

# **Neobotix Hardware**

**Neobotix GmbH** 

02.04.2024

## Inhalt:

1	Geltu	ıngsberei	ich	2
2	Einle 2.1	Zu diese 2.1.1 2.1.2	er Dokumentation Symbole und Konventionen Weiterführende Informationen	3 3 4
	2.2	Rechtlic	che Anmerkungen	4
		2.2.1	Versionsangabe	4
		2.2.2	Haftung	4
		2.2.3	Downloads und weitergehende Informationen	4
3	Allge		ur Hardware	5
	3.1	Schlüsse	elschalter	5
		3.1.1	Anschalten	5
		3.1.2	Rücksetzen des Not-Halts	5
		3.1.3	Herunterfahren	5
		3.1.4	Abschalten	6
	3.2	Das LC-	-Display	6
		3.2.1	Hauptansicht	6
		3.2.2	Die Info-Ansicht	7
	3.3	LED-Be	eleuchtung	8
	3.4	Batterie	n	9
		3.4.1	Batterie-Typen	9
		3.4.2	Ladevorgang	14
		3.4.3	Recycling	15
	3.5	Lasersca	anner	16
		3.5.1	Funktionsweise	16
		3.5.2	Sicherheitshinweise	17
	3.6	Ladestat	tionen	17
		3.6.1	Automatische Ladestation	17
		3.6.2		18
	3.7	Steckve		19
		3.7.1		19
		3.7.2	y and the second of the second	21
		3.7.3		 22
	3.8			 23
		3.8.1		23

		3.8.2	Einweisung	24
		3.8.3	Sicherheitssystem	24
		3.8.4	Aufenthalt im Gefahrenbereich	25
		3.8.5	Inbetriebnahme	26
		3.8.6	Veränderungen am System	26
		3.8.7	Zu erwartende Fehlbedienung	26
		3.8.8	Einrichten der Schutzfelder	28
	3.9		neitshinweise (Manipulatoren)	28
	3.7	3.9.1	Roboterarme	28
		3.9.2	Laserscanner	29
		3.9.3	Vom Kunden durchzuführende Arbeiten	29
	3 10		g	29
	5.10			
		3.10.1	Reinigung	29
	2.11	3.10.2	Wartung und Reparaturen	30
	3.11		ndiges Personal	31
	3.12		gung	31
			Demontage	31
		3.12.2	Recycling	32
		3.12.3	Rahmen	32
		3.12.4	Elektrische Komponenten	32
		3.12.5	Batterien	32
4	Mobi	le Robo	ter	33
	4.1	Erste So	chritte	33
		4.1.1	Zubehör und Vorbereitung	33
		4.1.2	Einschalten und Joystickfahrt	35
		4.1.3	Verbindung zur GUI aufbauen	37
		4.1.4	Abschalten des Roboters	38
		4.1.5	Wichtige Basiseinstellungen	38
	4.2	ROX .		39
		4.2.1	Hinweise zum Betrieb	41
		4.2.2	Bedienelemente	43
		4.2.3	Mechanische Eigenschaften	44
		4.2.4	Wartung	5(
		4.2.5	Entsorgung	52
		4.2.6	Rechtliche Anmerkungen	52
	4.3			52 53
	4.3		100	
		4.3.1	Hinweise zum Betrieb	
		4.3.2	Bedienelemente	56
		4.3.3	Mechanische Eigenschaften	57
		4.3.4	Transport	60
		4.3.5	Wartung	61
		4.3.6	Entsorgung	63
		4.3.7	Rechtliche Anmerkungen	63
	4.4	MPO-7		64
		4.4.1	Hinweise zum Betrieb	65
		4.4.2	Bedienelemente	66
		4.4.3	Mechanische Eigenschaften	68
		4.4.4	Transport	72
		4.4.5	Wartung	74
		4.4.6	Entsorgung	75
		4.4.7	Rechtliche Anmerkungen	75
	4.5	MP-400		76
		4.5.1	Hinweise zum Betrieb	77
			=======	

		4.5.2	Bedienelemente	78
		4.5.3	Mechanische Eigenschaften	80
		4.5.4	Transport	83
		4.5.5	Wartung	85
		4.5.6	Entsorgung	86
		4.5.7	Rechtliche Anmerkungen	86
	4.6	MP-500	0	87
		4.6.1	Hinweise zum Betrieb	88
		4.6.2	Bedienelemente	89
		4.6.3	Mechanische Eigenschaften	91
		4.6.4	Transport	93
		4.6.5	Wartung	95
		4.6.6	Entsorgung	96
		4.6.7	Rechtliche Anmerkungen	96
5	Mobi		pulatoren	98
	5.1	<b>EMRO</b>	X	99
	5.2	MMO-	500	99
		5.2.1	Hinweise zum Betrieb	100
		5.2.2	Bedienelemente	101
		5.2.3	Arm	101
		5.2.4	Mechanische Eigenschaften	103
		5.2.5	Transport	103
		5.2.6	Entsorgung	
		5.2.7	Rechtliche Anmerkungen	106
	5.3	MMO-	700	
		5.3.1	Hinweise zum Betrieb	107
		5.3.2	Bedienelemente	108
		5.3.3	Änderungen in der Handhabung	
		5.3.4	Arm	
		5.3.5	Mechanische Eigenschaften	
		5.3.6	Transport	
		5.3.7	Entsorgung	
		5.3.8	Rechtliche Anmerkungen	
	5.4	MM-40	00	
	5.5		00	
6	Robo	ter-Kon	nponenten	116
	6.1	OmniD	priveModule	117
		6.1.1	Produktbeschreibung	117
		6.1.2	Sicherheit	121
		6.1.3	Befestigung	122
		6.1.4	Elektrische Anschlüsse	122
		6.1.5	Konfiguration	130
		6.1.6	Wartung	136
		6.1.7	Technische Daten	137
		6.1.8	Entsorgung	138
		6.1.9	Rechtliche Anmerkungen	138
	6.2	IOBoar	rd	138
		6.2.1	Technische Daten	139
		6.2.2	Inbetriebnahme	139
		6.2.3	Befehlssatz	140
		6.2.4	CAN-Kommunikation	140
		6.2.5	RS-232-Kommunikation	142

	6.2.6	Abmessungen und Steckerbelegung
	6.2.7	Rechtliche Anmerkungen
6.3	USBoa	rd-USS4
	6.3.1	Einleitung
	6.3.2	Funktionsweise
	6.3.3	Technische Daten
	6.3.4	Gehäuse
	6.3.5	Inbetriebnahme
	6.3.6	Parametersatz
	6.3.7	Befehlssatz
	6.3.8	CAN-Kommunikation
	6.3.9	RS-232-Kommunikation
	6.3.10	ROS-Node
	6.3.11	Grafische Bedienoberfläche
	6.3.12	Abmessungen und Steckerbelegung
	6.3.13	Zukaufteile
	6.3.14	Rechtliche Anmerkungen
6.4	USBoa	rd-USS5
	6.4.1	Einleitung
	6.4.2	Funktionsweise
	6.4.3	Technische Daten
	6.4.4	Parametersatz
	6.4.5	Befehlssatz
	6.4.6	Befehle
	6.4.7	ROS-Node
	6.4.8	ROS 2 Node
	6.4.9	Grafische Bedienoberfläche
	6.4.10	Abmessungen
	6.4.11	Steckerbelegung
	6.4.12	Zukaufteile
	6.4.13	Häufige Fragen
	6.4.14	Rechtliche Anmerkungen
6.5	USBoa	rd-USS5-IP
	6.5.1	Einleitung
	6.5.2	Technische Daten
	6.5.3	Abmessungen
	6.5.4	Steckerbelegung
	6.5.5	Zukaufteile
	6.5.6	Rechtliche Anmerkungen

INHALT: INHALT:

- $\leftarrow Startseite \ der \ Dokumentation^1$
- $\downarrow Als\ PDF\ herunterladen^2$

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> https://neobotix-docs.de <sup>2</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/NeobotixHardware.pdf

## KAPITEL 1

## Geltungsbereich

Der Teil *Allgemeines zur Hardware* (Seite 5) dieser Dokumentation gilt prinzipiell für alle autonomen mobilen Roboter und alle mobilen Manipulatoren, in spezifischen Teilen jedoch nur für die tatsächlich vorhandenen Komponenten. Einige Kapitel, zum Beispiel *Steckverbinder* (Seite 19) und *Sachkundiges Personal* (Seite 31), sind auch für den Betrieb von Neobotix Roboterkomponenten relevant.

Der Teil *Mobile Roboter* (Seite 33) enthält grundlegende Informationen zu autonomen mobilen Robotern von Neobotix, gegliedert in die verschiedenen Robotermodelle. An den entsprechenden Stellen wird auf Abschnitte der allgemeinen Hardware-Dokumentation verwiesen.

Der Teil *Mobile Manipulatoren* (Seite 98) enthält zusätzliche Informationen zu komplexen Robotersystemen mit integriertem Roboterarm. Er dient als Ergänzung zur weiterhin gültigen Beschreibung der jeweils verwendeten Roboterplattform. Für den sicheren Betrieb eines mobilen Manipulators müssen beide Teile gelesen und berücksichtigt werden.

Der Teil *Roboter-Komponenten* (Seite 116) enthält die Montage- bzw. Bedienungsanleitungen der von Neobotix separat erhältlichen Komponenten und Geräte. Diese sind in einigen Fällen in die mobilen Roboter und Manipulatoren integriert, so dass hier teilweise auch für Kunden von kompletten Robotern noch zusätzliche, hilfreiche Informationen zu finden sind.

Außerdem stellen wir Informationen und Anleitungen zu ROS<sup>3</sup> und PlatformPilot<sup>4</sup> bereit, die beiden von Neobotix unterstützten Robotersteuerungen, die für alle angebotenen Robotermodelle verfügbar sind.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> https://neobotix-docs.de/ros/

<sup>4</sup> https://neobotix-docs.de/pilot/

Einleitung

### 2.1 Zu dieser Dokumentation

## 2.1.1 Symbole und Konventionen

In dieser Dokumentation werden die folgenden Symbole und Hervorhebungen verwendet:

**Gefahr:** Weist auf eine Gefahrenstelle oder unmittelbar gefährliche Situation hin, die zu schweren Verletzungen bis hin zum Tod führen kann.

**Warnung:** Weist auf eine Gefahrenstelle oder potentiell gefährliche Situation hin, die zu schweren Verletzungen oder Schäden führen kann.

**Achtung:** Weist auf Gefahren oder Situationen hin, die zu leichten Verletzungen, Schäden oder anderen negativen Auswirkungen führen kann.

Bemerkung: Kennzeichnet wichtige Informationen, die für den sicheren Betrieb beachtet werden müssen.

Tipp: Gibt hilfreiche Hinweise, die die Arbeit mit dem mobilen Roboter einfacher und effizienter machen.

- Aufzählungen enthalten mehrere Informationen zum gleichen Thema.
- Sie sind, soweit möglich und sinnvoll, nach Priorität geordnet, mit dem jeweils wichtigsten Eintrag ganz oben.
- Aufzählungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sofern nichts anderes angegeben wurde.

- 1. Handlungsanleitungen sind nummeriert.
- 2. Nummerierte Anleitungen müssen in der gegebenen Reihenfolge befolgt werden.

### 2.1.2 Weiterführende Informationen

Weitere Informationen, insbesondere zu kundenspezifischen Konfigurationen und Systemen, erhalten Sie bei Auslieferung zusammen mit Ihrem Roboter oder auf Anfrage<sup>5</sup> In den meisten Fällen stehen Ihnen alle Unterlagen zu Ihrem individuellen Roboter auch im Kundenbereich<sup>6</sup> unserer Website zu Verfügung.

## 2.2 Rechtliche Anmerkungen

## 2.2.1 Versionsangabe

Der deutsche Teil dieser Online-Dokumentation ist das Original.

## 2.2.2 Haftung

Dieses Dokument wurde mit größtmöglicher Sorgfalt verfasst und repräsentiert den Stand der Technik zum Zeitpunkt seiner Erstellung. Fehler und Irrtümer sind jedoch nicht auszuschließen. Bitte informieren Sie Neobotix, sollten Sie solche im Dokument bemerken.

Die Neobotix GmbH ist nicht haftbar für technische oder schriftliche Fehler in diesem Dokument und behält sich das Recht vor, Änderungen seines Inhalts vorzunehmen, ohne diese vorher anzukündigen. Neobotix übernimmt keinerlei Garantie für die in diesem Dokument beschriebenen Produkteigenschaften. Insbesondere ergibt sich aus dem Inhalt kein Anspruch jedweder Art, weder auf Eigenschaften des Produkts noch auf seine Eignung für spezielle Anwendungsfälle. Die Neobotix GmbH kann nicht für Schäden haftbar gemacht werden, die aus der unsachgemäßen Nutzung eines oder mehrerer der beschriebenen Produkte resultieren.

### 2.2.3 Downloads und weitergehende Informationen

Weitergehende Informationen, Datenblätter und Dokumentationen, auch von weiteren Neobotix-Produkten, finden Sie im Downloadbereich unserer Website: https://www.neobotix-roboter.de/service/downloads.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> https://www.neobotix-roboter.de/kontaktdaten

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> https://www.neobotix-roboter.de/login

## Allgemeines zur Hardware

### 3.1 Schlüsselschalter

Alle Roboter von Neobotix sind mit einem Schlüsselschalter ausgestattet, mit dem der Roboter an- und ausgeschaltet und der Not-Halt zurückgesetzt werden kann. Der Schalter ist nur bedienbar, solange der Schlüssel eingesteckt ist.

### 3.1.1 Anschalten

Um den Roboter anzuschalten, drehen Sie den Schlüssel im Uhrzeigersinn (Richtung Position II) und lassen Sie ihn dann wieder los.

Sofern der Roboter ein LC-Display hat, wird dieses sofort aufleuchten. Falls der Roboter LED-Leuchten hat, werden auf diesen alle verwendeten Farben einmal durchlaufen, sobald der Roboter betriebsbereit ist. Danach wechseln die Leuchten zu einem der unter *LED-Beleuchtung* (Seite 8) beschriebenen Signale.

### 3.1.2 Rücksetzen des Not-Halts

Nachdem ein Not-Halt ausgelöst wurde und die Not-Halt-Tasten wieder gelöst sind, kann das Sicherheitssystem zurückgesetzt werden. Drehen Sie dazu den Schlüsselschalter im Uhrzeigersinn (Richtung Position II), halten Sie ihn etwa eine Sekunde lang und lassen Sie los.

Je nach Modell wird der Roboter den Statuswechsel entweder über das LC-Display oder über die LED-Beleuchtung anzeigen.

### 3.1.3 Herunterfahren

Drehen Sie den Schlüssel gegen den Uhrzeigersinn (Richtung Position I) und halten Sie ihn dort für einige Sekunden um das Herunterfahren einzuleiten. Falls ein LC-Display vorhanden ist, wird es eine entsprechende Meldung anzeigen, falls eine LED-Beleuchtung vorhanden ist, wird diese das Herunterfahren signalisieren.

In dieser Zeit beendet sich die Robotersteuerung (wenn sie läuft) und fährt das Betriebssystem herunter.

Wird der Rechner über die GUI der Steuerungssoftware heruntergefahren, so schaltet sich der Roboter anschließend automatisch ab.

### 3.1.4 Abschalten

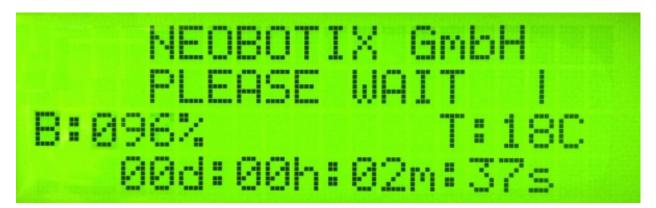
Der Roboter kann auch hart ausgeschaltet werden, ohne dass dabei auf das saubere Herunterfahren des Bordrechners gewartet wird. Dazu drehen Sie den Schlüsselschalter gegen den Uhrzeigersinn (Richtung Position I) und halten ihn dort bis sich das Display oder die LEDs abschalten.

**Bemerkung:** Bei diesem Vorgehen wird dem Roboter die Stromzufuhr abgestellt. Dadurch kann die Hard- und Software des Rechners beschädigt werden.

## 3.2 Das LC-Display

Einige Neobotix-Roboter sind mit einem LC-Display ausgestattet, das aktuelle Statusinformationen anzeigt.

## 3.2.1 Hauptansicht



### 3.2.1.1 Informationsmeldungen

In der ersten Zeile des LCDs kann die Robotersteuerung bei Bedarf Text anzeigen. Sendet die Steuerung keine Informationsmeldungen, so wird "NEOBOTIX GmbH" angezeigt.

### 3.2.1.2 Information

In der zweiten Zeile des LCDs wird der aktuelle Zustand des Roboters angezeigt.

PLEASE WAIT Die Robotersteuerung hat sich noch nicht mit dem RelayBoard verbunden.

**READY** Die Robotersteuerung ist aktiv und der Roboter ist betriebsbereit.

EMERGENCY STOP Eine der Not-Halt-Tasten wurde betätigt.

**TURN KEY** → Bestätigen Sie das Zurücksetzen des Not-Halts, indem Sie den Schlüsselschalter nach rechts drehen, kurz halten (ca. 1 Sekunde) und wieder in Ausgangsposition drehen.

**SCANNER STOP** Es wurde ein Hindernis im Laserscanner-Schutzfeld erkannt. Sobald das Hindernis entfernt wurde, wird das Sicherheitssystem wieder freigegeben. Bei einem Roboter mit FlexiSoft-Sicherheitssteuerung werden alle Not-Halt-Zustände auf diese Weise angezeigt.

**CHARGING** Der Roboter lädt gerade seine Akkus auf. Die Meldung wird angezeigt, bis der Ladevorgang abgeschlossen oder abgebrochen wurde.

SHUTDOWN IN XXs Der Roboter wird sich in wenigen Sekunden abschalten.

**BATTERY VOLTAGE LOW** Die Batteriespannung ist zu niedrig und der Roboter wird sich in Kürze abschalten, um eine Tiefentladung der Akkus zu verhindern. Nähere Informationen finden Sie weiter unten.

**MOTOR ERROR** Einer oder mehrere der Motoren senden eine Fehlermeldung. Dieser Zustand wird automatisch zurückgesetzt, sobald keine Fehlermeldungen mehr vorliegen.

**SAFETY RELAY FAIL** Eines der Sicherheitsrelais ist verklebt. Bitte wenden Sie sich an Neobotix.

**POWER RELAY FAIL** Die Lastrelais sind verklebt. Bitte wenden Sie sich an Neobotix.

**EMSTOP BUTTON FAIL** Eine der Not-Halt-Tasten schaltet nicht mehr zuverlässig. Bitte wenden Sie sich an Neobotix.

**CHARGE RELAY FAIL** Das Laderelais ist verklebt. Bitte wenden Sie sich an Neobotix. Es ist möglich, dass die Ladekontakte am Gehäuse unter Spannung stehen!

**CHECKSUM ERROR** Es gab einen Fehler bei der Datenübertragung zwischen RelayBoard und Robotersteuerung. Sollte dieser Fehler bestehen bleiben bzw. öfter auftreten, überprüfen Sie die Datenverbindung und die Logausgaben der Steuerung.

#### 3.2.1.3 Ladezustand

B:096% Zeigt den aktuellen Ladestand der Batterie an. Die auftretenden Spannungsbereiche sind wie folgt.

Nennspannung	Schutzabschaltung	Arbeitsbereich	Ladevorgang
24 V	≤ 22 V	23 V 25 V	25 V 29 V
48v	≤ 44 V	46 V 52 V	52 V 59 V

### 3.2.1.4 Temperaturanzeige

**T:20**C Hier wird die direkt am RelayBoard gemessene Temperatur (in °C) angezeigt.

### 3.2.1.5 Laufzeit

**00d:00h:02m:37s** In der letzten Zeile wird die bisherige Laufzeit des Roboters, in Tagen, Stunden, Minuten und Sekunden, seit dem letzten Einschalten angezeigt.

### 3.2.2 Die Info-Ansicht

Diese Ansicht ist nicht bei allen Robotertypen verfügbar.



### 3.2.2.1 Versionsangabe

Die erste Zeile der Info-Ansicht zeigt die Hardwareversion (HV) und die Softwareversion (SV) des RelayBoards. Für Updates der Softwareversion wenden Sie sich an Neobotix.

#### 3.2.2.2 Seriennummer

In der zweiten Zeile wird die Seriennummer (SN) des RelayBoards angezeigt.

#### 3.2.2.3 Informationsfelder

Die dritte Zeile gibt Aufschluss über die aktuelle Konfiguration und den Status der Motoren und externen Hardware.

Ein Stern auf der ersten Position bedeutet, dass das RelayBoard noch keine gültige Konfiguration empfangen hat. Sobald die Robotersteuerung eine Konfiguration übertragen hat, wird dies durch ein "C" signalisiert.

Auf der rechten Seite werden im konfiguriertem Zustand die Verfügbarkeiten aller CAN-Bus-Teilnehmer angezeigt. Für jeden aktiven Motor wird ein "M" angezeigt, für das IOBoard ein "I" und für das USBoard ein "U". Nicht vorhandene Geräte werden durch einen Querstrich markiert. Sollte ein Motor oder ein optionales Board konfiguriert sein aber nicht ordnungsgemäß mit dem RelayBoard kommunizieren, wird für dieses Gerät ein "F" angezeigt.

## 3.3 LED-Beleuchtung

Alle ROX-Plattformen sind im Schlitz zwischen oberem und unterem Hüllenteil allseitig mit RGB-LED-Bändern ausgestattet, die den aktuellen Betriebszustand signalisieren. Folgende Signale werden verwendet.

Far-	Muster	Beschreibung	
be			
Al-			
le		nicht betreiben und Neobotix kontaktieren.	
Rot	Leuchten	Unkritischer Not-Halt, Not-Halt-Tasten und Funk-Not-Halt-System prüfen und entriegeln und anschließend Fehler über Schlüsselschalter quittieren.	
Rot	Blinken, langsam	Unkritischer Fehler, z. B. Bremsen-Löse-Taste betätigt.	
Rot	Blinken, schnell	Kritischer Fehler, bitte kontaktieren Sie Neobotix.	
Gelb	Leuchten	Scannerstopp, Hindernis aus Schutzfeld entfernen oder Schutzfeld umschalten, Roboter fährt arbeitet automatisch weiter.	
Gelb	Blinken,	Plattform verfährt.	
	langsam		
Gelb	Blinken,	Aufbau bzw. Arm ist aktiv	
	schnell		
Grün	Leuchten	Roboter ist bereit aber untätig	
Grün	Pulsieren,	Roboter ist im Standby-Modus	
	langsam		
Blau	Blinken,	Manuelles Quittieren über den Schlüsselschalter erforderlich.	
	langsam		
Tür-	Leuchten	Ladevorgang beendet	
kis			
Tür-	Pulsieren	Ladevorgang läuft	
kis			
Weiß Blinken, Befehl zum Herunterfahren wurde erkannt, halten Sie den Schalter be		Befehl zum Herunterfahren wurde erkannt, halten Sie den Schalter betätigt, bis die LEDs	
	schnell	konstant weiß leuchten.	
Weiß	Verblassen	Roboter fährt herunter und wird sich in wenigen Sekunden abschalten.	

### 3.4 Batterien

## 3.4.1 Batterie-Typen

### 3.4.1.1 AGM-Batterien

AGM-Batterien (Absorbent Glass Mat) sind Blei-Säure-Batterien, die ein Glasfasernetz zwischen den Batterieplatten enthalten. Dieses Netz enthält den Elektrolyt und verhindert ein Auslaufen, selbst wenn die Batterien auf dem Kopf stehend gelagert werden oder das äußere Gehäuse Risse aufweist. Diese Technologie hat sich bewährt, ist billig und weithin verfügbar. Ihre Nachteile sind eine niedrige Energiedichte, die zu einem hohen Gewicht bei gegebener Kapazität führt, und eine begrenzte Anzahl von Lade-/Entladezyklen.

Ihre Kapazität nimmt mit der Zeit ab, bis irgendwann (etwa nach zwei Jahren) die verfügbare Betriebszeit des Roboters nicht mehr ausreicht und die Batterien ersetzt werden müssen.

Es gibt verschiedene Maßnahmen, um die Lebensdauer von AGM-Batterien zu verlängern und Kosten und Ressourcen zu sparen:

- Laden Sie den Roboter wann immer möglich auf.
- Vermeiden Sie Tiefentladungen und das Erreichen der automatischen Abschaltspannung.
- Laden Sie den Roboter, wenn er für längere Zeit nicht bewegt wird, zum Beispiel bei stundenlangem Programmieren.

• Lassen Sie den Roboter nicht über längere Zeit mit leeren Batterien stehen.

Bleibatterien in AGM-Bauweise sind im Allgemeinen sehr tolerant und deutlich weniger gefährlich als herkömmliche Lithium-Ionen-Batterien. Hitze, Alter oder falsche Behandlung können dennoch Schäden verursachen.

Achtung: Kontrollieren Sie regelmäßig, mindestens einmal im Monat, den Zustand der Batterie! Die folgenden Punkte weisen auf Schäden an der Batterie hin:

- Verformung oder Dehnung des Batteriegehäuses
- Weiße oder bräunliche Flecken an den Batteriekontakten oder anderen Metallteilen
- Überschüssige Wärme
- · Starker Geruch nach Schwefel
- Flüssigkeit unter der Batterie

Sobald Sie irgendeine Art von Beschädigung feststellen, dürfen die Akkus nicht mehr verwendet und nicht weiter geladen werden! Bitte kontaktieren Sie Neobotix sofort.

#### 3.4.1.2 LiFePO4 Batterien

Lithium-Eisenphosphat-Batterien, auch bekannt als LiFePO4- oder LFP-Batterien, sind eine relativ neue Entwicklung in der Lithium-Ionen-Batterietechnologie. Sie bieten mehrere Vorteile im Vergleich zu AGM-Batterien und anderen Lithium-Ionen-Batterien.

LiFePO4-Batterien sind nicht unbedingt kleiner als AGM-Batterien, sparen aber bei gleicher Nennkapazität etwa 60% an Gewicht ein. Unter tatsächlichen Einsatzbedingungen ist ihre nutzbare Kapazität sogar höher als die von AGM-Batterien, da sie vollständig entladen werden können. Eine ähnliche Tiefentladung von AGM-Batterien führt schnell zu Kapazitätsverlusten oder anderen Schäden.

Dank ihrer Chemie bieten LiFePO4-Batterien eine sehr stabile Ausgangsspannung und unterstützen eine Schnellladung. Dies verkürzt nicht nur die Aufladezeit erheblich, sondern ermöglicht auch ein kurzes periodisches Aufladen an geeigneten Stellen im Arbeitsbereich. Bei ordnungsgemäßer Durchführung kann der Roboter durch diese prozessbegleitende Aufladung rund um die Uhr arbeiten, ohne dass er zum Aufladen außer Betrieb genommen werden muss.

LiFePO4-Batterien sind von Natur aus viel stabiler als andere Lithiumbatterien. Darüber hinaus enthalten unsere LiFePO4-Batterien ein hochentwickeltes Batteriemanagementsystem (BMS), das ihren Zustand und ihre Gesundheit ständig überwacht. Die Statusinformationen des BMS werden von der Steuerungssoftware des Roboters ausgelesen und zur Anzeige möglicher Probleme verwendet.

**Warnung:** Wenn Sie etwas Ungewöhnliches an den LiFePO4-Akkus bemerken, schalten Sie den Roboter sofort aus, beenden Sie den Ladevorgang und kontaktieren Sie Neobotix!

### Aufwecken von LiFePO4-Akkupacks

Akkus auf Lithiumbasis dürfen nur mit geringer Restladung und in einem sicheren Zustand transportiert werden. Die von Neobotix eingesetzten Akkus können dazu in einen speziellen Power-Down-Modus versetzt werden, in dem das Batteriemanagementsystem nur noch minimal Energie verbraucht und der Akku nicht mehr ohne weiteres aktiviert werden kann.

Bemerkung: Auch bei einem Fehler oder bei Tiefentladung wechseln die Akku in den Power-Down-Modus und

können in den meisten Fällen wie hier beschrieben wieder geweckt werden.

Um ein Akkupack aufzuwecken gehen Sie wie folgt vor:

1. Stecken Sie den mitgelieferten schwarzen Blindstecker auf den 8-poligen Kommunikationsanschluss des Akkus.



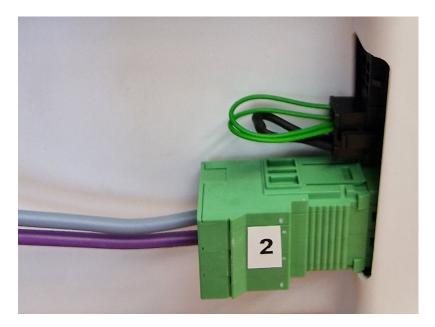
2. Schließen Sie das mitgelieferte Netzteil ans Stromnetz an.



3. Stecken Sie den grünen Hochstromstecker 1 an den Hauptanschluss des Akkus und ziehen Sie ihn nach ca. einer Sekunde wieder ab. Ziehen Sie dazu nicht an den Kabeln sondern greifen Sie den Stecker an den Seiten des grünen Gehäuses.



4. Stecken Sie den grünen Hochstromstecker 2 an den Hauptanschluss des Akkus und ziehen Sie ihn nach ca. einer Sekunde wieder ab.



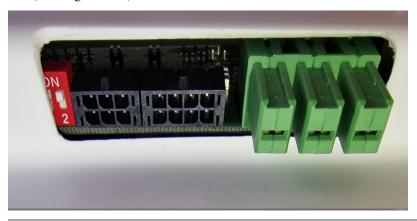
5. Entriegeln Sie den Blindstecker durch Druck auf die Raste und ziehen Sie ihn vorsichtig vom Akku ab. Ziehen Sie dabei nicht an den Kabeln sondern greifen Sie den Stecker an den Seiten des schwarzen Gehäuses.



6. Der Akku ist nun im Sleep-Modus und kann verwendet werden.

**Warnung:** Achten Sie beim Einbau der Akkus darauf, keine Akkus aus mehreren Robotern zu mischen. Die Kombination von Akkupack von unterschiedlichem Alter und besonders mit unterschiedlichem Ladestand kann zu Schäden an den Akkus und der Elektrik der Roboter führen.

**Bemerkung:** Achten Sie auch darauf, dass die Akkupacks an der richtigen Position im Roboter eingebaut werden. Beim letzten Akkupack des Systems, an den nur ein Kabel mit schwarzem Stecker angeschlossen wird, muss der CAN-Abschlusswiderstand aktiviert sein. Schieben Sie dafür den weißen Schalter im roten DIP-Gehäuse nach außen auf Stellung ON. Wenn mehr als ein Akku verwendet wird, darf der Widerstand bei den übrigen Akkus nicht aktiviert sein (Stellung 2, innen).



## 3.4.2 Ladevorgang

#### 3.4.2.1 Bei externem Ladegerät

Die Batterie des mobilen Roboters besteht aus mehreren in Reihe und / oder parallel geschalteten Akkus. Das gesamte Batteriepack kann mit dem mitgelieferten Batterieladegerät bequem und sicher geladen werden.

Das Batterieladegerät benötigt einen normalen Stromanschluss mit 230 V / 50 Hz.

Das Gerät muss in einer trockenen Umgebung mit ausreichender Kühlmöglichkeit aufgestellt werden. Decken Sie das Ladegerät nicht ab und vermeiden Sie direktes Sonnenlicht.

Stecken Sie zuerst das Ladegerät an die Ladebuchse an und schalten Sie erst danach das Ladegerät ein. Nachdem die Batterie voll geladen wurde, muss zuerst das Ladegerät ausgeschaltet werden und erst danach darf es von der Batterie getrennt werden.

### Warnung:

- Trennen bzw. verbinden Sie nie Ladegerät und Batterie, solange das Ladegerät eingeschaltet ist. Durch die entstehenden Lichtbögen kann es zu erheblichem Verschleiß an den Kontakten kommen. Außerdem könnten die Batterie oder elektrische Komponenten Schaden nehmen.
- Achten Sie immer darauf, dass das Ladekabel vollständig eingesteckt und gesichert ist. Wenn der Ladestecker nicht korrekt verbunden ist, kann es zu starker Hitzeentwicklung und Schäden kommen.
- Verwenden Sie ausschließlich von Neobotix gelieferte Batterien und Ladegeräte. Die Verwendung ungeeigneter Batterien oder Batterieladegeräte kann zu erheblichen Schäden, Verletzungen und Gefahren führen!

Das Aufladen erfolgt vollautomatisch, sobald die Verbindung hergestellt und das Ladegerät an das Stromnetz angeschlossen wurde. Für den Ladevorgang ist es prinzipiell ohne Bedeutung, ob der Roboter ein- oder ausgeschaltet ist, lediglich die Dauer des Ladevorgangs ändert sich. Mit laufender Bordelektronik dauert ein vollständiges Aufladen je nach Auslastung des Bordcomputers teilweise merklich länger.

Das Ladegerät besitzt einen Überspannungsschutz und kann problemlos auch länger (zum Beispiel über Nacht) angeschlossen bleiben. Unter Umständen kann es jedoch nötig sein, das Ladegerät ungefähr einmal täglich aus- und wieder einzuschalten, falls der Roboter während des Ladens für längere Zeit (zum Beispiel zum Programmieren) eingeschaltet bleibt.

Bitte beachten Sie auch die Hinweise in der zu Ihrem jeweiligen Ladegerät gehörenden Dokumentation.

### 3.4.2.2 Bei integriertem Ladegerät

Einige Roboter verfügen über ein integriertes Ladegerät. In diesem Fall muss das Ladekabel erst in die Ladebuchse am Roboter eingesteckt werden und kann anschließend einfach in eine normale Steckdose (wie oben beschrieben) gesteckt werden.

**Warnung:** Achten Sie immer darauf, dass das Ladekabel vollständig eingesteckt und gesichert ist. Wenn der Ladestecker nicht korrekt verbunden ist, kann es zu starker Hitzeentwicklung und Schäden kommen.

Auch bei integriertem Ladegerät beginnt der Ladevorgang vollautomatisch und der Roboter kann sowohl im Betrieb als auch im abgeschalteten Zustand geladen werden.

## 3.4.3 Recycling

Beide in Neobotix-Robotern eingesetzten Batterietypen sind sowohl auslaufsicher als auch sehr betriebssicher.

**Warnung:** Die Akkus enthalten trotzdem sehr aggressive Chemikalien und dürfen deshalb nicht geöffnet oder beschädigt werden. Andernfalls kann es zu ernsten Schäden und Verletzungen kommen!

#### Achtung:

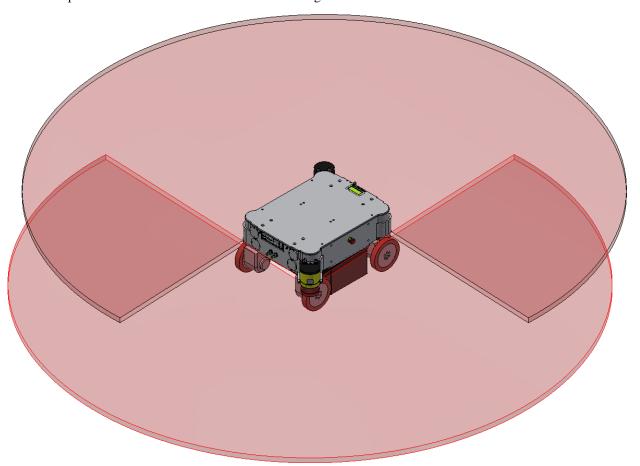
- Laut EU-Gesetz dürfen Batterien und Akkus ausschließlich bei den gesetzlich zugelassenen Annahmestellen abgegeben werden. Bitte wenden Sie sich an Neobotix, wenn Sie Fragen zum Recycling oder zur Entsorgung Ihrer Altbatterien haben.
- Sie können alte oder verbrauchte Batterien aus Produkten von Neobotix auch gerne zurück an Neobotix schicken. Wir übernehmen dann kostenfrei die sichere Entsorgung und Verwertung.
- Bitte kleben Sie in jedem Fall die Batteriepole vollständig mit Isolierband ab, bevor Sie alte Batterien verschicken oder entsorgen. Andernfalls kann es zu Kurzschlüssen, Schäden oder Verletzungen kommen.

## 3.5 Laserscanner

### 3.5.1 Funktionsweise

Die in mobilen Robotern verbauten Sicherheitslaserscanner senden einen unsichtbaren Infrarotlaserstrahl, der von Hindernissen reflektiert wird und wieder auf den Sensorkopf trifft. Aus der Laufzeit des Strahls kann die Entfernung zwischen Sensor und Hindernis exakt bestimmt werden. Der Sensorkopf rotiert dabei, so dass der Strahl effektiv eine Ebene senkrecht zur Rotationsachse abtastet.

Wenn der Scanner in einem mobilen Roboter zur Lokalisierung und Kollisionsvermeidung eingesetzt wird, dann wird er üblicherweise aufrecht montiert, damit die Scanebene parallel zum Boden liegt. Laut Norm (DIN EN ISO 3691-4) sollte der Scanner dabei maximal so hoch montiert sein, dass Objekte von 200 mm Höhe noch sicher erkannt werden können, damit auch auf dem Boden liegende Personen erfasst werden und geschützt sind. Moderne Sicherheitslaserscanner haben einen Erfassungsbereich von über 270° und ermöglichen bei der Montage auf gegenüberliegenden Ecken der Roboterplattform dadurch ein lückenlose Überwachung des Bereichs rund um den Roboter.



Die Sicherheitslaserscanner liefern nicht nur Messdaten der Arbeitsumgebung, die zur Lokalisierung und Pfadplanung genutzt werden, sondern überwachen die Umgebung des Roboters auch auf Hindernisse und mögliche Kollisionen. Dazu können Bereiche um den Roboter herum definiert werden, in denen detektierte Objekte automatisch verschiedene Reaktionen auslösen.

Diese Funktion ist ein grundlegender Teil des Sicherheitskonzepts der mobilen Roboter. Nähere Informationen finden Sie unter *Sicherheitshinweise* (Seite 23) und im Besonderen unter *Schutzfelder* (Seite 27), sowie in den Sicherheitshinweisen, die Sie bei Auslieferung erhalten.

### 3.5.2 Sicherheitshinweise

Die Laserscanner sind Geräte der Laserklasse 1 bzw. 1M und sind bei normaler Verwendung völlig ungefährlich.

**Gefahr:** Für spezielle Projekte und Anforderungen werden unter Umständen Laserscanner verbaut, die Geräte der Laserklasse 1M sind. Diese sind nur augensicher, solange keine optischen Instrumente wie zum Beispiel Lupen oder Ferngläser verwendet werden.

Da von außen meist nicht unmittelbar zu erkennen ist, welche Art Laserscanner verbaut wurde, sollte generell nicht mit optischen Instrumenten in den Laserstrahl geblickt werden.

## 3.6 Ladestationen

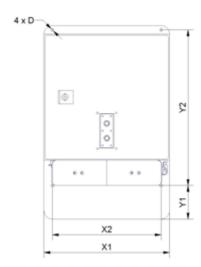
### 3.6.1 Automatische Ladestation

Die automatische Ladestation ist ausgesprochen robust und lässt sich sehr leicht aufbauen und in das Programm des Roboters einbinden.

Um ein schnelles und problemloses Andocken zu ermöglichen, ist ein gewisser Freiraum rund um die Ladestation nötig. Wählen Sie einen Platz, der leicht vom Roboter angefahren werden kann und in dem weder der ladende Roboter noch die Station selbst jemanden behindern können. Zum Anschluss des Ladegerätes muss zudem eine Steckdose in der Nähe vorhanden sein.

Bitte beachten Sie bei der Wahl des Standortes die folgenden Punkte:

- Um die Ladekontakte auf die richtige Höhe zu bringen, muss die Unterkante der Trägerplatte der Ladestation direkt auf dem Boden aufsitzen.
- Die Ladestation muss an einer stabilen Wand befestigt werden. Bitte wenden Sie sich an Neobotix, falls Sie eine freistehende Station benötigen.
- Die Ladestation muss mittig am Ende einer mindesten 1,0 m breiten, freien Anfahrstrecke montiert werden.
- Bei Verwendung von mehreren Ladestationen sollte ein Raster von ebenfalls mindestens 1,0 m eingehalten werden.



#### 3.6.1.1 Maße

Die Abmessungen der Ladestation sind je nach Roboter unterschiedlich. Die Abmessungen finden Sie in der Tabelle unten:

Roboter	X1	X2	Y1	Y2	D
MP-400	300	260	80	370	6.6
MP-500	300	260	110	360	6.6
MPO-700	300	260	192	370	6.6
MPO-500	340	320	40	290	6.6

### 3.6.1.2 Nach der Installation

Prüfen Sie nach der Montage der Ladestation, ob sich die Ladekontakte auf der richtigen Höhe befinden und ob der Roboter die Station ohne Probleme anfahren kann.

**Achtung:** Schließen Sie das Stromkabel der Ladestation erst nach erfolgreicher Kontrolle dieser beiden Punkte an. Die Ladestation benötigt die gleiche Stromversorgung wie das externe Ladegerät.

Um einen automatischen Ladevorgang zu ermöglichen, muss das integrierte Ladegerät permanent eingeschaltet sein. Trotz der offen liegenden Kontakte, an die der Roboter andockt, besteht keine Gefahr von elektrischen Schlägen oder Kurzschlüssen. Das Ladegerät verfügt über einen integrierten Kontrollmechanismus, der ständig die Verbindung zur Batterie prüft und erst nach erfolgreicher Erkennung einen Strom fließen lässt.

**Bemerkung:** Im normalen Betrieb sind die Ladekontakte des Roboters über ein Starkstromrelais von der Batterie getrennt und führen keine Spannung. Um die automatische Ladestation nutzen zu können, muss dieses Relais per Software geschaltet werden.

Achtung: Um den Verschleiß der elektrischen Komponenten zu minimieren sollte der Ladevorgang erst unterbrochen werden, wenn die Batterien voll geladen sind und der Ladestrom zurückgegangen ist.

### 3.6.2 Externe Batterie-Ladestation

Wenn der Roboter mit dem Akku-Schnellwechselsystem ausgestattet ist, kann der gerade nicht benutzte Akkusatz in einer externen Akkuladestation aufgeladen werden.

Stellen Sie die Ladestation auf den Boden und achten Sie darauf, dass sie nicht verrutschen kann. Die Station kann entweder direkt vor einer Wand platziert oder auf dem Boden verschraubt werden.

Vergewissern Sie sich, dass der Wahlschalter für die Eingangsspannung richtig eingestellt ist, und schließen Sie die Ladestation dann an eine normale Steckdose an. Vergewissern Sie sich vor dem Einlegen von Batterien immer, dass das integrierte Ladegerät ausgeschaltet ist. Der Hauptnetzschalter befindet sich direkt neben dem Netzkabelanschluss.

Die Akkus können nur als kompletter Satz von zwei identischen Akkus mit demselben Ladezustand geladen werden. Legen Sie die Akkus mit den Griffen nach oben und den Akku-Kontakten zur Rückseite der Station hin auf die Grundplatte der Station zwischen die Aluminiumprofile. Schieben Sie dann die Akkus langsam in die Station, bis sie die vertikale Platte berühren und mit der Vorderseite der Station bündig sind.

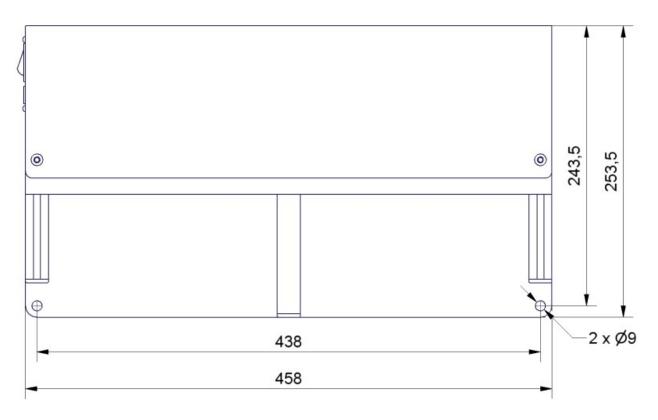
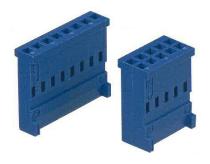


Abb. 1: Abmessungen der Ladestation

Die grüne LED an der Seite des Batterieladegeräts leuchtet konstant, wenn die Batterien vollständig geladen sind. Sie können in der Ladestation bleiben, bis sie gebraucht werden.

## 3.7 Steckverbinder

## 3.7.1 TE Connectivity - HE14



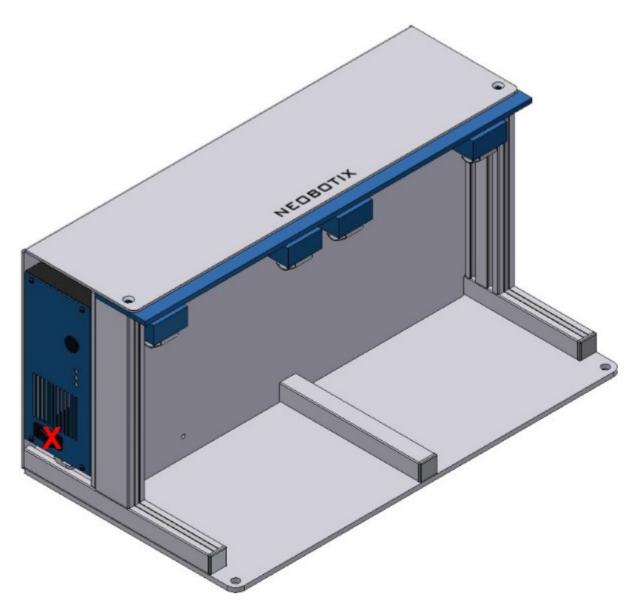


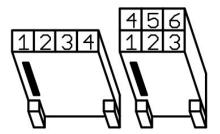
Abb. 2: Position des Netzschalters (X)

Pole	TE Connectivity	Farnell	RS Components
3-polig, 1-reihig	281838-3	429582	532-333
4-polig, 1-reihig	281838-4	429594	532-349
5-polig, 1-reihig	281838-5	429600	532-355
6-polig, 2-reihig	281839-3	429650	532-406
8-polig, 2-reihig	281839-4	429661	532-412
10-polig, 2-reihig	281839-5	429673	532-428
12-polig, 2-reihig	281839-6	429685	532-434



Crimpkontakte	TE Connectivity	Farnell	RS Components
AWG 28-24	182734-2	429715	532-456

Bei Neobotix-Produkten ist die Pinbelegung der HE14-Stecker wie unten dargestellt.



## 3.7.2 Würth Elektronik - MPC4

Für nähere Informationen zum MPC4<sup>7</sup> konsultieren Sie bitte den Würth Elektronik Onlinekatalog<sup>8</sup>.



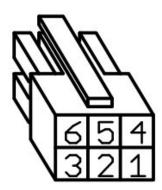
 $<sup>^7</sup>$  https://www.we-online.de/katalog/de/em/connectors/wire-to-board/wr\_mpc4/  $^8$  https://www.we-online.com/de/produkte/bauelemente/uebersicht

Pole (2-reihig)	Würth Elektronik
2	649002113322
4	649004113322
6	649006113322
8	649008113322
10	649010113322
16	649016113322



Crimpkontakte	Würth Elektronik
AWG 24-18	64900613722

Bei Neobotix-Produkten ist die Pinbelegung der MPC4-Stecker wie unten dargestellt.



## 3.7.3 Würth Elektronik - MPC3

Für nähere Informationen zum MPC3<sup>9</sup> konsultieren Sie bitte den Würth Elektronik Onlinekatalog<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> https://www.we-online.de/katalog/de/em/connectors/wire-to-board/wr\_mpc3/ 10 https://www.we-online.com/de/produkte/bauelemente/uebersicht

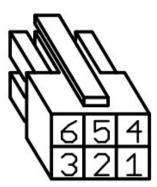


Pole (2-reihig)	Würth Elektronik
4	662004113322
6	662006113322
12	662012113322



Crimpkontakte	Würth Elektronik
AWG 24-20	66200113722

Bei Neobotix-Produkten ist die Pinbelegung der MPC3-Stecker wie unten dargestellt.



## 3.8 Sicherheitshinweise

## 3.8.1 Allgemeine Sicherheitshinweise

Diese Seite enthält allgemeine Sicherheitshinweise und Informationen, die für alle Neobotix Roboter gültig sind.

**Bemerkung:** Abhängig von den gewählten Optionen und individuellen Anpassungen an Ihrem Roboter sind möglicherweise zusätzliche Sicherheitshinweise vorhanden. Bitte beachten Sie deshalb auch die typenspezifische Dokumentation zu Ihrem eingesetzten Robotermodell, um einen sicheren und störungsfreien Betrieb zu gewährleisten.

Der mobile Roboter (und alle darauf aufbauenden Varianten und Modelle) ist ein hoch komplexes Robotersystem, das nicht nur verschiedenste Aufgaben zuverlässig übernehmen kann, sondern auch in der Lage ist, sehr variabel auf seine Umgebung zu reagieren. Unter Umständen kann es dabei zu Situationen kommen, in denen das Verhalten des Roboters für Unbeteiligte oder nicht eingewiesene Personen überraschend oder nicht unmittelbar nachvollziehbar erscheint.

Es ist daher unbedingt erforderlich, dass alle der folgenden Sicherheitshinweise jederzeit eingehalten werden. Nur dann ist ein sicherer und effizienter Betrieb des Systems möglich.

#### 3.8.1.1 Emissionen

Alle in Neobotix Robotern verbauten Geräte und Sensoren sind betriebssicher und emittieren keinerlei gefährliche Strahlung oder Ähnliches.

- Die Laserscanner sind Geräte der Laserklasse 1 bzw. 1M. Nähere Informationen finden Sie unter *Laserscanner* (Seite 16).
- Die Ultraschallsensoren sind für Menschen und Tiere völlig unschädlich.
- Keines der elektrischen Geräte oder Komponenten wird im Normalbetrieb unangenehm oder gefährlich heiß.

### 3.8.2 Einweisung

Aufgrund der Komplexität des Robotersystems ist eine Schulung vor der Inbetriebnahme unabdingbar. Das vorliegende Dokument soll als Nachschlagewerk bei Problemen dienen, die die Hardware betreffen und schnell diagnostiziert und behoben werden können. Alle weiteren Probleme, Fehler und Stolpersteine können am besten durch eine ausführliche Schulung der Programmierer und eine gründliche Einweisung der Bediener vermieden werden.

**Achtung:** Machen Sie immer sich selbst und alle betroffenen Personen (Werker, Programmierer, Besucher, etc.) ausführlich mit dem Roboter, seiner Bedienung und seinem Verhalten vertraut, bevor Sie die Arbeit aufnehmen oder den Roboter autonom arbeiten lassen.

## 3.8.3 Sicherheitssystem

Der mobile Roboter verfügt standardmäßig über mehrere Sicherheitsvorkehrungen und kann bei Bedarf um zusätzliche Funktionen erweitert werden. Vor der Inbetriebnahme ist unbedingt zu prüfen, ob der gewünschte Sicherheitsstandard mittels der realisierten Maßnahmen am Roboter selbst und in seiner Arbeitsumgebung erreicht wird.

**Warnung:** Einige Sicherheitsfunktionen, vor allem die Laserscanner, können bei Auslieferung stark eingeschränkt oder sogar abgeschaltet sein, um den Transport zum Einsatzort zu ermöglichen oder zu erleichtern. Sie müssen gegebenenfalls vor Ort von einem sachkundigen Techniker eingerichtet und getestet werden, ehe das System vollständig in Betrieb genommen werden darf!

#### 3.8.3.1 Not-Halt-Tasten

Wird eine der Not-Halt-Tasten gedrückt, werden sofort sämtliche Antriebe von der Versorgungsspannung getrennt und die Sicherheitsbremsen der Motoren fallen ein.

Weitere Informationen zu den Not-Halt-Tasten und zum erneuten Freigeben des Sicherheitssystems finden Sie in der typenspezifischen Dokumentation zu Ihrem Roboter.

### 3.8.3.2 Laserscanner

Die sicherheitsgerichteten Laserscanner können benutzerdefinierte Sicherheitsfelder vor oder um den Roboter herum überwachen, die entsprechend der aktuellen Geschwindigkeit des Roboters dynamisch aktiviert werden. Bei Bedarf können diese Felder auch durch eine anwendungsspezifische Steuerungssoftware aktiviert werden. In diesem Fall ist nur die Steuerungssoftware für die korrekte Aktivierung der Sicherheitsfelder gemäß des aktuellen Zustands verantwortlich.

**Bemerkung:** Bitte beachten Sie, dass bei omnidirektionalen Robotern die Sicherheitsfelder nur per Software aktiviert werden können und nicht abhängig von der Geschwindigkeit des Roboters.

Sobald eine Person oder ein Hindernis innerhalb des aktuell aktiven Schutzfeldes erkannt wird, wird der Roboter sofort in den Not-Halt versetzt. Der Stopp wird automatisch zurückgesetzt, nachdem das Hindernis aus dem Feld entfernt wurde. Ein manuelles Zurücksetzen ist in diesem Fall nicht erforderlich.

Der Laserscanner ist als Sicherheitseinrichtung mit Performance Level d und SIL2 zugelassen. Es ersetzt vollständig die Sicherheitspuffer, die früher für autonome Fahrzeuge vorgeschrieben waren.

#### 3.8.3.3 Sonderfunktionen

Falls der Einsatz fremder Software auf der Roboterplattform oder dem Leitrechner erforderlich ist, kann dieser Software bei Bedarf gestattet werden, einen Not-Halt auszulösen und wieder freizugeben. Außerdem sind hardwareseitige Eingriffe in den Not-Halt-Kreis, etwa über Funk-Schalter oder Ähnliches, möglich.

Wenden Sie sich bitte an Neobotix, wenn Sie Sonderfunktionen realisieren möchten.

### 3.8.4 Aufenthalt im Gefahrenbereich

### 3.8.4.1 Nahbereich

Der Aufenthalt in der unmittelbaren Umgebung des Roboters ist generell zu vermeiden, solange sich das System nicht im vollen Not-Halt-Zustand befindet.

Warnung: Insbesondere das Mitfahren auf dem Roboter und das Beklettern sind generell untersagt.

### 3.8.4.2 Nähere Umgebung

Beim Aufenthalt in der Nähe des Roboters ist erhöhte Aufmerksamkeit und Vorsicht geboten. Die Schutzeinrichtungen sind vor dem Betrieb so einzustellen, dass mögliche Gefahren rechtzeitig erkannt und Verletzungen oder Kollisionen verhindert werden können.

Sollten aufgrund der Anforderungen des Einsatzfalles Einschränkungen am Sicherheitssystem vorgenommen werden, so ist gegebenenfalls auch der Aufenthalt in der näheren Umgebung des Roboters zu vermeiden. In solchen Fällen ist der Betreiber des Robotersystems für die Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit allein verantwortlich.

### 3.8.4.3 Weitere Umgebung

Sofern die Sicherheitsfunktionen des Roboters entsprechend ausgelegt sind, ist der Aufenthalt von Personen und Fahrzeugen in der weiteren Umgebung des Roboters problemlos möglich. Bitte lassen Sie sich bei Bedarf von Neobotix entsprechend beraten.

Alle betroffenen Personen sollten jedoch eine ausführliche Einweisung in das Verhalten und die potentiellen Gefahren des Robotersystems erhalten und müssen sich dementsprechend verhalten.

#### 3.8.5 Inbetriebnahme

Nach der Installation sowie nach Veränderungen an der Einsatzumgebung oder den Arbeitsabläufen ist eine überwachte Inbetriebnahme des gesamten Systems unter Berücksichtigung aller vorgesehenen Prozessschritte durchzuführen. Erst nach einem uneingeschränkt erfolgreichen Testlauf darf der automatische Betrieb aufgenommen werden.

Dies betrifft unter anderem geänderte Bewegungsbahnen und Zielpositionen, Parameter, Umgebungsbedingungen und übergeordnete Steuerungen.

Ebenso wird nach Reparaturen, Wartungsarbeiten und sonstigen Veränderungen ein überwachter Testlauf dringend empfohlen.

**Bemerkung:** Neobotix haftet in keiner Form für Verletzungen oder Schäden, die durch vor dem automatischen Betrieb feststellbare und / oder vermeidbare Fehler jeglicher Art verursacht werden.

## 3.8.6 Veränderungen am System

Mechanische, elektrische und softwaretechnische Arbeiten und Veränderungen sollten nur nach Absprache mit Neobotix und nach der notwendigen Einweisung bzw. Schulung erfolgen.

Sollen ein oder mehrere Roboter mehrmals oder sogar serienmäßig modifiziert werden, so ist in Absprache mit Neobotix sicherzustellen, dass alle an diesen Arbeiten beteiligten Personen die dafür notwendigen Kenntnisse besitzen. Modifizierte Roboter sind vor der Wiederinbetriebnahme auf ihre Funktionsfähigkeit und insbesondere auf die uneingeschränkte Einhaltung der Betriebssicherheit zu überprüfen.

**Achtung:** Bei eigenmächtigen oder unsachgemäßen Veränderungen am Robotersystem erlöschen alle Garantien. Gefahr und Verantwortung für den weiteren Betrieb gehen vollständig auf denjenigen über, der die Veränderungen angeordnet bzw. durchgeführt hat.

## 3.8.7 Zu erwartende Fehlbedienung

### 3.8.7.1 Personenbeförderung

**Gefahr:** Die Beförderung von Personen auf oder durch den mobilen Roboter ist gefährlich und generell verboten. Die Neobotix GmbH übernimmt keinerlei Haftung für Verletzungen und / oder Schäden die durch vom Roboter beförderte Personen verursacht werden.

#### 3.8.7.2 Schutzfelder

Die Schutzfelder des Laserscanners müssen vom Betreiber des Roboters vor jeder Inbetriebnahme in einem neuen Arbeitsumfeld oder in einer neuen Anwendung entsprechend konfiguriert und getestet werden. Falls mehrere unterschiedliche Schutzfelder verwendet werden sollen, so ist allein der Betreiber dafür verantwortlich, dass zu jedem Zeitpunkt das passende, sichere Schutzfeld aktiviert wird.

**Warnung:** Falsch eingestellte oder fehlerhaft aktivierte Schutzfelder führen zu einem unsicheren und unter Umständen sogar gefährlichen Betrieb des Roboters.

### 3.8.7.3 Umgebungsbedingungen

Bei der Auswahl und Vorbereitung der Umgebung ist darauf zu achten, dass sowohl die Lokalisierung als auch die Bewegungssteuerung zuverlässig arbeiten können.

Eine verlässliche Lokalisierung erfordert gut sichtbare Landmarken und eine exakte Umgebungskarte. Mehr Informationen zu diesem Thema finden Sie in der Dokumentation der eingesetzten Software. Bitte wenden Sie sich bei Fragen an Neobotix.

Für die Bewegungssteuerung ist ein ebener Untergrund erforderlich, auf dem es nicht zu Schlupf kommt. Verunreinigungen wie Staub, Sand, Öl oder Wasser können dazu führen, dass die Räder durchdrehen und der Roboter sich unkontrolliert bewegt. Außerdem kann es zum Verlust der Lokalisierung kommen, wodurch der Roboter eventuell seinen zugewiesenen Pfad verlässt und verbotene oder gefährliche Bereiche durchfährt.

**Gefahr:** Der Roboter darf nicht in Bereichen betrieben werden, in denen die Gefahr eines Sturzes über Treppenabgänge, Ladeplattformen oder Ähnliches besteht.

#### 3.8.7.4 Mechanische Überlast

Die angegebene maximale Zuladung darf nicht überschritten werden. Eine Überladung des Roboters kann zu einer verringerten Lebensdauer der Antriebseinheiten und zu Schäden am Roboter führen. Außerdem kann dadurch das Fahrverhalten beeinträchtigt werden, so dass vorgegebene Pfade nicht mehr eingehalten werden oder der Roboter unerwünschte Bewegungen ausführt.

## 3.8.7.5 Elektrische Überlast

Die Bordstromversorgung darf nicht überlastet werden. In extremen Fällen könnte es sonst zu Überhitzung, Beschädigung der elektrischen Leiter und zu Kurzschlüssen kommen.

Bitte wenden Sie sich an Neobotix, bevor Sie Umbauten der Elektrik des Roboters vornehmen.

### 3.8.7.6 Änderungen

Der Roboter muss immer ausgeschaltet und von allen Spannungsquellen getrennt sein, bevor Änderungen vorgenommen werden. Arbeiten am Roboter, während er an eine Stromquelle angeschlossen oder eingeschaltet ist, führen zur Gefahr eines Stromschlags für den Arbeiter und zu Schäden am Roboter.

Bemerkung: Weitere Informationen zur Wartung und zu Umbaumaßnahmen finden Sie unter Wartung (Seite 29).

### 3.8.8 Einrichten der Schutzfelder

Um gleichzeitig ausreichende Betriebssicherheit und hohe Beweglichkeit zu erreichen, muss das Schutzfeld des Laserscanners jeweils passend zur Roboterbewegung aktiviert werden. Je nach Anwendung, Einsatzumgebung und vorgesehener Geschwindigkeit müssen die verschiedenen Schutzfelder vor der Inbetriebnahme erst individuell konfiguriert werden. Falls das Schutzfeld nicht automatisch umgeschaltet sondern aktiv von der Steuerung gewählt werden soll, muss unter Umständen die Verdrahtung geändert und eine entsprechende Aktivierungsroutine in der Steuerungssoftware implementiert werden.

**Warnung:** Bei Auslieferung ist ein Satz Schutzfelder definiert, der den Standardroboter in den meisten Fällen zuverlässig absichert. Vor dem realen Einsatz müssen diese Einstellungen getestet und gegebenenfalls angepasst werden, um eine ausreichende Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Die Konfigurations- und Diagnosesoftware CDS der Firma Sick bietet alle Funktionen, die zum schnellen und komfortablen Einrichten der Schutzfelder notwendig sind. Über das dem Roboter beiliegende Konfigurationskabel können die Scanner an die serielle Schnittstelle eines beliebigen Rechners angeschlossen und eingerichtet werden.

Bemerkung: Das Sick-Standardpasswort ist SICKSAFE.

## 3.9 Sicherheitshinweise (Manipulatoren)

### 3.9.1 Roboterarme

### 3.9.1.1 Universal Robots

Die Roboterarme von Universal Robots wurden für die direkte Interaktion mit Menschen entwickelt. Ihre Sicherheitsfunktionen begrenzen Geschwindigkeit und Kraft und reduzieren so das Risiko von Verletzungen oder Schäden ganz erheblich.

**Warnung:** Nichtsdestotrotz kann es zu Kollisionen zwischen dem Arm und Personen oder Hindernissen kommen, bevor die Sicherheitsfunktionen zum Tragen kommen. Falls der Arm mit einem gefährlichen Werkzeug ausgerüstet wurde, kann es dabei zu schweren Verletzungen kommen.

### 3.9.2 Laserscanner

Der Roboterarm kann über die Grenzen der Laserscanner-Schutzfelder hinaus reichen, da diese bei Auslieferung für einen einfachen Transport des Roboters ausgelegt sind. Um einen sicheren Betrieb des mobilen Manipulators zu ermöglichen, müssen die Schutzfelder so eingestellt werden, dass sie den Arbeitsraum des Armes abdecken und Kollisionen zwischen dem Arm und allen Personen in der Nähe zuverlässig verhindern.

### 3.9.3 Vom Kunden durchzuführende Arbeiten

Mobile Manipulatoren sind sehr komplexe Robotersysteme. Ihre späteren Aufgaben konnten während der Entwicklungszeit nicht in allen Details vorhergesehen werden.

- Es muss durch den Kunden eine Gefährdungsbeurteilung des Gesamtsystems durchgeführt werden und die für einen sicheren Betrieb erforderlichen Maßnahmen müssen ermittelt werden.
- Alle für den sicheren Betrieb erforderlichen Maßnahmen müssen vom Kunden entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung umgesetzt werden. Die Verantwortung für den sicheren Betrieb liegt allein beim Kunden.
- Die übergeordnete Steuerungssoftware des Roboters muss vom Kunden bereitgestellt werden. Der sichere Betrieb des Roboters hängt stark von der zuverlässigen Funktion dieser Steuerung ab. Deshalb ist es notwendig, Geschwindigkeit und Arbeitsraum des Roboters auf sichere Bereiche zu begrenzen und jederzeit für eine exakte Koordination von Arm und Plattform zu sorgen.

Verschiedene Sicherheitsmaßnahmen können für die Arbeitssicherheit des mobilen Manipulators notwendig sein. Die folgende Liste gibt einen kurzen Überblick über mögliche Maßnahmen und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

- Die Laserscanner müssen entsprechend der jeweiligen Anwendung konfiguriert werden.
- Taktile Sensorleisten und Bumper können montiert werden.
- Geschwindigkeit, Leistung und Arbeitsraum des Roboterarms können begrenzt werden.
- Verkleidungen und Abschirmungen können an der Plattform montiert werden.

Bemerkung: Im Einzelfall können zusätzliche Maßnahmen für einen sicheren Betrieb nötig sein!

## 3.10 Wartung

### 3.10.1 Reinigung

Vor Beginn aller Reinigungsarbeiten sollte eine der Not-Halt-Tasten am mobilen Roboter betätigt oder der Roboter komplett ausgeschaltet werden. Dies gilt sowohl für die Reinigung des Roboters als auch für alle anderen Reinigungsarbeiten im Arbeitsbereich des Roboters.

**Achtung:** Falls der Roboter nicht in den Not-Halt-Zustand versetzt oder abgeschaltet wird, kann es zu unerwarteten Bewegungen, Kollisionen und Verletzungen kommen!

#### 3.10.1.1 Räder und Rollen

Auf den Laufflächen der Räder und Lenkrollen kann sich mit der Zeit Schmutz ablagern, der regelmäßig entfernt werden sollte. Bei starker Verschmutzung kann es vorkommen, dass die Räder nicht mehr rund laufen und der Roboter bei der Fahrt zunehmend Geräusche macht.

Eine starke Verschmutzung der Lenkrollen oder des Schleppkabels kann außerdem deren Fähigkeit zum Abbau von elektrostatischen Spannungen reduzieren.

#### 3.10.1.2 Sensoren

Die verschiedenen Sensoren sollten regelmäßig gereinigt werden, um einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten. Die Reinigung kann mit einer weichen Bürste oder einem feuchten Stofftuch erfolgen.

**Achtung:** Achten Sie unbedingt darauf, die Abdeckung des Laserscanners und die Membranen der Ultraschallsensoren nicht zu verkratzen. Schäden an diesen Bauteilen können zu erheblichen Funktionsstörungen führen!

## 3.10.2 Wartung und Reparaturen

### 3.10.2.1 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Bitte beachten Sie die folgenden allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen, um sichere und effiziente Arbeiten am Roboter zu ermöglichen.

- Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie Umbauten dürfen ausschließlich durch sachkundiges Personal vorgenommen werden. Die Anforderungen an sachkundiges Personal finden Sie unter Sachkundiges Personal (Seite 31).
- Ziehen Sie vor allen Arbeiten den Netzstecker bzw. trennen Sie den Roboter vom Batterieladegerät und der automatischen Ladestation.
- Trennen Sie außerdem alle Steckverbinder zwischen Batterien und Roboter.
- Befolgen Sie die allgemeinen 5 Sicherheitsgrundregeln für Arbeiten an elektrischen Systemen.

### 3.10.2.2 Verschleiß

Der mobile Roboter ist auf maximale Lebensdauer ausgelegt und nahezu wartungsfrei. Trotzdem ist es ratsam, den Roboter und alle zugehörigen Geräte und Komponenten regelmäßig auf Verschleiß und Abnutzungserscheinungen zu prüfen. Achten Sie dabei auf Folgendes:

- Mechanische Schäden an Bedienelementen, Verkleidungsteilen oder anderen Komponenten können den Berührschutz verringern und auch verspätet oder überraschend zu Fehlfunktionen führen.
- Anhaftender Schmutz, Schäden oder Verformungen an den Antriebsrädern oder Lenkrollen können zu unsicheren Fahrten und zum Verlust der Lokalisierung führen.
- Vibrationen und zunehmende Betriebsgeräusche können ein Hinweis auf reibende oder schleifende Teile oder mechanische Überlastung sein.
- Ungewöhnliche Hitzeentwicklung kann auf elektrische Überlast oder auf gealterte und ersetzungsbedürftige Akkus hinweisen.
- Eine abnehmende Betriebsdauer bis zum nächsten Ladezyklus deutet ebenfalls auf eine Alterung der Akkus hin.

#### 3.10.2.3 Reparaturen

Bei Fragen zu Reparaturen oder Ersatzteilen können Sie sich jederzeit an Neobotix wenden. Wir beraten und unterstützen Sie gerne.

Bitte beachten Sie in jedem Fall die folgenden Punkte:

- Verwenden Sie stets nur Ersatz- und Tauschteile mit den gleichen Merkmalen und Eigenschaften wie die Originalteile.
- Bringen Sie nach Abschluss der Arbeiten alle Abdeckungen und Verkleidungsteile wieder fest und korrekt an.
- Achten Sie darauf, auch alle Schirmungen, Erdungsbänder und sonstigen elektrischen Verbindungen wieder anzuschließen und festzuziehen.

### 3.10.2.4 Batterien

Die Batterien sollten regelmäßig überprüft werden und müssen nach einiger Zeit auch ersetzt werden. Weitere Informationen zu den Batterien finden Sie unter *Batterien* (Seite 9).

## 3.11 Sachkundiges Personal

Dieses Produkt darf nur von sachkundigem Personal umgebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden. Sachkundig ist, wer

- aufgrund seiner fachlichen Ausbildung und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf den für die jeweilige Arbeit erforderlichen Gebieten der Mechatronik und Robotik hat,
- vom Betreiber der Maschine in der Bedienung und den gültigen Sicherheitsrichtlinien unterwiesen wurde,
- mit den einschlägigen staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften, Richtlinien und allgemein anerkannten Regeln der Technik (z. B. DIN-Normen, VDE-Bestimmungen, technische Regeln) so weit vertraut ist, dass er den arbeitssicheren Zustand des Produkts beurteilen kann und
- Zugriff auf diese Unterlagen und hat und diese gelesen hat.

Als nicht-sachkundig gelten im Allgemeinen, aber nicht ausschließlich:

- Nicht mit dem Produkt vertraute Praktikanten oder Mitarbeiter,
- Besucher und Gäste,
- alle Mitarbeiter anderer Abteilungen des Unternehmens oder der Einrichtung, in der das Produkt betrieben wird.

Diese Liste ist nicht abschließend.

## 3.12 Entsorgung

### 3.12.1 Demontage

Wenn der mobile Roboter außer Dienst gestellt wird, sollte er zerlegt und seine Komponenten recycelt werden.

**Tipp:** Bevor der Roboter zerlegt werden kann, müssen das Ladegerät, alle anderen externen Stromzuführungen und die Batterien vom Roboter getrennt werden. Anschließend sollte für mindestens 30 Minuten nicht am Roboter gearbeitet werden, damit sich eventuell noch vorhandene Spannungen entladen können.

Die Demontage des Roboters sollte nur durch qualifiziertes Personal erfolgen, vorzugsweise durch jemanden, der bereits mit dem Roboter gearbeitet hat und die technischen Details kennt. Dies garantiert

- eine schnelle und problemlose Demontage,
- eine geringere Gefahr von Verletzungen und von Schäden an Bauteilen, die weiterverwendet werden sollen und
- eine ordnungsgemäße Trennung der Komponenten entsprechend ihrem Material und Recyclingverfahren

Weitere Informationen und Anforderungen an qualifiziertes Personal finden Sie unter *Sachkundiges Personal* (Seite 31).

## 3.12.2 Recycling

### 3.12.2.1 Wiederverwendbare Komponenten

Viele der Komponenten (z. B. die Motoren, die Antriebsverstärker und der Bordrechner) können vermutlich noch problemlos in anderen Systemen genutzt werden, auch wenn der Roboter das Ende seiner Verwendung erreicht hat.

Bitte prüfen Sie sorgfältig, welche Komponenten unmittelbar oder später weiterverwendet werden können und entfernen Sie diese Komponenten besonders sorgfältig.

**Tipp:** Das Wiederverwenden von Komponenten schont nicht nur Ressourcen und hilft der Umwelt, sondern spart auch erhebliche Kosten.

### 3.12.3 Rahmen

Der gesamte Rahmen besteht aus Aluminiumteilen und Verbindungselementen aus Stahl. Beide Materialien sollten vollständig getrennt an entsprechend zertifizierte Altmetallverwerter verkauft werden.

### 3.12.4 Elektrische Komponenten

Elektronikschrott und alte Kabel enthalten nicht nur wertvolle Rohstoffe, sondern stellen auch eine ernste Gefahr für die Umwelt dar.

**Achtung:** Sie dürfen nicht als Restmüll behandelt werden, sondern müssen gemäß der gesetzlichen Vorschriften bei geeigneten Verwertungsbetrieben abgegeben oder verkauft werden.

### 3.12.5 Batterien

Bemerkung: Informationen zu den verwendeten Batterien und deren Recycling finden Sie unter Batterien (Seite 9).

# KAPITEL 4

## Mobile Roboter



## 4.1 Erste Schritte

In diesem Kapitel werden die ersten Schritte beschrieben, um Ihren Roboter zum ersten Mal in Betrieb zu nehmen. Mit Hilfe der folgenden Schritte können Sie sich von der Funktionsfähigkeit der Hardware und Software des Roboters überzeugen und einige grundlegende Funktionalitäten testen.

## 4.1.1 Zubehör und Vorbereitung

**Tipp:** In der mit dem Roboter ausgelieferten Dokumentation finden Sie auch die Zugangsdaten zu Ihrem persönlichen Kundenbereich<sup>11</sup> auf unserer Website. Dort sind individuelle Unterlagen und Informationen zu individuellen Anpassungen an Ihrem Roboter sowie die Konfigurationsdateien aller relevanten Komponenten mit dem Stand bei Auslieferung gespeichert. Wenn Sie PlatformPilot verwenden, können Sie hier auch die GTK-GUI zum Einrichten des Roboters herunterladen.

In der Transportkiste finden Sie neben dem mobilen Roboter auch noch ein kabelgebundenes Ladegerät, verschiedene Kleinteile und einiges an Dokumentation. Für die erste Inbetriebnahme Ihres Roboters benötigen Sie den Hauptschlüssel, das kabellose Gamepad und den WLAN Access Point.



Packen Sie den Access Point aus und schließen Sie ihn über das mitgelieferte Kabel an das Netzteil oder an einen USB-Anschluss Ihres Computers an. Optional kann der Access Point auch per Ethernet-Kabel an das lokale Heimoder Firmennetzwerk angeschlossen werden, wenn während des Einrichtens Internetzugang benötigt wird.

Der Access Point spannt ein unabhängiges lokales WLAN-Netz auf, in dass sich der Roboter nach dem Start automatisch einklinkt. Den Netzwerknamen (SSID) und das Passwort finden Sie in der dem Roboter beigelegten Dokumentation. Sie können sich mit jedem Laptop in dieses Netz einwählen und dann mit dem Roboter kommunizieren, wie weiter unten beschrieben.

Der Schlüssel dient zum Ein- und Ausschalten des Roboters und zum Freigeben des Sicherheitssystems. Stecken Sie ihn für die ersten Tests einfach in den Schlüsselschalter. Für den regulären Betrieb sollte der Schlüssel jedoch nicht am Roboter verbleiben sondern unter der Aufsicht eines entsprechend *qualifizierten* (Seite 31) und eingewiesenen Bedieners stehen, der die Verantwortung für den sicheren Betrieb des Roboters übernimmt.

<sup>11</sup> https://www.neobotix-roboter.de/login/



Die Batterien des Gamepads wurden für den Transport entweder isoliert oder herausgenommen, um eine vorzeitige Entladung zu verhindern. Öffnen Sie das Batteriefach in der Unterseite des Gamepads und setzen Sie die beiliegenden Batterien dort ein oder entfernen Sie ggf. das Isolierband von den Batterien, bevor Sie das Fach wieder schließen.



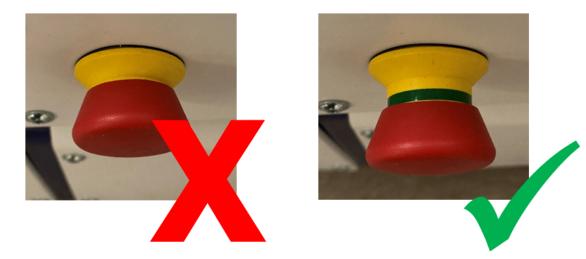
Abhängig vom Typ der verwendeten Akkus und dem Transportweg müssen nach dem Auspacken des Roboters zuerst die Akkus wieder eingebaut und angeschlossen werden. Die genaue Vorgehensweise dazu ist im Wartungs-Kapitel in der Betriebsanleitung Ihres Roboters beschrieben.

Wenn Ihr Roboter LiFePO4-Akkus verwendet, dann müssen diese ggf. noch aus dem Transportmodus geweckt werden, wie *hier* (Seite 10) erklärt. In jedem Fall müssen LiFePO4-Akkus erst aktiviert werden, indem der Wippschalter neben der Ladebuchse umgelegt wird. Erst dann kann der Roboter eingeschaltet werden.

### 4.1.2 Einschalten und Joystickfahrt

Eine detaillierte Beschreibung der Bedienelemente und der LED-Anzeigen finden Sie hier (Seite 8).

Entriegeln Sie vor dem Einschalten des Roboters alle Not-Halt-Tasten durch kurzes Drehen. Bei entriegelten Tasten ist zwischen der roten Pilztaste und dem gelben Sockel ein grünes Band zu sehen.



Drehen Sie zum Einschalten des Roboters den Schlüsselschalter kurz im Uhrzeigersinn.

### 4.1.2.1 ROX und EMROX Roboter

Nach einigen Sekunden hören Sie den Lüfter des Bordrechners anlaufen und etwas später leuchten die LED-Bänder rund um die Plattform auf. Der Roboter führt zuerst einen Selbsttest durch und wechselt durch alle verfügbaren Farben, bevor er zur regulären *Statusanzeige* (Seite 8) wechselt. Sobald der Roboter konstant grün leuchtet, ist er einsatzbereit.

#### 4.1.2.2 MP und MPO Roboter

Das LCD leuchtet sofort auf und zeigt die wichtigsten Informationen zum aktuellen Status. Nach etwa einer Minute ändert sich die Anzeige zu "Ready", sobald die Steuerung erfolgreich gestartet wurde und eine Verbindung zu allen Hardwaremodulen aufgebaut hat. Weitere Informationen zum LCD finden Sie *hier* (Seite 6).

Bitte beachten Sie, dass der MPO-700 und der MMO-700 eine Referenzfahrt der OmniDriveModules ausführen müssen, bevor der Roboter verfahren kann. Dazu müssen alle Not-Halt-Tasten entriegelt sein und es dürfen sich keine Hindernisse innerhalb der Scannerschutzfelder befinden. Alle OmniDriveModules drehen sich während der Referenzfahrt einmal um die Hochachse und bleiben dann mit nach außen gerichteten Rädern stehen. Während dieser Prozedur bleibt der Roboter auf der Stelle stehen.

### 4.1.2.3 Fahren mit der Fernsteuerung

Drücken Sie nun eine beliebige Taste auf dem Gamepad. Die grüne LED in der Mitte des Gamepads leuchtet kurz auf und signalisiert, dass eine Funkverbindung zur Roboterplattform hergestellt wurde.

**Bemerkung:** Abhängig von der verwendeten Steuerungssoftware muss das Gamepad über den Schiebeschalter an der Vorderseite in den passenden Modus geschaltet werden.

- Für PlatformPilot verwenden Sie die Stellung X.
- Für ROS muss der Schalter auf D stehen.



Drücken Sie die blaue Taste X, um den Roboter in den manuellen Joystickmodus zu schalten. Über die beiden Analogsticks können Sie den Roboter dann verfahren. Die rechte oberere Schultertaste RB dient als Totmannschalter und muss durchgehend betätigt werden, um den Roboter zu bewegen.

- Der linke Stick steuert die translatorische Bewegung, bei den Modellen Diff und Trike also die Fahrt vorwärts und rückwärts, bei den omnidirektionalen Modellen Argo und Meca die Bewegung in der Fläche.
- Der rechte Stick steuert die Drehungen, bei Diff und Trike also Kurvenfahrten und das Drehen auf der Stelle, bei Argo und Meca alle jederzeit überlagerten Drehungen.

### Warnung:

- Bei Auslieferung sind nur die grundlegenden Sicherheitsfunktionen aktiv und nur Basis-Schutzfelder konfiguriert. Je nach Umgebung, Aufbauten und Geschwindigkeit sind trotzdem Kollisionen möglich. Bitte seien Sie bei den ersten Fahrversuchen entsprechend vorsichtig und passen Sie die Sicherheitskonfiguration so bald wie möglich an Ihre individuellen Anforderungen an!
- Im Joystickmodus ist die vorausschauende Kollisionsvermeidung nicht aktiv und das Sicherheitssystem arbeitet rein reaktiv über die Schutzfelder der Laserscanner. Eine automatische intelligente Kollisionsvermeidung ist nur im Automatikmodus verfügbar.

## 4.1.3 Verbindung zur GUI aufbauen

### 4.1.3.1 PlatformPilot-GUI

Verbinden Sie Ihren Computer mit dem vom mitgelieferten Access Point aufgespannten Netz neo-training wie oben beschrieben.

Die voreingestellten IP-Adressen Ihrer Roboter sind 192.168.0.50 für den ersten, 192.168.0.51 für den zweiten und so weiter. Um sicher zu gehen, schauen Sie in der zu jeder Plattform mitgelieferten Dokumentation nach. Öffnen Sie einen Webbrowser (wir empfehlen Firefox) und geben Sie als Adresse http://192.168.0.50:8888 ein. Unter

dieser Adresse erreichen Sie die in PlatformPilot integrierte WebGUI und erhalten sofort einen Überblick über den Status des Roboters.

Für die Kartierung und weitere Einrichtung Ihrer Anwendung verwenden Sie bitte die GTK-GUI<sup>12</sup>, die in Ihrem Kundenbereich<sup>13</sup> der Neobotix-Website bereitsteht.

### 4.1.3.2 ROS

Wenn Sie ROS zur Steuerung des Roboters verwenden, bietet RViz eine gute Möglichkeit für die erste Verbindung und Kontrolle nach der Auslieferung. Eine Beschreibung der ersten Schritte finden Sie hier<sup>14</sup>.

### 4.1.4 Abschalten des Roboters

#### 4.1.4.1 ROX und EMROX Roboter

Drehen Sie zum Herunterfahren des Roboters den Schlüsselschalter nach links, bis die LED-Bänder weiß blinken. Halten Sie den Schlüssel in dieser Stellung, bis die LEDs konstant weiß leuchten. Während der Bordrechner herunterfährt verblasst das Licht langsam, bis der Roboter sich selbst abschaltet.

Falls der Roboter LiFePO4-Akkupacks verwendet und in den nächsten Tagen weder verwendet noch geladen werden soll, deaktivieren Sie die Akkus bitte wie *hier* (Seite 44) beschrieben.

#### 4.1.4.2 MP und MPO Roboter

Drehen Sie zum Herunterfahren des Roboters den Schlüsselschalter nach links, bis das LCD den Abschalt-Countdown anzeigt. Abhängig vom verbauten Bordrechnermodell läuft der Countdown entweder bis auf Null herunter oder der Roboter schaltet sich schon ein paar Sekunden früher aus.

### 4.1.5 Wichtige Basiseinstellungen

Je nach Einsatzort und der zu verwendenden Netzwerkinfrastruktur sind eventuell verschiedene Einstellungen direkt im Betriebssystem des Bordrechners notwendig. Alle Neobotix Roboter bieten die Möglichkeit, direkt per Monitor und Tastatur / Maus auf den Bordrechner zuzugreifen. Schneller und komfortabler geht es aber oft per VNC Fernzugriff.

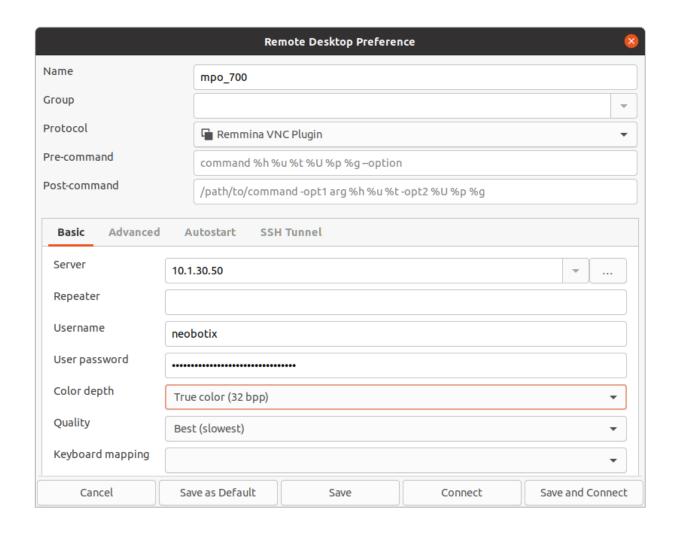
### 4.1.5.1 VNC Fernzugriff

Sobald der Roboter komplett hochgefahren ist und Ihr Laptop sich in das gleiche WLAN-Netz eingewählt hat, können Sie mit Hilfe einer entsprechenden Software eine VNC-Verbindung aufbauen. Für Windows hat sich TightVNC bewährt, unter vielen Ubuntu-Distributionen ist der Remmina Remote Desktop Client bereits vorinstalliert.

<sup>12</sup> https://neobotix-docs.de/pilot/#pilot-gui

<sup>13</sup> https://www.neobotix-roboter.de/login/

 $<sup>^{14}\</sup> https://neobotix-docs.de/ros/ros2/starting\_with\_ROS.html \#visualize-the-data-with-rviz$ 



### 4.1.5.2 Systemzeit und Hardware-Uhr

Standardmäßig ist die Hardware-Uhr auf UTC und die Zeitzone auf Berlin eingestellt. Wenn Sie die Plattform in einer anderen Zeitzone betreiben, ist es notwendig, diese Einstellungen anzupassen.

Außerdem sollte die Systemzeit nach Möglichkeit immer korrekt eingestellt sein, da sonst einige Funktionen nicht richtig funktionieren (wenn Sie sich von einem anderen PC aus mit der Plattform verbinden).

Die automatische Synchronisierung der Netzwerkzeit ist standardmäßig deaktiviert, da sie zu einem Ausfall der Plattform während des Betriebs führen kann. Um die Zeit einzustellen, ist es am besten, zuerst die Systemzeit (die nur temporär ist) mit Xfce Einstellungen >> Zeit und Datum einzustellen und dann die Hardware-Uhr wie folgt mit der aktuellen Systemzeit zu synchronisieren:

sudo hwclock -w

### **4.2 ROX**

### ↓ Als PDF herunterladen<sup>15</sup>

<sup>15</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/ROX.pdf



Die autonomen mobilen Roboter ROX bieten maximale Flexibilität und Anpassungsmöglichkeiten an individuelle Anforderungen. Gleichzeitig besitzen sie ein über alle Varianten hinweg einheitliches Design und Bedienkonzept und vereinfachen damit spätere Erweiterungen und Anpassungen von bestehenden Roboterinstallationen.

Der modular aufgebaute Trägerrahmen der ROX-Roboter kann nach Bedarf in Länge, Breite und Höhe an die jeweiligen Gegebenheiten angepasst und um verschiedene Aufbauten erweitert werden.

Als Fahrwerk innerhalb des Rahmens stehen verschiedene Kinematiken zur Verfügung, mit jeweils eigenen Vorteilen:

**Diff** Der mittig angeordnete Differentialantrieb ist sehr wendig und kompakt und die Standardlösung für einfache Anwendungen.

**Trike** Durch den starr an der Vorderseite der Plattform montierten Differentialantrieb wird eine sehr hohe Stabilität erreicht, bei gleichzeitig sehr geringen Kosten.

**Argo** Der Einsatz von ArgoDrive-Modulen verleiht dieser Lösung eine hohe Traglast und die Fähigkeit, sich jederzeit völlig frei und geschmeidig in alle Richtungen zu bewegen.

**Meca** Dank der Mecanum-Räder kann sich diese kostengünstigere Variante ebenfalls übergangslos in alle Richtungen bewegen.

Die Energieversorgung der ROX-Plattformen kann ebenfalls an die spezifische Anwendung angepasst werden. Als Basisversion sind klassische *AGM-Akkus* (Seite 9) verfügbar, die ideal sind für Anwendungen mit kleinem Budget und Einschichtbetrieb. Wenn kurze Ladezeiten und durchgehender Einsatz oder ein geringes Gewicht gefordert sind, sollten *LiFePO4-Akkus* (Seite 10) gewählt werden.

Beide Akkutechnologien sind als mechanisch identische Akkupacks erhältlich, von denen bis zu drei Packs des gleichen Type parallel geschaltet werde können, um die Laufzeit zu erhöhen.

Für verschiedenen Anwendungsfälle stehen zwei Steuerungen zur Verfügung.

- PlatformPilot<sup>16</sup> ist eine von Neobotix entwickelte professionelle Steuerungssoftware für autonome mobile Roboter, die vor allem für industrielle Anwendungen entwickelt wurde. Sie ist einfach zu bedienen und einzurichten und bietet optimale Unterstützung für omnidirektionale Roboter.
- ROS 2<sup>17</sup> ist ein quelloffenes Framework, das sich vor allem für Forschung und Entwicklung bewährt hat. Es bietet maximale Flexibilität und die Möglichkeit, beliebige weitere Funktionen und Module zu integrieren, erfordert aber ein fundiertes Hintergrundwissen.

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> https://www.neobotix-roboter.de/produkte/robotersoftware/neobotix-platformpilot

<sup>17</sup> https://www.neobotix-roboter.de/produkte/roboter-software/ros-2

### 4.2.1 Hinweise zum Betrieb

### 4.2.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der mobile Roboter wurde für den Dauerbetrieb in Werks- und Versuchshallen konzipiert. Er kann dort zum Transport von Material, Bauteilen und Geräten eingesetzt werden. Darüber hinaus ist er auch als mobiler Träger von Sensoren, Roboterarmen und anderen Spezialkomponenten geeignet.

Abhängig von der vorgesehenen Anwendung kann der mobile Roboter alleine, zusammen mit weiteren Roboterfahrzeugen und in Kombination mit stationären Systemen betrieben werden. Zusätzlich kann die Roboterplattform um die für die jeweilige Anwendung benötigten Anbauten erweitert werden. So können zum Beispiel eine Lastaufnahmemittel, ein Roboterarm oder spezielle Sensoren integriert werden.

Der mobile Roboter ist primär für den Einsatz in wettergeschützten Umgebungen vorgesehen. Von einem Einsatz im Außenbereich bei Regen, Nebel oder Schnee wird ausdrücklich abgeraten.

### 4.2.1.2 Unzulässige Verwendung

#### Gefahr:

- Der Roboter darf nicht zur Personenbeförderung eingesetzt werden. Weder dürfen Personen auf dem Roboter selbst mitfahren, noch darf der Roboter genutzt werden, um andere Fahrzeuge oder Anhänger mit darauf fahrenden Personen zu bewegen.
- Der mobile Roboter darf nicht ohne zusätzliche Sicherheitsprüfung in öffentlich zugänglichen Bereichen betrieben werden. Für einen öffentlichen Betrieb können zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen erforderlich sein.
- Die Betriebssicherheit des Roboters wurde auf Basis der vorgesehenen Verwendung und der Auslieferungskonfiguration bewertet und sichergestellt. Sowohl bei dauernden Veränderungen am Fahrzeug (Auf- und Anbauten) als auch bei temporären Veränderungen (z. B. Beladung) muss geprüft und bestätigt werden, dass ein sicherer Betrieb des Roboterfahrzeugs möglich ist.
- Ohne die oben beschriebene Prüfung darf der Roboter zu keiner Zeit ohne Aufsicht durch einen sachkundigen Bediener in der Nähe von Gästen, Passanten oder anderen nicht eingewiesenen Personen betrieben werden.
- Der Roboter darf nicht in Bereichen betrieben werden, in denen die Gefahr eines Sturzes über Treppenabgänge, Ladeplattformen oder ähnliches besteht. Dies kann zu schweren Verletzungen bis hin zum Tod führen!

#### 4.2.1.3 Einsatzumgebung

Die Einsatzumgebung des Roboters muss regengeschützt sein und einen ausreichend festen und mindestens besenreinen Untergrund besitzen. Außerdem muss der Boden, der vom Roboter befahren werden soll, eben und waagerecht sein.

**Tipp:** Steigungen, Kanten, Stufen und Unebenheiten können unter Umständen zu Problemen beim Fahren und bei der Lokalisierung führen. Unter gewissen Umständen kann es passieren, dass der Roboter seine Position nicht mehr korrekt bestimmen kann und deshalb unnötige oder problematische Pfade plant, beziehungsweise sein Ziel nicht mehr erreichen kann.

Regen oder starkes Spritzwasser können unter Umständen in den Roboter eindringen und zu Schäden führen. Funkenflug, starke Staubentwicklung und ähnliche Verschmutzungen können die Sensoren beeinträchtigen oder beschädigen und damit den sicheren Betrieb des Roboters gefährden. Schmutz und Flüssigkeiten auf der Fahrfläche können zu Schlupf und damit zu Problemen mit der Lokalisierung und Navigation führen.

Der Roboter besitzt keinerlei Möglichkeit, Treppenabgänge oder andere Absturzstellen zu erkennen. Bei einem Verlust der Lokalisierung oder einer fehlerhaften Programmierung besteht deshalb die Möglichkeit, dass der Roboter abstürzt.

**Warnung:** Prüfen und sichern Sie vor dem Einsatz des Roboters unbedingt alle erreichbaren Absturzstellen, um Verletzungen und Schäden zu verhindern.

### 4.2.1.4 Sachkundiges Personal

Dieses Produkt darf nur von sachkundigem Personal umgebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden.

Die Anforderungen an sachkundiges Personal finden Sie unter Sachkundiges Personal (Seite 31).

#### 4.2.1.5 Sicherheitshinweise

Bitte beachten Sie auch die allgemeinen Sicherheitshinweise zu Neobotix-Robotern, die Sie unter *Sicherheitshinweise* (Seite 23) finden.

#### Gefahrenstellen

#### **Fahrwerk**

Das Fahrwerk der ROX-Plattformen ist weitestgehend verkleidet und im normalen Betrieb unzugänglich, mit zwei Ausnahmen.

#### Warnung:

- Die Bodenfreiheit der ROX-Roboter ist so bemessen, dass Füße und Zehen nicht unter dem Chassis eingeklemmt werden können, wenn die betroffene Person Sicherheitsschuhe trägt. Bitte wenden Sie sich an Neobotix, wenn Sie andere Anforderungen haben.
- Die Mecanum-Räder des ROX-Meca sind nicht vollständig verkleidet und können durch absichtliches Eingreifen in den Schlitz zwischen unterem und oberem Hüllenteil berührt werden. Stellen Sie deshalb sicher, dass die Schutzfelder der Laserscanner für jede Situation korrekt eingestellt sind, und dass keine Passanten oder Kinder den Roboter anfassen können.

#### Konfiguration des Sicherheitssystems

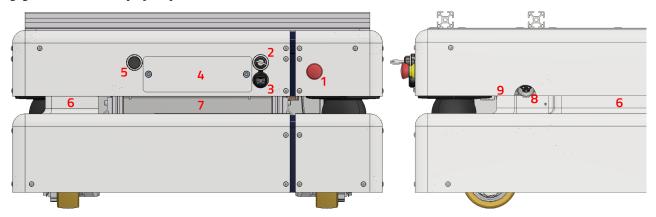
Das Sicherheitssystem und die Schutzfelder der Laserscanner sind bei Auslieferung mit Standardwerten vorkonfiguriert. Für viele einfache Anwendungen ohne besondere Bedingungen und Anforderungen bietet diese Konfiguration ein ausreichendes Sicherheitsniveau.

Trotzdem ist es generell empfehlenswert, sich mit dem Sicherheitssystem, den einzelnen Sicherheitsfunktionen und den Anforderungen der jeweiligen Anwendung vor der Inbetriebnahme des autonomen Roboters vertraut zu machen. Durch individuelle Anpassungen können in vielen Fällen die Betriebssicherheit weiter verbessert und gleichzeitig Ausfall- und Zykluszeiten minimiert werden.

**Gefahr:** Bei falsch eingestellten Schutzfeldern oder einer falsch konfigurierten Sicherheitssteuerung kann es zu schweren Verletzungen und Schäden kommen!

### 4.2.2 Bedienelemente

Die folgenden Abbildungen zeigen die Standardbedienelemente der ROX-Plattformen. Individuelle Änderungen sind gegebenenfalls in der projektspezifischen Dokumentation beschrieben.



1	Not-Halt-Tasten
2	Schlüsselschalter
3	Ethernet-Anschluss
4	Zugang zum Bordrechner
5	Bremsen-Löse-Taste (außer bei Version Argo)
6	LED-Beleuchtung
7	Typenschild
8	Ladebuchse
9	Akku-Aktivierungsschalter

#### 4.2.2.1 Not-Halt-Tasten

Durch Drücken einer der Not-Halt-Tasten wird der Roboter sofort stillgesetzt und alle weiteren Bewegungen verhindert. Zum Rücksetzen des Sicherheitssystems müssen alle betätigten Not-Halt-Tasten durch Drehen im Uhrzeigersinn entriegelt und der *Schlüsselschalter* (Seite 5) für ca. eine Sekunde nach rechts gedreht werden.

#### 4.2.2.2 Schlüsselschalter

Sehen Sie dazu Schlüsselschalter (Seite 5).

### 4.2.2.3 Ethernet-Anschluss

Diese Buchse bietet einen direkten Zugang zum internen Netzwerk des mobilen Roboters. Über sie kann unter anderem auch die Sicherheitssteuerung erreicht und anwendungsspezifisch programmiert werden.

### 4.2.2.4 Zugang zum Bordrechner

Alle Anschlüsse des Standard-Bordrechners sind von außen zu erreichen.

#### 4.2.2.5 Bremsen-Löse-Taste

Mit dieser Taste können die Bremsen alle Fahrantriebe auch bei abgeschaltetem Roboter manuell gelüftet werden, um den Roboter zu verschieben. Solange die Bremsen bei abgeschaltetem Roboter gelüftet sind, leuchten rote Warnleuchten an der vorderen rechten und der hinteren linken Ecke der Plattform.

Das Sicherheitssystem des ROX überwacht den Zustand der Bremsen und geht automatisch in den Not-Halt-Zustand, wenn die Bremsen manuell gelüftet wurden. Das Rücksetzen des Not-Halts und ein aktives Verfahren des Roboters sind erst möglich, wenn die Bremsen wieder geschlossen sind.

### 4.2.2.6 LED-Beleuchtung

Sehen Sie dazu *LED-Beleuchtung* (Seite 8).

#### 4.2.2.7 Ladebuchse

Hier kann das Batterieladegerät angeschlossen werden. Nähere Informationen finden Sie unter Ladevorgang (Seite 14).

### 4.2.2.8 Akku-Aktivierungsschalter

Wenn LiFePO4-Akkus verwendet werden, besitzt der ROX einen Wippschalter, mit dem die Akkus in Standby-Modus versetzt werden können.

Das in die LiFePO4-Akkus integrierte Batteriemanagementsystem (BMS) überwacht fortwährend den Zustand der Akkus und verhindert Über- und Tiefentladung ebenso wie Schäden durch Überhitzung, Überstrom und ähnliches. Dazu benötigt es jedoch Energie, die über längere Zeit hinweg die Akkus in einem abgeschalteten Roboter entladen würde. Im Standby-Modus ist dieser Energiebedarf deutlich reduziert und der Roboter kann auch mehrere Wochen ohne erneutes Aufladen überstehen. Allerdings sind in diesem Modus die Ausgänge der Akkus spannungsfrei geschaltet und die Akkus können weder geladen noch kann der Roboter eingeschaltet werden.

**Tipp:** Schalten Sie die Akkus des ROX immer in den Standby-Modus, wenn der Roboter voraussichtlich mehrere Tage lang nicht verwendet werden wird oder bereits weitgehend entladen ist und nicht zeitnah wieder geladen werden kann.

AGM-Akkus stehen immer unter Spannung und können nicht deaktiviert werden.

### 4.2.3 Mechanische Eigenschaften

### 4.2.3.1 Abmessungen

## **Gemeinsame Abmessungen aller Modelle**

Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Bodenfreiheit der Verkleidung	H1	30
Höhe der Scanebene	H2	190
Höhe der Not-Halt-Tasten	Н3	251.5
Höhe der Deckplatte	H4	330
Höhe der Anbauprofile	H5	360
Breite der Anbauprofile	W1	634
Breite der Verkleidung	W3	680
Mittenabstand der Anbauprofilpaare	L5	166

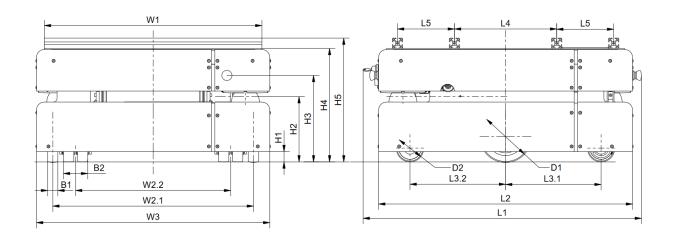
### Gemeinsame Abmessungen aller kurzen Modelle (Diff, Trike, Argo)

Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Länge über alles	L1	811
Länge der Verkleidung	L2	740
Mittenabstand der inneren Anbauprofile	L4	298

## Gemeinsame Abmessungen aller langen Modelle (Meca, Modelle mit doppelter Kapazität)

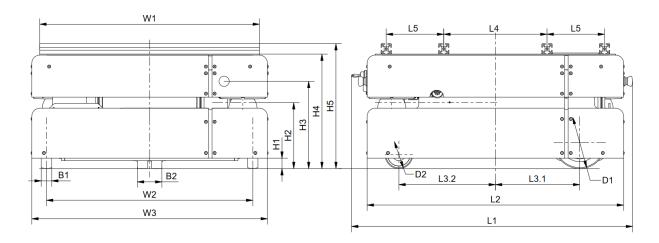
Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Länge über alles	L1	1071
Länge der Verkleidung	L2	1000
Mittenabstand der inneren Anbauprofile	L4	585

### Abmessungen des ROX-Diff



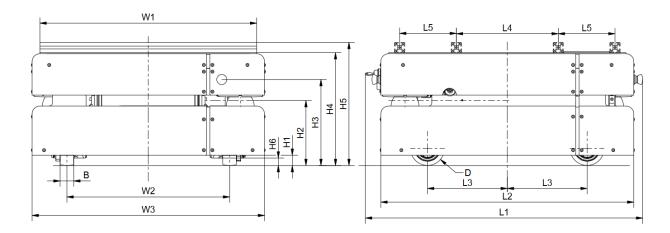
Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Abstand der voreilenden Lenkrollen zur Fahrzeugmitte	L3.1	188.5
Abstand der nachlaufenden Lenkrollen zur Fahrzeugmitte	L3.2	278.5
Spurweite der Antriebsräder	W2.1	585
Spurweite der Lenkrollen	W2.2	452
Breite der Antriebsräder	B1	30
Breite der Lenkrollen	B2	70
Durchmesser der Antriebsräder	D1	150
Durchmesser der Lenkrollen	D2	80

## Abmessungen des ROX-Trike



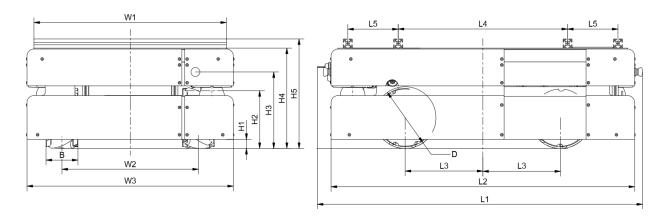
Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Abstand der Antriebsräder zur Fahrzeugmitte	L3.1	243.5
Abstand der Lenkrolle zur Fahrzeugmitte	L3.2	278.5
Spurweite der Antriebsräder	W2	595.5
Breite der Antriebsräder	B1	30
Breite der Lenkrollen	B2	70
Durchmesser der Antriebsräder	D1	150
Durchmesser der Lenkrollen	D2	80

## Abmessungen des ROX-Argo



Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Abstand der Antriebsräder zur Fahrzeugmitte	L3	233.5
Bodenfreiheit der ArgoDrive-Träger	Н6	21
Spurweite der Antriebsräder	W2	476
Breite der Antriebsräder	В	40
Durchmesser der Antriebsräder	D	100

## Abmessungen des ROX-Meca



Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Abstand der Antriebsräder zur Fahrzeugmitte	L3	256
Spurweite der Antriebsräder	W2	449.5
Breite der Antriebsräder	В	105
Durchmesser der Antriebsräder	D	203.2

### 4.2.3.2 Absolute Grenzwerte

Warnung: Ein Überschreiten dieser Grenzwerte kann zu Fehlfunktionen führen oder den Roboter beschädigen!

### Gemeinsame Grenzwerte aller Modelle

Beschreibung	Einheit	Wert
Lagertemperatur	°C	-20 +50
Betriebstemperatur (Umgebungstemperatur)	°C	0 +30

### **Grenzwerte des ROX-Diff**

Beschreibung	Einheit	Wert
Traglast	kg	300
Höchstgeschwindigkeit	m/s	1.5
Maximale Schwelle zum Überfahren (≤ 0.25m/s)	mm	10
Maximale Schwelle zum Überfahren (Höchstgeschwindigkeit)	mm	5

### Grenzwerte des ROX-Trike

Beschreibung	Einheit	Wert
Traglast	kg	300
Höchstgeschwindigkeit	m/s	1.5
Maximale Schwelle zum Überfahren (≤ 0.25m/s)	mm	15
Maximale Schwelle zum Überfahren (Höchstgeschwindigkeit)	mm	5

## Grenzwerte des ROX-Argo

Beschreibung	Einheit	Wert
Traglast	kg	500
Höchstgeschwindigkeit	m/s	2.0
Maximale Schwelle zum Überfahren (≤ 0.25m/s)	mm	10
Maximale Schwelle zum Überfahren (Höchstgeschwindigkeit)	mm	5

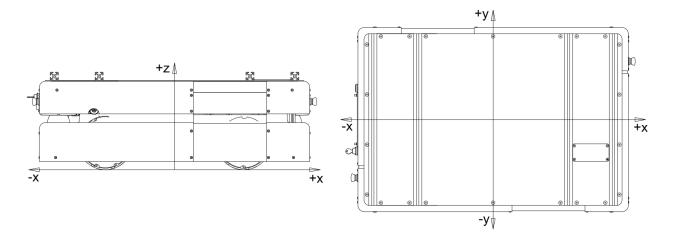
### **Grenzwerte des ROX-Meca**

Beschreibung	Einheit	Wert
Traglast	kg	400
Höchstgeschwindigkeit	m/s	2.0
Maximale Schwelle zum Überfahren (≤ 0.25m/s)	mm	10
Maximale Schwelle zum Überfahren (Höchstgeschwindigkeit)	mm	5

### 4.2.3.3 Sensorpositionen

Alle Abstände sind in Millimetern angegeben, gemessen relativ zum Koordinatensystem der Plattform. Alle Winkel sind in Grad, gemessen mathematisch positiv gegen die Fahrtrichtung.

"Kurz" bezieht sich auf die Standardausführungen der Modelle Diff, Trike und Argo, "lang" gilt für die Standardausführung des Modells Meca.



Sensor	X-Pos. "kurz"	X-Pos. "lang"	Y-Pos.	Z-Pos.	Winkel a
Laserscanner vorne links	299	429	269	190	45
Laserscanner hinten rechts	-299	-429	-269	190	225

### 4.2.3.4 Elektrische Kennwerte und sonstige Daten

### Eigenschaften der internen Komponenten

Beschreibung	Einheit	Wert
Encoderauflösung der Motoren	Inkr. / Umdr.	4096
Nennspannung der Batterien	V	48
Maximale ungeregelte Spannung	V	57.6
C5-Kapazität der AGM-Batterien	Ah	26
Nennkapazität der LiFePO4-Batterien	Ah	21
Gewicht eines AGM-Akkupacks	kg	37
Gewicht eines LiFePO4-Akkupacks	kg	14

### Sonstige Eigenschaften

Beschreibung	Einheit	Wert
Gewicht ROX-Diff	kg	
Gewicht ROX-Trike	kg	
Gewicht ROX-Argo	kg	
Gewicht ROX-Argo	kg	
Voraussichtliche Arbeitszeit	a	10
Schutzart	IP	12

### 4.2.3.5 Anschluss von Zusatzkomponenten

An die zentrale Steuerplatine RelayBoard können verschiedene optionale Komponenten angeschlossen und weitere Geräte versorgt werden. Außerdem bietet sie Anschlussmöglichkeiten für vier Tasten, vier Digitaleingänge (24 V) und vier Solid State Relaisausgänge.

Auch an den internen Reihenklemmen sind einige freie Anschlusspunkte verfügbar. Bei Bedarf können zusätzliche Reihenklemmen, Steckverbinder, Spannungswandler und andere Anschlüsse integriert werden.

Nähere Informationen und technische Daten sind auf Anfrage erhältlich.

Weitere Informationen zu den verwendeten Steckverbindern finden Sie unter Steckverbinder (Seite 19).

### 4.2.4 Wartung

Weitere wichtige Informationen zu Wartung, Reinigung und zu allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen bei Arbeiten am mobilen Roboter finden Sie unter *Wartung* (Seite 29).

Die Wartung eines ROX ist sehr einfach und schnell durchzuführen. So lange die Hinweise dieses Kapitels im Gedächtnis behalten und der Roboter entsprechend behandelt wird, sind keine größeren Arbeiten notwendig.

Bitte beachten Sie die folgenden Punkte:

- Halten Sie den Roboter stets sauber. Staub und Schmutz können die bewegten Teile beschädigen und die Lebensdauer herabsetzen. Metallspäne und metallische Objekte können im Inneren des Roboters zu Kurzschlüssen führen.
- Prüfen Sie regelmäßig alle elektrischen Verbindungen, vor allem die Hochstromstecker, auf Zeichen von Verschleiß.
- Trennen und verbinden Sie keine Stecker unter Last. Schalten Sie den Roboter immer vollständig aus, ehe Sie die elektrischen Verbindungen verändern.

**Warnung:** Schalten Sie den Roboter immer komplett aus und trennen Sie ihn von der Batterie und allen anderen Stromquellen, bevor Sie mit Arbeiten am Roboter beginnen. Bei Arbeiten am unter Spannung stehenden Roboter besteht die Gefahr schwerer Verletzungen und / oder Schäden!

### 4.2.4.1 Reinigung

Um eine hohe Lebensdauer und einen erfolgreichen Einsatz zu gewährleisten, sollte der Roboter regelmäßig kontrolliert und gereinigt werden. Allgemeine Informationen zur Reinigung des Roboters und der Sensoren finden Sie unter *Wartung* (Seite 29).

#### 4.2.4.2 Batterien

Allgemeine Informationen zu den verwendeten Akkus, zum richtigen Aufladen und zum Recycling finden Sie unter *Batterien* (Seite 9).

AGM-Akkus verlieren bereits nach wenigen hundert Zyklen deutlich an Kapazität und müssen je nach Anwendung oft schon nach ein oder zwei Jahren ausgetauscht werden. LiFePO4-Akkus dagegen sind für mindestens 10.000 Zyklen ausgelegt und müssen erst erheblich später ersetzt werden, wenn überhaupt. Der Austausch der Akkupacks ist beim ROX für beide Akkutypen nahezu identisch und sehr einfach.

Warnung: Falls der Roboter mehr als ein Akkupack enthält:

- Kombinieren Sie niemals AGM- und LiFePO4-Akkupacks!
- Verwenden Sie ausschließlich Sätze aus zusammengehörigen Akkupacks und vermischen Sie nicht die Akkupacks mehrerer Roboter.
- Falls Sie die Akkus außerhalb des Roboters laden, dann achten Sie unbedingt auf eine gleichmäßige Ladung und Spannung aller Akkupacks. Bitte wenden Sie sich an Neobotix, wenn Sie entsprechende Kabel oder Hilfsmittel benötigen.

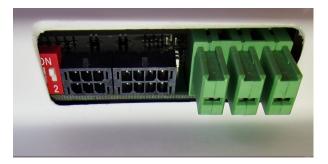
Der gleichzeitige Einsatz von Akkupacks, deren Alter oder Ladestand sich unterscheidet, kann zu hohen Strömen, Überhitzung und schweren Schäden führen!

#### Akkus ausbauen

- 1. Fahren Sie den Roboter herunter.
- 2. Trennen Sie den Roboter vom kabelgebundenen Ladegerät und entfernen Sie ihn von der Ladestation.
- Im Fall von LiFePO4-Akkus deaktivieren Sie die Akkus über den entsprechenden Wippschalter. Der Roboter darf sich nun nicht mehr einschalten lassen.
- 4. Lösen Sie die Schrauben an der seitlichen Verkleidung der Plattform und entfernen Sie die Batterieabdeckung.
- 5. Im Fall von LiFePO4-Akkus trennen Sie die Kommunikationskabel mit den schwarzen Steckern von den Akkus. Dazu muss die Verriegelung an den Steckern gelöst werden.
- 6. Trennen Sie die Starkstromkabel mit den großen grünen Steckern von den Akkus.
- 7. Lösen Sie die Schrauben an den Aluprofilen, die die Akkus gegen Verrutschen sichern, und entfernen Sie die Profile.
- 8. Ziehen Sie die Akkupacks vorsichtig aus der Plattform heraus und achten Sie dabei darauf, dass sie am Ende der Führungsschienen nicht herabfallen.
- 9. Eventuell sind weitere Schritte notwendig, falls der Roboter weitere Akkupacks enthält, zum Beispiel im Aufbau.

### Akkus einsetzen

- 1. Setzen Sie das neue Akkupack auf die Führungsschiene und schieben Sie es bis zum Anschlag hinein. Im Fall von LiFePO4-Akkus achten Sie dabei gegebenenfalls darauf, die Akkus in die korrekten Aufnahmen einzusetzen, so dass vor allem das Akkupack mit aktiviertem CAN-Abschlusswiderstand richtig platziert ist (siehe Punkt 3.).
- 2. Befestigen Sie die Aluprofile vor den Akkus und schrauben Sie sie fest.
- 3. Im Fall von LiFePO4-Akkus verbinden Sie die Kommunikationskabel mit den schwarzen Steckern mit allen Akkupacks. Vergewissern Sie sich, dass der rote Mikroschalter des CAN-Abschlusswiderstands
  - 1. beim letzten Akkupack, an das nur ein einziges Kommunikationskabel angeschlossen ist, aktiviert ist (Stellung ON, außen)



- 2. bei allen anderen Akkus nicht aktiviert ist (Stellung 2, innen).
- 4. Verbinden Sie die Hochstromkabel mit den grünen Steckern mit den Akkupacks.
- 5. Montieren Sie die äußere Verkleidung wieder und schrauben Sie sie fest.
- 6. Im Fall von LiFePO4-Akkus aktivieren Sie die Akkus über den Wippschalter, wenn Sie den Roboter zeitnah laden oder verwenden möchten.

### 4.2.5 Entsorgung

Gerne nehmen wir Ihren ausgedienten Roboter kostenfrei zurück, falls Sie ihn nicht selbst entsorgen können oder wollen. Bitte kontaktieren Sie uns über die Kontaktmöglichkeiten auf unserer Website<sup>18</sup>.

Weitere Informationen zur Entsorgung und zum Recycling finden Sie hier (Seite 31).

### 4.2.6 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

### 4.2.6.1 EG-Konformitätserklärung



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die relevanten EU-Richtlinien erfüllt. Für nähere Angaben wenden Sie sich bitte an Neobotix.

### 4.2.6.2 Informationen zu RoHS



Mobile Roboter sind als *bewegliche Maschinen* explizit vom Geltungsbereich der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU ausgeschlossen. Trotzdem haben wir uns am Geist der RoHS-Richtlinie orientiert und auf gefährliche oder schädliche Stoffe so weit wie technisch möglich verzichtet.

<sup>18</sup> https://www.neobotix-roboter.de/

### 4.3 MPO-500

### ↓ Als PDF herunterladen<sup>19</sup>



Der mobile Roboter MPO-500 verfügt über vier Mecanum-Räder, die für eine außergewöhnliche Wendigkeit sorgen. Jedes Mecanum-Rad hat mehrere unabhängige Rollen, die entlang seines Umfangs montiert sind. Die Achsen der Rollen sind um 45° zur Hauptachse des Rades gedreht. Dieses Design ermöglicht es dem Roboter, sich sofort in jede Richtung zu bewegen: **Die Mecanum-Räder machen ihn wirklich omnidirektional**.

Diese Kinematik bietet eine Reihe von interessanten Vorteilen gegenüber anderen Systemen wie Omni-Rädern oder den *Fahr-Dreh-Modulen* (Seite 117) des *MPO-700* (Seite 64):

- Mecanum-Räder haben sich seit 1973 weltweit bewährt.
- sie benötigen nur ein sehr einfaches und robustes Antriebssystem,
- sie erlauben eine sofortige Bewegung ohne Ausrichtung und
- die erforderliche Steuerungssoftware ist sehr einfach.

Diese außergewöhnlichen Eigenschaften haben Mecanum-Räder zu einer sehr beliebten Lösung insbesondere in der Robotikforschung gemacht.

### 4.3.1 Hinweise zum Betrieb

### 4.3.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der MPO-500 wurde für den Einsatz in der Servicerobotik-Forschung konzipiert. Er kann dort für verschiedenste Experimente und Tests zum Beispiel in den Bereichen autonome Fahrzeuge, mobile Manipulation oder Fabrikautomatisierung eingesetzt werden.

Abhängig von der vorgesehenen Anwendung kann der MPO-500 alleine, zusammen mit weiteren Roboterfahrzeugen und in Kombination mit stationären Systemen betrieben werden. Zusätzlich kann die Roboterplattform um die für die jeweilige Anwendung benötigten Anbauten erweitert werden. So können zum Beispiel eine Ladefläche, ein Roboterarm oder spezielle Sensoren integriert werden.

Der MPO-500 ist ausschließlich für den Einsatz in Labors, Versuchshallen und vergleichbaren Umgebungen vorgesehen. Von einem Einsatz in anderen Umgebungen, insbesondere im Außenbereich, in Büros oder Wohnräumen oder in Fertigungshallen, wird ausdrücklich abgeraten.

<sup>19</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/MPO-500.pdf

### 4.3.1.2 Unzulässige Verwendung

### Gefahr:

- Der Roboter darf nicht zur Personenbeförderung eingesetzt werden. Weder dürfen Personen auf dem Roboter selbst mitfahren, noch darf der Roboter genutzt werden, um andere Fahrzeuge oder Anhänger mit darauf fahrenden Personen zu bewegen.
- Der mobile Roboter darf nicht ohne zusätzliche Sicherheitsprüfung in öffentlich zugänglichen Bereichen betrieben werden. Sowohl bei dauernden Veränderungen am Fahrzeug (Auf- und Anbauten) als auch bei temporären Veränderungen (z. B. Beladung) muss geprüft und bestätigt werden, dass ein sicherer Betrieb des Roboterfahrzeugs möglich ist.
- Ohne die oben beschriebene Prüfung darf der Roboter zu keiner Zeit ohne Aufsicht durch einen sachkundigen Bediener in der Nähe von Gästen, Passanten oder anderen nicht eingewiesenen Personen betrieben werden.
- Der Roboter darf nicht in Bereichen betrieben werden, in denen die Gefahr eines Sturzes über Treppenabgänge, Ladeplattformen oder ähnliches besteht. Dies kann zu schweren Verletzungen bis hin zum Tod führen!

### 4.3.1.3 Einsatzumgebung

Die Einsatzumgebung des Roboters muss regengeschützt sein und einen ausreichend festen und mindestens besenreinen Untergrund besitzen. Außerdem muss der Boden, der vom Roboter befahren werden soll, eben und waagerecht sein.

**Tipp:** Steigungen, Kanten, Stufen und Unebenheiten können unter Umständen zu Problemen beim Fahren und bei der Lokalisierung führen. Unter gewissen Umständen kann es passieren, dass der Roboter seine Position nicht mehr korrekt bestimmen kann und deshalb unnötige oder problematische Pfade plant, beziehungsweise sein Ziel nicht mehr erreichen kann.

Regen oder starkes Spritzwasser können unter Umständen in den Roboter eindringen und zu Schäden führen. Funkenflug, starke Staubentwicklung und ähnliche Verschmutzungen können die Sensoren beeinträchtigen oder beschädigen und damit den sicheren Betrieb des Roboters gefährden. Schmutz und Flüssigkeiten auf der Fahrfläche können zu Schlupf und damit zu Problemen mit der Lokalisierung und Navigation führen.

Der Roboter besitzt keinerlei Möglichkeit, Treppenabgänge oder andere Absturzstellen zu erkennen. Bei einem Verlust der Lokalisierung oder einer fehlerhaften Programmierung besteht deshalb die Möglichkeit, dass der Roboter abstürzt

**Warnung:** Prüfen und sichern Sie vor dem Einsatz des Roboters unbedingt alle erreichbaren Absturzstellen, um Verletzungen und Schäden zu verhindern.

### 4.3.1.4 Sachkundiges Personal

Dieses Produkt darf nur von sachkundigem Personal umgebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden.

Die Anforderungen an sachkundiges Personal finden Sie unter Sachkundiges Personal (Seite 31).

#### 4.3.1.5 Sicherheitshinweise

Bitte beachten Sie auch die allgemeinen Sicherheitshinweise zu Neobotix-Robotern, die Sie unter *Sicherheitshinweise* (Seite 23) finden.

#### Gefahrenstellen

#### Räder

Aufgrund ihrer besonderen Bauform besitzen die vier Mecanum-Räder des MPO-500 ein größeres Gefährdungspotential als herkömmliche Räder. Bitte beachten Sie die folgenden Punkte, um Verletzungen und Beschädigungen vorzubeugen:

- Greifen Sie nie an oder in die R\u00e4der des betriebsbereiten Roboters und hindern Sie auch G\u00e4ste, Passanten und vor allem Kinder daran.
- Achten Sie darauf, dass weder Teile der Ladung noch Teile der Aufbauten, wie etwa Kabel, in die N\u00e4he der R\u00e4der gelangen kann.
- Sorgen Sie dafür, dass der Fahrbereich des Roboters frei von Objekten ist, die in die Räder gelangen könnten. Anders als bei normalen Rädern besteht bei Mecanum-Rädern die Möglichkeit, dass zum Beispiel Kabel nicht nur überfahren sondern auch in die Räder hineingezogen werden.
- Sollten zusätzliche Schutzmaßnahmen nötig sein, wenden Sie sich bitte an Neobotix. Wir entwerfen gerne eine individuell für Ihre Anwendung geformte Verkleidung.

### **Batterieschublade**

Die Außenseite des Roboters und die Batterieschublade selbst sind auch im Betrieb vollständig berührsicher. Nach dem Öffnen der Batterieschublade besteht jedoch die Möglichkeit, in das Innere des Roboters zu fassen und stromführende Bauteile zu berühren.

**Warnung:** Fassen Sie niemals in das Innere des eingeschalteten Roboters. Es besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages!

Alle Kabel an den Batterien und der Batterieschublade sind so verlegt und bemessen, dass bei normaler Handhabung keine Beschädigungen auftreten können. Falls jedoch Kabel verändert oder sehr ungünstig verlegt wurden, kann es unter Umständen zu Schäden an stromführenden Leitungen kommen.

**Warnung:** Achten Sie beim Schließen der Schublade immer darauf, dass keine Kabel in den Teleskopschienen oder zwischen Schublade und Wanne eingeklemmt werden. Bitte wenden Sie sich umgehend an Neobotix, falls Sie Beschädigungen der Kabel entdecken.

Ein Roboter mit beschädigten Batteriekabeln darf auf keinen Fall weiter betrieben werden!

### Scannerpositionen

Die Höhe der Sichtebene der Laserscanner muss entsprechend der Sicherheitsanforderungen der jeweiligen Anwendung gewählt werden. Falls sich der Roboter vollständig autonom in Gebieten bewegen soll, in denen er unter Umständen auf bewusstlose Personen treffen kann, sollte die Sichtebene nicht höher als 200 mm über dem Boden liegen.

Jeder Scanner besitzt ein 270° weites Sichtfeld, das symmetrisch zum Gehäuse des Scanners liegt. Je nach Positionierung der Scanner kann es deshalb zu nicht einsehbaren Bereichen oder Verdeckungen kommen. Auch diese Effekte müssen bei der Wahl der Scannerpositionen berücksichtigt werden, um einen sicheren Betrieb des Roboters zu gewährleisten.

Bitte wenden Sie sich an Neobotix, falls die Positionen der Laserscanner verändert werden sollen.

### 4.3.2 Bedienelemente

Die Abbildung zeigt die Hintenansicht des MPO-500 und die wichtigsten Bedienelemente.

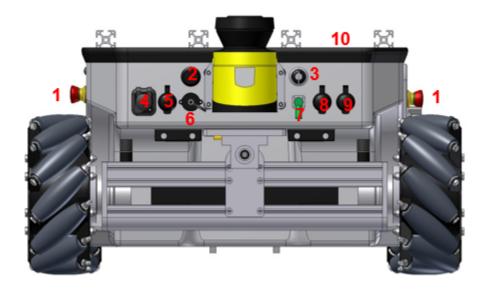


Abb. 1: Bedienelemente des MPO-500

1	Not-Halt-Tasten
2	Bremsen-Lösen-Taste
3	Schlüsselschalter
4	HDMI-Buchse
5	Joystick-Empfänger
6	Ladebuchse
7	Scanner-Anschluss
8	Ethernet-Buchse
9	USB-Buchse
10	LC-Display

### 4.3.2.1 Not-Halt-Tasten

Durch Drücken von einer der beiden Tasten wird der Roboter sofort sicher stillgesetzt. Dazu werden die Antriebe von der Stromversorgung getrennt und die Sicherheitsbremsen aktiviert. Zum Rücksetzen des Sicherheitssystems müssen alle betätigten Not-Halt-Tasten durch Drehen im Uhrzeigersinn entriegelt und der *Schlüsselschalter* (Seite 5) für ca. eine Sekunde nach rechts auf Position II gedreht werden.

### 4.3.2.2 Schlüsselschalter

Sehen Sie dazu Schlüsselschalter (Seite 5).

#### 4.3.2.3 Bremsen-Löse-Taste

Mit dieser Taste können die Sicherheitsbremsen alle Fahrantriebe auch bei abgeschaltetem Roboter manuell gelüftet werden, um den Roboter zu verschieben.

### 4.3.2.4 Ladebuchse

Hier kann das Batterieladegerät angeschlossen werden. Nähere Informationen finden Sie unter Ladevorgang (Seite 14).

### 4.3.2.5 LC-Display

Hier werden die wichtigsten Informationen zum aktuellen Zustand des Roboters dargestellt.

Nähere Informationen finden Sie im Kapitel Das LC-Display (Seite 6).

### 4.3.2.6 Zugang zum Bordrechner

Eine HDMI-Buchse, eine USB-Buchse und ein Ethernet-Anschluss können genutzt werden, um direkt auf dem Rechner zu arbeiten und ihn für einen neuen Einsatz vorzubereiten.

### 4.3.3 Mechanische Eigenschaften

### 4.3.3.1 Abmessungen

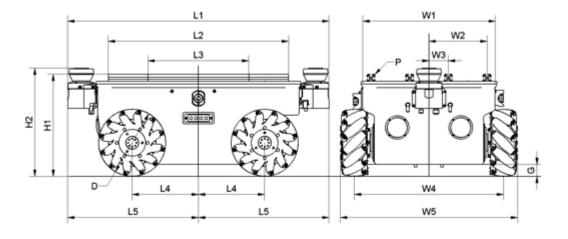


Abb. 2: Abmessungen des MPO-500

Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Durchmesser der Antriebsräder	D	254
Bodenfreiheit	G	45
Höhe der Aufbauebene	H1	386
Höhe der Scannergehäuse	H2	409
Länge der Plattform (über alles)	L1	988
Länge der Plattform (über alles)	L2	680
Länge der inneren Anbauprofile	L3	380
Abstand der Radachsen zur Fahrzeugmitte	L4	250
Maximale Länge zur Fahrzeugmitte	L5	494
Höhe der Deckplatte	W1	500
Abstand der äußeren Profilnuten zur Fahrzeugmitte	W2	219
Abstand der inneren Profilnuten zur Fahrzeugmitte	W3	73
Spurweite	W4	548
Breite der Plattform (über alles)	W5	662
Kantenmaß der Anbauprofile	P	30

### 4.3.3.2 Absolute Grenzwerte

Warnung: Ein Überschreiten dieser Grenzwerte kann zu Fehlfunktionen führen oder den Roboter beschädigen!

Beschreibung	Einheiten	Wert
Lagertemperatur	°C	-20 +50
Betriebstemperatur (Umgebungstemperatur)	°C	+0 +25
Traglast (gleichmäßig verteilt auf die Anbauprofile, Standardversion)	kg	80
Traglast (gleichmäßig verteilt auf die Profile, Schwerlastversion)		250
Höchstgeschwindigkeit	m/s	0.9
Maximale Schwelle zum Überfahren	mm	5
Maximalbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>	2.4

### 4.3.3.3 Sensorpositionen

Alle Abstände sind in Millimetern angegeben, gemessen relativ zum Koordinatensystem der Plattform. Alle Winkel sind in Grad, gemessen mathematisch positiv gegen die Fahrtrichtung.

Sensor	Symbol	X-pos.	Y-pos.	Z-pos.	a-angle	b-angle
Laserscanner vorne	LS1	442	0	372	0	0
Laserscanner hinten	LS2	-442	0	372	0	180

### 4.3.3.4 Elektrische Kennwerte und sonstige Daten

### Eigenschaften der internen Komponenten

Alle Daten entstammen den entsprechenden Datenblättern.

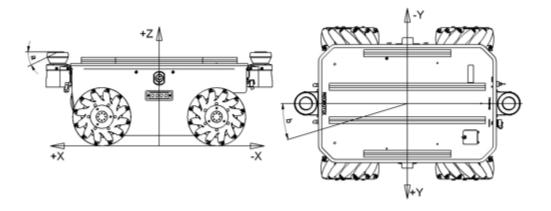


Abb. 3: Koordinatensystem des MPO-500

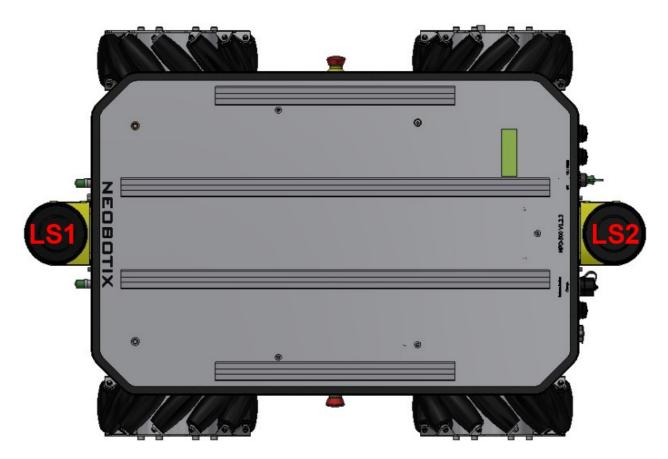


Abb. 4: Scannerpositionen

Beschreibung	Einheiten	Wert
Motorleistung	W	300
Nenndrehzahl	rpm	3000
Maximale Drehzahl	rpm	5000
Erreichbare Drehzahl (bei Batteriespannung)	rpm	1800
Nennmoment der Motoren	Nm	0.95
Maximales Moment der Motoren	Nm	1.91
Bremsmoment (statisch)	Nm	1.47
Encoderauflösung	Inkremente / Umdr.	10000
Getriebeuntersetzung	1	25:1
Nennspannung der Batterien	V	24
Maximale ungeregelte Spannung	V	29
Batteriekapazität	Ah	50

### Erfassungsbereiche der Sensoren

Alle Daten entstammen den entsprechenden Datenblättern. Abstände sind in Metern angegeben, Winkel in Grad.

Sensor	Auflösung	Min. Abst	Max. Abst	Hor. Winkel	Vert. Winkel
Laserscanner	0.5°	0	30	±135	0
Ultraschallsensoren	~±0.01 m	0.25	1.5	±60	±30

### Sonstige Eigenschaften

Beschreibung	Einheiten	Wert
Gewicht	kg	80
Voraussichtliche Arbeitszeit	a	10

#### Steckverbinder

Siehe Kapitel Steckverbinder (Seite 19).

### 4.3.4 Transport

### 4.3.4.1 Verpackung

Der mobile Roboter MP-500 ist in einer robusten Holzkiste verpackt, die für zukünftige Transporte wiederverwendet werden kann. Wenn die ursprüngliche Kiste nicht mehr verwendet werden kann, empfiehlt es sich, eine neue Kiste mit ähnlichem Design zu bauen.

Generell ist darauf zu achten, dass der Kistenboden ausreichend stabil ist und auch ungleichmäßigen Belastungen, etwa beim Transport mit Hubwagen oder Gabelstapler, standhält. Außerdem muss der Roboter immer mit einer ausreichenden Menge von geeignetem Puffermaterial gegen ein mögliches Verrutschen gesichert werden. Um das Eindringen von Staub und Schmutz in den Roboter zu verhindern, müssen vor dem Transport die Wartungsklappe geschlossen und alle äußeren Steckverbindungen zusammengesteckt oder mit passenden Schutzkappen verschlossen werden.

**Tipp:** Abhängig vom verwendeten Puffermaterial kann es sinnvoll sein, den Bremsen-Lösen-Taster gegen unbeabsichtigte Betätigung durch das Puffermaterial zu sichern. Falls während des Transports die Taste gedrückt wird, kann sich der Roboter unter Umständen verschieben und die Batterien werden entladen. Der Schlüsselschalter sollte abgezogen und separat transportiert werden, um Schäden am Schloss zu vermeiden. Im Kapitel über die Inbetriebnahme finden Sie weitere Informationen zu den *Bedienelemente* (Seite 56).

### 4.3.4.2 Auspacken des Roboters

Wird der Roboter in der Originalkiste transportiert, sollte nur deren Deckel entfernt werden. Anschließend können die eventuell beiliegenden Zusatzkomponenten und das Puffermaterial herausgenommen werden.

Sobald der Roboter frei in der Kiste steht, kann er nach oben herausgehoben werden. Dazu sollte er von mindestens zwei Personen bewegt werden, die unter die Bodenwanne greifen.

**Warnung:** Versuchen Sie niemals, den Roboter an den Anbauteilen der Bodenwanne oder an den Aluminiumprofilen auf der Deckplatte anzuheben! Weder die Anbauteile noch Teile der Deckplatte sind für Zugbelastungen ausgelegt und können beschädigt werden.

#### 4.3.4.3 Kurzstrecken

Für kurze Strecken kann der MPO-500 auch ohne Kiste im Koffer- oder Laderaum eines PKW transportiert werden. Achten Sie jedoch immer auf eine ausreichende Sicherung und fahren oder schieben Sie den Roboter möglichst nicht durch Außenbereiche.

### 4.3.4.4 Langstrecken

Bei entsprechender Verpackung gibt es keine besonderen Anforderungen an den Transport des MPO-500. Lediglich wenn der Roboter für längere Zeit sehr tiefen Temperaturen (unter -10 °C) ausgesetzt war sollte er sich vor dem Einschalten auf normale Raumtemperatur erwärmen. Dadurch können Schäden an der Elektronik und den Laserscannern vermieden werden.

Sofern der Bremsen-Lösen-Taster abgedeckt und der Schlüssel entfernt wurde, besteht keine Gefahr, dass sich der Roboter selbst einschaltet oder die Batterien während des Transports entladen werden.

**Tipp:** Vor einem längeren Transport ist es empfehlenswert, die Batterien vom Bordnetz zu trennen und außerhalb des Roboters zu transportieren. Andernfalls besteht die Möglichkeit, dass die Batterien aus ihren Trägerrahmen springen und es zu Kurzschlüssen oder anderen Schäden kommt. Die Batterien selbst sind auslaufsicher gekapselt und für den Transport per Luftfracht zugelassen.

### 4.3.5 Wartung

Weitere wichtige Informationen zu Wartung, Reinigung und zu allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen bei Arbeiten am mobilen Roboter finden Sie unter *Wartung* (Seite 29).

Die Mechanik des Roboters ist nahezu wartungsfrei und, mit Ausnahme von Forschungszwecken und gelegentlichem Batteriewechsel, nicht dazu gedacht, geöffnet zu werden. Bitte wenden Sie sich an Neobotix, bevor Sie den Roboter zerlegen!

#### 4.3.5.1 Software

Da der Roboter über WLAN und die graphische Benutzeroberfläche gesteuert werden kann, ist ein direkter Zugriff auf die Computerhardware nur selten nötig. Auch die meisten Updates können von außen über die Ethernet-Verbindung durchgeführt werden.

Mehrere abgedichtete Buchsen am Heck der Plattform gewähren bei Bedarf Zugang zu einem USB- Anschluss, dem digitalen Video-Ausgang und einem Ethernet-Anschluss.

Nähere Informationen finden Sie im Kapitel Bedienelemente (Seite 56).

### 4.3.5.2 Reinigung

Um eine hohe Lebensdauer und einen erfolgreichen Einsatz zu gewährleisten, sollte der Roboter regelmäßig kontrolliert und gereinigt werden. Allgemeine Informationen zur Reinigung des Roboters und der Sensoren finden Sie unter *Wartung* (Seite 29).

**Warnung:** Der Roboter ist nur dann spritzwasserdicht, wenn die Batterieschublade geschlossen und verriegelt ist, die Schutzkappe auf die Ladebuchse geschraubt wurde, alle Wartungsbuchsen verschlossen sind und die Anschlusskabel der Laserscanner korrekt angeschlossen wurden. Setzen Sie den Roboter keiner Nässe aus, solange eine dieser Komponenten nicht korrekt befestigt ist!

#### 4.3.5.3 Batterien

Allgemeine Informationen zu den verwendeten Akkus, zum richtigen Aufladen und zum Recycling finden Sie unter *Batterien* (Seite 9).

Falls die Batterien getauscht werden müssen, gehen Sie bitte wie folgt vor:

- 1. Schalten Sie den Roboter aus.
- 2. Schalten Sie das Ladegerät ab und trennen Sie es von der Plattform.
- 3. Entfernen Sie alle Zusatzmodule von der Deckplatte der Plattform, soweit möglich.
- 4. Entfernen Sie die Befestigungsschrauben der Deckplatte (standardmäßig sieben Stück).
- 5. Carefully lift up the top plate and disconnect any remaining cables.
- 6. Heben Sie die Deckplatte ganz ab.
- 7. Trennen Sie die Steckverbinder der Batterien.
- 8. Entfernen Sie den Schaumstoffpuffer, der die Batterien auf Abstand hält.
- 9. Heben Sie die Batterien vorsichtig aus der Plattform heraus und achten Sie dabei darauf, keine Kabel einzuklemmen oder abzureißen.
- 10. Senken Sie die beiden neuen Batterien vorsichtig in die Plattform und achten Sie auch dabei auf die Kabel.
- 11. Schließen Sie die Batteriestecker an; diese sind verpolsicher.
- 12. Replace the cushioning and check if the batteries are locked in place.
- 13. Legen Sie die Deckplatte wieder auf die Plattform und schließen Sie alle Kabel an.
- 14. Bringen Sie die umlaufende Dichtlippe wieder in Position und richten Sie die Deckplatte passend aus.
- 15. Schrauben Sie die Deckplatte wieder fest und befestigen Sie alle zuvor entfernten Module.

Sollten Probleme irgendeiner Art auftreten, wenden Sie sich bitte direkt an Neobotix.

### 4.3.5.4 Batteriewechsel (Schnellwechselsystem)

Das Schnellwechselsystem ermöglicht den werkzeuglosen Austausch der Akkus. Zum Batteriewechsel gehen Sie wie folgt vor:

- 1. Schalten Sie den Roboter aus.
- 2. Schalten Sie das Ladegerät ab und trennen Sie es von der Plattform.
- 3. Drehen Sie die drei Verschlussknöpfe der Batterieschublade um 180° im Gegenuhrzeigersinn, um sie zu entriegeln.
- 4. Ziehen Sie die Schublade am Griff vorsichtig bis zum Anschlag heraus.
- 5. Trennen Sie die Steckverbinder der Batterien.
- 6. Entnehmen Sie die Batterien nach oben aus der Schublade.
- 7. Setzen Sie die neue Batterie mit dem längeren Anschlusskabel vorsichtig von oben in die Schublade ein, halten Sie die Schublade am Griff fest und schieben Sie die Batterie ganz nach innen.
- 8. Setzen Sie dann die Batterie mit dem kürzeren Kabel in die Schublade ein und achten Sie dabei darauf, keine Kabel einzuklemmen.
- 9. Verbinden Sie beide Batteriestecker mit den entsprechenden Gegenstücken an der Schublade. Die Steckverbinder sind gegen Verpolung und Vertauschen gesichert.
- 10. Schließen Sie die Batterieschublade vorsichtig und achten Sie dabei unbedingt darauf, keine Kabel einzuklemmen oder zu beschädigen.
- 11. Verriegeln Sie alle drei Verschlussknöpfe durch eine 180°-Drehung im Uhrzeigersinn.

### 4.3.5.5 Sicherungen

Der mobile Roboter besitzt die folgenden Sicherungen:

ID	Kreis	Lage	Тур	Nenn-	Cha-
				strom	rakt
F1	Batterieanschluss	In Batterieschublade / Hinter Lade-	Flachsicherung	20 A	Stan-
		buchse			dard
F1'	24V-Verteilung	RelayBoard	Feinsicherung	5 A	träge
			5x20		
F3'	Not-Halt-Tasten	RelayBoard	Feinsicherung	2 A	flink
			5x20		
F4'	Bremsen-Löse-	RelayBoard	Feinsicherung	3A	träge
	Taste		5x20		

### 4.3.6 Entsorgung

Weitere Informationen zur Entsorgung und zum Recycling finden Sie *hier* (Seite 31).

### 4.3.7 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

### 4.3.7.1 EG-Konformitätserklärung



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die relevanten EU-Richtlinien erfüllt. Für nähere Angaben wenden Sie sich bitte an Neobotix.

### 4.3.7.2 Informationen zu RoHS



Mobile Roboter sind als *bewegliche Maschinen* explizit vom Geltungsbereich der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU ausgeschlossen. Trotzdem haben wir uns am Geist der RoHS-Richtlinie orientiert und auf gefährliche oder schädliche Stoffe so weit wie technisch möglich verzichtet.

### 4.4 MPO-700

### ↓ Als PDF herunterladen<sup>20</sup>



Der omnidirektionale MPO-700 ist die ideale Basis für High-End-Serviceroboter. Mit seinen vier *Fahr-Dreh-Modulen* (Seite 117) kann er sich extrem leichtgängig in jede Richtung bewegen. Dieser Roboter ist sogar in der Lage, sich frei zu drehen, während er zu seinem Ziel fährt. Die Fahr-Dreh-Module des MPO-700 weisen im Vergleich zu anderen omnidirektionalen Antriebskinematiken, wie z.B. den Mecanum-Rädern des *MPO-500* (Seite 53), wichtige Vorteile auf.

- Vollständig omnidirektionale Manövrierbarkeit
- Sehr gleichmäßige Bewegungen

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/MPO-700.pdf

- Hohe Stabilität und Nutzlast
- Kompakte, leicht integrierbare Antriebseinheiten

Dies macht die MPO-700 zu einer erstklassigen Alternative für Anwendungen, die omnidirektionale Bewegungen ohne die Einschränkungen der traditionellen Kinematik erfordern.

### 4.4.1 Hinweise zum Betrieb

### 4.4.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der mobile Roboter wurde für den Dauerbetrieb in Werks- und Versuchshallen konzipiert. Er kann dort zum Transport von Material, Bauteilen und Geräten eingesetzt werden. Darüber hinaus ist er auch als mobiler Träger von Sensoren, Roboterarmen und anderen Spezialkomponenten geeignet.

Abhängig von der vorgesehenen Anwendung kann der mobile Roboter alleine, zusammen mit weiteren Roboterfahrzeugen und in Kombination mit stationären Systemen betrieben werden. Zusätzlich kann die Roboterplattform um die für die jeweilige Anwendung benötigten Anbauten erweitert werden. So können zum Beispiel eine Ladefläche, ein Roboterarm oder spezielle Sensoren integriert werden.

Der mobile Roboter ist primär für den Einsatz in wettergeschützten Umgebungen vorgesehen. Von einem Einsatz im Außenbereich bei Regen, Nebel oder Schnee wird ausdrücklich abgeraten.

### 4.4.1.2 Unzulässige Verwendung

#### Gefahr:

- Der Roboter darf nicht zur Personenbeförderung eingesetzt werden. Weder dürfen Personen auf dem Roboter selbst mitfahren, noch darf der Roboter genutzt werden, um andere Fahrzeuge oder Anhänger mit darauf fahrenden Personen zu bewegen.
- Der mobile Roboter darf nicht ohne zusätzliche Sicherheitsprüfung in öffentlich zugänglichen Bereichen betrieben werden. Sowohl bei dauernden Veränderungen am Fahrzeug (Auf- und Anbauten) als auch bei temporären Veränderungen (z. B. Beladung) muss geprüft und bestätigt werden, dass ein sicherer Betrieb des Roboterfahrzeugs möglich ist.
- Ohne die oben beschriebene Prüfung darf der Roboter zu keiner Zeit ohne Aufsicht durch einen sachkundigen Bediener in der Nähe von Gästen, Passanten oder anderen nicht eingewiesenen Personen betrieben werden.
- Der Roboter darf nicht in Bereichen betrieben werden, in denen die Gefahr eines Sturzes über Treppenabgänge, Ladeplattformen oder ähnliches besteht. Dies kann zu schweren Verletzungen bis hin zum Tod führen!

#### 4.4.1.3 Einsatzumgebung

Die Einsatzumgebung des Roboters muss regengeschützt sein und einen ausreichend festen und mindestens besenreinen Untergrund besitzen. Außerdem muss der Boden, der vom Roboter befahren werden soll, eben und waagerecht sein.

**Tipp:** Steigungen, Kanten, Stufen und Unebenheiten können unter Umständen zu Problemen beim Fahren und bei der Lokalisierung führen. Unter gewissen Umständen kann es passieren, dass der Roboter seine Position nicht mehr

korrekt bestimmen kann und deshalb unnötige oder problematische Pfade plant, beziehungsweise sein Ziel nicht mehr erreichen kann.

Regen oder starkes Spritzwasser können unter Umständen in den Roboter eindringen und zu Schäden führen. Funkenflug, starke Staubentwicklung und ähnliche Verschmutzungen können die Sensoren beeinträchtigen oder beschädigen und damit den sicheren Betrieb des Roboters gefährden. Schmutz und Flüssigkeiten auf der Fahrfläche können zu Schlupf und damit zu Problemen mit der Lokalisierung und Navigation führen.

Der Roboter besitzt keinerlei Möglichkeit, Treppenabgänge oder andere Absturzstellen zu erkennen. Bei einem Verlust der Lokalisierung oder einer fehlerhaften Programmierung besteht deshalb die Möglichkeit, dass der Roboter abstürzt.

**Warnung:** Prüfen und sichern Sie vor dem Einsatz des Roboters unbedingt alle erreichbaren Absturzstellen, um Verletzungen und Schäden zu verhindern.

### 4.4.1.4 Sachkundiges Personal

Dieses Produkt darf nur von sachkundigem Personal umgebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden.

Die Anforderungen an sachkundiges Personal finden Sie unter Sachkundiges Personal (Seite 31).

#### 4.4.1.5 Sicherheitshinweise

Bitte beachten Sie auch die allgemeinen Sicherheitshinweise zu Neobotix-Robotern, die Sie unter *Sicherheitshinweise* (Seite 23) finden.

### Gefahrenstellen

### Fahr-Dreh-Module

Die vier Fahr-Dreh-Module des MPO-700 sind gegen Verschmutzung und Feuchtigkeit geschützt und im Stillstand berührsicher. Trotzdem kann es zu Verletzungen oder Beschädigungen kommen, wenn Körperteile oder Gegenstände während des Betriebes mit den Antriebseinheiten in Kontakt kommen. Zum Beispiel können Hände oder Füße in den Zwischenraum zwischen Antriebsrad und Gehäuse gezogen werden oder sie werden vom Roboter überrollt.

Bei Arbeiten an oder mit dem Roboter ist deshalb stets Vorsicht geboten. Je nach Anwendung kann es erforderlich sein, geeignete Verkleidungsteile für die Fahr-Dreh-Module zu konstruieren und anzubringen.

#### 4.4.2 Bedienelemente

Die folgende Abbildung zeigt die Positionen der verschiedenen Bedienelemente des MPO-700.

#### 4.4.2.1 Not-Halt-Tasten

Durch Drücken von einer der beiden Tasten wird der Roboter sofort sicher stillgesetzt. Dazu werden die Antriebe von der Stromversorgung getrennt. Zum Rücksetzen des Sicherheitssystems müssen alle betätigten Not-Halt-Tasten durch Drehen im Uhrzeigersinn entriegelt und der *Schlüsselschalter* (Seite 5) für ca. eine Sekunde nach rechts auf Position II gedreht werden.

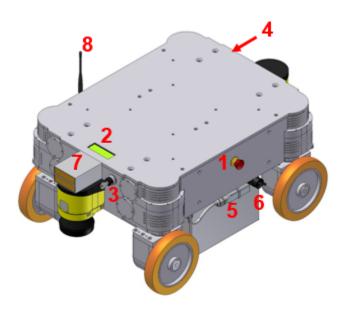


Abb. 5: Bedienelemente des MPO-700

1	Not-Halt-Tasten
2	LC-Display
3	Schlüsselschalter
4	Computerzugang
5	Batteriestecker
6	Ladebuchse
7	Ladekontakte
8	Antenne des Funk-Not-Halt-Systems

#### 4.4.2.2 Schlüsselschalter

Sehen Sie dazu Schlüsselschalter (Seite 5).

#### 4.4.2.3 Ladebuchse

Hier kann das Batterieladegerät angeschlossen werden. Nähere Informationen finden Sie im Kapitel *Wartung* (Seite 29).

## 4.4.2.4 Ladekontakte

Wenn der MPO-700 für die Verwendung der automatischen Ladestation vorbereitet wurde, können diese Kontakte durch ein Starkstromrelais mit der Batterie verbunden werden.

## 4.4.2.5 LC-Display

Hier werden die wichtigsten Informationen zum aktuellen Zustand des Roboters dargestellt. Nähere Informationen finden Sie im Kapitel *Das LC-Display* (Seite 6).

## 4.4.2.6 Zugang zum Bordrechner

Alle Anschlüsse des Standard-Bordrechners sind von außen zu erreichen.

## 4.4.3 Mechanische Eigenschaften

## 4.4.3.1 Abmessungen

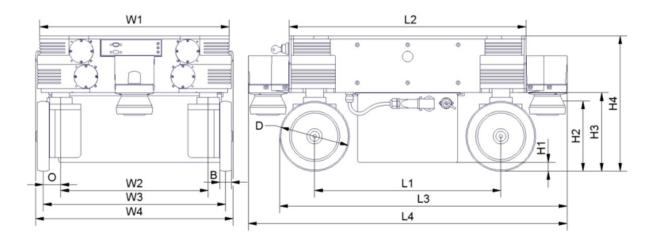


Abb. 6: Abmessungen des MPO-700

Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Breite der Deckplatte	W1	488
Breite der Antriebskonfiguration	W2	380
Empfohlene Spurweite	W3	470
Breite der Plattform	W4	509
Breite der Plattform mit diagonalen Scannern	W4'	656
Versatz der Antriebsräder	0	45
Breite der Antriebsräder	В	30
Durchmesser der Antriebsräder	D	180
Radstand der Antriebskonfiguration	L1	480
Länge der Plattform	L2	610
Gesamtlänge mit einem Laserscanner	L3	741
Gesamtlänge mit zwei Laserscannern	L4	822
Gesamtlänge mit zwei diagonalen Laserscannern	L4'	756
Bodenfreiheit mit Batterie	H1	23
Höhe der Scanebene	H2	181
Bodenfreiheit ohne Batterie	Н3	202
Höhe der Deckplatte	H4	348

#### 4.4.3.2 Absolute Grenzwerte

Warnung: Ein Überschreiten dieser Grenzwerte kann zu Fehlfunktionen führen oder den Roboter beschädigen!

Beschreibung	Einheiten	Wert
Lagertemperatur	°C	-20 +50
Betriebstemperatur (Umgebungstemperatur)	°C	+0 +25
Traglast	kg	400
Höchstgeschwindigkeit	m/s	0.9
Maximale Schwelle zum Überfahren (≤ 0.25m/s)	mm	15
Maximale Schwelle zum Überfahren (Höchstgeschwindigkeit)	mm	5

## 4.4.3.3 Sensorpositionen

Alle Abstände sind in Millimetern angegeben, gemessen relativ zum Koordinatensystem der Plattform. Alle Winkel sind in Grad, gemessen mathematisch positiv gegen die Fahrtrichtung.

Sensor	Symbol	X-pos.	Y-pos.	Z-pos.	b-angle
Laserscanner vorne mittig	LS1	360	0	181	0
Laserscanner hinten mittig	LS2	-360	0	181	180
Laserscanner vorne links	(Option)	327	277	201,5	45
Laserscanner hinten rechts	(Option)	-327	-277	201,5	225

## 4.4.3.4 Elektrische Kennwerte und sonstige Daten

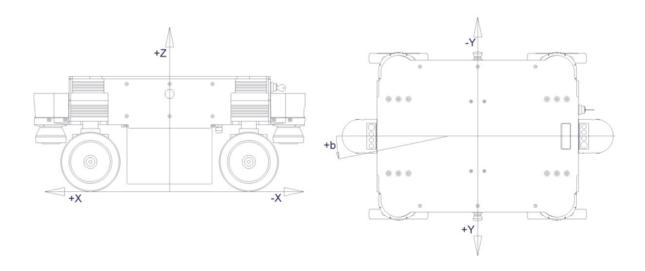


Abb. 7: Koordinatensystem des MPO-700

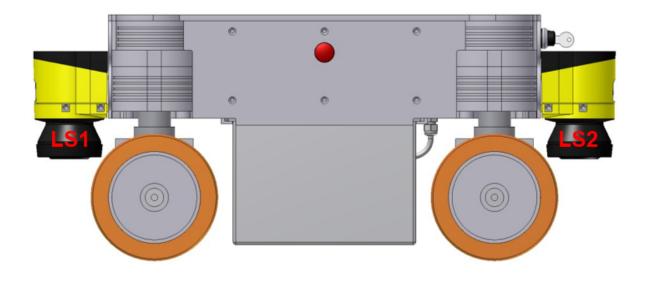


Abb. 8: Scannerpositionen

## Eigenschaften der internen Komponenten

Alle Daten entstammen den entsprechenden Datenblättern.

Beschreibung	Einheiten	Wert
Motorleistung	W	400
Nenndrehzahl	rpm	3000
Nennmoment der Motoren	Nm	1.27
Maximales Moment der Motoren	Nm	2.32
Encoderauflösung	Inkremente / Umdr.	10000
Getriebeuntersetzung der Drehachse	1	19:1
Getriebeuntersetzung der Fahrachse (1. Stufe)	1	15:1
Getriebeuntersetzung der Fahrachse (2. Stufe)	1	2:1
Nennspannung der Batterien	V	48
Maximale ungeregelte Spannung	V	59
Batteriekapazität	Ah	28

## Sonstige Eigenschaften

Beschreibung	Einheiten	Wert
Gewicht	kg	142
Voraussichtliche Arbeitszeit	a	10

## 4.4.3.5 Kommunikation mit internen Komponenten

## RelayBoard

Die Kommunikation zwischen dem Neobotix RelayBoard und dem Bordrechner erfolgt über eine USB-Verbindung. Details zum RelayBoard und zum verwendeten Protokoll finden Sie in der Dokumentation zu dieser Platine (erhältlich auf Anfrage).

#### Antriebsverstärker

Alle Antriebsverstärker und der Bordrechner sind an den selben CAN-Bus angeschlossen und kommunizieren mit einer Datenrate von 1MBaud. Eventuell kann es erforderlich sein, die Kommunikationseinstellungen der Antriebsverstärker an die verwendete Steuerungssoftware anzupassen.

Über die Konfigurations-Software "Composer" von Elmo Motion Control können alle Motorverstärker konfiguriert, getestet und optimiert werden. Dazu kann jeder Verstärker mit einem Konfigurationskabel mit dem COM-Port (57600 Baud, keine Parität) eines Rechners verbunden werden, auf dem der "Composer" läuft. Bitte kontaktieren Sie Neobotix, wenn Sie die Einstellungen der Verstärker anpassen möchten.

Die Handbücher zu den Antriebsverstärkern "Whistle" WHI 10-60 und die jeweils aktuellste Version des Composers können von der Homepage von Elmo Motion Control<sup>21</sup> heruntergeladen werden. Eine kurze Einleitung in die Konfiguration der Verstärker finden Sie *hier* (Seite 130).

Die Verstärker kommunizieren über das CANopen-Protokoll. Die Node-IDs sind wie folgt vergeben. Alle Verstärker sind auf Group-ID 30 eingestellt.

<sup>21</sup> https://www.elmomc.com/

Modul	Lage	Node-ID Drehantrieb	Node-ID Fahrantrieb
A2	Vorne links	2	1
A3	Hinten links	4	3
A4	Hinten rechts	6	5
A5	Vorne rechts	8	7

#### Steckverbinder

Siehe Kapitel Steckverbinder (Seite 19).

## 4.4.4 Transport

## 4.4.4.1 Verpackung

Der mobile Roboter MPO-700 wird in einer stabilen Holzkiste geliefert, die auch für spätere Transporte genutzt werden kann. Falls die ursprüngliche Kiste nicht mehr verwendet werden kann, zum Beispiel wegen Aufbauten und Erweiterungen, empfiehlt es sich, eine neue, entsprechend dimensionierte Kiste aufzubauen.

Generell ist darauf zu achten, dass der Kistenboden ausreichend stabil ist und auch ungleichmäßigen Belastungen, etwa beim Transport mit Hubwagen oder Gabelstapler, standhält. Außerdem muss der Roboter immer mit einer ausreichenden Menge von geeignetem Puffermaterial gegen ein mögliches Verrutschen gesichert werden. Um das Eindringen von Staub und Schmutz in den Roboter zu verhindern, müssen vor dem Transport die Wartungsklappe geschlossen und alle äußeren Steckverbindungen zusammengesteckt oder mit passenden Schutzkappen verschlossen werden.

**Tipp:** Abhängig vom verwendeten Puffermaterial kann es sinnvoll sein, den Schlüsselschalter abzuziehen und separat zu transportiert, um Schäden am Schloss zu vermeiden. Im Kapitel "Hardwarebeschreibung - Bedienelemente" finden Sie weitere Informationen zu diesem Thema *Bedienelemente* (Seite 66).

Es wird dringend empfohlen, die Batterie vor dem Transport aus dem Roboter zu entnehmen. Dadurch werden übermäßige Belastungen der Batteriewanne und der tragenden Teile vermieden und Schäden verhindert. Falls die Batterie nicht ohne Weiteres herausgenommen werden kann, zum Beispiel aufgrund der Außenhülle des Roboters, sollte sie mit Holzbalken oder anderen geeigneten Teilen abgestützt und fixiert werden.

#### 4.4.4.2 Auspacken des Roboters

Wird der Roboter in der Originalkiste transportiert, sollte nur deren Deckel entfernt werden. Anschließend können die eventuell beiliegenden Zusatzkomponenten und das Puffermaterial herausgenommen werden.

Sobald der Roboter frei in der Kiste steht, kann er nach oben herausgehoben werden. Dazu sollte er von mindestens zwei Personen bewegt werden, die unter die Bodenplatte greifen. Die besten Angriffspunkte sind die Bereiche neben den Fahr-Dreh-Modulen.

**Warnung:** Versuchen Sie niemals, den Roboter am Laserscanner oder an den Anbauteilen und Bedienelementen anzuheben! Diese Bauteile sind nicht für derartige Belastungen ausgelegt und könnten beschädigt werden.

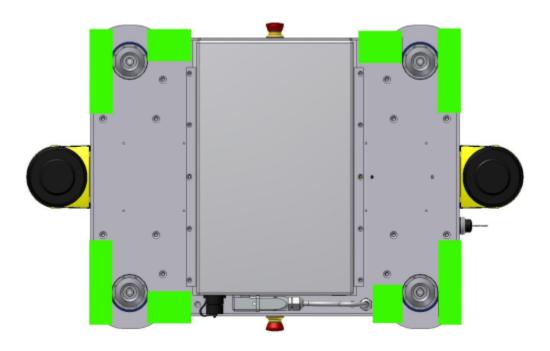


Abb. 9: Griffbereiche zum sicheren Anheben des MPO-700

## 4.4.4.3 Kurzstrecken

Für kurze Strecken kann der MPO-700 auch ohne Kiste im Koffer- oder Laderaum eines PKW transportiert werden. Achten Sie jedoch immer auf eine ausreichende Sicherung und fahren Sie den Roboter nicht durch Außenbereiche. Wenn der MPO-700 in einem PKW transportiert wird, sollte in jedem Fall die Batterie herausgenommen werden, um die Transportsicherheit zu erhöhen und die entstehenden Schlag- und Stoßbelastungen zu reduzieren.

Falls der Roboter über unebenen oder schmutzigen Untergrund bewegt werden muss, etwa über einen Parkplatz, sollte er dazu nach Möglichkeit auf ein Rollbrett oder einen Rollwagen gehoben werden.

**Warnung:** Lassen Sie den Roboter beim Transport mittels Rollbrett oder Rollwagen niemals ungesichert und / oder unbeaufsichtigt. Vermeiden Sie Gefälle und alle Unebenheiten, an denen die Räder des Untersatzes blockieren könnten.

## 4.4.4.4 Langstrecken

Bei entsprechender Verpackung gibt es keine besonderen Anforderungen an den Transport des MPO-700. Lediglich wenn der Roboter für längere Zeit sehr tiefen Temperaturen (unter -10 °C) ausgesetzt war sollte er sich vor dem Einschalten auf normale Raumtemperatur erwärmen. Dadurch können Schäden an der Elektronik und den Laserscannern vermieden werden.

#### 4.4.4.5 Transport mit AGM-Akku

Sofern der Schlüssel entfernt wurden, besteht keine Gefahr, dass sich der Roboter selbst einschaltet oder die Batterien während des Transports entladen werden.

**Tipp:** Vor einem Transport per Luftfracht ist es jedoch sinnvoll, die Batterien vom Bordnetz zu trennen und damit jedes Risiko auszuschließen. Die Batterien selbst sind auslaufsicher gekapselt und für den Transport per Luftfracht zugelassen.

## 4.4.4.6 Transport mit LiFePO4-Akku

Aufgrund der gültigen Sicherheitsbestimmungen müssen alle Transporte von Lithium-basierten Batterien entsprechende Anforderungen erfüllen.

Bitte wenden Sie sich an Neobotix, falls Sie einen Transport eines Roboters mit LiFePO4-Akku planen.

## 4.4.5 Wartung

Weitere wichtige Informationen zu Wartung, Reinigung und zu allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen bei Arbeiten am mobilen Roboter finden Sie unter *Wartung* (Seite 29).

Die Wartung des MPO-700 ist sehr einfach und schnell durchzuführen. So lange die Hinweise dieses Kapitels im Gedächtnis behalten und der Roboter entsprechend behandelt wird, sind keine größeren Arbeiten notwendig.

Bitte beachten Sie die folgenden Punkte:

- Halten Sie den Roboter stets sauber. Staub und Schmutz können die bewegten Teile beschädigen und die Lebensdauer herabsetzen. Metallspäne und metallische Objekte können im Inneren des Roboters zu Kurzschlüssen führen.
- Prüfen Sie regelmäßig alle elektrischen Verbindungen, vor allem die Hochstromstecker, auf Zeichen von Verschleiß.
- Trennen und verbinden Sie keine Stecker unter Last. Schalten Sie den Roboter immer vollständig aus, ehe Sie die elektrischen Verbindungen verändern.

**Warnung:** Schalten Sie den Roboter immer komplett aus und trennen Sie ihn von der Batterie und allen anderen Stromquellen, bevor Sie mit Arbeiten am Roboter beginnen. Bei Arbeiten am unter Spannung stehenden Roboter besteht die Gefahr schwerer Verletzungen und / oder Schäden!

#### 4.4.5.1 Reinigung

Um eine hohe Lebensdauer und einen erfolgreichen Einsatz zu gewährleisten, sollte der Roboter regelmäßig kontrolliert und gereinigt werden. Allgemeine Informationen zur Reinigung des Roboters und der Sensoren finden Sie unter *Wartung* (Seite 29).

#### 4.4.5.2 Fahr-Dreh-Module

Bitte beachten Sie die folgenden Hinweise, um die Leistungsfähigkeit der omnidirektionalen Plattform zu erhalten und ihre Lebensdauer zu maximieren:

- Behandeln Sie die mobile Plattform immer sorgsam. Überladen Sie die Plattform nicht, setzen Sie sie nicht auf ungeeigneten Untergründen ein, lassen Sie die Plattform nicht fallen oder hart aufsetzen und fahren Sie keine Absätze oder Stufen hinunter.
- Halten Sie sowohl die mechanischen als auch die elektrischen Bauteile sauber. Schmutz auf beweglichen Teilen, vor allem den Dichtungen der Kugellager, führt zu erhöhtem Verschleiß und einer verringerten Lebensdauer.

- Eine fehlerhafte Steuerungssoftware oder eine unzureichende Ausrichtung und Synchronisation der Antriebe kann zu erheblichen Schäden führen.
- Prüfen Sie die Fahr-Dreh-Module regelmäßig auf gleichmäßigen Lauf und ein konstantes, weiches Betriebsgeräusch.

#### 4.4.5.3 Batterien

Allgemeine Informationen zu den verwendeten Akkus, zum richtigen Aufladen und zum Recycling finden Sie unter *Batterien* (Seite 9).

Bevor die Batterie gewechselt werden kann, muss zuerst der Bordrechner heruntergefahren und der Roboter ausgeschaltet werden. Trennen Sie den Batteriestecker vom Roboter und schieben Sie das Kabel zur Seite. Nun kann die Batterie langsam zur Seite aus den Tragschienen herausgeschoben werden.

**Achtung:** Achten Sie darauf, dass die Batterie nicht nach unten fällt, sobald das Ende der Tragschienen erreicht ist.

Die neue Batterie kann dann mit den gleichen Schritten in umgekehrter Reihenfolge eingebaut werden.

## 4.4.5.4 Sicherungen

ID	Kreis	Lage	Тур	Nennstrom	Charakt
F1	Batterieanschluss	Neben Batterieanschluss	Flachsicherung	15 A	Standard
F2	48V-Verteilung	Hutschiene	Flachsicherung	5 A	Standard
F1'	48V-Verteilung	RelayBoard	Feinsicherung 5x20	3 A	träge
F3	Not-Halt-Tasten	RelayBoard	Feinsicherung 5x20	2 A	flink

## 4.4.6 Entsorgung

Weitere Informationen zur Entsorgung und zum Recycling finden Sie *hier* (Seite 31).

## 4.4.7 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

## 4.4.7.1 EG-Konformitätserklärung



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die relevanten EU-Richtlinien erfüllt. Für nähere Angaben wenden Sie sich bitte an Neobotix.

#### 4.4.7.2 Informationen zu RoHS



Mobile Roboter sind als *bewegliche Maschinen* explizit vom Geltungsbereich der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU ausgeschlossen. Trotzdem haben wir uns am Geist der RoHS-Richtlinie orientiert und auf gefährliche oder schädliche Stoffe so weit wie technisch möglich verzichtet.

## 4.5 MP-400

## ↓ Als PDF herunterladen<sup>22</sup>



Der mobile Roboter MP-400 (und alle darauf aufbauenden Varianten und Modelle) ist ein autonomes Roboterfahrzeug für eine Vielzahl von Einsatzzwecken.

Sein mittiger Differentialantrieb mit den griffigen Reifen garantiert eine hohe Wendigkeit auf unterschiedlichen Untergründen und saubere, effiziente Fahrten über längste Strecken. Die Messdaten des 2D-Laserscanners können zur Lokalisierung, Navigation und Kollisionsvermeidung genutzt werden. Außerdem übernimmt der Scanner zusätzlich die Überwachung von mehreren virtuellen Schutzfeldern vor dem Roboter. Sobald ein Objekt im aktuellen Schutzfeld detektiert wird, wird der Roboter sofort in den Not-Halt-Zustand versetzt.

Damit ist der Roboter in der Lage, seine exakte Position innerhalb der Einsatzumgebung festzustellen, Pfade zu beliebigen Zielen zu planen und Personen oder anderen dynamischen Hindernissen selbstständig auszuweichen.

Auf und am Roboter können verschiedenste zusätzliche Komponenten und Systeme befestigt werden, die an die Stromversorgung der Roboterplattform angeschlossen und vom Bordrechner kontrolliert oder gesteuert werden können.

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/MP-400.pdf

## 4.5.1 Hinweise zum Betrieb

## 4.5.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der mobile Roboter wurde für den Dauerbetrieb in Werks- und Versuchshallen konzipiert. Er kann dort zum Transport von Material, Bauteilen und Geräten eingesetzt werden. Darüber hinaus ist er auch als mobiler Träger von Sensoren, Roboterarmen und anderen Spezialkomponenten geeignet.

Abhängig von der vorgesehenen Anwendung kann der mobile Roboter alleine, zusammen mit weiteren Roboterfahrzeugen und in Kombination mit stationären Systemen betrieben werden. Zusätzlich kann die Roboterplattform um die für die jeweilige Anwendung benötigten Anbauten erweitert werden. So können zum Beispiel eine Ladefläche, ein Roboterarm oder spezielle Sensoren integriert werden.

Der mobile Roboter ist primär für den Einsatz in wettergeschützten Umgebungen vorgesehen. Von einem Einsatz im Außenbereich bei Regen, Nebel oder Schnee wird ausdrücklich abgeraten.

## 4.5.1.2 Unzulässige Verwendung

#### Gefahr:

- Der Roboter darf nicht zur Personenbeförderung eingesetzt werden. Weder dürfen Personen auf dem Roboter selbst mitfahren, noch darf der Roboter genutzt werden, um andere Fahrzeuge oder Anhänger mit darauf fahrenden Personen zu bewegen.
- Der mobile Roboter darf nicht ohne zusätzliche Sicherheitsprüfung in öffentlich zugänglichen Bereichen betrieben werden. Sowohl bei dauernden Veränderungen am Fahrzeug (Auf- und Anbauten) als auch bei temporären Veränderungen (z. B. Beladung) muss geprüft und bestätigt werden, dass ein sicherer Betrieb des Roboterfahrzeugs möglich ist.
- Ohne die oben beschriebene Prüfung darf der Roboter zu keiner Zeit ohne Aufsicht durch einen sachkundigen Bediener in der Nähe von Gästen, Passanten oder anderen nicht eingewiesenen Personen betrieben werden.
- Der Roboter darf nicht in Bereichen betrieben werden, in denen die Gefahr eines Sturzes über Treppenabgänge, Ladeplattformen oder ähnliches besteht. Dies kann zu schweren Verletzungen bis hin zum Tod führen!

#### 4.5.1.3 Einsatzumgebung

Die Einsatzumgebung des Roboters muss regengeschützt sein und einen ausreichend festen und mindestens besenreinen Untergrund besitzen. Außerdem muss der Boden, der vom Roboter befahren werden soll, eben und waagerecht sein.

**Tipp:** Steigungen, Kanten, Stufen und Unebenheiten können unter Umständen zu Problemen beim Fahren und bei der Lokalisierung führen. Unter gewissen Umständen kann es passieren, dass der Roboter seine Position nicht mehr korrekt bestimmen kann und deshalb unnötige oder problematische Pfade plant, beziehungsweise sein Ziel nicht mehr erreichen kann.

Regen oder starkes Spritzwasser können unter Umständen in den Roboter eindringen und zu Schäden führen. Funkenflug, starke Staubentwicklung und ähnliche Verschmutzungen können die Sensoren beeinträchtigen oder beschädigen und damit den sicheren Betrieb des Roboters gefährden. Schmutz und Flüssigkeiten auf der Fahrfläche können zu Schlupf und damit zu Problemen mit der Lokalisierung und Navigation führen.

Der Roboter besitzt keinerlei Möglichkeit, Treppenabgänge oder andere Absturzstellen zu erkennen. Bei einem Verlust der Lokalisierung oder einer fehlerhaften Programmierung besteht deshalb die Möglichkeit, dass der Roboter abstürzt.

**Warnung:** Prüfen und sichern Sie vor dem Einsatz des Roboters unbedingt alle erreichbaren Absturzstellen, um Verletzungen und Schäden zu verhindern.

## 4.5.1.4 Sachkundiges Personal

Dieses Produkt darf nur von sachkundigem Personal umgebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden.

Die Anforderungen an sachkundiges Personal finden Sie unter Sachkundiges Personal (Seite 31).

#### 4.5.1.5 Sicherheitshinweise

Die allgemeinen Sicherheitshinweise für Neobotix-Roboter finden Sie unter Sicherheitshinweise (Seite 23).

## 4.5.2 Bedienelemente

Die folgenden Abbildungen zeigen die Seiten des MP-400 und die wichtigsten Bedienelemente.

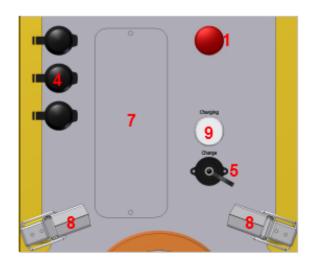




Abb. 10: Bedienelemente

1	Not-Halt-Tasten
2	Schlüsselschalter
3	Bremsen-Lösen-Taste
4	USB / Ethernet Buchse
5	Ladebuchse
6	LC-Display
7	Computerzugang (optional)
8	Schnellverschlüsse der Hülle
9	LED "Ladevorgang"
10	Tastenfeld

#### 4.5.2.1 Not-Halt-Tasten

Durch Drücken einer der beiden Tasten wird der Roboter sofort sicher stillgesetzt. Dazu werden die Antriebe von der Stromversorgung getrennt und die Sicherheitsbremsen aktiviert. Zum Rücksetzen des Sicherheitssystems müssen alle betätigten Not-Halt-Tasten durch Drehen im Uhrzeigersinn entriegelt und der Schlüsselschalter für ca. eine Sekunde nach rechts gedreht werden.

#### 4.5.2.2 Schlüsselschalter

Sehen Sie dazu Schlüsselschalter (Seite 5).

## 4.5.2.3 Bremsen-Löse-Taste

Mit dieser Taste können die Sicherheitsbremsen beider Fahrantriebe auch bei abgeschaltetem Roboter manuell gelüftet werden, um den Roboter zu verschieben.

**Tipp:** Falls die Steuerungssoftware gestartet wurde, wird die Plattform von den Antrieben in Position gehalten, auch wenn die Bremsen manuell gelöst wurden. In diesem Fall muss mindestens einer der Not-Aus-Taster gedrückt werden, ehe der Roboter von Hand verschoben werden kann.

## 4.5.2.4 Ladebuchse und Anzeige-LED

Hier kann das Stromkabel zum Laden der Batterie angeschlossen werden. Während des Ladevorgangs leuchtet die LED über der Ladebuchse. Der Roboter kann auch mit voll geladenen Batterien beliebig lange an das Stromnetz angeschlossen bleiben.

## 4.5.2.5 LC-Display

Hier werden die wichtigsten Informationen zum aktuellen Zustand des Roboters dargestellt. Nähere Informationen finden Sie im Kapitel *Das LC-Display* (Seite 6).

## 4.5.2.6 Zugang zum Bordrechner

Diese Wartungsklappe bietet Zugang zu den Anschlüssen des Bordrechners. Hinter den schwarzen Kappen befinden sich eine USB-Buchse und ein Ethernet-Anschluss. Die USB-Buchse kann zum Beispiel für den kurzfristigen Anschluss eines kabelgebundenen Joysticks verwendet werden, falls sie nicht bereits den Empfänger des Funk-Joysticks enthält.

#### 4.5.2.7 Tastenfeld

Das Tastenfeld kann für einfache Eingaben und vordefinierte Befehle verwendet werden. Standardmäßig ist es ohne Funktion und muss von der Anwendungssteuerung interpretiert werden.

Durch Drücken der Info-Taste werden technische Details des Roboters im LC-Display angezeigt. Weitere Informationen finden Sie unter *Das LC-Display* (Seite 6).

# 4.5.3 Mechanische Eigenschaften

## 4.5.3.1 Abmessungen

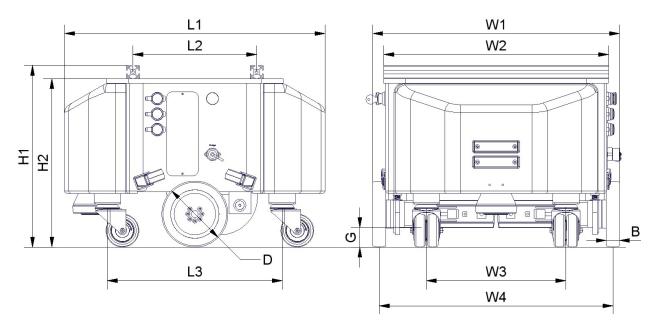


Abb. 11: Abmessungen des MP-400

Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Durchmesser der Antriebsräder	D	150
Breite der Antriebsräder	В	30
Bodenfreiheit	G	44
Höhe der Anbauprofile	H1	411
Höhe der Deckplatte	H2	381
Länge der Plattform (über alles)	L1	590
Nutabstand der Anbauprofile	L2	280
Radstand der Lenkrollen	L3	396
Breite der Plattform (über alles)	W1	559
Breite der Ladefläche und Anbauprofile	W2	509
Spurweite der Lenkrollen	W3	316
Spurweite der Antriebsräder	W4	529

## 4.5.3.2 Absolute Grenzwerte

Warnung: Ein Überschreiten dieser Grenzwerte kann zu Fehlfunktionen führen oder den Roboter beschädigen!

Beschreibung	Einheiten	Wert
Traglast (auf Ladefläche, Standardvariante)	kg	100
Traglast (auf Ladefläche, Schwerlastvariante)	kg	150
Höchstgeschwindigkeit	m/s	1.5
Maximale Schwelle zum Überfahren (≤ 0.25m/s)	mm	10
Maximale Schwelle zum Überfahren (Höchstgeschwindigkeit)	mm	5
Maximalbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>	2.4
Lagertemperatur	°C	-20 +60
Betriebstemperatur (Umgebungstemperatur)	°C	+0 +25

## 4.5.3.3 Sensorpositionen

Alle Abstände sind in Millimetern angegeben, gemessen relativ zum Koordinatensystem der Plattform. Alle Winkel sind in Grad, gemessen mathematisch positiv gegen die Fahrtrichtung.

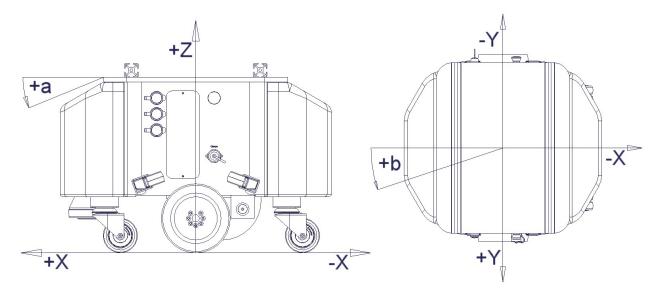


Abb. 12: Koordinatensystem des MP-400

Sensor	Symbol	X-pos.	Y-pos.	Z-pos.	a-angle	b-angle
Laserscanner vorne	LS1	230	0	110	0	0
Laserscanner hinten	LS2	-354	0	110	0	180
Ultraschallsensor 1	US1	-266	157	280	0	150
Ultraschallsensor 2	US2	-298	0	280	0	180
Ultraschallsensor 3	US3	-266	-157	280	0	210
Ultraschallsensor 9	US9	266	157	280	0	30
Ultraschallsensor 10	US10	298	0	280	0	0
Ultraschallsensor 11	US11	266	-157	280	0	330

## 4.5.3.4 Elektrische Kennwerte und sonstige Daten





Abb. 13: Position der Sensoren am MP-400

## Eigenschaften der internen Komponenten

Alle Daten entstammen den entsprechenden Datenblättern.

Beschreibung	Einheiten	Wert
Motorleistung	W	300
Nenndrehzahl	rpm	3000
Maximale Drehzahl	rpm	5000
Erreichbare Drehzahl (bei Batteriespannung)	rpm	1800
Nennmoment der Motoren	Nm	0.95
Maximales Moment der Motoren	Nm	2.85
Bremsmoment (statisch)	Nm	1.47
Encoderauflösung	Inkremente / Umdr.	10000
Getriebeuntersetzung	1	8:1
Nennspannung der Batterien	V	24
Maximale ungeregelte Spannung	V	29
Batteriekapazität	Ah	50

# Erfassungsbereiche der Sensoren

Alle Daten entstammen den entsprechenden Datenblättern.

Sensor	Auflösung	Min. Abst	Max. Abst	Hor. Winkel	Vert. Winkel
Laserscanner	0.5 °	0 m	30 m	±135 °	0 °
Ultraschallsensoren	~±0.01 m	0.25 m	1.5 m	±60 °	±30 °

## Sonstige Eigenschaften

Beschreibung	Einheiten	Wert
Gewicht	kg	70
Voraussichtliche Arbeitszeit	a	10

#### Steckverbinder

Siehe Steckverbinder (Seite 19).

## 4.5.4 Transport

## 4.5.4.1 Verpackung

Der mobile Roboter MP-400 wird in einer stabilen Holzkiste geliefert, die auch für spätere Transporte genutzt werden kann. Falls die ursprüngliche Kiste nicht mehr verwendet werden kann, zum Beispiel wegen Aufbauten und Erweiterungen, empfiehlt es sich, eine neue, entsprechend dimensionierte Kiste aufzubauen.

Generell ist darauf zu achten, dass der Kistenboden ausreichend stabil ist und auch ungleichmäßigen Belastungen, etwa beim Transport mit Hubwagen oder Gabelstapler, standhält. Außerdem muss der Roboter immer mit einer ausreichenden Menge von geeignetem Puffermaterial gegen ein mögliches Verrutschen gesichert werden. Um das Eindringen von Staub und Schmutz in den Roboter zu verhindern, müssen vor dem Transport die Wartungsklappe geschlossen und alle äußeren Steckverbindungen zusammengesteckt oder mit passenden Schutzkappen verschlossen werden.

Abhängig vom verwendeten Puffermaterial kann es sinnvoll sein, die Bremsen-Lösen-Taste gegen unbeabsichtigte Betätigung durch das Puffermaterial zu sichern. Falls während des Transports diese Taste gedrückt wird, kann sich der Roboter unter Umständen verschieben und die Batterien werden entladen. Der Schlüsselschalter sollte abgezogen und separat transportiert werden, um Schäden am Schloss zu vermeiden. Weitere Informationen zu den Bedienelementen finden Sie unter *Bedienelemente* (Seite 78).

#### 4.5.4.2 Auspacken des Roboters

Wird der Roboter in der Originalkiste transportiert, sollte nur deren Deckel entfernt werden. Anschließend können die eventuell beiliegenden Zusatzkomponenten und das Puffermaterial herausgenommen werden.

Sobald der Roboter frei in der Kiste steht, kann er nach oben herausgehoben werden. Dazu sollte er von mindestens zwei Personen bewegt werden, die unter die Bodenplatte greifen. Die besten Angriffspunkte sind die Bereiche neben den Lenkrollen.

**Warnung:** Versuchen Sie niemals, den Roboter am Laserscanner oder an den Anbauteilen und Bedienelementen anzuheben! Diese Bauteile sind nicht für derartige Belastungen ausgelegt und könnten beschädigt werden.

#### 4.5.4.3 Kurzstrecken

Für kurze Strecken kann der MP-400 auch ohne Kiste im Koffer- oder Laderaum eines PKW transportiert werden. Achten Sie jedoch immer auf eine ausreichende Sicherung und fahren oder schieben Sie den Roboter nur vorsichtig durch Außenbereiche.

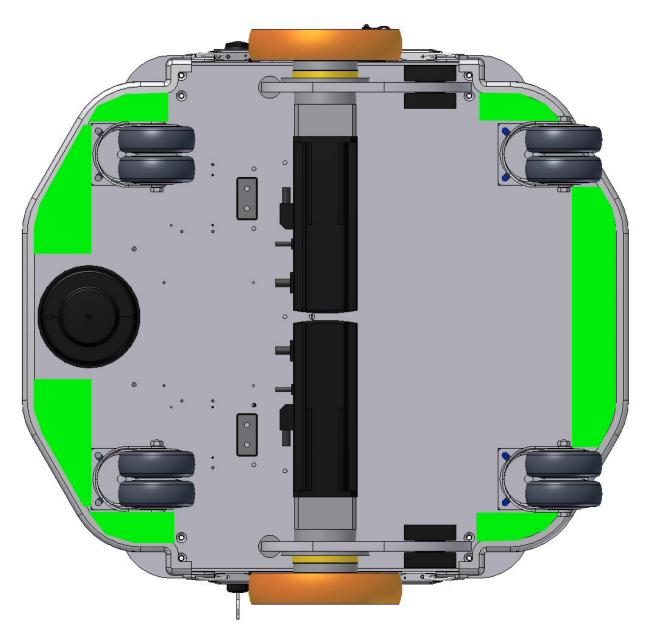


Abb. 14: Griffbereiche zum sicheren Anheben des MP-400

## 4.5.4.4 Langstrecken

Bei entsprechender Verpackung gibt es keine besonderen Anforderungen an den Transport des MP-400. Lediglich wenn der Roboter für längere Zeit sehr tiefen Temperaturen (unter -10 °C) ausgesetzt war, sollte er sich vor dem Einschalten auf normale Raumtemperatur erwärmen. Dadurch können Schäden an der Elektronik und dem Laserscanner vermieden werden.

Sofern der Bremsen-Lösen-Taster abgedeckt und der Schlüssel entfernt wurde, besteht keine Gefahr, dass sich der Roboter selbst einschaltet oder die Batterien während des Transports entladen werden.

**Tipp:** Vor einem Transport per Luftfracht ist es dennoch sinnvoll, die Batterien vom Roboter zu trennen und damit jedes Risiko auszuschließen. Die Batterien selbst sind auslaufsicher gekapselt und für den Transport per Luftfracht zugelassen.

## 4.5.5 Wartung

Weitere wichtige Informationen zu Wartung, Reinigung und zu allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen bei Arbeiten am mobilen Roboter finden Sie unter *Wartung* (Seite 29).

Die Mechanik des Roboters ist nahezu wartungsfrei und, mit Ausnahme von Forschungszwecken und gelegentlichem Batteriewechsel, nicht dazu gedacht, geöffnet zu werden. Bitte wenden Sie sich an Neobotix, bevor Sie den Roboter zerlegen!

#### 4.5.5.1 Software

Da der Roboter über WLAN und die graphische Benutzeroberfläche gesteuert werden kann, ist ein direkter Zugriff auf die Computerhardware nur selten nötig. Auch die meisten Updates können von außen über die Ethernet-Verbindung durchgeführt werden.

Abgedichtete Buchsen gewähren bei Bedarf Zugang zum Bordrechner. Falls der optionale Mini-ITX-Bordrechner installiert wurde, ist dessen komplette Anschlussfront hinter der Wartungsklappe zu finden.



#### 4.5.5.2 Reinigung

Um eine hohe Lebensdauer und einen erfolgreichen Einsatz zu gewährleisten, sollte der Roboter regelmäßig kontrolliert und gereinigt werden. Allgemeine Informationen zur Reinigung des Roboters und der Sensoren finden Sie unter *Wartung* (Seite 29).

## 4.5.5.3 Batterien

Die Batterien des mobilen Roboters besitzen genug Kapazität für bis zu 10 h Dauerbetrieb beziehungsweise eine Fahrstrecke von etwa 8 km.

Allgemeine Informationen zu den verwendeten Akkus, zum richtigen Aufladen und zum Recycling finden Sie unter *Batterien* (Seite 9).

Falls Sie die Batterien austauschen möchten, folgen Sie bitte diesen Schritten:

- 1. Schalten Sie den Roboter aus.
- 2. Schalten Sie das Ladegerät ab und trennen Sie es von der Plattform bzw. trennen Sie das Stromkabel des integrierten Ladegerätes von der Plattform.
- 3. Offnen Sie die beiden Schnellverschlüsse, die die Verkleidung der Rückseite (ohne Scanner und Ladekontakte) tragen und entfernen Sie die Verkleidung bzw. klappen Sie sie hoch und arretieren Sie sie.
- 4. Trennen Sie die Steckverbinder beider Batterien.
- 5. Entfernen Sie die Schrauben der Positionierungsstange hinter den Batterien.
- 6. Heben Sie die Batterien vorsichtig aus der Plattform heraus und achten Sie dabei darauf, keine Kabel einzuklemmen oder abzureißen.
- 7. Schieben Sie die beiden neuen Batterien vorsichtig bis zum Anschlag in die Plattform und achten Sie auch dabei auf die Kabel.
- 8. Setzen Sie die Positionierungsstange wieder ein und schrauben Sie sie fest.
- 9. Setzen Sie die obere Kante der Verkleidung in die entsprechende Nut in der Deckplatte der Plattform und klappen Sie sie zurück in die ursprüngliche Position.
- 10. Schließen Sie die beiden Schnellverschlüsse und vergewissern Sie sich, dass sie sauber verriegelt sind.

Bitte wenden Sie sich bei allen auftretenden Problemen direkt an Neobotix.

#### 4.5.5.4 Sicherungen

Der mobile Roboter besitzt die folgenden Sicherungen:

ID	Kreis	Lage	Тур	Nennstrom	Charakt
F1	24V-Verteilung	RelayBoard	Feinsicherung 5x20	5 A	träge
F2	Motorversorgung	RelayBoard	Feinsicherung 5x20	10 A	träge
F3	Not-Halt-Tasten	RelayBoard	Feinsicherung 5x20	2 A	flink
F4	Bremsen-Löse-Taste	RelayBoard	Feinsicherung 5x20	2 A	flink

## 4.5.6 Entsorgung

Weitere Informationen zur Entsorgung und zum Recycling finden Sie *hier* (Seite 31).

## 4.5.7 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

## 4.5.7.1 EG-Konformitätserklärung



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die relevanten EU-Richtlinien erfüllt. Für nähere Angaben wenden Sie sich bitte an Neobotix.

#### 4.5.7.2 Informationen zu RoHS



Mobile Roboter sind als *bewegliche Maschinen* explizit vom Geltungsbereich der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU ausgeschlossen. Trotzdem haben wir uns am Geist der RoHS-Richtlinie orientiert und auf gefährliche oder schädliche Stoffe so weit wie technisch möglich verzichtet.

## 4.6 MP-500

## ↓ Als PDF herunterladen<sup>23</sup>



Der mobile Roboter MP-500 (und alle darauf aufbauenden Varianten und Modelle) ist ein autonomes Roboterfahrzeug für eine Vielzahl von Einsatzzwecken.

Sein Differentialantrieb mit den griffigen Reifen garantiert eine hohe Wendigkeit auf unterschiedlichen Untergründen und saubere, effiziente Fahrten über längste Strecken. Die Messdaten des 2D-Laserscanners können zur Lokalisierung, Navigation und Kollisionsvermeidung genutzt werden. Außerdem übernimmt der Scanner zusätzlich die Überwachung von mehreren virtuellen Schutzfeldern vor dem Roboter. Sobald ein Objekt im aktuellen Schutzfeld detektiert wird, wird der Roboter sofort in den Not-Halt-Zustand versetzt.

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/MP-500.pdf

Damit ist der Roboter in der Lage, seine exakte Position innerhalb der Einsatzumgebung festzustellen, Pfade zu beliebigen Zielen zu planen und Personen oder anderen dynamischen Hindernissen selbstständig auszuweichen.

Auf und am Roboter können verschiedenste zusätzliche Komponenten und Systeme befestigt werden, die an die Stromversorgung der Roboterplattform angeschlossen und vom Bordrechner kontrolliert oder gesteuert werden können.

## 4.6.1 Hinweise zum Betrieb

## 4.6.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der mobile Roboter wurde für den Dauerbetrieb in Werks- und Versuchshallen konzipiert. Er kann dort zum Transport von Material, Bauteilen und Geräten eingesetzt werden. Darüber hinaus ist er auch als mobiler Träger von Sensoren, Roboterarmen und anderen Spezialkomponenten geeignet.

Abhängig von der vorgesehenen Anwendung kann der mobile Roboter alleine, zusammen mit weiteren Roboterfahrzeugen und in Kombination mit stationären Systemen betrieben werden. Zusätzlich kann die Roboterplattform um die für die jeweilige Anwendung benötigten Anbauten erweitert werden. So können zum Beispiel eine Ladefläche, ein Roboterarm oder spezielle Sensoren integriert werden.

Der mobile Roboter ist primär für den Einsatz in wettergeschützten Umgebungen vorgesehen. Von einem Einsatz im Außenbereich bei Regen, Nebel oder Schnee wird ausdrücklich abgeraten.

## 4.6.1.2 Unzulässige Verwendung

#### Gefahr:

- Der Roboter darf nicht zur Personenbeförderung eingesetzt werden. Weder dürfen Personen auf dem Roboter selbst mitfahren, noch darf der Roboter genutzt werden, um andere Fahrzeuge oder Anhänger mit darauf fahrenden Personen zu bewegen.
- Der mobile Roboter darf nicht ohne zusätzliche Sicherheitsprüfung in öffentlich zugänglichen Bereichen betrieben werden. Sowohl bei dauernden Veränderungen am Fahrzeug (Auf- und Anbauten) als auch bei temporären Veränderungen (z. B. Beladung) muss geprüft und bestätigt werden, dass ein sicherer Betrieb des Roboterfahrzeugs möglich ist.
- Ohne die oben beschriebene Prüfung darf der Roboter zu keiner Zeit ohne Aufsicht durch einen sachkundigen Bediener in der Nähe von Gästen, Passanten oder anderen nicht eingewiesenen Personen betrieben werden.
- Der Roboter darf nicht in Bereichen betrieben werden, in denen die Gefahr eines Sturzes über Treppenabgänge, Ladeplattformen oder ähnliches besteht. Dies kann zu schweren Verletzungen bis hin zum Tod führen!

#### 4.6.1.3 Einsatzumgebung

Die Einsatzumgebung des Roboters muss regengeschützt sein und einen ausreichend festen und mindestens besenreinen Untergrund besitzen. Außerdem muss der Boden, der vom Roboter befahren werden soll, eben und waagerecht sein.

**Tipp:** Steigungen, Kanten, Stufen und Unebenheiten können unter Umständen zu Problemen beim Fahren und bei der Lokalisierung führen. Unter gewissen Umständen kann es passieren, dass der Roboter seine Position nicht mehr

korrekt bestimmen kann und deshalb unnötige oder problematische Pfade plant, beziehungsweise sein Ziel nicht mehr erreichen kann.

Regen oder starkes Spritzwasser können unter Umständen in den Roboter eindringen und zu Schäden führen. Funkenflug, starke Staubentwicklung und ähnliche Verschmutzungen können die Sensoren beeinträchtigen oder beschädigen und damit den sicheren Betrieb des Roboters gefährden. Schmutz und Flüssigkeiten auf der Fahrfläche können zu Schlupf und damit zu Problemen mit der Lokalisierung und Navigation führen.

Der Roboter besitzt keinerlei Möglichkeit, Treppenabgänge oder andere Absturzstellen zu erkennen. Bei einem Verlust der Lokalisierung oder einer fehlerhaften Programmierung besteht deshalb die Möglichkeit, dass der Roboter abstürzt.

**Warnung:** Prüfen und sichern Sie vor dem Einsatz des Roboters unbedingt alle erreichbaren Absturzstellen, um Verletzungen und Schäden zu verhindern.

## 4.6.1.4 Sachkundiges Personal

Dieses Produkt darf nur von sachkundigem Personal umgebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden.

Die Anforderungen an sachkundiges Personal finden Sie unter Sachkundiges Personal (Seite 31).

#### 4.6.1.5 Sicherheitshinweise

Die allgemeinen Sicherheitshinweise für Neobotix-Roboter finden Sie unter Sicherheitshinweise (Seite 23).

#### 4.6.2 Bedienelemente

Die folgende Abbildung zeigt das Heck des MP-500 und die wichtigsten Bedienelemente.

#### 4.6.2.1 Not-Halt-Tasten

Durch Drücken von einer der beiden Tasten wird der Roboter sofort sicher stillgesetzt. Dazu werden die Antriebe von der Stromversorgung getrennt und die Sicherheitsbremsen aktiviert. Zum Rücksetzen des Sicherheitssystems müssen alle betätigten Not-Halt-Tasten durch Drehen im Uhrzeigersinn entriegelt und der Schlüsselschalter für ca. eine Sekunde nach rechts auf Position II gedreht werden.

#### 4.6.2.2 Schlüsselschalter

Sehen Sie dazu Schlüsselschalter (Seite 5).

#### 4.6.2.3 Bremsen-Löse-Taste

Mit dieser Taste können die Sicherheitsbremsen beider Fahrantriebe auch bei abgeschaltetem Roboter manuell gelüftet werden, um den Roboter zu verschieben.

**Tipp:** Falls die Steuerungssoftware gestartet wurde, wird die Plattform von den Antrieben in Position gehalten, auch wenn die Bremsen manuell gelöst wurden. In diesem Fall muss mindestens einer der Not-Aus-Taster gedrückt werden, ehe der Roboter von Hand verschoben werden kann.



Abb. 15: Bedienelemente des MP-500

1	Not-Halt-Tasten
2	Schlüsselschalter
3	Bremsen-Lösen-Taste
4	Tastenfeld
5	Ladebuchse
6	LC-Display
7	Joystick-Empfänger
8	USB-Buchse
9	Ethernet-Buchse
10	HDMI-Buchse

## 4.6.2.4 Ladebuchse

Hier kann das Batterieladegerät angeschlossen werden. Nähere Informationen finden Sie unter Ladevorgang (Seite 14).

## 4.6.2.5 LC-Display

Hier werden die wichtigsten Informationen zum aktuellen Zustand des Roboters dargestellt.

Nähere Informationen finden Sie im Kapitel Das LC-Display (Seite 6).

## 4.6.2.6 Zugang zum Bordrechner

Eine HDMI-Buchse, eine USB-Buchse und ein Ethernet-Anschluss ermöglichen den direkten Zugriff auf den Bordrechner.

#### 4.6.2.7 Tastenfeld

Das Tastenfeld kann für einfache Eingaben und vordefinierte Befehle verwendet werden. Standardmäßig ist es ohne Funktion und muss von der Anwendungssteuerung interpretiert werden.

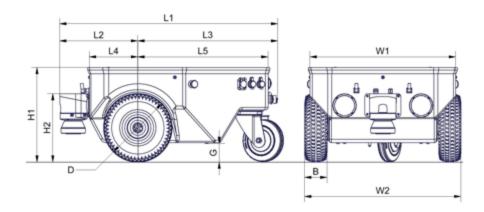


Abb. 16: Abmessungen des MP-500

# 4.6.3 Mechanische Eigenschaften

## 4.6.3.1 Abmessungen

Beschreibung	Symbol	Wert (mm)
Durchmesser der Antriebsräder	D	260
Breite der Antriebsräder	В	85
Bodenfreiheit	G	70
Plattformhöhe	H1	358
Höhe des Scannergehäuses	H2	259
Länge der Plattform (über alles)	L1	823
Abstand zur vordersten Kante	L2	296
Abstand zur hintersten Kante	L3	527
Abstand zur Vorderkante der Ladefläche	L4	183
Abstand zur Hinterkante der Ladefläche	L5	493
Breite der Ladefläche	W1	551
Breite der Plattform (über alles)	W2	592

## 4.6.3.2 Absolute Grenzwerte

Warnung: Ein Überschreiten dieser Grenzwerte kann zu Fehlfunktionen führen oder den Roboter beschädigen!

Beschreibung	Einheiten	Wert
Traglast (auf Ladefläche)	kg	80
Höchstgeschwindigkeit	m/s	1.5
Maximale Schwelle zum Überfahren (≤ 0.25m/s)	mm	15
Maximale Schwelle zum Überfahren (Höchstgeschwindigkeit)	mm	5
Maximalbeschleunigung	m/s <sup>2</sup>	2.4
Lagertemperatur	°C	-20 +60
Betriebstemperatur (Umgebungstemperatur)	°C	+0 +25

## 4.6.3.3 Sensorpositionen

Alle Abstände sind in Millimetern angegeben, gemessen relativ zum Koordinatensystem der Plattform. Alle Winkel sind in Grad, gemessen mathematisch positiv gegen die Fahrtrichtung.

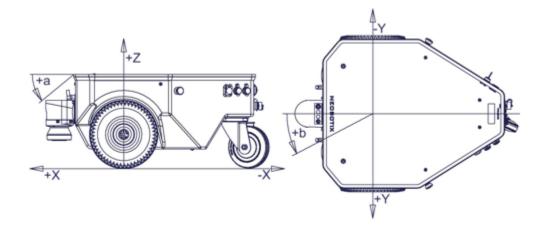


Abb. 17: Koordinatensystem des MP-500



Abb. 18: Scannerposition

Sensor	Symbol	X-pos.	Y-pos.	Z-pos.	a-angle	b-angle
Laserscanner	LS1	230	0	110	0	0

## 4.6.3.4 Elektrische Kennwerte und sonstige Daten

## Eigenschaften der internen Komponenten

Alle Daten entstammen den entsprechenden Datenblättern.

Beschreibung	Einheiten	Wert
Motorleistung	W	300
Nenndrehzahl	rpm	3000
Maximale Drehzahl	rpm	5000
Erreichbare Drehzahl (bei Batteriespannung)	rpm	1800
Nennmoment der Motoren	Nm	0.95
Maximales Moment der Motoren	Nm	2.85
Bremsmoment (statisch)	Nm	1.47
Encoderauflösung	Inkremente / Umdr.	10000
Getriebeuntersetzung	1	8:1
Zahnriemenuntersetzung	1	1.5:1
Nennspannung der Batterien	V	24
Maximale ungeregelte Spannung	V	29
Batteriekapazität	Ah	50

## Erfassungsbereiche der Sensoren

Alle Daten entstammen den entsprechenden Datenblättern. Abstände sind in Metern angegeben, Winkel in Grad.

Sensor	Auflösung	Min. Abst	Max. Abst	Hor. Winkel	Vert. Winkel
Laserscanner	0.5°	0	30	±135	0

## Sonstige Eigenschaften

Beschreibung	Einheiten	Wert
Gewicht	kg	70
Voraussichtliche Arbeitszeit	a	10

#### Steckverbinder

Siehe Kapitel Steckverbinder (Seite 19).

## 4.6.4 Transport

## 4.6.4.1 Verpackung

Der mobile Roboter MP-500 ist in einer robusten Holzkiste verpackt, die für zukünftige Transporte wiederverwendet werden kann. Wenn die ursprüngliche Kiste nicht mehr verwendet werden kann, empfiehlt es sich, eine neue Kiste mit ähnlichem Design zu bauen.

Die Bodenplatte der Box muss stark genug sein, um den Roboter zu tragen und asymmetrische Kräfte aufzunehmen, z. B. beim Bewegen der Box mit einem Gabelstapler. Beim Verpacken des Roboters muss dieser durch eine ausreichende Polsterung gegen ungewolltes Verrutschen gesichert werden. Um das Eindringen von Staub und Schmutz aus dem Polstermaterial in den Roboter zu verhindern, sollten alle Anschlüsse vor dem Verpacken des Roboters befestigt oder abgedeckt werden.

## 4.6.4.2 Auspacken des Roboters

Wird der Roboter in der Originalkiste transportiert, sollte nur deren Deckel entfernt werden. Anschließend können die eventuell beiliegenden Zusatzkomponenten und das Puffermaterial herausgenommen werden.

Sobald der Roboter frei in der Kiste steht, kann er nach oben herausgehoben werden. Dazu sollte er von mindestens zwei Personen bewegt werden, die unter die Bodenwanne greifen. Die besten Angriffspunkte sind der Bereich unmittelbar um die Befestigungsplatte der hinteren Lenkrolle sowie die Flächen auf der Unterseite der Bodenwanne vor und etwas innerhalb von den Antriebsrädern.

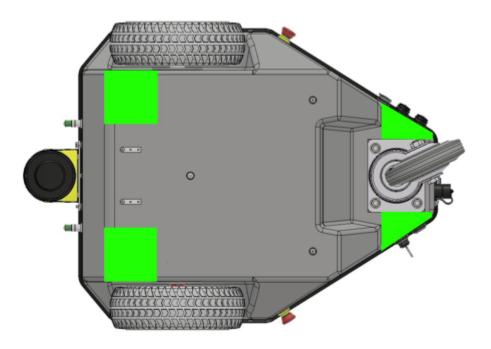


Abb. 19: Griffbereiche zum sicheren Anheben des MP-500

**Warnung:** Versuchen Sie niemals, den Roboter am Laserscanner oder an den Anbauteilen und Bedienelementen anzuheben! Diese Bauteile sind nicht für derartige Belastungen ausgelegt und könnten beschädigt werden.

## 4.6.4.3 Kurzstrecken

Für kurze Strecken kann der MP-500 auch ohne Kiste im Koffer- oder Laderaum eines PKW transportiert werden. Achten Sie jedoch immer auf eine ausreichende Sicherung und fahren oder schieben Sie den Roboter nur vorsichtig durch Außenbereiche.

## 4.6.4.4 Langstrecken

Bei entsprechender Verpackung gibt es keine besonderen Anforderungen an den Transport des MP-500. Lediglich wenn der Roboter für längere Zeit sehr tiefen Temperaturen (unter -10 °C) ausgesetzt war, sollte er sich vor dem Einschalten auf normale Raumtemperatur erwärmen. Dadurch können Schäden an der Elektronik und dem Laserscanner vermieden werden.

Sofern der Bremsen-Lösen-Taster abgedeckt und der Schlüssel entfernt wurde, besteht keine Gefahr, dass sich der Roboter selbst einschaltet oder die Batterien während des Transports entladen werden.

**Tipp:** Vor einem Transport per Luftfracht ist es dennoch sinnvoll, die Batterien vom Roboter zu trennen und damit jedes Risiko auszuschließen. Die Batterien selbst sind auslaufsicher gekapselt und für den Transport per Luftfracht zugelassen.

## 4.6.5 Wartung

Weitere wichtige Informationen zu Wartung, Reinigung und zu allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen bei Arbeiten am mobilen Roboter finden Sie unter *Wartung* (Seite 29).

Die Mechanik des Roboters ist nahezu wartungsfrei und, mit Ausnahme von Forschungszwecken und gelegentlichem Batteriewechsel, nicht dazu gedacht, geöffnet zu werden. Bitte wenden Sie sich an Neobotix, bevor Sie den Roboter zerlegen!

#### 4.6.5.1 Software

Da der Roboter über WLAN und die graphische Benutzeroberfläche gesteuert werden kann, ist ein direkter Zugriff auf die Computerhardware nur selten nötig. Auch die meisten Updates können von außen über die Ethernet-Verbindung durchgeführt werden.

Mehrere abgedichtete Buchsen am Heck der Plattform gewähren bei Bedarf Zugang zu einem USB- Anschluss, dem digitalen Video-Ausgang und einem Ethernet-Anschluss.

Nähere Informationen finden Sie im Kapitel Bedienelemente (Seite 89).

#### 4.6.5.2 Reinigung

Um eine hohe Lebensdauer und einen erfolgreichen Einsatz zu gewährleisten, sollte der Roboter regelmäßig kontrolliert und gereinigt werden. Allgemeine Informationen zur Reinigung des Roboters und der Sensoren finden Sie unter *Wartung* (Seite 29).

**Warnung:** Der Roboter ist nur dann spritzwasserdicht, wenn die Schutzkappe auf die Ladebuchse geschraubt wurde, die Wartungsbuchsen verschlossen sind und alle Anschlusskabel korrekt verbunden wurden. Setzen Sie den Roboter keiner Nässe aus, solange eine dieser Komponenten nicht korrekt befestigt ist!

#### 4.6.5.3 Räder

Die Antriebsräder sind ausgeschäumt und wartungsfrei; ein Kontrollieren des Luftdrucks ist nicht erforderlich.

Unter normalen Einsatzbedingungen halten die Reifen über die gesamte Lebensdauer der Plattform. Falls doch einmal signifikante Schäden auftreten sollten, können sie auch leicht ausgetauscht werden.

Die Antriebsräder sind über spezielle Spannsätze mit zentraler Sechskant-Verschraubung mit den Radachsen verbunden. Im allgemeinen sind diese Spannelemente wartungsfrei und unempfindlich gegenüber Wasser und Schmutz.

Unter gewissen Umständen (zum Beispiel sehr starke Vibrationen oder extreme Temperaturschwankungen) könnten sich die Schrauben der Spannsätze jedoch lösen. Es ist daher empfehlenswert, die Schrauben regelmäßig sowie auch direkt nach der Auslieferung zu kontrollieren.

Verwenden Sie einen passenden Maulschlüssel, um alle lockeren Sechskantschrauben wieder anzuziehen.

#### 4.6.5.4 Batterien

Allgemeine Informationen zu den verwendeten Akkus, zum richtigen Aufladen und zum Recycling finden Sie unter *Batterien* (Seite 9).

Falls die Batterien getauscht werden müssen, gehen Sie bitte wie folgt vor:

- 1. Schalten Sie den Roboter aus.
- 2. Schalten Sie das Ladegerät ab und trennen Sie es von der Plattform.
- 3. Entfernen Sie alle Zusatzmodule von der Deckplatte der Plattform, soweit möglich.
- 4. Entfernen Sie die Befestigungsschrauben der Deckplatte (standardmäßig sechs Stück).
- 5. Heben Sie den Hinterteil der Deckplatte leicht an.
- Trennen Sie alle zur Deckplatte führenden Kabel an deren jeweiligen Steckverbindungen (je nach Ausstattungsvariante).
- 7. Heben Sie die Deckplatte ganz ab.
- 8. Trennen Sie die Steckverbinder beider Batterien.
- 9. Heben Sie die Batterien vorsichtig nach oben aus der Plattform und achten Sie dabei darauf, keine Kabel einzuklemmen oder abzuscheren.
- 10. Senken Sie die beiden neuen Batterien sehr vorsichtig in die Plattform und achten Sie auch dabei auf die Kabel.
- 11. Schließen Sie die Batteriestecker an; diese sind verpolsicher.
- 12. Legen Sie die Deckplatte wieder auf die Plattform und schließen Sie alle Kabel an.
- 13. Bringen Sie die umlaufende Dichtlippe wieder in Position und richten Sie die Deckplatte passend aus.
- 14. Schrauben Sie die Deckplatte wieder fest und befestigen Sie alle zuvor entfernten Module.

Sollten Probleme irgendeiner Art auftreten, wenden Sie sich bitte direkt an Neobotix.

#### 4.6.5.5 Sicherungen

Der mobile Roboter besitzt die folgenden Sicherungen:

ID	Kreis	Lage	Тур	Nennstrom	Charakt
F1	24V-Verteilung	RelayBoard	Feinsicherung 5x20	5 A	träge
F2	Motorversorgung	RelayBoard	Feinsicherung 5x20	10 A	träge
F3	Not-Halt-Tasten	RelayBoard	Feinsicherung 5x20	2 A	flink
F4	Bremsen-Löse-Taste	RelayBoard	Feinsicherung 5x20	2 A	träge

## 4.6.6 Entsorgung

Weitere Informationen zur Entsorgung und zum Recycling finden Sie hier (Seite 31).

## 4.6.7 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

## 4.6.7.1 EG-Konformitätserklärung



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die relevanten EU-Richtlinien erfüllt. Für nähere Angaben wenden Sie sich bitte an Neobotix.

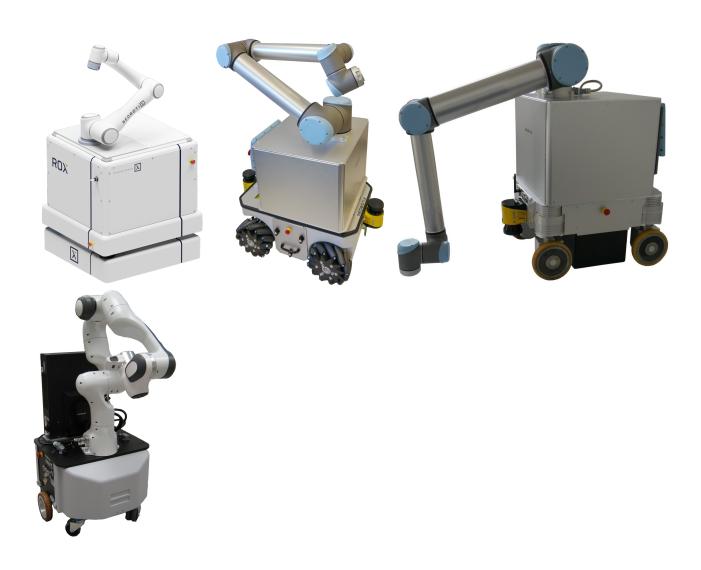
## 4.6.7.2 Informationen zu RoHS



Mobile Roboter sind als *bewegliche Maschinen* explizit vom Geltungsbereich der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU ausgeschlossen. Trotzdem haben wir uns am Geist der RoHS-Richtlinie orientiert und auf gefährliche oder schädliche Stoffe so weit wie technisch möglich verzichtet.

# KAPITEL 5

# Mobile Manipulatoren



# **5.1 EMROX**



In Kürze verfügbar...!

# 5.2 MMO-500

↓ Als PDF herunterladen<sup>24</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/MMO-500.pdf



Der mobile Manipulator MMO-500 kombiniert den omnidirektionalen Roboter *MPO-500* (Seite 53) mit einem leichtgewichtigen Roboterarm, zum Beispiel von Universal Robots.

Seine Mecanum-Räder erlauben es dem MMO-500, sich frei in jede Richtung zu bewegen und somit den integrierten Arm sehr einfach neu zu positionieren. Auf diese Weise wird der Arbeitsraum des Arms erheblich vergrößert, ohne dass Einschränkungen und Kinematikprobleme auftreten.

Der MMO-500 kann die meisten der verfügbaren leichten Arme integrieren. Aufgrund seiner großen Grundfläche und hohen Nutzlast ist das MMO-500 auch in der Lage, den großen Universalroboterarm UR10 zu tragen, der Lasten bis zu 10 kg aufnehmen kann.

Die Bewegung der Plattform kann durch das freie Roboterbetriebssystem ROS gesteuert werden. Die Universal-Robots-Arme können, wie die meisten passenden Arme, mit ihrer originalen Steuersoftware und der manuellen Steuereinheit konfiguriert und anschließend mit ROS verbunden werden.

#### 5.2.1 Hinweise zum Betrieb

## 5.2.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der MMO-500 wurde für den Einsatz in der Servicerobotik-Forschung entwickelt. Er kann für verschiedenste Experimente und Tests in Bereichen wie autonome Fahrzeuge, mobile Manipulation oder Fabrikautomatisierung eingesetzt werden.

Der MMO-500 sollte nur in Labors, Testhallen und ähnlichen Umgebungen eingesetzt werden. Ein Einsatz des MMO-500 in anderen Umgebungen, insbesondere im Außenbereich, in Büros oder Fabriken ist nicht empfehlenswert.

## 5.2.1.2 Unzulässige Verwendung

#### Gefahr:

- Der Roboter darf nicht zur Personenbeförderung eingesetzt werden. Weder dürfen Personen auf dem Roboter selbst mitfahren, noch darf der Roboter genutzt werden, um andere Fahrzeuge oder Anhänger mit darauf fahrenden Personen zu bewegen.
- Der Mobile Roboter darf nicht ohne zusätzliche Sicherheitsprüfung in öffentlich zugänglichen Bereichen betrieben werden. Sowohl bei dauernden Veränderungen am Fahrzeug (Auf- und Anbauten) als auch bei temporären Veränderungen (z. B. Beladung) muss geprüft und bestätigt werden, dass ein sicherer Betrieb des Roboterfahrzeugs möglich ist.
- Ohne die oben beschriebene Prüfung darf der Roboter zu keiner Zeit ohne Aufsicht durch einen sachkundigen Bediener in der Nähe von Gästen, Passanten oder anderen nicht eingewiesenen Personen betrieben werden.
- Der Roboter darf nicht in Bereichen betrieben werden, in denen die Gefahr eines Sturzes über Treppenabgänge, Ladeplattformen oder ähnliches besteht. Dies kann zu schweren Verletzungen bis hin zum Tod führen!

## 5.2.1.3 Einsatzumgebung

Hier gelten die gleichen Bedingungen wie beim MPO-500, die Sie unter *Hinweise zum Betrieb* (Seite 53) finden können.

#### 5.2.1.4 Sachkundiges Personal

Dieses Produkt darf nur von sachkundigem Personal umgebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden.

Die Anforderungen an sachkundiges Personal finden Sie unter Sachkundiges Personal (Seite 31).

#### 5.2.1.5 Sicherheitshinweise

Bitte beachten Sie die Sicherheitshinweise des MPO-500, die Sie unter *Sicherheitshinweise* (Seite 55) finden können. Beachten Sie außerdem *Sicherheitshinweise* (*Manipulatoren*) (Seite 28).

## 5.2.2 Bedienelemente

Bitte beachten Sie die entsprechende Seite des MPO-500: Bedienelemente (Seite 56).

## 5.2.3 Arm

#### 5.2.3.1 Eigenschaften der Universal Robots Arme

Der Roboterarm wurde nicht modifiziert. Alle Merkmale und Eigenschaften des Arms bleiben unverändert, wie in der Dokumentation des Herstellers angegeben. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dieser Dokumentation.

Das Not-Halt-System der Plattform wurde als externe Maschine in das Sicherheitssystem des Arms integriert. Technische Details zu diesem Anschluss sind im elektrischen Schaltplan des MMO-500 und in der Betriebsanleitung des

Universal Robots Armes zu finden. Für den Fall, dass der Arm separat betrieben werden soll, muss dieser Anschluss mit dem mitgelieferten Harting-Stecker überbrückt werden. Details finden Sie im folgenden Kapitel.

**Tipp:** Die konfigurierbaren Eingänge CI0 und CI1 wurden in "Nicht zugewiesen" geändert. Die konfigurierbaren Ausgänge CO0 und CO1 wurden auf "Not-Halt" gesetzt. Das Passwort für die Sicherheitskonfiguration wurde auf neobotix gesetzt. Bitte kontaktieren Sie Neobotix, wenn Sie Fragen zum Sicherheitssystem haben.

## 5.2.3.2 Separater Betrieb

Um die Plattform mit abgeschaltetem Roboterarm oder komplett ohne Arm zu betreiben, muss der mitgelieferte Blindstecker -X31 anstelle des Kabels zum UR-Schaltschrank eingesteckt werden. Die Steckstelle befindet sich vorne links auf der Deckplatte des mobilen Roboters.

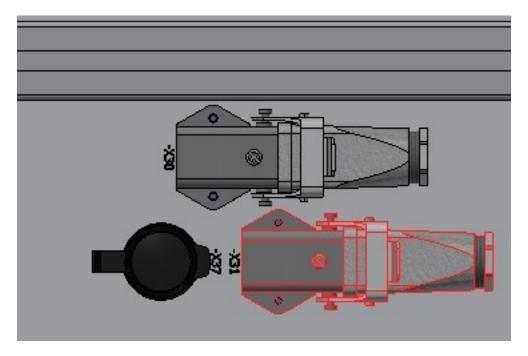


Abb. 1: Steckverbinder -X31

Um den Roboterarm unabhängig von der Plattform zu betreiben, muss ebenfalls der entsprechende Blindstecker -X31 an das Kabel zum Schaltschrank angesteckt werden.

Zusätzlich muss jedoch auch im Schaltschrank ein Blindstecker eingesetzt werden, der die Stromversorgung der Sicherheitstechnik unabhängig von der Plattform macht. Dieser graue Blindstecker ersetzt den grünen Stecker, der zum Betrieb an der mobilen Plattform notwendig ist.

Beim separaten Betrieb des Armes ist es außerdem empfehlenswert, den Arm nicht über den im MMO-500 integrierten Wechselrichter zu betreiben, sondern direkt aus einer normalen 230V-Steckdose zu versorgen.

Bitte beachten Sie die Anforderungen an die Stromversorgung des Roboterarmes in der zugehörigen Betriebsanleitung.

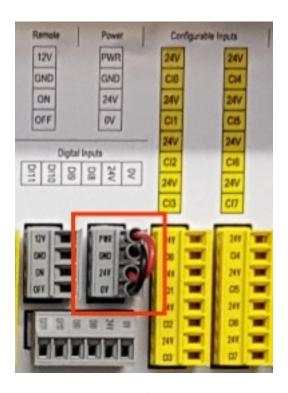


Abb. 2: Blindstecker für separaten Betrieb

## 5.2.4 Mechanische Eigenschaften

## 5.2.4.1 Abmessungen des Roboters

Sehen Sie dazu Abmessungen (Seite 57).

## 5.2.4.2 Abmessungen des Manipulators

Alle Angaben in Millimetern.

Beschreibung	Symbol	Wert
Versatz zwischen Arm und Plattformmittelpunkt	H1	386
Länge der Deckplatte des Aluminiumgehäuses	H2	805
Höhe der Deckplatte des Aluminiumgehäuses	0	205
Höhe der Anbauebene	L1	115
Breite der Deckplatte des Aluminiumgehäuse	L2	496
Abstand zur Vorderkante des Aluminiumgehäuses	W	550

# 5.2.5 Transport

**Bemerkung:** Es gelten die entsprechenden Hinweise für den MPO-500, die Sie unter *Transport* (Seite 60) finden können.

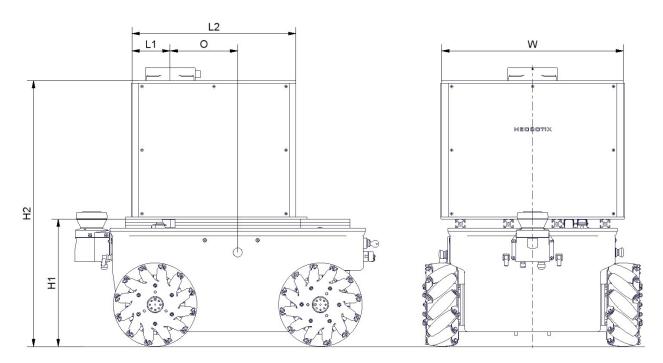


Abb. 3: Abmessungen des MMO-500 UR10

## 5.2.5.1 Auspacken und Montage

Der mobile Roboter MMO-500 wird in einer stabilen Holzkiste geliefert, die ohne Weiteres für zukünftige Transporte wiederverwendet werden kann.

Setzen Sie das Aluminiumgehäuse des Roboterarmes vorsichtig auf die mobile Plattform und positionieren Sie es, wie in der folgenden Abbildung zu sehen. Achten Sie darauf, dass die Vorderkante der Gehäusegrundplatte bündig mit den Stirnflächen der beiden längeren Aluminiumprofile auf der Deckplatte der Plattform abschließt.

Befestigen Sie nun das Gehäuse mit Hilfe der beiliegenden Schrauben auf der Plattform. Die Abdeckplatten an der linken Seite und der Vorderseite des Gehäuses (in der Abbildung rot markiert) können abgenommen werden, um das Innere des Gehäuses zugänglich zu machen.

Verbinden Sie die Kabel in dem Aluminiumgehäuse mit den passenden Anschlüssen (Stecker -X31 und -X32 sowie der Ethernet-Verbinder) an der Deckplatte der mobilen Plattform. Sehen Sie dazu auch den Elektroschaltplan.

Falls der Roboterarm separat transportiert wurde, setzen Sie ihn wie oben zu sehen auf das bereits festgeschraubte Aluminiumgehäuse und befestigen Sie ihn mit den vier beiliegenden M8-Schrauben. Verbinden Sie dann den Arm mit dem Kabel hinter dem Armsockel.

#### 5.2.5.2 Installation der Zusatzbatterien

Um die Laufzeit des Roboters zu erhöhen, kann ein zweites Batteriepaar in das Aluminiumgehäuse des Armes eingesetzt werden.

Bevor die Zusatzbatterien eingebaut werden können, muss der Roboter abgeschaltet und sowohl die Batterien in der Plattform als auch die Zusatzbatterien müssen voll geladen werden.

Entfernen Sie die vordere Verkleidungsplatte des Aluminiumgehäuses und setzen sie die Batterien in den entsprechenden Bereich auf der Grundplatte des Gehäuses, wie in der folgenden Abbildung zu sehen. Die Batteriekabel müssen dabei in das Gehäuse hinein weisen.

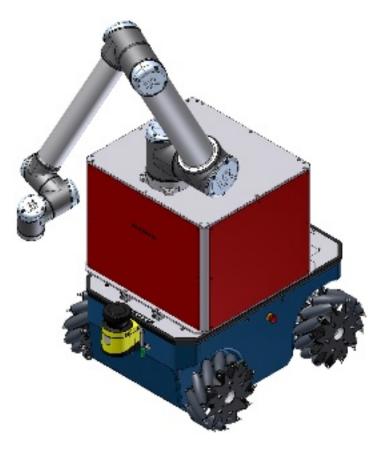


Abb. 4: Aluminiumgehäuse und Roboterarm auf der mobilen Plattform

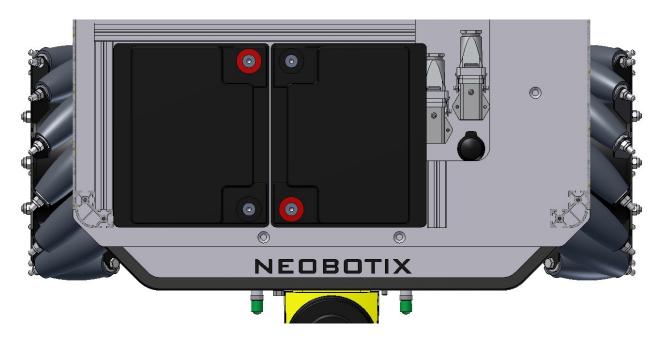


Abb. 5: Position der Zusatzbatterien

**Gefahr:** Wenn die Zusatzbatterien verwendet werden, darf der Roboter nur noch durch Anschluss des Batterieladegerätes an die Plattform oder über die automatische Ladestation geladen werden. Das Y-Kabel zum Laden eines einzelnen Batteriepaares darf dann nicht mehr verwendet werden.

Zwei Standard-Flachsicherungen (32V) hinter der rechten Seitenwand des Gehäuses schützen die elektrischen Komponenten vor zu hohen Strömen.

# 5.2.6 Entsorgung

Informationen zur Entsorgung und zum Recycling finden Sie hier (Seite 31).

# 5.2.7 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

## 5.2.7.1 EU Einbauerklärung

Bei diesem Produkt handelt es sich um eine unvollständige Maschine, die ohne CE-Kennzeichnung geliefert wird.

Diese unvollständige Maschine darf erst dann in Betrieb genommen werden, wenn festgestellt wurde, dass die Maschine, in die die unvollständige Maschine eingebaut wurde, den Bestimmungen der Richtlinie 2006/42/EG sowie allen anderen anzuwendenden EU-Richtlinien entspricht.

#### 5.2.7.2 Informationen zu RoHS



Mobile Roboter sind als *bewegliche Maschinen* explizit vom Geltungsbereich der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU ausgeschlossen. Trotzdem haben wir uns am Geist der RoHS-Richtlinie orientiert und auf gefährliche oder schädliche Stoffe so weit wie technisch möglich verzichtet.

# 5.3 MMO-700

↓ Als PDF herunterladen<sup>25</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/MMO-700.pdf



Der mobile Manipulator MMO-700 kombiniert den omnidirektionalen *MPO-700* (Seite 64) mit einem leichtgewichtigen Roboterarm, zum Beispiel von Universal Robots.

Die vier *Fahr-Dreh-Module* (Seite 117) des MMO-700 erzeugen sehr sanfte omnidirektionale Bewegungen. Dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber Fahrzeugen mit Mecanum-Rädern bei der Handhabung oder dem Transport zerbrechlicher oder teurer Teile.

Die Bewegung der Plattform kann durch das freie Roboterbetriebssystem ROS gesteuert werden. Die Universal-Robots-Arme können, wie die meisten passenden Arme, mit ihrer originalen Steuersoftware und der manuellen Steuereinheit konfiguriert und anschließend mit ROS verbunden werden.

## 5.3.1 Hinweise zum Betrieb

### 5.3.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der MMO-700 wurde für den Einsatz in der Servicerobotik-Forschung entwickelt. Er kann für verschiedenste Experimente und Tests in Bereichen wie autonome Fahrzeuge, mobile Manipulation oder Fabrikautomatisierung eingesetzt werden.

Der MMO-700 sollte nur in Labors, Testhallen und ähnlichen Umgebungen eingesetzt werden. Ein Einsatz des MMO-700 in anderen Umgebungen, insbesondere im Außenbereich, in Büros oder Fabriken ist nicht empfehlenswert.

## 5.3.1.2 Unzulässige Verwendung

Gefahr:
---------

- Der Roboter darf nicht zur Personenbeförderung eingesetzt werden. Weder dürfen Personen auf dem Roboter selbst mitfahren, noch darf der Roboter genutzt werden, um andere Fahrzeuge oder Anhänger mit darauf fahrenden Personen zu bewegen.
- Der Mobile Roboter darf nicht ohne zusätzliche Sicherheitsprüfung in öffentlich zugänglichen Bereichen betrieben werden. Sowohl bei dauernden Veränderungen am Fahrzeug (Auf- und Anbauten) als auch bei temporären Veränderungen (z. B. Beladung) muss geprüft und bestätigt werden, dass ein sicherer Betrieb des Roboterfahrzeugs möglich ist.
- Ohne die oben beschriebene Prüfung darf der Roboter zu keiner Zeit ohne Aufsicht durch einen sachkundigen Bediener in der Nähe von Gästen, Passanten oder anderen nicht eingewiesenen Personen betrieben werden.
- Der Roboter darf nicht in Bereichen betrieben werden, in denen die Gefahr eines Sturzes über Treppenabgänge, Ladeplattformen oder ähnliches besteht. Dies kann zu schweren Verletzungen bis hin zum Tod führen!

## 5.3.1.3 Einsatzumgebung

Hier gelten die gleichen Bedingungen wie beim MPO-700, die Sie unter *Hinweise zum Betrieb* (Seite 65) finden können.

## 5.3.1.4 Sachkundiges Personal

Dieses Produkt darf nur von sachkundigem Personal umgebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden.

Die Anforderungen an sachkundiges Personal finden Sie unter Sachkundiges Personal (Seite 31).

## 5.3.1.5 Sicherheitshinweise

Es gelten die Sicherheitshinweise des MPO-700, diese finden Sie unter Sicherheitshinweise (Seite 66).

Beachten Sie außerdem Sicherheitshinweise (Manipulatoren) (Seite 28).

#### 5.3.2 Bedienelemente

Bitte beachten Sie die entsprechende Seite des MPO-700: Bedienelemente (Seite 66).

Bei der Installation einiger Optionen folgen Sie bitte den Anweisungen unter Änderungen in der Handhabung (Seite 108).

# 5.3.3 Änderungen in der Handhabung

#### 5.3.3.1 Mit Funk-Not-Aus-System

Wenn der Roboter mit einem Funk-Not-Aus-System ausgestattet ist, ändert sich das Rücksetzverfahren leicht.

#### Den Roboter starten

Nach dem Starten des Roboters ist es notwendig, den Schlüsselschalter noch einmal im Uhrzeigersinn zu drehen, um den Funkempfänger zu aktivieren.

## Die Funkverbindung einschalten

- 1. Ziehen Sie den roten Knopf am Handgerät nach oben, um den Sender zu aktivieren.
- 2. Warten Sie, bis die beiden LEDs neben der roten Taste nicht mehr blinken.
- 3. Drücken Sie die grüne Taste am Handgerät, um die sichere Verbindung zu aktivieren.
- Drehen Sie den Schlüsselschalter im Uhrzeigersinn, um das Sicherheitssystem zurückzusetzen und in den Normalbetrieb zu wechseln.

## Den Roboter aus der Ferne stoppen

Es gibt vier Möglichkeiten, einen Not-Halt aus der Ferne auszulösen:

- Drücken Sie die rote Taste am Handgerät. Dies ist der vorgesehene Betrieb und kann wie oben beschrieben zurückgesetzt werden.
- Ablegen des Handgerätes in der Ladestation. Wenn das Handgerät in der Ladestation aufgeladen wird, gilt es
  als unzugänglich für den Bediener, der es möglicherweise benötigt. Da dies eine unsichere Situation wäre, löst
  das System einen Notstopp aus. Um dies rückgängig zu machen, nehmen Sie das Handgerät aus der Ladestation
  und befolgen Sie die im obigen Abschnitt beschriebenen Schritte.
- Der Akku des Handgerätes ist leer. Die Funkverbindung zwischen Handgerät und Empfänger wird ständig aufrechterhalten, solange sich die rote Taste nicht in der unteren (gedrückten) Position befindet und der Akku entladen wird. Wenn der Akkustand zu niedrig ist, um eine stabile Verbindung aufrechtzuerhalten, schaltet der Empfänger auf Not-Aus. Bitte drücken Sie den roten Knopf oder laden Sie das Handgerät auf, wenn es nicht benutzt wird.
- Die Funkverbindung ist unterbrochen. Die Verbindung zwischen Handgerät und Empfänger kann auch unterbrochen werden, wenn die Entfernung zu groß ist oder wenn das Funksignal durch Hindernisse wie Maschinen oder Bauwerke gedämpft oder blockiert wird. In seltenen Fällen kann auch starker elektromagnetischer Lärm von großen Maschinen zu Verbindungsproblemen führen.

### 5.3.3.2 Mit Flexi-Soft Sicherheitssteuerung

Wenn der Roboter mit einer Flexi-Soft Sicherheitssteuerung von Sick ausgestattet ist, werden alle Sicherheitsfunktionen vom RelayBoard zur Flexi-Soft verlagert. In diesem Fall zeigt das LCD nur SCANNER STOP für alle Arten von Notaus an. Bitte verbinden Sie sich direkt mit der Flexi-Soft, um detaillierte Statusinformationen zu erhalten

#### 5.3.4 Arm

#### 5.3.4.1 Eigenschaften der Universal Robots Arme

Die Hardware des UR-Roboterarms wurde nicht verändert. Alle Merkmale und Eigenschaften des Arms bleiben unverändert, wie in der Dokumentation des Herstellers angegeben. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte dieser Dokumentation.

Das Not-Aus-System der Plattform wurde als externe Maschine in das Sicherheitssystem des Arms integriert. Technische Details zu diesem Anschluss finden Sie im elektrischen Schaltplan des MMO-700 UR und in der Betriebsanleitung des Roboterarms. Falls der Arm separat betrieben werden soll, muss diese Verbindung mit dem mitgelieferten weißen Stecker -X32' überbrückt werden.

**Tipp:** Die konfigurierbaren Eingänge CI0 und CI1 wurden in "Nicht zugewiesen" geändert. Die konfigurierbaren Ausgänge CO0 und CO1 wurden auf "Not-Halt" gesetzt. Das Passwort für die Sicherheitskonfiguration wurde auf neobotix gesetzt. Bitte kontaktieren Sie Neobotix, wenn Sie Fragen zum Sicherheitssystem haben.

### 5.3.4.2 Separater Betrieb

Die mobile Plattform kann ohne Einschalten des Arms oder ganz ohne Arm betrieben werden. Stecken Sie dazu anstelle des Kabels zur UR-Armsteuerung den Überbrückungsstecker -X32 ein. Dieser Stecker befindet sich an den Kabeln von der Plattform zum Schrank auf der rechten Seite der oberen Platte der Plattform.

Der Roboterarm kann unabhängig von der mobilen Plattform betrieben werden, wenn der entsprechende Überbrückungsstecker -X32 an das zur Steuerungsbox führende Kabel angeschlossen wird.

Beim separaten Betrieb des Armes ist es außerdem empfehlenswert, den Arm nicht über den im MMO-500 integrierten Wechselrichter zu betreiben, sondern direkt aus einer normalen 230V-Steckdose zu versorgen.

Bitte beachten Sie die Anforderungen an die Stromversorgung des Roboterarmes in der zugehörigen Betriebsanleitung.

# 5.3.5 Mechanische Eigenschaften

## 5.3.5.1 Abmessungen des Roboters

Sehen Sie dazu Abmessungen (Seite 68).

## 5.3.5.2 Abmessungen des Manipulators

Alle Angaben in Millimetern.

Beschreibung	Symbol	Wert
Versatz zwischen Arm und Plattformmittelpunkt	H1	348
Höhe der oberen Platte des Schaltschranks	H2	767
Höhe der Deckplatte des Aluminiumgehäuses	0	161
Höhe der Anbauebene	L1	115
Breite der Deckplatte des Aluminiumgehäuse	L2	492
Abstand zur Vorderkante des Aluminiumgehäuses	W	515

## 5.3.6 Transport

**Bemerkung:** Hier gelten die gleichen Bedingungen wie beim MPO-700, die Sie unter *Transport* (Seite 72). finden können.

## 5.3.6.1 Auspacken und Montage

Der mobile Roboter MMO-700 wird in einer stabilen Holzkiste geliefert, die ohne Weiteres für zukünftige Transporte wiederverwendet werden kann.

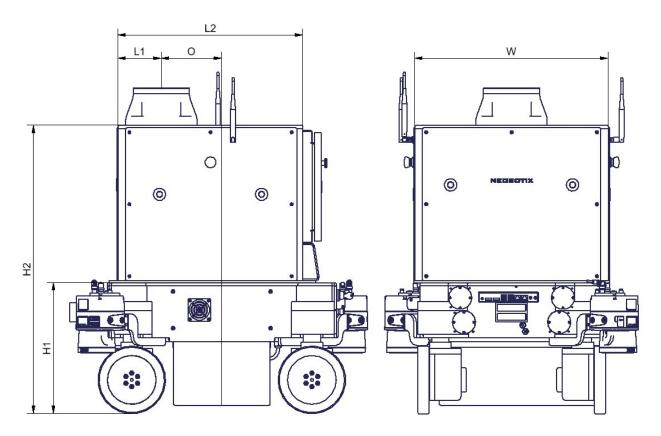


Abb. 6: Abmessungen des MMO-700 UR10e

Setzen Sie das Aluminiumgehäuse des Roboterarmes vorsichtig auf die mobile Plattform und positionieren Sie es, wie in der Abbildung zu sehen. Achten Sie darauf, dass die Schraubensenkungen in der Grundplatte des Gehäuses genau mit den Gewinden in der Deckplatte der mobilen Plattform fluchten.

Befestigen Sie nun das Gehäuse mit Hilfe der beiliegenden Schrauben auf der Plattform. Die Abdeckplatten an der linken Seite und der Vorderseite des Gehäuses (in der Abbildung rot markiert) können abgenommen werden, um das Innere des Gehäuses zugänglich zu machen.

Falls der UR10-Schaltschrank separat transportiert wurde, setzen Sie ihn von hinten in das Gehäuse ein und verschrauben Sie ihn mit den vier M6-Schrauben und den Unterlegscheiben. Schließen Sie danach das schwarze 230V-Kabel und das dicke, graue Kabel mit dem Harting-Steckverbinder an den entsprechenden Buchsen in der Unterseite des Schaltschranks an.

Falls der Roboterarm separat transportiert wurde, setzen Sie ihn wie oben zu sehen auf das bereits festgeschraubte Aluminiumgehäuse und befestigen Sie ihn mit den vier beiliegenden M8-Schrauben. Verbinden Sie dann den Arm mit dem Kabel hinter dem Armsockel.

Verbinden Sie die Kabel in dem Aluminiumgehäuse mit den passenden Anschlüssen (Stecker -X31 und -X32 sowie der Ethernet-Verbinder) an der Deckplatte der mobilen Plattform. Sehen Sie dazu auch den Elektroschaltplan.

#### 5.3.6.2 Installation der Zusatzbatterien

Um die Laufzeit des Roboters zu erhöhen, kann ein zweiter Batteriesatz in das Aluminiumgehäuse des Armes eingesetzt werden. Bevor die Zusatzbatterien eingebaut werden können, muss der Roboter abgeschaltet und sowohl die Batterien in der Plattform als auch die Zusatzbatterien müssen voll geladen werden.

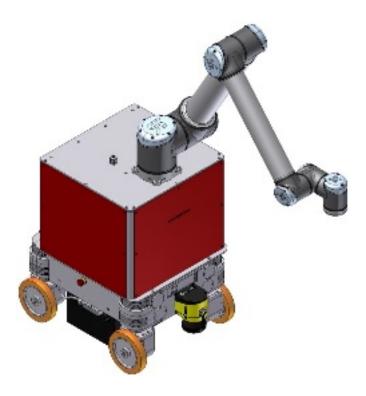


Abb. 7: Aluminiumgehäuse und Roboterarm auf der mobilen Plattform

**Warnung:** Es ist sehr wichtig, dass beide Batteriesätze voll geladen sind, bevor sie verbunden werden. Andernfalls kann es zu Ausgleichsströmen zwischen den Batterien kommen. Dies kann zur Überhitzung und zu Schäden am Roboter führen.

Die Zusatzbatterien können mit Hilfe des Adapterkabel geladen werden, das das Batterieladegerät direkt mit dem schwarzen, dreipoligen Starkstromstecker -X31 im Aluminiumgehäuse verbindet.

Entfernen Sie die vordere Verkleidungsplatte des Aluminiumgehäuses und setzen sie die Batterien in den entsprechenden Bereich auf der Grundplatte, wie in der folgenden Abbildung zu sehen. Die Batteriekabel müssen dabei in das Gehäuse hinein weisen.

Verbinden Sie die Batteriekabel mit den schwarzen Steckern im Inneren des Gehäuses. Die Steckverbinder sind verpolsicher und können beliebig zugeordnet werden.

Befestigen Sie zuletzt die Verkleidungsplatten wieder am Gehäuse.

**Gefahr:** Sobald die Zusatzbatterien verwendet wurden, darf der Roboter nur noch durch Anschluss des Batterieladegerätes an die Plattform oder über die automatische Ladestation geladen werden.

Drei Standard-Flachsicherungen (80 V) hinter der rechten Seitenwand des Gehäuses schützen die elektrischen Komponenten vor zu hohen Strömen. Im Elektroschaltplan finden Sie weitere Informationen.

# 5.3.7 Entsorgung

Informationen zur Entsorgung und zum Recycling finden Sie hier (Seite 31).

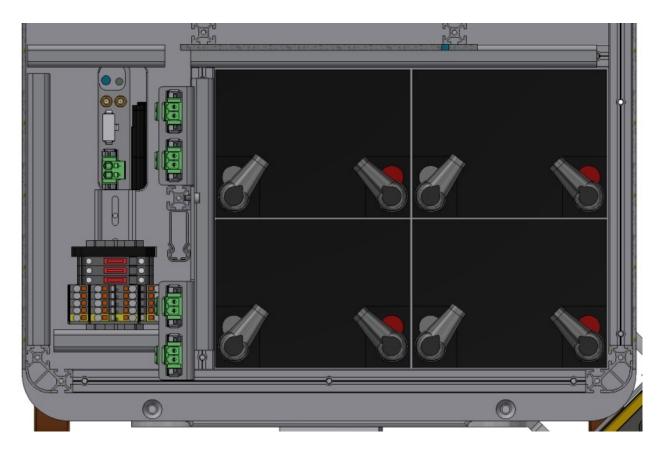


Abb. 8: Position der Zusatzbatterien und Batterieanschlüsse

# 5.3.8 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

## 5.3.8.1 EU Einbauerklärung

Bei diesem Produkt handelt es sich um eine unvollständige Maschine, die ohne CE-Kennzeichnung geliefert wird.

Diese unvollständige Maschine darf erst dann in Betrieb genommen werden, wenn festgestellt wurde, dass die Maschine, in die die unvollständige Maschine eingebaut wurde, den Bestimmungen der Richtlinie 2006/42/EG sowie allen anderen anzuwendenden EU-Richtlinien entspricht.

#### 5.3.8.2 Informationen zu RoHS



Mobile Roboter sind als *bewegliche Maschinen* explizit vom Geltungsbereich der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU ausgeschlossen. Trotzdem haben wir uns am Geist der RoHS-Richtlinie orientiert und auf gefährliche oder schädliche Stoffe so weit wie technisch möglich verzichtet.

# 5.4 MM-400



Der mobile Manipulator MM-400 kombiniert die Basisplattform *MP-400* (Seite 76) und einen Panda-Leichtbauarm von Franka-Emika zu einem sehr kompakten und flexiblen Robotersystem für die Forschung. Damit eignet sich der MM-400 ideal für Anwendungen auf engstem Raum, wo andere Plattformen nicht mehr manövrieren können.

Die Steuerung der Plattform mit Lokalisierung, Planung und Bahninterpolation basiert auf der bewährten Software PlatformPilot<sup>26</sup> von Neobotix oder auf ROS<sup>27</sup>. Auch der Panda-Arm kann über ROS gesteuert werden.

# 5.5 MM-500



Diese Produktlinie wurde eingestellt.

 $<sup>^{26}\</sup> https://www.neobotix-roboter.de/produkte/robotersoftware/neobotix-platformpilot$ 

<sup>27</sup> https://www.neobotix-roboter.de/produkte/roboter-software/ros-2

# KAPITEL 6

# Roboter-Komponenten



# 6.1 OmniDriveModule

### ↓ Als PDF herunterladen<sup>28</sup>



Mit den Neobotix OmniDriveModules können Ingenieure und Entwickler schnell und komfortabel eigene, individuelle Roboterfahrzeuge mit omnidirektionalem Antrieb aufbauen. Im Gegensatz zu anderen Kinematiken erlauben es die OmniDriveModules einem mobilen Roboter, sich auch auf Untergründen zu bewegen, die nicht ideal flach und sauber sind.

Diese Module wurden für die Forschung und Entwicklung konzipiert und müssen vom Kunden modifiziert und vervollständigt werden, ehe sie eingesetzt werden können. Einige wichtige Punkte müssen bei der Arbeit mit den Omni-DriveModules beachtet werden:

- Das OmniDriveModule ist eine unvollständige Maschine und nicht für die unmittelbare Verwendung geeignet.
- Die Antriebsverstärker werden mit Standardeinstellungen ausgeliefert. Einige dieser Einstellungen müssen gegebenenfalls an außergewöhnliche Einsatzbedingungen angepasst werden, ehe das Modul verwendet werden kann.
- Da es sich um eine unvollständige Maschine handelt, kann für das OmniDriveModule keine vollständige CE-Konformität bescheinigt werden.
- Um das von den EU-Richtlinien geforderte Sicherheitsniveau zu erreichen, muss das OmniDriveModule vom Kunden in eine andere Maschine eingebaut werden. Es können zusätzliche Sicherheitsfunktionen notwendig sein, um den sicheren Betrieb der gesamten Maschine zu garantieren.
- Vom Kunden ist eine Risikobeurteilung vorzunehmen und die Konformität des resultierenden Gesamtsystems mit allen anwendbaren EU-Richtlinien festzustellen.
- Einzig der Betreiber ist für den sicheren Betrieb des OmniDriveModule verantwortlich und haftbar.

# 6.1.1 Produktbeschreibung

Bei dem Neobotix OmniDriveModule handelt es sich um eine zweiachsige Antriebseinheit für mobile Roboterfahrzeuge und ähnliche Anwendungen.

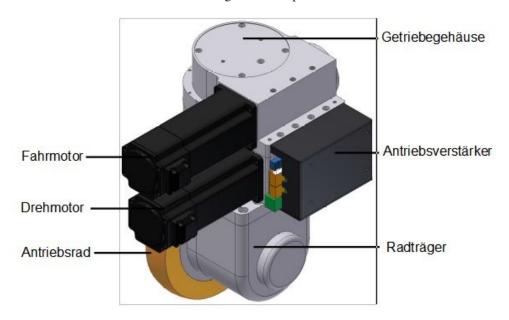
<sup>&</sup>lt;sup>28</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/OmnidriveModule.pdf

Das Modul enthält zwei leistungsfähige, bürstenlose Servomotoren mit je einem Servoantriebsverstärker ("Whistle 10/60" von Elmo Motion Control). Beide Verstärker werden über eine gemeinsame Platine versorgt und an den CAN-Bus angeschlossen. Einer der Motoren treibt das Antriebsrad des Moduls, während der andere dessen Ausrichtung um die Hochachse übernimmt. Beide Achsen können endlos drehen und erlauben es einem omnidirektionalen Roboter damit, sich kontinuierlich und ohne Endlagen der Räder zu bewegen. Die Ausrichtung der Drehachse ist durch einen integrierten induktiven Positionsschalter möglich.

Aufgrund der hohen Übersetzungsverhältnisse der Schneckengetriebe sind im allgemeinen keine Bremsen erforderlich. Dadurch können der Energieverbrauch und die Hitzeentwicklung des Moduls signifikant reduziert werden. Beide Motoren können optional mit Sicherheitsbremsen versehen werden, um ein besonders hohes Sicherheitsniveau zu erreichen.

## 6.1.1.1 Komponenten

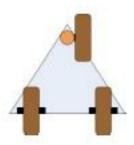
Das OmniDriveModule besteht aus den folgenden Komponenten:



### 6.1.1.2 Mögliche Kinematiken

Die OmniDriveModules können in verschiedenen Antriebskinematiken eingesetzt werden, um den Anforderungen der jeweiligen Anwendung gerecht zu werden. Dabei hat jede Kinematik ihre eigenen Vor- und Nachteile. Die gebräuchlichsten Varianten sind die folgenden:

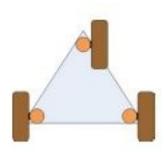
### 1 OmniDriveModule mit 2 Bockrollen



Diese Konfiguration ist kostengünstig und einfach anzusteuern. Die Möglichkeit, dass die Räder bei bestimmten Bewegungen blockieren besteht zwar, ist aber ausgesprochen gering.

Mit dieser Konfiguration sind keine omnidirektionale Bewegungen möglich, da das Fahrzeug immer dem OmniDrive-Module folgt.

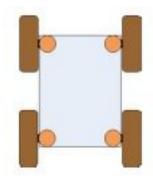
### 3 OmniDriveModules



Diese Konfiguration bietet eine hohe Stabilität für kleinere Roboter, ist statisch bestimmt und ermöglicht voll omnidirektionale Bewegungen.

Alle drei Antriebe müssen jederzeit korrekt ausgerichtet sein, um Schlupf und Blockieren zu vermeiden. Außerdem muss der Winkel zwischen den Antriebsrädern immer dem aktuellen Drehpunkt der gesamten Plattform angepasst werden.

## 4 OmniDriveModules



Diese Konfiguration ist die bei Servicerobotern verbreitetste, weil sie auch großen und schweren Robotern eine hohe Stabilität bietet. Ihre statische Überbestimmtheit ist in den meisten Fällen kein Problem, da alle Räder jederzeit aktiv

angetrieben werden.

Alle vier Antriebe müssen immer korrekt ausgerichtet sein, um Schlupf und Blockieren zu vermeiden. Außerdem muss der Winkel zwischen den Antriebsrädern immer dem aktuellen Drehpunkt der gesamten Plattform angepasst werden.

## 6.1.1.3 Besondere Eigenschaften

## Separate Logikversorgung

Die Antriebsverstärker der OmniDriveModules besitzen einen separaten Anschluss für die Versorgung der Logik. Bei einem Not-Halt kann dadurch die Hauptversorgungsleitung unterbrochen werden, ohne dass der interne Mikroprozessor oder die Positionssensoren betroffen sind.

Bei einem Not-Halt lassen sich somit die gefahrbringende Spannung abschalten und alle Bewegungen anhalten, während die CAN-Kommunikation und die Positionsüberwachung unbeeinträchtigt weiter laufen.

#### **Positionsschalter**

Ein an den Antriebsverstärker der Drehachse angeschlossener induktiver Schalter kann für Referenzfahrten dieser Achse verwendet werden.

Aufgrund geringfügiger Abweichungen im Fertigungs- und Montageablauf unterscheiden sich die Referenzpositionen der OmniDriveModules minimal voneinander. Aus diesem Grund muss in der Steuerungssoftware für jedes Modul ein individuell einstellbarer Korrekturwert vorgesehen werden.

**Tipp:** Das gesamte Antriebssystem des Roboters funktioniert nur dann ordnungsgemäß, wenn alle Antriebsräder jederzeit korrekt ausgerichtet sind.

### Digital- und Analog-I/Os

Jeder Antriebsverstärker bietet sechs digitale Eingänge, zwei digitale Ausgänge und einen analogen Eingang. Drei digitale Eingänge und ein digitaler Ausgang sind direkt über die Steckverbinder der Trägerplatine zugänglich. Unter *Digitaleingänge und -ausgänge* (Seite 128) finden Sie die genaue Steckerbelegung. Einer der Eingänge wird für den Positionsschalter der Drehachse verwendet. Weitere Informationen über die Ein- und Ausgänge finden Sie auf der Website von Elmo Motion Control<sup>29</sup>.

## **Programmierung**

Jeder Antriebsverstärker enthält eine integrierte Logik, die einfache Anwenderprogramme ausführen kann. Mit dieser Funktion können einige grundlegende Funktionen von der Hauptsteuerungssoftware auf die Antriebsverstärker verlagert werden. Mögliche Funktionen sind:

- Automatische Referenzfahrt nach dem Einschalten
- Automatische Neuausrichtung der Antriebe nach Not-Aus
- Automatische Motorabschaltung nach einer vordefinierten Zeit der Inaktivität

Weitere Information finden Sie auf der Homepage von Elmo Motion Control<sup>30</sup>.

<sup>&</sup>lt;sup>29</sup> https://www.elmomc.com/

<sup>30</sup> https://www.elmomc.com/

## 6.1.2 Sicherheit

## 6.1.2.1 Vorgesehene Verwendung

## Einsatzgebiete

Das Neobotix OmniDriveModule wurde als Komponenten im Antriebssystem von mobilen Robotern entwickelt. Dabei ist es primär für die Gebiete Robotik, autonome Fahrzeuge und Intralogistik vorgesehen. Fahrzeuge, die die Omni-DriveModules verwenden, können sowohl für kurze Experimente als auch für den Dauerbetrieb genutzt werden. Dabei sollten sie jedoch nur in Labors, Versuchshallen oder ähnlichen geschützten Umgebungen ohne öffentlichen Zugang eingesetzt werden.

## Umgebungsbedingungen

Das OmniDriveModule darf nur innerhalb von Gebäuden eingesetzt werden. Der Einsatz im Außenbereich kann durch erhöhten Verschleiß zu einer Reduzierung der Lebensdauer und zu Schäden am Modul führen.

Aufgrund der nicht abgedichteten Antriebsverstärker an der Seite des OmniDriveModules muss das System vor der Verwendung mit einem ausreichenden Schutz vor Kollisionen, Schmutz und Staub, metallischen Objekten und Feuchtigkeit versehen werden.

Unter normalen Einsatzbedingungen fungiert das massive Aluminiumgehäuse des Moduls als ausreichender Kühlkörper für die Motoren, die Antriebsverstärker und das Getriebe. Falls das OmniDriveModule jedoch weitgehend oder vollständig verkleidet wird, muss auf ausreichende Konvektion oder eine andere Art der Kühlung geachtet werden.

Das OmniDriveModule muss stets sauber gehalten werden. Schmutz, Staub und Feuchtigkeit können zu Schäden an den bewegten Teilen, insbesondere den Kugellagern führen. Neobotix übernimmt keinerlei Haftung für Schäden, die durch Verschmutzungen oder Feuchtigkeit verursacht werden.

### 6.1.2.2 Unzulässige Verwendung

## Warnung:

- Die Verwendung eines auf den OmniDriveModules basierenden Fahrzeugs für jegliche Art von Personentransport ist strikt verboten. Das Besteigen von Fahrzeugen, die auf den Neobotix OmniDriveModules basieren, ist ebenfalls untersagt.
- Der Einsatz von Fahrzeugen auf Basis der OmniDriveModules in öffentlich zugänglichen Bereichen ohne die Anwesenheit einer qualifizierten Aufsichtsperson ist nicht zulässig.
- Die Neobotix OmniDriveModules müssen vor Feuchtigkeit geschützt werden. Durch Regen, Sprühnebel oder Spritzwasser kann es zu erheblichen Schäden an den elektronischen Komponenten kommen.

**Tipp:** Die Steuersoftware zum Ausrichten und Bewegen von zwei oder mehr FDMs muss mit besonderer Sorgfalt getestet werden. Die Verwendung einer ungeprüften oder fehlerhaften Steuersoftware kann die Module oder sogar das gesamte Fahrzeug beschädigen.

## 6.1.2.3 Sachkundiges Personal

Dieses Produkt darf nur von sachkundigem Personal umgebaut, in Betrieb genommen und betrieben werden. Weitere Informationen finden Sie unter *Sachkundiges Personal* (Seite 31).

#### 6.1.2.4 Sicherheitsmaßnahmen

Bitte beachten Sie stets die folgenden Hinweise, um den sicheren und erfolgreichen Betrieb des OmniDriveModules zu ermöglichen:

- Schützen Sie die Antriebsverstärker an den Seiten der Module vor Kollisionen und Feuchtigkeit.
- Heben Sie die Antriebsräder immer vom Boden ab, während an der Steuerungssoftware gearbeitet wird.
- Testen Sie alle Änderungen an der Steuerungssoftware gründlich und ohne Bodenkontakt. Sorgen Sie für die korrekte Ausrichtung aller Antriebsräder zu jedem Zeitpunkt und in jeder Situation.
- · Alle Elemente der Stromzuführung zu den Modulen müssen den höchsten zu erwartenden Strömen standhalten.

Warnung: Wenn drei oder mehr Module kombiniert werden, können sehr hohe Gesamtströme entstehen.

# 6.1.3 Befestigung

## 6.1.3.1 Integration der Module in eine Plattform

Sechs Gewindebohrungen in der Unterseite des Getriebegehäuses erlauben die stabile Befestigung auf einer Grundplatte.

Das OmniDriveModule ist nicht dazu geeignet, unter ein Fahrzeug montiert zu werden, sondern muss in das Fahrzeug integriert werden. Die Grundplatte des Fahrzeugs muss sich dabei zwischen dem Getriebegehäuse und dem Radträger befinden.

Um die vertikale Achse des Radträgers aufzunehmen, ist ein U-förmiger Ausschnitt von 60 mm bis 70 mm Breite notwendig.

## 6.1.3.2 Befestigung von Komponenten auf dem Modul

Wenn alle Module auf einer gemeinsamen Grundplatte montiert wurden, können weitere Komponenten auf den Modulen befestigt werden. Der Absatz an der Modulrückseite eignet sich zum Beispiel für die Montage einer Trägerplatte.

Eine gemeinsame starke Deckplatte auf den Modulen, die mit ihnen allen verschraubt ist, verbessert die mechanische Festigkeit des gesamten Antriebssystems erheblich. Sie trägt außerdem zu einem gleichmäßigeren Kraftfluss bei und ermöglicht damit eine hohe Zuladung.

# 6.1.4 Elektrische Anschlüsse

## 6.1.4.1 Energieversorgung

## Motoren und Logik

Beide Antriebsverstärkers eines Moduls sind an die selbe Versorgung angeschlossen. Verwenden Sie die folgenden Komponenten für den elektrischen Anschluss:

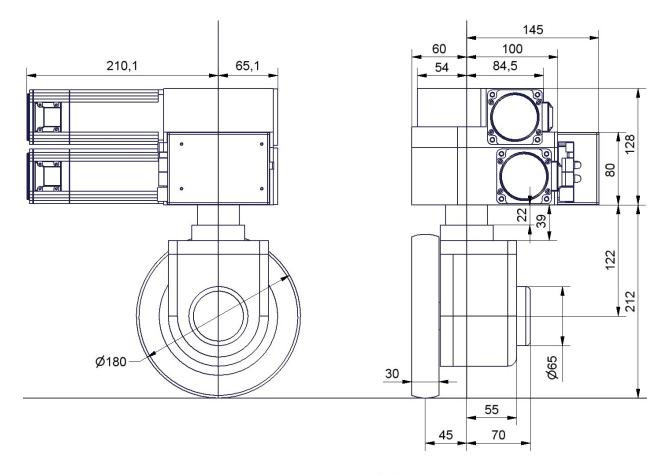


Abb. 1: Abmessungen des OmniDriveModules

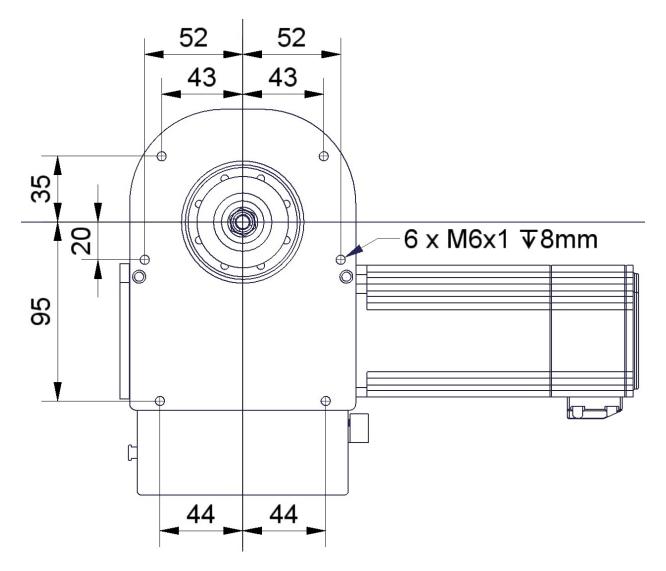


Abb. 2: Unterseite des OmniDriveModules

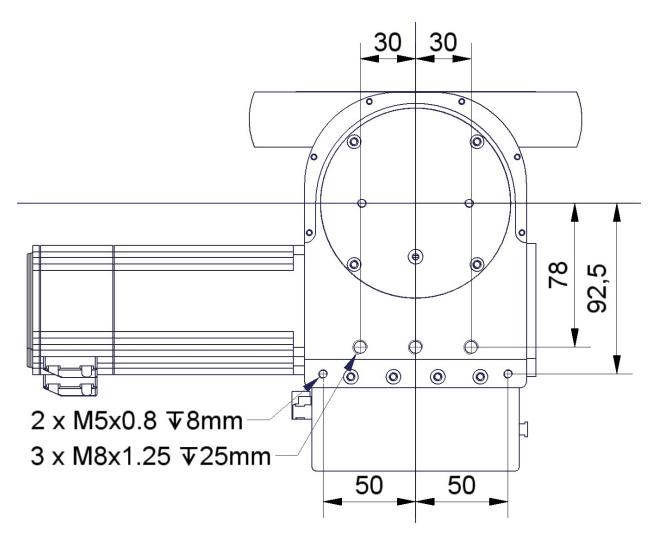


Abb. 3: Oberseite des OmniDriveModules

- Stecker: Würth Elektronik, Serie 351 WR-TBL, 691 351 500 003
- Stecker (alternativ): Phoenix Contact, MSTB 2,5 HC/ 3-ST, 1911868
- Kabel (Last & Masse): H07V-K oder besser, 2,5 mm² oder größer
- Kabel (Logik): H05V-K oder besser, 0,5 mm<sup>2</sup> oder größer

Die interne Logikeinheit der Antriebsverstärker kann von der Lastspannung unabhängig versorgt werden, so dass bei einem Not-Halt die Verstärker weiter arbeiten, über den CAN-Bus kommunizieren und die Motorposition nicht verlieren.

**Tipp:** Die OmniDriveModules sind standardmäßig für 24V-Logikversorgung vorbereitet. Bitte wenden Sie sich an Neobotix, wenn Sie andere Spannungen verwenden möchten.

Die Steckerbelegung ist wie folgt:



Pin	Funktion	Spannung / VDC	Beschreibung
1	Motorversorgung	0	Lastspannung, abschalten bei Not-Halt
2	Gemeinsame Masse	20 – 59	Gemeinsame Rückleitung
3	24V-Logikversorgung	11 – 30	Hilfsspannung, nicht schalten

#### **Positionsschalter**

Wenn die Logikeinheit mit 24V versorgt wird, wird der Positionsschalter direkt über die Platine der Antriebsverstärker versorgt. Bei unterschiedlichen Spannungen müssen diese auf eine gemeinsame Masse gelegt werden.

Achtung: Die Masseleitung des Digitaleingangs ist standardmäßig mit der Masse der Stromversorgung verbunden. Bitte sprechen Sie uns an, wenn getrennte Masseanschlüsse erforderlich sein sollten.

Verwenden Sie bei Bedarf die folgenden Komponenten für die Versorgung des Schalters:

- Gehäuse: Würth Elektronik, MPC4, 2-reihig, 2-polig, 649002113322
- Kontakte: Würth Elektronik, MPC4, Crimpkontakte weiblich, 18-24 AWG, 64900613722DEC

Die Steckerbelegung ist wie folgt:

Pin	Funktion	Spannung / VDC	Beschreibung
1	Versorgung	24	Versorgungsspannung des Schalters
2	Masse	0	Masseleitung

#### **Bremsen**

Die Motoren können optional mit Sicherheitsbremsen bestellt werden, die aktiv gelüftet werden müssen. Die Bremsen arbeiten mit 24V / 0.75A und werden über die Platine der Antriebsverstärker versorgt.

Verwenden Sie die folgenden Komponenten für den Anschluss:

• Gehäuse: Molex, Serie KK Buchsengehäuse, 2-polig, 22-01-2021

• Kontakte: Molex, Serie KK Crimpkontakte, 22-30 AWG, 08-50-0032

Die Steckerbelegung ist wie folgt:

Pin	Funktion	Spannung / VDC	Beschreibung
•	Masse	0	Masseleitung
•	Versorgung	24	Versorgungsspannung der Bremsen

### 6.1.4.2 Kommunikationsschnittstellen

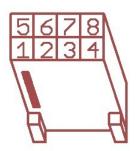
#### **CAN**

Beide Antriebsverstärker sind mit dem CAN-Anschluss der Trägerplatine verbunden. Bitte verwenden Sie die folgenden Komponenten für den CAN-Bus:

• Gehäuse: TE Connectivity, HE14 Buchsengehäuse, 2-reihig, 8-polig, 281839-4

• Kontakte: TE Connectivity, HE14 Crimpkontakte weiblich, 28-24 AWG, 182734-2

Die Steckerbelegung ist wie folgt:

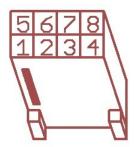


Pin	Funktion
1,5	GND
2,6	CANL
3,7	CANH
4,8	Schirm

Falls der CAN-Bus an einem OmniDriveModule endet, muss er dort mit einem  $120~\Omega$  Widerstand terminiert werden. Schieben Sie dazu den Schalter S1 neben den LEDs in Position ON.

#### **RS-232**

Jeder Antriebsverstärker besitzt eine RS-232-Schnittstelle, die zur Konfiguration und Kommunikation mit der Steuerungssoftware verwendet werden kann.



Pin	Funktion	Beschreibung
1	GND (Dreh)	Masseleitung (Drehachse)
2	TxD (Dreh)	Sendeleitung (Drehachse)
3	RxD (Dreh)	Empfangsleitung (Drehachse)
4	GND (Fahr)	Masseleitung (Fahrantrieb)
5	TxD (Fahr)	Sendeleitung (Fahrantrieb)
6	RxD (Fahr)	Empfangsleitung (Fahrantrieb)

## 6.1.4.3 Digitaleingänge und -ausgänge

Die Antriebsverstärker besitzen jeweils sechs digitale Eingänge, zwei digitale Ausgänge und einen Analogeingang, die bei Bedarf für eigene Funktionen verwendet werden können. Die Ein- und Ausgänge können entweder auf vordefinierte Funktionen (Freilauf, Stopp etc.) eingestellt oder durch das auf dem Verstärker laufende Anwenderprogramm genutzt werden. Ihr aktueller Zustand kann außerdem auch per CAN-Bus oder serieller Schnittstelle von der Steuerungssoftware ausgelesen werden.

Die Stecker X2 und X5 erlauben den direkten Zugriff auf jeweils drei digitale Eingänge und einen digitalen Ausgang. Die Eingänge können über Vorwiderstände an Spannungen über 5 V angepasst werden. Die Positionen der Vorwiderstände sind jeweils mit "Rin1", "Rin2" und "Rin3" markiert und befinden sich unmittelbar neben den zugehörigen Steckern.

Bitte beachten Sie, dass die Vorwiderstände gebrückt werden müssen, wenn mit 5V-Signalen gearbeitet werden soll.

Digitaleingang 1 des Antriebsverstärkers der Drehachse ist standardmäßig durch den Ausgang des Positionsschalters belegt und kann nicht für kundenspezifische Anwendungen genutzt werden.

**Tipp:** Standardmäßig ist die Masseleitung der Digitaleingänge der Drehachse mit der gemeinsamen Masse der Spannungsversorgung verbunden. Bitte sprechen Sie uns an, wenn Sie unabhängige Spannungen benötigen.

Die Masseleitung der Eingänge der Fahrtachse kann ebenfalls mit der gemeinsamen Masse verbunden werden. Brücken Sie dazu einfach den mit " $G\leftarrow I$ -" bezeichneten Lötjumper.

An den IO-Steckern sind zusätzlich die Encodersignale der Motoren (ohne Index) herausgeführt. Dadurch kann zum Beispiel eine Stillstandsüberwachung durch externe Sicherheitskomponenten realisiert werden.

Außerdem können über die IO-Stecker auch zusätzliche Sensoren mit geringer Leistungsaufnahme versorgt werden. Die Logikversorgungsspannung der Antriebsverstärker ist an den Anschlüssen "VL" (Versorgungsspannung) und "G" (Masse) verfügbar.

Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation zu den Antriebsverstärkern vom Typ "Whistle" auf der Homepage von Elmo Motion Control<sup>31</sup>.

Bitte verwenden Sie die folgenden Komponenten für die digitalen Ein- und Ausgänge:

- Gehäuse: TE Connectivity, HE14 Buchsengehäuse, 2-reihig, 12-polig, 281839-6
- Kontakte: TE Connectivity, HE14 Crimpkontakte weiblich, 28-24 AWG, 182734-2

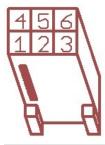


Pin	Funktion	Beschreibung
1	A+	Kanal A des TTL-Encoders, für Bewegungsüberwachung
2	B+	Kanal A des TTL-Encoders, für Bewegungsüberwachung
3	O-	Emitter-Anschluss des Optokopplers von Digitalausgang 1
4	G	Masseanschluss
5	I-	Gemeinsame Masse der Digitaleingänge
6	I2	Digitaleingang 2 (Vorwiderstand beachten)
7	A-	Kanal A (negiert) des TTL-Encoders, für Bewegungsüberwachung
8	B-	Kanal B (negiert) des TTL-Encoders, für Bewegungsüberwachung
9	O1	Kollektor-Anschluss des Optokopplers von Digitalausgang 1
10	VL	Logikspannung (Ausgang)
11	I1	Digitaleingang 1 (Vorwiderstand beachten)
12	I3	Digitaleingang 3 (Vorwiderstand beachten)

# Bewegungsüberwachung

Auf Anfrage können die Stecker so bestückt werden, dass er den Zugang zu den Encoder-Signalen des Fahrantriebs und / oder des Drehantriebs von außen möglich ist.

Die Steckerbelegung ändert sich dann wie folgt.



<sup>31</sup> https://www.elmomc.com/

Pin	Funktion	Beschreibung
1	0-	Emitter-Anschluss des Optokopplers von Digitalausgang 1
2	B+	Kanal A des TTL-Encoders, für Bewegungsüberwachung
3	A+	Kanal A des TTL-Encoders, für Bewegungsüberwachung
4	O1	Kollektor-Anschluss des Optokopplers von Digitalausgang 1
5	B-	Kanal B (negiert) des TTL-Encoders, für Bewegungsüberwachung
6	A-	Kanal A (negiert) des TTL-Encoders, für Bewegungsüberwachung

Für diese Variante benötigen Sie andere Steckergehäuse:

TE Connectivity, HE14 Buchsengehäuse, 2-reihig, 6-polig, 281839-3

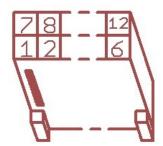
## Freigabeleitungen

Auf Anfrage können die Antriebsverstärker so verschaltet werden, dass sie zwei 24V-Freigabesignale erwarten. Diese können dann zusammen mit dem CAN-Bus in einer gemeinsamen Leitung zu allen Modulen durchgeschleift werden.

Dazu werden die Digitaleingänge 2 und 3 verwendet, die dann für andere Funktionen nicht mehr zur Verfügung stehen.

Achtung: Bitte beachten Sie, dass dies keine Sicherheitsfunktion ist.

Die Belegung des CAN-Anschlusses ändert sich dann wie folgt:



Pin	Funktion
1,7	GND
2,8	CANL
3,9	CANH
4,10	Schirm
5,11	Freigabe 1
6,12	Freigabe 2

Für diese Variante benötigen Sie die gleichen Steckergehäuse, wie für die Digital-I/Os.

# 6.1.5 Konfiguration

Der komfortabelste Weg, die Antriebsverstärker zu konfigurieren und zu optimieren ist über die Software Composer, die zum freien Download auf der Homepage von Elmo MC bereit steht. Die aktuellste Version finden Sie unter:

https://www.elmomc.com/product/composer/

Es ist empfehlenswert, den Rechner, auf dem der Composer läuft, über eine serielle RS-232-Verbindung mit dem Verstärker zu verbinden. Das entsprechende Kabel kann auf Anfrage bereitgestellt werden.

Die Werkseinstellungen der Module sind für die meisten Anwendungsfälle geeignet und sofort betriebsbereit. Bei einer Ansteuerung per CAN-Bus müssen lediglich die CAN-IDs der einzelnen Achsen entsprechend der verwendeten Steuerungssoftware eingestellt werden.

Falls außergewöhnliche Kinematiken realisiert werden sollen oder die Module unter extremen Bedingungen (sehr hohe Last, unebener oder weicher Boden, außermittiger Schwerpunkt und ähnliches) eingesetzt werden sollen, müssen unter Umständen die Reglerparameter anders eingestellt werden. Bitte wenden Sie sich in einem solchen Fall an Neobotix.

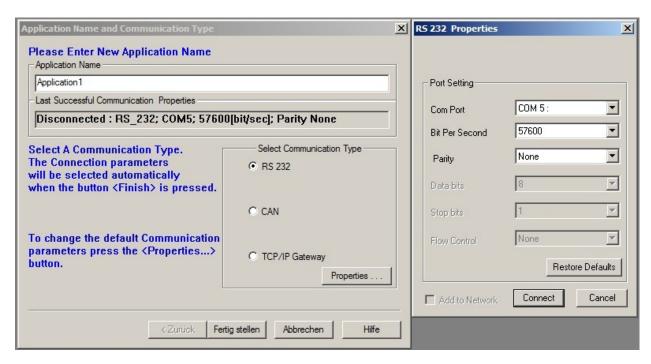
### 6.1.5.1 Verbindung zu den Antriebsverstärkern aufbauen

Nach dem Start des Composers erscheint der Startdialog. Verbinden Sie Rechner und Antriebsverstärker mit dem Konfigurationskabel und schalten Sie die Spannungsversorgung ein.

**Bemerkung:** Bitte achten Sie darauf, den Rechner auch tatsächlich mit dem Verstärker zu verbinden, auf den Sie gerade zugreifen wollen.

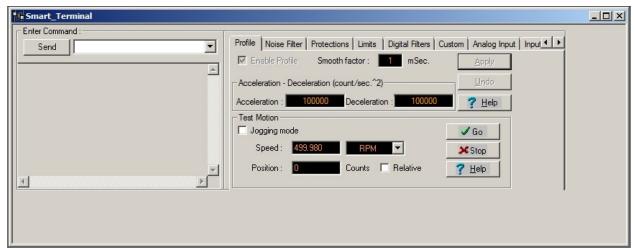


Wählen Sie Open Communication Directly um den Dialog zur Einstellung der Verbindungsparameter aufzurufen. Wählen Sie dort RS 232 als Schnittstelle und klicken Sie auf Properties. Im nächsten Dialog können Sie den verwendeten COM-Port und die auf den Verstärkern voreingestellte Datenrate (57600 Bit Per Second) wählen und dann auf Connect klicken. Der Dialog wird geschlossen und das Konfigurationsfenster, genannt Smart Terminal, erscheint.



Falls keine Verbindung aufgebaut wird, prüfen Sie bitte die folgenden Punkte:

- Spannungsversorgung: Ist der Verstärker an eine geeignete Stromquelle angeschlossen und ist diese eingeschaltet? Falls das Modul an ein Labornetzteil angeschlossen ist: ist die Strombegrenzung hoch genug, um den Einschaltstrom und einen ausreichend schnellen Spannungsanstieg der Logikversorgung zuzulassen?
- Kabel: Ist der Rechner mit dem richtigen Verstärker verbunden? Wenn an mehreren Modulen nacheinander gearbeitet wird passiert es oft, dass zum Beispiel nur die Spannungsversorgung an das nächste Modul angeschlossen wurde, der Rechner aber noch nicht.
- Datenrate: Die Verstärker wurden auf eine Datenrate von 57,6 kBaud eingestellt, beim ersten Start des Composers sind dort jedoch nur 19,2 kBaud eingestellt.
- COM-Port: Probieren Sie die anderen Ports aus. Wenn Sie einen USB-zu-Seriell-Konverter verwenden, prüfen Sie, welcher Port diesem gerade zugewiesen wurde. Schließen Sie gegebenenfalls den *Composer*, verbinden Sie den Konverter erneut und versuchen Sie es dann noch einmal.



Über die Schaltfläche Disconnect rechts unter dem Hauptmenü kann die Verbindung zum Verstärker getrennt werden:



## 6.1.5.2 Mit verschiedenen Konfigurationen arbeiten

Es gibt verschiedenen Möglichkeiten zur Arbeit mit Konfigurationen.



Die Schaltflächen zum Neu-Anlegen, Öffnen und Speichern von Konfigurationen (v.l.n.r.)

## Die aktuelle Konfiguration speichern

Nachdem eine Verbindung zu einem Verstärker aufgebaut wurde, wird dessen aktuelle Konfiguration sofort in den *Composer* geladen und kann dann über die Schaltfläche *Save Application* in der oberen linken Ecke des Programmfensters lokal gespeichert werden. Dabei werden Sie immer gefragt, ob die Konfiguration auch im nicht-flüchtigen Speicher des Verstärkers abgelegt werden oder auf dem Rechner gespeichert werden soll.

Der Speichern-Unter-Dialog erscheint immer. Falls die Konfiguration in der aktuellen Sitzung bereits gespeichert wurde, wird automatisch der dafür verwendete Dateiname eingesetzt. Leider wird dieser ebenso automatisch um die Angabe der gerade verwendeten Schnittstelle ergänzt. Um doppelte Dateien zu vermeiden, sollten Sie daher den richtigen Dateinamen immer manuell angeben.

Alle Änderungen in der Konfiguration können auch in den nicht-flüchtigen Speicher des Verstärkers geschrieben werden, ohne dass dabei eine Datei auf dem Rechner angelegt wird. Geben Sie einfach den Befehl "sv" in die Kommandozeile des Smart Terminals ein und drücken Sie die Eingabetaste oder klicken Sie auf Send.

## Eine existierende Datei aufspielen

Um eine Sicherheitskopie einer Konfiguration zu verwenden klicken Sie auf die Schaltfläche Open Existing Application, wählen die Datei aus und klicken auf Download. Falls sich die aktuelle Kommunikationsschnittstelle von der in der Datei gespeicherten unterscheidet, müssen Sie die Einstellungen erst entsprechend anpassen. Der Dialog dazu erscheint nach einem Klick auf Change im Bereich Communication Info area des Datei-Auswahldialogs.

Nach dem Verbindungsaufbau wird die Konfiguration automatisch in den flüchtigen Speicher des Verstärkers heruntergeladen. Sie kann dann, wie im vorigen Kapitel geschrieben, gespeichert werden.

Die motorspezifischen Kommutierungsparameter sind ebenfalls Teil der Konfiguration. Dadurch ist es möglich, jeden bereits bekannten Motor an jedem Verstärker zu betreiben, indem einfach die passende Konfiguration aufgespielt wird. Es bedeutet aber auch, dass die Kommutierung für jeden neuen Motor neu bestimmt werden muss, auch wenn sich keine anderen Einstellungen ändern. Bitte sprechen Sie uns an, wenn Sie einen Motor tauschen möchten.

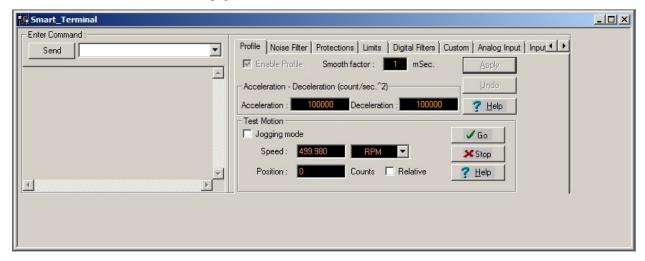
## Eine neue Konfiguration anlegen

Alle Antriebsparameter können über einen geführten Dialog neu eingestellt werden. Da die OmniDriveModules nicht für andere Motoren ausgelegt sind, ist dies jedoch nicht zu empfehlen.

Bitte wenden Sie sich gegebenenfalls an Neobotix, wenn Sie die Module grundlegend verändern möchten.

## Grundeinstellungen

Das Smart Terminal des Composers zeigt alle Parameter, die ohne großen Aufwand angepasst werden können. Falls Sie andere Einstellungen ändern möchten oder tiefer gehende Informationen benötigen, verwenden Sie bitte die Dokumentation auf der Elmo MC Homepage oder wenden Sie sich direkt an Elmo MC oder Neobotix.



Die Kommunikationsparameter können über die Kommandozeile oben links verändert werden. Geben Sie den Befehl "PP" und den passenden Index in eckigen Klammer ein und drücken Sie die Eingabetaste oder klicken Sie auf Enter, um den aktuellen Wert auszulesen. Hängen Sie zusätzlich ein Gleichheitszeichen und den neuen Wert an, um den Parameter zu überschreiben.

Die folgenden Befehle werden häufig benötigt:

Kommando	Beschreibung	Gebräuchliche Werte
PP[2]	RS-232-Datenrate	4: 57600 Baud (Werkseinstellung)
		3: 38400 Baud
		2: 19000 Baud
PP[13]	CAN ID	1-8
PP[14]	CAN-Datenrate	0: 1000 kBaud (Werkseinstellung)
		1: 500 kBaud
		2: 250 kBaud
PP[15]	CAN Gruppen-ID	1 – 128 (Default: 30)

### 6.1.5.3 Fortgeschrittene Einstellungen

Für einige der Einstellungen ist es nötig, dass der Motor deaktiviert ist. Verwenden Sie dazu die Schaltfläche Stop & Motor Off.



### Beschleunigung und Verzögerung

Die maximal zulässigen Beschleunigungs- und Verzögerungswerte können in den entsprechenden Feldern des Reiters Profile im Smart Terminal angegeben und durch einen Klick auf Apply übertragen werden. Bei ihnen handelt es sich um die Grenzwerte, die vom internen Regler des Verstärkers verwendet werden. Die resultierenden Beschleunigungen im realen Betrieb werden hauptsächlich durch die Einstellungen der übergeordneten Steuerungssoftware bestimmt und sollten deutlich geringer gesetzt werden.

## Geschwindigkeitsbegrenzungen und Not-Stopp

Auf dem Reiter Velocity (innerhalb des Reiters Limits) können mehrere Geschwindigkeitsgrenzen eingestellt werden. Die Command-Angaben definieren die akzeptablen Geschwindigkeitsvorgaben, Bewegungsbefehle mit Geschwindigkeiten außerhalb dieser Grenzen werden verworfen.

Die Feedback-Angaben definieren den Bereich, in dem sich der Motor bewegen darf, ohne dass die Bewegung als Fehler interpretiert wird. Sie sollten folglich etwas größer sein als die Command-Werte.

Mit Stop deceleration wird die Verzögerung angegeben, die vom Verstärker verwendet wird, um den Motor bei einem harten Stopp-Befehl anzuhalten. Sie kann höher sein als die normale Verzögerung und soll das möglichst schnelle aber gleichzeitig sichere Anhalten der Achse bei einem Notfall garantieren.

# Reglerparameter

Die Parameter der internen Regelschleifen können auf dem Reiter Digital Filters verändert werden.

Die Werte der Stromregelschleife (Current) sollten nicht manuell verändert werden.

Im unwahrscheinlichen Fall, dass das Fahrverhalten der OmniDriveModules nicht den Anforderungen der jeweiligen Anwendung genügt, können die Reglerparameter vorsichtig angepasst werden. Bitte wenden Sie sich vorher unbedingt an Elmo Motion Control.

#### 6.1.5.4 Tests und Fehlerbeseitigung

Im Bereich Test Motion des Reiters Profile kann der Motor für Testzwecke unter manueller Kontrolle bewegt werden. Setzen Sie gegebenenfalls den Haken bei Jogging mode um den Motor kontinuierlich mit der bei Speed angegebenen Geschwindigkeit drehen zu lassen. Ohne den Haken bewegt sich der Motor zu der angegebenen Position. Klicken Sie auf Go, um die Bewegung zu starten, und auf Stop, um sie anzuhalten.

Mit dem Composer lassen sich auch hoch aufgelöste Messungen der Motorbewegung und einiger anderer Parameter erstellen und graphisch darstellen. Bitte wenden Sie sich an Elmo MC oder Neobotix, wenn Sie nähere Informationen zu diesem Thema benötigen.

## 6.1.6 Wartung

Das Neobotix OmniDriveModule benötigt keine umfangreiche Wartung. Bitte befolgen Sie die folgenden Hinweise mindestens einmal im Monat, um die einwandfreie Funktion und ein langes Leben des Moduls sicherzustellen.

#### 6.1.6.1 Reinigung

Das Getriebegehäuse ist komplett geschlossen und schmutzunempfindlich. Trotzdem sollten Staub und sonstige Verschmutzungen regelmäßig entfernt werden, um die Kühlung zu erleichtern, insbesondere, wenn die Module innerhalb einer geschlossenen Hülle verbaut wurden und es nur geringe Luftbewegung gibt.

Bitte achten Sie immer darauf, die Leiterplatte mit den Antriebsverstärkern sauber zu halten. Dadurch werden Kurzschlüsse und Schäden an der Elektronik vermieden.

Abhängig von der Einsatzumgebung werden sich Haare und Staub an der Radachse und den Lagern ansammeln. Bitte reinigen Sie diese Bereiche regelmäßig, um Beschädigungen der Lagerdichtungen und erhöhte Reibungsverluste zu vermeiden.

### 6.1.6.2 Antriebsrad

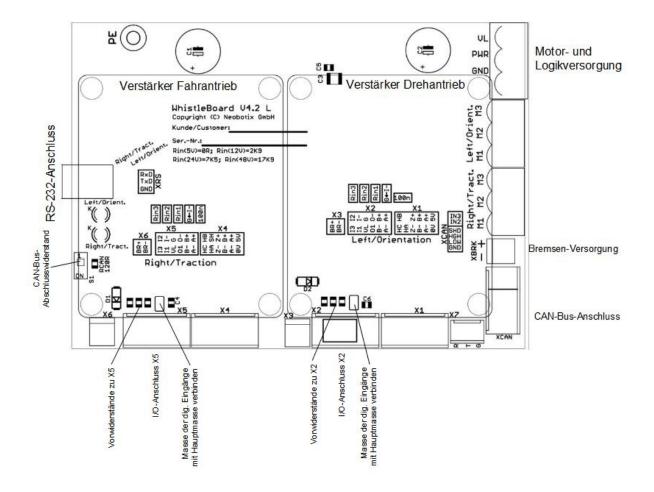
Das Antriebsrad ist ausgesprochen verschleißfest und sollte während der gesamten Lebensdauer des OmniDriveModules unbeschädigt bleiben. Falls Ihnen doch einmal Zeichen von Verschleiß oder Beschädigungen auffallen, wenden Sie sich bitte an Neobotix.

## 6.1.7 Technische Daten

## 6.1.7.1 Abmessungen

Die Abmessungen und Befestigungsmöglichkeiten finden Sie unter Befestigung (Seite 122).

## 6.1.7.2 Board-Layout



#### 6.1.7.3 Kennwerte

Beschreibung	Einheit	Wert
Gewicht	kg	18
Getriebeübersetzung Fahrantrieb (2. Stufe)	1	2:1
Getriebeübersetzung Fahrantrieb (1. Stufe)	1	15:1
Nenndrehzahl des Rades bei 48V	Nm	34
Nenndrehzahl des Rades bei 48V	rpm	100
Versorgungsspannung Positionsschalter	VDC	24
Getriebeübersetzung Drehantrieb	1	19:1
Encoderauflösung	Ink. / U	10.000
Maximale Traglast pro Modul	kg	150
Erwartete Lebensdauer	a	10
Versorgungsspannung Verstärker (min. / empf.)	VDC	24 / 48

# 6.1.8 Entsorgung

Informationen zur Entsorgung und zum Recycling finden Sie hier (Seite 31).

# 6.1.9 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

## 6.1.9.1 Einbauerklärung

Bei diesem Produkt handelt es sich um eine unvollständige Maschine, die ohne CE-Kennzeichnung geliefert wird.

Diese unvollständige Maschine darf erst dann in Betrieb genommen werden, wenn festgestellt wurde, dass die Maschine, in die die unvollständige Maschine eingebaut wurde, den Bestimmungen der Richtlinie 2006/42/EG sowie allen anderen anzuwendenden EU-Richtlinien entspricht.

## 6.1.9.2 Informationen zu RoHS



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die RoHS-Richtlinien 2011/65/EU (RoHS 2) und 2015/863/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten erfüllt.

# 6.2 IOBoard

↓ Als PDF herunterladen<sup>32</sup>

<sup>32</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/IOBoard.pdf



Das Neobotix IOBoard wurde entwickelt, um mobilen Robotern universelle digitale Ein- und Ausgänge sowie zusätzliche Analogeingänge zur Verfügung zu stellen. Alle Ein- und Ausgänge werden von einem integrierten Mikrocontroller verwaltet, der auch die Kommunikation via CAN-Bus oder serieller Schnittstelle (RS-232) zu anderen Geräten übernimmt.

## 6.2.1 Technische Daten

- Versorgungsspannung 8 VDC .. 60 VDC, 500 mA max.
- Digitale Kommunikationsschnittstellen CAN und RS-232 (19.2 kBaud)
- 16 Digitaleingänge
- 4 Analogeingänge, 0 V .. 5 V
- 12 Digitalausgänge
- 4 Relaisausgänge, max. 2 A, 2 Schließer, 2 Wechsler
- Temperaturbereich -10°C +45°C

### 6.2.2 Inbetriebnahme

Das IOBoard wird mit den folgenden Voreinstellungen ausgeliefert:

CAN-Baudrate: 1 MBaudCAN-Basisadresse: 0x100

• Keine CAN-Extended-ID

Das IOBoard ist sofort betriebsbereit. Eine individuelle Konfiguration kann ab Werk nach Absprache mit dem Kunden erfolgen.

# 6.2.3 Befehlssatz

Kommando	Wert	Beschreibung
CMD_IOBOARD_CONNECT	0	Verbindungstest ausführen
CMD_IOBOARD_GETDIGIN	1	Daten der Digitaleingänge anfordern
CMD_IOBOARD_SETDIGOUT	2	Daten der Digitalausgänge setzen
CMD_IOBOARD_GETANALOGIN	3	Daten der Analogeingänge anfordern
CMD_IOBOARD_GETALLDATA	9	Alle Eingänge abfragen (digital und analog)

# 6.2.4 CAN-Kommunikation

Den Befehlssatz finden Sie unter *Befehlssatz* (Seite 140).

#### 6.2.4.1 Adressen

Die Basisadresse ist werksseitig auf 0x100 gesetzt, sofern keine kundenspezifische Konfiguration vorliegt.

Die vom IOBoard benutzten Adressen werden von der Basisadresse berechnet, indem jeweils die folgenden Offsets addiert werden.

Offset zur Basisadresse	Nachricht
+0	Empfangen von Befehlen
+1	Antwort auf CMD_IOBOARD_CONNECT
+2	Antwort auf CMD_IOBOARD_GETDIGIN
+3	Antwort auf CMD_IOBOARD_GETANALOGIN

#### **6.2.4.2 Befehle**

Im Folgenden werden die CAN IDs als Offset zur Basisadresse angegeben, d.h. +3 bedeutet Basisadresse plus 3.

# CMD\_IOBOARD\_CONNECT

Mit diesem Kommando kann die Kommunikationsverbindung zum Board getestet werden.

Kommando ID: +0

CMD_CONNECT	0	0	0	0	0	0	0
-------------	---	---	---	---	---	---	---

Antwort ID: +1

CMD CONNECT	1	2	3	4	5	6	7
GIIB_GONNEGI		1	)				,

# CMD\_IOBOARD\_GETDIGIN

Mit diesem Kommando werden die Daten der 16 Digitaleingänge ausgelesen.

Kommando ID: +0

ſ	CMD	IOBOARD	GETDIGIN	0	0	0	0	0	0	0

Antwort ID: +2

CMD_IOBOARD_GETDIGIN	Bits 8-15	Bits 0-7	0	0	0	0	0
----------------------	-----------	----------	---	---	---	---	---

Bachten Sie, dass die Werte der digitalen Eingänge aus elektrischen Gründen invertiert sind: Der Wert 1 zeigt an, dass an dem Eingang keine Spannung anliegt, der Wert 0 zeigt an, dass Spannung anliegt.

# CMD\_IOBOARD\_SETDIGOUT

Mit diesem Kommando können die digitalen Ausgänge gesetzt werden:

Port D	8 x Optokoppler-Ausgang
Port G	4 x Optokoppler-Ausgang
Port B	4 x Relaisausgang

Kommando ID: +0

	CMD_IOBOARD_SETDIGOUT	0	Port D	Port G (Bits 4-7), Port B (Bits 0-3)	0	0	0	0
--	-----------------------	---	--------	--------------------------------------	---	---	---	---

Antwort Keine Antwort.

# CMD\_IOBOARD\_GETANALOGIN

Mit diesem Kommando werden die Daten der 4 Analogeingänge ausgelesen.

Kommando ID: +0

CMD_IOBOARD_	_GETANALOGIN	0	0	0	0	0	0	0

Antwort ID: +3

CMD_IOBOARD_GETANALOGIN	low bits 1	low bits 2	low bits 3	low bits 4	high bits	0	0
-------------------------	------------	------------	------------	------------	-----------	---	---

Das *high bits* Byte enthält die zwei hochwertigen Bits für jeden Kanal, in aufsteigender Reihenfolge (Bits 0-1 für Kanal 1 und so weiter).

# CMD\_IOBOARD\_GETALLDATA

Mit diesem Befehl werden sowohl die Digital- als auch die Analogeingänge ausgelesen. Er hat den gleichen Effekt, wie die Digital- und die Analogeingänge separat abzufragen.

Kommando ID: +0

CMD_IOBOARD_GETALLDATA	0	0	0	0	0	0	0

Antwort Die Antwort besteht aus zwei CAN-Nachrichten, die identisch sind zu den Antworten auf die Befehle CMD\_IOBOARD\_GETDIGIN und CMD\_IOBOARD\_GETANALOGIN.

#### 6.2.5 RS-232-Kommunikation

Das RS-232-Protokoll ist identisch zur *CAN-Kommunikation* (Seite 140). Gesendet werden Nachrichten von acht Byte Länge ohne Trennzeichen wie LF oder CR.

# 6.2.6 Abmessungen und Steckerbelegung

#### 6.2.6.1 Abmessungen

**Bemerkung:** Die Widerstandsarrays der digitalen Eingänge müssen entsprechend der verwendeten High-Level-Spannung eingesetzt werden!

5V	$330\Omega$
12V	1kΩ
24V	$3.3$ k $\Omega$

**Tipp:** Das Setzen von Schalter S1 auf ON aktiviert den CAN-Abschlusswiderstand.

#### 6.2.6.2 Steckerbelegung

Eine Übersicht der verwendeten Steckverbinder finden Sie unter Steckverbinder (Seite 19).

#### Stecker X1

Würth Elektronik MPC4, 4-polig

Über diesen Stecker werden die Stromversorgung und der CAN-Bus angeschlossen.

Pin	Beschreibung		
1	Versorgungsspannung		
2	CAN High		
3	Masse		
4	CAN Low		

#### Stecker X2

Würth Elektronik MPC4, 16-polig

An diesem Stecker liegen die gemeinsamen Massen der optoentkoppelten Ein- und Ausgänge sowie die Signalleitungen der Digitalausgänge.

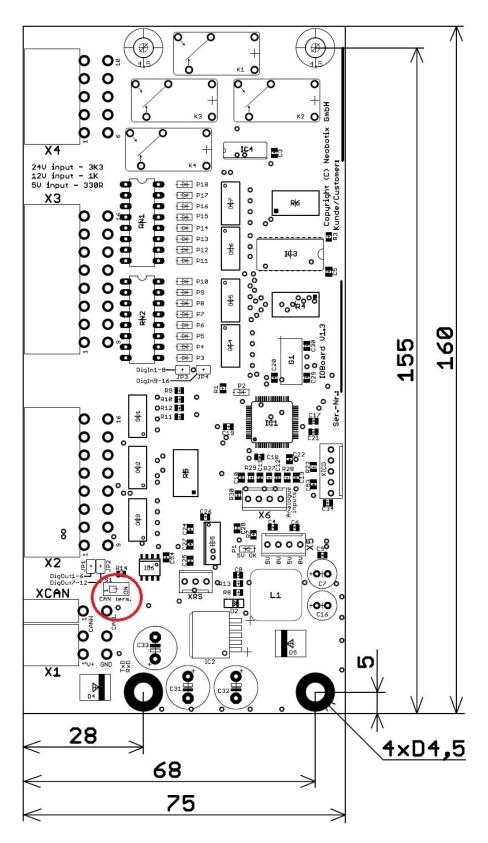


Abb. 4: Abmessungen des IOBoards und Schalter für CAN-Abschlusswiderstand

Pin	Beschreibung
1	Gemeinsame Masse Eingänge 2 (Digitaleingang 9 – 16, JP4)
2	Gemeinsame Masse Ausgänge 1 (Digitalausgang 1 – 6, JP1)
3	Digitalausgang 12
4	Digitalausgang 9
5	Digitalausgang 8
6	Digitalausgang 6
7	Digitalausgang 4
8	Digitalausgang 2
9	Gemeinsame Masse Eingänge 1 (Digitaleingang 1 – 8, JP3)
10	Gemeinsame Masse Ausgänge 2 (Digitalausgang 7 – 12, JP2)
11	Digitalausgang 10
12	Digitalausgang 11
13	Digitalausgang 7
14	Digitalausgang 5
15	Digitalausgang 3
16	Digitalausgang 1

**Tipp:** Durch Setzen von Lötbrücken an JP1 bis JP4 können die Masseanschlüsse der digitalen Ein- und Ausgänge direkt mit dem Masseanschluss der Versorgungsspannung verbunden werden.

# Stecker X3

Würth Elektronik MPC4, 16-polig

Dieser Stecker führt die Signalleitungen der digitalen Eingänge. Der Status jedes Eingangs wird durch eine LED angezeigt.

Bemerkung: Achten Sie auf korrekte Vorwiderstände!

Pin	Beschreibung		
1	Digitaleingang 16		
2	Digitaleingang 14		
3	Digitaleingang 12		
4	Digitaleingang 10		
5	Digitaleingang 8		
6	Digitaleingang 6		
7	Digitaleingang 4		
8	Digitaleingang 2		
9	Digitaleingang 15		
10	Digitaleingang 13		
11	Digitaleingang 11		
12	Digitaleingang 9		
13	Digitaleingang 7		
14	Digitaleingang 5		
15	Digitaleingang 3		
16	Digitaleingang 1		

#### Stecker X4

Würth Elektronik MPC4, 8-polig

Dieser Stecker erlaubt den Zugriff auf die vier potentialfreien Relaisausgänge des IOBoards. Alle Kontakte sind elektrisch getrennt und können bis 2 A belastet werden.

Pin	Beschreibung		
1	Relais 4: Gemeinsamer Kontakt		
2	Relais 4: Öffner		
3	Relais 3: Gemeinsamer Kontakt		
4	Relais 2: Schließer		
5	Relais 1: Schließer		
6	Relais 4: Schließer		
7	Relais 3: Öffner		
8	Relais 3: Schließer		
9	Relais 2: Schließer		
10	Relais 1: Schließer		

#### Stecker X5

TE Connectivity, HE14, 4-polig

An diesem Stecker kann die interne 5V-Spannung des IOBoards abgegriffen werden.

Pin	Beschreibung		
1, 3	Masse		
2, 4	5 V (max. 500 mA)		

#### Stecker X6

TE Connectivity, HE14, 4-polig

An diesen Stecker können vier Analogsignale mit Spannungen von 0 V bis 5 V, bezogen auf die Masse des IOBoards, angeschlossen werden.

Pin	Beschreibung		
1	Analogeingang 1		
2	Analogeingang 2		
3	Analogeingang 3		
4	Analogeingang 4		

#### Stecker XCAN

Würth Elektronik MPC4, 2-polig

Hier kann der CAN-Bus bei Bedarf zu anderen Geräte weitergeführt werden.

Pin	Beschreibung			
1	CAN High			
2	CAN Low			

#### Stecker XRS

TE Connectivity, HE14, 3-polig

Dieser Stecker bietet Zugriff auf die RS-232-Schnittstelle des IOBoards.

Pin	Beschreibung	
1	Masse	
2	TxD (IOBoard-Sendeleitung)	
3	RxD (IOBoard-Empfangsleitung)	

# 6.2.7 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

## 6.2.7.1 EG-Konformitätserklärung



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die relevanten EU-Richtlinien erfüllt.

#### 6.2.7.2 Informationen zu RoHS

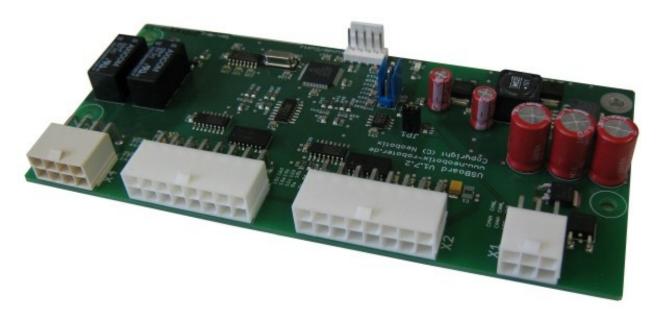


Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die RoHS-Richtlinien 2011/65/EU (RoHS 2) und 2015/863/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten erfüllt.

# 6.3 USBoard-USS4

↓ Als PDF herunterladen<sup>33</sup>

<sup>33</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/USBoard-USS4.pdf



Ultraschallsensoren messen die Entfernung zu Objekten, die sich innerhalb des Detektionsbereichs des Sensors befinden. Das physikalische Messprinzip beruht auf der Laufzeitmessung des Schalls, der vom Sensor ausgesandt, vom Hindernis reflektiert und vom Sensor wieder aufgefangen wird.

Das USBoard-USS4 ist für den Anschluss von bis zu 16 Ultraschallsensoren vom Typ Bosch Parkpilot USS4 (auch als URF6 oder URF7 bekannt) ausgelegt. Es eignet sich beispielsweise für die Kollisionsabsicherung von großen Fahrzeugen wie Bussen, Landmaschinen oder Baumaschinen. Das USBoard-USS4 bietet einfache Inbetriebnahme, komfortable Parametrierung und vielfältige Anwenderschnittstellen inklusive der Definition von Warn- und Alarmbereichen, die eine einfache Überwachung der Kollisionsgefahr ermöglichen.

Weiterhin stehen auf dem Board vier Analogeingänge zur Verfügung, die beispielsweise für den Anschluss von zusätzlichen Sensoren genutzt werden können.

**Tipp:** Die graphische Benutzeroberfläche für das USBoard-USS4 finden Sie unter *Grafische Bedienoberfläche* (Seite 155).

# 6.3.1 Einleitung

## 6.3.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das USBoard-USS4 wurde für den Einsatz in mobilen Robotern und ähnlichen Geräten und Maschinen entwickelt, beispielsweise fahrenden Drohnen oder fahrerlosen Transportfahrzeugen. Es kann dort zur Erkennung von Hindernissen und zur Kollisionsvermeidung eingesetzt werden. Darüber hinaus kann das USBoard-USS4 auch in stationären Aufbauten oder Maschinen eingesetzt werden, um etwa Messungen vorzunehmen.

Das USBoard-USS4 ist ausschließlich für die Bereitstellung nicht-sicherer Daten und Informationen entwickelt worden.

## 6.3.1.2 Unzulässige Verwendung

Das USBoard-USS4 ist explizit **kein Sicherheitsbauteil** und darf nicht als solches verwendet werden. Insbesondere darf es nicht zur Absicherung von Gefahrenstellen oder als alleiniges System zur Kollisionsvermeidung eingesetzt werden.

Das USBoard-USS4 ist nur zur Verwendung innerhalb der angegebenen *Umgebungsbedingungen* (Seite 148) freigegeben. Ein Einsatz außerhalb dieser Bedingungen kann zu fehlerhaften Messungen oder zum Versagen des Produkts führen und ist deshalb unzulässig.

Ein Einsatz des USBoard-USS4 ist nicht empfehlenswert in Anwendungen, die sehr hohe Anforderungen an die Messgenauigkeit, an die Zuverlässigkeit der Messungen oder an die Geschwindigkeit der Messungen stellen. Dies sind zum Beispiel Anwendungen im Bereich Bewegungsregelung (Parken, Rangieren etc.).

#### 6.3.1.3 Sachkundiges Personal

Das USBoard-USS4 darf nur von sachkundigem Personal (Seite 31) montiert, angeschlossen und in Betrieb genommen werden.

#### 6.3.2 Funktionsweise

Das USBoard-USS4 misst die Laufzeit des Schalls vom Sensor zum nächstgelegenen Hindernis. Aus der Laufzeit wird dann die Entfernung zum Hindernis berechnet.

Die Sensoren werden nacheinander zyklisch abgefeuert und ausgewertet, um Fehlmessungen durch Kreuzechos zu minimieren. Dabei ist die Reihenfolge 1, 5, 9, 13, 2, 6, 10, 14, 3, 7, 11, 15, 4, 8, 12, 16.

Die gemessenen Entfernungen können wahlweise zyklisch oder asynchron über die CAN- und / oder RS-232-Schnittstelle abgefragt werden.

Zur einfachen Verwendung als Kollisionsschutz können für jeden Sensor ein Warnbereich und ein Alarmbereich definiert werden. Wird bei mindestens einem Sensor die Warndistanz unterschritten, werden die entsprechende LED auf dem Board und ein Relaisausgang aktiviert. Eine zweite LED und ein weiterer Relaisausgang ermöglichen die Reaktion auf das Unterschreiten der Alarmdistanz. Warn- und Alarmbereiche werden komfortabel über den graphischen Parameter-Editor definiert und als Teil des Parametersatzes übertragen.

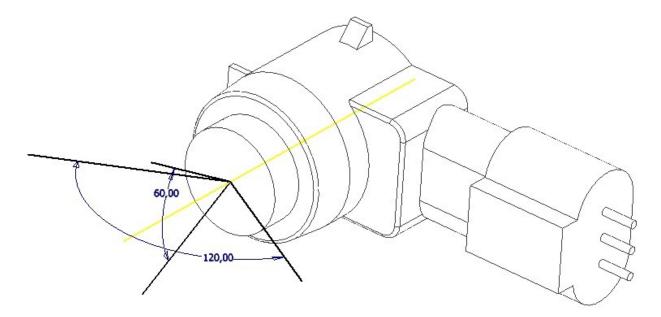
**Warnung:** Das USBoard-USS4 ist jedoch kein Sicherheitssystem und kann ausschließlich unterstützende, nicht sichere Daten liefern. Verwenden Sie das USBoard-USS4 niemals zur Absicherung von Gefahrenstellen.

# 6.3.3 Technische Daten

#### 6.3.3.1 USBoard-USS4

- Versorgungsspannung von +9 VDC bis +60 VDC, max. 5 W, verpolsicher
- Digitale Kommunikationsschnittstellen CAN und RS-232
- Optische Anzeige einer Warn- / Alarmbereichsverletzung
- Relaisausgänge zur Abfrage von Warn- / Alarmbereichsverletzungen
- Vier Analogeingänge (0 V 5 V)
- Gewicht: 93 g
- Lagertemperaturbereich: -40 °C 85 °C
- Betriebstemperaturbereich: 0 °C 70 °C
- Zolltarifnummer: 9031 9000
- Bestellnummer: X100

## 6.3.3.2 Ultraschallsensor Bosch Parkpilot USS4



• Messfrequenz: 42 kHz – 45 kHz

• Messentfernung: 0.15 m bis 1.5 m

• Zolltarifnummer: 9031 8020

• Bestellnummer: X200

# 6.3.4 Gehäuse

Standardmäßig wird das USBoard-USS4 als OEM-Komponente ohne Gehäuse geliefert. Bei Bedarf kann ein entsprechendes Gehäuse geliefert werden.

#### 6.3.5 Inbetriebnahme

Das USBoard-USS4 wird mit den unter *Parametersatz* (Seite 150) zu findenden Voreinstellungen ausgeliefert und ist sofort betriebsbereit. Die individuelle Konfiguration kann ab Werk nach Absprache mit dem Kunden oder vom Kunden selbst mit dem mitgelieferten Parameter-Editor über die RS-232-Schnittstelle erfolgen. Nach der Übertragung des Parametersatz vom Editor zum USBoard-USS4 werden die neuen Einstellungen sofort aktiviert und wahlweise in den nicht-flüchtigen EEPROM-Speicher geschrieben.

Das USBoard-USS4 kann auf mehrere Arten verwendet werden:

- 1. Die LED-Anzeigen auf dem Board werden für die Überwachung von Warn- und Alarmbereichen verwendet.
- 2. Die Relaisausgänge von Warn- und Alarmbereich werden an geeignete Signalgeber (Licht, Tongeber) angeschlossen und für die Überwachung der Felder verwendet.
- 3. Über die CAN- oder RS-232-Schnittstelle werden die Messwerte abgefragt und in einem externen Rechner ausgewertet.
- 4. Eine Kombination der beschriebenen Möglichkeiten.

## 6.3.6 Parametersatz

Das USBoard-USS4 besitzt einen Parametersatz, mit dem eine individuelle Konfiguration möglich ist. Der Parametersatz kann komfortabel mit dem mitgelieferten Parameter-Editor editiert, auf der Festplatte des Konfigurations-Rechners gespeichert, in das EEPROM des USBoard-USS4 geschrieben und aus dem EEPROM gelesen werden.

Die folgende Tabelle zeigt den Aufbau des Parametersatzes, der aus 54 Bytes besteht.

Byte 1 CAN-Datenrate

0	1000 kBaud (Werkseinstellung)
1	500 kBaud
2	250 kBaud
3	125 kBaud
4	100 kBaud
5	50 kBaud

Bytes 2-5 CAN Basisadresse (standardmäßig 0x400), zu berechnen wie folgt:

```
(byte_5 << 24) | (byte_4 << 16) | (byte_3 << 8) | byte_2
```

Byte 6 1 falls CAN extended ID genutzt wird, 0 wenn nicht (Standard)

Byte 7 Sendemodus für Messwerte

0	Senden der Messwerte nur auf Anforderung (Werkseinstellung)
1	kontinuierliches Senden ohne Anforderung über CAN
2	kontinuierliches Senden ohne Anforderung über RS-232
3	kontinuierliches Senden ohne Anforderung über CAN und RS-232

Byte 8 Zeitintervall für kontinuierliches Senden

0	0.5 s
1	1.0 s
2	2.0 s
3	0.2 s

- Bytes 9-10 Zeigt aktive Sensoren an (ein Bit pro Sensor, 1 für aktiv, 0 für inaktiv), standardmäßig sind alle Sensoren aktiv
- Bytes 11-26 Warndistanz Sensoren 1 16, in cm; Werkseinstellung: 100 cm
- Bytes 27-42 Alarmdistanz Sensoren 1–16, in cm; Werkseinstellung: 30 cm
- Bytes 43-51 Beliebiger Wert, nicht mehr verwendet
- Bytes 52-54 Seriennummer, nur lesen

#### 6.3.7 Befehlssatz

Die folgende Tabelle listet die vom USBoard-USS4 unterstützten Befehle auf.

Kommando	Wert	Beschreibung
CMD_CONNECT	0	Verbindungstest ausführen
CMD_SET_CHANNEL_ACTIVE	1	Kanal für Senden/ Empfangen aktivieren
CMD_GET_DATA_1TO8	2	Messdaten Sensoren 1 bis 8 anfordern
CMD_GET_DATA_9TO16	3	Messdaten Sensoren 9 bis 16 anfordern
CMD_WRITE_PARASET	4	Parametersatz zum Board übertragen (flüchtig)
CMD_WRITE_PARASET_TO_EEPROM	5	Parametersatz ins EEPROM schreiben (nicht-flüchtig)
CMD_READ_PARASET	6	Parametersatz vom Board lesen
CMD_GET_ANALOGIN	7	Werte der 4 Analogeingänge lesen
CMD_SET_DEBUG_PARA	8	Nur für Testzwecke
CMD_GET_DEBUG_PARA	9	Nur für Testzwecke
CMD_UNKNOWN	10	Nur für Testzwecke

# 6.3.8 CAN-Kommunikation

Den Befehlssatz finden Sie unter Befehlssatz (Seite 150).

#### 6.3.8.1 Adressen

Die Werksvoreinstellung für die Basisadresse lautet  $0 \times 400$ . Diese Basisadresse kann bei Bedarf innerhalb des Parametersatzes geändert werden.

Die vom USBoard-USS4 benutzten Adressen werden von der Basisadresse berechnet, indem jeweils die folgenden Offsets addiert werden.

Offset zur Basisadresse	Nachricht
+0	Empfangen von Befehlen
+1	Antwort auf CMD_CONNECT
+2	Erste Antwort auf CMD_GET_DATA_1T08
+3	Zweite Antwort auf CMD_GET_DATA_1T08
+4	Erste Antwort auf CMD_GET_DATA_9T016
+5	Zweite Antwort auf CMD_GET_DATA_9T016
+6	Antwort auf CMD_READ_PARASET
+7	Antwort auf CMD_GET_ANALOGIN
+8	Antwort auf CMD_WRITE_PARASET
+9	Antwort auf CMD_WRITE_PARASET_TO_EEPROM

# 6.3.8.2 Befehle

Im Folgenden werden die CAN IDs als Offset zur Basisadresse angegeben, d.h. +3 bedeutet Basisadresse plus 3.

## CMD\_CONNECT

Mit diesem Kommando kann die Kommunikationsverbindung zum Board hergestellt und getestet werden.

Kommando ID: +0

CMD_CONNECT	0	0	0	0	0	0	0

#### Antwort ID: +1

CMD_CONNECT	1	2	3	4	5	6	7
-------------	---	---	---	---	---	---	---

## CMD\_SET\_CHANNEL\_ACTIVE

Mit diesem Kommando werden aus den 16 verfügbaren Kanälen die Kanäle ausgewählt, auf denen gesendet und empfangen werden soll. Zwei Bytes D1 und D2 für die Kanäle 1 bis 8 und 9 bis 16 enthalten die Information, ob der Kanal entsprechend der Bitnummer aktiv sein soll. Die Bytes sind Bit-codiert, wobei eine 1 einen aktiven Kanal markiert. Der Befehl kann verwendet werden, wenn Sensoren aktiv oder passiv geschaltet werden sollen, ohne den vollständigen Parametersatz zu übertragen.

Beispiel: 0x1F als erstes Byte bedeutet Sensoren 1 bis 5 sind aktiv, Sensoren 6 bis 8 sind deaktiviert.

Kommando ID: +0

CMD_SET_CHANNEL_ACTIVE	(Sensoren 1 bis 8)	(Sensoren 9 bis 16)	0	0	0	0	0	
------------------------	--------------------	---------------------	---	---	---	---	---	--

Antwort Keine Antwort.

## CMD\_GET\_DATA\_1TO8

Mit diesem Kommando werden die Messwerte der Sensoren 1 bis 8 abgefragt.

Kommando ID: +0

CMD_GET_DATA_1TO8	0	0	0	0	0	0	0
-------------------	---	---	---	---	---	---	---

Antwort (zwei Teile) IDs: +2, +3

CMD_GET_DATA_1TO8	0	Werte für Sensoren 1-4 (jeweils ein Byte)	0	(reserviert)
CMD_GET_DATA_1T08	1	Werte für Sensoren 5-8 (jeweils ein Byte)	0	(reserviert)

Die Messwerte sind in cm.

# CMD\_GET\_DATA\_9TO16

Mit diesem Kommando werden die Messwerte der Sensoren 9 bis 16 abgefragt.

Kommando ID: +0

CMD_GET_DATA_9T016	0	0	0	0	0	0	0
--------------------	---	---	---	---	---	---	---

Antwort (zwei Teile) IDs: +4, +5

CMD_GET_DATA_9TO16	0	Werte für Sensoren 9-12 (jeweils ein Byte)	0	(reserviert)
CMD_GET_DATA_9T016	1	Werte für Sensoren 13-16 (jeweils ein Byte)	0	(reserviert)

Die Messwerte sind in cm.

## CMD\_WRITE\_PARASET

Mit diesem Kommando wird ein vollständiger Parametersatz an das USBoard-USS4 übermittelt (flüchtig, nach dem Ausschalten verloren). Der Parametersatz kann komfortabel mit dem mitgelieferten Parameter-Editor erstellt und übertragen werden.

Die neuen Parameter werden nach dem Schreiben sofort aktiviert.

#### Kommando ID: +0

Der Befehl besteht aus neun Nachrichten, die nacheinander gesendet werden, wobei jede Nachricht ein paar Bytes des Parametersatzes enthält.

CMD_WRITE_PARASET	0	Bytes 1 bis 6
CMD_WRITE_PARASET	1	Bytes 7 bis 12
CMD_WRITE_PARASET	2	Bytes 13 bis 18
CMD_WRITE_PARASET	3	Bytes 19 bis 24
CMD_WRITE_PARASET	4	Bytes 25 bis 30
CMD_WRITE_PARASET	5	Bytes 31 bis 36
CMD_WRITE_PARASET	6	Bytes 37 bis 42
CMD_WRITE_PARASET	7	Bytes 43 bis 48
CMD_WRITE_PARASET	8	Bytes 49 bis 54

#### Antwort ID: +8

Jede Nachricht wird einzeln beantwortet, wobei die ersten 8 Antworten identisch sind

CMD_WRITE_PARASET	0	0	0	0	0	0	0

und die letzte Antwort die Summe aller Bytes des Parametersatzes enthält.

CMD_WRITE_PARASET	low byte	high byte	0	0	0	0	0
-------------------	----------	-----------	---	---	---	---	---

## CMD\_WRITE\_PARASET\_TO\_EEPROM

Mit diesem Kommando wird ein vollständiger Parametersatz in das EEPROM des USBoard-USS4 geschrieben (nicht flüchtig). Ansonsten ist der Befehl mit CMD\_WRITE\_PARASET identisch.

Der Parametersatz wird nach dem Schreiben sofort übernommen.

#### Kommando ID: +0

Dieser Befehl verhält sich identisch zu *CMD\_WRITE\_PARASET* (Seite 153), nur dass er das Befehls-Byte CMD\_WRITE\_PARASET\_TO\_EEPROM benutzt.

#### Antwort ID: +9

Die Antwort ist identisch zu den Antworten auf *CMD\_WRITE\_PARASET* (Seite 153), nur dass sie das Befehls-Byte CMD\_WRITE\_PARASETE\_TO\_EEPROM benutzt.

## CMD\_READ\_PARASET

Mit diesem Kommando wird der aktuelle, vollständige Parametersatz vom USBoard-USS4 gelesen. Die Antwort besteht aus neun Nachrichten, die hintereinander gesendet werden.

#### Kommando ID: +0

CMD_READ_PARASET	0	0	0	0	0	0	0
------------------	---	---	---	---	---	---	---

#### Antwort ID: +6

Die Antwort besteht aus neun Nachrichten, die nacheinander gesendet werden, wobei jede Nachricht ein paar Bytes des Parametersatzes enthält.

CMD_READ_PARASET	0	Bytes 1 bis 6
CMD_READ_PARASET	1	Bytes 7 bis 12
CMD_READ_PARASET	2	Bytes 13 bis 18
CMD_READ_PARASET	3	Bytes 19 bis 24
CMD_READ_PARASET	4	Bytes 25 bis 30
CMD_READ_PARASET	5	Bytes 31 bis 36
CMD_READ_PARASET	6	Bytes 37 bis 42
CMD_READ_PARASET	7	Bytes 43 bis 48
CMD_READ_PARASET	8	Bytes 49 bis 54

## CMD\_GET\_ANALOGIN

Mit diesem Kommando werden die Messwerte der vier Analogeingänge abgefragt.

#### Kommando ID: +0

_GET_ANALOGIN	0	0	0	0	0	0	0	1
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---

## Antwort ID: +7

Die Auflösung beträgt 12 Bit, so dass innerhalb der CAN-Antwort zunächst das untere Byte des entsprechenden Kanals übertragen wird. In den Bytes 5 und 6 der CAN-Nachricht sind die oberen vier Bits der Kanäle 1-4 enthalten.

CMD_GET_ANA <b>lio</b> OGI <b>b</b> iyte	low byte	low byte	low byte	high bits of	high bits of	0
channel 1	channel 2	channel 3	channel 4	channel 2 and	channel 4 and	
				1	3	

# 6.3.9 RS-232-Kommunikation

**Bemerkung:** Bitte beachten Sie, dass die RS-232-Schnittstelle eine gemeinsame Masseverbindung zwischen USBoard-USS4 und Rechner erfordert.

Die RS-232-Schnittstelle wird mit 19.200 Baud betrieben. Das Protokoll besitzt das gleiche Format wie bei der *CAN-Kommunikation* (Seite 151), jedoch mit den folgenden Erweiterungen:

Jede Nachricht **vom USBoard-USS4** beginnt mit einem Startbyte, das den Wert 0xFF hat. Abschließend zu jeder aus 8 Datenbytes bestehenden Nachricht wird eine 16 Bit Checksumme gesendet. Die vollständige Nachricht hat somit 11 Bytes:

Byte 1	Bytes 2-9	Byte 10	Byte 11
0xFF	Datenbytes	checksum high byte	checksum low byte

Die Checksumme berechnet sich nach CRC-CCITT über alle 8 Datenbytes.

Die **zum USBoard-USS4** verschickten Nachrichten enthalten lediglich die Datenbytes 1-8.

Implementierung der Checksummenberechnung (C-Code):

```
unsigned int getCheckSum(unsigned char *c, size_t iNumBytes) {
        unsigned int uCrc16;
        unsigned char ucData[2];
        size t i;
        uCrc16 = 0;
        ucData[0] = 0;
        for(i=0; i<iNumBytes; i++) {</pre>
                ucData[1] = ucData[0];
                ucData[0] = c[i];
                if(uCrc16 & 0x8000){
                         uCrc16 = (uCrc16 \& 0x7fff) << 1;
                         uCrc16^= 0x1021;
                 }else{
                         uCrc16 <<= 1;
                uCrc16^= (unsigned int)(ucData[0]) | ((unsigned int)(ucData[1]) << 8);</pre>
        }
        return uCrc16;
```

## 6.3.10 ROS-Node

Hier geht es zu unserem ROS Node für das USBoard-USS4 auf GitHub: https://github.com/neobotix/neo\_usboard

# 6.3.11 Grafische Bedienoberfläche

Laden Sie die GUI hier herunter: 32bit<sup>34</sup>, 64bit<sup>35</sup>

Bemerkung: Die 64-Bit-Version ist leider nicht mehr mit der aktuellsten JRE verwendbar!

#### 6.3.11.1 Einleitung

Das USBoard-USS4 wird zusammen mit einer grafischen Bedienoberfläche, der USBoard-USS4 configuration GUI, ausgeliefert. Mit diesem Programm lassen sich die Einstellungen des USBoard-USS4 komfortabel ändern sowie die aktuellen Messwerte auslesen und anzeigen.

Die USBoard-USS4-GUI benötigt einen PC mit:

<sup>&</sup>lt;sup>34</sup> https://neobotix-docs.de/files/USBoardGUI\_v5802\_32Bit.zip

<sup>35</sup> https://neobotix-docs.de/files/USBoardGUI\_v5802\_64Bit.zip

- einer seriellen RS-232-Schnittstelle (COM-Port) und
- Java® Laufzeitumgebung mindestens in Version 1.5.

Die Verbindung zwischen COM-Port und USBoard-USS4 wird über ein spezielles Konfigurationskabel hergestellt, das von Neobotix bezogen oder mit Hilfe *der Steckerbelegung* (Seite 161) selbst gefertigt werden kann. Das Konfigurationskabel stellt über einen gesonderten Anschluss auch *die Stromversorgung* (Seite 148) sicher, welche durch eine Status-LED an der Längsseite des USBoard-USS4 signalisiert wird.

Die Bedienoberfläche kann ohne Installation durch einen Doppelklick auf die Datei start.bat gestartet werden. Achten Sie darauf, die für Ihr Betriebssystem passende Datei zu verwenden.

Die Bedienoberfläche kann ebenfalls unter Linux und Mac OS verwendet werden. Dazu muss jedoch gewährleistet sein, dass die RXTX-Bibliothek von der Java-Laufzeitumgebung gefunden werden kann und dass der Benutzer die nötigen Berechtigungen besitzt, um die serielle Schnittstelle zu benutzen. Unter Ubuntu Linux genügt es, das Paket librxtx-java zu installieren und den Benutzer der Gruppe dialout hinzuzufügen.

#### 6.3.11.2 Erste Schritte

## Verbindung aufbauen

Stellen Sie bitte sicher, dass vor dem Starten der Verbindung per USBoard-USS4-GUI folgende Bedingungen erfüllt sind

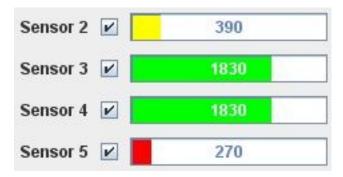
- Das USBoard-USS4 ist mit dem PC über eine serielle RS-232-Schnittstelle verbunden
- Es ist an eine geeignete Stromquelle angeschlossen (Status-LED leuchtet)

Wählen Sie nun im Programm die Schnittstelle (COM-Port) aus, über die sich das Programm verbinden soll. Klicken Sie anschließend auf die Schaltfläche "Connect", um die Verbindung herzustellen.



#### 6.3.11.3 Messwerte empfangen

Nach dem Verbindungsvorgang sollten Ihnen die aktuellen Mess- und Einstellungswerte angezeigt werden. Abhängig von den Parametern aktualisieren sich die Messwerte in einem bestimmten Intervall automatisch oder nur auf Anfrage per Klick auf die Request Schaltflächen. Unterschreitet der Messwert eines Sensors die Warndistanz wird der Messwert gelb und beim Unterschreiten der Alarmdistanz rot dargestellt. Gleichzeitig wird die entsprechende gelbe bzw. rote LED samt Relais auf dem USBoard-USS4 aktiviert.



Die Messwerte der Analogeingänge (Spannungsbereich  $0\ V-5\ V$ ) werden prozentual unter denen der Sensoren angezeigt.

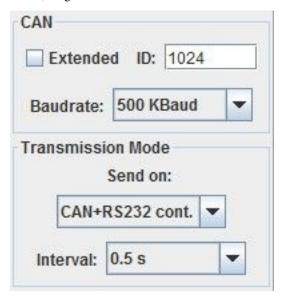
## 6.3.11.4 Verbindung beenden

Um die Verbindung der Anwendung zum USBoard-USS4 zu trennen, klicken Sie auf "Disconnect".

# 6.3.11.5 Das USBoard-USS4 konfigurieren

#### Kommunikationseinstellungen

In der linken Spalte können die Parameter für die Kommunikation mit dem USBoard-USS4 festgelegt werden. Im Feld CAN können die Basis-ID und die Übertragungsrate, die bei der Kommunikation via CAN-Bus verwendet werden sollen, eingestellt werden.



Das generelle Übertragungsverhalten kann im Feld Transmission Mode eingestellt werden. Die möglichen Verhaltensweisen sind in Tabelle 4 aufgelistet. Die unter Interval wählbare Zykluszeit ist nur für kontinuierliche Übertragungsmodi relevant.

Übertragunsmodus	Verhalten
Request	Sendet nur auf Anfrage
CAN cont.	Sendet kontinuierlich über CAN
RS232 cont.	Sendet kontinuierlich über RS-232
RS232 + CAN cont.	Sendet kontinuierlich über RS-232 und CAN

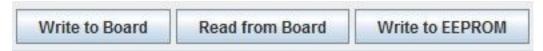
#### Sensoren konfigurieren

Rechts können verschiedene Parameter für die Sensoren festgelegt werden: In den Kontrollkästchen neben den Bezeichnungen der Sensoren kann man diese jeweils aktivieren oder deaktivieren (Häkchen gesetzt bzw. nicht gesetzt). Deaktivierte Sensoren senden keinen Echo-Impuls und keine Messwerte. Rechts neben der Anzeige des aktuellen Entfernungsmesswertes können die Warn- und Alarmbereiche festgelegt werden. Die ID des USBoard-USS4 und die Analogeingänge sind nicht konfigurierbar.

Warnung: Das USBoard-USS4 ist trotz Warn- und Alarmbereich kein Sicherheitssystem und kann ausschließlich unterstützende, nicht sichere Daten liefern. Verwenden Sie das USBoard-USS4 niemals zur Absicherung von Gefahrenstellen.

#### Konfigurationen auf das Board überspielen

Die geänderten Konfigurationsparameter müssen manuell auf das USBoard-USS4 übertragen werden, um in Funktion zu treten. Die USBoard-USS4-GUI bietet dafür zwei Optionen an:



- Write to Board schreibt die Parameter in den flüchtigen Speicher des USBoard-USS4, d.h. nach dem nächsten Hardware-Neustart werden wieder die vorherigen Parameter genutzt.
- Write to EEPROM schreibt die Parameter in den nichtflüchtigen EEPROM-Speicher des USBoard-USS4, d.h. die Parameter bleiben auch nach einem Hardware-Neustart erhalten und werden genutzt, bis sie überschrieben werden.

Um den jeweils aktuellen Parametersatz aus dem Speicher des USBoard-USS4 neu auszulesen, drücken Sie "Read from Board". Änderungen in der Eingabemaske gehen dabei jedoch verloren.

#### Konfigurationen speichern und laden

Mit Save to File und Load from File lassen sich die aktuellen Konfigurationsdaten in einer Datei speichern bzw. aus dieser laden. Geben Sie dazu einfach in dem nach Knopfdruck erscheinendem Dialog den gewünschten Dateinamen ein bzw. wählen Sie die entsprechende Datei aus und bestätigen mit "Ok".

# Logging

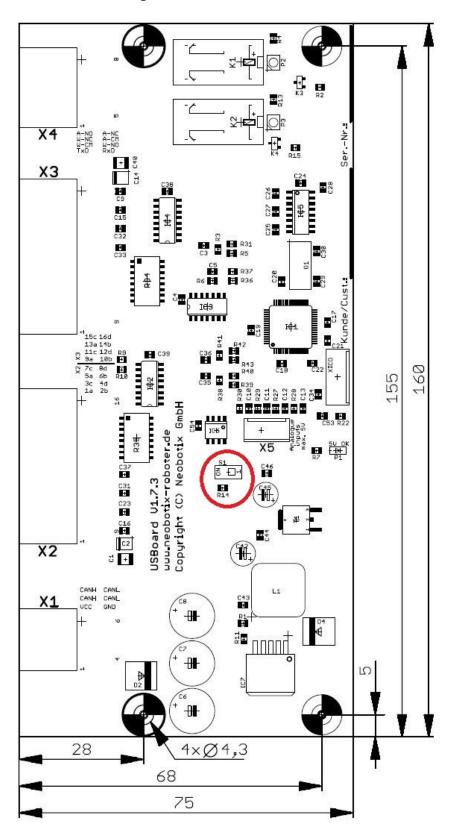
Die USBoard-USS4-GUI schreibt Log-Dateien auf die Festplatte, um die Einrichtung des Systems und die Fehlerbehebung zu unterstützen. Die Anzahl der zu schreibenden Meldungen kann über den Level Wert zwischen Severe (nur kritische Probleme) und Finest (alle Meldungen) gewählt werden. Die Log-Dateien befinden sich im Unterordner log des Verzeichnisses, in dem auch die GUI selbst liegt.

Eine Echtzeitausgabe des aktuellen Logs kann über die Schaltfläche "Show / Hide" angezeigt werden.



# 6.3.12 Abmessungen und Steckerbelegung

# 6.3.12.1 Abmessungen



Schieben Sie S1 auf Position ON, um den CAN-Abschlusswiderstand zu aktivieren.

Die Befestigungsbohrung unten rechts ist elektrisch mit der Massefläche des USBoard-USS4 verbunden. Bitte isolieren Sie diesen Befestigungspunkt, wenn Ihre Installation es erfordert.

Das USBoard-USS4 kann sowohl waagerecht als auch an Wänden montiert werden. Bei Überkopfmontage kann es zu Fehlfunktionen der Relais kommen, die Datenausgabe ist dadurch jedoch nicht beeinträchtigt.

# 6.3.12.2 Steckerbelegung

**Tipp:** Weitere Informationen zu den verwendeten Steckverbindern finden Sie unter *Steckverbinder* (Seite 19).

## Stecker X1 – WE MPC4, 6-polig

Pin	Beschreibung
1	Versorgungsspannung
2	CAN High
3	CAN High
4	Masse (zu Versorgungsspannung und RS232)
5	CAN Low
6	CAN Low

Pins 2 und 3 bzw. 5 und 6 sind jeweils verbunden. Dadurch können zwei CAN-Leitungen (CAN-in und CAN-out) komfortabel angeschlossen werden.

## Stecker X2 – WE MPC4, 16-polig

Pin	Beschreibung
1-4	Versorgungsspannung Sensoren 0 V
5	Sensor 1
6	Sensor 3
7	Sensor 5
8	Sensor 7
9-12	Versorgungsspannung Sensoren +8 V
13	Sensor 2
14	Sensor 4
15	Sensor 6
16	Sensor 8

# Stecker X3 – WE MPC4, 16-polig

Pin	Beschreibung
1	Sensor 9
2	Sensor 11
3	Sensor 13
4	Sensor 15
5-8	Versorgungsspannung Sensoren 0 V
9	Sensor 10
10	Sensor 12
11	Sensor 14
12	Sensor 16
13-16	Versorgungsspannung Sensoren +8 V

# Stecker X4 – WE MPC4, 8-polig

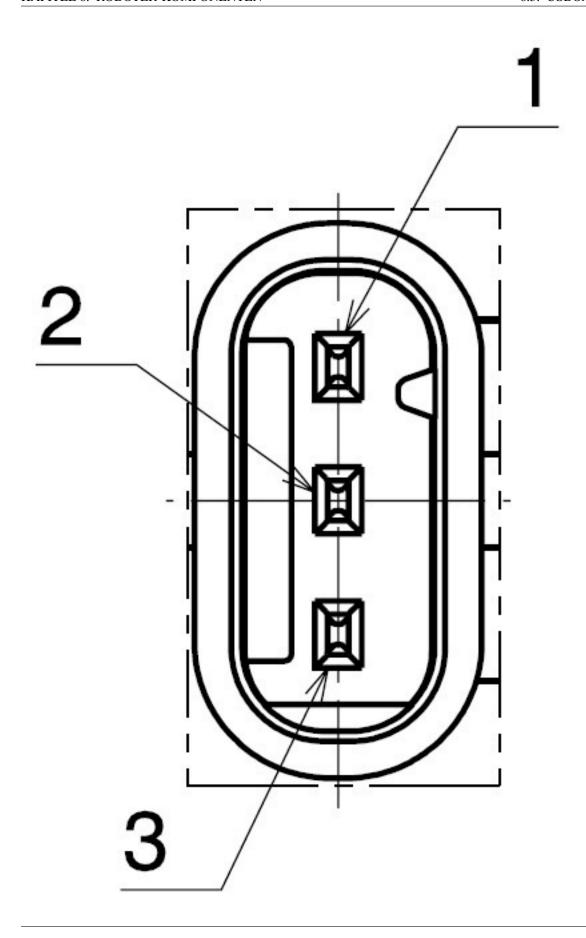
Pin	Beschreibung
1	RS-232 Transmit
2	Relais "Warnbereich" gemeinsamer Kontakt
3	Relais "Warnbereich" Öffnerkontakt
4	Relais "Alarmbereich" gemeinsamer Kontakt
5	RS-232 Receive
6	Relais "Warnbereich" gemeinsamer Kontakt
7	Relais "Alarmbereich" gemeinsamer Kontakt
8	Relais "Alarmbereich" Öffnerkontakt

# Analogeingänge – TE Connectivity HE14, 4-polig

Pin	Beschreibung
1	Analogeingang 1
2	Analogeingang 2
3	Analogeingang 3
4	Analogeingang 4

# Sensoren – Gehäuse: TE 1-1718644-1, Kontakte: TE 1452668-1

Pin	Beschreibung
1	Senden / Empfangen
2	Versorgungsspannung Sensoren 0 V
3	Versorgungsspannung Sensoren +8 V



# 6.3.13 Zukaufteile

# 6.3.13.1 Steckverbinder

Eine Übersicht der verwendeten Steckverbinder finden Sie hier (Seite 19).

# 6.3.13.2 Konfigurationskabel

Das Konfigurationskabel (Best.-Nr. X201) ermöglicht eine schnelle und einfache Inbetriebnahme und erste Tests des USBoard-USS4. Mit den oben aufgeführten Steckverbindern kann es auch ohne Weiteres selbst hergestellt werden. Achten Sie in diesem Fall auf die Masseverbindung der RS-232-Schnittstelle.

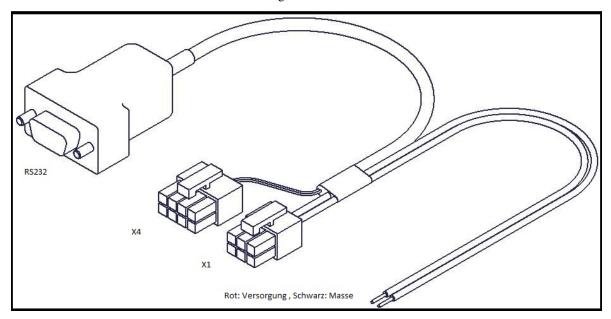




Abb. 5: USBoard-USS4-Konfigurationskabel (X201)

#### 6.3.13.3 Sensorkabelsätze

Für einzelne Testaufbauten können Kabelsätze für den Anschluss von je acht Sensoren geliefert werden. Diese unterscheiden sich in ihrer Belegung und sind für den Anschluss an Stecker X2 (Best.-Nr. X204) oder Stecker X3 (Best.-Nr. X205) erhältlich. Die Kabel sind jeweils 2 m lang und geschirmt.

Bitte fertigen Sie für den Einsatz in Ihrer tatsächlichen Anwendung die Kabel selbst entsprechend der jeweiligen Anforderungen.



Abb. 6: Kabelsatz für USS4 Sensoren (X204/X205)

Bei geringen Stückzahlen können die Steckverbinder für das USBoard-USS4 (Best.-Nr. X202) und einzelne USS4 Ultraschallsensoren (Best.-Nr. X203) ebenfalls geliefert werden. Die Sets enthalten jeweils die Steckergehäuse sowie die lose beiliegenden Crimpkontakte in passender Anzahl.

Falls Sie keine passenden Werkzeuge besitzen und die Stecker nicht mit Universalcrimpzangen verarbeiten möchten, wenden Sie sich bitte an Neobotix.



Abb. 7: Steckersatz für USBoard-USS4 (X202)



Abb. 8: Steckersatz für USS4 (X203)

#### 6.3.13.4 Ultraschallsensor USS4

Die Ultraschallsensoren Bosch ParkPilot USS4 (Bosch-Teilenummer 0 263 009 525) sind unter der Bestellnummer X200 erhältlich.

**Bemerkung:** Die blanken Sensoren heißen USS (Ultra Sonic Sensor), momentan in der vierten Generation. Die fünfte Generation wird von unserem *USBoard-USS5* (Seite 169) unterstützt.

Bosch bietet für Privatkunden das URF-System an. Dabei handelt es sich um acht Sensoren mit Kabelsatz und einer kleinen Auswerteeinheit für den Anbau am Armaturenbrett von PKW. Dieses System zeigt lediglich über einige LEDs und durch ein akustisches Signal an, dass Sie gerade dicht an ein Hindernis heranfahren. Eine Datenausgabe bietet es nicht. Das URF gibt es in zwei Versionen (Gen. 6 und 7), die sich aber nur in der Firmware unterscheiden und beide die USS4 verwenden.



Abb. 9: Ultraschallsensor Bosch USS4 (X200)

## 6.3.13.5 Montagesets für USS4

Mit dem Montageset für USS4, gerade (X206) wird der Sensor an einer Frontplatte befestigt.

Für eine optimale Sensorposition sind bei dem *Montageset für USS4*,  $0^{\circ}$ ,  $5^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$  (X207) vier Frontringe für unterschiedliche Montagewinkel enthalten.



Abb. 10: Montageset für USS4 gerade (X206)



Abb. 11: Montageset für USS4 0°, 5°, 10°, 15° (X207)

# 6.3.14 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

# 6.3.14.1 EG-Konformitätserklärung



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die relevanten EU-Richtlinien erfüllt.

#### 6.3.14.2 Informationen zu RoHS



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die RoHS-Richtlinien 2011/65/EU (RoHS 2) und 2015/863/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten erfüllt.

# 6.4 USBoard-USS5

## ↓ Als PDF herunterladen<sup>36</sup>



Ultraschallsensoren messen die Entfernung zu Objekten, die sich innerhalb des Detektionsbereichs des Sensors befinden. Das physikalische Messprinzip beruht auf der Laufzeitmessung des Schalls, der vom Sensor ausgesandt, vom Hindernis reflektiert und vom Sensor wieder aufgefangen wird.

Das USBoard-USS5 ist für den Anschluss von bis zu 16 Ultraschallsensoren vom Typ Bosch USS5 ausgelegt. Es eignet sich beispielsweise für die Kollisionsabsicherung von autonomen Fahrzeugen wie mobilen Robotern, fahrenden Drohnen oder fahrerlosen Transportfahrzeugen. Das USBoard-USS5 bietet eine einfache Inbetriebnahme, komfortable Parametrierung und vielfältige Anwenderschnittstellen inklusive der Definition von Warn- und Alarmbereichen, die eine einfache Überwachung der Kollisionsgefahr ermöglichen.

Weiterhin stehen auf dem Board vier Analogeingänge zur Verfügung, die beispielsweise für den Anschluss von zusätzlichen Sensoren genutzt werden können.

**Tipp:** Die graphische Benutzeroberfläche für das USBoard-USS5 finden Sie unter *Grafische Bedienoberfläche* (Seite 188).

<sup>36</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/USBoard-USS5.pdf

# 6.4.1 Einleitung

Sehen Sie auch Häufige Fragen (Seite 201).

## 6.4.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das USBoard-USS5 wurde für den Einsatz in mobilen Robotern und ähnlichen Geräten und Maschinen entwickelt, beispielsweise fahrenden Drohnen oder fahrerlosen Transportfahrzeugen. Es kann dort zur Erkennung von Hindernissen und zur Kollisionsvermeidung eingesetzt werden.

Darüber hinaus kann das USBoard-USS5 auch in stationären Aufbauten oder Maschinen eingesetzt werden, um etwa Messungen vorzunehmen.

Das USBoard-USS5 ist ausschließlich für die Bereitstellung nicht-sicherer Daten und Informationen entwickelt worden.

# 6.4.1.2 Unzulässige Verwendung

Das USBoard-USS5 ist explizit **kein Sicherheitsbauteil** und darf nicht als solches verwendet werden. Insbesondere darf es nicht zur Absicherung von Gefahrenstellen oder als alleiniges System zur Kollisionsvermeidung eingesetzt werden.

Ein Einsatz des USBoard-USS5 ist nicht empfehlenswert in Anwendungen, die sehr hohe Anforderungen an die Messgenauigkeit, an die Zuverlässigkeit der Messungen oder an die Geschwindigkeit der Messungen stellen. Dies sind zum Beispiel Anwendungen im Bereich Bewegungsregelung (Parken, Rangieren etc.).

#### 6.4.1.3 Sachkundiges Personal

Das USBoard-USS5 darf nur von sachkundigem Personal (Seite 31) montiert, angeschlossen und in Betrieb genommen werden.

#### 6.4.2 Funktionsweise

#### 6.4.2.1 Grundlegende Funktionsweise

Das USBoard-USS5 misst die Laufzeit des Schallimpulses vom Sensor zum nächstgelegenen Hindernis und zurück. Aus der Laufzeit wird dann die Entfernung zum Hindernis berechnet.

Im Standardbetrieb werden die Sensoren nacheinander zyklisch abgefeuert und ausgewertet. Im *Kreuzechomodus* (Seite 171) arbeiten jeweils Gruppen von bis zu vier Sensoren zusammen. Nur einer der Sensoren erzeugt den Ultraschallpuls, aber alle vier Sensoren können das Echo empfangen. Wenn die geometrische Position aller Sensoren bekannt ist, lässt sich dann die Position des erkannten Objekts ermitteln.

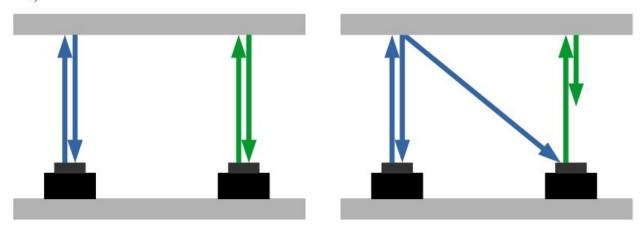
Die gemessenen Entfernungen können wahlweise zyklisch oder asynchron über CAN und / oder USB abgefragt werden. Auf Anfrage kann die USB-Schnittstelle auch durch RS-232 ersetzt werden.

Zur einfachen Verwendung als Kollisionsschutz können für jeden Sensor ein Warnbereich und ein Alarmbereich definiert werden. Wird bei mindestens einem Sensor die Warndistanz unterschritten, werden die entsprechende LED auf dem Board und ein Relaisausgang aktiviert. Eine zweite LED und ein weiterer Relaisausgang ermöglichen die Reaktion auf das Unterschreiten der Alarmdistanz. Warn- und Alarmbereiche werden komfortabel über die graphische Bedienoberfläche definiert und als Teil des Parametersatzes übertragen.

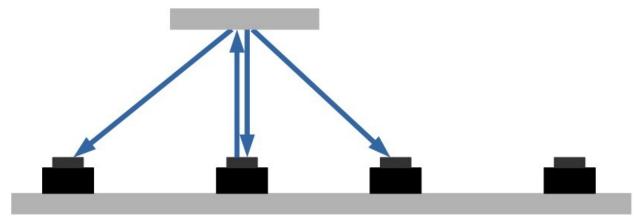
**Warnung:** Das USBoard-USS5 ist jedoch kein Sicherheitssystem und kann ausschließlich unterstützende, nicht sichere Daten liefern. Verwenden Sie das USBoard-USS5 niemals zur Absicherung von Gefahrenstellen.

#### 6.4.2.2 Kreuzechomodus

Im klassischen Direktechomodus sind die Sensoren unabhängig voneinander. In einer Dauerschleife arbeiten die Sensoren nacheinander, wobei jeder aktive Sensor einen eigenen Ultraschallpuls aussendet und anschließend auf das Echo wartet, aus dem die Entfernung zum Objekt berechnet wird (linkes Bild unten). Falls ein Sensor zufällig ein Echo vom Puls eines früheren Sensors empfängt, kann dies nicht erkannt werden und es kommt zu einer Fehlmessung (rechtes Bild).



Im Kreuzechomodus dagegen sendet immer nur ein Sensor aus einer Vierergruppe den Ultraschallpuls aus aber alle vier Sensoren können das Echo empfangen. Aus den verschiedenen Schallaufzeiten vom Sender zum Objekt und zurück zu allen Sensoren können dann, wenn die Lage aller Sensoren zueinander bekannt ist, Rückschlüsse über die relative Position des erkannten Objekts gezogen werden.



Für die Positionsbestimmung des Objekts sind jedoch einige Aspekte zu beachten.

- Je nach Form und Oberfläche eines Objekts wird der Ultraschallpuls anders reflektiert, gestreut oder absorbiert.
   Es ist deshalb möglich, dass direkte Messungen im normalen Modus ein Objekt erkennen, die Kreuzechos aber zu schwach sind, um im Kreuzechomodus genutzt zu werden.
- Der reale Erfassungsbereich der Sensoren ist bei großen Reichweiten relativ schmal und zudem abhängig von Form und Material des Hindernisses. Es ist deshalb empfehlenswert, die Möglichkeiten des Kreuzechomodus vorab ausgiebig zu testen und sich mit den Eigenschaften und Fähigkeiten des USBoard-USS5 vertraut zu machen.

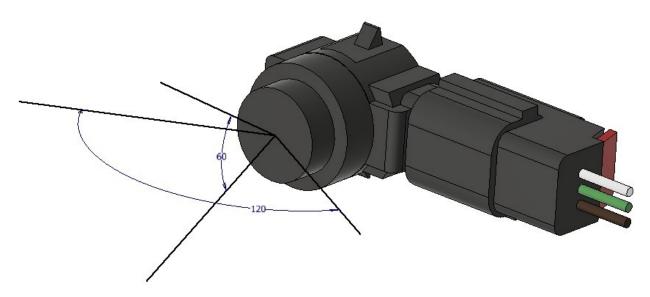
• Die auf dem USBoard-USS5 durchgeführte Entfernungsmessung ist in beiden Betriebsmodi identisch: die Schalllaufzeit wird halbiert und mit der Schallgeschwindigkeit multipliziert. Dies reduziert die Rechen- und Zykluszeit und vereinfacht den Datenaustausch. Bei relativ geringem Abstand zwischen den verwendeten Sensoren geben die Ausgabewerte in erster Näherung bereits einen guten Eindruck der Konstellation. Für eine exakte Berechnung auf Kundenseite müssen die Messwerte jedoch verdoppelt werden, um die komplette Distanz vom Sender zum Hindernis und weiter bis zum Empfänger zu erhalten.

## 6.4.3 Technische Daten

#### 6.4.3.1 USBoard-USS5

- Versorgungsspannung von +9 VDC bis +60 VDC, max. 4 W
- Digitale Kommunikationsschnittstellen CAN und USB, optional RS-232
- Optische Anzeige einer Warn- / Alarmbereichsverletzung
- Solid-State-Relaisausgänge zur Anzeige von Warn- / Alarmbereichsverletzungen (max. 60 V, 0,5 A)
- Vier Analogeingänge (0 V 5 V)
- Gewicht: 71 g
- Lagertemperaturbereich: -40 °C 85 °C
- Betriebstemperaturbereich: 0 °C 70 °C
- Zolltarifnummer: 9031 9000
- Bestellnummer: X101

#### 6.4.3.2 Ultraschallsensor Bosch USS5



- Theoretischer Öffnungswinkel: 120° x 60°, symmetrisch
- Realer Öffnungswinkel bei Maximaldistanz: 10° x 10°, symmetrisch
- Unsere Testergebnisse zum Öffnungswinkel finden Sie unten (Seite 173).
- Messfrequenz: 48 kHz

• Messentfernung: 0,2 m bis 3,3 m

• Erkennung von Objekten im Nahbereich (< 0,2 m)

• Anzeige von leerem Messbereich (kein Echo)

• Zolltarifnummer: 9031 8080

• Bestellnummer: X210

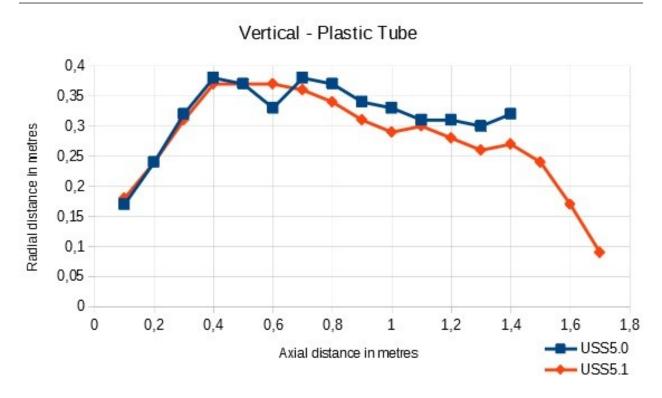
#### 6.4.3.3 USS5 Erfassungsbereich

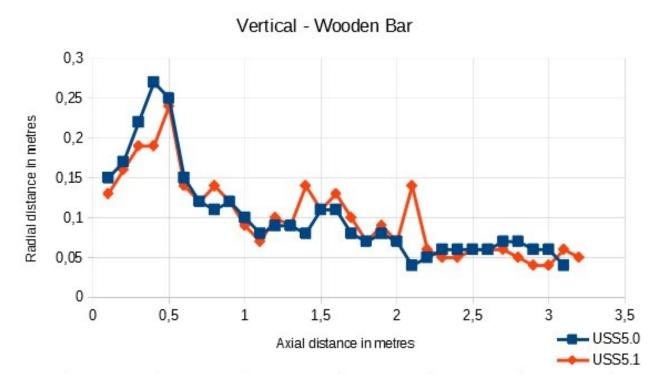
Wir haben den Erfassungsbereich der USS5 praktisch ermittelt und dazu verschiedene Objekte und Sensorkonfigurationen kombiniert. Die Testobjekte waren

- Kunststoffrohr (Durchmesser 75 mm, Höhe 1.75 m)
- Holzbalken (Breite 0.1 m, Höhe 1.77 m)
- Rechteckige Pappe (Breite 0.6 m, Höhe 0.4 m)
- Mensch (Höhe 1.8 m)

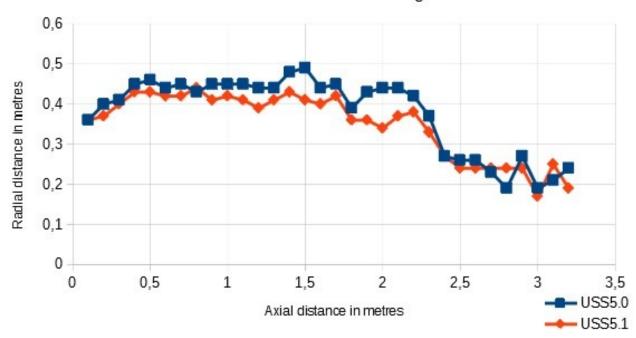
Unsere kompletten Messwerte können Sie hier herunterladen.

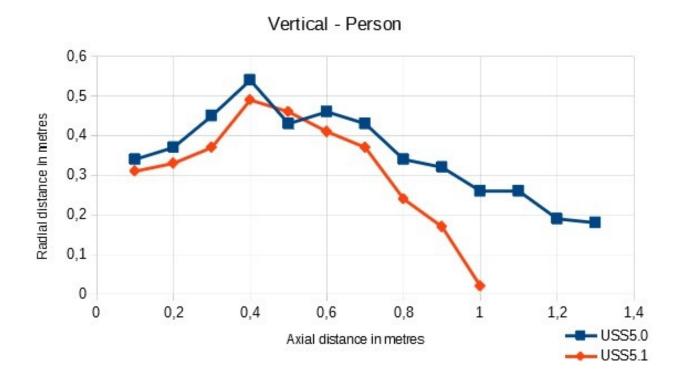
**Bemerkung:** Bitte beachten Sie, dass alle hier aufgeführten Daten lediglich zur Information dienen und keine Zusicherung von Produkteigenschaften darstellen. Bitte führen Sie eigene Tests durch, um die Eignung des USBoard-USS5 und der USS5-Sensoren für Ihre individuelle Anwendung zu prüfen.











## 6.4.4 Parametersatz

Das USBoard-USS5 verwendet einen Parametersatz, mit dem eine individuelle Konfiguration möglich ist. Der Parametersatz kann komfortabel mit der mitgelieferten grafischen Benutzeroberfläche editiert, auf der Festplatte des Konfigurations-Rechners gespeichert, in das EEPROM des USBoard-USS5 geschrieben und aus dem EEPROM gelesen werden.

Die folgende Tabelle zeigt den Aufbau des Parametersatzes, der aus 54 Bytes besteht.

**Bemerkung:** Viele Funktionen beeinflussen die Sensoren gruppenweise. Gruppe 0 besteht aus den Sensoren 1 bis 4, Gruppe 1 aus den Sensoren 5 bis 8 und so weiter.

Byte 0 CAN-Datenrate

0	1000 kBaud (Werkseinstellung)
1	500 kBaud
2	250 kBaud
3	125 kBaud
4	100 kBaud
5	50 kBaud

Bytes 1-4 CAN Basisadresse (standardmäßig 0x400), zu berechnen wie folgt:

Byte 5 Flags als Bitmaske

Bit	Bedeutung
0	Aktiviere CAN Extended ID (Werkseinstellung 0)
1	CAN-Abschlusswiderstand des USBoard-USS5-IP aktivieren (Werkseinstellung 0)
2	Analogeingänge aktivieren (Werkseinstellung 0)
3	Klassisches Datenformat verwenden (Werkseinstellung 0)
4	Warnrelais-Modus bei Verdeckung (Werkseinstellung 0) (siehe Konfiguration (Seite 191))
5	Alarmrelais-Modus bei Verdeckung (Werkseinstellung 0) (siehe Konfiguration (Seite 191))

Das Klassische Datenformat ist das selbe wie bei erstem USBoard, kompatibel zu RelayBoardV2. Dies betrifft nur automatischen Sendemodus.

Byte 6 Bits 0 bis 3 enthalten den Sendemodus für Messdaten.

0	Auf Anfrage
1	kontinuierliches Senden ohne Anforderung über CAN
2	Automatisch über USB / RS-232
3	Automatisch über CAN und USB / RS-232

Bits 4 bis 7 wählen aus, welche Gruppe Messdaten sendet (Bit 4 für Gruppe 0, Bit 5 für Gruppe 1 und so weiter). Wenn alle Bits auf 0 gesetzt sind, senden alle Gruppen.

Voreingestellt ist 0xFF, d.h. alle Gruppen senden auf Anfrage.

Byte 7 Bits 0 bis 3 enthalten das Sendeintervall für den automatischen Sendemodus.

0	0.5 s
1	1.0 s
2	2.0 s
3	0.2 s
15	benutzerdefiniert

Bits 4 bis 7 kodieren ein benutzerdefiniertes Sendeintervall in Inkrementen von 50 ms (0 für 50 ms, 1 für 100 ms und so weiter).

**Byte 8** Aktive Sensoren 1 bis 8, bitkodiert. Voreinstellung ist 0xFF, also alle aktiv.

Deaktivierte Sensoren senden keine Ultraschallpulse. Durch das Deaktivieren von nicht verwendeten Sensorkanälen kann die Zykluszeit des Systems reduziert werden.

Byte 9 Aktive Sensoren 9 bis 16, bitkodiert. Voreinstellung ist 0xFF, also alle aktiv.

Deaktivierte Sensoren senden keine Ultraschallpulse. Durch das Deaktivieren von nicht verwendeten Sensorkanälen kann die Zykluszeit des Systems reduziert werden.

Bytes 10-25 Warnbereiche der Sensoren 1 – 16, in cm. Werkseinstellung ist 100 cm.

Bytes 26-41 Alarmbereiche der Sensoren 1 – 16, in cm. Werkseinstellung ist 30 cm.

Byte 42 Messauflösung, 2 Bits pro Gruppe

0	1 cm
1	0.5 cm (Werkseinstellung)
2	0.25 cm
3	0.125 cm

Byte 43 Kreuzechomodus aktiv, ein Bit pro Gruppe. Voreinstellung ist 0.

- **Byte 44** Kreuzechokonfiguration, 2 Bits pro Gruppe geben Sender an (0 bis 3). Voreinstellung ist 0, also der erste Sensor der Gruppe.
- **Bytes 45-46** Messintervall in Inkrementen von 10 ms, 4 Bits pro Gruppe (0 für 10 ms, 1 für 20 ms und so weiter). Voreinstellung ist 20 ms.
- **Byte 47** Tiefpassfilterparameter (siehe unten) für Entfernungsmessungen, in Inkrementen von 0.0078125. Voreinstellung ist 128, also Wert 1, Filterung deaktiviert.
- Byte 48 Reserved, set to arbitrary values when sending.
- Byte 49 Hardware-Version, nur lesen.

20	USBoard-USS5 V1.0.0
21	USBoard-USS5 V1.0.1
200	USBoard-USS5-IP V1.0.0
201	USBoard-USS5-IP V1.0.1

Bytes 50-53 Seriennummer, nur lesen.

(Im USBoard V1 werden nur die Bytes 51-53 benutzt.)

Der Tiefpassfilter kann genutzt werden, um die auszugebenden Messwerte zu glätten, oder um zu verhindern, dass Ausreißer sofort die Relais schalten, etwa durch einzelne fehlerhafte Messungen. Jeder neue Messwert eines Sensors wird entsprechend der Filtergewichtung mit dem aktuellen Ausgabewert verrechnet.

Ein Filterwert von 0.3 bedeutet, dass der neue Ausgabewert zu 70% aus dem letzten Wert und zu 30% aus dem neuen Messwert berechnet wird.

Ein Filterwert von 1.0 bedeutet, dass jeder neue Messwert unverändert als Ausgabewert übernommen, die Filterung also deaktiviert wird.

# 6.4.5 Befehlssatz

### 6.4.5.1 Befehls-IDs

Die folgende Tabelle listet die vom USBoard-USS5 unterstützten Befehle auf.

Kommando	Wert	Beschreibung
CMD_CONNECT	0	Verbindungstest ausführen
CMD_SET_CHANNEL_ACTIVE	1	Kanal für Senden/ Empfangen aktivieren
CMD_GET_DATA_1TO8	2	Messdaten Sensoren 1 bis 8 anfordern
CMD_GET_DATA_9TO16	3	Messdaten Sensoren 9 bis 16 anfordern
CMD_WRITE_PARASET	4	Parametersatz zum Board übertragen (flüchtig)
CMD_WRITE_PARASET_TO_EEPROM	5	Parametersatz ins EEPROM schreiben (nicht-flüchtig)
CMD_READ_PARASET	6	Parametersatz vom Board lesen
CMD_GET_ANALOGIN	7	Werte der 4 Analogeingänge lesen
-	8-12	Reserviert
CMD_GET_DATA	13	Messdaten aller Sensoren anfordern

### 6.4.5.2 CAN-Kommunikation

Die Werksvoreinstellung für die Basisadresse lautet 0x400. Diese Basisadresse kann bei Bedarf innerhalb des Parametersatzes geändert werden.

Die vom USBoard-USS5 benutzten Adressen werden von der Basisadresse berechnet, indem jeweils die folgenden Offsets addiert werden.

Offset zur Basisadresse	Funktion
+0	Empfangen von Befehlen
+1	Antwort auf CMD_CONNECT
+2	Erste Antwort auf CMD_GET_DATA_1T08
+3	Zweite Antwort auf CMD_GET_DATA_1T08
+4	Erste Antwort auf CMD_GET_DATA_9T016
+5	Zweite Antwort auf CMD_GET_DATA_9TO16
+6	Antwort auf CMD_READ_PARASET
+7	Antwort auf CMD_GET_ANALOGIN
+8	Antwort auf CMD_WRITE_PARASET
+9	Antwort auf CMD_WRITE_PARASET_TO_EEPROM
+13	Erste Antwort auf CMD_GET_DATA (Gruppe 0: 1 - 4)
+14	Zweite Antwort auf CMD_GET_DATA (Gruppe 1: 5 - 8)
+15	Dritte Antwort auf CMD_GET_DATA (Gruppe 2: 9 - 12)
+16	Vierte Antwort auf CMD_GET_DATA (Gruppe 3: 13 - 16)

### 6.4.5.3 Serielle Schnittstelle

Die Kommunikation per USB erfolgt über einen USB-Seriell-Konverter auf dem USBoard-USS5 und kann vom Betriebssystem wie eine klassische serielle Schnittstelle verwendet werden. Auf Anfrage kann der USB-Konverter durch einen RS-232-Konverter ersetzt werden. Das Kommunikationsprotokoll ändert sich dabei nicht.

**Bemerkung:** Bitte beachten Sie, dass die RS-232-Schnittstelle eine gemeinsame Masseverbindung zwischen USBoard-USS5 und Rechner erfordert.

Die serielle Schnittstelle arbeitet mit 19.200 Baud. Das Protokoll besitzt das gleiche Format wie die CAN-Kommunikation, jedoch mit den folgenden Erweiterungen:

Nachrichten **von** dem USBoard-USS5 beginnen mit dem Startbyte 0xFF. Am Ende jeder Nachricht, bestehend aus acht Datenbytes, wird eine 16 Bit lange Prüfsumme angehängt. Damit ist eine vollständige Nachricht 11 Bytes lang.

Byte 1	Bytes 2-9	Byte 10	Byte 11
0xFF	Datenbytes	checksum high byte	checksum low byte

Die Checksumme berechnet sich nach CRC-CCITT über alle 8 Datenbytes.

Die zum USBoard-USS5 verschickten Nachrichten enthalten lediglich die Datenbytes 1-8.

Implementierung der Checksummenberechnung (C-Code):

```
unsigned int getCheckSum(unsigned char *c, size_t iNumBytes) {
    unsigned int uCrc16;
    unsigned char ucData[2];
    size_t i;

    uCrc16 = 0;
    ucData[0] = 0;
    for(i=0; i<iNumBytes; i++) {
        ucData[1] = ucData[0];
    }
}</pre>
```

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung der vorherigen Seite)

### 6.4.6 Befehle

Den Befehlssatz finden Sie unter Befehlssatz (Seite 177).

**Bemerkung:** In dieser Dokumentation bezieht sich Byte 0 auf das erste Daten-Byte nach dem Header. Innerhalb der einzelnen Bytes wird das höchstwertige Bit zuletzt übertragen.

Im Folgenden werden die CAN IDs als Offset zur Basisadresse angegeben, d.h. +3 bedeutet Basisadresse plus 3.

## 6.4.6.1 CMD CONNECT

Mit diesem Kommando kann die Kommunikationsverbindung zum Board hergestellt und getestet werden.

Kommando ID: +0

CMD_CONNECT	0	0	0	0	0	0	0
-------------	---	---	---	---	---	---	---

Antwort ID: +1

CMD_CONNECT	1	2	3	4	5	6	7

# 6.4.6.2 CMD\_SET\_CHANNEL\_ACTIVE

Mit diesem Kommando werden aus den 16 verfügbaren Kanälen die Kanäle ausgewählt, auf denen gesendet und empfangen werden soll. Zwei Bytes D1 und D2 für die Kanäle 1 bis 8 und 9 bis 16 enthalten die Information, ob der Kanal entsprechend der Bitnummer aktiv sein soll. Die Bytes sind Bit-codiert, wobei eine 1 einen aktiven Kanal markiert. Der Befehl kann verwendet werden, wenn Sensoren aktiv oder passiv geschaltet werden sollen, ohne den vollständigen Parametersatz zu übertragen.

Beispiel: 0x1F als erstes Byte bedeutet Sensoren 1 bis 5 sind aktiv, Sensoren 6 bis 8 sind deaktiviert.

**Kommando** ID: +0

	CMD_SET_CHANNEL_ACTIVE	(Sensoren 1 bis 8)	(Sensoren 9 bis 16)	0	0	0	0	0
Į		(	(			-	للتا	

Antwort Keine Antwort.

# 6.4.6.3 CMD\_GET\_DATA\_1TO8

Mit diesem Kommando werden die Messwerte der Sensoren 1 bis 8 abgefragt.

Kommando ID: +0

CMD GET DATA 1TO8	0	0	0	0	0	0	0
		l	l	l .	l .		I

Antwort (zwei Teile) IDs: +2, +3

CMD_GET_DATA_1T08	0	Werte für Sensoren 1-4 (jeweils ein Byte)	0	(reserviert)
CMD_GET_DATA_1TO8	1	Werte für Sensoren 5-8 (jeweils ein Byte)	0	(reserviert)

Die Skalierung der Messwerte entspricht der konfigurierten Auflösung der Sensorgruppe (siehe *Parametersatz* (Seite 175)).

**Bemerkung:** Dieser Befehl ist veraltet. Der höchstmögliche Wert ist 255 (1 Byte), höhere Bits werden nicht übertragen.

### 6.4.6.4 CMD\_GET\_DATA\_9TO16

Mit diesem Kommando werden die Messwerte der Sensoren 9 bis 16 abgefragt.

Kommando ID: +0

1 ~ 1	D 0 D D	D 3 00 3	0.001.0	Ι Λ	0	Δ.	Λ.	Ι Λ	_ ^	_ ^
I CM	D GET	DATA	91016		1 ()		()	1 ()		
						_	_	_	-	_

Antwort (zwei Teile) IDs: +4, +5

	CMD_GET_DATA_9T016	0	Werte für Sensoren 9-12 (jeweils ein Byte)	0	(reserviert)
ĺ	CMD_GET_DATA_9T016	1	Werte für Sensoren 13-16 (jeweils ein Byte)	0	(reserviert)

Die Skalierung der Messwerte entspricht der konfigurierten Auflösung der Sensorgruppe (siehe *Parametersatz* (Seite 175)).

**Bemerkung:** Dieser Befehl ist veraltet. Der höchstmögliche Wert ist 255 (1 Byte), höhere Bits werden nicht übertragen.

# 6.4.6.5 CMD\_WRITE\_PARASET

Mit diesem Kommando wird ein vollständiger Parametersatz an das USBoard-USS5 übermittelt (flüchtig, nach dem Ausschalten verloren). Der Parametersatz kann komfortabel mit dem mitgelieferten Parameter-Editor erstellt und übertragen werden.

Die neuen Parameter werden nach dem Schreiben sofort aktiviert.

### Kommando ID: +0

Der Befehl besteht aus neun Nachrichten, die nacheinander gesendet werden, wobei jede Nachricht ein paar Bytes des Parametersatzes enthält.

CMD_WRITE_PARASET	0	Bytes 1 bis 6
CMD_WRITE_PARASET	1	Bytes 7 bis 12
CMD_WRITE_PARASET	2	Bytes 13 bis 18
CMD_WRITE_PARASET	3	Bytes 19 bis 24
CMD_WRITE_PARASET	4	Bytes 25 bis 30
CMD_WRITE_PARASET	5	Bytes 31 bis 36
CMD_WRITE_PARASET	6	Bytes 37 bis 42
CMD_WRITE_PARASET	7	Bytes 43 bis 48
CMD_WRITE_PARASET	8	Bytes 49 bis 54

#### Antwort ID: +8

Jede Nachricht wird einzeln beantwortet, wobei die ersten 8 Antworten identisch sind

	CMD_WRITE_PARASET	0	0	0	0	0	0	0
--	-------------------	---	---	---	---	---	---	---

und die letzte Antwort die Summe der ersten 48 Bytes des Parametersatzes enthält.

CMD_WRITE_PARASET	low byte	high byte	0	0	0	0	0
-------------------	----------	-----------	---	---	---	---	---

# 6.4.6.6 CMD\_WRITE\_PARASET\_TO\_EEPROM

Mit diesem Kommando wird ein vollständiger Parametersatz in das EEPROM des Boards geschrieben (nicht flüchtig). Ansonsten ist der Befehl mit CMD\_WRITE\_PARASET identisch.

Der Parametersatz wird nach dem Schreiben sofort übernommen.

### Kommando ID: +0

Dieser Befehl ist identisch zu *CMD\_WRITE\_PARASET* (Seite 180), nur dass er das Befehls-Byte CMD\_WRITE\_PARASET\_TO\_EEPROM verwendet.

## Antwort ID: +9

Die Antwort ist identisch zu den Antworten auf *CMD\_WRITE\_PARASET* (Seite 180), nur dass sie das Befehls-Byte CMD WRITE PARASET TO EEPROM verwendet.

# 6.4.6.7 CMD READ PARASET

Mit diesem Kommando wird der aktuelle, vollständige Parametersatz vom USBoard-USS5 gelesen. Die Antwort besteht aus neun Nachrichten, die hintereinander gesendet werden.

### Kommando ID: +0

CMD_READ_PARASET	0	0	0	0	0	0	0
------------------	---	---	---	---	---	---	---

# Antwort ID: +6

Die Antwort besteht aus neun Nachrichten, die nacheinander gesendet werden, wobei jede Nachricht ein paar Bytes des Parametersatzes enthält.

CMD_READ_PARASET	0	Bytes 1 bis 6
CMD_READ_PARASET	1	Bytes 7 bis 12
CMD_READ_PARASET	2	Bytes 13 bis 18
CMD_READ_PARASET	3	Bytes 19 bis 24
CMD_READ_PARASET	4	Bytes 25 bis 30
CMD_READ_PARASET	5	Bytes 31 bis 36
CMD_READ_PARASET	6	Bytes 37 bis 42
CMD_READ_PARASET	7	Bytes 43 bis 48
CMD_READ_PARASET	8	Bytes 49 bis 54

## 6.4.6.8 CMD\_GET\_ANALOGIN

Mit diesem Kommando werden die Messwerte der vier Analogeingänge abgefragt.

### Kommando ID: +0

CMD_GET_ANALOGIN	0	0	0	0	0	0	0	1
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---

### Antwort ID: +7

Die Auflösung beträgt 12 Bit, so dass innerhalb der CAN-Antwort zunächst das untere Byte des entsprechenden Kanals übertragen wird. In den Bytes 5 und 6 der CAN-Nachricht sind die oberen vier Bits der Kanäle 1-4 enthalten.

CMD_GET_ANATOG&Nbit	low 8 bit	low 8 bit	low 8 bit	high 4 bits of	high 4 bits of	0
channel 0	channel 1	channel 2	channel 3	channel 0 and 1	channel 3 and 4	

# 6.4.6.9 CMD\_GET\_DATA

Mit diesem Kommando werden die Messwerte ausgewählter Sensoren abgefragt. Die Auswahl erfolgt durch eine Bitmaske, in der Bit 0 für Gruppe 0 steht, Bit 1 für Gruppe 1 und so weiter. Pro ausgewählter Gruppe wird eine Antwort gesendet.

# **Kommando** ID: +0

CMD_GET_DATA       (ausgewählte Gruppen)       0       0       0       0       0
--

## Antwort ID: +(13 + group\_id)

CMD_GET_	_D( <b>İ</b> ANEA	lower 8	lower 8	lower 8	lower 8	high 4 bits of	high 4 bits of
	fo)	bit sensor	bit sensor	bit sensor	bit sensor	sensors 0 and 1	sensors 3 and 4
		0	1	2	3		

# Das info byte enthält

- 2 Bits für die Gruppe (0 bis 3)
- 2 Bits für die Sensorauflösung (0 für 1cm, 1 für 0.5cm, 2 für 0.25cm, 3 für 0.125cm)
- 4 Bits für den sendenen Sensor, entweder 0xff wenn alle Sensoren senden oder im Kreuzechomodus das Bit das aktiven Sensors auf 1 gesetzt.

Das lower 8 bit Byte eines Sensors kann auch einen Fehlercode enthalten:

- 0, wenn der Sensor nicht physisch an das USBoard-USS5 angeschlossen ist.
- 1 bedeutet, dass ein Objekt die Minimaldistanz des Sensors unterschreitet.
- 2 bedeutet, der Sensor ist aktiv und sendet Impulse, empfängt aber kein Echo. Das bedeutet normalerweise, dass das Objekt zu weit entfernt ist.

### 6.4.7 ROS-Node

Dieser Node übernimmt die Kommunikation des Neobotix USBoard-USS5.

Der USBoard-USS5-Node wurde getestet mit:

- ROS Kinetic auf Ubuntu 16.04
- ROS Melodic auf Ubuntu 18.04
- ROS Noetic auf Ubuntu 20.04

Sie finden den Quelltext der ROS-Node unter https://github.com/neobotix/neo\_usboard\_v2.

### 6.4.7.1 Installation

1. Klonen Sie das neo\_usboard\_v2-Repository in den source-Ordner Ihres Catkin Workspace:

```
cd your_catkin_workspace/src git clone https://github.com/neobotix/neo_usboard_v2.git
```

2. Klonen Sie neo\_msgs in den source-Ordner Ihres Catkin Workspace:

```
git clone https://github.com/neobotix/neo_msgs.git
```

3. Laden Sie die benötigten Submodule: vnx-base, pilot-base und pilot-usboard:

```
cd neo_usboard_v2
git submodule update --init
```

- 4. Installieren Sie vnx-base.
  - ROS Kinetic:

```
sudo dpkg -i vnx-base/x86_64/vnx-base-1.9.3-x86_64-ubuntu-16.04.deb
```

• ROS Melodic:

```
sudo dpkg -i vnx-base/x86_64/vnx-base-1.9.3-x86_64-ubuntu-18.04.deb
```

• ROS Noetic:

```
sudo dpkg -i vnx-base/x86_64/vnx-base-1.9.3-x86_64-ubuntu-20.04.deb
```

5. Kompilieren Sie Ihren Workspace:

```
cd your_catkin_workspace catkin_make
```

### 6.4.7.2 Starten

Wenn CAN verwendet wird muss der Bus zuerst konfiguriert werden:

```
sudo ip link set can0 down
sudo ip link set can0 type can bitrate 1000000
sudo ip link set can0 up
```

Um den USBoard-USS5 ROS Node zu starten, verwenden Sie:

```
roslaunch neo_usboard_v2 neo_usboard_v2.launch
```

### 6.4.7.3 Parameter

Die folgenden Parameter können Sie in neo\_usboard\_v2. yaml an Ihre Bedürfnisse anpassen:

Parameter	Wert	Hinweis
can_id	1024	Muss ein Vielfaches von 32 sein.
can_device	Nichts oder can0	
serial_port	/dev/ttyUSB0	
can_baud_rate	1000000 (bit/s)	Muss dem auf dem Board konfigurierten Wert entsprechen.
update_rate	5 (Hz)	Nur im "Request"-Sendemodus relevant.

**Bemerkung:** Falls can\_device ein Wert zugewiesen wird, wird der CAN-Bus zur Kommunikation verwendet, andernfalls die mit serial\_port spezifizierte serielle Schnittstelle.

Die folgenden Parameter können über den Parameterserver gesetzt werden, während die ROS-Node läuft.

Parameter	Wert	Hinweis
low_pass_gain	1	Verstärkung des Tiefpassfilters (1 = kein Filter)
enable_analog_input	false	Aanalogeingänge auslesen ein/aus
enable_legacy_format	false	Altes Nachrichtenformat benutzen (bei automatischem Senden)
enable_can_termination	false	CAN-Bus-Terminierung aktivieren
relay_warn_blocked_invert	false	Warn-Relay invertieren, wenn ein Sensor blockiert ist
relay_alarm_blocked_invert	false	Alarm-Relay invertieren, wenn ein Sensor blockiert ist
active_sensors(0 to 15)	true	Aktive Sensoren
warn_distance(0 to 15)	100 cm	Warndistanz pro Sensor
alarm_distance(0 to 15)	30 cm	Alarmdistanz pro Sensor
enable_transmission(0 to 4)	true	Gruppe in automatischem Modus aktiviert
fire_interval_ms	20 ms	Zeit zwischen zwei Impulsen
sending_sensor	0	Index des Sensors der im Kreuzechomodus den Impuls sendet
cross_echo_mode	false	Kreuzechomodus an/aus

**Bemerkung:** Um die ROS-Parameter aus der Anwendung heraus zu setzen, empfehlen wir den Service /us-board\_v2/set\_parameters. Wenn ein Setzen über die Kommandozeile nötig ist, benutzen Sie den Befehl rosrun dynamic\_reconfigure dynparam set param value. Nutzen Sie den Befehl ros param list, um die verfügbaren Parameter anzuzeigen.

### 6.4.7.4 Topics

Die folgenden ROS Topics sind verfügbar:

Name	Тур
/usboard_v2/measurements	neo_msgs/msgs/USBoardV2
/usboard_v2/sensor1	sensor_msgs/Range
/usboard_v2/sensor2	sensor_msgs/Range
/usboard_v2/sensor16	sensor_msgs/Range

### 6.4.7.5 Mehrere USBoards

Im Fall von mehreren USBoard-USS5 ist es möglich, für jedes Board eine eigene ROS-Node zu starten.

### **Parameter**

Jede ROS-Node braucht ihre eigene yaml-Konfigurationsdatei, sehen Sie zum Beispiel neo\_usboard\_v2.yaml und neo\_usboard\_v2\_1.yaml in https://github.com/neobotix/neo\_usboard\_v2/tree/main/launch:

```
can_id: 1024
can_device: None
#can_device: can0
serial_port: /dev/ttyUSB0
can_baud_rate: 1000000
update_rate: 5
topic_path: /usboard_v2
```

```
can_id: 1056
can_device: None
#can_device: can1
serial_port: /dev/ttyUSB1
can_baud_rate: 1000000
update_rate: 5
topic_path: /usboard_v2_1
```

Bemerkung: CAN-IDs müssen ein Vielfaches von 0x20 sein, also 32 in Dezimalschreibweise.

### Mehrere ROS-Nodes starten

Die Standard-Launchfile neo\_uusboard\_v2.launch enthält ein Beispiel, um eine weitere ROS-Node zu starten:

(Fortsetzung auf der nächsten Seite)

(Fortsetzung der vorherigen Seite)

Entfernen Sie einfach die Kommentarzeichen beim zweiten Block und eine zweite ROS-Node zu starten.

Um alle konfigurierten Nodes zu starten:

```
roslaunch neo_usboard_v2 neo_usboard_v2.launch
```

### 6.4.7.6 Hilfe

Wenn Sie den Fehler unable to connect to port /dev/ttyUSB0 erhalten, führen Sie folgenden Befehl aus:

```
sudo usermod -a -G dialout $USER
```

und starten Sie Ihren PC neu.

### 6.4.8 ROS 2 Node

Dieser Node übernimmt die Kommunikation des Neobotix USBoard-USS5.

Der USBoard-USS5-Node wurde getestet mit:

• ROS 2 Foxy auf Ubuntu 20.04, Rolling und Humble auf Ubuntu 22.04

Sie finden den Quelltext der ROS-Node unter https://github.com/neobotix/neo\_usboard\_v2-2.

**Bemerkung:** Wir unterstützen inzwischen auch die Distributionen Galactic und Humble. Bitte checken Sie bei Bedarf den entsprechended Branch aus.

### 6.4.8.1 Installation

1. Clone the neo\_usboard\_v2-2 repository into your ros2 workspace source folder:

```
cd your_ros2_workspace/src git clone https://github.com/neobotix/neo_usboard_v2-2.git
```

2. Klonen Sie neo\_msgs in den source-Ordner Ihres Catkin Workspace:

```
git clone https://github.com/neobotix/neo_msgs2.git
```

3. Laden Sie die benötigten Submodule: vnx-base, pilot-base und pilot-usboard:

```
cd neo_usboard_v2-2
git submodule update --init
```

- 4. Installieren Sie vnx-base.
  - ROS Foxy:

```
sudo dpkg -i vnx-base/x86_64/vnx-base-1.9.3-x86_64-ubuntu-20.04.deb
```

• ROS Humble:

```
sudo dpkg -i vnx-base/x86_64/vnx-base-1.9.6-x86_64-ubuntu-22.04.deb
```

5. Kompilieren Sie Ihren Workspace:

```
cd your_ros2_workspace colcon build --symlink-install . install/setup.bash
```

### 6.4.8.2 Starten

Wenn CAN verwendet wird muss der Bus zuerst konfiguriert werden:

```
sudo ip link set can0 down
sudo ip link set can0 type can bitrate 1000000
sudo ip link set can0 up
```

Um den USBoard-USS5 ROS Node zu starten, verwenden Sie:

```
ros2 launch neo_usboard_v2 neo_usboard_v2.launch.py
```

### 6.4.8.3 Parameter

Die folgenden Parameter können Sie in neo\_usboard\_v2.yaml an Ihre Bedürfnisse anpassen:

Parameter	Wert	Hinweis
can_id	1024	Muss ein Vielfaches von 32 sein.
can_device	Nichts oder can0	
serial_port	/dev/ttyUSB0	
can_baud_rate	1000000 (bit/s)	Muss dem auf dem Board konfigurierten Wert entsprechen.
update_rate	5 (Hz)	Nur im "Request"-Sendemodus relevant.

**Bemerkung:** Falls can\_device ein Wert zugewiesen wird, wird der CAN-Bus zur Kommunikation verwendet, andernfalls die mit serial\_port spezifizierte serielle Schnittstelle.

Die folgenden Parameter können über den Parameterserver gesetzt werden, während die ROS2-Node läuft.

Parameter	Wert	Hinweis
low_pass_gain	1	Verstärkung des Tiefpassfilters (1 = kein Filter)
enable_analog_input	false	Aanalogeingänge auslesen ein/aus
enable_legacy_format	false	Altes Nachrichtenformat benutzen (bei automatischem Senden)
enable_can_termination	false	CAN-Bus-Terminierung aktivieren
relay_warn_blocked_invert	false	Warn-Relay invertieren, wenn ein Sensor blockiert ist
relay_alarm_blocked_invert	false	Alarm-Relay invertieren, wenn ein Sensor blockiert ist
active_sensors(0 to 15)	true	Aktive Sensoren
warn_distance(0 to 15)	100 cm	Warndistanz pro Sensor
alarm_distance(0 to 15)	30 cm	Alarmdistanz pro Sensor
enable_transmission(0 to 4)	true	Gruppe in automatischem Modus aktiviert
fire_interval_ms	20 ms	Zeit zwischen zwei Impulsen
sending_sensor	0	Index des Sensors der im Kreuzechomodus den Impuls sendet
cross_echo_mode	false	Kreuzechomodus an/aus

## 6.4.8.4 Topics

Die folgenden ROS Topics sind verfügbar:

Name	Тур
/usboard_v2/measurements	neo_msgs/msg/USBoardV2
/usboard_v2/sensor1	sensor_msgs/msg/Range
/usboard_v2/sensor2	sensor_msgs/msg/Range
/usboard_v2/sensor16	sensor_msgs/msg/Range

### 6.4.8.5 Hilfe

Wenn Sie den Fehler unable to connect to port /dev/ttyUSBO erhalten, führen Sie folgenden Befehl aus:

```
sudo usermod -a -G dialout $USER
```

und starten Sie Ihren PC neu.

## 6.4.9 Grafische Bedienoberfläche

Laden Sie die GUI hier herunter: Windows<sup>37</sup>, Linux<sup>38</sup>

# 6.4.9.1 Einleitung

Das USBoard-USS5 wird zusammen mit einer grafischen Bedienoberfläche, kurz GUI (Graphical User Interface), ausgeliefert. Mit diesem Programm lassen sich die Einstellungen des USBoard-USS5 komfortabel ändern sowie die aktuellen Messwerte auslesen und anzeigen.

Für den Einsatz der GUI wird ein PC mit Microsoft Windows® oder Linux als Betriebssystem benötigt, der über einen freien USB-Anschluss verfügt. Für industrielle Anwendungen kann der USB-Anschluss auch durch eine klassische

<sup>&</sup>lt;sup>37</sup> https://neobotix-docs.de/files/USBoardUSS5-GUI\_Windows.zip

<sup>38</sup> https://neobotix-docs.de/files/USBoardUSS5-GUI\_Linux.zip

RS-232-Schnittstelle ersetzt werden. Der PC muss dann ebenfalls eine RS232-Schnittstelle (COM-Port) besitzen oder es muss ein USB-Seriell-Konverter verwendet werden.

Unter Windows wird für die GUI ein Installer geliefert. Führen Sie diesen durch einen Doppelklick aus und folgen Sie den Anweisungen. Der Installationsprozess sollte eine Verknüpfung auf Ihrem Desktop anlegen, über die Sie die GUI per Doppelklick starten können.

Die Linux-Version besteht aus Debian-Paketen für die neuesten Ubuntu LTS-Versionen. Installieren Sie das passende Paket mit:

```
sudo dpkg -i the_right_package.deb
```

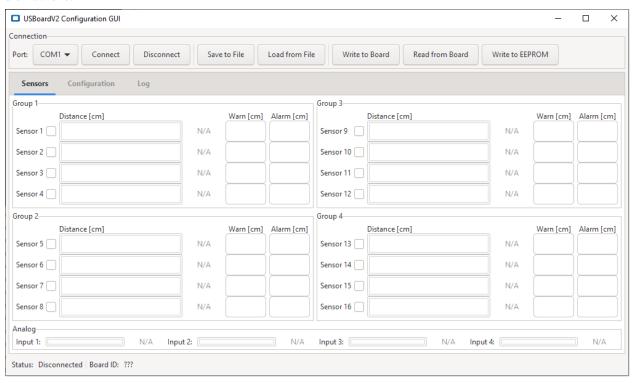
wobei Sie the\_right\_package ersetzen mit der Datei, die zu Ihrem Betriebssystem passt. Nach der Installation starten sie die GUI mit folgendem Befehl:

/opt/neobotix/usboard2-gui/bin/usboard2\_gui

#### 6.4.9.2 Erste Schritte

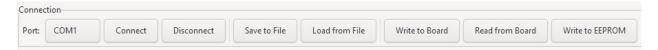
### Die Bedienoberfläche

Die Bedienoberfläche ist in drei Bereiche unterteilt: die Funktionsleiste ganz oben, den zentralen Datenbereich und die Fußzeile.



### Die Funktionsleiste

Die Funktionsleiste ist in drei Bereiche gegliedert.



Ganz links finden Sie die Funktionen zum Aufbauen und Lösen der Datenverbindung zum USBoard-USS5.

**Port:** Hier können Sie die Schnittstelle auswählen, über die Sie mit dem USBoard-USS5 kommunizieren. Bei Einstecken des USB-Kabels wird automatisch ein virtueller COM-Port angelegt, den Sie hier auswählen können.

Connect Öffnet die ausgewählte Schnittstelle und baut eine Verbindung zum USBoard-USS5 auf.

**Disconnect** Trennt eine bestehende Verbindung.

Über die Schaltflächen in der Mitte können Sie USBoard-USS5-Konfigurationen lokal abspeichern bzw. diese Dateien wieder einlesen.

Save to File Speichert die aktuell in der GUI vorliegende Konfiguration auf dem Rechner.

Load from File Liest eine Konfigurationsdatei ein und trägt die Werte in die GUI ein.

Rechts befinden sich die Schaltfläche zum Übertragen der aktuellen Einstellungen zum USBoard-USS5 und zum Auslesen der im USBoard-USS5 vorliegenden Konfiguration.

**Write to Board** Schreibt die Parameter aus der GUI in den flüchtigen Speicher des USBoard-USS5, d.h. nach dem nächsten Neustart werden wieder die vorherigen Parameter aus dem EEPROM verwendet.

**Read from Board** Liest die momentan vom USBoard-USS5 verwendete Konfiguration aus und zeigt sie in der GUI an.

**Write to EEPROM** Schreibt die Parameter in den nicht-flüchtigen EEPROM-Speicher des USBoard-USS5, d.h. die Parameter werden auch nach einem Neustart verwendet.

### **Der Datenbereich**

Der zentrale Datenbereich besitzt seinerseits drei Ansichten, die über die drei Reiter ausgewählt werden können.

Sensoren Hier werden die Messwerte der aktiven Sensoren visualisiert und die jeweiligen Warn- und Alarmgrenzwerte angezeigt.

**Konfiguration** In dieser Ansicht können die Kommunikationsparameter angepasst und die Sensoren konfiguriert werden.

Log Das Log listet die Systemmeldungen bei verschiedenen Aktionen auf.

### Die Fußzeile

Hier finden Sie Informationen zum aktuellen Verbindungsstatus sowie die Seriennummer des Boards, mit dem Sie aktuell verbunden sind.

### Messwerte anzeigen

#### Ultraschallsensoren

Die Ultraschallsensoren sind in Gruppen zu je vier Sensoren zusammengefasst, die entsprechend in vier identischen Feldern des Datenbereichs visualisiert werden.

Group 1			
Distance [cm]		Warn [cm]	Alarm [cm]
Sensor 1	N/A		
Sensor 2	N/A		
Sensor 3	N/A		
Sensor 4	N/A		

Die Kontrollkästchen direkt neben der Sensornummer zeigen an, ob dieser Sensor aktiv ist, also vom USBoard-USS5 angesteuert und ausgewertet wird.

**Tipp:** Wenn Sie nicht verwendete Kanäle deaktivieren, können Sie die Zykluszeit pro Durchlauf durch alle Sensoren reduzieren und dadurch schneller aktuelle Messdaten erhalten. Deaktivierte Kanäle werden vom USBoard-USS5 übersprungen, ohne auf ein Echo zu warten.

Ganz rechts werden für jeden Sensor der jeweilige Warn- und Alarmgrenzwert angezeigt. In der Mitte werden die aktuellen Messwerte als Farbbalken dargestellt und numerisch angezeigt.

**Bemerkung:** Die USS5-Sensoren besitzen eine untere und eine obere *Erfassungsgrenze* (Seite 172). Wenn ein Objekt detektiert wird, dass näher als die untere Erfassungsgrenze ist, wird anstelle des Messwerts die Meldung "BLOCKED" angezeigt. Falls bis zur maximalen Reichweite überhaupt kein Objekt erkannt wird, wird die Meldung "TOO FAR" ausgegeben

### Analogeingänge



Die aktuellen Messwerte der vier Analogeingänge werden unterhalb der Anzeigen der Ultraschallsensoren dargestellt. Auch hier wird jeder Messwert numerisch und als Balkenanzeige ausgegeben. Die Balkenanzeige gibt dabei den Messwert relativ zur *maximalen Eingangsspannung* (Seite 172) an.

### 6.4.9.3 Konfiguration

### Grundfunktionen

### Sensoren konfigurieren

Die wichtigsten Einstellungen der Ultraschallsensoren können direkt in der Messwertanzeige vorgenommen werden.



### **Aktivierung**

Setzen Sie das Häkchen in der Auswahlbox, um den zugehörigen Sensor zu aktivieren. Deaktivierte Sensoren werden vom USBoard-USS5 nicht angesprochen, senden keinen Ultraschallpuls aus und es wird auch nicht auf ein Echo gewartet.

**Tipp:** Alle nicht verwendeten Sensorkanäle sollten deaktiviert werden, um die Zykluszeit für die Abfrage aller Sensoren zu reduzieren und schnellst möglich aktuelle Messwerte zu erhalten.

Wenn ein Kanal aktiviert ist aber kein Sensor angeschlossen wurde, wird dies von der GUI durch die Meldung "N/A" anstelle des Messwerts angezeigt.

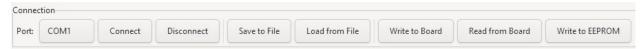
### **Schwellenwerte**

Für jeden Sensor kann eine Warnungs- und eine Alarmschwelle festgelegt werden. Sobald der Messwert eines Sensors einen solchen Schwellenwert unterschreitet, wird das zugehörige Relais geschaltet. Die Relais bleiben jeweils so lange eingeschaltet, wie mindestens ein Sensor einen Messwert unterhalb seiner jeweiligen Schwelle liefert. Ein Schwellenwert von 0 deaktiviert die Funktion für diesen Sensor.

Es können nur ganzzahlige Werte in Zentimetern angegeben werden.

# Mit Konfigurationen arbeiten

Mit den Schaltflächen in der Funktionsleiste können Sie Konfigurationen lokal abspeichern und später wiederverwenden und sie natürlich auch auf das USBoard-USS5 übertragen bzw. von dort auslesen, solange Sie verbunden sind.



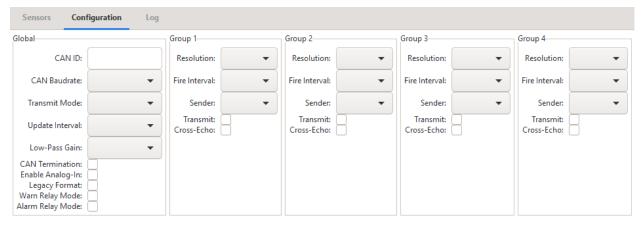
Die meisten Funktionen sind selbsterklärend, einige Details sollten Sie aber beachten.

- Immer wenn Sie eine Konfiguration übertragen (aus einer Datei in die GUI, von der GUI auf das USBoard-USS5 oder anders herum), werden die auf der Empfängerseite vorhandenen Einstellungen überschrieben. Es gibt keine Rückgängig-Funktion.
- Mit Write to Board können Sie Einstellungen bequem testen. Nach einem Neustart des USBoard-USS5 wird aber wieder die im EEPROM gespeicherte Konfiguration verwendet.
- Eine mit Write to EEPROM übertragene Konfiguration wird im nicht-flüchtigen EEPROM-Speicher des USBoard-USS5 abgelegt und sofort aktiviert.

 Sie können mit Read from Board nur die aktuell verwendete Konfiguration auslesen. Diese kann sich von der im EEPROM hinterlegten Einstellung unterscheiden.

### Komplexere Funktionen

Um weitergehende Einstellungen vorzunehmen, klicken Sie auf den Reiter Configuration, um die Ansicht des Datenbereichs umzuschalten.



### Globale Einstellungen

Im Bereich Global ganz links können allgemeine Einstellungen vorgenommen werden.

CAN ID Die Basisadresse des USBoard-USS5 für die Kommunikation per CAN-Bus.

CAN Baudrate Die für den CAN-Bus zu verwendende Datenrate.

**Transmit Mode** Hier kann der Datenausgabemodus gewählt werden. Bei Request antwortet das USBoard-USS5 nur auf Anfragen, in allen anderen Fällen sendet es seine Messwerte automatisch über die ausgewählte Schnittstelle.

**Update Interval** Gibt die Zykluszeit an, mit der das USBoard-USS5 im automatischen Sendemodus Nachrichten verschickt.

Low-Pass Gain Der Tiefpassfilter kann genutzt werden, um die auszugebenden Messwerte zu glätten, oder um zu verhindern, dass Ausreißer sofort die Relais schalten, etwa durch einzelne fehlerhafte Messungen. Jeder neue Messwert eines Sensors wird entsprechend der Filtergewichtung mit dem aktuellen Ausgabewert verrechnet. Ein Filterwert von 0.3 bedeutet, dass der neue Ausgabewert zu 70% aus dem letzten Wert und zu 30% aus dem neuen Messwert berechnet wird. Ein Filterwert von 1.0 bedeutet, dass jeder neue Messwert unverändert als Ausgabewert übernommen, die Filterung also deaktiviert wird.

**CAN Termination** Beim USBoard-USS5-IP kann hier der CAN-Abschlusswiderstand aktiviert werden. Beim normalen USBoard-USS5 ist dieser Parameter ohne Funktion.

**Enable Analog-In** Hier kann die Auswertung der Analogeingänge aktiviert werden. Bei Anwendungen mit besonders kurzen Zykluszeiten und in denen die Eingänge nicht verwendet werden, kann es sinnvoll sein, die Analog-Digital-Wandlung komplett zu deaktivieren.

**Legacy Format** Hier kann auf das Datenformat des USBoard V1 umgeschaltet werden. Das USBoard-USS5 ist dann abwärtskompatibel zu älteren Anwendungen, büßt aber einige Funktionen ein.

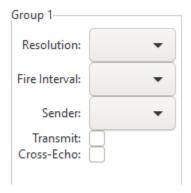
Warn Relay Mode Wenn dieser Modus aktiv ist, haben blockierte Sensoren keine Auswirkung auf das Warnrelais. Unbeeinträchtigte Sensoren können das Warnrelais weiterhin abhängig von ihrem Messwert schalten. Verwenden Sie diesen Modus nur, wenn blockierte Sensoren nicht zu einer Reduzierung der Betriebssicherheit führen.

Bei deaktivierter Funktion schaltet jeder blockierte Sensor das Warnrelais immer ein, unabhängig von den übrigen Messwerten. Verwenden Sie diesen Modus, um auf jeden blockierten Sensor zu reagieren.

Alarm Relay Mode Gleiche Funktion wie bei Warn Relay Mode, aber auf das Alarmrelais wirkend.

### Einstellungen für Sensorengruppen

Die Ultraschallsensoren sind in Gruppen zu je vier Sensoren zusammengefasst. Die Einstellungen in diesem Bereich gelten immer für alle Sensoren einer Gruppe, die verschiedenen Gruppen können aber völlig individuell konfiguriert werden.



**Resolution** Die Messdaten können in vier unterschiedlichen Auflösungen ausgegeben werden: 1 cm, 5 mm, 2,5 mm oder 1,25 mm.

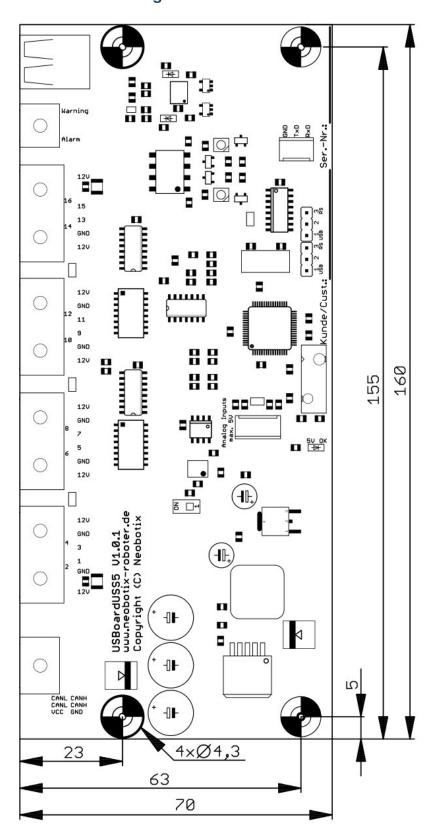
**Fire Interval** Die Zeit zwischen den Ultraschallimpulsen zweier Sensoren kann angepasst werden, um unerwünschte Echos zu vermeiden. Für die komplette Auswertung eines Sensors sind aber mindestens 10 ms erforderlich. Diese Minimalzeit bietet zwar die kürzeste Zykluszeit, erlaubt aber nur Messungen bis 1,5 m. Bei größeren Abständen steigt die Schalllaufzeit über die verfügbare Messdauer. Um den kompletten Messbereich von 2,5 m abzudecken, beträgt die Werkseinstellung 20 ms.

Sender Hier kann für den Betrieb im Kreuzechomodus ausgewählt werden, welcher Sensor den Puls erzeugen soll.

Transmit Gibt an, ob die Mesdaten dieser Gruppe ausgegeben werden sollen.

Cross-Echo Schaltet die Gruppe vom normalen Direktechomodus auf Kreuzechobetrieb um.

# 6.4.10 Abmessungen



Bemerkung: Schieben Sie S1 auf Position ON, um den CAN-Abschlusswiderstand zu aktivieren.

**Achtung:** Die Befestigungsbohrungen in der Nähe des Versorgungssteckers X1 sind elektrisch mit der Massefläche des USBoard-USS5 verbunden. Bitte isolieren Sie diesen Befestigungspunkt, wenn Ihre Installation es erfordert.

Das USBoard-USS5 kann in beliebiger Orientierung montiert werden.

# 6.4.11 Steckerbelegung

Bemerkung: Weitere Informationen zu den verwendeten Steckverbindern finden Sie unter Steckverbinder (Seite 19).

## 6.4.11.1 X1

Würth Elektronik MPC3, 2-reihig, 6-polig

Pin	Beschreibung	
1	Versorgungsspannung	
2	CAN High	
3	CAN High	
4	Masse	
5	CAN Low	
6	CAN Low	

Pins 2 und 3 bzw. 5 und 6 sind jeweils verbunden. Dadurch können zwei CAN-Leitungen (CAN-in und CAN-out) komfortabel angeschlossen werden.

### 6.4.11.2 X2 - X5

Würth Elektronik MPC3, 2-reihig, 12-polig

Pin	Beschreibung
1	Sensor-Versorgungsspannung
2	Masse
3	Sensordatenverbindung (X2: Sensor 2, X3: Sensor 6, X4: Sensor 10, X5: Sensor 14)
4	Sensordatenverbindung (X2: Sensor 4, X3: Sensor 8, X4: Sensor 12, X5: Sensor 16)
5	Masse
6	Sensor-Versorgungsspannung
7	Sensor-Versorgungsspannung
8	Masse
9	Sensordatenverbindung (X2: Sensor 1, X3: Sensor 5, X4: Sensor 9, X5: Sensor 13)
10	Sensordatenverbindung (X2: Sensor 3, X3: Sensor 7, X4: Sensor 11, X5: Sensor 15)
11	Masse
12	Sensor-Versorgungsspannung

### 6.4.11.3 X6

Würth Elektronik MPC3, 2-reihig, 4-polig

Pin	Beschreibung
1	Relaisausgang Alarm (Schließer)
2	Relaisausgang Warnung (Schließer)
3	Relaisausgang Alarm (Schließer)
4	Relaisausgang Warnung (Schließer)

### 6.4.11.4 X7

TE Connectivity HE14, 1-reihig, 4-polig

Pin	Beschreibung
1	Analogeingang 1
2	Analogeingang 2
3	Analogeingang 3
4	Analogeingang 4

### 6.4.11.5 USS5

Molex MX64, 3-polig, key A

Pin	Beschreibung
1	Versorgung
2	Signal
3	Masse

## 6.4.12 Zukaufteile

### 6.4.12.1 Steckverbinder

Eine Übersicht der verwendeten Steckverbinder finden Sie unter Steckverbinder (Seite 19).

# 6.4.12.2 USBoard-USS5-Konfigurationskabel

Der Basiskabelsatz (Best.-Nr. X211) ermöglicht eine schnelle und einfache Inbetriebnahme und erste Tests des USBoard-USS5. Er besteht aus:

- Stecker X1: Anschluss für Versorgungsspannung (1 m, offene Kabelenden, Rot = Plus, Schwarz = Minus) und CAN (1 m, D-Sub 9 Buchsenstecker, kein Abschlusswiderstand, Pin 2 CAN Low, Pin 7 CAN High)
- USB-Kabel: 1,5 m, USB 2.0, A-Stecker auf B-Stecker

Mit den unter *Steckerbelegung* (Seite 196) beschriebenen Steckverbindern kann er auch ohne Weiteres selbst hergestellt werden.



Abb. 12: USBoard-USS5-Konfigurationskabel (X211)

### 6.4.12.3 Sensorkabelsätze

An das USBoard-USS5 können vier Sensorkabelsätze für jeweils vier Sensoren angeschlossen werden.

Für erste Tests und Prototypen können diese Kabelsätze mit ungeschirmten Leitungen in verschiedenen Längen bei Neobotix bezogen werden. Die Standardvariante (Bestellnummer X214) ist 2 m lang und passt an alle vier Sensoranschlüsse X2 bis X5 des USBoard-USS5. Andere Kabellängen (bis zu 25 m) und -konfigurationen sind auf Anfrage möglich.

Für die spätere Anwendung sind individuell gefertigte Kabelsätze empfehlenswert.

### 6.4.12.4 Steckverbindersätze

Falls Sie Ihre Anschlusskabel selbst fertigen möchten, aber die passenden Steckverbinder brauchen, bieten wir komplette Sets mit Crimpkontakten und Steckergehäusen für das USBoard-USS5 und für die Ultraschallsensoren USS5 an. Die Kontakte lassen sich auch mit Universalcrimpzangen gut genug verarbeiten, um damit erste Tests durchzuführen und Prototypen auszustatten.

Das Set für das USBoard-USS5 (Bestellnummer X212) enthält die Crimpkontakte und Steckergehäuse für alle Anschlüsse eines USBoard-USS5 mit Ausnahme des USB-Kabels.

Das Set für die Ultraschallsensoren (Bestellnummer X213) enthält die Kontakte und das Steckergehäuse für jeweils einen Sensor.

### 6.4.12.5 Ultraschallsensoren

Die Ultraschallsensoren Bosch USS5.0 mit radialem Steckerabgang sind unter Bestellnummer X210 verfügbar.



Abb. 13: Kabelsatz für 4 x USS5-Sensoren (X214)



Abb. 14: Steckersatz für USBoard-USS5 (X212)

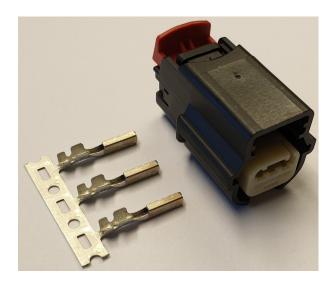


Abb. 15: Steckersatz für USS5 (X213)



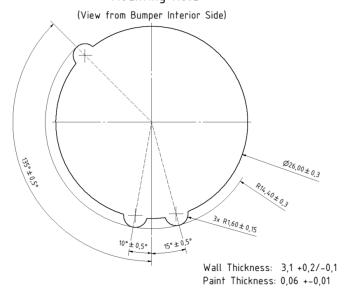
Abb. 16: Ultraschallsensor Bosch USS5.0 (X210)

# 6.4.12.6 USS5-Einbaugehäuse

Mit dem USS5-Einbaugehäuse (Bestellnummer X216) kann der Sensor an einer Frontplatte befestigt werden.



Mounting Hole



# 6.4.13 Häufige Fragen

**Bemerkung:** Diese Seite wird laufend ergänzt, wenn wir Rückmeldung von unseren Kunden bekommen. Falls Ihre spezielle Frage hier noch nicht zu finden ist, sehen Sie sich bitte auf den anderen Seiten dieser Dokumentation um oder sprechen Sie uns an. Wir helfen Ihnen gerne!

# 6.4.13.1 Allgemeine Fragen

### Wie funktioniert das USBoard-USS5?

Sowohl die grundlegende Funktionsweise von Ultraschallsensoren als auch der Kreuzechomodus des USBoard-USS5 werden unter *Funktionsweise* (Seite 170) detailliert beschrieben.

### Die Messwerte sind nicht wie erwartet.

Leider ist dies eine Folge des physikalischen Messprinzips. Anders als zum Beispiel Laserlicht werden Ultraschallwellen leicht gestört oder abgelenkt, was in manchen Situationen zu falschen Messwerten führt. Zudem reagieren sie auf verschiedene Materialien und Oberflächen teils sehr unterschiedlich. Das ist der Grund, warum das USBoard-USS5 kein Sicherheitssystem ist.

Bitte sehen Sie sich unsere *FOV tests* (Seite 173). Wir empfehlen dringend, eigene Tests und Experimente mit dem System zu machen, bevor es produktiv eingesetzt wird.

# Wie kann ich die Messdaten möglichst schnell erhalten?

Wenn Sensorkanäle deaktiviert werden, dann wird dort kein Ultraschallpuls erzeugt und auch nicht auf ein Echo gewartet. Dadurch kann die Zykluszeit des Gesamtsystems reduziert werden und die Messwerte aller real vorhandenen Sensoren stehen schneller zur Verfügung. Weitere Informationen finden Sie in der Beschreibung des Parametersatzes unter *Parametersatz* (Seite 175) und zum Befehl CMD\_SET\_CHANNEL\_ACTIVE unter *Befehle* (Seite 179).

Bei einigen Anwendungen kann es auch sinnvoll sein, den Kreuzechomodus (Seite 171) zu verwenden.

### 6.4.13.2 Verbindungsprobleme

### Fehler auf dem CAN-Bus

Bitte achten Sie darauf, dass mindestens ein Abschlusswiderstand vorhanden ist. Die empfohlene Konfiguration sieht je einen 120 Ohm Widerstand zwischen CAN High und CAN Low an jedem physikalischen Ende des Busses vor.

Das USBoard-USS5 bietet einen *kleinen Schalter* (Seite 195) mit dem der integrierte Abschlusswiderstand aktiviert werden kann. Um den Abschlusswiderstand des USBoard-USS5-IP zu aktivieren, verwenden Sie bitte die entsprechende Einstellung in der GUI.

### Die GUI verbindet sich nicht mit dem USBoard-USS5

Bei einer direkten USB-Verbindung prüfen Sie bitte die folgenden Punkte:

- Wurde der richtige Port ausgewählt? Einige Computer besitzen interne COM Ports, die mit dem vom USBoard-USS5 erzeugten virtuellen Port verwechselt werden können. Probieren Sie alle erkannten Ports aus.
- Hat sich die Port-Nummer geändert? Verschiedenen USBoard-USS5 weist das Betriebssystem manchmal unterschiedliche Ports zu. Bitte starten Sie die GUI neu, um deren Port-Liste zu aktualisieren.

# 6.4.14 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

# 6.4.14.1 EG-Konformitätserklärung



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die relevanten EU-Richtlinien erfüllt.

### 6.4.14.2 Informationen zu RoHS



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die RoHS-Richtlinien 2011/65/EU (RoHS 2) und 2015/863/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten erfüllt.

# 6.5 USBoard-USS5-IP

# ↓ Als PDF herunterladen<sup>39</sup>



Das USBoard-USS5-IP ist eine spezielle Variante des Neobotix *USBoard-USS5* (Seite 169), die für den Einsatz unter rauheren Umgebungsbedingungen und außerhalb eines schützenden Schaltschranks gedacht ist. Die grundlegende

<sup>&</sup>lt;sup>39</sup> https://neobotix-docs.de/hardware/de/USBoard-USS5-IP.pdf

Funktionsweise und die meisten Eigenschaften des USBoard-USS5-IP sind identisch zu denen des normalen USBoard-USS5. In dieser Online-Dokumentation werden deshalb vor allem die Unterschiede beschrieben.

**Tipp:** Die graphische Benutzeroberfläche ist die selbe wie für das USBoard-USS5. Sie finden sie unter *Grafische Bedienoberfläche* (Seite 188).

# 6.5.1 Einleitung

# 6.5.1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Das USBoard-USS5-IP wurde für den Einsatz in mobilen Robotern und ähnlichen Geräten und Maschinen entwickelt, beispielsweise fahrenden Drohnen oder fahrerlosen Transportfahrzeugen. Es kann dort zur Erkennung von Hindernissen und zur Kollisionsvermeidung eingesetzt werden.

Darüber hinaus kann das USBoard-USS5-IP auch in stationären Aufbauten oder Maschinen eingesetzt werden, um etwa Messungen vorzunehmen.

Das USBoard-USS5-IP ist ausschließlich für die Bereitstellung nicht-sicherer Daten und Informationen entwickelt worden.

# 6.5.1.2 Unzulässige Verwendung

Das USBoard-USS5-IP ist explizit **kein Sicherheitsbauteil** und darf nicht als solches verwendet werden. Insbesondere darf es nicht zur Absicherung von Gefahrenstellen oder als alleiniges System zur Kollisionsvermeidung eingesetzt werden.

Ein Einsatz des USBoard-USS5-IP ist nicht empfehlenswert in Anwendungen, die sehr hohe Anforderungen an die Messgenauigkeit, an die Zuverlässigkeit der Messungen oder an die Geschwindigkeit der Messungen stellen. Dies sind zum Beispiel Anwendungen im Bereich Bewegungsregelung (Parken, Rangieren etc.).

# 6.5.1.3 Sachkundiges Personal

Das USBoard-USS5-IP darf nur von sachkundigem Personal (Seite 31) montiert, angeschlossen und in Betrieb genommen werden.

### 6.5.2 Technische Daten

# 6.5.2.1 USBoard-USS5-IP

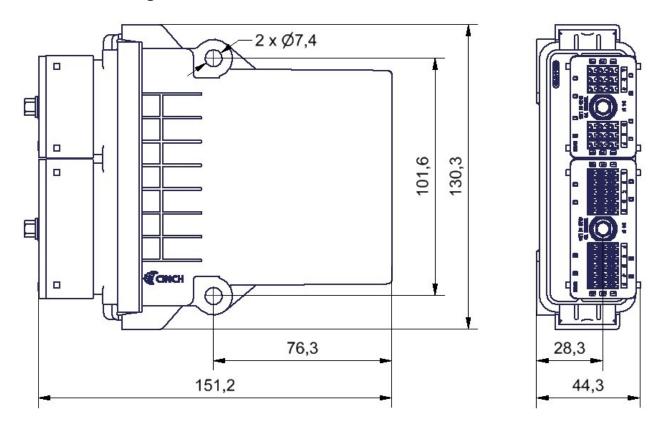
- Versorgungsspannung von +9 VDC bis +60 VDC, max. 4 W
- Digitale Kommunikationsschnittstellen CAN und RS-232
- Solid-State-Relaisausgänge zur Anzeige von Warn- / Alarmbereichsverletzungen (max. 60 V, 0,5 A)
- Gewicht: 270 g
- Lagertemperaturbereich: -40 °C 85 °C
- Lagertemperaturbereich: -40 °C 85 °C
- · Schutzart: IP67
- Zolltarifnummer: 9031 9000

• Bestellnummer: X102

# 6.5.2.2 Ultraschallsensor Bosch USS5

Die technischen Daten der Bosch USS5 Ultraschallsensoren finden Sie hier (Seite 172).

# 6.5.3 Abmessungen



**Bemerkung:** Der CAN-Abschlusswiderstand kann per Software aktiviert werden, entweder *über die GUI* (Seite 193) oder durch Setzen des entsprechenden Flags im *Parametersatz* (Seite 175).

Das USBoard-USS5-IP kann in beliebiger Orientierung montiert werden.

# 6.5.4 Steckerbelegung

# 6.5.4.1 Steckverbinder

# **Cinch ModICE ME**





Polzahl	Cinch	Farnell	RS Components
30-polig, 3-reihig	581 01 30 029	2751266	664-7267
18-polig, 3-reihig	581 01 18 023	2751265	664-7254





	Cinch	Farnell	RS Components
Crimpkontakte AWG 20	425 00 00 872	2751652	885-7025
Blindstopfen	581 00 00 011	2751475	664-7295

# 6.5.4.2 Primärer Anschluss

Pin	Beschreibung
1A	Masse (Sensoren)
1B	Sensor 8
1C	Sensor 7
1D	Sensor 6
1E	Sensor 5
1F	CAN High
1G	CAN High
1H	Relaisausgang Warnung (Schließer)
1J	Relaisausgang Alarm (Schließer)
1K	Masse (Versorgung)
2A	RS-232 RxD (Receive Line)
2B	Masse (Sensoren)
2C	Masse (Sensoren)
2D	Masse (Sensoren)
2E	Masse (Sensoren)
2F	CAN Low
2G	CAN Low
2H	Relaisausgang Warnung (Schließer)
2J	Relaisausgang Alarm (Schließer)
2K	Versorgungsspannung
3A	RS-232 TxD (Transmit Line)
3B	Sensor-Versorgungsspannung
3C	Sensor-Versorgungsspannung
3D	Sensor-Versorgungsspannung
3E	Sensor-Versorgungsspannung
3F	Masse (Sensoren)
3G	Sensor 4
3H	Sensor 3

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tab. 1 – Fortsetzung der vorherigen Seite

Pin	Beschreibung
3J	Sensor 2
3K	Sensor 1

### 6.5.4.3 Sekundärer Anschluss

Pin	Beschreibung
1A	Sensor 16
1B	Sensor 15
1C	Nicht verwendet
1D	Nicht verwendet
1E	Sensor10
1F	Sensor9
2A	Masse (Sensoren)
2B	Masse (Sensoren)
2C	Sensor14
2D	Sensor12
2E	Masse (Sensoren)
2F	Masse (Sensoren)
3A	Sensor-Versorgungsspannung
3B	Sensor-Versorgungsspannung
3C	Sensor 13
3D	Sensor 11
3E	Sensor-Versorgungsspannung
3F	Sensor-Versorgungsspannung

## 6.5.5 Zukaufteile

# 6.5.5.1 Steckverbinder des USBoard-USS5-IP

**Bemerkung:** Eine Übersicht der vom USBoard-USS5-IP verwendeten Steckverbinder finden Sie unter *Steckerbelegung* (Seite 205).

Ein kompletter Steckersatz für das USBoard-USS5-IP ist von Neobotix unter Bestellnummer X222 erhältlich. Damit kann ein Kabelsatz vom Kunden selbst hergestellt werden.

# 6.5.5.2 USBoard-USS5-IP-Konfigurationskabel

Für erste Tests des USBoard-USS5-IP bieten wir einen Standardkabelsatz (X221) an, an den bis zu vier Sensoren an 1 m lange Kabel angeschlossen werden können. Auch alle übrigen Kabel sind 1 m lang.

Die Anschlussbelegung ist wie folgt:

Anschluss	Pin	Beschreibung
1 x Rot	+	Versorgungsspannung
1 x Schwarz	-	Masse
2 x Braun		Warnrelais
2 x Gelb		Relaisausgang Alarm
D-Sub 9 ,,RS-232"	2	Sendeleitung (TxD)
	3	Empfangsleitung (RxD)
	5	Masse
D-Sub 9 ,,CAN1"/"CAN2"	2	CAN Low
	3	CAN High
	7	CAN Ground

### 6.5.5.3 Primärer Kabelsatz

Unter Bestellnummer X223 erhalten Sie einen komplett belegten Kabelsatz für den 30-poligen primären Anschluss. Die Belegung entspricht dem Konfigurationskabel, der Kabelsatz verfügt aber über acht Sensorkabel mit je 2 m Länge. Andere Kabellängen (bis zu 25 m) und -konfigurationen sind auf Anfrage möglich.

### 6.5.5.4 Sekundärer Kabelsatz

Kunden, die mehr als acht Sensoren einsetzen möchten, können unseren sekundären Kabelsatz (X224) verwenden. Dieser bietet Anschlüsse für weitere acht Sensoren an 2 m langen Kabeln. Andere Kabellängen (bis zu 25 m) und -konfigurationen sind auf Anfrage möglich.

### 6.5.5.5 Sensoren

Das USBoard-USS5-IP verwendet die gleichen Sensoren wie das Standard-USBoard-USS5. Informationen dazu und die passenden Bestellnummern finden Sie unter *Ultraschallsensoren* (Seite 198).

# 6.5.6 Rechtliche Anmerkungen

Die allgemeinen rechtlichen Anmerkungen finden Sie unter Rechtliche Anmerkungen (Seite 4).

# 6.5.6.1 EG-Konformitätserklärung



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die relevanten EU-Richtlinien erfüllt.

# 6.5.6.2 Informationen zu RoHS



Hiermit bestätigt Neobotix, dass das beschriebene Produkt die RoHS-Richtlinien 2011/65/EU (RoHS 2) und 2015/863/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten erfüllt.