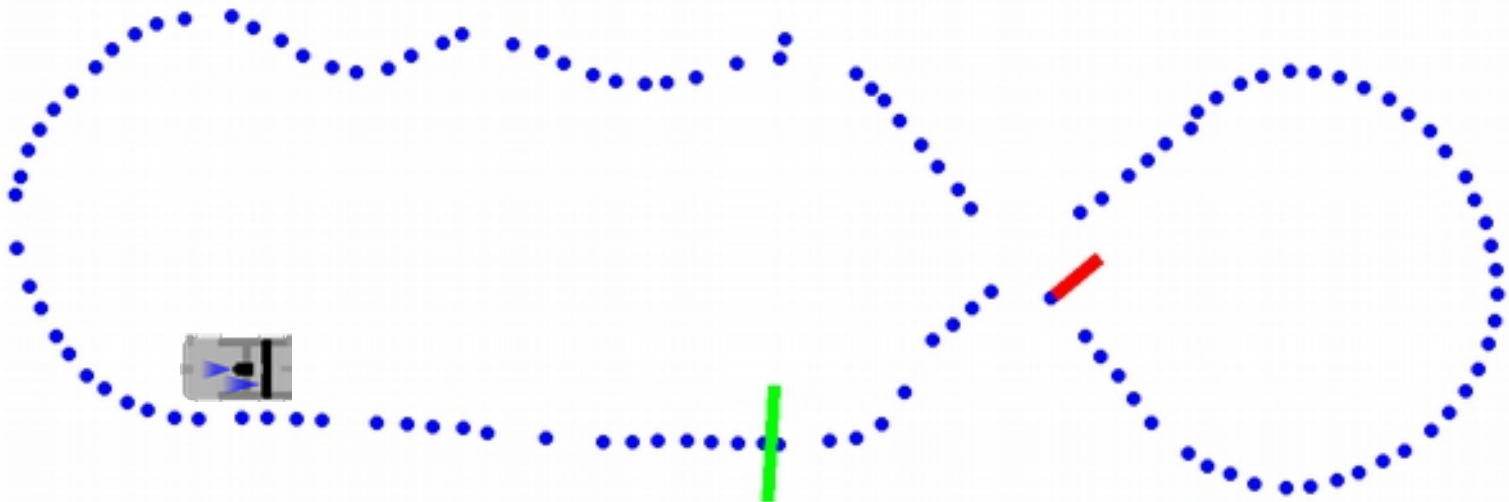
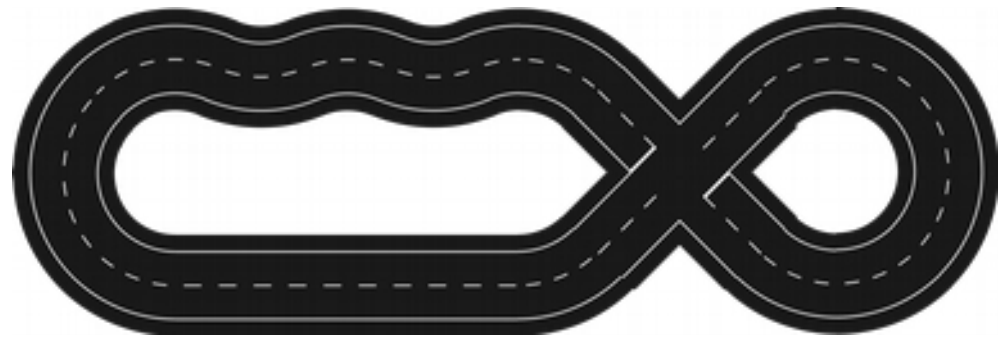
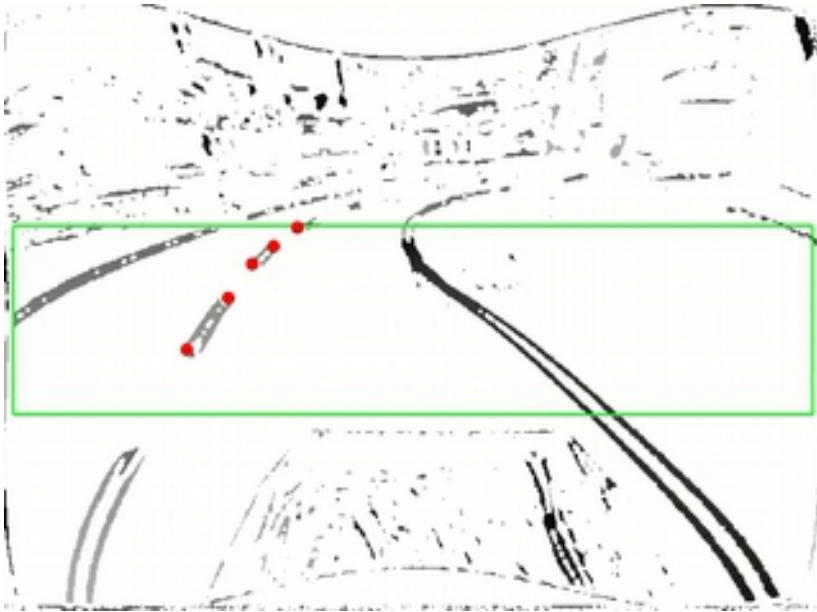
MAPPING



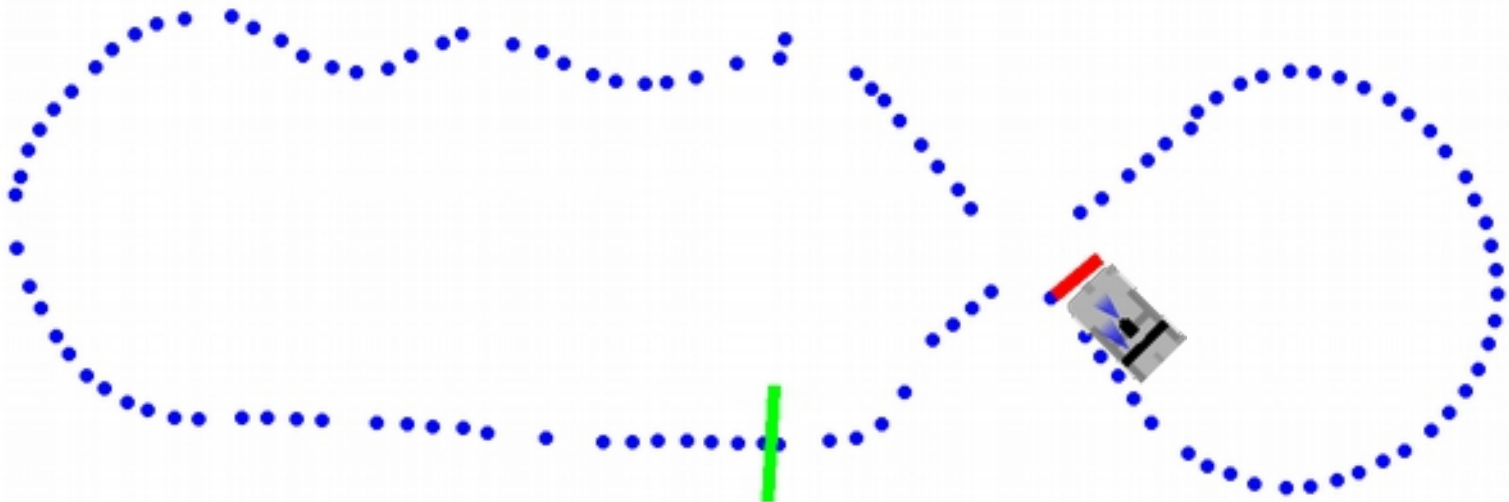
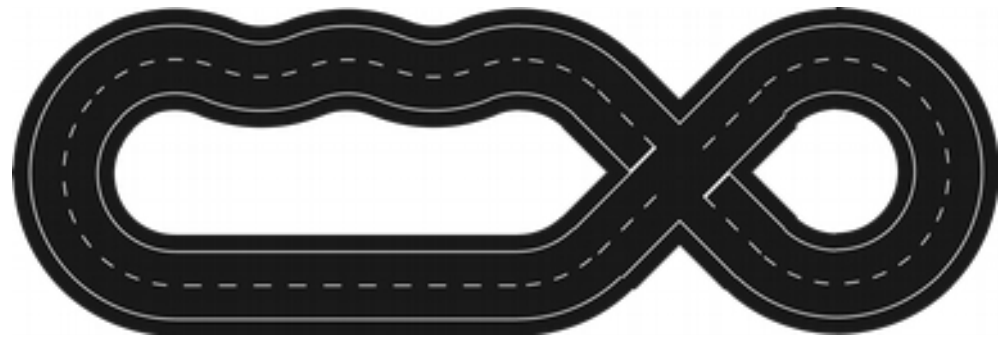
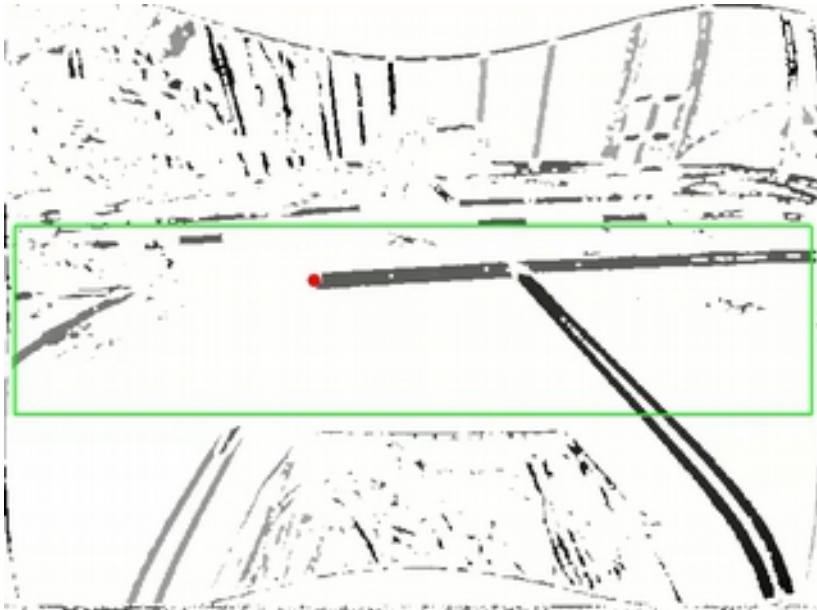
LOKALISIERUNG



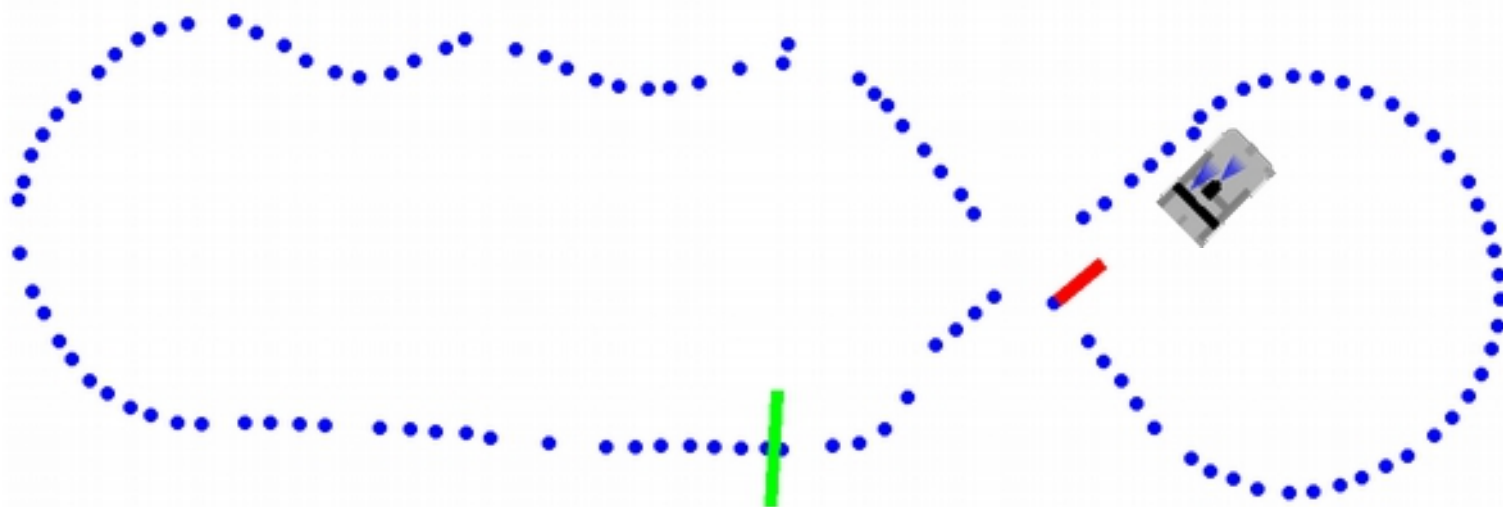
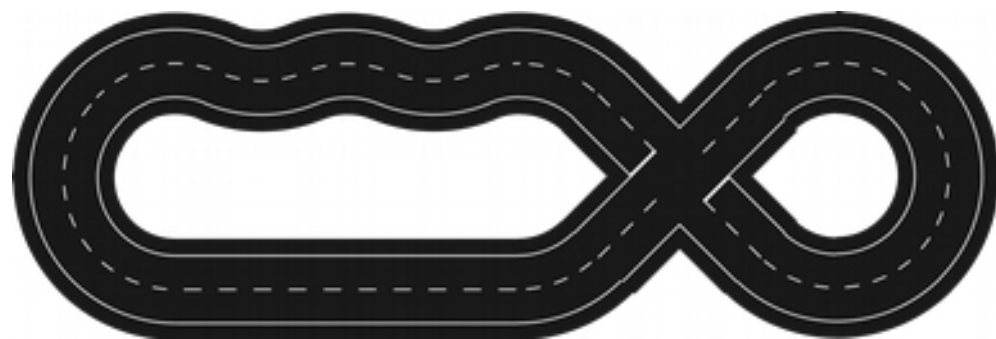
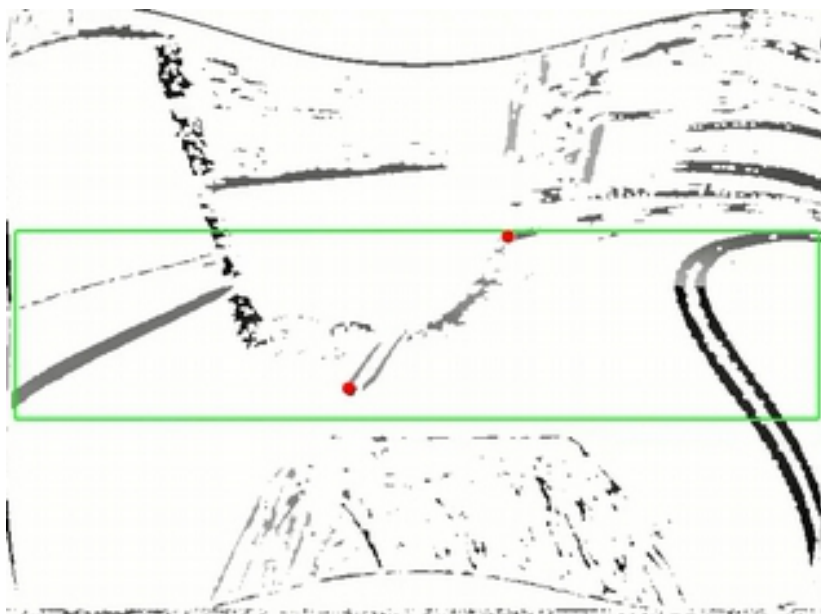
LOKALISIERUNG



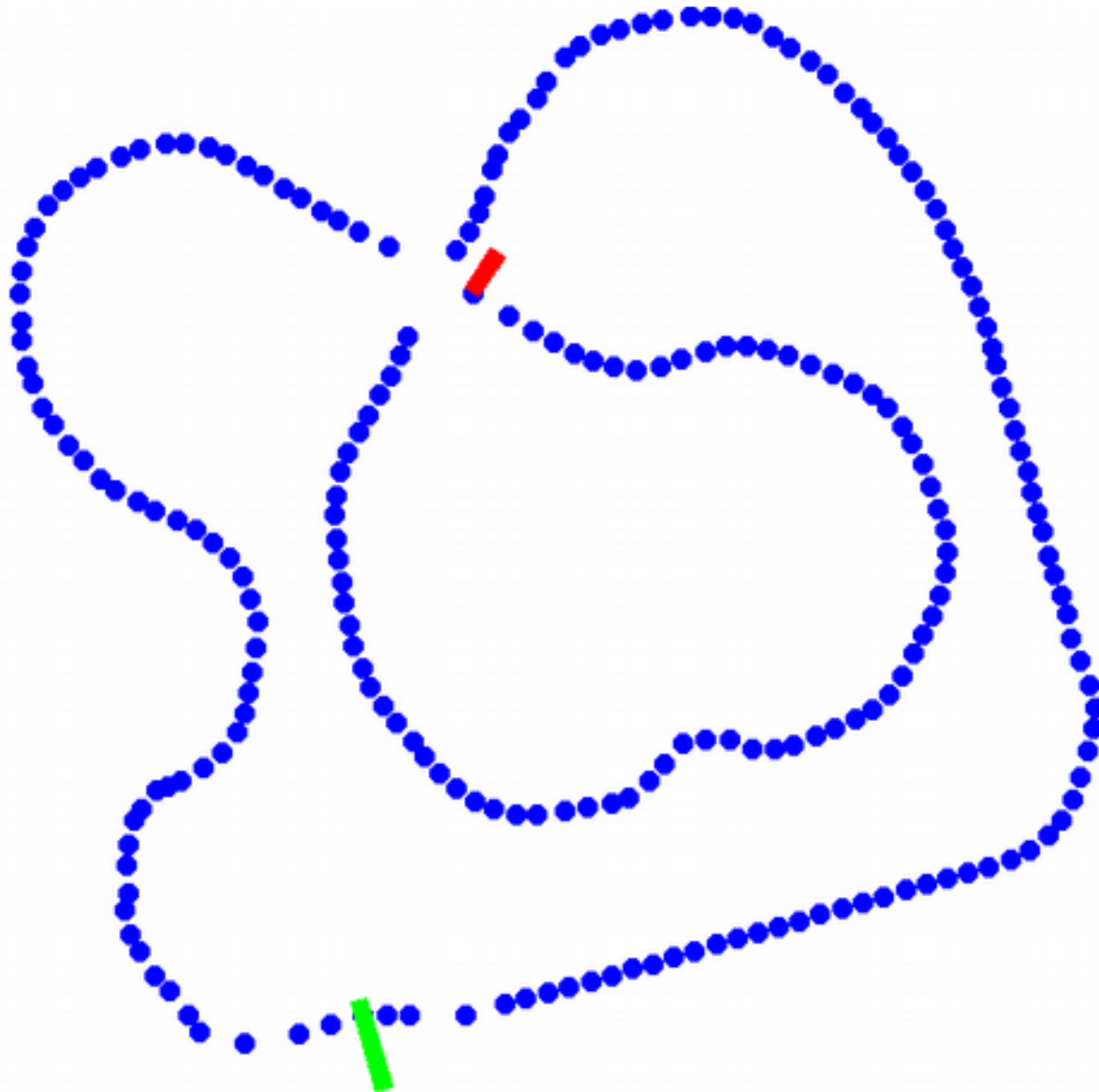
LOKALISIERUNG



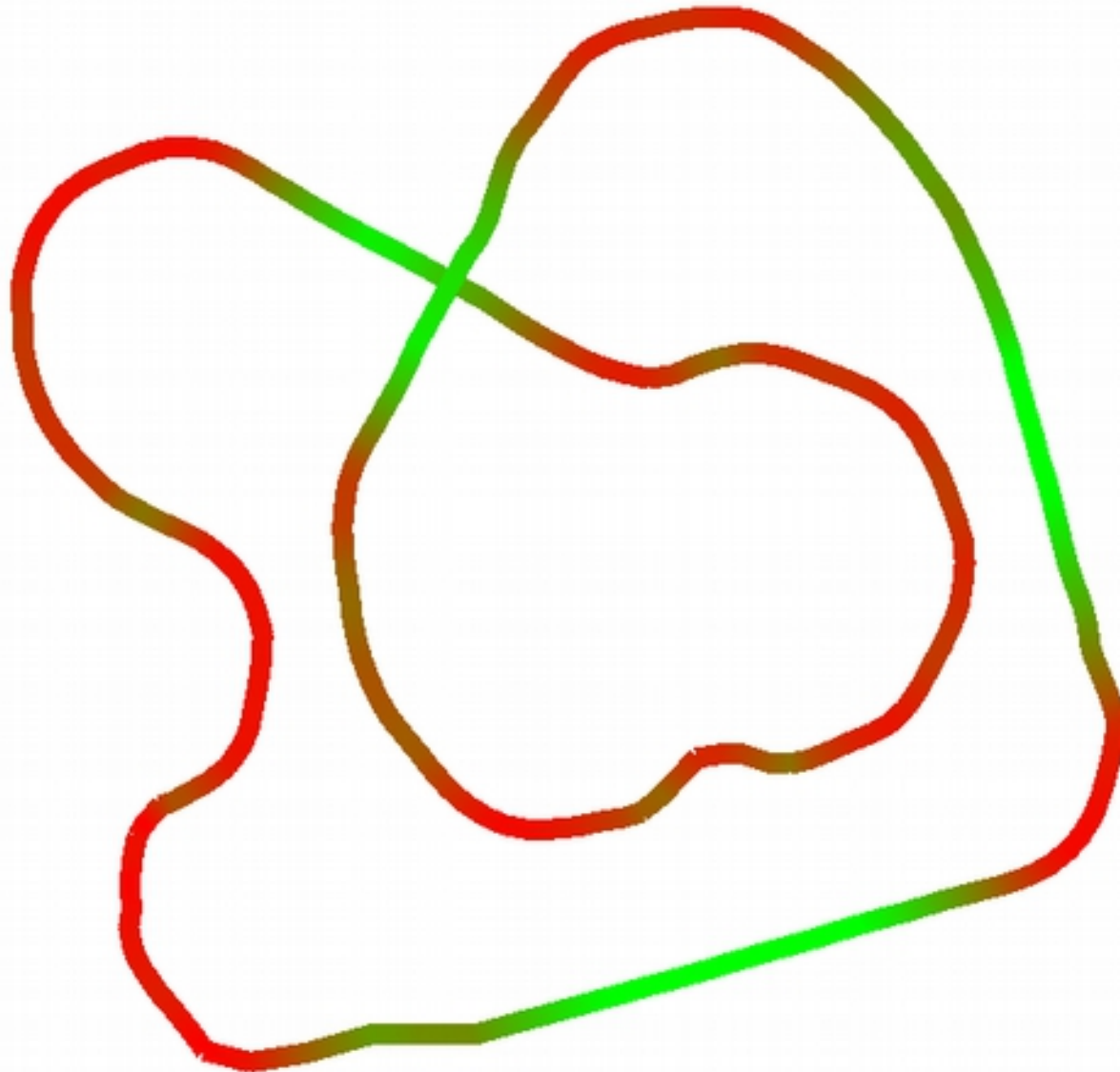
LOKALISIERUNG



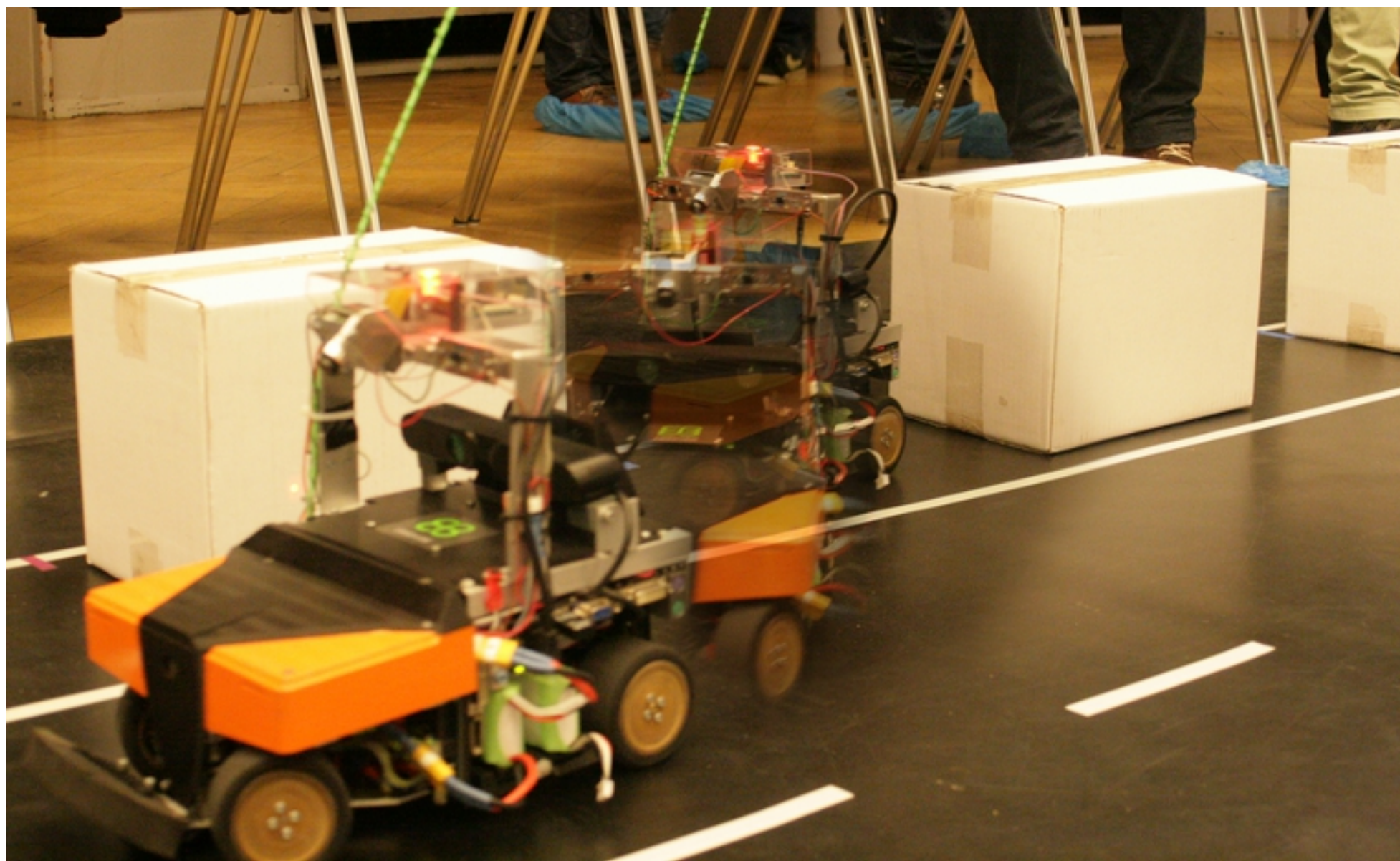
TESTSTRECKE



TESTSTRECKE



PARKEN



PARKLÜCKENSUCHE

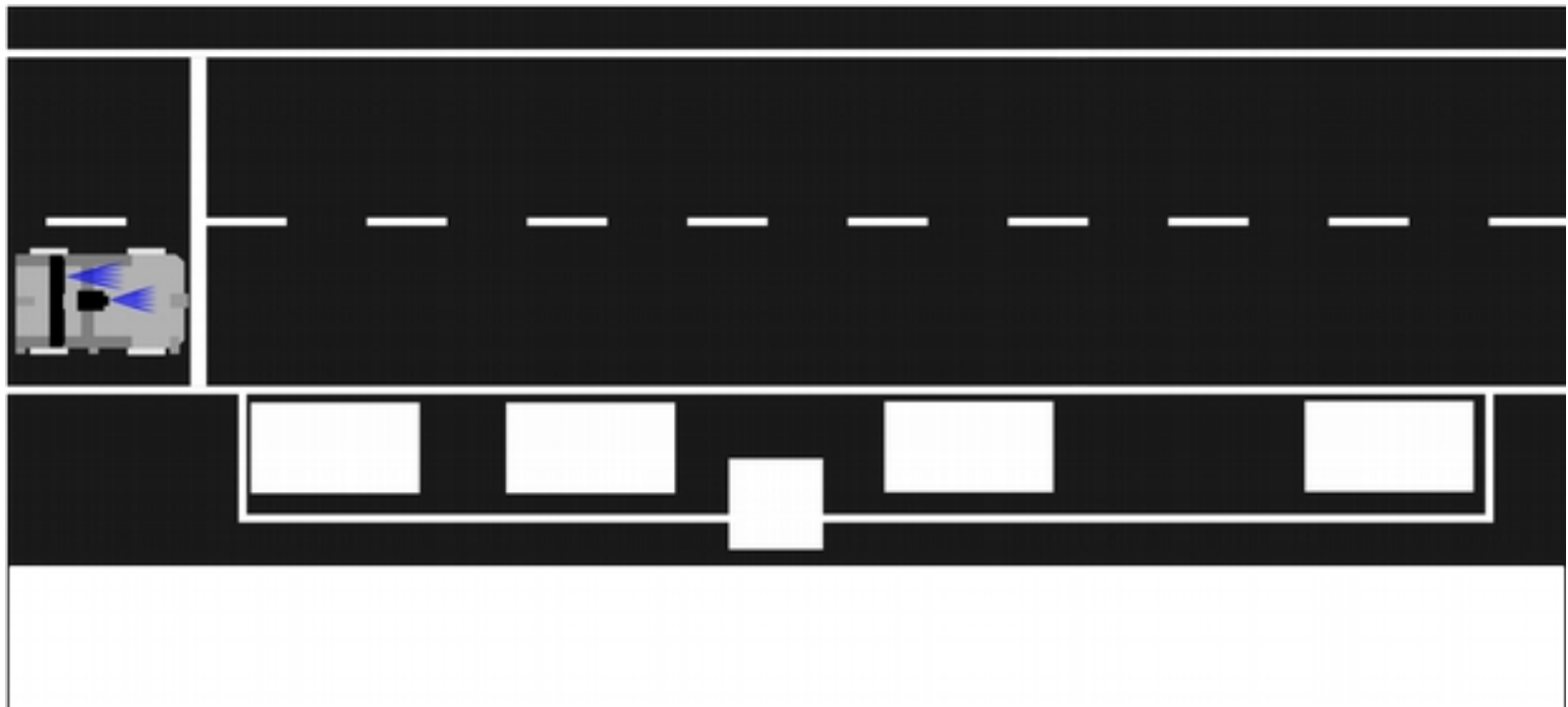
Lichttaster

- Scharfe Kanten
- Digitale Werte

1D Gridmap

Xtion

- Weitsicht
- Blickwinkel



PARKLÜCKENSUCHE

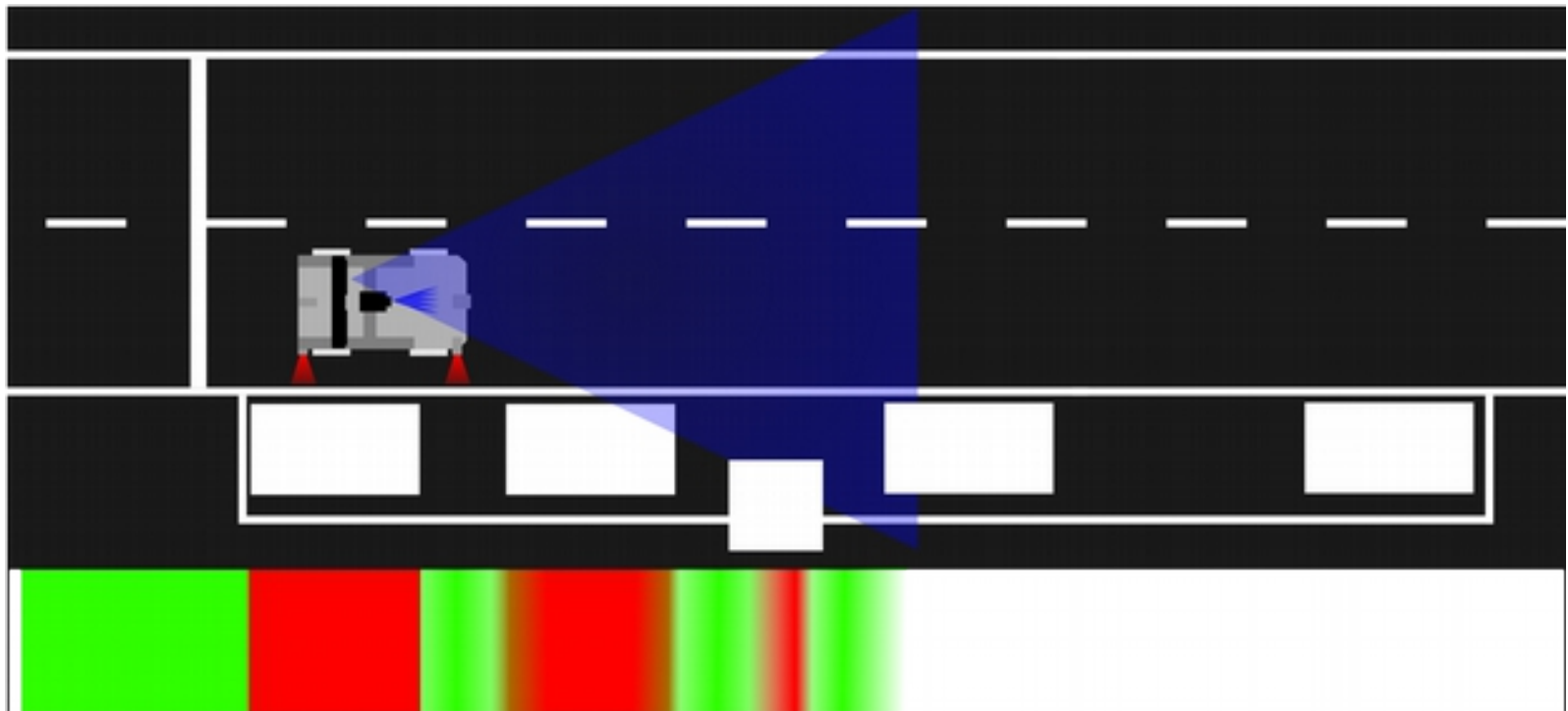
Lichttaster

- Scharfe Kanten
- Digitale Werte

1D Gridmap

Xtion

- Weitsicht
- Blickwinkel



PARKLÜCKENSUCHE

Lichttaster

- Scharfe Kanten
- Digitale Werte

1D Gridmap

Xtion

- Weitsicht
- Blickwinkel



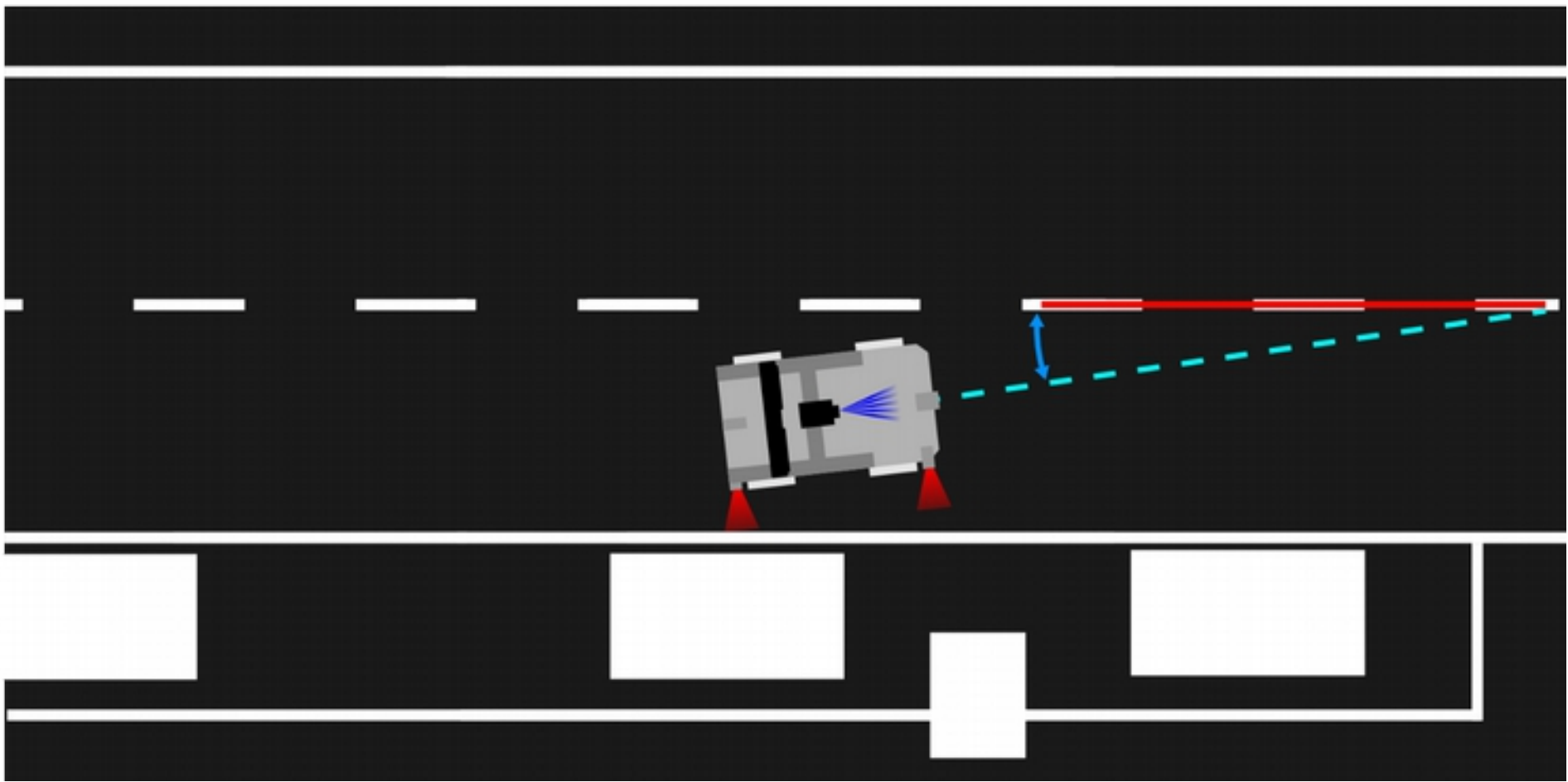
EINPARKVORGANG

Position relativ zur
Lücke **bestimmen**

Optimale Einparkzüge
berechnen

Entlang berechneter
Trajektorie **fahren**

STOP



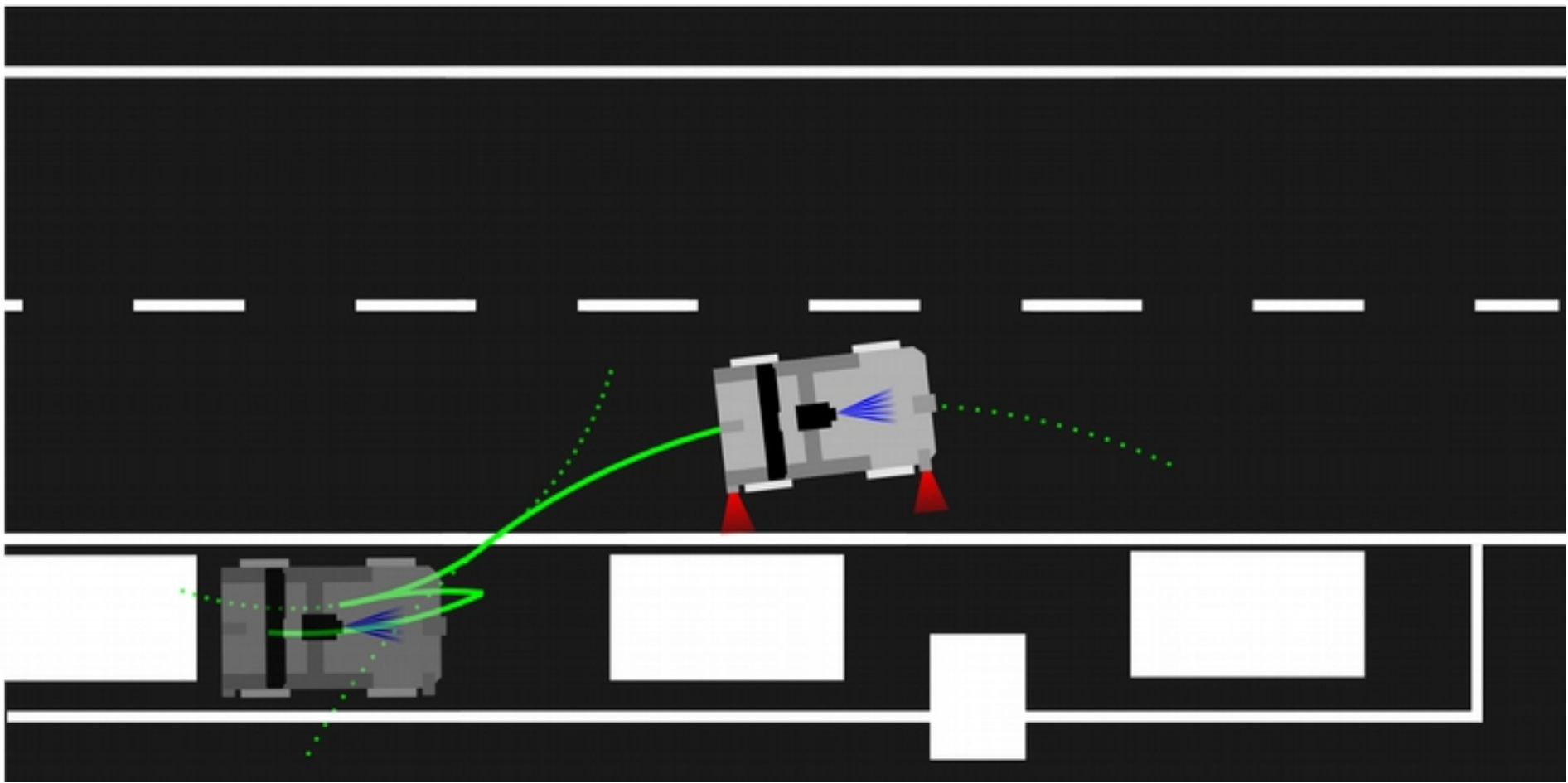
EINPARKVORGANG

Position relativ zur
Lücke **bestimmen**

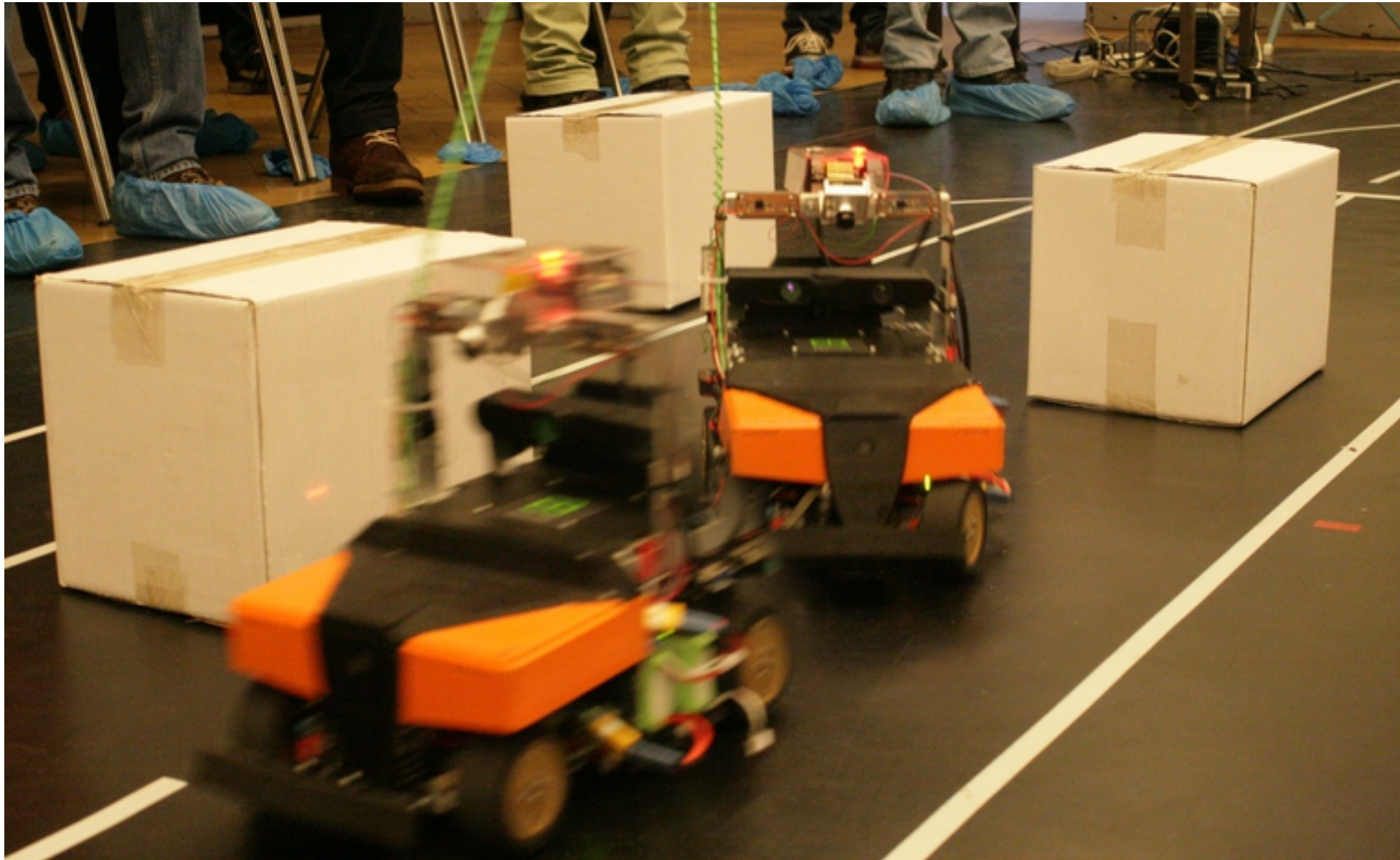
Optimale Einparkzüge
berechnen

Entlang berechneter
Trajektorie **fahren**

STOP



HINDERNISKURS

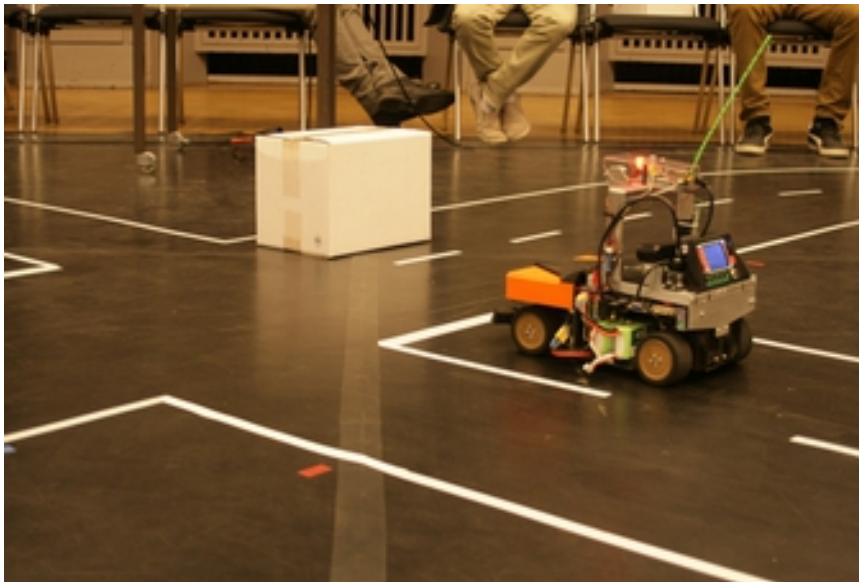


PROBLEMSTELLUNG



Hindernisdetektion

Kollisionsvermeidung



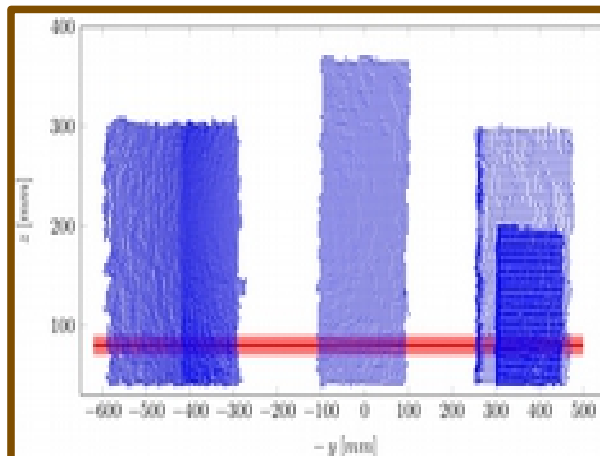
Stoplinienerkennung

Vorfahrtsituation

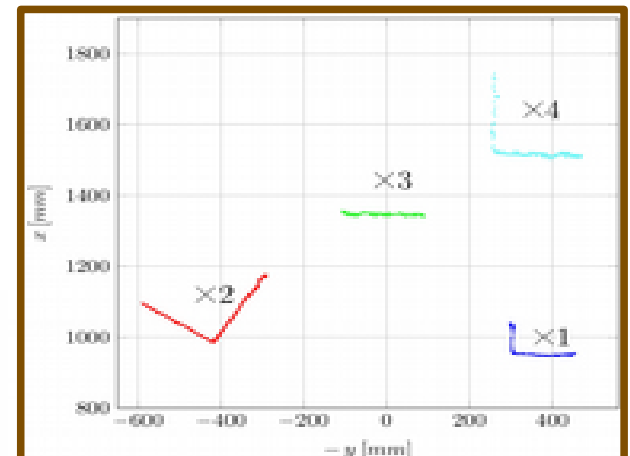
HINDERNISDETEKTION



Tiefenbild



3D-Fahrzeugkoordinaten

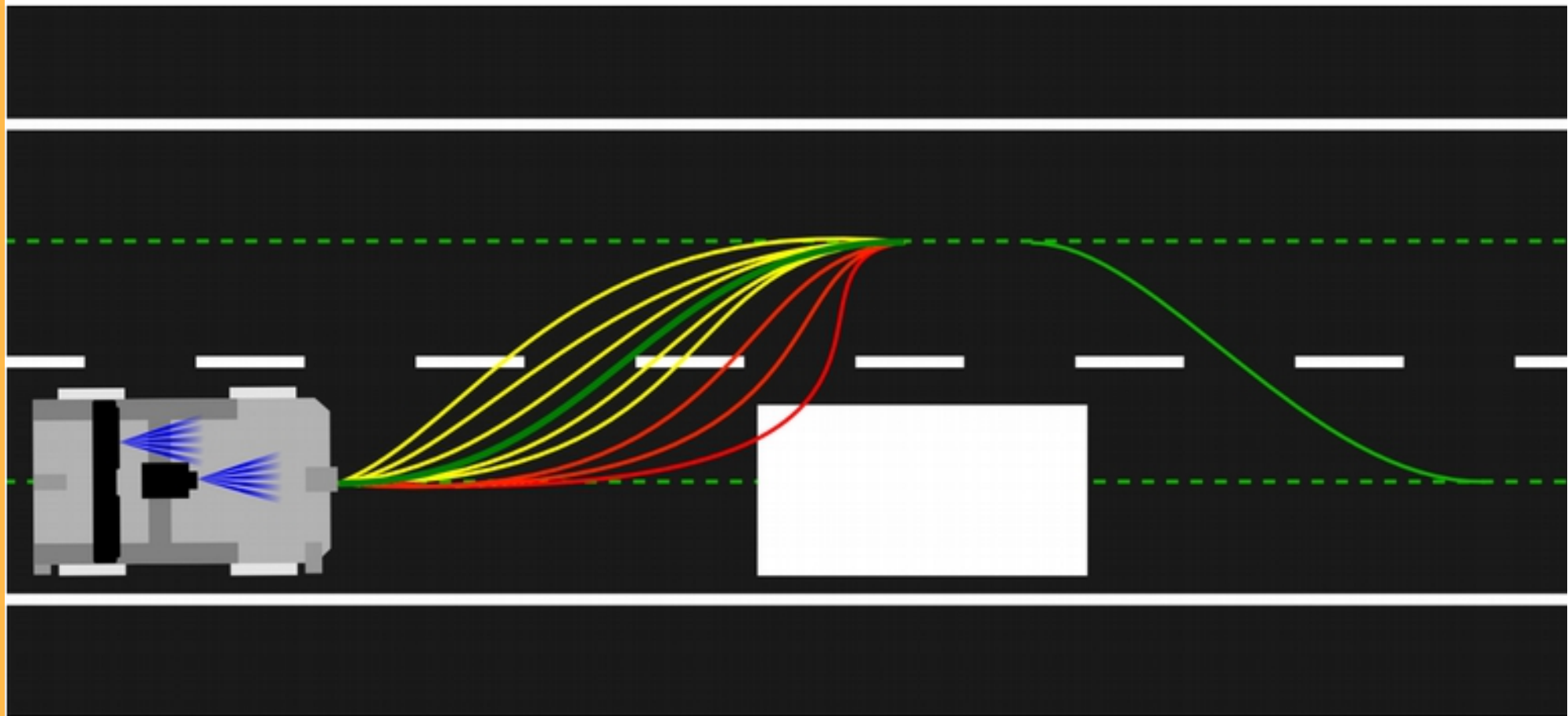


2D-Fahrzeugkoordinaten

Detektion im Xtion-Tiefenbild
bis zu 45 fps, Fehler < 4 cm (3 m Distanz)

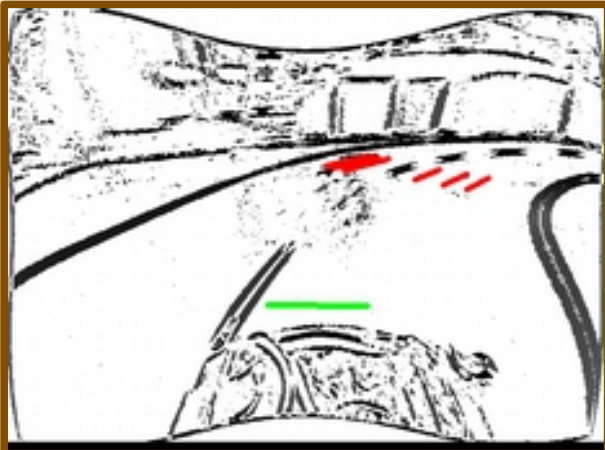


KOLLISIONSVERMEIDUNG

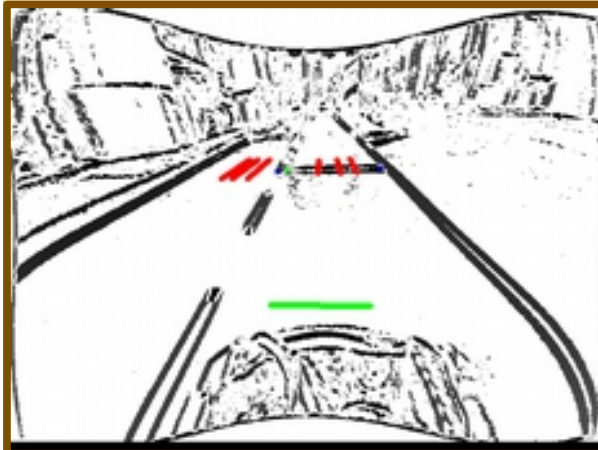


Erweiterung der **Trajektorienplanung** des Rundkurses
Nutzung der **Gridmap** des Einparkvorgangs

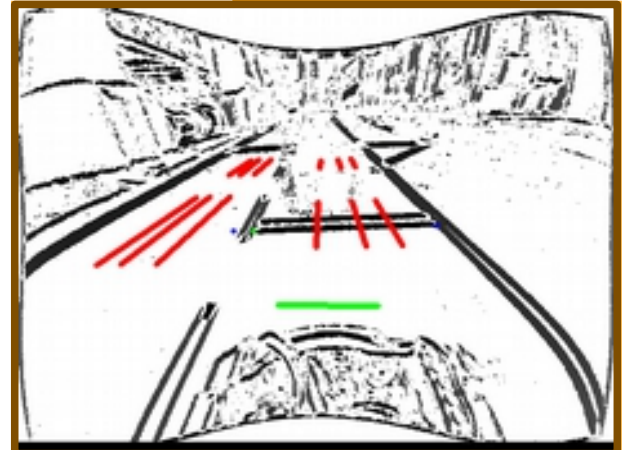
STOPLINIENERKENNUNG



Linie suchen



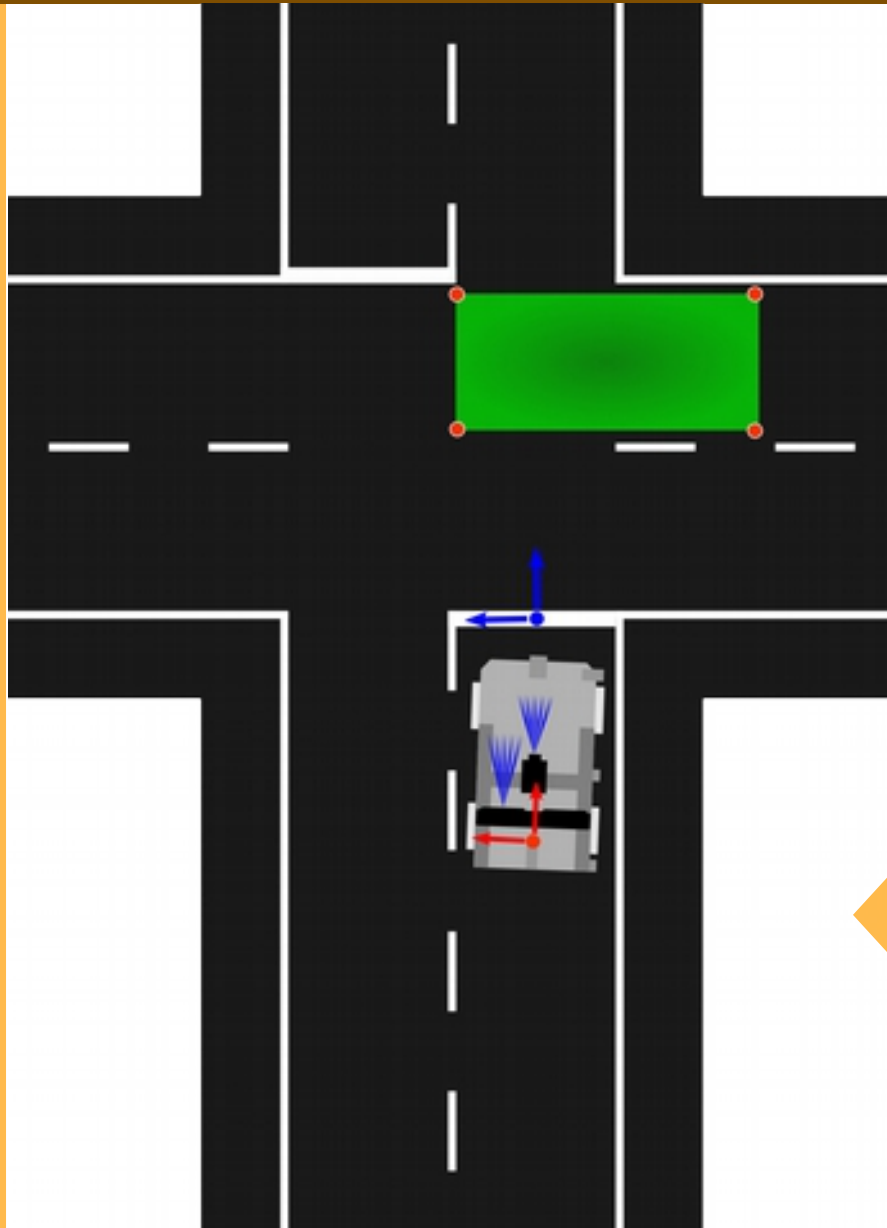
Linie erkannt



Linie getrackt

Suchlinien parallel zur Spur
Tracking mittels **Kalman-Filter**

KREUZUNG



Herausforderung

Ist ein erkanntes Hindernis
vorfahrtberechtigt?

Lösung

Erkannte Stoplinie zur
Orientierung nutzen!

HIGHLIGHTS

Spurerkennung mittels
Partikelfilter auf GPU

Hinderniserkennung im **3D-Tiefenbild**

Vier Motoren
für optimale Fahrdynamik.

Tiefer Schwerpunkt
dank individuellem **3D-Druck**.



DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT