



Team S.A.D.I. 2015
„Student's Autonomous Drive Initiative“

- 1. Das Team
- 2. Die Hardware
- 3. Die Software
- 4. Das Fahrzeug
- 5. Die Disziplinen



Viele Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

1. Das Team

- 1.1 Unsere Vision
- 1.2 Historie und Struktur

10.02.2015 Carolo Cup 2015 2

2. Die Hardware

- 2.1 Modularer Aufbau
- 2.2 Mainboard
- 2.3 BeagleBoard-xM
- 2.4 Kamera
- 2.5 Verwendete Sensoren

10.02.2015 Carolo Cup 2015 4

3. Die Software

- 3.1 Eckdaten
- 3.2 Mainboard Software
- 3.3 BeagleBoard-xM Software

10.02.2015 Carolo Cup 2015 11

5. Die Disziplinen

- 5.1 Fahrbahndetektion
- 5.2 Hinderniserkennung
- 5.3 Einparken

10.02.2015 Carolo Cup 2015 14

4. Das Fahrzeug

- 4.1 Fahrzeugdaten
- 4.2 Energiebilanz
- 4.3 Kosten und Aufwand

10.02.2015 Carolo Cup 2015 15



Team S.A.D.I. 2015
„Student's Autonomous Drive Initiative“

- 1. Das Team
- 2. Die Hardware
- 3. Die Software
- 4. Das Fahrzeug
- 5. Die Disziplinen



Viele Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

1. Das Team

- 1.1 Unsere Vision
- 1.2 Historie und Struktur

10.02.2015 Carolo Cup 2015 2

2. Die Hardware

- 2.1 Modularer Aufbau
- 2.2 Mainboard
- 2.3 BeagleBoard-xM
- 2.4 Kamera
- 2.5 Verwendete Sensoren

10.02.2015 Carolo Cup 2015 4

3. Die Software

- 3.1 Eckdaten
- 3.2 Mainboard Software
- 3.3 BeagleBoard-xM Software

10.02.2015 Carolo Cup 2015 11

5. Die Disziplinen

- 5.1 Fahrbahndetektion
- 5.2 Hinderniserkennung
- 5.3 Einparken

10.02.2015 Carolo Cup 2015 14

4. Das Fahrzeug

- 4.1 Fahrzeugdaten
- 4.2 Energiebilanz
- 4.3 Kosten und Aufwand

10.02.2015 Carolo Cup 2015 15

Team S.A.D.I. 2015

„Student's Autonomous Drive Initiative“

1. Das Team
2. Die Hardware
3. Die Software
4. Das Fahrzeug
5. Die Disziplinen



Team S.A.D.I. 2015
„Student's Autonomous Drive Initiative“

- 1. Das Team
- 2. Die Hardware
- 3. Die Software
- 4. Das Fahrzeug
- 5. Die Disziplinen



Viele Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

1. Das Team

- 1.1 Unsere Vision
- 1.2 Historie und Struktur

10.02.2015 Carolo Cup 2015 2

2. Die Hardware

- 2.1 Modularer Aufbau
- 2.2 Mainboard
- 2.3 BeagleBoard-xM
- 2.4 Kamera
- 2.5 Verwendete Sensoren

10.02.2015 Carolo Cup 2015 4

3. Die Software

- 3.1 Eckdaten
- 3.2 Mainboard Software
- 3.3 BeagleBoard-xM Software

10.02.2015 Carolo Cup 2015 11

5. Die Disziplinen

- 5.1 Fahrbahndetektion
- 5.2 Hinderniserkennung
- 5.3 Einparken

10.02.2015 Carolo Cup 2015 14

4. Das Fahrzeug

- 4.1 Fahrzeugdaten
- 4.2 Energiebilanz
- 4.3 Kosten und Aufwand

10.02.2015 Carolo Cup 2015 15



1. Das Team

- 1.1 Unsere Vision
- 1.2 Historie und Struktur



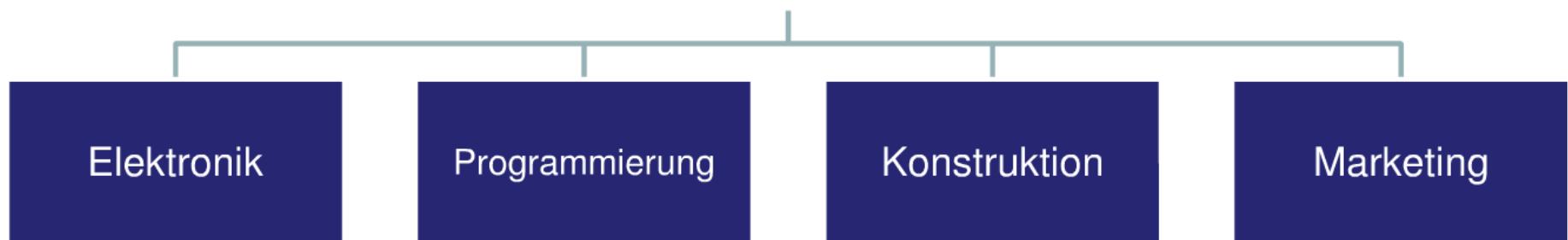
Unsere Vision





Historie und Struktur

- Gründung 2005
- 16 Mitglieder
- Eigenständige Entwicklung und Konstruktion der Fahrzeugkomponenten





Team S.A.D.I. 2015
„Student's Autonomous Drive Initiative“

- 1. Das Team
- 2. Die Hardware
- 3. Die Software
- 4. Das Fahrzeug
- 5. Die Disziplinen



Viele Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

1. Das Team

- 1.1 Unsere Vision
- 1.2 Historie und Struktur

10.02.2015 Carolo Cup 2015 2

2. Die Hardware

- 2.1 Modularer Aufbau
- 2.2 Mainboard
- 2.3 BeagleBoard-xM
- 2.4 Kamera
- 2.5 Verwendete Sensoren

10.02.2015 Carolo Cup 2015 4

3. Die Software

- 3.1 Eckdaten
- 3.2 Mainboard Software
- 3.3 BeagleBoard-xM Software

10.02.2015 Carolo Cup 2015 11

5. Die Disziplinen

- 5.1 Fahrbahndetektion
- 5.2 Hinderniserkennung
- 5.3 Einparken

10.02.2015 Carolo Cup 2015 14

4. Das Fahrzeug

- 4.1 Fahrzeugdaten
- 4.2 Energiebilanz
- 4.3 Kosten und Aufwand

10.02.2015 Carolo Cup 2015 15

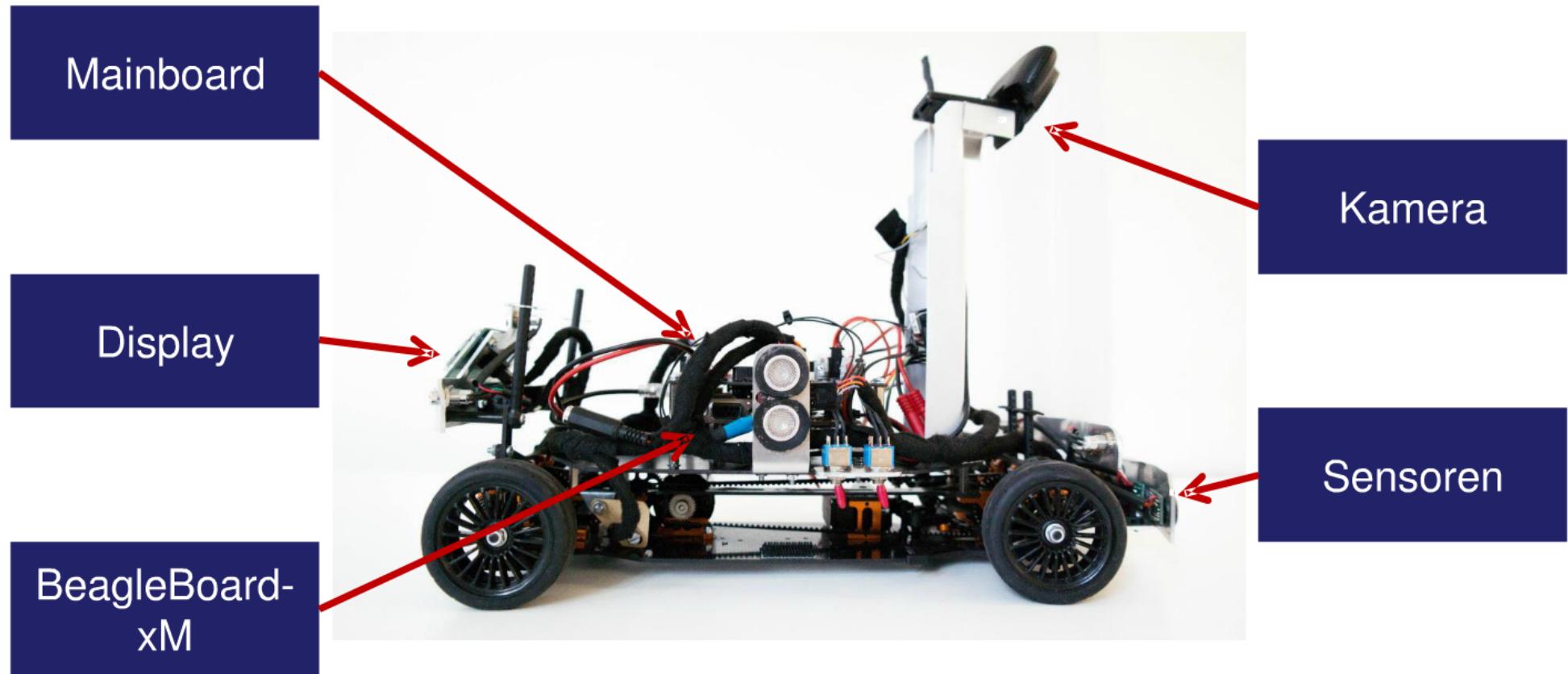


2. Die Hardware

- 2.1 Modularer Aufbau
- 2.2 Mainboard
- 2.3 BeagleBoard-xM
- 2.4 Kamera
- 2.5 Verwendete Sensoren



Modularer Aufbau



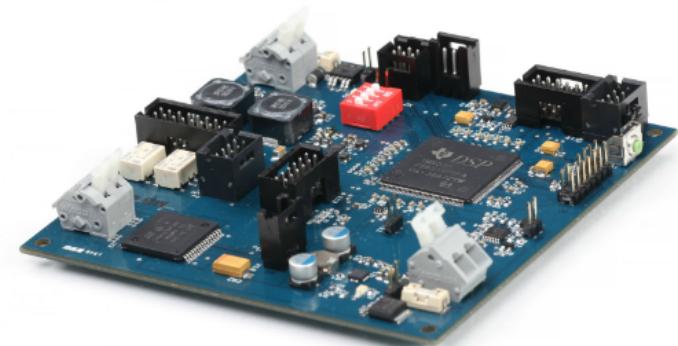
Mainboard

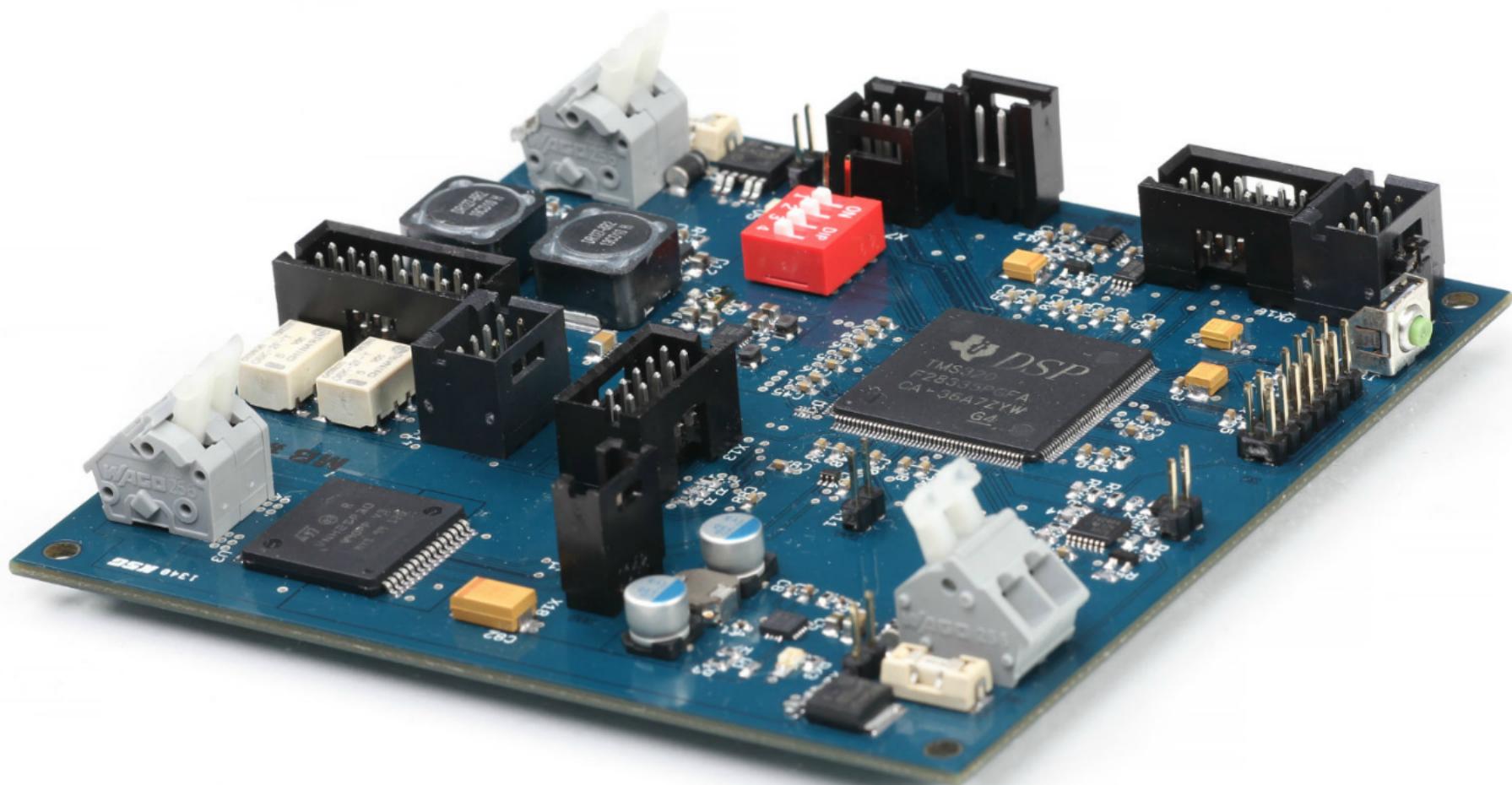
Aufgabe:

- Auswertung der Sensordaten
- Ansteuerung der Beleuchtung und Display
- Ansteuerung von Lenkung und Antrieb

Lösung:

- Eigenentwicklung der Platine:
 - DSP C2000, TMS320F28335 mit 150 MHz
- Schnittstellen:
 - I²C, CAN, UART, SPI





BeagleBoard-xM

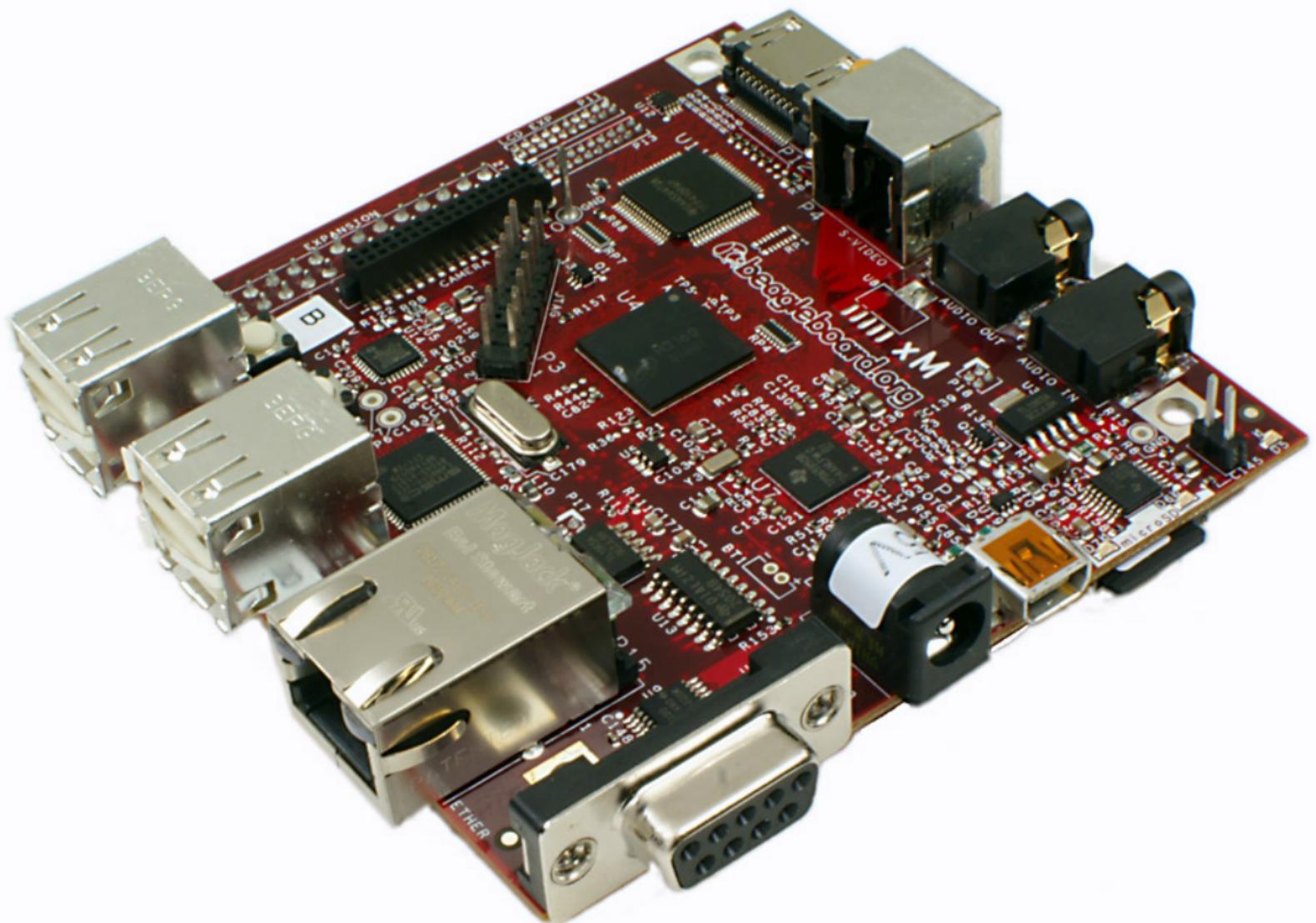
Aufgabe:

- Bildverarbeitung
- Live-Bildübertragung und Parameteroptimierung

Lösung:

- BeagleBoard-xM:
 - DM3730 von Texas Instruments
 - ARM Cortex A8 1 GHz
 - TMS320C64x + DSP mit 800 MHz
 - 512 MB LPDDR-RAM @ 166 MHz
- Schnittstellen:
 - USB, Ethernet, UART, JTAG







Kamera

USB Webcam:

- Typ: Logitech C920
- Max. Auflösung von 1920 x 1080 Pixel
- Carl Zeiss Objektiv
- 76° Sichtwinkel
- Bildrate von 30 fps
- Polarisationsfilter



Verwendete Sensoren

Zur Abstandssensorik:

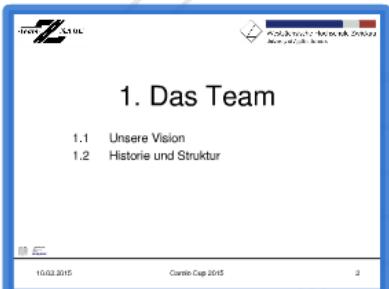
- Typ:
 - Ultraschallsensor
 - SRF08 und SRF10
 - Seitlich und vorn
- Messbereich:
 - 20 mm bis 200 mm
 - 10 mm Auflösung
- Stromaufnahme:
 - Aktiv: 15 mA
 - Standby: 3 mA

Zur Wegsensorik:

- Typ:
 - Hallsensor
 - AS5145B-HSST
- Drehzahlmessung am Motor
- Schrittweite:
 - 1024 Impulse/U
 - 0,0264 mm/Impuls Auflösung
- Genauigkeit:
 - 7,5 mm pro 1000 mm Weg



Viele Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!





3. Die Software

- 3.1 Eckdaten
- 3.2 Mainboard Software
- 3.3 BeagleBoard-xM Software



Eckdaten

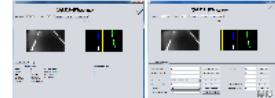
- Programmiersprache: C und Assembler
- Entwicklungsumgebung: Code Composer Studio 6
- Modularer Aufbau
- Alle Parameter in einer Header-Datei
- Alle Funktionen und Algorithmen selbst entwickelt
- Keine Applikations-Bibliotheken verwendet
- Ressourcenschonende Optimierung



Mainboard Software

- Regelalgorithmen
 - Spurregler
 - Geschwindigkeitsregler
 - Lageregler
- Ansteuerung von Lenkung, Motor, Beleuchtung und Display
- Auswertung der Sensorik
- Kommunikation mit BeagleBoard-xM über UART
- Speicherverbrauch: 310 kByte

BeagleBoard-xM Software

- Texas Instruments Arago Project Linux SDK
- Bildaufnahme über USB-Kamera
- Bildverarbeitung
- Senden der Fahrbahndaten an das Mainboard
- Monitoring und Parametereinstellung über WLAN:
 - SADI-Player 
 - Speicherverbrauch: ohne Server 12 MB / mit Server 20 MB



SADI-Player



IP-Adresse: 192.168.0.10

Socket: 8888

Verbinden

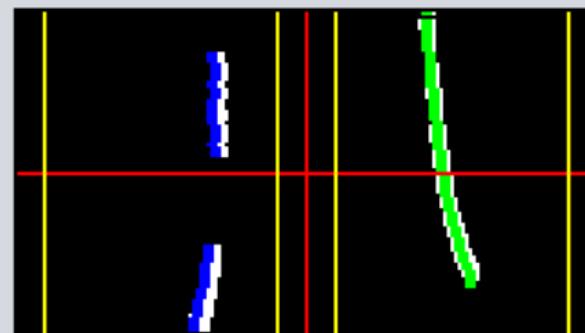
Trennen

Exit Program BBxM

Grauwertbild



Fahrbahn

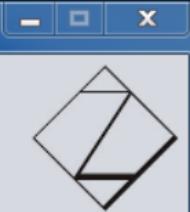
[Car Information](#) [Params](#)

Roadinformation

leftMark:	195	US-Front-Left [mm]:
rightMark:	247	US-Front-Center [mm]:
Lane:	RIGHT_LANE	US-Front-Right [mm]:
Roadtype:	CAM_STRAIGHT	US-Left [mm]:
left Lanetype:	NONINTERRUPTED	
right Lanetype:	NONINTERRUPTED	

Ultrasonic-Values [mm]

0
0
0
0



SADI-Player

IP-Adresse: 192.168.0.10

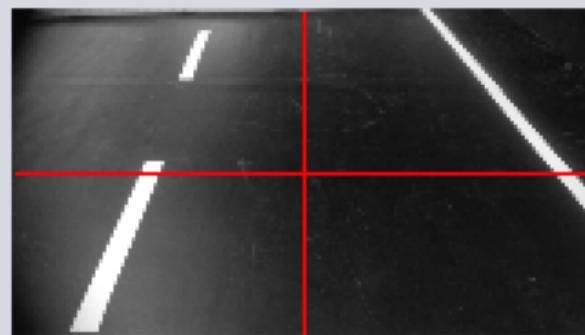
Socket: 8888

Verbinden

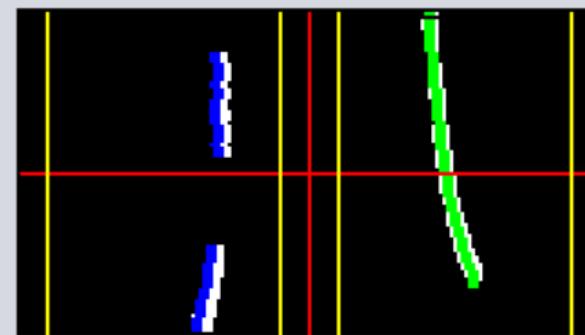
Trennen

Exit Program BBxM

Grauwertbild



Fahrbahn



Car Information Params

Autoparameter

Threshold-Level [0-255]:

Change Threshold

RefX [mm]:

Change RefX

Min. Line-Width [0-120]:

Change min. Line-Width

Ki:

Change Ki

Max. Line-Width [0-120]:

Change max. Line-Wid...

Kp:

Change Kp

Exposure-Mode:

Change Expo. Mode

Kd:

Change Kd

Exposure-Value [0-2...

Change Expo. Value

max. Speed [0-100%]:

Change Speed

Framerate:

Change Framerate

min. Speed [0-100%]:

Change Speed

Look ahead distance [cm]:

Change look ahead dist.





Team S.A.D.I. 2015
„Student's Autonomous Drive Initiative“

- 1. Das Team
- 2. Die Hardware
- 3. Die Software
- 4. Das Fahrzeug
- 5. Die Disziplinen



Viele Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

1. Das Team

- 1.1 Unsere Vision
- 1.2 Historie und Struktur

10.02.2015 Carolo Cup 2015 2

2. Die Hardware

- 2.1 Modularer Aufbau
- 2.2 Mainboard
- 2.3 BeagleBoard-xM
- 2.4 Kamera
- 2.5 Verwendete Sensoren

10.02.2015 Carolo Cup 2015 4

3. Die Software

- 3.1 Eckdaten
- 3.2 Mainboard Software
- 3.3 BeagleBoard-xM Software

10.02.2015 Carolo Cup 2015 11

5. Die Disziplinen

- 5.1 Fahrbahndetektion
- 5.2 Hinderniserkennung
- 5.3 Einparken

10.02.2015 Carolo Cup 2015 14

4. Das Fahrzeug

- 4.1 Fahrzeugdaten
- 4.2 Energiebilanz
- 4.3 Kosten und Aufwand

10.02.2015 Carolo Cup 2015 15



4. Das Fahrzeug

- 4.1 Fahrzeugdaten
- 4.2 Energiebilanz
- 4.3 Kosten und Aufwand



Fahrzeugdaten

- Chassis im Maßstab 1:10
- Wettkampf Chassis der Firma XRAY
- Allradantrieb
- E-Motor: LRP Truck Puller 3 Nennspannung: 7.2 V
- Karosserie: VW Golf 6 GTI 24h Edition von Tamiya
- Fahrzeuggesamtgewicht: 1670 g



Energiebilanz

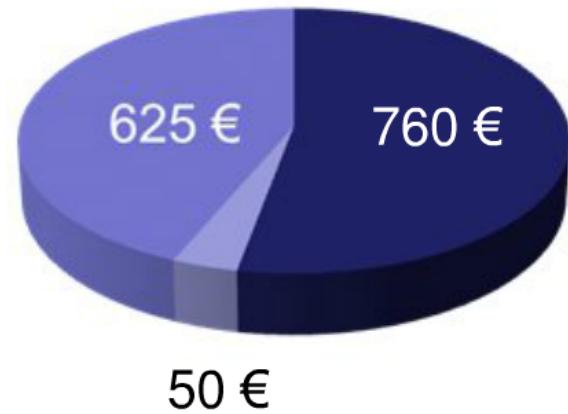
Elektronik:

Verbraucher	Leistungsaufnahme (Mittelwert)
Mainboard	1,2 W
Kamera	1,7 W
BeagleBoard-xM	2,2 W
Gesamt	5,1 W

Aktoren:

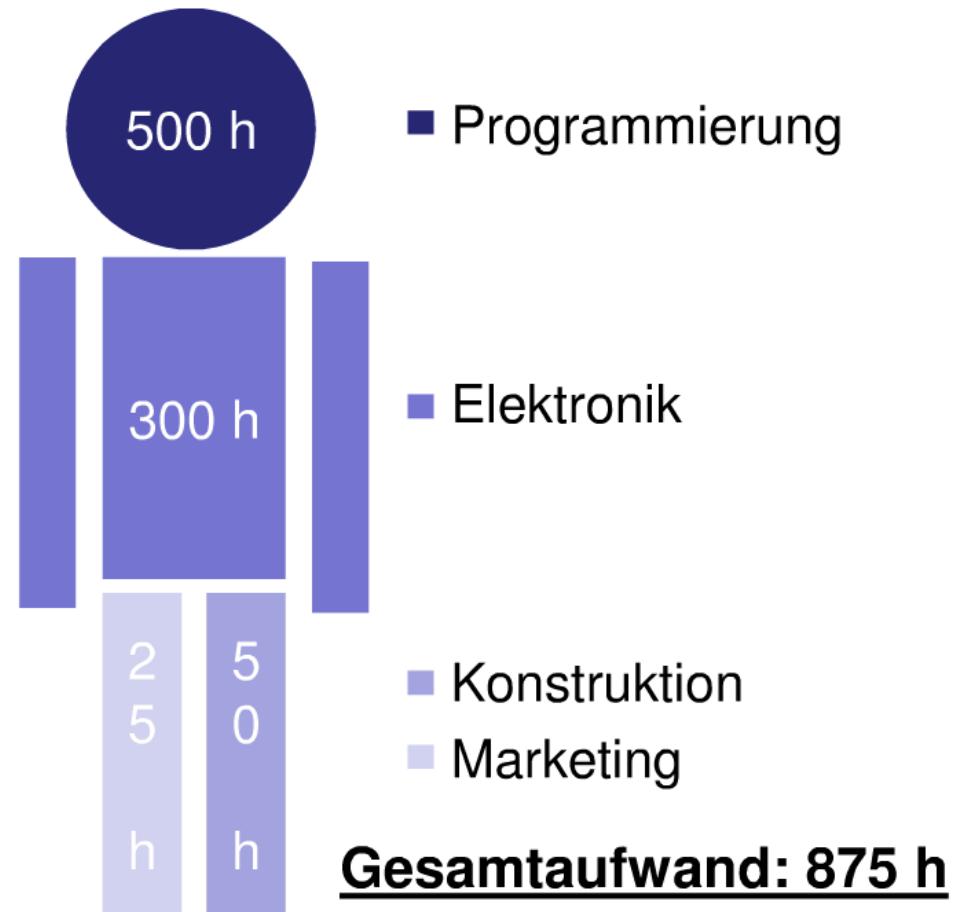
Verbraucher	Leistungsaufnahme (Mittelwert)
Beleuchtung	0,3 W
Lenk-Servo	3,5 W
Motor	14,0 W
Gesamt	17,8 W

Kosten und Aufwand



- Modellbau
- Konstruktion
- Elektronik

Gesamtkosten: 1.435 €



Gesamtaufwand: 875 h



Team S.A.D.I. 2015
„Student's Autonomous Drive Initiative“

- 1. Das Team
- 2. Die Hardware
- 3. Die Software
- 4. Das Fahrzeug
- 5. Die Disziplinen



Viele Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

1. Das Team

- 1.1 Unsere Vision
- 1.2 Historie und Struktur

10.02.2015 Carolo Cup 2015 2

2. Die Hardware

- 2.1 Modularer Aufbau
- 2.2 Mainboard
- 2.3 BeagleBoard-xM
- 2.4 Kamera
- 2.5 Verwendete Sensoren

10.02.2015 Carolo Cup 2015 4

3. Die Software

- 3.1 Eckdaten
- 3.2 Mainboard Software
- 3.3 BeagleBoard-xM Software

10.02.2015 Carolo Cup 2015 11

5. Die Disziplinen

- 5.1 Fahrbahndetektion
- 5.2 Hinderniserkennung
- 5.3 Einparken

10.02.2015 Carolo Cup 2015 14

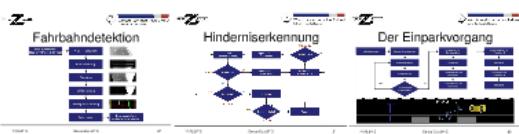
4. Das Fahrzeug

- 4.1 Fahrzeugdaten
- 4.2 Energiebilanz
- 4.3 Kosten und Aufwand

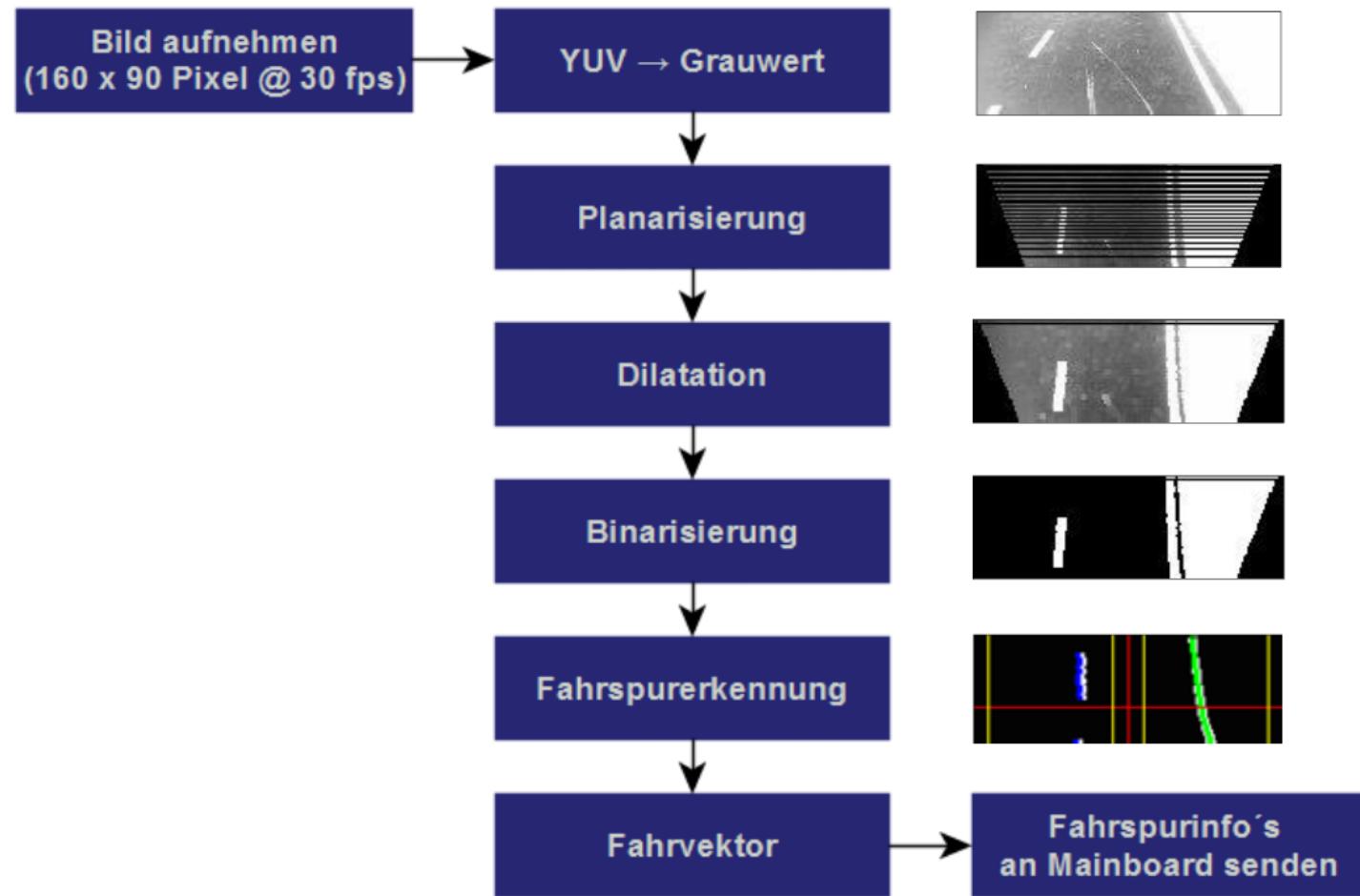
10.02.2015 Carolo Cup 2015 15

5. Die Disziplinen

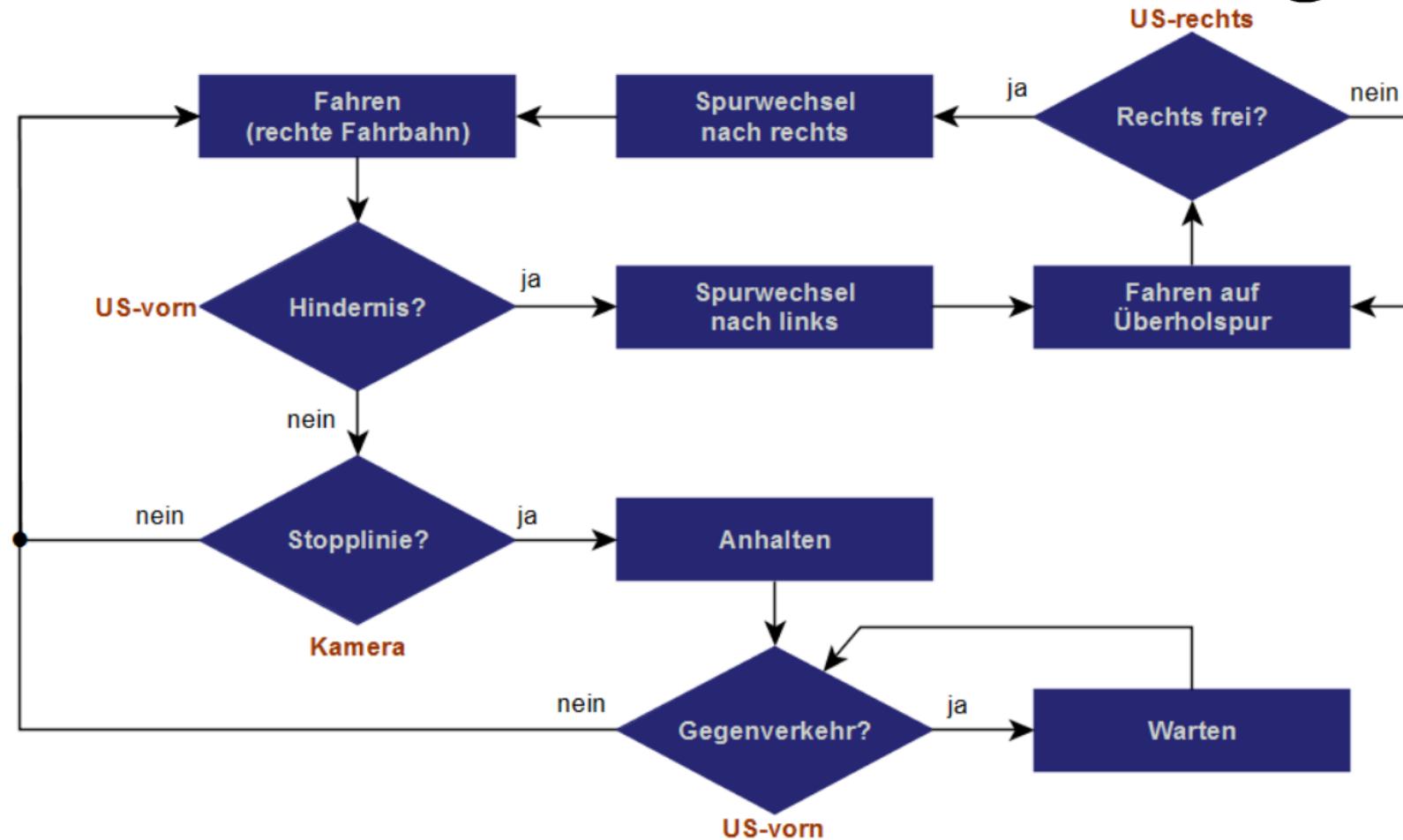
- 5.1 Fahrbahndetektion
- 5.2 Hinderniserkennung
- 5.3 Einparken



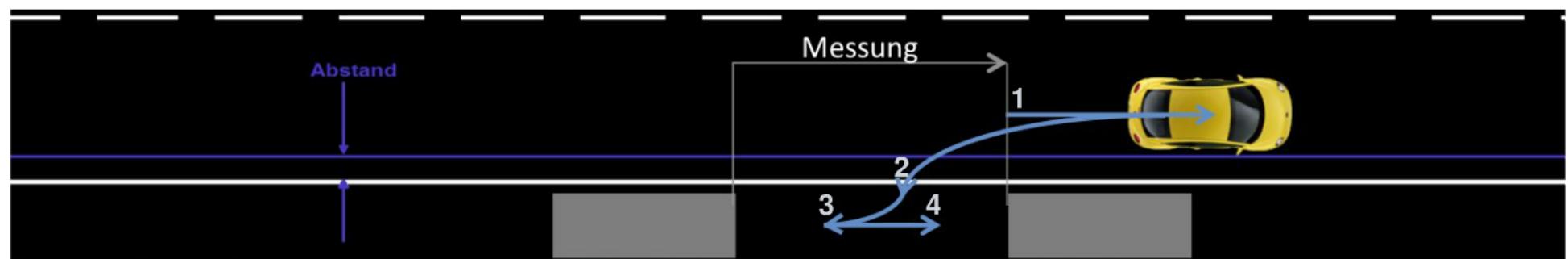
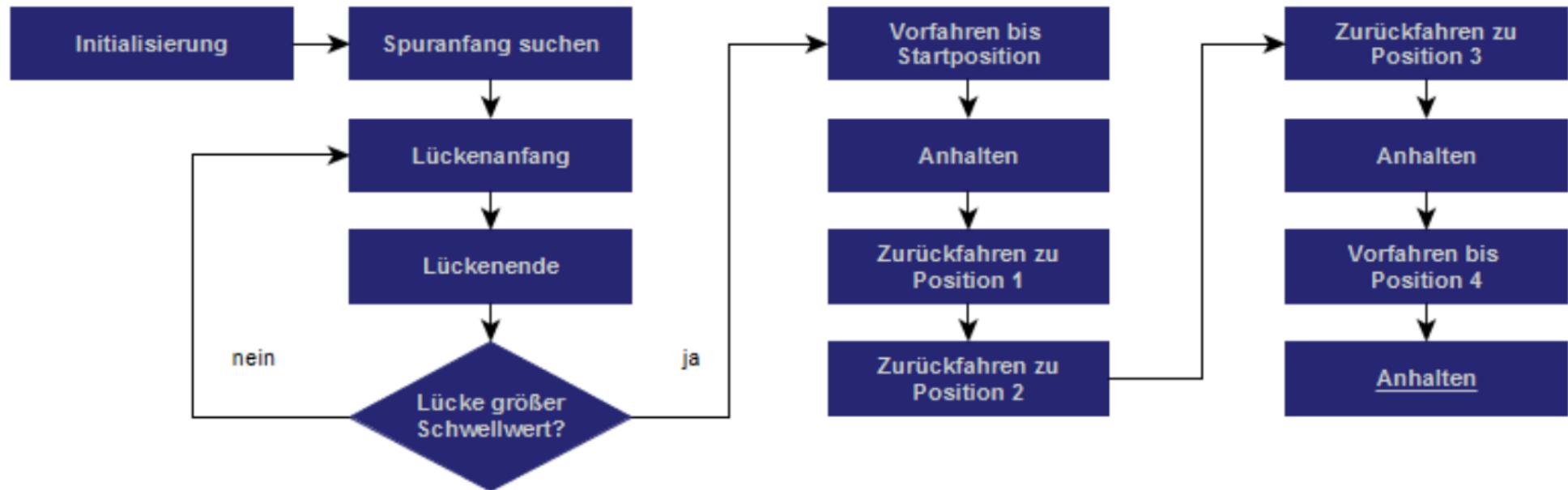
Fahrbahndetektion



Hinderniserkennung



Der Einparkvorgang





Team S.A.D.I. 2015
„Student's Autonomous Drive Initiative“

- 1. Das Team
- 2. Die Hardware
- 3. Die Software
- 4. Das Fahrzeug
- 5. Die Disziplinen



Viele Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

1. Das Team

- 1.1 Unsere Vision
- 1.2 Historie und Struktur

10.02.2015 Carolo Cup 2015 2

2. Die Hardware

- 2.1 Modularer Aufbau
- 2.2 Mainboard
- 2.3 BeagleBoard-xM
- 2.4 Kamera
- 2.5 Verwendete Sensoren

10.02.2015 Carolo Cup 2015 4

3. Die Software

- 3.1 Eckdaten
- 3.2 Mainboard Software
- 3.3 BeagleBoard-xM Software

10.02.2015 Carolo Cup 2015 11

5. Die Disziplinen

- 5.1 Fahrbahndetektion
- 5.2 Hinderniserkennung
- 5.3 Einparken

10.02.2015 Carolo Cup 2015 14

4. Das Fahrzeug

- 4.1 Fahrzeugdaten
- 4.2 Energiebilanz
- 4.3 Kosten und Aufwand

10.02.2015 Carolo Cup 2015 15



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!