



The image features a background of diagonal stripes in various shades of blue, green, orange, and red. In the center, the text "ENGINEER NEXT" is displayed in a bold, white, sans-serif font, tilted at an angle. The word "ENGINEER" is positioned above "NEXT". A yellow graphic element, resembling a stylized 'X' or a folded ribbon, is placed between the two words. To the left of "NEXT", the word "NIDays" is written in a smaller, white, sans-serif font, enclosed within a white rectangular border that is also tilted.

ENGINEER
NEXT

NIDays



Autonomes Fahrzeugrennen, eine motivierende Projektarbeit mit MyRIO

Fachhochschule Nordwestschweiz, FHNW

Dozent

Student

Prof. Dr. J.P. Keller

T. Kuhn

Zeitplan

- 15 Minuten Vorstellung des Projekts
- 15 Minuten Präsentation einer Lösung
- 10 Minuten Fragen

Inhaltsverzeichnis

- Kurzvorstellung FHNW/Studiengang Systemtechnik
- Aufgabenstellung der Studierendenarbeit
- Übersicht über Lösungsstrategien
- Das Autorennen
- Vorstellung einer Systemlösung
- Frage
- Zusammenfassung





FHNW www.fhnw.ch

- Institut für Automation

- multidisziplinäres Institut
- Industrielle Automation, Moderne Regelungstechnik, Mechatronik
- ihr idealer Partner für anspruchsvolle Kti-Projekte

- Studiengang Systemtechnik

- zukünftige Automationsingenieure (♂ & ♀)
- Projektunterricht
- Interdisziplinär (Systemtechnik, Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau)

Projektaufgabe im 1. Studienjahr

autonom fahrendes Modellfahrzeug

Ziele:

- 3 Runden solo so schnell wie möglich
- Verfolgen eines langsamen Fahrzeugs für 20s dann überholen
- 5 Runden mit 3 anderen Fahrzeugen so schnell wie möglich
- Stromverbrauch minimal

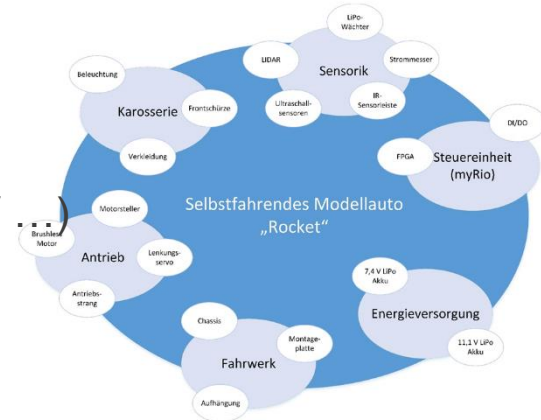
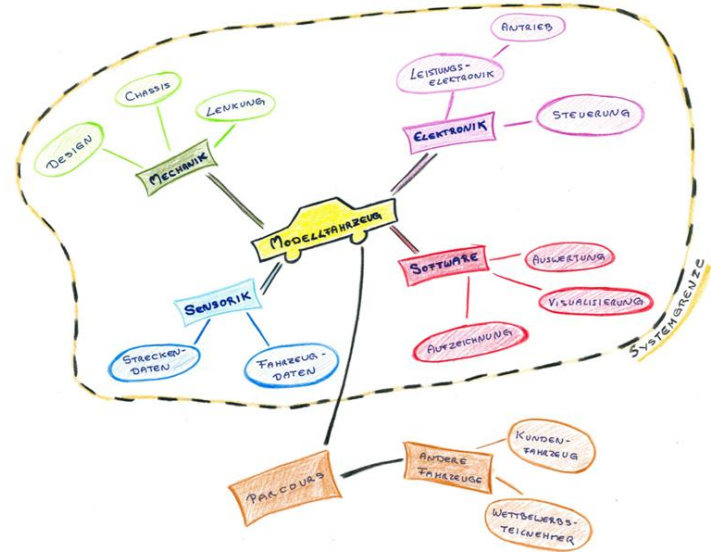


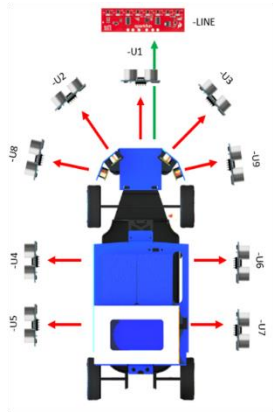
Randbedingungen

- Fahrbahn wie oben
- Chassis Eigenbau
- Steuerung mit MyRio 1900
- Budget 1000.-

Didaktische Ziele

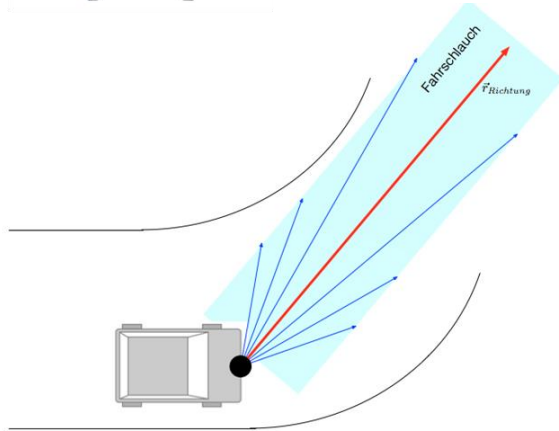
- Problemanalyse
- Recherchetechniken
- Lösungssuche
 - Varianten suchen
 - bewerten
 - auswählen
- Präsentations- und Dokumentationstechnik
- Realisierung der technischen Lösung
 - Planung und Konstruktion des Fahrzeugs
 - Sensorik
 - Studium von Theorie (Filter, Regelung, Kommunikation, EMV)
 - LabVIEW-Programmierung





Lösungsstrategien

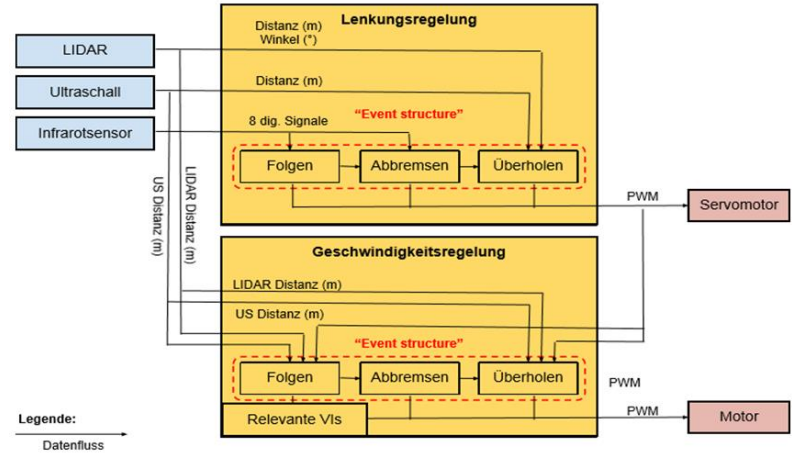
- reaktiv geregelte Fahrzeuge
- Fahrzeuge mit Fahrwegplanung und Geschwindigkeitsregelung im Sichtbereich
- Fahrwegplanung reaktiv, Geschwindigkeit mit gelernter 1-D Karte.



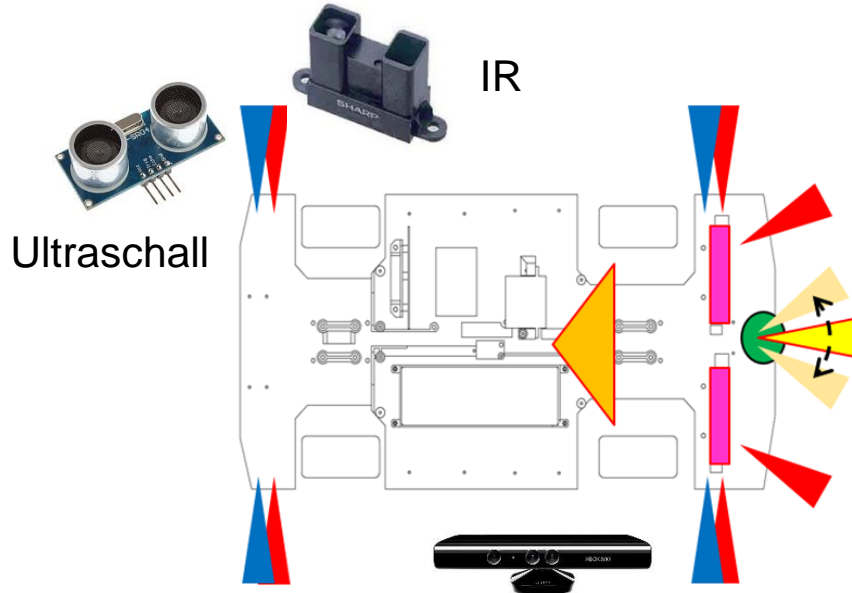
Regelstrategien

- PID-Regler mit Strukturumschaltung
- Fuzzy-Regler mit Reglerumschaltung
- PID-Regler kombiniert mit Logik

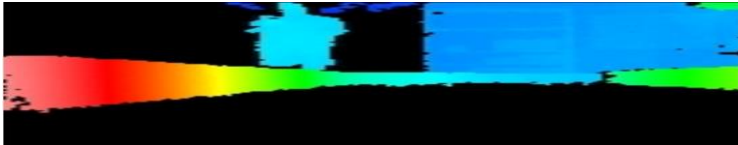
CaseNumber		Route	KinectCap	FrontLeft	BackLeft	StraightLeft	FrontRight	BackRight	StraightRight	Output
0	1	ok	far	far	far	far	far	far	far	Actual Kinect Value
1	8	ok	far	far	far	far	far	close	close	BiggerKinect/StrRight
2	1	ok	far	far	far	far	close	far	far	Actual Kinect Value
3	8	ok	far	far	far	far	close	close	close	BiggerKinect/StrRight
4	17	ok	far	far	far	close	far	far	far	MoreKrit/FRR/Kinect
5	6	ok	far	far	far	close	far	close	close	grössterLinksWert(KIN,FRR,STR)
6	17	ok	far	far	far	close	close	far	far	MoreKrit/FRR/Kinect
7	6	ok	far	far	far	close	close	close	close	grössterLinksWert(KIN,FRR,STR)
8	9	ok	far	far	close	far	far	far	far	BiggerKinect/StrLeft
9	4	ok	far	far	close	far	far	close	close	BigestKinect/StrRight/StrLeft
10	9	ok	far	far	close	far	close	far	far	BiggerKinect/StrLeft
11	4	ok	far	far	close	far	close	close	close	BigestKinect/StrRight/StrLeft
12	14	ok	far	far	close	close	far	far	far	MostKritical FrR / StrLe
13	11	ok	far	far	close	close	far	close	close	MAXLEFT
14	14	ok	far	far	close	close	close	far	far	MostKritical FrR / StrLe
15	11	ok	far	far	close	close	close	close	close	MAXLEFT
16	1	ok	far	close	far	far	far	far	far	Actual Kinect Value
17	8	ok	far	close	far	far	far	close	close	BiggerKinect/StrRight
18	1	ok	far	close	far	far	close	far	far	Actual Kinect Value
19	8	ok	far	close	far	far	close	close	close	BiggerKinect/StrRight
20	17	ok	far	close	far	close	far	far	far	MoreKrit/FRR/Kinect
21	6	ok	far	close	far	close	far	close	close	grössterLinksWert(KIN,FRR,STR)
22	17	ok	far	close	far	close	close	close	far	MoreKrit/FRR/Kinect



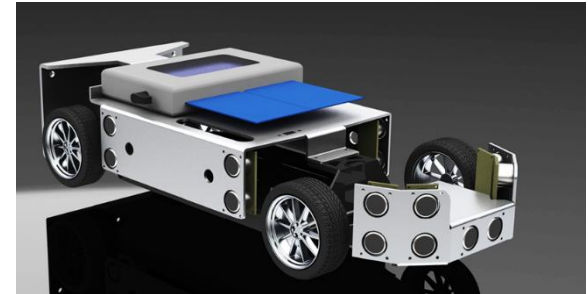
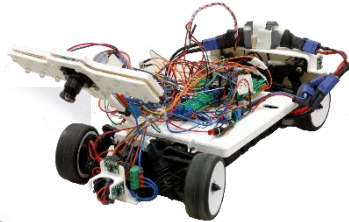
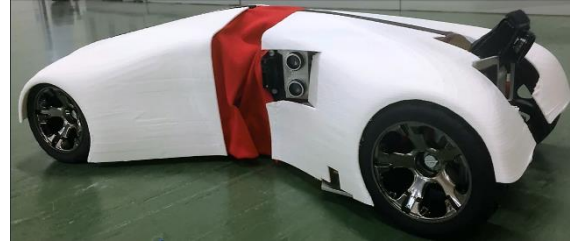
Sensorik



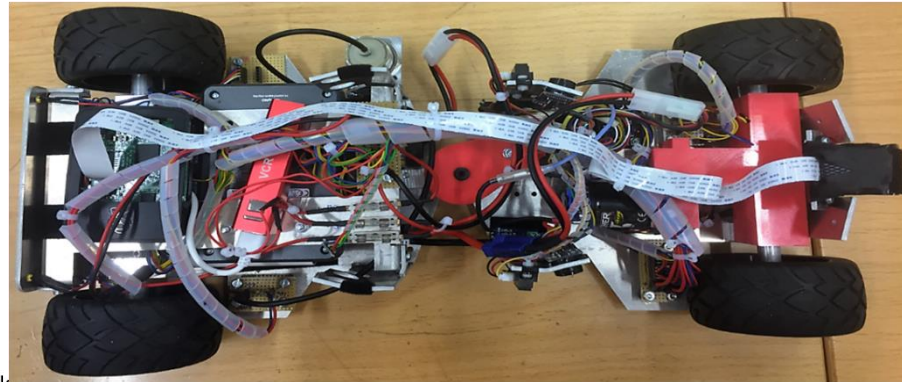
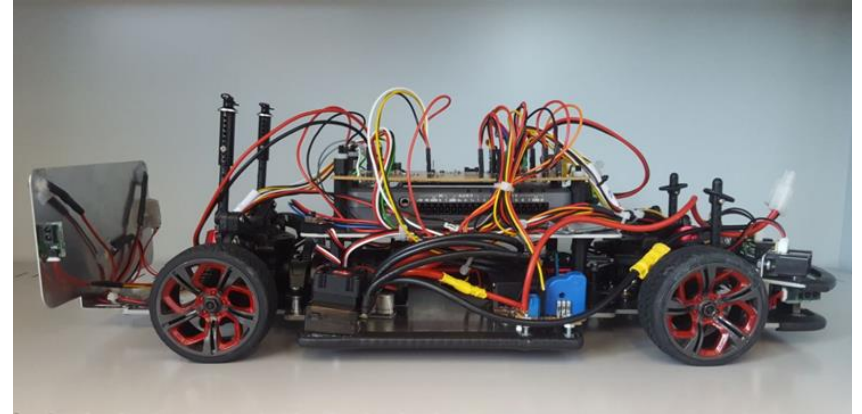
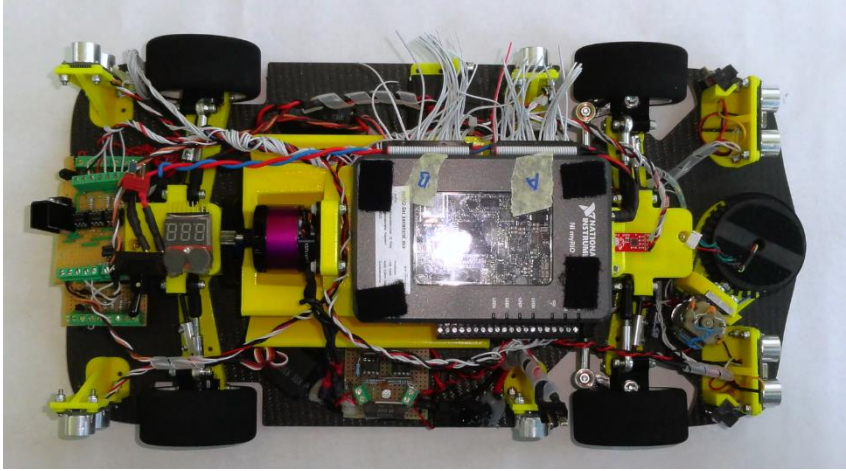
LIDAR mit Lenkung
gekoppelt



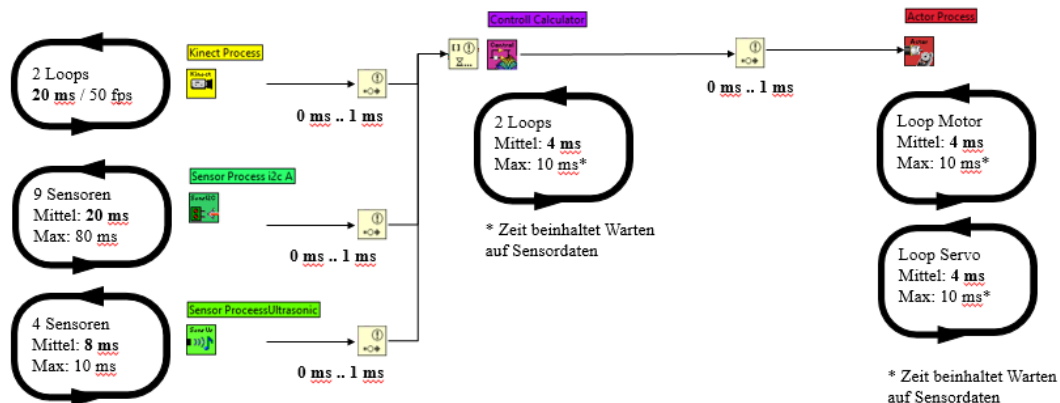
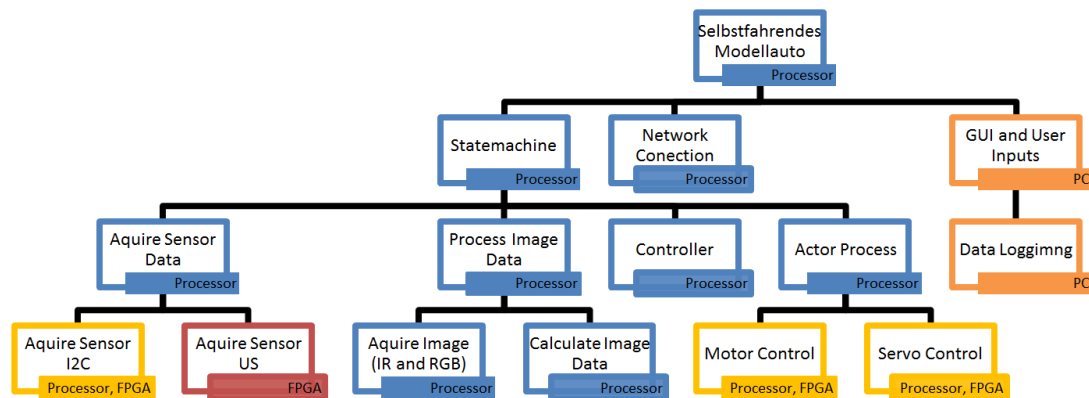
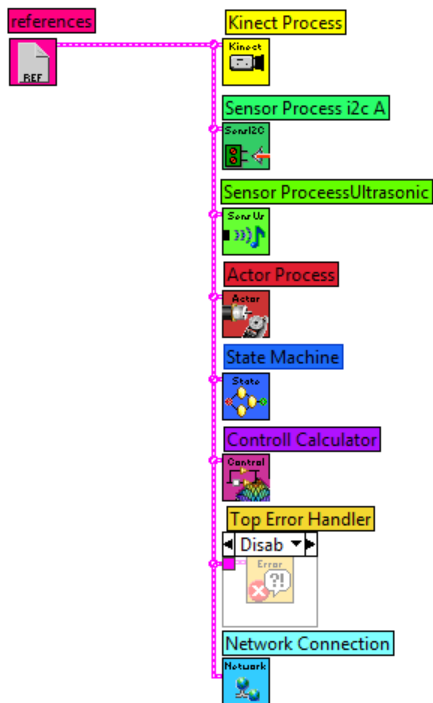
Die Lösungen



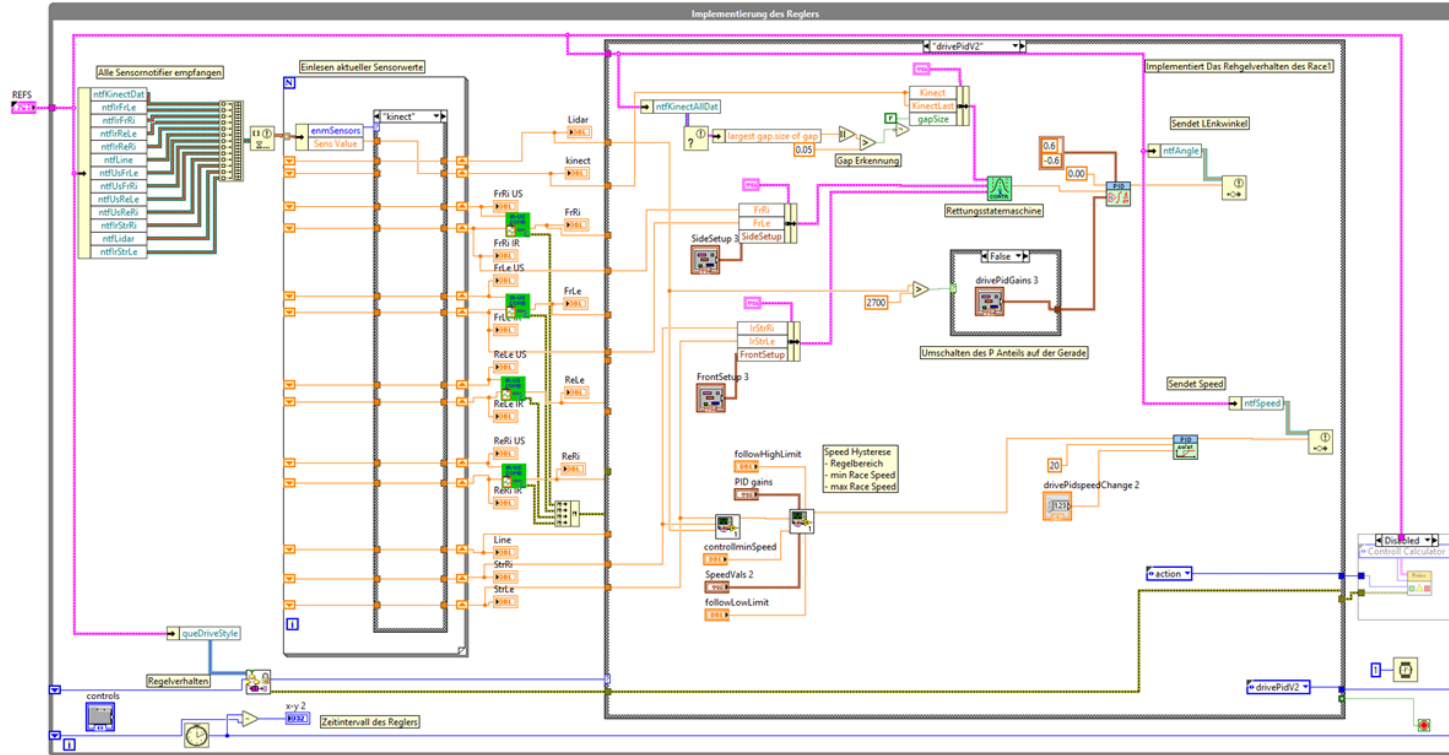
Unter dem Deckel



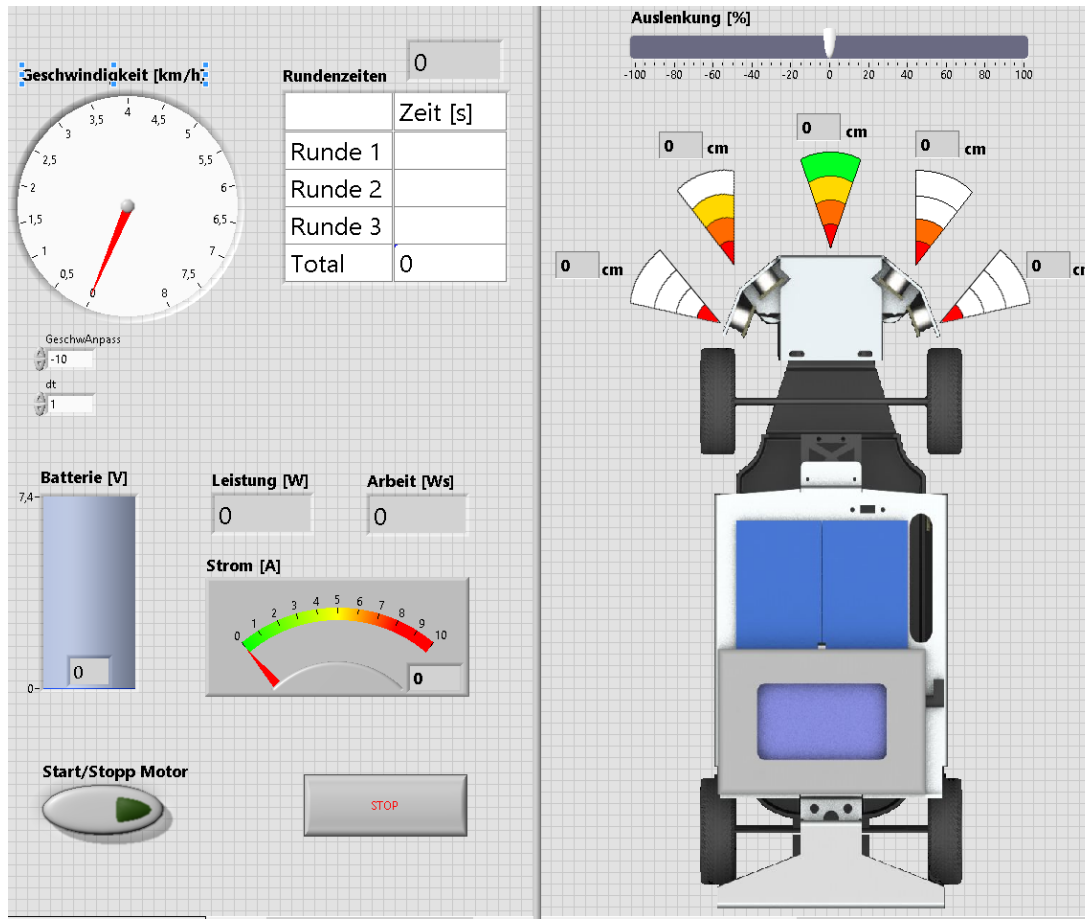
Im MyRIO



Im MyRIO



GUI auf PC



Beispiel CC-Impuls

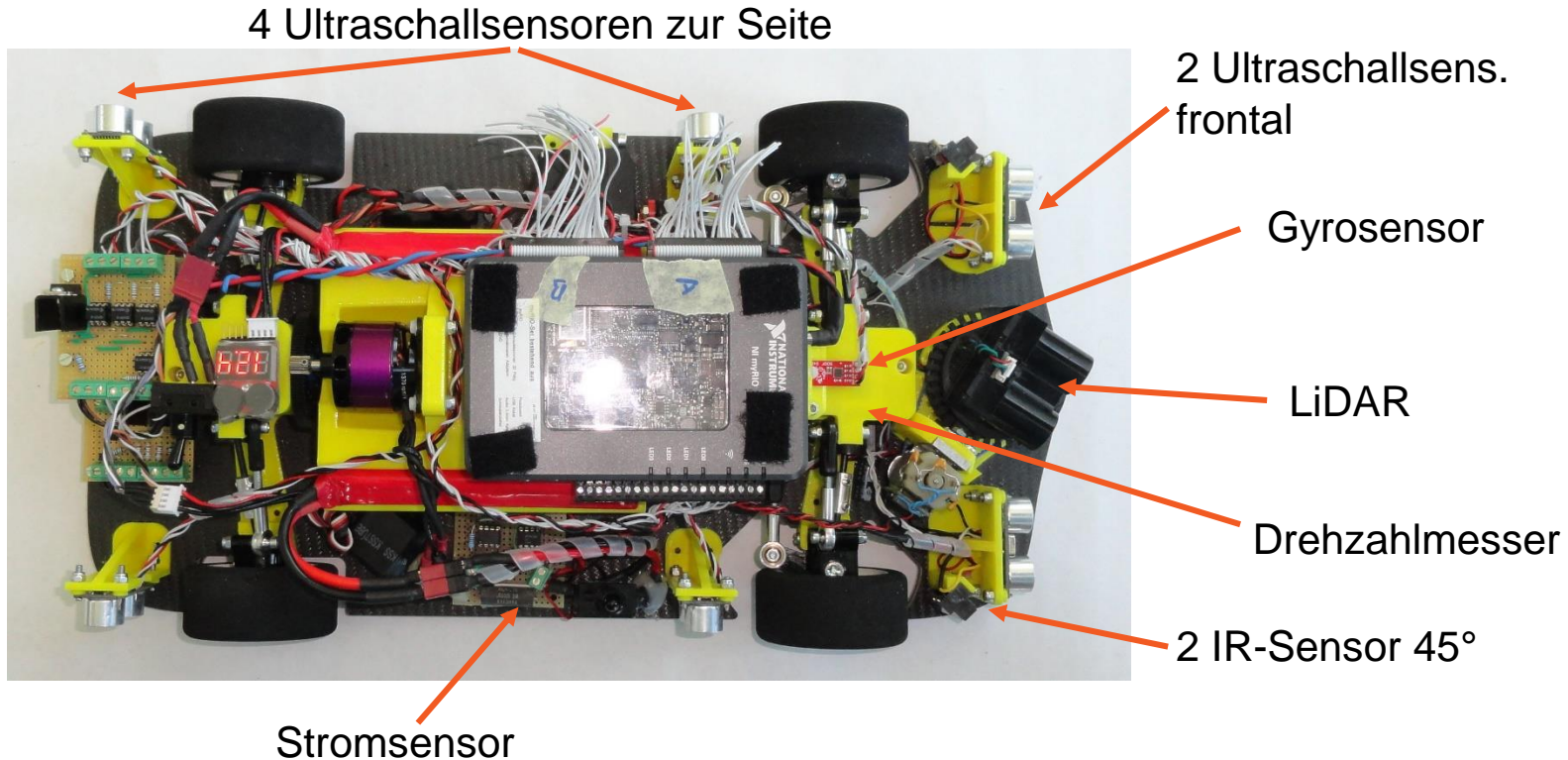
- Beschreiben Sie hier die CC-Impuls-Lösung,
- verwenden Sie die vorgegebenen Folienlayouts
- ich werde Ausschnitte aus dem Film zeigen, den ich darüber erstellt habe.
- <https://www.facebook.com/201284996561183/videos/vb.201284996561183/1465966760092994/?type=2&theater>

CC-Impuls: Übersicht

- Grundlegender Aufbau der Sensoren
- Inputs & Outputs (aus Sicht RT) und deren Timing
- Synchronisation der Daten am Beispiel des LiDAR-Sensors (FPGA & RT)
- Datenauswertung
- Resultate



CC-Impuls: Grundlegender Aufbau der Sensoren

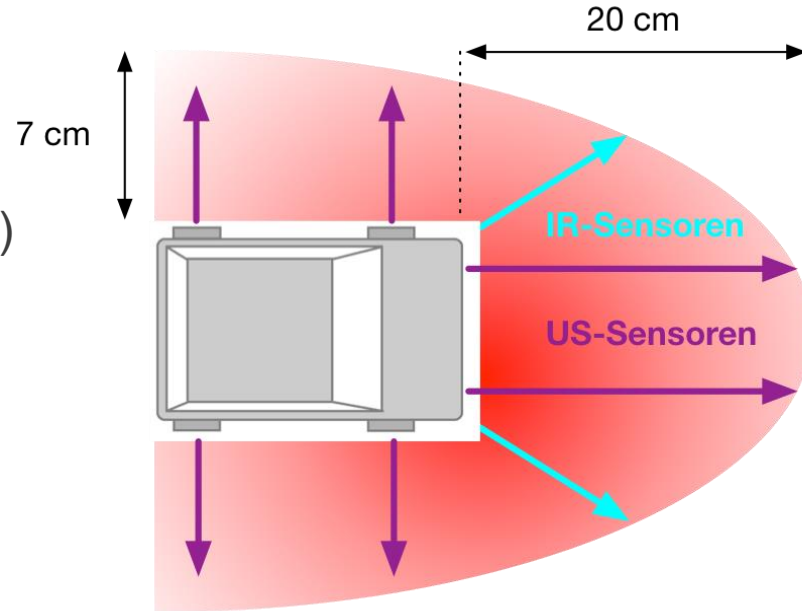


CC-Impuls: Inputs & Outputs und deren Timing

Input US & IR:

Distanz in cm -> Schutzkreis

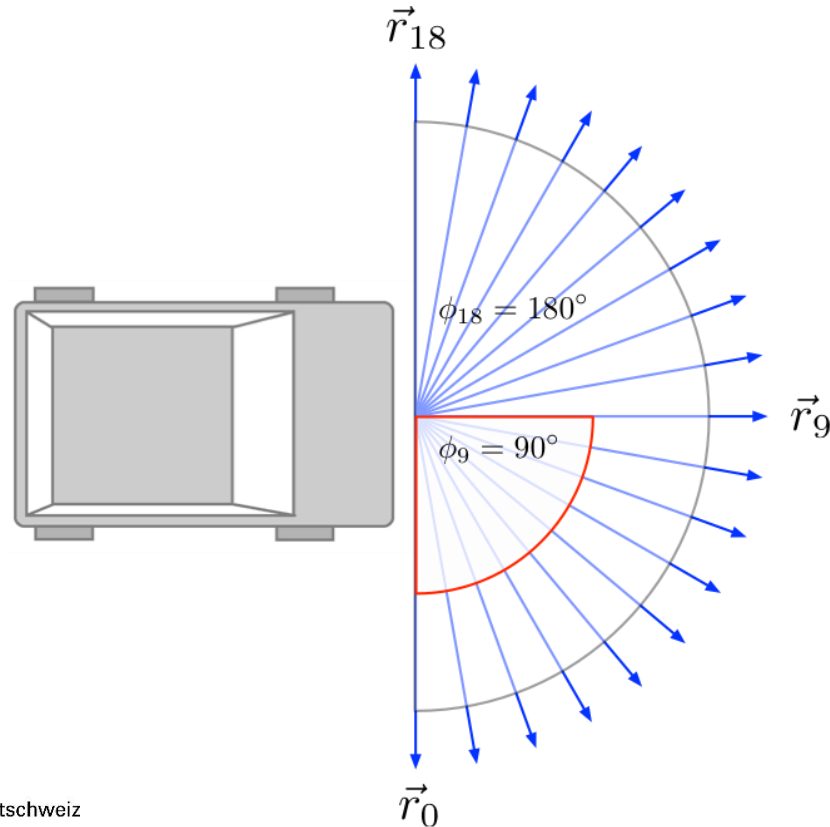
- US: 1 Messung pro 60ms (Sensor)
- IR: 1 Messung pro 6ms (Sensor)



CC-Impuls: Inputs & Outputs und deren Timing

LiDAR

- Lichtschranke: Boolean
- LiDAR: Distanz in cm (U16)
- LiDAR: 2.4ms pro Messung
600 rpm = 10 Hz
- Input: Array mit 19 Distanzen
- Zeitkritisch -> FPGA (MyRIO)

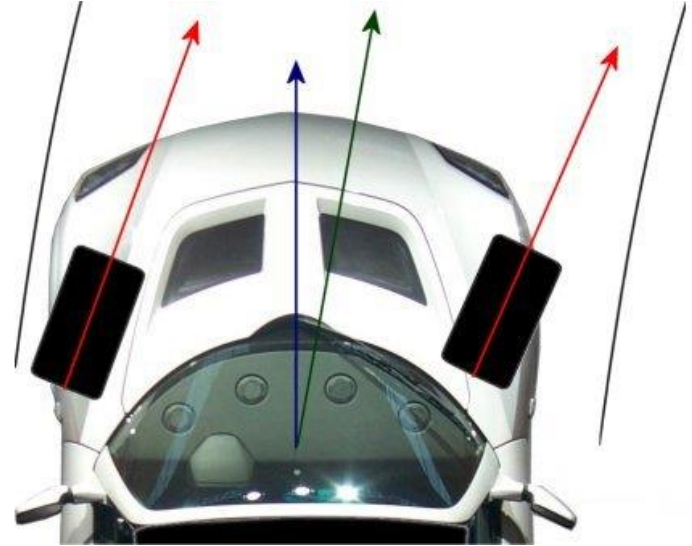


CC-Impuls: Inputs & Outputs und deren Timing

Output (RT):



Geschwindigkeit (Regler)



Lenkwinkel (Servo)

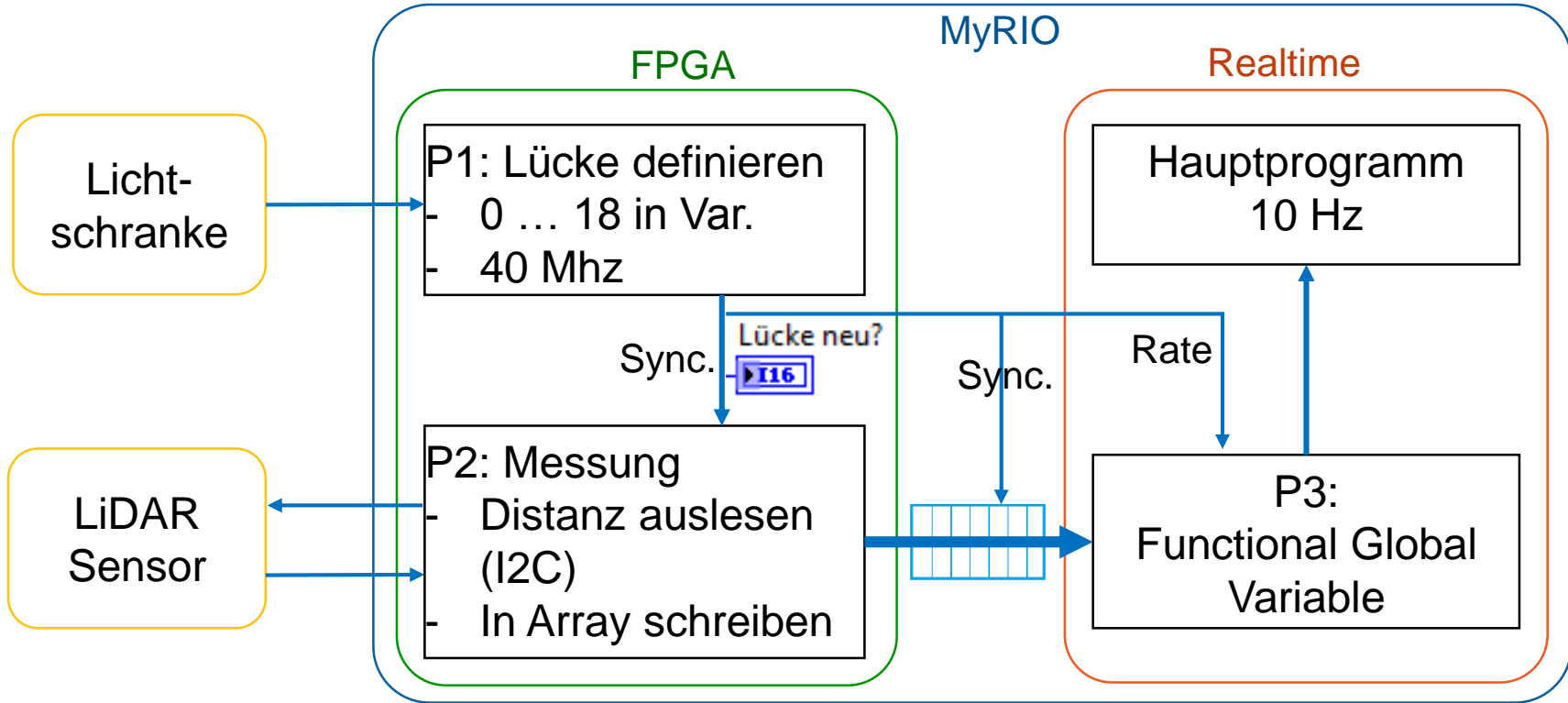
CC-Impuls: Inputs & Outputs und deren Timing

Programmatische Herausforderungen:

- I2C auf FPGA schreiben (LiDAR)
- Synchronisation Lichtschranke und LiDAR-Sensor
- Übergabe des Distanzarrays ans Real-Time ohne Datenverlust
- Realtime darf nur mit komplett neuem Datenarray rechnen
- Bereitstellung aller aktuellen Sensordaten trotz des unterschiedlichen Timings

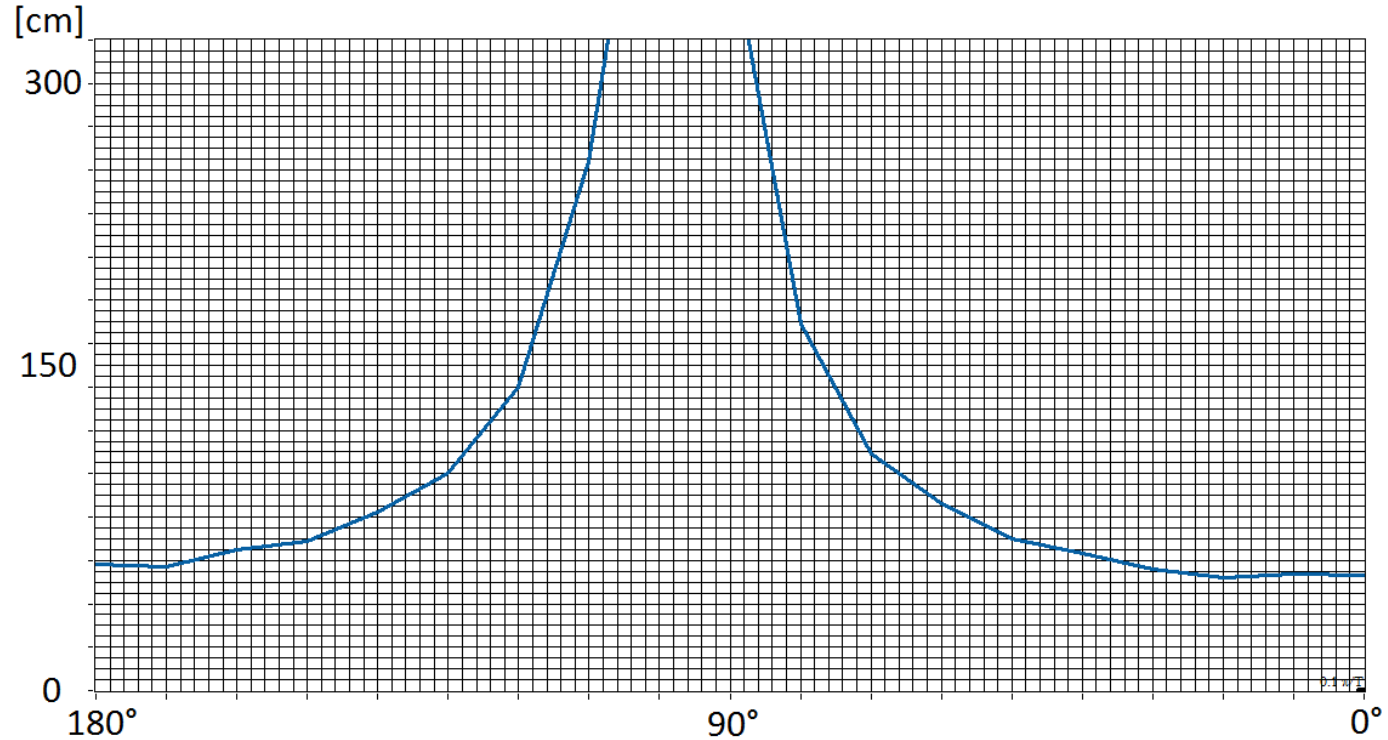
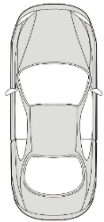
Wie haben wir das gelöst?

CC-Impuls: Synchronisation der Daten



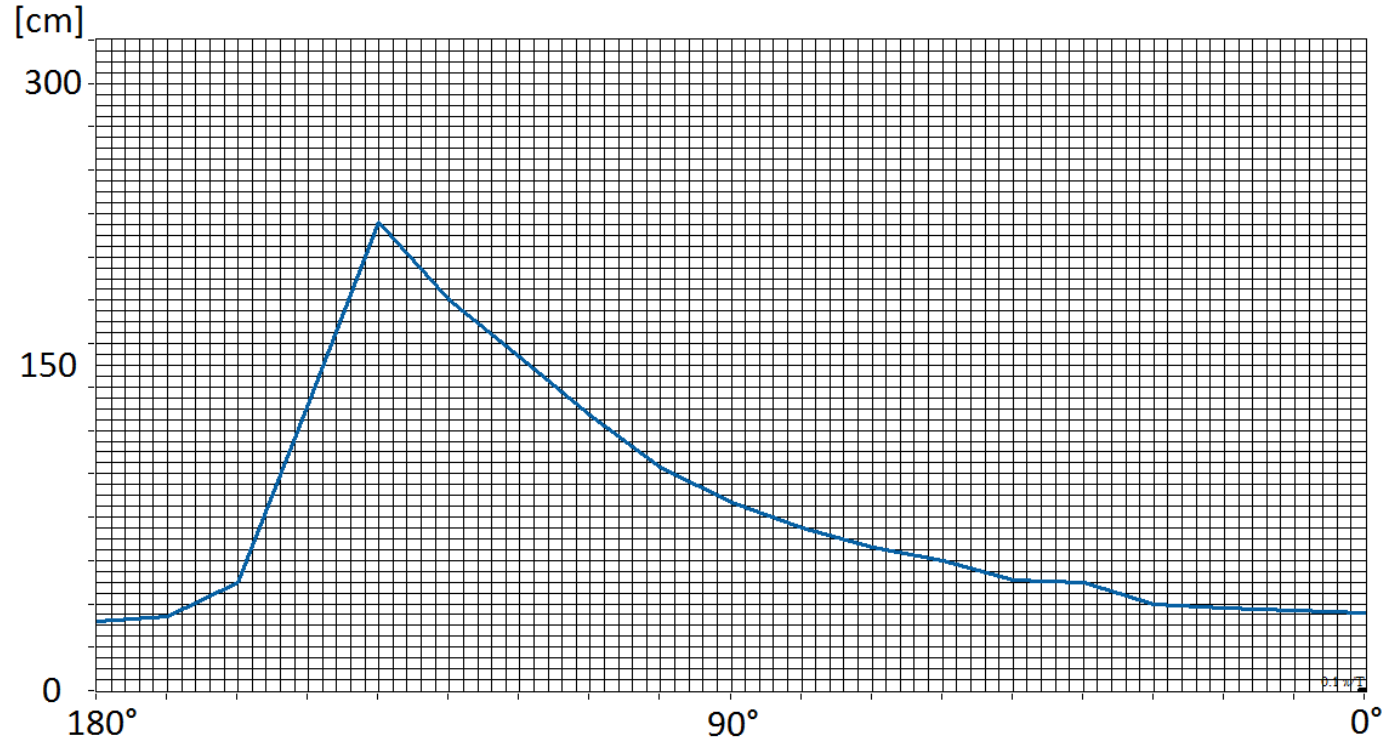
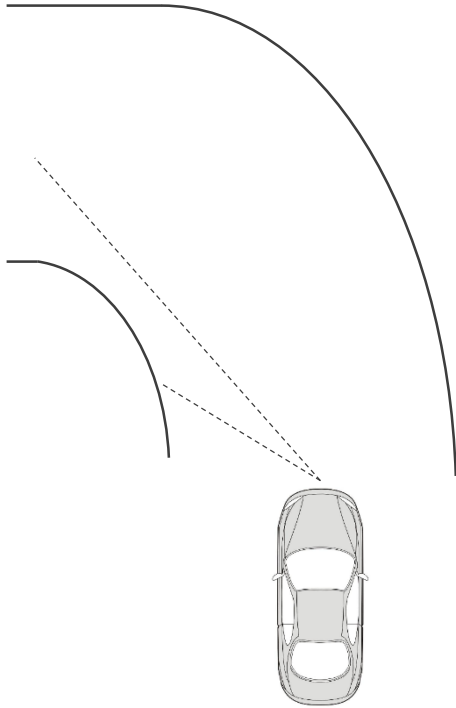
CC-Impuls: Datenauswertung

Der Messarray:



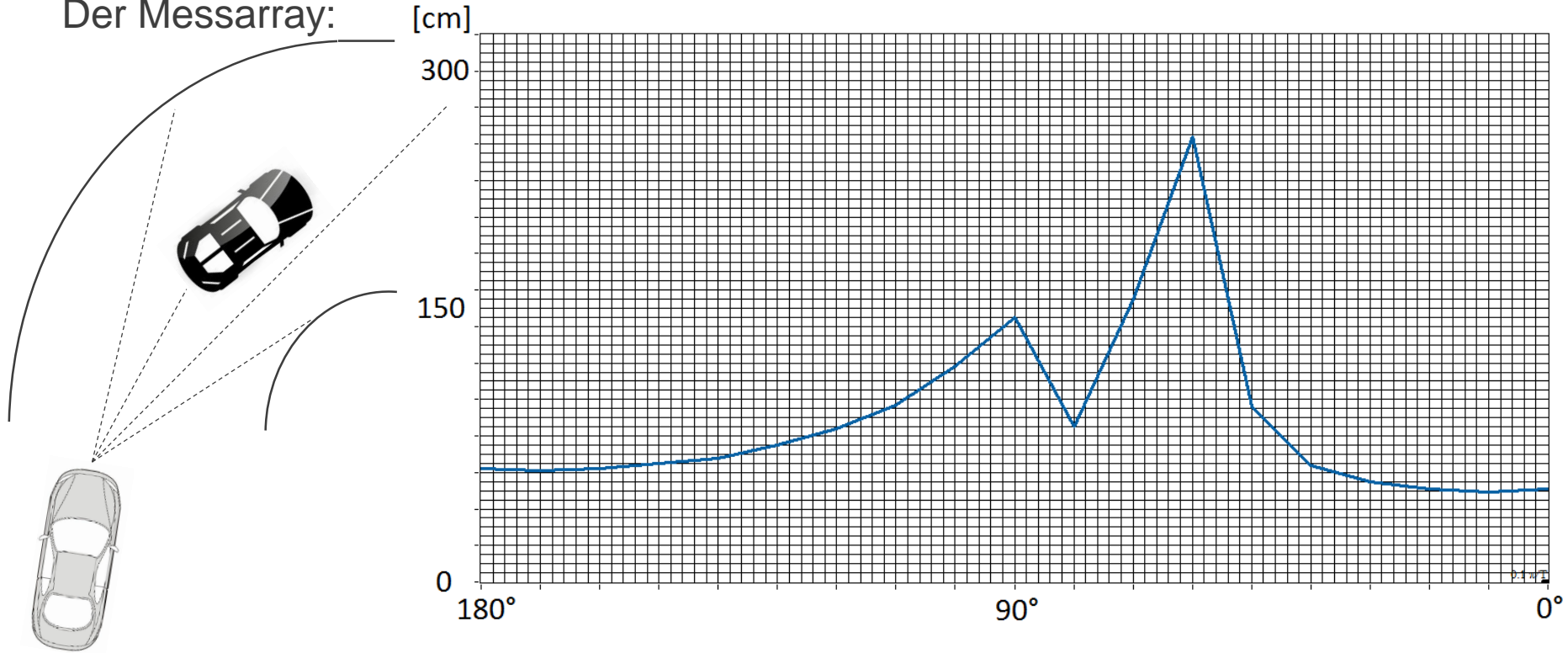
CC-Impuls: Datenauswertung

Der Messarray:



CC-Impuls: Datenauswertung

Der Messarray:

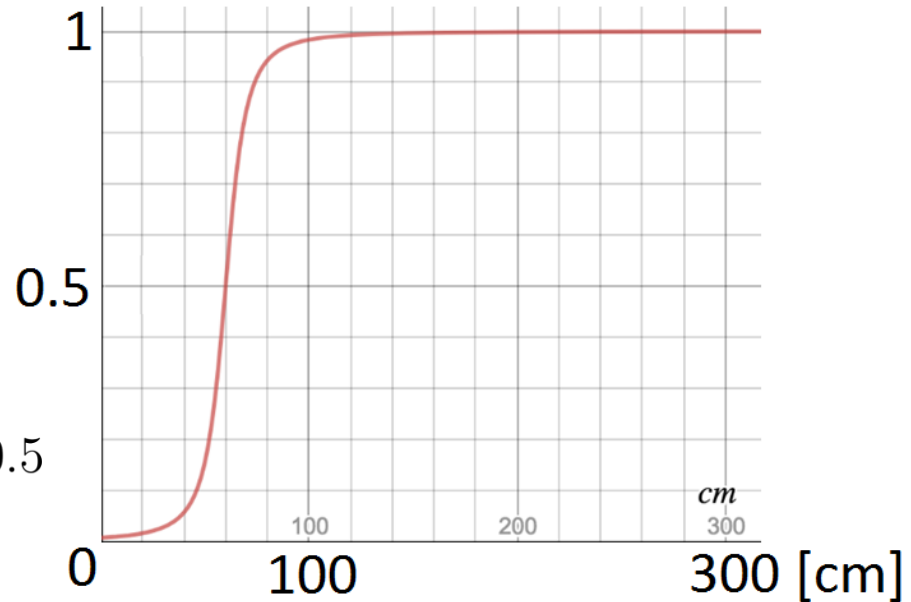


CC-Impuls: Datenauswertung

Die Berechnung des Lenkwinkels:

- Zuordnung Messwert -> 0...1
- 1x für Distanz (Bild)
- 1x für Winkel

$$f(r_i) = 0.5 \cdot \frac{(r_i - 60)}{\sqrt{(r_i - 60)^2 + 110}} + 0.5$$



CC-Impuls: Datenauswertung

Die Berechnung des Lenkwinkels:

- Distanz = r_i
- Winkel = ϕ_i
- Res. Lenkwinkel = α

$$\alpha = \text{atan2} \left(\sum_{i=0}^{18} \cos(\phi_i) \cdot f(r_i) \cdot f(\phi_i), \sum_{i=0}^{18} \sin(\phi_i) \cdot f(r_i) \cdot f(\phi_i) \right)$$

CC-Impuls: Datenauswertung

Die Berechnung der Geschwindigkeit:

[m/s]

$$v(d) = (0.0175 \cdot x)^2$$

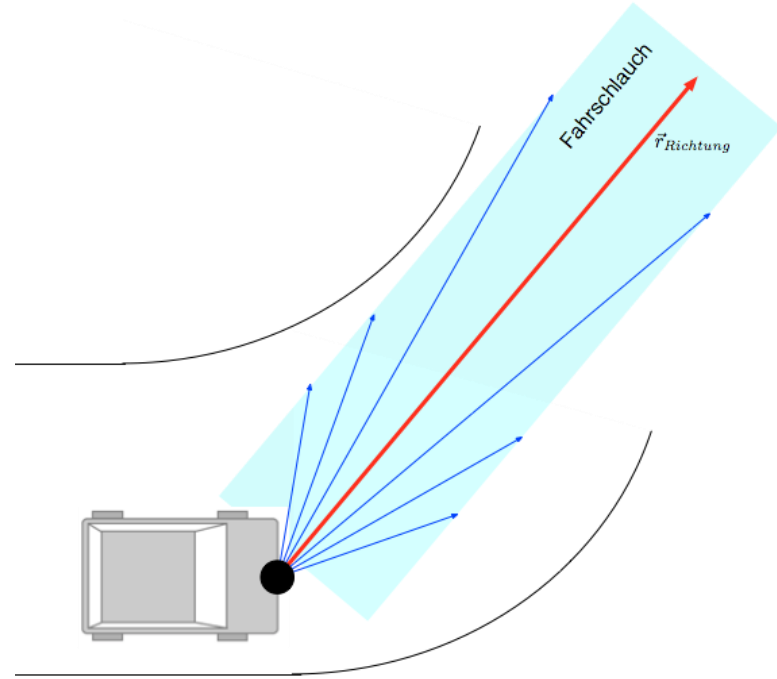
10

0

100

200

200 [cm]



CC-Impuls: Resultate

- 9.17 Sekunden für 1 Runde (ca 32m) = $3.5\text{m/s} = 7 \text{ Fz-Längen/sec}$
(Bei PKW von 4.5m Länge wären das 113.4 km/h ;-)).
- Limitierung der Geschwindigkeit ist der Blindweg von 40cm
- 1. Platz 😊

CC-Impuls: Danksagungen

- FHNW
- Autexis Control AG (Sponsor)
- Herrn Jürg P. Keller (Coaching)
- Herrn Silvano Germann (Coaching)
- National Instruments

Zusammenfassung

- Hochmotivierende Aufgabenstellung
- Problemlösungsmethodik erfolgreich geübt
- 'Hands on'-Erfahrung für komplexe LabVIEW-Aufgaben
- Interesse für theoretische Grundlagen geweckt
- Viele praktische Erfahrungen mechatronischer Projekte gesammelt