



Beim nächsten Mal das auskommentierte beachten.

1 Robotik

1.1 Vorwärts-Fahren = Geradeaus-Fahren

1.1.1. Unsere Roboter haben zwei Räder, die man durch Motoren drehen kann (und zusätzlich eine Art Stützrad). Der Roboter versteht Befehle der Art «Drehe dein rechtes/linkes Rad um den Winkel α (in Grad)» mit einer gewissen Drehgeschwindigkeit = Winkelgeschwindigkeit = Rotationsgeschwindigkeit (in Grad pro Sekunde).

Ziel der folgenden Aufgabe ist herauszufinden, um wieviel Grad man die Räder drehen muss, damit der Roboter eine gewisse Strecke x (etwa 100 cm) fährt.

✂ **Aufgabe A1** Wir nehmen an, dass der Durchmesser der beiden Räder unseres Roboters 7 cm beträgt (was nicht dem wahren Wert entspricht). Ergänze die fehlenden Einträge in der folgenden Tabelle (auf zwei Nachkommastellen genau). Links ist jeweils der Drehwinkel der beiden Räder angegeben, rechts die dabei zurückgelegte Strecke (in Zentimeter). Die Variable d taucht in Lehrerversion der Tabelle auf, Schüler sollen aber erstmal nur Zahlen eintragen.

Drehwinkel der Räder	zurückgelegte Strecke in cm
360°	$\pi \cdot d \approx 21.99$
$\frac{360^\circ}{\pi \cdot d} \approx 16.37$	1
$100 \cdot \frac{360^\circ}{\pi \cdot d} \approx 1637.02$	100
$x \cdot \frac{360^\circ}{\pi \cdot d} \approx 16.37x$	x

✂ **Aufgabe A2** Und nun dasselbe abstrakt (Variable d statt 7 cm):

Der Durchmesser der beiden Räder unseres Roboters beträgt d (in Zentimeter). Ergänze die fehlenden Einträge in der folgenden Tabelle (bei jedem ✎-Symbol ist etwas einzutragen).

Im Programm verwenden wir statt d den Variablennamen `raddurchmesser`.

Drehwinkel der Räder	zurückgelegte Strecke in cm
360°	✎ $\pi \cdot d$ (im Programm speichert die Variable <code>radumfang</code> diesen Wert)
✎ $\frac{360^\circ}{\pi \cdot d}$ (Variable <code>rad_drehwinkel_pro_cm</code>)	1
✎ $100 \cdot \frac{360^\circ}{\pi \cdot d}$	100
✎ $x \cdot \frac{360^\circ}{\pi \cdot d}$ (Variable <code>alpha</code>)	x (Variable <code>x</code>)



1.2 Auf-der-Stelle-Drehen

1.2.1. Wenn man die beiden Räder des Roboters gleichzeitig mit derselben Drehgeschwindigkeit **in unterschiedliche Richtungen** drehen lässt, dreht sich der Roboter auf der Stelle (um die Mitte der Verbindungsachse seiner beiden Räder).

Beachte, dass es zwei Drehwinkel gibt:

- den Drehwinkel des Roboters (um die vertikale Achse durch den Radachsenmittelpunkt);
- den Drehwinkel der Räder.

Die folgende Aufgabe bereitet die *Definition* der Funktion `drehe(drehwinkel_roboter)` im Python-Programm vor. Der Parameter `drehwinkel_roboter` gibt den Drehwinkel des Roboters an. Beispielsweise soll der *Funktionsaufruf* `drehe(60)` dann dafür sorgen, dass sich der Roboter auf der Stelle um 60° dreht.

✂ **Aufgabe A3** Der Abstand der beiden Räder des Roboters sei mit `radabstand` bezeichnet (in Zentimeter gemessen, wie alle folgenden Längen).

- (a) Wenn sich der Roboter auf der Stelle um 360° dreht, welche Distanz legt jedes seiner beiden Räder zurück?
Die Lösung hängt von der Variablen `radabstand` ab.

$$\text{2} \pi \cdot \frac{\text{radabstand}}{2} = \pi \cdot \text{radabstand}$$

- (b) Wenn sich der Roboter auf der Stelle um 1° dreht, welche Strecke `strecke_bei_roboterdrehung_um_ein_grad` legt jedes seiner beiden Räder zurück?
Gib `strecke_bei_roboterdrehung_um_ein_grad` in Abhängigkeit von der Variablen `radabstand` an. Verwende dazu die vorherige Teilaufgabe.

$$\text{strecke_bei_roboterdrehung_um_ein_grad} = \frac{\pi \cdot \text{radabstand}}{360}$$

- (c) Wenn sich der Roboter auf der Stelle um den Winkel `drehwinkel_roboter` (in Grad) dreht, welche Distanz `strecke` legt jedes seiner beiden Räder zurück?
Gib `strecke` in Abhängigkeit von `strecke_bei_roboterdrehung_um_ein_grad` und `drehwinkel_roboter` an.

$$\text{strecke} = \text{drehwinkel_roboter} \cdot \text{strecke_bei_roboterdrehung_um_ein_grad}$$

Die Variable `rad_drehwinkel_pro_cm` gibt den Winkel an, um den man das Roboterrad drehen muss, damit dieses eine Strecke von 1 cm zurücklegt (sie kam im Programm zum Vorwärtsfahren/Geradeausfahren vor).

- (d) Wenn sich der Roboter um den Winkel `drehwinkel_roboter` dreht, um welchen Winkel `dreh_winkel_rad` dreht sich jedes seiner beiden Räder?
Gib `dreh_winkel_rad` in Abhängigkeit von `rad_drehwinkel_pro_cm` und `strecke` an.

$$\text{dreh_winkel_rad} = \text{strecke} \cdot \text{rad_drehwinkel_pro_cm}$$



1.3 Auf-einem-Kreisbogen-Fahren

1.3.1. Der Roboter soll nun auf einem Kreisbogen fahren. Dabei sind vorgegeben:

- der Radius `kreisradius` des Kreises (in Zentimetern);
- der Öffnungswinkel `winkel_kreiszentrum` des Kreisbogens (in Grad).
-

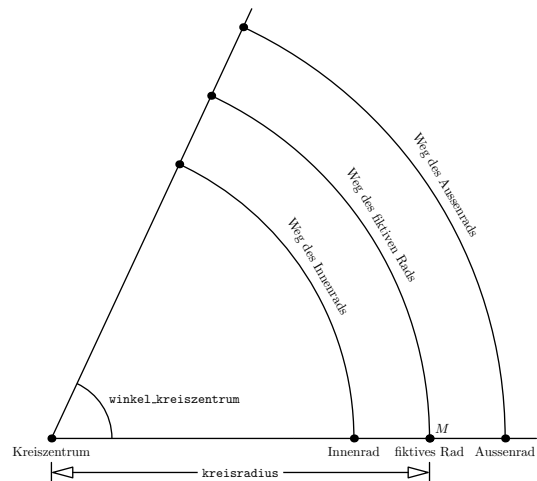
Genauer soll sich die Mitte zwischen den beiden Rädern auf diesem Kreisbogen bewegen. Die beiden Räder (Innen- und Aussenrad) müssen sich währenddessen unterschiedlich schnell drehen.

Die folgende Aufgabe bereitet die *Definition* der Funktion `biege_ab(kreisradius, winkel_kreiszentrum, drehsinn)` im Python-Programm vor. Die Parameter `kreisradius` und `winkel_kreiszentrum` wurden oben erklärt. Der Parameter `drehsinn` gibt an, ob der Roboter nach links oder nach rechts abbiegen soll (also den Kreisbogen im mathematisch positiven oder negativen Drehsinn abfahren soll).

✂ Aufgabe A4

Sei M die Mitte der Verbindungsachse der beiden Räder unseres Roboters. Wir stellen uns vor, dass bei M ein fiktives Rad auf der Achse befestigt ist (mit demselben Umfang wie die beiden anderen Räder).

Zuerst berechnen wir einige Werte für dieses fiktive Rad.



- (a) Wenn der Roboter den gesamten Kreis mit Radius `kreisradius` abfährt (Öffnungswinkel 360°), welche Strecke legt das fiktive Rad zurück?

☞ $2\pi \cdot \text{kreisradius}$

- (b) Wenn der Roboter den Kreisbogen mit Öffnungswinkel 1° und Radius `kreisradius` abfährt, welche Strecke legt das fiktive Rad zurück?

☞ $\frac{2\pi \cdot \text{kreisradius}}{360}$

- (c) Wenn der Roboter den Kreisbogen mit Öffnungswinkel `winkel_kreiszentrum` und Radius `kreisradius` abfährt, welche Strecke `robotermittle_strecke` legt das fiktive Rad zurück?

Gib `robotermittle_strecke` in Abhängigkeit `winkel_kreiszentrum` und `kreisradius` an. Verwende dazu die vorherige Teilaufgabe.

`robotermittle_strecke` = ☞ $\text{winkel_kreiszentrum} \cdot \frac{2\pi \cdot \text{kreisradius}}{360}$

- (d) Um welchen Drehwinkel `robotermittle_rad_drehwinkel` dreht sich das fiktive Rad dabei?

Verwende dazu neben der Variablen `robotermittle_strecke` die in den vorigen Aufgaben/Programmen definierte Variable `rad_drehwinkel_pro_cm`.

`robotermittle_rad_drehwinkel` = ☞ $\text{robotermittle_strecke} \cdot \text{rad_drehwinkel_pro_cm}$



- (e) Wenn wir annehmen, dass sich das fiktive Rad mit einer Geschwindigkeit von 120° pro Sekunde dreht, welche Zeit(dauer) `zeit` braucht es für den Kreisbogen?

$$\text{zeit} = \frac{\text{robotermittle_rad_drehwinkel}}{120}$$

Berechnung des Aussenrads:

- Welche Strecke `aussenrad_strecke` legt das Aussenrad beim Abfahren des Kreisbogens zurück?

Angabe in Abhängigkeit von `winkel_kreiszentrum` und `kreisradius` an. Der Ausdruck ist fast derselbe wie beim fiktiven Rad.

$$\text{aussenrad_strecke} = \text{winkel_kreiszentrum} \cdot \frac{2\pi \cdot (\text{kreisradius} + \frac{\text{radabstand}}{2})}{360}$$

- Um welchen Drehwinkel `aussenrad_drehwinkel` dreht es sich dabei?

$$\text{aussenrad_drehwinkel} = \text{aussenrad_strecke} \cdot \text{rad_drehwinkel_pro_cm}$$

- Mit welcher Geschwindigkeit (in Grad pro Sekunde) muss das Aussenrad dafür rotieren, wenn es sich genauso lange bewegen soll wie das fiktive Rad?

$$\text{aussenrad_geschwindigkeit} = \frac{\text{aussenrad_drehwinkel}}{\text{zeit}}$$

Die Berechnung des Innenrads geht analog.