

# Base Controller – Manuel

Inhaltsverzeichnis:	Seite
1. <u>Allgemeines</u>	<u>1</u>
2. <u>Pin-Belegung</u>	<u>2</u>
3. <u>Steuerung der Basis</u>	<u>2</u>
1. <u>über CAN</u>	<u>2</u>
2. <u>mit dem Remote-Controller</u>	<u>3</u>
4. <u>Feedback über CAN</u>	<u>4</u>
5. <u>PC Button/Heartbeat</u>	<u>4</u>
6. <u>Odometrie zurücksetzen/kalibrieren</u>	<u>5</u>
7. <u>Waage kalibrieren</u>	<u>6</u>
8. <u>Emergency-Stop</u>	<u>6</u>
9. <u>Registerwerte auslesen/ändern</u>	<u>6</u>
10. <u>Register</u>	<u>7</u>

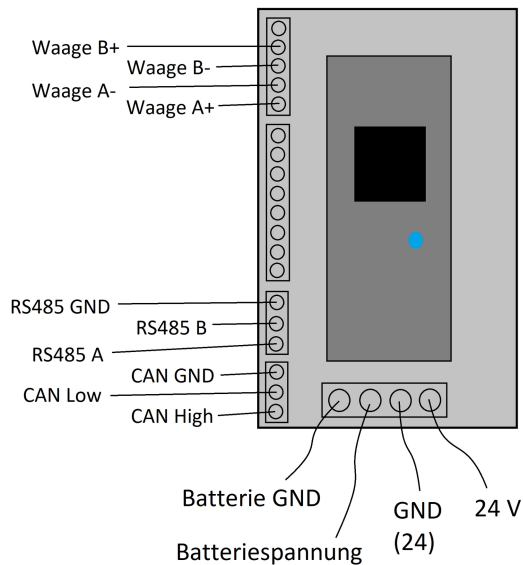
## 1. Allgemeines

Der Basis-Controller (weiterhin BC genannt) besteht aus einem ESP32 und einigen zusätzlichen Modulen für die Kommunikation und das Messen verschiedener Werte. Die Hauptaufgabe des BC ist die Steuerung der mobilen Basis. Geschwindigkeitsbefehle können entweder über die CAN Leitung oder über die Bluetooth-Verbindung zum Remote Controller an den BC gesendet werden. Dieser berechnet anhand dessen die benötigte Drehgeschwindigkeit für das jeweilige Rad und sendet diese mitsamt der gewünschten Beschleunigung über Modbus an die beiden Motorcontroller.

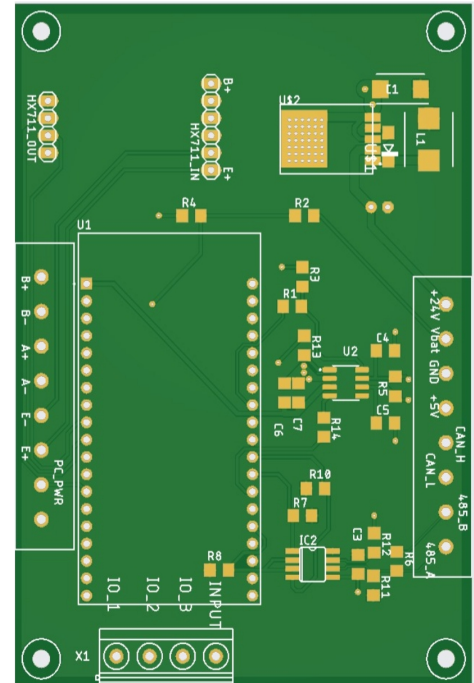
Anhand der Encoderdaten der Motoren berechnet der BC die Odometrie, das bedeutet die Lage im Raum relativ zu der Position, wo die Odometrie das letzte mal zurückgesetzt wurde. Diese Werte werden dann zusammen mit weiteren Daten (Batteriespannung des Roboters und Gewicht auf der Auflagefläche) über CAN an den PC des Roboters gesendet.

Zusätzlich kann der BC auch den PC ein- bzw. ausschalten, basierend auf der Bedienung des Knopfes an der Roboter-Vorderseite.

## 2. Pin-Belegung



Belegung auf selbst gemachter PCB



Belegung auf neuer PCB

## 3. Steuerung der Basis

### 3.1 Steuerung über CAN

Um die Basis verfahren zu können, müssen zwei Nachrichten über CAN gesendet werden: die Freigabe-Nachricht und die Geschwindigkeits-Nachricht. Die Freigabe-Nachricht muss dabei periodisch gesendet werden, solange der Roboter verfahren werden soll.

Die CAN-Nachrichten sind wie folgt aufgebaut:

(CAN-Nachricht Notation: *Index#* | *Byte1* | *Byte2* | ... | *Byte8* |)

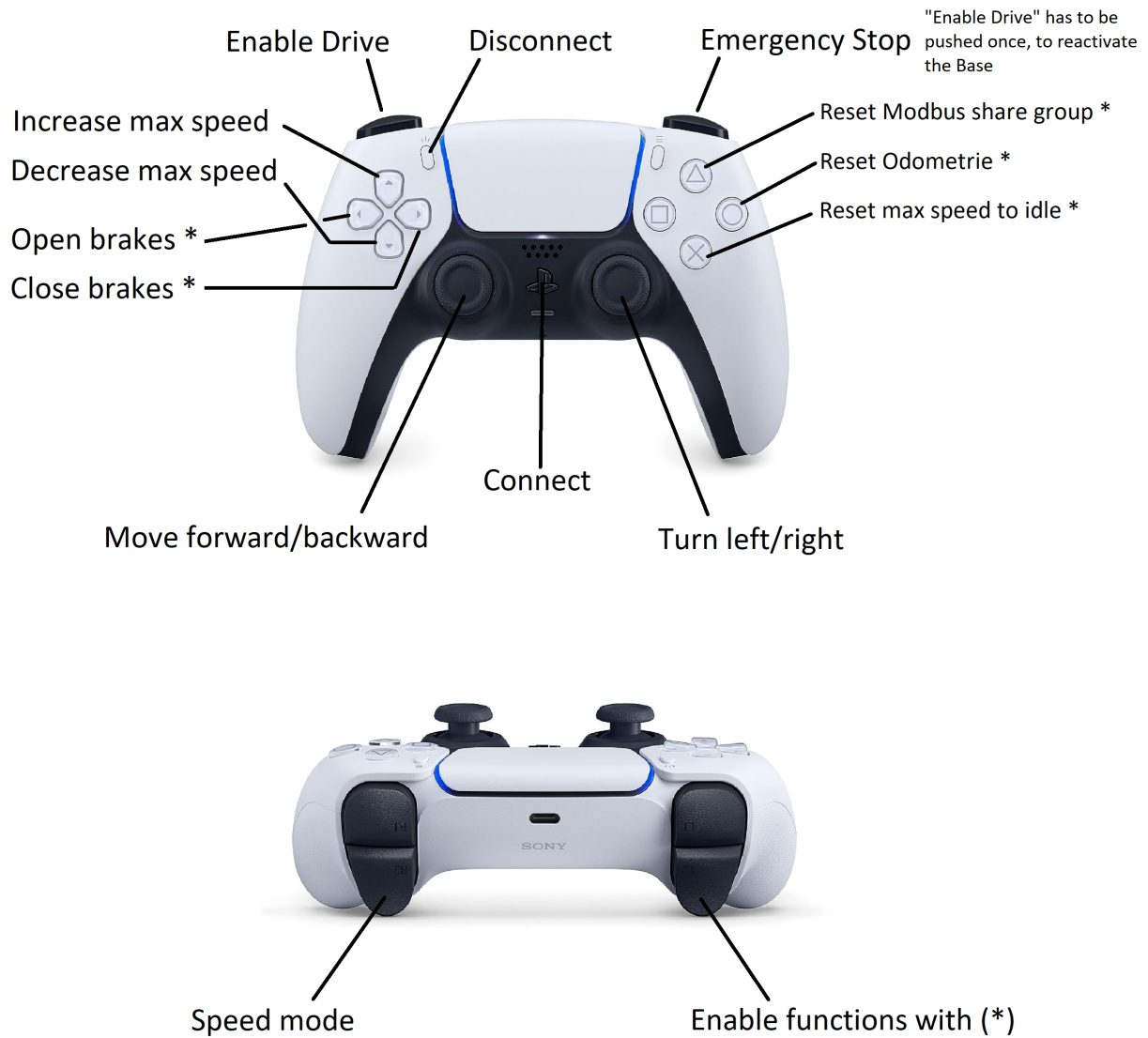
Freigabe: 2E4# | 40 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 | 00 |

Geschw.: 0C8# | *Lin.geschw. (LSB)* | *Lin.geschw. (MSB)* | *Drehgeschw. (LSB)* | *Drehgeschw. (MSB)* | 03 |

**Lineare Geschwindigkeit:** positive Werte bedeuten vorwärts fahren, negative bedeuten rückwärts fahren.

**Drehgeschwindigkeit:** positive Werte bedeuten eine Drehung im Uhrzeigersinn, negative Werte bedeuten eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn.

### 3.2 Steuerung über den Remote Controller



Funktionen die mit einem Sternchen markiert sind, können nur benutzt werden, wenn gleichzeitig L2 gedrückt wird.

## **4. Feedback über CAN**

Der BC sendet folgende Werte über CAN an den PC des Roboters:

- Position im Raum (x,y) relativ zur Startposition in mm
- Ausrichtung im Raum relativ zur Startposition in mRad
- Spannung der Batterie im Roboter in % und mV
- Gewicht auf der Auflagefläche in g

Die entsprechenden CAN-Nachrichten sind folgendermaßen aufgebaut:

	Index	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6	Byte 7	Byte 8
X, Y	0xEC	X (LSB)	X	X	X (MSB)	Y (LSB)	Y	Y	Y (MSB)
Ausricht.	0xED	Orientation (LSB)	Orientation	Orientation	Orientation (MSB)	-	-	-	-
Batterie	0xEB	%	Spannung (LSB)	Spannung (MSB)	-	-	-	-	-
Gewicht	0xEA	Gewicht (LSB)	Gewicht (MSB)	-	-	-	-	-	-

Das Feedback wird nicht gesendet wenn der Emergency-Modus aktiviert ist. Andernfalls werden die Odometriedaten alle 50 ms, die Spannungs-Nachricht alle 5 s und die Gewichts-Nachricht alle 1 s gesendet. Die Rate der Spannungs- und der Gewichts-Nachricht ist im Register gespeichert und kann geändert werden (siehe Kapitel 9).

## **5. PC Button/Heartbeat**

Der Button auf der Vorderseite des Roboters besitzt drei Funktionen: Bestätigung nach dem Emergency, PC einschalten, PC ausschalten.

Wenn der Emergency-Button gedrückt und wieder herausgezogen wurde, muss der Button einmal kurz gedrückt werden. Damit gibt die Safety-SPS die Spannung für die Motoren wieder frei und der BC geht aus dem Emergency-Modus heraus.

Wenn der PC ausgeschaltet ist und der Button 3 s gedrückt wird, schaltet der BC den PC ein.

Wenn der PC eingeschaltet ist und der Button 8 s gedrückt wird, schaltet der BC den PC aus.

Da der PC auch auf andere Weise ausgeschaltet werden kann, muss vom PC ein Heartbeat an den BC gesendet werden, damit dieser weiß, ob der PC noch eingeschaltet ist. Dafür muss die folgende CAN-Nachricht mit mindestens 0.5 Hz gesendet werden: 006#| 01 |

## **6. Odometrie zurücksetzen/kalibrieren**

Um einen neuen Startpunkt für die Odometrie zu setzen (alle Odometriewerte auf Null setzen) muss folgende CAN-Nachricht gesendet werden: 005#| 01 |

Um die Genauigkeit der Odometrie zu verbessern werden bei der Berechnung drei Korrekturfaktoren eingesetzt:

- $f_{lin}$  wird mit der berechneten linearen Änderung der Position multipliziert
- $f_{cw}$  wird mit der Änderung der Orientierung im Uhrzeigersinn multipliziert
- $f_{ccw}$  wird mit der Änderung der Orientierung gegen den Uhrzeigersinn multipliziert

Diese Werte müssen für jeden Roboter berechnet werden. Dafür gibt es die Kalibrierung der Odometrie. In Schritt 1 wird der Roboter nur linear verfahren und  $f_{lin}$  aus der Abweichung zwischen Berechnung und tatsächlicher Position berechnet. Im zweiten Schritt wird der Roboter nur im Uhrzeigersinn verdreht und  $f_{cw}$  aus der Abweichung zwischen berechneter und tatsächlicher Orientierung berechnet. In Schritt 3 wird der Roboter nur gegen den Uhrzeigersinn verdreht und  $f_{ccw}$  aus der Abweichung zwischen berechneter und tatsächlicher Orientierung berechnet.

### **Schritt für Schritt Anweisung:**

Die gefahrenen Entfernungen und Winkel sollte nicht zu klein gewählt werden (nur 1m, nur 90°) um den Einfluss von Messfehlern zu minimieren.

1. Schritt 1:
  1. Fahre den Roboter an die Startposition
  2. schicke die CAN-Nachricht: 008#| 01 |
  3. verfare den Roboter um eine bekannte Entfernung nach vorne
  4. schicke die folgende CAN-Nachricht mit der gefahrenen Entfernung in mm:  
008#| 0C | *Entfernung (MSB)* | *Entfernung (LSB)* |
2. Schritt 2:
  1. Fahre den Roboter an eine Position, wo er sich komplett um sich drehen kann
  2. schicke die CAN-Nachricht: 008#| 02 |
  3. drehe den Roboter um einen bekannten Winkel im Uhrzeigersinn
  4. schicke die folgende CAN-Nachricht mit dem gedrehten Winkel in mRad:  
008#| 16 | *Winkel (MSB)* | *Winkel (LSB)* |
3. Schritt 3:
  1. Fahre den Roboter an eine Position, wo er sich komplett um sich drehen kann
  2. schicke die CAN-Nachricht: 008#| 03 |
  3. drehe den Roboter um einen bekannten Winkel gegen den Uhrzeigersinn
  4. schicke die folgende CAN-Nachricht mit dem gedrehten Winkel in mRad:  
008#| 20 | *Winkel (MSB)* | *Winkel (LSB)* |
4. schicke abschließend folgende CAN-Nachricht um die berechneten Werte im Register zu speichern: 008#| 04 |

## **7. Waage kalibrieren**

Um die Waage kalibrieren zu können muss ein Objekt mit bekanntem Gewicht vorhanden sein.  
Schritt für Schritt Anweisung:

1. sende die CAN-Nachricht: 007#| 01 |
2. entferne alle Gegenstände von der Waage
3. sende die CAN-Nachricht: 007#| 02 |
4. lege das bekannte Gewicht mittig auf die Waage
5. sende die folgende Nachricht mit dem bekannten Gewicht in mm:  
007#| 03 | *Gewicht (MSB)* | *Gewicht (LSB)* |

Die Waage ist nun kalibriert.

## **8. Emergency-Stop**

Wenn der Not-Aus-Knopf gedrückt wird, verlieren die Motoren nach etwa 300 ms den Strom. Der Knopfdruck wird auch vom BC registriert. Dieser bremst dann die Basis in etwa 200 ms bis zum Stillstand und geht anschließend in den Emergency-Modus. In diesem Modus wertet der BC keine Fahrbefehle vom PC oder Remote Controller aus. Es können jedoch weiterhin andere Optionen über CAN oder Bluetooth bedient werden (z.B. Änderung eines Registerwertes über CAN oder zurücksetzen der Odometrie über den Remote Controller). Wenn der Not-Aus-Knopf wieder gelöst und der Bestätigungs-Button gedrückt wurde, wechselt der BC wieder in den normalen Modus. Sobald die Motorcontroller wieder erreichbar sind, setzt der BC zunächst die Share Group auf. Anschließend kann die Basis wieder verfahren werden.

## **9. Register Werte auslesen/ändern**

Alle veränderbaren Variablen sind in dem Register gespeichert, welches auch im Dauerspeicher des ESP abgelegt ist. Diese können über spezielle CAN-Nachrichten ausgelesen oder geändert werden.

Um einen Registerwert auszulesen, muss folgende CAN-Nachricht gesendet werden:

004#| 01 | *Registeradresse* |

Der BC sendet die Antwort in Form der folgenden CAN-Nachricht:

004#| 00 | *Registerwert (MSB)* | *Registerwert (LSB)* |

Um einen Registerwert zu ändern, muss folgende CAN-Nachricht gesendet werden:

003#| *Registeradresse* | *neuer Wert (MSB)* | *neuer Wert (LSB)* |

## **10. Register**

Adresse	Name	Einheit	Default	Beschreibung
0	rad_r	mm	142	Radius des rechten Rades
1	rad_l	mm	142	Radius des linken Rades
2	wheel_dist	mm	250	Abstand zwischen den Rädern
3	CAN_accel	(1/min)/s	700	Beschleunigung wenn über CAN gesteuert
4	Contr_acc_norm	(1/min)/s	350	Beschleunigung wenn über remote Controller gesteuert
5	Contr_acc_high	(1/min)/s	500	Beschleunigung wenn der Roboter im remote Controller mode schnell ausbremsen muss (z.B. weil Freigabe-Knopf losgelassen wurde)
6	max_motor_vel	1/min	900	Schneller dürfen sich die Motoren nicht drehen
7	PS_abs_max_vel	mm/s	1200	Maximale mit dem remote Controller erreichbare Geschwindigkeit
8	PS_rel_max_vel	mm/s	250	Nach Start des ESP eingestellte max. Geschwindigkeit für den remote Controller (wenn Joystick ganz nach vorne gedrückt)
9	sec_lin_vel	mm/s	200	Max. lineare Geschwindigkeit wenn jemand in der Sicherheitszone ist
10	sec_turn_vel	mrad/s	100	Max. Drehgeschwindigkeit wenn jemand in der Sicherheitszone ist
11	disable_time	ms	300	Zeit zwischen loslassen des Freigabe-Knopfs und Schließen der Bremsen
12	volt_time	ms	5000	Alle x ms wird die Batteriespannung überprüft und an den PC gesendet
13	weight_time	ms	1000	Alle x ms wird das Gewicht auf der Auflagefläche geprüft und an den PC gesendet
14	PS_afk_time	ms	30000	Wenn x ms lang keine Taste auf dem remote Controller gedrückt wurde, wird dieser abgeschaltet
15	loop_end_delay	ms	50	Wenn ein loop-Durchlauf weniger als diese Anzahl an ms gedauert hat, wird noch gewartet, bis dieser Wert erreicht wird
16	f_cw	1	9938	Korrekturfaktor für Drehung im Uhrzeigersinn (wird bei Verwendung noch durch 10000 geteilt)
17	f_ccw	1	9894	Korrekturfaktor für Drehung gegen den Uhrzeigersinn (wird bei Verwendung noch durch 10000 geteilt)
18	f_lin	1	10071	Korrekturfaktor für lineare Bewegung (wird bei Verwendung noch durch 10000 geteilt)

19	weight_offset	1	20490	Der Wert, den die Waage misst, wenn nichts auf ihr steht
20	scale_value	1	1900	Wert mit dem die Waage initiiert wird → sorgt für korrekte Skalierung der Werte (wird vor Verwendung noch durch 100 geteilt)
21	heartbeat_time	ms	5000	Wenn x ms lang kein heartbeat vom PC mehr registriert wurde, wird angenommen, dass dieser ausgeschaltet ist
22	start_PC	ms	3000	Wenn der Button x ms gepresst wurde und der PC aus ist, wird dieser eingeschaltet
23	shutdown_PC	ms	8000	Wenn der Button x ms gepresst wurde und der PC eingeschaltet ist, wird dieser ausgeschaltet
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				