

Betriebsanleitung

EVOCORTEX F&E-PLATTFORM

Alle Rechte vorbehalten. Diese Anleitung darf weder im Ganzen noch in Teilen ohne die ausdrückliche schriftliche Zustimmung von Evocortex GmbH auf irgendeine Weise vervielfältigt werden. Evocortex GmbH übernimmt keinerlei ausdrückliche oder stillschweigende Garantien in Bezug auf dieses Dokument oder seine Inhalte. Der Inhalt dieses Dokuments unterliegt zudem unangekündigten Veränderungen. Obwohl diese Anleitung unter Beachtung größter Sorgfalt erstellt wurde, können Fehler und Auslassungen nicht ausgeschlossen werden. Aus diesem Grund übernimmt Evocortex GmbH keinerlei Haftung für Schäden, die sich aus der Verwendung der hier enthaltenen Informationen ergeben.

Copyright © 2019, Evocortex GmbH

Kontakt:

Evocortex GmbH
Emilienstraße 10
D-90489 Nürnberg
www.evocortex.com
info@evocortex.com

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------|---|----|
| 1 | Einleitung..... | 3 |
| 1.1 | Für wen ist dieses Dokument | 3 |
| 1.2 | Dokumentenversion | 3 |
| 1.3 | Symbolerklärung..... | 3 |
| 2 | Sicherheit..... | 4 |
| 2.1 | Bestimmungsgemäße Verwendung | 4 |
| 2.2 | Verwendungsgrenzen..... | 5 |
| 2.3 | Vorhersehbare Fehlanwendung | 6 |
| 2.4 | Restrisiken | 7 |
| 2.5 | Schutzausrüstung | 8 |
| 2.6 | Erforderliche Qualifikation | 8 |
| 2.7 | Warnaufkleber..... | 8 |
| 2.8 | Mechanische Schutzfunktionen | 9 |
| 2.9 | Elektrische Sicherungen | 10 |
| 2.10 | Lithium Akku und Ladegerät..... | 11 |
| 3 | Beschreibung der Einzelkomponenten..... | 12 |
| 3.1 | Ausschalter | 12 |
| 3.2 | Akku | 12 |
| 3.3 | Akkuladegerät..... | 12 |
| 3.4 | Frontpanel | 13 |
| 3.5 | Solid-State-Relais | 14 |
| 3.6 | USB-Hub..... | 14 |
| 3.7 | USB-CAN-Modul | 14 |
| 3.8 | Ethernet Switch | 15 |
| 3.9 | WLAN Router | 15 |
| 3.10 | Jetson-TX2 + Orbitty | 15 |
| 3.11 | 5V-DCDC-Wandler | 15 |
| 3.12 | DCDC-Board | 15 |
| 3.13 | Motorschutzschaltung..... | 15 |
| 3.14 | DC-Motor-Controller | 15 |
| 3.15 | Antriebsmotoren | 16 |
| 3.16 | Hubmotoren (opt) | 16 |
| 3.17 | TOF-Sensoren (opt)..... | 16 |
| 3.18 | ELM (opt) | 16 |
| 3.19 | Laserscanner (opt)..... | 16 |

| | | |
|-----|------------------------------|----|
| 4 | Handhabung | 17 |
| 4.1 | Inbetriebnahme | 17 |
| 4.2 | Betriebszustände | 17 |
| 4.3 | Energieversorgung | 19 |
| 4.4 | Software | 20 |
| 4.5 | Montageanleitung | 21 |
| 4.6 | Transport und Lagerung | 22 |
| 5 | Instandhaltung | 23 |
| 6 | Entsorgung | 24 |
| 7 | Anhang | 25 |

1 Einleitung

1.1 Für wen ist dieses Dokument

Das Dokument ist für all diejenigen Personen bestimmt, die mit dem erworbenen Gerät, der F&E-Plattform von evocortex, arbeiten. Neben Sicherheitshinweisen beschreibt das Dokument das Gerät selbst und dessen Handhabung. Das Dokument entspricht **nicht** den Anforderungen für Betriebsanleitungen aus der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

1.2 Dokumentenversion

Die Version dieses Dokumentes ist am Seitenende angegeben. Die aktuelle Version der Betriebsanleitung kann online¹ bezogen werden. Nachfolgende Tabelle beschreibt den Änderungsverlauf dieses Dokumentes.

| Version | Veröffentlicht am | Kommentar |
|---------|-------------------|---|
| 1.0 | 15.11.2019 | ▪ Erstausgabe |
| 1.1 | 13.01.2020 | ▪ Korrektur Querverweis (Kapitel 3.4.2 & 3.4.4) ▪ Redaktionelle Korrekturen (Absatz – Blocksatz) |

1.3 Symbolerklärung

Lesen Sie diese Betriebsanleitung einmal komplett durch, bevor Sie mit der Inbetriebnahme der F&E-Plattform beginnen. Achten Sie hierbei auf die folgenden Symbole, die auf potenziell gefährliche Situationen hinweisen, oder nützliche Informationen für den korrekten Umgang mit dem Gerät liefern.

GEFAHR!

Weist auf eindeutig gefährliche Situationen hin, die zu Tod oder schweren Verletzungen führen, wenn keine entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden.

WARNUNG!

Weist auf mögliche gefährliche Situationen hin, die zu Tod oder schweren Verletzungen führen können, wenn keine entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden.

ACHTUNG!

Weist auf Situationen hin, die zu leichten Verletzungen oder Schäden an der F&E-Plattform führen können, wenn keine entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden.

HINWEIS

Weist auf Situationen hin, in denen es zu leichten Schäden an der F&E-Plattform kommen kann, oder liefert zusätzliche Hinweise.

¹ https://github.com/evocortex/evo_rd_platform

2 Sicherheit

2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Bei dem erworbenen Gerät handelt es sich nach Maschinenrichtlinie-2006/42/EG um eine unvollständige Maschine. Das Gerät kann für sich genommen keine bestimmte Funktion erfüllen und ist nur dazu bestimmt, mit anderen Maschinen und/oder Ausrüstungen zusammengefügt zu werden, um mit ihnen eine vollständige Maschine nach Maschinenrichtlinie-2006/42/EG zu bilden.

Die bestimmungsgemäße Verwendung des Gerätes ist die Entwicklung und Erprobung verschiedener Anwendungen im Bereich der mobilen Robotik bis hin zu mobilen Manipulationsanwendungen. Der Einsatz des Gerätes ist auf den Forschungs- und Entwicklungsbereich begrenzt.

Es ist die Aufgabe des Betreibers, aus der unvollständigen Maschine durch das Installieren geeigneter Steuersoftware und durch die Kombination mit weiteren Ausrüstungen/Maschinen eine vollständige Maschine nach Maschinenrichtlinie-2006/42/EG mit einer bestimmten Funktion zu schaffen. Die geeignete Steuersoftware und Ausrüstung (ggf. auch Schutzausrüstungen, wie zum Beispiel Sicherheitslaserscanner oder Sicherheitssteuerungen) ergibt sich erst aus der durch den Betreiber gewählten Anwendung. Beispiele für mögliche Anwendungen/Funktionen sind:

- Entwicklung und Erprobung von Lokalisierungsalgorithmen für mobile Roboter
- Entwicklung und Erprobung verschiedener Sensoriken in bewegtem Zustand
- Entwicklung und Erprobung kinematischer Konzepte
- Entwicklung und Erprobung mobiler Manipulatoren (z. B. mobile Roboterarme)

Die Inbetriebnahme darf erst erfolgen, wenn festgestellt wurde, dass die vollständige Maschine, die aus dieser unvollständigen Maschine gebildet wurde, den Bestimmungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entspricht. Vor der Inbetriebnahme der vollständigen Maschine hat der Betreiber somit unter anderem eine Risikoanalyse durchzuführen, um den sicheren Betrieb seiner Anwendung gewährleisten zu können.

2.2 Verwendungsgrenzen

Die Sicherheitsfunktionen des Gerätes sind im Auslieferungszustand nicht für einen kooperativen Betrieb ausgelegt. Der Betrieb ist daher nur in abgesperrten Bereichen mit einer Grundfläche von mindestens 3 m x 3 m erlaubt, in denen sich keine Menschen oder Tiere aufhalten und aus denen das Gerät im Falle von Fehlverhalten nicht ausbrechen kann. Das Gerät darf ausschließlich im Forschungsbereich eingesetzt werden. Ein Einsatz im öffentlichen oder industriellen Umfeld ist nicht zulässig.

Beachten Sie die nachfolgenden, weiteren Verwendungsgrenzen des Gerätes.

WARNUNG!

Verletzung von Menschen oder Tieren in der Umgebung!

Betreiben Sie die F&E-Plattform

- nicht auf Untergründen, die uneben oder nass sind.
- nur in abgesperrten Bereichen mit Industrieboden und einer Grundfläche von mindestens 3 m x 3 m, in denen sich keine Menschen oder Tiere aufhalten und aus denen die F&E-Plattform bei Fehlverhalten nicht ausbrechen kann.

ACHTUNG!

Beschädigung der F&E-Plattform und/oder von Gegenständen in der Umgebung durch das Betreiben in einer ungeeigneten Umgebung!

Betreiben Sie die F&E-Plattform

- nicht auf Untergründen mit Löchern und/oder Treppen.
- nicht auf unebenen, nassen und/oder weichen Untergründen.
- nicht auf einer erhöhten Plattform (z. B. Tisch, Podest, Bühne).
- nicht im Außenbereich.
- nur bei einer geeigneten Umgebungstemperatur (siehe 7 Anhang – Technische Daten).
- nur bei einer geeigneten Luftfeuchtigkeit (siehe 7 Anhang – Technische Daten).
- nicht in nassen Umgebungen, wie Bereichen, in denen Wasser verdampft oder spritzt.
- nicht in explosionsgefährdeten Bereichen.

2.3 Vorhersehbare Fehlanwendung

WARNUNG!

Die Inbetriebnahme darf erst erfolgen, wenn festgestellt wurde, dass die vollständige Maschine, die aus dieser unvollständigen Maschine gebildet wurde, den Bestimmungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG entspricht. Zur Gewährleistung eines sicheren Betriebes, hat der Betreiber vor der Inbetriebnahme unter Anderem zu analysieren, ob die vollständige Maschine mit weiteren Sicherheitssensoren/weiterer Sicherheitstechnik ausgestattet werden muss (z. B. Not-Halt, Sicherheitsscanner, Sicherheitssteuerung) und die folgenden Prüfungen vorzunehmen:

- Risikoanalyse
- EMV-Prüfung
- Lärmmessungen
- Vibrationsmessungen

Diese Liste hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit!

WARNUNG!

Gefahren durch unsachgemäße Modifizierung des Gerätes!

- Bei unsachgemäßer Programmierung und Nutzung der F&E-Plattform, können Menschen oder Tiere in der Umgebung verletzt werden.
- Veränderungen an der Elektronik und Mechanik der F&E-Plattform dürfen nun in Absprache mit dem Hersteller vorgenommen werden. Die mechanischen Baugruppen des Gerätes dürfen nur in Absprache mit dem Hersteller demontiert und/oder modifiziert werden.

WARNUNG!

Gefahren durch falsche Handhabung des Gerätes!

- Verwenden Sie das Gerät nicht zur Beförderung von Personen oder losen Lasten!
- Schließen Sie den Akku nicht kurz!
- Erweitern Sie das Gerät nicht um Anbauteile mit scharfen Kanten oder Spitzen.
- Arbeiten Sie unter keinen Umständen an den Antriebseinheiten, wenn das Gerät mit der Energieversorgung verbunden ist!

ACHTUNG!

Bei unsachgemäßer Programmierung und Nutzung der F&E-Plattform, können Schäden an der F&E-Plattform selbst oder Gegenständen in der Umgebung entstehen.

2.4 Restrisiken

WARNUNG!

Brandgefahr durch Überhitzen der F&E-Plattform!

- Betreiben Sie die F&E-Plattform nicht unbeaufsichtigt.
- Laden Sie den Akku nur unter Aufsicht.
- Lassen Sie die F&E-Plattform nur im Betriebszustand „Spannungsfrei“ unbeaufsichtigt (siehe 4.2 Betriebszustände).

WARNUNG!

Verletzungsgefahr durch unkontrolliertes Bewegen der F&E-Plattform!

Elektrische und mechanische Arbeiten am Gerät dürfen nur unter Spannungsfreiheit (siehe 4.2 Betriebszustände) und nur von entsprechend geschultem Personal vorgenommen werden.

Die einzige Ausnahme ist das Wechseln des Akkus: Das Einsetzen und Herausnehmen des Akkus stellt eine elektrische und mechanische Arbeit am Gerät in nicht spannungsfreiem Zustand dar. Hierdurch besteht ein Restrisiko, dass die Plattform sich unkontrolliert bewegt und Verletzungen verursacht. Deshalb ist beim Wechseln des Akkus besondere Achtsamkeit geboten!

WARNUNG!

Verbrennungsgefahr durch Berühren erhitzter Teile!

Die folgenden Teile der F&E-Plattform erhitzen sich beim Betrieb und dürfen erst berührt werden, wenn diese genug Zeit zum Abkühlen hatten:

- DC/DC-Wandler
- Motorcontroller
- Tegra-Board
- DC-Motor
- LEDs an der Unterseite der F&E-Plattform

WARNUNG!

Verletzungsgefahr durch hohe Helligkeit!

Die auf den Boden gerichteten LEDs des ELM (optionale Komponente) sind sehr hell und können bei direktem Hineinsehen zu Schäden an den Augen führen.

ACHTUNG!

Verletzungsgefahr durch Sturz!

Stellen Sie die Plattform nicht in Flucht- oder Gehwegen ab, um die Stolpergefahr zu verringern.

2.5 Schutzausrüstung

Tragen Sie trotz nicht kollaborativem Betrieb folgende persönliche Schutzausrüstung, um das Risiko für Verletzungen zu minimieren:

- Sicherheitsschuhe
- eng anliegende Kleidung und gegebenenfalls ein Haarnetz

Legen Sie außerdem Schmuck – wie Ketten, Armbänder und Ringe – ab.

2.6 Erforderliche Qualifikation

Das Gerät darf ausschließlich von Personen verwendet werden, welche sich mit der Betriebsanleitung und deren Anhängen eingehend vertraut gemacht haben und über eine mechanische sowie elektrische Grundausbildung verfügen (Beispiel: Mechatroniker).

Folgende weitere, vorhandene Qualifikationen werden zudem für die Arbeit mit dem Gerät empfohlen:

- Kenntnisse über mobile Robotik
- Kenntnisse über ROS
- Kenntnisse über Linux
- Kenntnisse über Embedded Computing

2.7 Warntafel



Warnung vor heißer Oberfläche

- LEDs des ELM
- Gehäuse im Bereich der Recheneinheit



Warnung vor gegenläufigen Rollen

- Mecanum Rad
- Antriebsriemen



Warnung vor optischer Strahlung

- LEDs des ELM

WARNUNG!

Unter keinen Umständen dürfen Warntafeln entfernt oder verdeckt werden.

2.8 Mechanische Schutzfunktionen

Die folgenden Schutzeinrichtungen dienen der Reduktion des Restrisikos von Verletzungen durch die Antriebseinheit.



- 1: Schutzabdeckung des Riemenantriebes. Verhindert das Einziehen von Extremitäten bei rotierendem Rad.
- 2: Schutzabdeckung der Mecanumräder. Verhindert das Einziehen von Extremitäten bei rotierendem Rad.
- 3: Schutzabdeckung des Hubmechanismus. Verhindert das Einklemmen von Extremitäten

WARNUNG!

Unter keinen Umständen dürfen mechanische Schutzfunktionen in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Beachten Sie, dass die mechanischen Baugruppen des Gerätes nur in Absprache mit dem Hersteller demontiert und/oder modifiziert werden dürfen.

2.9 Elektrische Sicherungen

Die elektrischen Komponenten sind mit austauschbaren Sicherungen elektrisch abgesichert. Folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Sicherungen.

| Bezeichnung | Position | Sicherungstyp | Nennstrom der Sicherung |
|--|----------|----------------------------|-------------------------|
| Akkusicherung | F0 | KFZ-Sicherung (ISO 8820-3) | 10 A |
| Ladegerätsicherung | F1 | KFZ-Sicherung (ISO 8820-3) | 2 A |
| DCDC-Sicherung | F2 | KFZ-Sicherung (ISO 8820-3) | 3 A |
| Motorcontroller 1 (VR + HR) | F3 | Patronensicherung (5x20mm) | 5 A |
| Motorcontroller 2 (VL + HL) | F4 | Patronensicherung (5x20mm) | 5 A |
| Motorcontroller 3 HUB (VR + HR) (optional) | F5 | Patronensicherung (5x20mm) | 5 A |
| Motorcontroller 4 HUB (VL + HL) (optional) | F6 | Patronensicherung (5x20mm) | 5 A |

WARNUNG!

Unter keinen Umständen dürfen Elektrische Sicherungen in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Beachten Sie, dass die Elektronik des Gerätes nur in Absprache mit dem Hersteller demontiert und/oder modifiziert werden darf.

2.10 Lithium Akku und Ladegerät

Der Lithium Akku wurde aus Lithium Zellen gefertigt. Bei Fehlbehandlung kann es vorkommen, dass der Lithium Akku – wie jeder anderer Akku oder Batterie – zu brennen beginnt. Sollte dies der Fall sein, den Akku umgehend mit Löschpulver, Sand oder Wasser löschen und auf Glutnester achten.

ACHTUNG!

- Verwenden Sie das Gerät nur mit dem mitgelieferten Akku.
- Verwenden Sie den mitgelieferten Akku nicht mit anderen Geräten.
- Der Akku darf nicht geöffnet werden.
- Der Akku darf nur mit dem mitgelieferten Ladegerät, an nicht brennbaren Stellen und nur unter Aufsicht geladen werden.
- Halten Sie beim Laden des Akkus mindestens 10 cm Abstand zwischen Ladegerät und umliegenden Wänden oder Geräten, um eine ausreichende Kühlung des Ladegerätes sicherzustellen.
- Kontrollieren Sie Gehäuse und Anschlusskabel des Ladegerätes vor der Nutzung auf sichtbare Beschädigungen. Nutzen Sie das Ladegerät nur, wenn keine Beschädigungen festzustellen sind.
- Der Akku darf keiner mechanischen Beanspruchung oder Verformung unterworfen werden.
- Vermeiden Sie einen Kurzschluss der Kontakte des Akkus. Die dadurch entstehenden, hohen Ströme zerstören den Akku und bilden einen Lichtbogen.
- Halten Sie den Akku von Flüssigkeiten und Hitzequellen fern.
- Setzen Sie den Akku keiner direkten Sonneneinstrahlung aus.

Weitere Hinweise zur Handhabung des Akkus und des Akkuladegerätes sind der zugehörigen Bedienungsanleitung und den Sicherheitsinformationen des Herstellers zu entnehmen (7 Anhang – Betriebsanleitung & Sicherheitsdatenblatt – Akku & 7 Anhang – Betriebsanleitung Akkuladegerät).

3 Beschreibung der Einzelkomponenten

Bei dem Gerät handelt es sich um eine Forschungs- und Entwicklungsplattform mit vier Antriebseinheiten und optional ein bis vier Hubeinheiten. Die Antriebseinheiten ermöglichen ein omnidirektionales Verfahren der Einheit in der Ebene, die Hubeinheiten eine vertikale Bewegung der Einheit. Das Gerät kann über mechanische Schnittstellen (Montageplatte), elektrische Schnittstellen (Frontpanel) und Softwareschnittstellen (Software auf Hauptrechner) modifiziert und erweitert werden. Technischen Daten, Lieferumfang sowie die Übersichtszeichnungen des Gerätes sind in den Anlagen zu finden (siehe 7 Anhang). Nachfolgend werden die einzelnen Elemente des Gerätes beschrieben. Optionale Komponenten sind mit (opt) markiert. Die vorliegende Konfiguration des Gerätes ist den Übersichtszeichnungen (siehe 7 Anhang) zu entnehmen.

3.1 Ausschalter

Der Ausschalter steuert die Eingangsspannungsversorgung eines 5V-DCDC-Wandlers (DCDC 5V 2). Dessen Ausgangsspannung steuert das Solid-State-Relais. Das Solid-State-Relais steuert die Versorgungsspannung aller Komponenten.

Der Ausschalter unterbricht im gedrückten Zustand (Kontakt geöffnet) die Spannungsversorgung aller Komponenten des Gerätes.

WARNUNG!

Der Ausschalter erfüllt **nicht** die Anforderungen eines NOT-HALT oder einer Befehlseinrichtung zum Stillsetzen nach Maschinenrichtlinie-2006/42/EG. Zur Gewährleistung eines sicheren Betriebes hat der Betreiber vor der Inbetriebnahme zu analysieren, ob die vollständige Maschine mit weiteren Sicherheitssensoren/weiterer Sicherheitstechnik ausgestattet werden muss (z. B. Not-Halt, Sicherheitsscanner, Sicherheitssteuerung).

3.2 Akku

Der Akku stellt die Energieversorgung des Gerätes dar. Es handelt sich um einen Lithium-Akku (LiFePo) des Herstellers „Hellpower Energy e.U.“. Weitere Informationen können den angehängten Unterlagen (7 Anhang – Betriebsanleitung & Sicherheitsdatenblatt – Akku) entnommen werden.

3.3 Akkuladegerät

Das Akkuladegerät dient zum Aufladen des Akkus. Es handelt sich um das Gerät „NOVA-100I“ des Herstellers „MEC-Energietechnik GmbH“. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller¹ bezogen werden.

¹ <http://www.mec-energietechnik.at/>

3.4 Frontpanel

Über das folgend abgebildete Frontpanel können externe Geräte und Aufbauten sowie das Ladegerät für den Akku angeschlossen werden. Nachfolgend werden die einzelnen Anschlüsse genauer beschrieben.



Abbildung 1: Frontpanel; von links oben nach rechts unten: 1 – Batterie-Extern-Anschluss, 2 – USB-Anschluss, 3 – HDMI-Anschluss, 4 – Ladeanschluss, 5 – Freigabe-Anschluss, 6 – Netzwerkanschluss.

3.4.1 USB-Anschluss

Über den USB-Anschluss können weitere USB-3-Geräte an die Recheneinheit angeschlossen werden.

3.4.2 Ladeanschluss

Über den Ladeanschluss wird das Ladegerät angeschlossen, um den Akku des Gerätes zu laden. Informationen zum Laden des Akkus finden Sie unter 4.3.2 Akku laden.

Pinbelegung: 1: 0V-GND; 2: NC; 3: NC; 4: Akku

3.4.3 Netzwerkanschluss

Über den Netzwerkanschluss können weitere beliebige Netzwerkgeräte an den Ethernet-Switch und somit an den Hauptrechner angeschlossen werden.

3.4.4 Akku-Extern-Anschluss

Über den Akku-Extern-Anschluss kann die Akkuspannung (Genauerer zur Akkuspannung: siehe 7 Anhang – Technische Daten) abgegriffen werden. Die abgegriffene Spannung ist über die Akkusicherung (siehe 2.9 Elektrische Sicherungen) abgesichert. Mit dem Akku-Extern-Anschluss können auf der Montageplatte montierte Sensoren und/oder Aktoren versorgt werden.

Pinbelegung: 1: 0V-GND; 2: Akkuspannung-PWR; 3: NC

3.4.5 HDMI-Anschluss

Über den HDMI-Anschluss kann ein Monitor an die Recheneinheit angeschlossen werden. Dies ist für den Einrichtbetrieb (siehe 4.4.2 Einrichtbetrieb) erforderlich.

3.4.6 Freigabe-Anschluss

Über den Freigabe-Anschluss wird ein elektrischer Schalter angeschlossen. Im geöffneten Zustand des Schaltkontaktes wird die elektrische Versorgung der Antriebs- und Hubmotoren unterbrochen.

Pinbelegung:

1: Signal Ausgang (Freigabesignal); 2: NC; 3: NC; 4: NC; 5: Signal Eingang (0V-GND)

WARNUNG!

Der Freigabe-Anschluss erfüllt **nicht** die Anforderungen eines NOT-HALT nach Maschinenrichtlinie-2006/42/EG. Zur Gewährleistung eines sicheren Betriebes hat der Betreiber vor der Inbetriebnahme zu analysieren, ob die vollständige Maschine mit weiteren Sicherheitssensoren/weiterer Sicherheitstechnik ausgestattet werden muss (z. B. Not-Halt, Sicherheitsscanner, Sicherheitssteuerung).

3.5 Solid-State-Relais

Das Solid-State-Relais steuert die Versorgungsspannung aller Komponenten (siehe auch 3.1 Ausschalter). Es handelt sich um das Gerät „D1D20“ des Herstellers „crydom“. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller¹ bezogen werden.

3.6 USB-Hub

Der USB-Hub ermöglicht das Anschließen mehrerer Geräte an den einzelnen USB-Anschluss des Jetson TX2. Er wird durch einen 5V-DCDC-Wandler (DCDC 5V 1) versorgt. Es handelt sich um das Gerät „EX-1180HMS“ des Herstellers „EXSYS Vertriebsgesellschaft für EDV und Zubehör mbH“. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller² bezogen werden.

3.7 USB-CAN-Modul

Das USB-CAN-Modul ermöglicht die CAN-Kommunikation per USB-Anschluss. Es handelt sich um das Modul „USBtin“. Weitere Informationen können vom Hersteller³ bezogen werden.

¹ <https://www.crydom.com/>

² <https://www.exsys.de/>

³ <https://www.fischl.de/usbtin/>

3.8 Ethernet Switch

Der Ethernet Switch ermöglicht das Verbinden mehrerer Netzwerkgeräte. Es handelt sich um das Produkt „Renkforce Netzwerk Switch 5 Port 100 MBit/s“ des Herstellers „CEI Conrad Electronic International (HK) Limited“. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller¹ bezogen werden.

3.9 WLAN Router

Der WLAN Router ermöglicht eine drahtlose Verbindung zum Gerät. Es handelt sich um das Produkt „TL-WR902AC“ des Herstellers „tp-link“. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller² bezogen werden.

3.10 Jetson-TX2 + Orbitty

Als Recheneinheit ist ein „Jetson™ TX2“ von „NVIDIA®“ verbaut. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller³ bezogen werden. Das Modul wird über ein „Orbitty Carrier“ von „Connect Tech“ betrieben. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller⁴ bezogen werden.

3.11 5V-DCDC-Wandler

Die 5V-DCDC-Wandler wandeln die Akkuspannung am Eingang in 5V am Ausgang. Es handelt sich um das Gerät „DDR-15L-5“ des Herstellers „Mean Well“. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller⁵ bezogen werden.

3.12 DCDC-Board

Das DCDC-Board ist eine von evocortex entwickelte Platine zum Generieren und Verteilen verschiedener Spannungsebenen. Das Gerät wird über CAN angesteuert. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller bezogen werden.

3.13 Motorschutzschaltung

Die Motorschutzschaltung ist eine von evocortex entwickelte Platine zum Steuern und Absichern der Versorgungsspannungen der Motoren im Gerät. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller bezogen werden.

3.14 DC-Motor-Controller

Der DC-Motor-Controller ist eine von evocortex entwickelte Platine zum Regeln der Motoren im Gerät. Das Gerät wird über CAN angesteuert. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller bezogen werden.

¹ <https://www.conrad.de/>

² <https://www.tp-link.com/>

³ <https://www.nvidia.com/>

⁴ <https://connecttech.com/>

⁵ <https://www.meanwell.com/>

3.15 Antriebsmotoren

Die Antriebsmotoren ermöglichen das Verfahren des Gerätes. Es handelt sich um das Produkt 3257G048CR des Herstellers „Faulhaber“. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller¹ bezogen werden.

3.16 Hubmotoren (opt)

Die Hubmotoren ermöglichen ein Anheben und Absenken des Gerätes. Es handelt sich um das Produkt „GRAD3-24-40-75-225-IP65-POT-LT“ des Herstellers „G-ROCK Technology“. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller² bezogen werden.

3.17 TOF-Sensoren (opt)

Die TOF-Sensoren (TOF = Time-Of-Flight) sind von evocortex entwickelte Sensoren. Auf einer Sensorplatte sind zwei TOF-Sensorelemente verbaut. Durch Laufzeitmessung eines ausgesendeten Infrarot-Licht-Impulses kann mit ihnen die Umgebung abgetastet und der Abstand zu Hindernissen gemessen werden. Die Sensoren werden über CAN angesteuert. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller bezogen werden.

3.18 ELM (opt)

Das ELM (Evocortex Lokalisierungs-Modul) ist ein von evocortex entwickeltes Lokalisierungssystem. Es ermöglicht absolutes, robustes und genaues Positionieren in der Ebene durch Analysieren der Bodenstrukturen. Es besteht aus einer Halterung, einer Kamera und einer LED-Beleuchtung. Die LED-Beleuchtung wird über das DCDC-Board versorgt. Die Versorgungsspannung kann mittels CAN gesteuert werden. Die Kamera ist per USB über den USB-Hub an das Jetson TX2 angeschlossen. Zum Betrieb des ELM ist eine gesondert erhältliche Software nötig. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller bezogen werden.

3.19 Laserscanner (opt)

Die Laserscanner ermöglichen die Lokalisierung des Gerätes in der Ebene. Sie können zudem zur Hindernisdetektion verwendet werden. Es handelt sich um das Produkt „TiM561“ des Herstellers „SICK“. Weitere Informationen können bei Bedarf vom Hersteller³ bezogen werden.

¹ <https://www.faulhaber.com/>

² <https://en.grocktech.com/>

³ <https://www.sick.com/>

4 Handhabung

4.1 Inbetriebnahme

Kontrollieren Sie vor der Inbetriebnahme, ob alle bestellten Komponenten geliefert wurden (siehe 7 Anhang – Lieferumfang). Kontaktieren Sie den Hersteller, falls Sie fehlende Komponenten oder Transportschäden feststellen bzw. vermuten.

WARNUNG!

Betreiben Sie das Gerät nur,

- wenn Sie sich vollumfänglich mit dieser Bedienungsanleitung und den zugehörigen Dokumenten vertraut gemacht haben.
- wenn Sie die erforderliche Qualifikation haben (siehe 2.6 Erforderliche Qualifikation).

wenn Sie die erforderliche Schutzausrüstung tragen (siehe 0

- Schutzausrüstung).

WARNUNG!

Verletzung von Menschen oder Tieren in der Umgebung durch nicht korrekt montierten Aufbau. Die F&E-Plattform darf nur mit einem korrekt montierten Aufbau betrieben werden (siehe 4.5 Montageanleitung).

4.2 Betriebszustände

Durch den Status von Akku, Akkuladegerät, Ausschalter und Freigabekontakt kann das Gerät in verschiedene Betriebszustände versetzt werden. Der folgenden Tabelle sind die vorgesehenen Betriebszustände zu entnehmen. Andere mögliche Kombinationen sind nicht zugelassen.

| Betriebszustand | Akku | Akkuladegerät | Ausschalter | Freigabekontakt | Akkuspannung Extern | Sensoren & Re- cheneinheit | Antriebe |
|-----------------------|---------------|--------------------------|----------------|-----------------|------------------------|-------------------------------|-------------|
| Spannungsfrei | Entnommen | Nicht angeschlossen | Gedrückt | Offen | Nicht verfügbar | Spannungsfrei | Deaktiviert |
| Ausgeschaltet | Angeschlossen | Angeschlossen (optional) | Gedrückt | Offen | Nicht verfügbar | Spannungsfrei | Deaktiviert |
| Eingeschaltet | Angeschlossen | Angeschlossen (optional) | Nicht gedrückt | Offen | Verfügbar | In Betrieb | Deaktiviert |
| Antriebe aktiv | Angeschlossen | Nicht angeschlossen | Nicht gedrückt | Geschlossen | Verfügbar | In Betrieb | Aktiviert |

4.2.1 Spannungsfrei

Die Spannungsfreiheit ist hergestellt, wenn Akku und Ladegerät nicht angeschlossen sind sowie der Akku entnommen wurde (siehe 4.3.3 Akku herausnehmen).

In diesem Betriebszustand wird das Gerät ausgeliefert, transportiert und gelagert.

4.2.2 Ausgeschaltet

Das Gerät ist ausgeschaltet, wenn der Akku eingelegt und angeschlossen sowie der Ausschalter (3.1 Ausschalter) gedrückt ist. Der Freigabekontakt (3.4.6 Freigabe-Anschluss) ist nicht geschlossen.

In diesem Betriebszustand kann das Ladegerät angeschlossen und der Akku geladen werden.

4.2.3 Eingeschaltet

Das Gerät ist eingeschaltet, wenn der Akku eingelegt und angeschlossen sowie der Ausschalter (3.1 Ausschalter) nicht gedrückt und der Freigabekontakt (3.4.6 Freigabe-Anschluss) offen ist.

In diesem Betriebszustand sind außer den Antrieben alle Geräte aktiv.

4.2.4 Antriebe aktiv

Die Antriebe sind aktiv, wenn der Akku eingelegt und angeschlossen sowie der Ausschalter (3.1 Ausschalter) nicht gedrückt ist und der Freigabekontakt (3.4.6 Freigabe-Anschluss) geschlossen ist.

In diesem Betriebszustand sind alle Geräte und die Antriebe aktiv.

4.3 Energieversorgung

WARNUNG!

Verletzungsgefahr durch ungewolltes Bewegen der F&E-Plattform!

Elektrische und mechanische Arbeiten am Gerät dürfen nur unter Spannungsfreiheit (siehe 4.2 Betriebszustände) und nur von entsprechend geschultem Personal vorgenommen werden.

Die einzige Ausnahme ist das Wechseln des Akkus: Das Einsetzen und Herausnehmen des Akkus stellt eine elektrische und mechanische Arbeit am Gerät in nicht spannungsfreiem Zustand dar. Hierdurch besteht ein Restrisiko, dass die Plattform sich unkontrolliert bewegt und Verletzungen verursacht. Deshalb ist beim Wechseln des Akkus besondere Achtsamkeit geboten!

WARNUNG!

Gefahr durch falsche Handhabung oder Beschädigung des Akkus!

- Das Gerät darf nur mit dem im Lieferumfang enthaltenen Akku betrieben werden.
- Vermeiden Sie einen Kurzschluss der Kontakte des Akkus. Bei Kurzschluss des Akkus kann ein Lichtbogen entstehen, der zu Verbrennungen führen kann.
- Der Akku und die Isolierung der Anschlussleitung sind vor dem Einsetzen und nach dem Herausnehmen des Akkus auf mechanische Beschädigungen zu prüfen. Ein beschädigter Akku darf nicht mehr verwendet und muss ausgetauscht sowie fachgerecht entsorgt werden.
- Beim Einsetzen und Herausnehmen des Akkus ist darauf zu achten, dass dieser nicht mechanisch belastet oder beschädigt wird. Sollte das Einsetzen oder Herausnehmen des Akkus nicht ohne Kraftaufwand möglich sein, kontrollieren Sie das Akkufach auf Fremdkörper und das Klettband auf korrekte Lage. Sollte der Akku trotzdem nur mit Kraftaufwand eingesetzt bzw. herausgenommen werden können, kontaktieren Sie den Hersteller.

4.3.1 Akku einsetzen

Zum Einsetzen des Akkus gehen Sie wie folgt vor:

- Akku und Isolierung der Anschlussleitung auf Beschädigungen prüfen.
- Betriebszustand Spannungsfrei herstellen (siehe 4.2 Betriebszustände).
- Die Befestigungsschrauben auf der Unterseite des Gerätes lösen (siehe 7 Anhang – Übersichtszeichnungen – Unteransicht – Element „s“).
- Das mit den Schrauben befestigte Deckblech abnehmen.
- Gegebenenfalls den Klettverschluss lösen.
- Die Steckverbindung des Akkus anstecken (gelbe XT-60 Steckverbindung).
- Den Akku vorsichtig und ohne Krafteinwirkung einsetzen und dabei auf die korrekte Lage der offenen Enden des Klettverschlusses achten.
- Zum Fixieren des Akkus den Klettverschluss fest verschließen.
- Das Deckblech mit den Befestigungsschrauben wieder anschrauben (siehe 7 Anhang – Übersichtszeichnungen – Unteransicht – Element „s“).

4.3.2 Akku laden

WARNUNG!

Vor Verwendung des Ladegerätes machen Sie sich mit dessen Betriebsanleitung und den darin enthaltenen Sicherheitshinweisen vertraut. Die Betriebsanleitung des Ladegerätes ist dem Produkt beigelegt. Sollten Sie keinen Zugriff auf die Betriebsanleitung haben, wenden Sie sich an den Hersteller.

WARNUNG!

Der Akku darf nur mit dem im Lieferumfang enthaltenen Ladegerät geladen werden.

Zum Laden des Akkus im Gerät gehen Sie wie folgt vor:

- Gegebenenfalls dem Akku einsetzen (siehe 4.3.1 Akku einsetzen).
- Betriebszustand Ausgeschaltet herstellen (siehe 4.2 Betriebszustände).
- Die Spannungsversorgung des mitgelieferten Ladegerätes einstecken.
- Den Ladestecker des Ladegerätes in den Ladeanschluss des Frontpanels (siehe 3.4.2 Ladeanschluss) einstecken.
- Ladegerät abstecken, sobald dieses durch Aufleuchten der „Full“-LED die vollständige Ladung des Akkus signalisiert.

4.3.3 Akku herausnehmen

Zum Herausnehmen des Akkus gehen Sie wie folgt vor:

- Betriebszustand Ausgeschaltet herstellen (siehe 4.2 Betriebszustände).
- Die Befestigungsschrauben auf der Unterseite des Gerätes lösen (siehe 7 Anhang – Übersichtszeichnungen – Unteransicht – Element „s“).
- Das mit den Schrauben befestigte Deckblech abnehmen.
- Die Steckverbindung des Akkus (gelbe XT-60 Steckverbindung) abstecken.
- Den Klettverschluss lösen.
- Den Akku vorsichtig und ohne Krafteinwirkung herausnehmen.
- Akku und Isolierung der Anschlussleitung auf Beschädigungen prüfen.
- Optional: Das Deckblech mit den Befestigungsschrauben wieder anschrauben (siehe 7 Anhang – Übersichtszeichnungen – Unteransicht – Element „s“).

4.4 Software

Das Gerät, als unvollständige Maschine, kann erst durch die Programmierung und eventuell zusätzlich angebrachte, weitere Sensoren/Aktoren seine Funktion/Anwendung erfüllen. Die Programmierung des Gerätes ist vom Hersteller nicht vorgegeben und Teil der Überführung der unvollständigen Maschine in eine vollständige Maschine.

4.4.1 Recheneinheit

Die Recheneinheit (3.10 Jetson-TX2 + Orbitty) wird ohne Software ausgeliefert. Zum Betrieb des Gerätes muss der Betreiber zuerst ein geeignetes Betriebssystem aufspielen (flashen). Die empfohlenen Versionen sind JetPack 3.3.1 (L4T 28.3.1) sowie das Orbitty Support Package für L4T r28.2X. Zum Aufspielen des Betriebssystems muss die Recheneinheit mit Spannung versorgt sein. Stellen Sie hierzu den Betriebszustand Eingeschaltet her (siehe 4.2 Betriebszustände).

4.4.2 Einrichtbetrieb

Zum Einrichten des Gerätes empfiehlt es sich nach dem Aufsetzen der Recheneinheit einen Bildschirm (HDMI-Anschluss), eine Computermouse und eine Tastatur (USB-HUB mittels USB-Anschluss am Frontpanel) anzuschließen. Im Einrichtbetrieb kann die gewünschte Netzwerkkonfiguration eingerichtet werden.

4.4.3 Headless-Betrieb

Über das Frontpanel ist die Netzwerkverbindung der Recheneinheit nach außen geführt. Im Lieferumfang ist ein WLAN Router enthalten (siehe 3.9 WLAN Router). Dieser kann als WLAN-Bridge oder Access-Point konfiguriert werden, um mit der Recheneinheit über eine Drahtlosverbindung zu kommunizieren.

Mit dem Gerät wird ein Dokument mit den zum Auslieferungszustand konfigurierten statischen IP-Adressen ausgeliefert (7 Anhang – Netzwerkübersicht).

Nach Konfiguration des Routers und dazu passender Konfiguration der Netzwerkschnittstelle des Hauptrechners über den Netzwerkmanager im Einrichtbetrieb, kann das Gerät ohne Monitor, Maus und Tastatur über eine SSH-Verbindung gesteuert und betrieben werden (Headless-Betrieb).

4.4.4 Beispielimplementierung

Um die Programmierung zu erleichtern, empfiehlt sich der Einsatz der Middleware ROS. Weitere Sensoren/Aktoren können so einfacher hinzugefügt werden. Unter ¹ ist die Installationsanleitung einer Beispielimplementierung des Herstellers für das Gerät zu finden.

GEFAHR!

Dem Einsatz des Gerätes in der eigenen Anwendung unter Verwendung eigener Software muss eine Risikoanalyse vorangestellt werden! (siehe auch 2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung).

4.5 Montageanleitung

Auf der Oberseite des Gerätes befindet sich eine wechselbare Montageplatte zur Anbringung eigener Aufbauten und Sensoren oder Aktoren. Das Hubsystem ermöglicht das Anheben bzw. Absenken von Beladungen. Für Beladungen sowie Aufbauten ist Folgendes zu beachten:

GEFAHR!

Dem Einsatz des Gerätes in der eigenen Anwendung unter Verwendung eigener Beladungen/Aufbauten muss eine Risikoanalyse vorangestellt werden! (siehe auch 2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung).

ACHTUNG!

Gefahr von Schäden am Gerät! Die F&E-Plattform darf nicht mit Lasten/Aufbauten betrieben werden, die

- das zugelassene Gewicht überschreiten (siehe 7 Anhang – Technische Daten).
- die Plattform zum Kippen bringen könnten oder lose sind. Hierbei sind insbesondere dynamische Effekte zu berücksichtigen, welche beim Verfahren der Plattform mit Beladung/Aufbau auftreten können.
- spitz, scharf oder anderweitig gefährlich sind (z. B.: Gefahrenstoffe, Waffen, heiße Ladungen).

¹ https://github.com/evocortex/evo_rd_platform

4.6 Transport und Lagerung

Verwenden Sie für Lagerung und Transport des Gerätes die mitgelieferte Transportbox:

- Betriebszustand Spannungsfrei herstellen (siehe 4.2 Betriebszustände).
- Gerät zu zweit in die Transportbox heben. Dabei auf die in 7 Anhang – Übersichtszeichnungen – Unteransicht – Element „h“ gekennzeichneten Hebebereiche achten. Gerät nicht an anderen Stellen anheben.
- Darauf achten, dass das Gerät nicht lose in der Transportbox sitzt. Gegebenenfalls für einen festen Sitz des Gerätes in der Transportbox, diese mit geeignetem Füllmaterial auffüllen.

WARNUNG!

Brandgefahr durch Überhitzen der F&E-Plattform!

Für die Lagerung und den Transport des Gerätes ist der Akku aus dem Gerät zu entfernen, also der Betriebszustand Spannungsfrei herzustellen (siehe 4.2 Betriebszustände). Informationen zu Transport und Lagerung des Akkus sind die beiliegenden Informationen des Akkuherstellers zu entnehmen.

WARNUNG!

Verbrennungsgefahr!

Die LEDs an der Unterseite der F&E-Plattform erhitzen während des Betriebes. Lassen Sie diese abkühlen, bevor Sie die F&E-Plattform anheben.

ACHTUNG!

Verletzungsgefahr durch falsches Bewegen der F&E-Plattform!

- Tragen Sie die F&E-Plattform nicht allein.
- Heben Sie die F&E-Plattform immer aus den Knien an – nicht aus dem Rücken.

5 Instandhaltung

Kontrollieren Sie vor der Nutzung regelmäßig...

- die Funktion des Ein/Aus-Schalters und des Freigabeschalters. Bei Fehlfunktion kontaktieren Sie den Hersteller. (vor jeder Nutzung)
- die Isolierung der elektrischen Leitungen. Achten Sie hierbei besonders auf die Anschlussleitung des Akkus. Kontaktieren Sie bei beschädigter Isolierung den Hersteller. (monatlich)
- den korrekten Lauf aller mechanisch beweglicher Komponenten. Bei nicht korrektem Lauf durch Abnutzung oder Beschädigung, kontaktieren Sie den Hersteller. (monatlich)
- den Verschmutzungsgrad der Räder und entfernen Sie groben Schmutz. (monatlich)
- die einzelnen Rollen der Räder auf mechanische Beschädigungen und kontaktieren Sie bei Beschädigung den Hersteller. (monatlich)
- alle Schrauben auf festen Sitz und ziehen gegebenenfalls lose Schrauben nach. (monatlich)
- den Verschmutzungsgrad der Sensoren und reinigen Sie diese gegebenenfalls. Verwenden Sie zum Reinigen ein weiches, sauberes und fusselfreies Tuch ohne Reinigungsmittel. (monatlich)

WARNUNG!

Verletzungsgefahr durch ungewolltes Bewegen der F&E-Plattform!

Elektrische und mechanische Arbeiten am Gerät dürfen nur unter Spannungsfreiheit (siehe 4.2 Betriebszustände) vorgenommen werden.

HINWEIS

- Beachten Sie, dass die mechanischen Baugruppen des Gerätes nur in Absprache mit dem Hersteller demontiert und/oder modifiziert werden dürfen.
- Bei einer unerwarteten Fehlfunktion der Maschine kontaktieren Sie den Hersteller.

6 Entsorgung

Beachten Sie bei der Entsorgung des Gerätes die nationalen Bestimmungen. Optional können Sie das Gerät zur Entsorgung zurück an den Hersteller senden.

7 Anhang

Diesem Dokument sind folgende weitere Dokumente angehängt:

- Lieferumfang
- Einbauerklärung
- Technische Daten
- Netzwerkübersicht
- Übersichtszeichnung – Unteransicht
- Übersichtszeichnung – Draufsicht
- Übersichtszeichnung – Seitenansicht
- Übersichtszeichnung – Schematische Ansicht
- Betriebsanleitung & Sicherheitsdatenblatt – Akku
- Betriebsanleitung – Akkuladegerät