

1	$\Sigma$

Prof. Daniel Göhring  
**Robotik, WiSe 18/19**

Übung 06

Dominik Dreiner, Mai-Phú Pham, Yichi Chen

**Bemerkung:** Wir haben das Modelcar nach vorne statt nach hinten fahren lassen. Und die Wände befinden sich ursprünglich vorne und links vor dem Modelcar.

## 1 Calibration of Steering Angles (10 Punkte)

A) Calculate the distance of the car w.r.t. the wall.

Hierbei handelt es sich eigentlich um den Knackpunkt des 7. Zettels. Wir sind darauf mit zwei unterschiedlichen Vorgehensweise eingegangen.

- **1. Vorgehensweise:** Filter scan points related to a wall and find the minimum distance to the wall, which shall be your approximated distance of the car to the wall.

Somit haben wir zunächst die Bilder aus den Rohdaten wie folgende in Abb. von 1 bis 7.

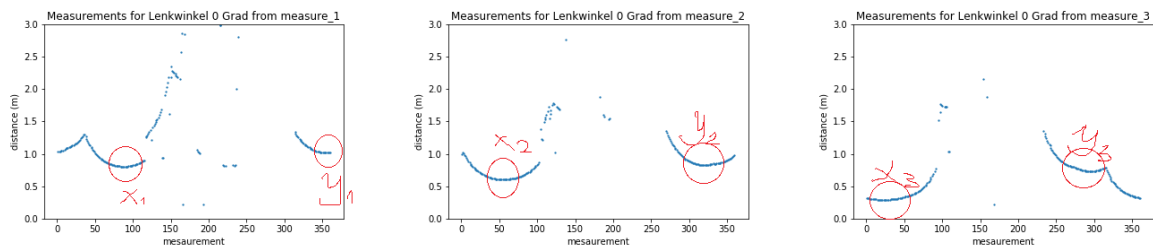


Abbildung 1: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 0 Grad

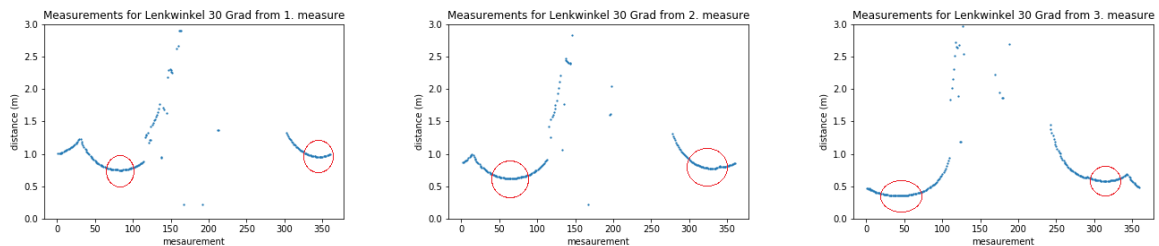


Abbildung 2: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 30 Grad

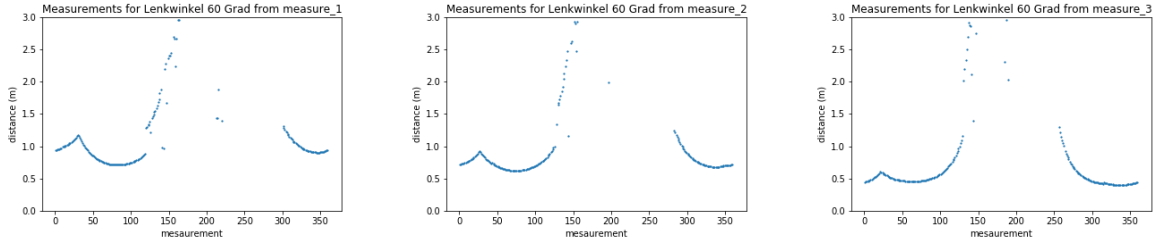


Abbildung 3: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 60 Grad

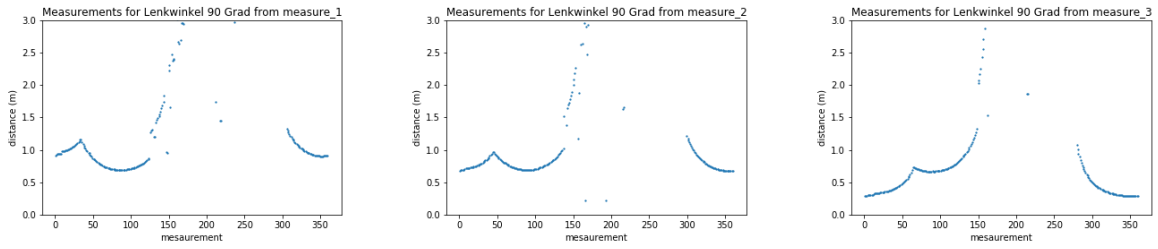


Abbildung 4: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 90 Grad

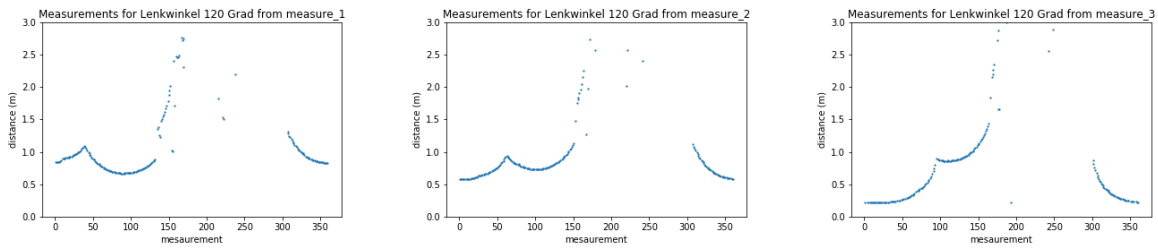


Abbildung 5: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 120 Grad

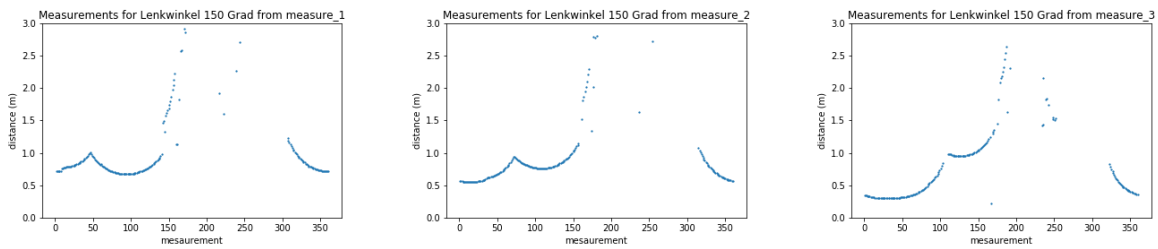


Abbildung 6: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 150 Grad

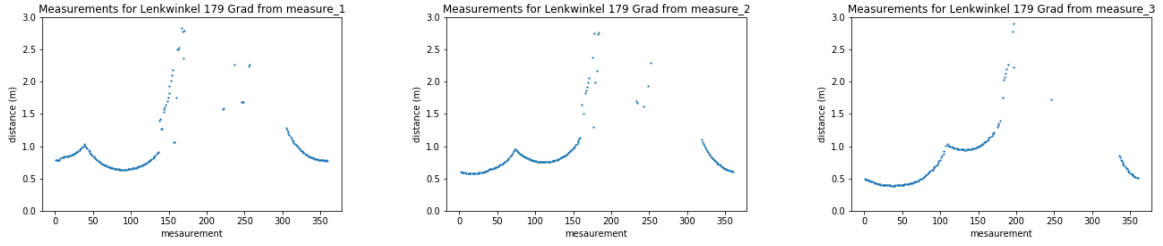


Abbildung 7: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 179 Grad

Mithilfe unseres Programms (s. Codequellen) bearbeiten wir anschließend folgendermaßen die Rohdaten.

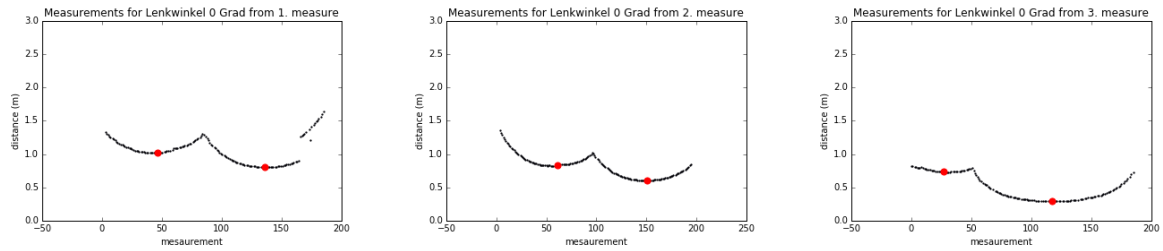


Abbildung 8: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 0 Grad

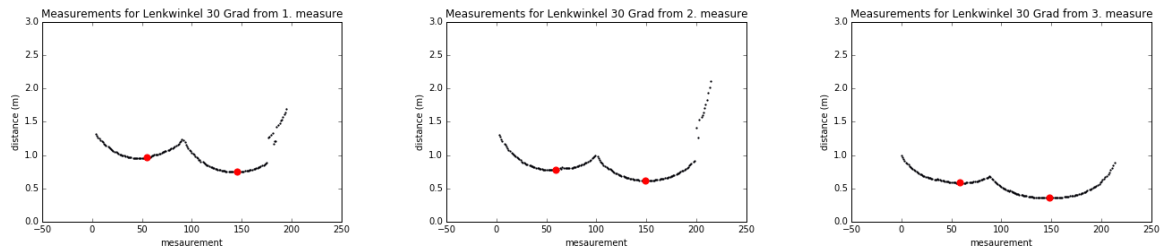


Abbildung 9: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 30 Grad

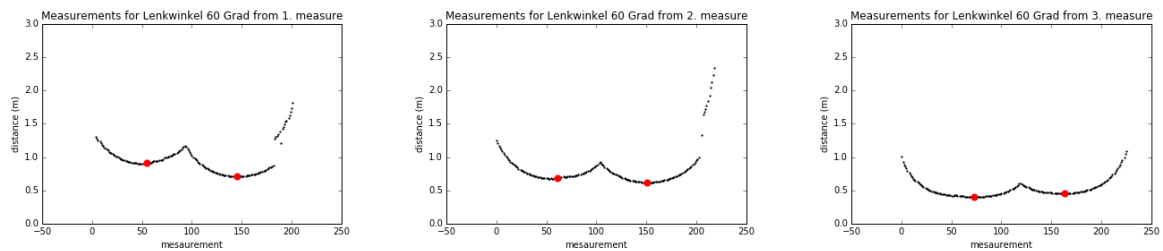


Abbildung 10: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 60 Grad

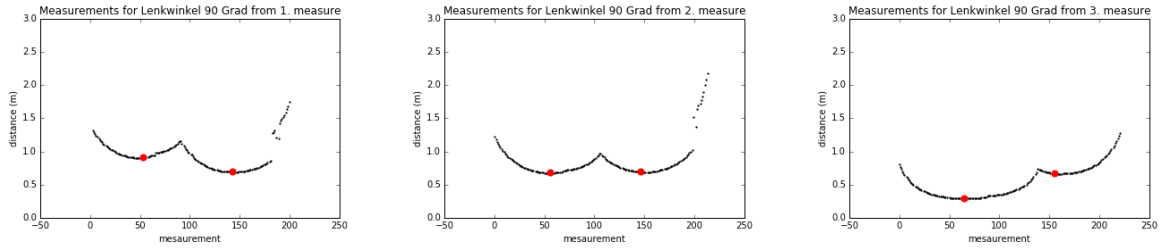


Abbildung 11: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 90 Grad

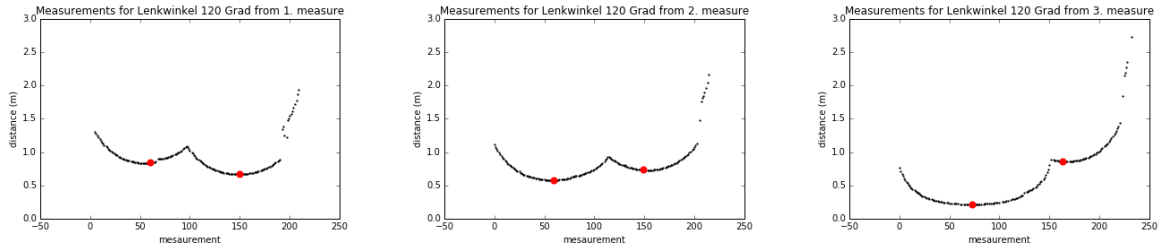


Abbildung 12: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 120 Grad

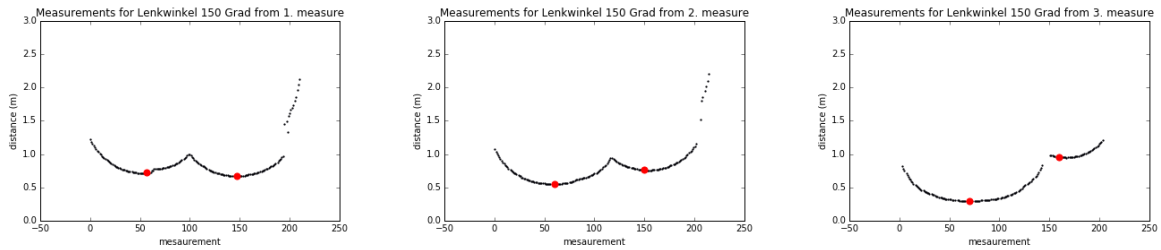


Abbildung 13: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 150 Grad

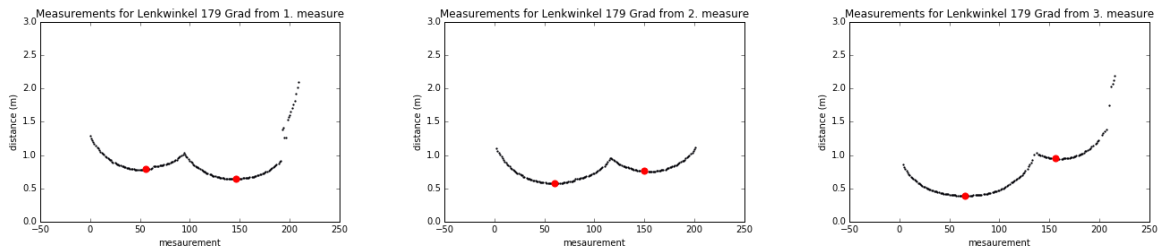


Abbildung 14: Die drei Messungen für Lenkuuwinkel = 179 Grad

Dann bekommen wir die Messungen der Entfernungen zu den Wänden wie in folgender Tabelle

Grad	$(x_1, y_1)$	$(x_2, y_2)$	$(x_3, y_3)$
0	(1.03, 0.81)	(0.84, 0.61)	(0.74, 0.29)
30	(0.97, 0.75)	(0.78, 0.62)	(0.59, 0.36)
60	(0.91, 0.72)	(0.69, 0.62)	(0.4, 0.46)
90	(0.91, 0.69)	(0.68, 0.7)	(0.29, 0.67)
120	(0.85, 0.67)	(0.58, 0.74)	(0.22, 0.86)
150	(0.73, 0.67)	(0.55, 0.77)	(0.3, 0.96)
179	(0.79, 0.64)	(0.58, 0.76)	(0.39, 0.95)

- **2. Vorgehensweise:** Or Fit two perpendicular lines through the scan points and find the distances of the lines to your vehicle.

Somit haben wir die Wände wie in folgenden Abb. von (15) bis (21) gezeigt.

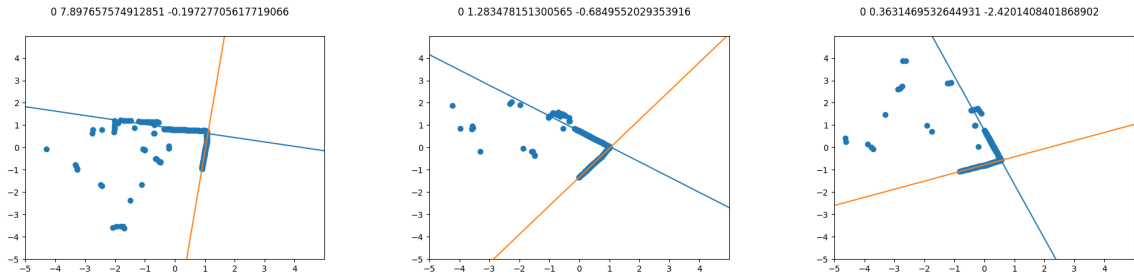


Abbildung 15: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 0 Grad

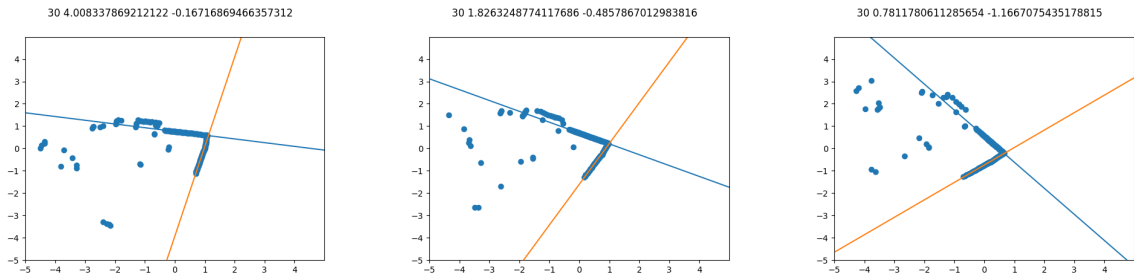


Abbildung 16: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 30 Grad

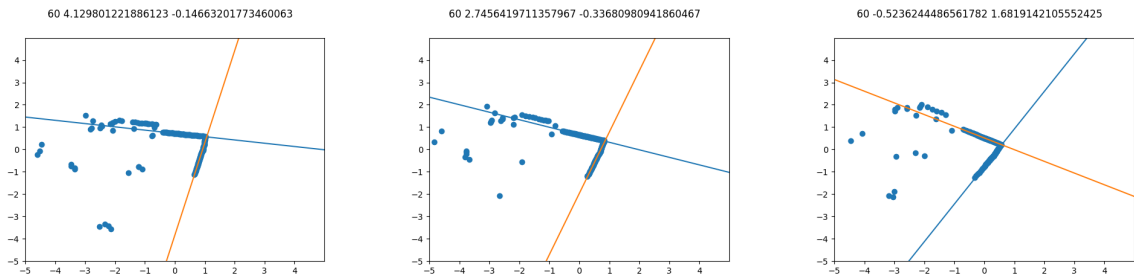


Abbildung 17: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 60 Grad

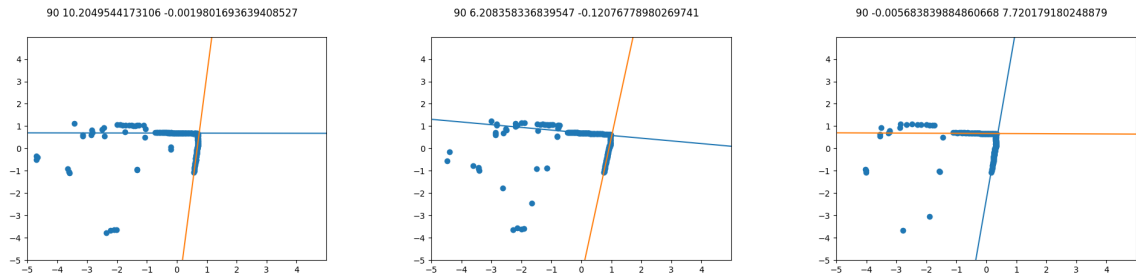


Abbildung 18: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 90 Grad

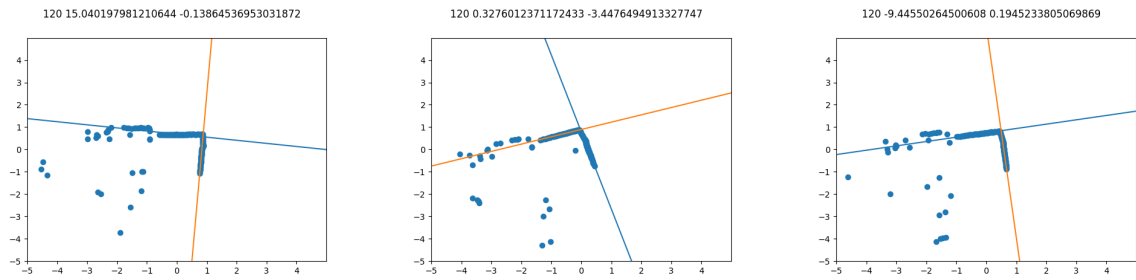


Abbildung 19: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 120 Grad

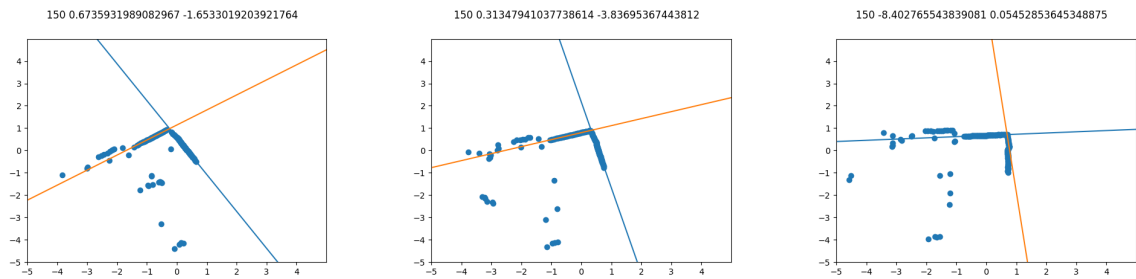


Abbildung 20: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 150 Grad

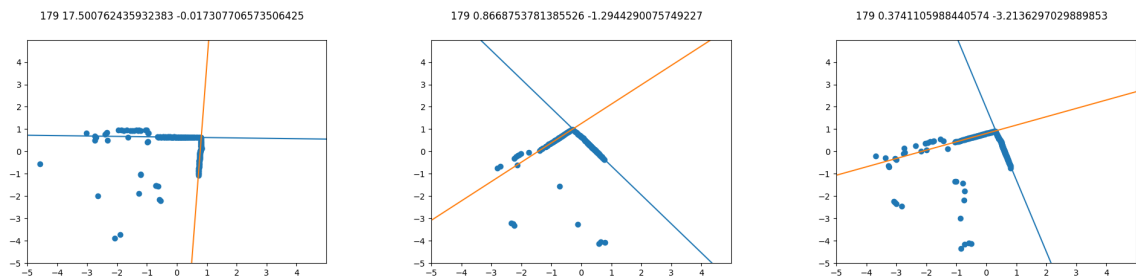


Abbildung 21: Die drei Messungen für Lenkwinkel = 179 Grad

Daraus können wir die Abstände zu den Wänden berechnen. Dennoch besteht die Schwierigkeit darin, dass die Abstände zu jeweiligen Wänden (also vorderer oder linker Wand) zuordnen. Mittels Kreuzprodukt kann man diese Schwierigkeit umgehen. Dennoch haben wir unsere

Idee noch nicht vollständig implementieren können. Daher verwenden wir in den folgenden Teilaufgaben einfach die Ergebnisse aus unserer 1. Vorgehensweise.

B) *Calculate the turning radius  $R$  of the laser scanner using three measurements.*

Zunächst haben wir die folgenden Gleichungen.

$$(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 = R^2 \quad (1)$$

$$(x_2 - x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2 = R^2 \quad (2)$$

$$(x_3 - x_0)^2 + (y_3 - y_0)^2 = R^2 \quad (3)$$

Daraus folgt:

$$2(x_2 - x_1)x_0 + 2(y_2 - y_1)y_0 = x_2^2 - x_1^2 + y_2^2 - y_1^2 \quad (4)$$

$$2(x_3 - x_1)x_0 + 2(y_3 - y_1)y_0 = x_3^2 - x_1^2 + y_3^2 - y_1^2 \quad (5)$$

Außerdem haben wir die Formel für die Berechnung des Radiuses:

$$R = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2} \quad (6)$$

Somit haben wir aus den Gleichungen (4) und (5) und den Daten von (A):

Grad	Radius(m)
0	0.67
30	0.88
60	1.89
90	5.93
120	3.05
150	1.44
179	0.88

Um es zu veranschaulichen, haben wir auch alle gefundene Punkte und die jeweiligen Radien in der Abb. (22) erfasst.

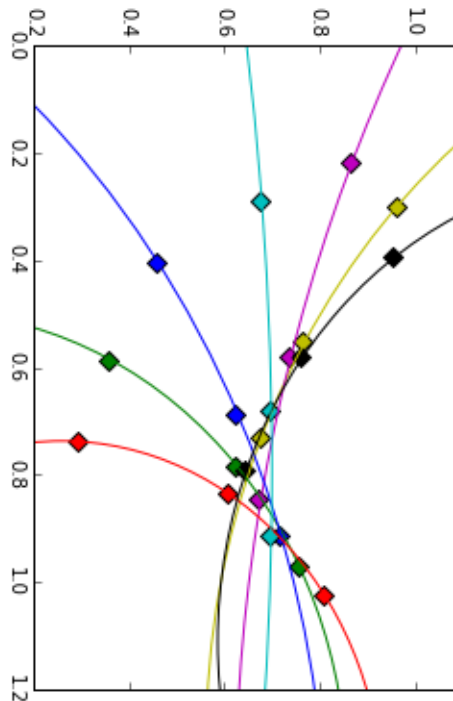


Abbildung 22: Alle gefundene Punkte und Kreise

C) Calculate the steering angle of the virtual front wheel.

steering value	steering angle (Grad)
0	-21.14
30	-16.47
60	-7.88
90	-2.52
120	4.90
150	10.30
179	16.58

D) Create a mapping function which gets angles of the front wheel in deg as an input and returns values from 0 to 179 .

Mittels linearer Interpolation zwischen je zwei Punkten haben wir die folgende Python-Funktion bekommen.

```
def angle_lookup(angle_dic,angle):
    if angle<angle_dic['0'] or angle>angle_dic['179']:
        print("error: angle out of range")
        return -1
    if angle==angle_dic['0']:
        return 0
    keys=[int(key) for key in angle_dic.keys()]
    keys.sort()
    angles=[angle_dic[str(key)]for key in keys]
    return np.interp(angle,angles,keys)
```

Unsere Testergebnisse für andere *input angles* zeigen sich wie folgende.

<i>inputangle(Grad)</i>	<i>outputangle(Grad)</i>
-20	7.33
-15	35.12
-10	52.60
-5	76.12
0	100.20
5	120.57
10	148.34

## Unsere Codequellen

- A) [https://git.imp.fu-berlin.de/phup/robotik-uebungen/blob/master/Aufgaben/aufgabe06/assignment\\_6\\_angle\\_calc\\_v3\\_dominik.py](https://git.imp.fu-berlin.de/phup/robotik-uebungen/blob/master/Aufgaben/aufgabe06/assignment_6_angle_calc_v3_dominik.py)  
und  
[https://git.imp.fu-berlin.de/phup/robotik-uebungen/blob/master/Aufgaben/aufgabe06/assignment\\_6\\_angle\\_calc\\_v3\\_phu.py](https://git.imp.fu-berlin.de/phup/robotik-uebungen/blob/master/Aufgaben/aufgabe06/assignment_6_angle_calc_v3_phu.py)
- B) [https://git.imp.fu-berlin.de/phup/robotik-uebungen/blob/master/Aufgaben/aufgabe06/assignment\\_6\\_angle\\_calc\\_v3\\_phu.py](https://git.imp.fu-berlin.de/phup/robotik-uebungen/blob/master/Aufgaben/aufgabe06/assignment_6_angle_calc_v3_phu.py)
- C) [https://git.imp.fu-berlin.de/phup/robotik-uebungen/blob/master/Aufgaben/aufgabe06/assignment\\_6\\_angle\\_calc\\_v3\\_phu.py](https://git.imp.fu-berlin.de/phup/robotik-uebungen/blob/master/Aufgaben/aufgabe06/assignment_6_angle_calc_v3_phu.py)
- D) [https://git.imp.fu-berlin.de/phup/robotik-uebungen/blob/master/Aufgaben/aufgabe06/assignment\\_6\\_angle\\_calc\\_v3\\_dominik\\_aufgabeD.py](https://git.imp.fu-berlin.de/phup/robotik-uebungen/blob/master/Aufgaben/aufgabe06/assignment_6_angle_calc_v3_dominik_aufgabeD.py)