

Mobiler Roboter LD-250

Montageanleitung

Gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG (ANHANG VI)



Inhaltsverzeichnis

1	HINWEIS ZUM URHEBERRECHT	4
1.1	Allgemeine Geschäftsbedingungen	4
2	EINLEITUNG	9
2.1	Montageanleitung	9
2.2	Definitionen	9
2.3	Produktbeschreibung	10
2.4	Zugehörige Handbücher	14
3	SICHERHEIT	15
3.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	15
3.2	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	16
3.3	Pflichten des Benutzers	17
3.4	Allgemeine Gefahren	18
3.5	Umgebung	22
3.6	Sicherheit beim Umgang mit der Batterie	25
3.7	Modifikationen am LD-250	26
3.8	Zusätzliche Sicherheitshinweise	26
3.9	Entsorgung	27
3.10	Risikobeurteilung	27
3.11	Erfüllte EHSR	28
3.12	PL und PFH	29
3.13	Betriebliche Überlegungen zum Not-Halt	30
4	SENSOREN	33
4.1	Laser	33
4.2	Hinterer Sensor	34
4.3	Weitere Sensoren	38

5	NUTZLASTSTRUKTUREN	39
5.1	Sicherheit	39
5.2	Weitere Überlegungen	40
5.3	Kompromisse bei der Nutzlast	53
5.4	Verbindungen zwischen dem LD-250 und der Nutzlaststruktur	53
5.5	Bedienfeld (HMI) an der Nutzlast	53
6	ANSCHLUSSMÖGLICHKEITEN	56
6.1	Für die Einrichtung erforderliche Verbindungen	56
6.2	Anschlüsse in der Nutzlastbucht – LD-250-Kernmodul	57
7	TECHNISCHE DATEN	71
7.1	Maßzeichnungen	71
7.2	LD-250 – Technische Daten	73
7.3	Technische Daten der Dockingstation	77

1 Hinweis zum Urheberrecht

Alle hierin enthaltenen Informationen sind Eigentum von OMRON und dürfen ohne vorherige schriftliche Genehmigung von OMRON weder ganz noch teilweise vervielfältigt werden. Die hierin enthaltenen Informationen können ohne Vorankündigung geändert werden und dürfen daher nicht als eine Verpflichtung aufseiten von OMRON ausgelegt werden. Die Dokumentation wird regelmäßig überprüft und überarbeitet.

OMRON übernimmt keine Verantwortung für Fehler oder Auslassungen in der Dokumentation.

Copyright 2020 OMRON Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

Marken anderer in diesem Dokument genannten Unternehmen sind Eigentum der jeweiligen Unternehmen.

1.1 Allgemeine Geschäftsbedingungen

1.1.1 Garantien

- a) **Exklusive Garantie.** Die exklusive Garantie von OMRON besteht darin, dass die Produkte für einen Zeitraum von zwölf Monaten ab dem Datum des Verkaufs durch OMRON (oder für einen anderen von OMRON schriftlich festgelegten Zeitraum) frei von Material- und Verarbeitungsfehlern sind. OMRON schließt alle anderen ausdrücklichen oder stillschweigenden Garantien aus.
- b) **Einschränkungen.** OMRON GIBT KEINERLEI GARANTIE ODER ZUSICHERUNG, WEDER AUSDRÜCKLICH NOCH STILLSCHWEIGEND, HINSICHTLICH DER NICHTVERLETZUNG VON RECHTEN DRITTER, DER MARKTGÄNGIGKEIT ODER DER EIGNUNG DER PRODUKTE FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. DER KÄUFER BESTÄTIGT, DASS ER IN ALLEINIGER VERANTWORTUNG ZU DEM SCHLUSS GELANGT IST, DASS DIE PRODUKTE DIE ANFORDERUNGEN DER VORGESEHENEN VERWENDUNG ERFÜLLEN. OMRON lehnt darüber hinaus alle Garantien und jegliche Verantwortung für Ansprüche oder Ausgaben ab, die auf die Verletzung geistigen Eigentums durch die Produkte oder auf andere Weise zurückzuführen sind.
- c) **Abhilfe für Käufer.** Die einzige Verpflichtung von OMRON im Rahmen dieser Bestimmungen besteht nach Wahl von OMRON darin, (i) das nicht-konforme Produkt zu ersetzen (in der ursprünglich gelieferten Form, wobei der Käufer die Arbeitskosten für Beseitigung oder Austausch trägt), (ii) das nicht-konforme Produkt zu reparieren oder (iii) dem Käufer die Kosten für das nicht-konforme Produkt zu erstatten oder gutzuschreiben. OMRON übernimmt in keinem Fall eine Verantwortung für Garantie, Reparatur, Entschädigung bzw. sonstige Ansprüche oder Kosten in Verbindung mit dem Produkt, es sei denn, eine von OMRON durchgeführte Analyse ergibt, dass die Produkte ordnungsgemäß verwendet, gelagert, installiert und gewartet wurden und weder Verschmutzung noch Missbrauch, unsachgemäßer Verwendung oder unangemessenen Modifikationen ausgesetzt waren. Die Rücksendung von Produkten durch den Käufer

muss vor dem Versand von OMRON schriftlich genehmigt werden. OMRON haftet nicht für die Eignung oder Nichteignung bzw. die Folgen der Verwendung von Produkten in Kombination mit elektrischen oder elektronischen Komponenten, Schaltkreisen, Systembaugruppen bzw. anderen Materialien, Stoffen oder Umgebungen. Mündliche oder schriftliche Ratschläge, Empfehlungen oder Informationen dürfen nicht als Änderung oder Ergänzung der oben genannten Garantie ausgelegt werden. Veröffentlichte Informationen finden Sie unter <http://www.omron.com/global/> oder bei Ihrem OMRON-Händler.

1.1.2 Haftungsbeschränkung usw.

OMRON HAFTET NICHT FÜR BESONDERE, INDIREKTE, ZUFÄLLIGE ODER FOLGESCHÄDEN, ENTGANGENE GEWINNE ODER PRODUKTIONS- BZW. KOMMERZIELLE VERLUSTE, DIE IN IRGENDWEISE MIT DEN PRODUKTEN IN VERBINDUNG STEHEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB SOLCHE ANSPRÜCHE AUF VERTRAG, GARANTIE, FAHRLÄSSIGKEIT ODER GEFÄHRDUNGSHAFTUNG BERUHEN.

Weiterhin übersteigt die Haftung von OMRON in keinem Fall den Einzelpreis des Produkts, für das die Haftung geltend gemacht wird.

1.1.3 Gebrauchstauglichkeit

OMRON ist nicht für die Einhaltung von Normen, Vorschriften oder Verordnungen verantwortlich, die für die Kombination des Produkts bei der Anwendung oder Nutzung des Produkts durch den Käufer gelten. Auf Anfrage des Käufers stellt OMRON entsprechende Zertifizierungsdokumente von Drittanbietern zur Verfügung, in denen die für das Produkt geltenden Einstufungen und Nutzungsbeschränkungen aufgeführt sind. Diese Informationen allein reichen nicht aus, um die Eignung des Produkts in Kombination mit dem Endprodukt, der Maschine, dem System oder einer anderen Anwendung bzw. Nutzung vollumfänglich zu bestimmen. Der Käufer ist allein dafür verantwortlich, die Angemessenheit des jeweiligen Produkts für die Anwendung, das Produkt oder das System des Käufers zu bestimmen. Der Käufer übernimmt in allen Fällen die Verantwortung für die Anwendung.

NUTZEN SIE DAS PRODUKT NIEMALS FÜR EINE ANWENDUNG, BEI DER EINE ERNSTHAFTE GEFAHR FÜR LEBEN ODER EIGENTUM BESTEHT, OHNE DASS DAS SYSTEM IN SEINER GESAMTHEIT SO GESTALTET WURDE, DASS ES DIESE RISIKEN MINDERT. ALLE OMRON-PRODUKTE MÜSSEN FÜR DEN VORGEGEHENEN GEBRAUCH IN DER GESAMTANLAGE ODER IM GESAMTSYSTEM KORREKT EINGESTUFT UND INSTALLIERT WERDEN.

1.1.4 Programmierbare Produkte

OMRON ist nicht für die Programmierung eines programmierbaren Produkts durch den Benutzer oder für die Folgen einer solchen Programmierung verantwortlich.

1.1.5 Leistungsdaten

Daten auf Websites, in Katalogen und anderen Materialien von OMRON dienen als Leitfaden für den Benutzer bei der Feststellung der Eignung und stellen keine Garantie dar. Die Daten

können das Ergebnis der Testbedingungen von OMRON darstellen und müssen vom Benutzer zu den tatsächlichen Anwendungsanforderungen in Bezug gesetzt werden. Die tatsächliche Leistung unterliegt der Garantie und Haftungsbeschränkung von OMRON.

1.1.6 Änderungen an den Spezifikationen

Aufgrund von Verbesserungen oder aus anderen Gründen kann es jederzeit zu Änderungen an den Produktspezifikationen und am Zubehör kommen. Wir ändern Teilenummern, wenn sich veröffentlichte Einstufungen bzw. Merkmale ändern oder wenn wir wesentliche Konstruktionsänderungen vornehmen. Bestimmte Spezifikationen des Produkts können sich auch ohne vorherige Ankündigung ändern. Im Zweifelsfall ist es möglich, spezielle Teilenummern zuzuweisen, um wichtige Spezifikationen für Ihre Anwendung zu korrigieren oder festzulegen. Wenden Sie sich stets an Ihren OMRON-Händler, um die tatsächlichen Spezifikationen des gekauften Produkts zu bestätigen.

1.1.7 Fehler und Auslassungen

Die von OMRON bereitgestellten Informationen wurden überprüft und für korrekt befunden. Wir übernehmen jedoch keine Verantwortung für Schreibfehler, typografische Fehler, Fehler beim Korrekturlesen oder Auslassungen.

Hinweis:

Auch wenn ein Robotersystem allen Anweisungen in diesem Sicherheitshandbuch entspricht, kann nicht garantiert werden, dass es durch den Industrieroboter nicht zu Unfällen mit Verletzungen, Todesfolge oder erheblichen Sachschäden kommen kann. Es liegt in der Verantwortung des Kunden, auf der Grundlage seiner eigenen Risikobeurteilung geeignete Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen.

1.1.8 Warnhinweise

Mit dem Symbol, das jeder Warnung vorangeht, wird die Art der Gefahr angezeigt. Begleitet wird das Symbol von dem entsprechenden Signalwort (Gefahr, Warnung oder Achtung), das den Schweregrad der Gefahr angibt. Der Text nach dem Signalwort gibt an, welches Risiko besteht und wie es zu vermeiden ist.

Icon	Meaning	Icon	Meaning
	This is a generic alert icon. Any specifics on the risk will be in the text following the signal word.		This identifies a hazardous entanglement situation.
	This identifies a hazardous electrical situation.		This identifies a fire risk.
	This identifies a hazardous burn-related situation.		This identifies a laser emitter eye damage situation.
	This identifies a hazardous ESD situation.		

1.1.9 Abkürzungen und Terminologie

Abkürzung/Begriff	Beschreibung
EHSR	Grundlegende Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen (Essential Health and Safety Requirements) an Gestaltung und Bauweise von Maschinen
LD-250	Mobiler Roboter für leichte Beanspruchung (light-duty), max. 250 kg Nutzlast
PL	Leistungsniveau (Performance Level) gemäß EN ISO 13849-1
PL _r	Erforderliches Leistungsniveau (Required Performance Level) gemäß EN ISO 13849-1
PL _a	Erreichtes Leistungsniveau (Achieved Performance Level) gemäß EN ISO 13849-1

Leistungsniveau	Diskretes Niveau, mit dem bei sicherheitsrelevanten Teilen von Steuersystemen die Fähigkeit bestimmt wird, eine Schutzfunktion unter vorhersehbaren Bedingungen auszuführen
Erforderliches Leistungsniveau PLr	Leistungsniveau (PL), das umgesetzt wird, um bei jeder Sicherheitsfunktion die erforderliche Risikominderung zu erreichen
Risikobeurteilung	Allgemeiner Prozess, der Risikoanalyse und Risikobewertung umfasst
Sicherheitsfunktion	Maschinenfunktion, deren Ausfall zu einer unmittelbaren Risikoerhöhung führen kann

2 Einleitung

2.1 Montageanleitung

Die vorliegende Montageanleitung behandelt alle sicherheitsrelevanten Aspekte des mobilen Roboters LD-250 als teilweise fertiggestellte Maschine. Auch die Schnittstelle zwischen der teilweise fertiggestellten Maschine und der endgültigen Maschine wird ausführlich beschrieben. Der Monteur, der die teilweise fertiggestellte Maschine in die endgültige Maschine einbaut, muss die hier besprochenen Aspekte berücksichtigen.



Der mobile Roboter LD-250 soll als teilweise fertiggestellte Maschine in andere Maschinen eingebaut werden. Er darf erst in Betrieb genommen werden, wenn für die endgültige Maschine, in die er eingebaut werden soll, die Konformität gemäß den Bestimmungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG ausgewiesen wurde (wo zutreffend).

Beim Einbau des mobilen Roboters LD-250 in die endgültige Maschine muss der Monteur die nötigen Maßnahmen ergreifen, um die für den mobilen Roboter LD-250 geltenden EHSRs aus ANHANG I der Maschinenrichtlinie zu erfüllen, wenn diese von OMRON nicht angewendet und erfüllt oder nur teilweise erfüllt wurden.

Die Montageanleitungen werden dann in die technischen Unterlagen der endgültigen Maschine aufgenommen.

Diese Montageanleitung für den mobilen Roboter LD-250 als teilweise fertiggestellte Maschine geben dem Hersteller der endgültigen Maschine die nötigen Informationen, mit deren Hilfe er die Betriebsanleitung ausarbeiten kann, die gemäß EHSR 1.7.4 erforderlich ist.

2.2 Definitionen

- **AMR** (Autonomer mobiler Roboter): Dieser Begriff bezeichnet den LD-250 mit angebrachter Nutzlaststruktur, wodurch ein vollständiger mobiler Roboter entsteht.
- **Flottenmanager**: Eine rahmenmontierte Rechneinheit zur Verwaltung einer AMR-Flotte, die sich aus dem Gerät EM2100 (EM2100) und der Software FLOW Core zusammensetzt.
- **Flotte**: Mindestens zwei AMRs, die im gleichen Arbeitsbereich in Betrieb sind.
- **LD-250**: Dies ist der Modellname der Plattform. In diesem Dokument wird bei der Beschreibung von Einrichtung, Konfiguration und Anschlüssen der Modellname LD-250 genannt.
- **Mobiler Roboter**: Ein alternativer industrieller Begriff für AMR.

- **Nutzlaststruktur:** Alle passiven oder dynamischen Geräte, die an den LD-250 angeschlossen sind und möglicherweise von diesem angetrieben werden. Das kann eine einfache Kiste zur Beförderung von Gegenständen wie etwa Fertigungsteilen sein oder ein komplexer Roboterarm, der Fertigungsteile aufnimmt und bearbeitet.
- **Plattform:** Die Basis des LD-250, u. a. mit folgenden Komponenten:
 - Chassis, Antriebsmotoren, Aufhängung, Räder und Kreisleuchten, Laufrollen, Batterie, Laser und hintere Sensoren
 - Systemeigenes LD-250-Kernmodul mit integriertem Gyroskop, Navigationssoftware sowie Daten- und Stromanschlüssen für eine Nutzlaststruktur
 - Bedienfeld, auch als Benutzerschnittstelle (Human-Machine Interface, HMI) bezeichnet
 - LD-250-Außenverkleidung (Außenabdeckungen) und eine Nutzlastbucht zur Befestigung einer Nutzlaststruktur

2.3 Produktbeschreibung

Der LD-250 ist ein mobiler Allzweck-Roboter für den Einsatz in industriellen Innenräumen unter Beaufsichtigung geschulter Mitarbeiter. Er fährt autonom und lädt seine Batterie selbsttätig über eine automatisierte Dockingstation. Seine maximale Traglast beträgt 250 kg und umfasst die Nutzlaststruktur und alle Lasten, die mit dieser Struktur befördert werden.

Der LD-250 kombiniert Hardware und Software für mobile Robotik. Damit stellt er eine adaptive, mobile Plattform für den Transport Ihrer Nutzlasten dar. Nachdem der LD-250 seine physische Umgebung abgetastet hat, navigiert er sicher und autonom zu jedem erreichbaren Ziel. Er bewegt sich kontinuierlich und ohne menschlichen Eingriff. Dabei lädt er seine Batterie bei Bedarf selbsttätig wieder auf.

Der LD-250 nutzt in erster Linie die Entfernungsdaten eines Sicherheits-Laserscanners zur Erkennung von Hindernissen sowie zur Standortbestimmung in seiner Umgebung.

Zusätzlich nutzt er Daten von den folgenden Sensoren:

- Boden-Frontlaser zur Erkennung von Objekten unterhalb der Ebene des Hauptlasers.
- Hinterer Sensor, der den LD-250 anhält, wenn er Gegenstände hinter dem AMR erkennt.
- Gyroskop im Kernmodul des LD-250, der Drehungen des LD-250 erkennt und meldet.
- Messgeber an jedem Antriebsmotor, die Odometriedaten zu der von jedem Antriebsrad zurückgelegten Strecke bereitstellen.

Das Navigationssystem erhält von den Rad-Messgebern Odometriedaten (Angaben dazu, wie weit und in welche Richtung sich jedes Rad bewegt hat). Zudem enthält das Kernmodul des LD-250 ein internes Gyroskop, das die Drehungen des LD-250 nachverfolgt. Der LD-250 analysiert diese Odometriedaten zusammen mit LIDAR-Daten von seinem Navigationslaser und berechnet auf diese Weise seine Position. Dieser Vorgang wird als *Lokalisierung* bezeichnet.

OMRON bietet Acuity-Lokalisierung für dynamische Arbeitsumgebungen, in denen Laserlokalisierung schwierig ist. Bei der Acuity-Lokalisierung werden mit einer Kamera Lichtquellen an der Decke erkannt, sodass der AMR sich in Umgebungen, in denen Laserlokalisierung allein keine optimale Lösung darstellt, selbst lokalisieren kann. Die Laserlokalisierung toleriert zwar Änderungen in der Umgebung, aber es wird problematisch, wenn sich mehr als 80 % der vom Laser erkannten Objekte bewegen oder verändern. Das gilt beispielsweise für Lager, in denen Objekte wie Versandpaletten oder Rollwagen häufig ihren Standort wechseln oder die Sicht des Lasers auf zuvor erfasste Gegenstände blockieren. Acuity ist auch dann nützlich, wenn in großen offenen Bereichen nicht genügend Objekte für die Laserlokalisierung vorhanden sind. In der *Betriebsanleitung zu den Peripheriegeräten der LD-Plattform* werden Installation und Konfiguration der optionalen Acuity-Lokalisierung beschrieben.

Der Basisplattform des LD-250 werden in der Regel Anbauteile (eine Nutzlaststruktur) hinzugefügt, um den LD-250 für den Einsatz in bestimmten Anwendungen anzupassen. Der LD-250 verfügt über eine Nutzlastbucht mit Lastbalken aus extrudiertem Aluminium. T-Nuten in den Lastbalken sind eine stabile und anpassungsfähige Methode zur Befestigung von Nutzlaststrukturen an der Plattform.

Bei einer Nutzlaststruktur kann es sich um etwas Einfaches handeln, beispielsweise um eine Kiste, die Fertigungsteile enthält, oder um eine komplexere Komponente wie z. B. ein Fördergerät oder einen Roboterarm. Das Kernmodul des LD-250 übernimmt Stromversorgung, Betriebslogik und Datenkommunikation. Außerdem befinden sich dort die Sicherheitsanschlüsse für die Nutzlaststruktur. Dazu gehören auch benutzerdefinierte Anschlüsse für Warnleuchten und zusätzliche Laser. Weitere Informationen finden Sie unter:

- *Nutzlaststrukturen* auf Seite 77 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B)
- *Anschlussmöglichkeiten* auf Seite 93 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B) mit Informationen zu verfügbaren benutzerdefinierten Anschlüssen am Kernmodul des LD-250.

2.3.1.1 Chassis und Antriebsstrang

Jeder LD-250 verfügt über einen Zweirad-Differenzialantrieb mit passiven Laufrollen vorne und hinten zur Stabilisierung. Die Antriebsräder haben eine gefederte Einzelradaufhängung und eine feste Lauffläche aus Polyurethan. Die Radachsen befinden sich nahe der Mittellinie des Roboters, sodass der LD-250 äußerst manövrierfähig ist und sich um die eigene Achse drehen kann.

Die Antriebsräder lassen sich über einen Exzenterhebel am Getriebe entkoppeln. Das ist für einige Montage- und Wartungsarbeiten erforderlich. Siehe: *Antriebsradmotoren an- und entkoppeln* auf Seite 148 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).



CAUTION: BRAKES DISABLED. When the drive wheels are disengaged, the AMR brakes are inoperable. Take care when you move the LD-250 on inclined surfaces.

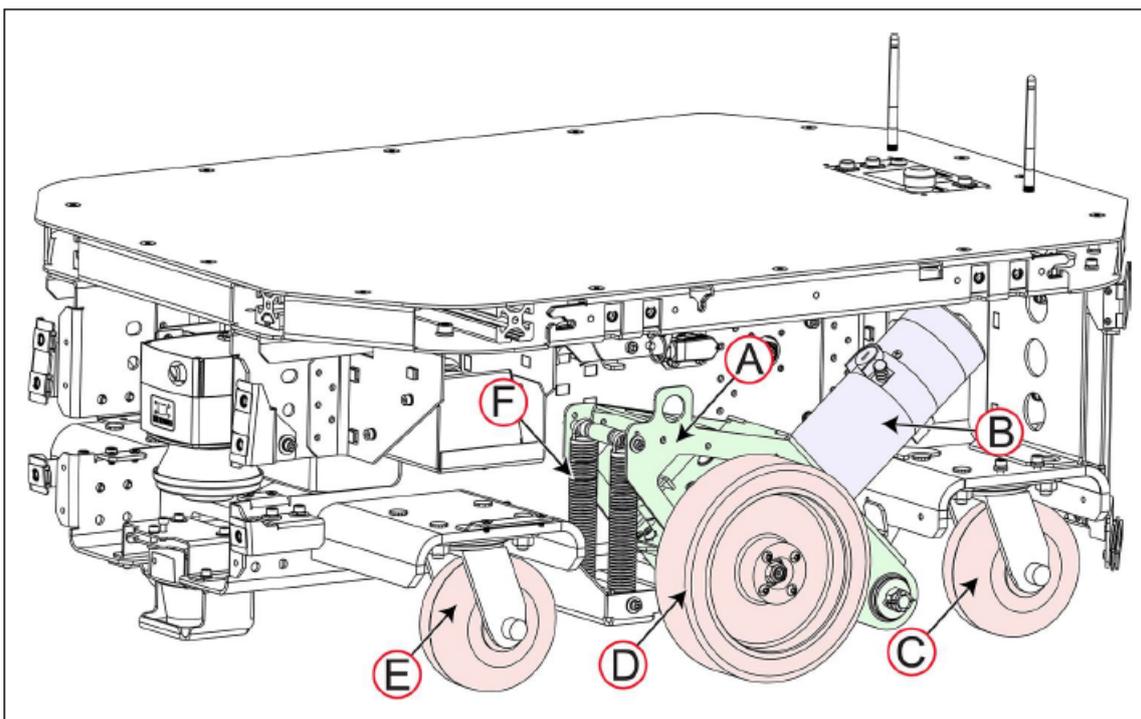


Abbildung 1: Antriebseinheit des LD-250 (Außenverkleidung entfernt)

Callout	Description
A	Drive Train assembly (wheel, suspension and motor).
B	Drive motor assembly, containing the gears, encoders, and electric brake.
C	Rear caster.
D	Drive wheel, aluminum with polyurethane tread.
E	Front caster.
F	Suspension springs.

2.3.1.2 Lieferumfang – Basiskomponenten

- Eine vollständig montierte Plattform des Modells LD-250, die Folgendes umfasst:
 - OMRON Sicherheits- und Navigationslaser OS32C (Hauptlaser)
 - Boden-Frontlaser
 - Hinterer Sensor
 - Differenzialantriebsstrang
- LD-250-Kernmodul im Innern des LD-250, bestehend aus folgenden Bauteilen:
 - Eine Rechneinheit, auf der das Betriebssystem SetNetGo und die Software „Advanced Robotics Automation Management“ (ARAM) ausgeführt werden.
 - Ein Mikrocontroller, auf dem die Firmware „Mobile Autonomous Robot Controller“ (MARC) ausgeführt wird.

- Andere Sensorkomponenten wie ein Gyroskop und ein Beschleunigungsmesser.
- Verstärker, die die Antriebsräder mit Strom versorgen.
- 1 Batterie.
 - Wird separat vom LD-250 geliefert, um die Versandvorschriften für Gefahrgut einzuhalten.
- Drei Not-Halt-Tasten:
 - Eine am Bedienfeld
 - Eine auf jeder Seite des Gehäuses
- Bedienfeld
 - Sie können das Bedienfeld an eine beliebige Position der Nutzlaststruktur verschieben. Da das Bedienfeld jedoch über eine der drei Not-Halt-Tasten verfügt, sind wichtige Sicherheitsaspekte zu beachten, wenn Sie das Bedienfeld verschieben oder ganz entfernen. Das Standard-Bedienfeld umfasst folgende Komponenten:
 - 6-zeiliger Bildschirm zur Anzeige von Statusinformationen und Meldungen.
 - Not-Halt-Taste.
 - Tasten zum Ein- und Ausschalten des Fahrzeugs.
 - Taste zur Bremsenfreigabe.
 - Schlüsselschalter mit 2 Positionen für die Zugangskontrolle. Verriegeln Sie den Schlüsselschalter, um die Aus-Taste zu deaktivieren und dadurch versehentliches oder unbefugtes Herunterfahren zu verhindern.
- Außerdem ist ein optionaler Touchscreen verfügbar, der weitere AMR-Statusinformationen anzeigt und zusätzliche Funktionen bietet. Siehe *Touchscreen* auf Seite 188 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).
- Automatisierte Dockingstation.
 - Die Dockingstation gibt dem LD-250 die Möglichkeit, sich ohne Benutzereingriff selbst aufzuladen. Sie lässt sich dank einer Wandhalterung und einer Bodenplatte auf unterschiedliche Weise installieren. Siehe *Dockingstation installieren* auf Seite 58 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).
 - Wenn die Dockingstation nicht belegt ist, können Sie mit einem manuellen Ladekabel eine Batterie außerhalb des LD-250 aufladen.
- Ein USB-Flash-Laufwerk mit Software und Dokumentation.
- Neben den Artikeln, die im Lieferumfang jedes LD-250 enthalten sind, benötigen Sie mindestens ein Programmierhandgerät pro Roboterflotte. Damit können Sie den LD-250 manuell steuern und eine digitale Karte der Arbeitsumgebung erstellen.
- Bei einer AMR-Flotte wird über die Software „Fleet Operations Workspace Core“ (FLOW Core) (die auf einem Flottenmanager ausgeführt wird) eine Karte des Arbeitsbereichs von allen AMRs in der Flotte gemeinsam genutzt. Damit steht ein gemeinsamer Bezugsrahmen für Navigation und Lokalisierung zur Verfügung, der Konflikte zwischen den AMRs vermeidet.

2.3.1.3 Optionen zur Erweiterung von Nutzlaststrukturen

- **Hinterer Laser:** Ein nach hinten gerichteter Laser zur Hinderniserkennung, der die horizontale Ebene hinter dem AMR scannt
- **Seitenlaser:** Seitlich montierte Laser zur Hinderniserkennung, die die vertikale Ebene auf beiden Seiten des AMR scannen. Diese Laser erkennen Hindernisse, die sich außerhalb der Abtastebene des Haupt-Sicherheitslasers befinden. Mit Seitenlasern an der Nutzlaststruktur lassen sich Hindernisse vermeiden, die der Haupt-Sicherheits- und Navigationslaser nicht erkennen kann.
- **Touchscreen:** Der Touchscreen ergänzt das Standard-Bedienfeld und gibt den Bedienern die Möglichkeit, direkt von der Nutzlaststruktur aus mit dem AMR und der Software FLOW Core zu interagieren. Weitere Informationen zum Touchscreen finden Sie in der *Betriebsanleitung zu den Peripheriegeräten der LD-Plattform*.

2.4 Zugehörige Handbücher

Die vorliegenden Montageanleitungen behandeln sicherheitsrelevante Aspekte des mobilen LD-Roboters als teilweise fertiggestellte Maschine. Es gibt zusätzliche Handbücher, die sich mit verwandten Themen befassen. Die folgenden Handbücher enthalten Informationen zur allgemeinen Sicherheit, zu verwandten Produkten, erweiterten Konfigurationen und Systemspezifikationen.

Manual Title	Description
Mobile Robot LD Safety Guide	Contains general safety information for all Omron AMRs.
Fleet Operations Workspace Core User's Guide	Describes Fleet management, MobilePlanner software, the SetNetGo OS, and most of the configuration procedures for an LD-250.
EM2100 Installation Guide	Describes the installation of an EM 2100 appliance, as a Fleet Manager, which runs the Fleet Operations Workspace software to manage a fleet of AMRs.
Advanced Robotics Command Language Reference Guide	Describes how to use the Advanced Robotics Command Language (ARCL) a text-based, command line operating language. Use ARCL to integrate a fleet of AMRs with an external automation system.
LD Platform Peripherals User's Guide	Describes optional peripherals (Touchscreen, Call box or Door box, Acuity Localization, HAPS, and rear-facing laser.)

3 Sicherheit

3.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der LD-250 ist auf den Einsatz in industriellen Innenbereichen ausgelegt. Generell gilt: Wenn sich ein Rollstuhlfahrer in der Umgebung sicher und problemlos bewegen kann (offenes und größtenteils ebenes Umfeld mit nur geringfügigen Neigungen und breiten Türöffnungen), kann auch der LD-250 in einer solchen Umgebung navigieren.



DANGER: PERSONAL INJURY RISK

There is risk of serious injury by crushing if the AMR tips over as a result of improper operation on inclines that do not comply with the operating specifications.

Es gelten folgende Richtlinien:

- **Boden:** Saubere und trockene Böden, die Sie regelmäßig wischen und von Schmutz, Staub und Flüssigkeiten frei halten
- **Gängige Neigungswinkel:** Der LD-250 ist für den Einsatz in Arbeitsbereichen mit überwiegend ebenem Boden vorgesehen. Wenn Bereiche mit Steigung oder Gefälle vorhanden sind, empfiehlt OMRON einen geringen Neigungswinkel, wie er für Rollstuhlrampen gängig ist. Beachten Sie, dass die Nutzlaststruktur und alle transportierten Lasten folgende Auswirkungen haben können:
 - verminderte Fähigkeit des AMR, eine Neigung zu bewältigen
 - veränderter Betriebsschwerpunkt
- **Neigungen (Steigungen/Gefälle):** Mit einer ordnungsgemäß ausgelegten und stabilen Nutzlast kann der LD-250 mit voller Nutzlast auf Steigungen oder Gefällen betrieben werden. Längerer Betrieb auf solchen Neigungen wirkt sich jedoch auf die Batterielaufzeit aus, und die Geschwindigkeit ist bei geneigtem Untergrund auf 600 mm/s begrenzt. Empfehlungen für den Betrieb:

Slope	Payload Restriction	Speed Limit
1.7 degrees (3% grade)	No restriction	No restriction
3 degree slope	200 kg	600 mm/s
4.75 degrees (1:12 slope, typical wheelchair ramp)	165 kg	600 mm/s

- **Temperatur:** 5 bis 40 °C, empfohlene Luftfeuchtigkeit zwischen 5 % und 95 %, nicht kondensierend. Der Betrieb des LD-250 bei hohen oder niedrigen Umgebungstemperaturen (insbesondere bei voller Nutzlast und hoher Geschwindigkeit) kann dazu führen, dass die Batterie die Grenzen ihrer

Betriebstemperatur überschreitet. In diesem Fall werden Sie von Software-Meldungen mit zunehmender Dringlichkeitsstufe wie folgt benachrichtigt:

- Der Batterie nähert sich einem oberen oder unteren Temperaturgrenzwert. Ändern Sie die Betriebsbedingungen des LD-250, damit sich die Temperatur der Batterie wieder innerhalb des zulässigen Betriebsbereichs einpendelt.
- Die Batterie hat einen anfänglichen Grenzwert überschritten. Der LD-250 arbeitet weiter, aber der Ladevorgang wird zurückgestellt, bis sich die Temperatur der Batterie wieder innerhalb der Grenzwerte befindet.
- Die Batterietemperatur hat die Grenzwerte überschritten, und der LD-250 wird sofort abgeschaltet.
- Der LD-250 hat einen Eindringenschutz gemäß Schutzklasse IP20 und ist nicht flüssigkeitsdicht. Halten Sie die Böden trocken, da ansonsten Flüssigkeiten in den AMR eindringen können. Feuchte, staubige oder fettige Böden können dazu führen, dass die Antriebsräder rutschen oder durchdrehen. Traktionsprobleme dieser Art können sich sowohl auf den Bremsvorgang als auch auf die Präzision auswirken.

3.2 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Bedenken Sie schon vor dem Einsatz eines AMR potenzielle Risiken für Mitarbeiter und Ausrüstung. OMRON hat den LD-250 auf eine gewissenhaft geplante und kontrollierte Umgebung ausgelegt, zu der nur geschultes Personal Zugang hat.

Sie sollten eine Risikoanalyse durchführen, bevor Sie den LD-250 in anderen Umgebungen einsetzen, z. B. in öffentlich zugänglichen Bereichen wie etwa in Einzelhandelsgeschäften. Beim Einsatz des LD-250 in solchen Bereichen sind in der Regel zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen erforderlich. OMRON hat den LD-250 nicht für Umgebungen mit folgenden Bedingungen konzipiert:

- Gefährliche (explosive oder korrosive) Atmosphäre.
- Ionisierende oder nicht-ionisierende Strahlung.
- Extreme Hitze oder Feuchtigkeit.
- Böden, die feucht sind oder auf denen Wasser steht.

WICHTIG: Der LD-250 ist nicht wasserdicht. Sämtliche Böden müssen stets trocken sein. Bei Feuchtigkeit können die Antriebsräder durchdrehen, was sich negativ auf den Bremsvorgang und die Navigation auswirkt.

Weiterhin hat OMRON den LD-250 nicht für den Einsatz in folgenden Umgebungen vorgesehen:

- Lebenserhaltungssysteme.
- Wohngebiete.
- Mobile Installationen, einschließlich beweglicher Böden oder Landfahrzeugen, Wasserfahrzeugen oder Flugzeugen aller Art. (Die Navigation des LD-250 stützt sich auf ein in das Kernmodul des LD-250 eingebettetes Gyroskop. Damit das Gyroskop präzise funktionieren kann, braucht es eine ortsfeste Umgebung).

WICHTIG: Beachten Sie alle Anweisungen zu Betrieb, Installation und Wartung in diesem Handbuch und im Sicherheitshandbuch für den mobilen Roboter LD.

Bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung des LD-250 bestehen folgende Risiken:

- Verletzung der Mitarbeiter.
- Beschädigung des LD-250 oder anderer Geräte.
- Geringere Zuverlässigkeit und Leistung.

Im Zweifelsfall wenden Sie sich an Ihren lokalen OMRON-Support, der Ihnen Auskunft darüber gibt, ob Ihre Anwendung einem zulässigen Verwendungszweck entspricht oder nicht.

3.3 Pflichten des Benutzers

Sie sind für die durchgehend sichere Verwendung des AMR verantwortlich.



WARNING: PERSONAL INJURY RISK

It is the end-user's responsibility to perform a task-based risk assessment and to implement appropriate safety measures at the point of use of the AMR in accordance with local regulations.



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK

It is the end-user's responsibility to make sure that the AMR design and implementation complies with all local standards and legal requirements.

Die sichere Verwendung des AMR setzt folgende Maßnahmen voraus:

- Lesen Sie die Installations- und Bedienungsanleitung sowie das Sicherheitshandbuch für mobile LD-Roboter, bevor Sie den AMR in Betrieb nehmen.
- Sorgen Sie dafür, dass die Umgebung für den sicheren Betrieb des AMR geeignet ist.
- Für zwei oder mehr AMR wird ein Gerät für das Flottenmanagement benötigt, es sei denn, Sie betreiben jeden AMR in einem separaten Arbeitsbereich und begrenzen dessen Bewegungen auf diesen Bereich. Siehe die Betriebsanleitung zur Software „Fleet Operations Workspace Core“(FLOW Core).
- Alle Personen, die mit oder in der Nähe eines AMR arbeiten, müssen entsprechend geschult sein und müssen das Sicherheitshandbuch für mobile LD-Roboter gelesen haben, damit sie den AMR gefahrlos bedienen können.
- Die Mechanik der AMRs muss gewartet und instandgehalten werden, damit alle Steuerungs- und Sicherheitsfunktionen einwandfrei funktionieren.

3.4 Allgemeine Gefahren

In diesem Abschnitt werden potenziell gefährliche Situationen und Bedingungen beschrieben.



WARNING: The following situations could result in injury or damage to the equipment.

- Fahren Sie nicht auf dem AMR mit.
- Überschreiten Sie nicht das maximal zulässige Gewicht. Beachten Sie, dass sich die maximale Nutzlast mit zunehmender Bodenneigung verringert.
- Überschreiten Sie nicht die maximal empfohlenen Grenzwerte für Geschwindigkeit, Beschleunigung, Bremsung oder Drehung. Siehe *Schwerpunkt* auf Seite 86 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B) und *Grenzwerte für Beschleunigung, Verzögerung und Rotation* auf Seite 74 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).
- Die Drehgeschwindigkeit wird bedeutsamer, je weiter weg sich der Schwerpunkt der Nutzlast vom Schwerpunkt des AMR befindet.
- Bei Geschwindigkeiten unter 225 mm/s ist der Sicherheitslaser nicht aktiv. Es besteht die Gefahr von Verletzungen oder Sachschäden.
- Trennen Sie die Messgeberkabel des Antriebsmotors nur, wenn dies für ein Wartungsverfahren nötig ist. Siehe *Wartung* auf Seite 141 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).
- Lassen Sie den AMR nicht fallen, verhindern Sie, dass er über eine Kante herabfällt, und bedienen Sie ihn stets in verantwortungsvoller Weise.
- Lassen Sie den AMR nur dann durch Öffnungen mit automatischer Tür fahren, wenn die Tür und der AMR per Ruftaste oder Türöffner (optional) richtig konfiguriert wurden. Weitere Informationen zu Ruftasten und Türöffnern finden Sie in der *Betriebsanleitung für Peripheriegeräte der LD-Plattform*.
- Setzen Sie den AMR keinem Regen oder Feuchtigkeit aus.
- Halten Sie den AMR an, wenn sich Haare, Garn, Schnüre oder andere Gegenstände um seine Achsen, Laufrollen oder Räder gewickelt haben.
- Verwenden Sie bei Reparaturen nur zugelassene Teile.
- Schalten Sie den AMR nur ein, wenn die Funkantennen montiert sind.
- Obwohl die verwendeten Laser der Klasse 1 (augensicher) entsprechen, empfiehlt OMRON, nicht in den Laserstrahl hineinzuschauen.
- Sonnenlicht und reflektierende Oberflächen können den Laserbetrieb des AMR beeinträchtigen.
- Der AMR darf nicht in Umgebungen mit brennbaren Gasen betrieben werden.

3.4.1.1 Sturzgefahr



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK
The AMR can cause serious injury to personnel or damage to itself or other equipment if it drives off of a ledge, such as a loading dock, or down stairs.

Mechanische Barrieren

Verhindern Sie mithilfe mechanischer und logischer Barrieren (gesperrte Bereiche auf der Navigationskarte), dass sich der AMR einer möglichen Absturzstelle innerhalb des Betriebsbereichs nähert. Zu solchen Absturzstellen gehören:

- Der Rand einer Laderampe bzw. einer Steigung/eines Gefälles
- Zugang zu einer nach unten führenden Treppe
- Jede andere vertikale, abwärts führende Fläche, die die maximal mögliche Stufenhöhe des AMR überschreitet

Mechanische Barrieren müssen folgende Eigenschaften aufweisen:

- **Stärke:** Die Barriere muss an einer festen Wand oder einem festen Untergrund befestigt werden und muss stabil genug sein, einen komplett beladenen, mit maximaler Geschwindigkeit fahrenden AMR aufzuhalten.
- **Durchgängigkeit:** Die Barriere muss vollständig um die Gefahrenstelle herum verlaufen.
- **Sichtbarkeit:** Markieren Sie alle mechanischen Barrieren, damit der Sicherheits- und Navigationslaser des AMR sie problemlos erkennen kann. Barrieren müssen über und unter die Erfassungsebene des Lasers hinausreichen, vor allem wenn der Boden nicht eben ist.

Logische Barrieren

Richten Sie zusätzlich zu mechanischen Barrieren Sperrbereiche oder Grenzlinien auf der Karte des Arbeitsbereichs ein, damit sich der AMR keiner Stelle nähert, an der er herunterfallen könnte. Diese logischen Barrieren müssen durchgehend sein, damit der AMR keine Wegstrecke um sie herum planen kann.

Es ist auch möglich, die Sicherheitsabstände des AMR über die Konfigurationsparameter **FrontPaddingAtSlowSpeed** und **FrontPaddingAtFastSpeed** zu vergrößern. Dadurch wird der AMR langsamer, wenn er sich einer Gefahrenstelle nähert. Siehe die Betriebsanleitung zur Software „Fleet Operations Workspace Core“.

3.4.1.2 Stromschlaggefahr



WARNING: ELECTROCUTION RISK

The docking station has AC power inside. Docking station covers are not inter-locked.

- Nutzen Sie für die Dockingstation nur Verlängerungskabel mit geeigneter Nennleistung.
- Greifen Sie niemals auf das Innere des AMR zu, während er mit einem Ladegerät verbunden ist.
- Trennen Sie den Batterie sofort, nachdem Sie die Klappe des Batteriefachs geöffnet haben.
- Vermeiden Sie einen Kurzschluss an den Batterieklemmen.
- Verwenden Sie nur Ladegeräte von OMRON.

- Wenn der AMR mit Flüssigkeit in Berührung kommt:
 - Schalten Sie den AMR aus.
 - Entfernen Sie so viel Flüssigkeit wie möglich.
 - Lassen Sie den AMR vollständig an der Luft trocknen, bevor Sie ihn wieder einschalten.
 - Wenden Sie sich an Ihren OMRON-Support vor Ort, wenn Sie vermuten, dass Flüssigkeit unter die Außenverkleidung gedrungen ist oder das Innere des AMR verunreinigt hat.

3.4.1.3 Gefahr durch magnetische Felder

Der Andocktrichter auf der Unterseite des LD-250 erzeugt ein starkes Magnetfeld. Personen mit medizinischen Implantaten sollten sich dem Andocktrichter nicht nähern.



WARNING: MAGNETIC FIELD - MEDICAL IMPLANT RISK

Magnetic fields can be hazardous if you have a medical implant. Keep a minimum of 30 cm (12 inches) away from the LD-250 when its underside is exposed during maintenance procedures.

3.4.1.4 Eignung der Mitarbeiter

Sie müssen sicherstellen, dass alle Mitarbeiter, die mit den AMRs oder in deren Nähe arbeiten, angemessen geschult sind und über die Funktionen ausreichend Bescheid wissen. Stellen Sie die erforderliche Zusatzschulung für alle Mitarbeiter bereit, die mit dem System arbeiten.

Wie in diesem Handbuch und im *Sicherheitshandbuch für mobile LD-Roboter* beschrieben, dürfen nur qualifizierte und unterwiesene Personen bestimmte Verfahren durchführen:

- **Qualifizierte Personen** verfügen über technisches Wissen oder ausreichende Erfahrung, um elektrische oder mechanische Gefahren zu vermeiden.
- **Unterwiesene Personen** wurden von qualifizierten Personen in ausreichendem Maße unterwiesen oder angeleitet, um elektrische oder mechanische Gefahren zu vermeiden.

Der Austausch einer Batterie ist beispielsweise eine Aufgabe für eine qualifizierte Person, während eine unterwiesene Person die Batterie aufladen kann. Bei der Installation, Bedienung und Prüfung aller elektrisch betriebenen Geräte müssen sämtliche Mitarbeiter die für die Branche vorgeschriebenen Sicherheitsvorkehrungen beachten.

WICHTIG: Vor der Arbeit mit dem AMR muss jede Person bestätigen, dass sie:

- über die erforderlichen Qualifikationen und Schulungen verfügt.
- die Handbücher erhalten hat (sowohl die Betriebsanleitung für den Roboter als auch das Sicherheitshandbuch für mobile LD-Roboter).
- die Handbücher gelesen hat.
- die Handbücher versteht.
- sich an die Anleitungen in den Handbüchern halten wird.

3.4.1.5 Nutzlastbewegungen und -übergabe

Bei einer typischen AMR-Anwendung werden Objekte mithilfe einer Nutzlaststruktur durch eine Anlage transportiert. Beispielsweise kann der AMR eine Kiste mit Motorteilen von einem Förderband aufnehmen und dann zu einem anderen Förderband bringen.

Während der Bewegung und der Übergabe müssen Sie den Übergabevorgang aktiv überwachen und bestätigen, um sicherzustellen, dass er erfolgreich abgeschlossen wird.

Wenn ein Vorgang fehlschlägt, muss eine ausfallsichere Sperre einen Not-Halt des AMR auslösen. Bei einem Not-Halt bewegt sich der AMR nicht, bis Sie das Problem behoben und bestätigt haben, dass der Betrieb sicher wieder aufgenommen werden kann.

Solche ausfallsicheren Sperren sollten zwischen dem AMR und allen Anlagen, mit denen es interagiert, installiert werden. Nachdem Sie Ihre Nutzlast am AMR befestigt haben, überprüfen Sie die korrekte Funktion der ausfallsicheren Sperren im Rahmen Ihrer Risikobeurteilung.

3.4.1.6 Konfigurierbarer Warnsummer

Der LD-250 hat einen konfigurierbaren Warnsummer. Konfigurieren Sie diesen Warnsummer für den Standort, an dem der AMR betrieben wird. Standardmäßig ertönt der Summer, wenn sich der AMR in eine andere Richtung als vorwärts bewegt.

Sie können den Summer auch so konfigurieren, dass er in anderen speziellen Situationen ertönt oder durchgängig aktiv ist, wenn sich der AMR bewegt. Der Summer verfügt nicht über eine Lautstärkeregelung. Stellen Sie daher sicher, dass er an allen Arbeitsplätzen zu hören ist, besonders dort, wo der Geräuschpegel hoch ist.

In MobilePlanner stehen die folgenden Konfigurationsparameter für den Warnsummer zur Verfügung:



CAUTION: PERSONAL INJURY RISK. Changing buzzer parameter values might make the AMR unsafe and affect compliance with safety standards. Refer to the applicable safety standards for your locale before you change any parameter values.

Table 2-1 Buzzer Parameters

Parameter	Default Setting
safetyBuzzerDisable_All	0 (Disabled)
safetyBuzzerDisable_Safedrive	0 (Disabled)
safetyBuzzerDisable_FwdMotion	1 (Enabled)
safetyBuzzerDisable_AllMotion	0 (Disabled)

3.4.1.7 Flottenmanagement

Wenn zwei oder mehr AMRs im selben Arbeitsbereich arbeiten, kann ein AMR möglicherweise einen anderen AMR nicht genau erkennen oder die Abmessungen des

anderen AMR nicht genau bestimmen. Das kann zu Kollisionen oder Stillständen führen, bei denen beide AMRs anhalten und Bediener eingreifen müssen.

Bei mehreren AMRs im selben Arbeitsbereich wird das Gerät EM2100 benötigt, das als Flottenmanager konfiguriert ist und auf dem die Software „Fleet Operations Workspace“ (FLOW) ausgeführt wird.

Unabhängig von der Art des Sicherheitslasers arbeitet ein einzelner AMR stets sicher und innerhalb seiner Spezifikationen. Auch bei einer Flotte mit verschiedenen AMRs der LD-Serie, die verschiedene Arten von Sicherheitslasern verwenden, arbeiten alle AMRs stets sicher und innerhalb ihrer Spezifikationen. Allerdings erbringt eine Flotte mit verschiedenen AMRs der LD-Serie, die über dieselbe Art von Sicherheitslaser verfügen, eine bessere Flottenleistung.

Der Flottenmanager steuert AMRs über ein drahtloses Netzwerk (WLAN) und verringert das Risiko von AMR-Kollisionen, indem er allen AMRs in der Flotte u. a. folgende Informationen zur Verfügung stellt:

- Dynamische X/Y-Position (Geschwindigkeit) und Fahrtrichtung des AMR.
- Größe des AMR (einschließlich Nutzlaststruktur).
- Informationen zur Wegstreckenplanung (die vorgesehene Route des einzelnen AMR).



CAUTION: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK
Improper path planning can result in personal injury or property damage.

Die AMRs lassen diese Daten in ihren Algorithmus zur Hindernisvermeidung einfließen.

WICHTIG: Der Flottenmanager ist keine Interlock-Methode zur Kollisionsvermeidung. Es liegt in Ihrer Verantwortung, bei Bedarf Interlock-Methoden zur Kollisionsvermeidung einzurichten.

Für betriebliche Redundanz und Ausfallsicherheit können Sie ein zweites EM2100 hinzufügen. Weitere Informationen finden Sie in der *Betriebsanleitung zur Software „Fleet Operations Workspace Core“*.

3.5 Umgebung

3.5.1.1 Allgemeine Umgebungsbedingungen

Stellen Sie sicher, dass die Betriebsumgebung des LD-250 für den LD-250 jederzeit sicher bleibt.



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK
An AMR can be unsafe if operated under environmental conditions other than those specified in this manual.

- **Umgebungsrisiken:** In Bereichen mit Umgebungsrisiken ist der Betrieb des LD-250 unsicher, z. B. bei steilen Neigungen (mehr als 1:12 oder 4,7° unbeladen), Docks oder Regalen. Richten Sie mechanische Barrieren ein, die der LD-250 mit seinem Laserscanner genau erkennen kann, sodass er von den Gefahrenstellen fernbleibt. Eine Barriere muss nicht nur leicht erkennbar, sondern auch stabil genug sein, einem komplett beladenen, mit maximaler Geschwindigkeit fahrenden AMR standzuhalten.
- **Sperrbereiche:** Sie können AMRs auch über Kartenfunktionen wie bevorzugte Wegstrecken und Sperrbereiche in ihrem zugewiesenen Arbeitsbereich halten. Weitere Informationen zur Kartenbearbeitung finden Sie in der *Betriebsanleitung zur Software „Fleet Operations Workspace Core“*.

Obwohl Sie wahlweise nur mechanische, nur logische oder beide Arten von Barrieren verwenden können, um AMRs in ihrem vorgesehenen Arbeitsbereich zu halten, empfiehlt OMRON, grundsätzlich immer mechanische Barrieren einzurichten, wenn die Gefahr von Schäden oder Verletzungen besteht.

3.5.1.2 Öffentlich zugängliche Bereiche

Der LD-250 ist für den Betrieb in industriellen Innenbereichen ausgelegt und darf nur dort eingesetzt werden, wo Sie potenzielle Risiken für Personal und Ausrüstung vorab berücksichtigen und verringern können.

OMRON hat den LD-250 nicht für den Einsatz in unkontrollierten Bereichen ohne Risikoanalyse vorgesehen, z. B. in Bereichen, die für die allgemeine Öffentlichkeit zugänglich sind. Wenn Sie den LD-250 in solchen Bereichen einsetzen möchten, sind zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen, die in diesem Handbuch nicht beschrieben werden. Wenden Sie sich zwecks Unterstützung an Ihren lokalen OMRON-Support.

3.5.1.3 Abstände während des Betriebs

Seitenabstände

Der LD-250 ist auf Umgebungen mit Türen, Durchgängen oder anderen beengten Bereichen ausgelegt, die so breit sind, dass der AMR sie durchqueren kann.

Es muss jedoch *auf beiden Seiten des AMR ausreichender Freiraum* (Seitenabstände) verbleiben, damit niemand an einer Wand oder einem anderen festen Objekt eingeklemmt werden kann. Beachten Sie die an Ihrem Standort geltenden betrieblichen Richtlinien für autonome Fahrzeuge und Roboter.

Ein AMR muss häufig in der Nähe von Maschinen, Förderbändern oder anderen festen Gegenständen manövrieren. In der Regel lassen betriebliche Richtlinien in solchen Fällen Ausnahmen von den geforderten Seitenabständen zu.

Weitere Informationen finden Sie unter *Seitenabstände* auf Seite 114 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B). Informationen zu den Software-Parametern, mit denen sich die

vorderen und seitlichen Abstände beim LD-250 einstellen lassen, finden Sie in der *Betriebsanleitung zur Software „Fleet Operations Workspace Core“*.

Abstände bei Drehungen

Der LD-250 fährt in der Regel vorwärts und kann keine Wegstrecken mit Rückwärtsbewegungen planen. Er fährt nur rückwärts, wenn Sie in MobilePlanner eine Makroaufgabe erstellen, die eine Rückwärtsbewegung erfordert. Andernfalls fährt der LD-250 nur zum Aufladen rückwärts in seine Dockingstation. Zur Richtungsänderung dreht sich der LD-250 um seinen Drehmittelpunkt (Drehung auf der Stelle). Wenn sich der LD-250 dreht, lösen Hindernisse auf seinem Weg jedoch keinen Vorfall im Sicherheitssystem aus.

Die Kreisleuchten blinken in einem ganz bestimmten Muster, wenn der LD-250 sich dreht. Weitere Informationen finden Sie unter *Lichtsignale der Kreisleuchten* auf Seite 127 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).



CAUTION: PERSONAL INJURY RISK

Personnel who work with or around the AMR should not stand close to the AMR when it is rotating with no forward motion.

Abstände beim Andocken

Richten Sie zwischen den Andockzielen und den eigentlichen Docks einen Freiraum von 1,5 m ein, damit der AMR beim Andocken ausreichend Platz hat, andere AMRs zu umgehen.

3.5.1.4 Hindernisse

Bevor ein AMR in einen stark frequentierten Bereich gelangt, müssen Sie geeignete Vorsichtsmaßnahmen ergreifen, um Personen zu warnen, die in dem betreffenden Bereich arbeiten:

- Der LD-250 umfasst aktive Warnfunktionen wie einen Warnsummer, synthetische Sprachausgabe und Warnleuchten.
- Am Kernmodul des LD-250 befinden sich benutzerdefinierbare Anschlüsse, über die Sie weitere Warnanzeigen mit der Nutzlaststruktur verbinden können. Weitere Informationen finden Sie unter *Lichtsignale der Kreisleuchten* auf Seite 127 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

Wenn in stark frequentierten Bereichen andere Fahrzeuge wie Gabelstapler oder autonome Maschinen fahren, sollten Sie die Betriebsparameter des AMR anpassen, um das Kollisionsrisiko zu verringern. Das ist auf folgende Weise möglich:

- Die Karte bearbeiten, um Objekte einzubeziehen, die den **lokalen** Betrieb des AMR einschränken, wie z. B. Bereiche mit eingeschränktem Zugang, Zonen mit langsamer Geschwindigkeit oder bevorzugte Wegstrecken.
- Die Betriebsparameter des AMR so einstellen, dass der **allgemeine** Betrieb eingeschränkt wird, z. B. Verringerung der maximalen Geschwindigkeit oder des minimalen Annäherungsabstands.

Weitere Informationen finden Sie in der *Betriebsanleitung zur Software „Fleet Operations Workspace Core“*.

3.6 Sicherheit beim Umgang mit der Batterie

Der LD-250 benötigt eine Lithium-Ionen-Batterie. Setzen Sie nur die von OMRON gelieferte Batterie mit der richtigen Modellnummer ein. Die FLOW-Software bestimmt, ob der Batterietyp für den LD-250 geeignet ist.

Seit dem 1. April 2016 erfordern die IATA-Vorschriften (UN 3480, PI 965), dass per Luftfracht beförderte Lithium-Ionen-Batterien höchstens zu 30 % aufgeladen sein dürfen. Laden Sie den Batterie sofort nach Erhalt vollständig auf, damit sie nicht komplett entlädt. (Sie erhalten die Batterie eventuell vollständig geladen, wenn sie nicht per Luftfracht befördert wurde.)



CAUTION: BATTERY DAMAGE RISK

Fully charge the battery immediately after delivery. Failing to do so might cause the battery to discharge below a usable state, requiring its replacement.

3.6.1.1 Sicherheitsmaßnahmen im Hinblick auf die Batterie

- Lagern Sie den Batterie aufrecht und innerhalb des folgenden Temperaturbereichs:
- Ein Monat: +5 bis 45 °C
- Ein Jahr: 20 bis 25 °C
- Batterien, die bei Temperaturen über 54 °C oder unter –6 °C gelagert wurden, müssen sich vor Gebrauch eine Stunde oder länger stabilisieren, bis sie die Nennbetriebstemperatur erreichen.
- Halten Sie die Batterie von Wasser fern. Wenn die Batterie undicht ist, tauchen Sie sie ganz in Mineralöl ein und wenden Sie sich an Ihren lokalen OMRON-Support.
- Verwenden Sie im Brandfall einen Feuerlöscher des Typs ABC oder BC mit Schaum, Trockenchemikalien oder CO₂.

3.6.1.2 Batteriewartung

Alle sechs Monate:

- Überprüfen Sie die Batterie auf Beschädigung und undichte Stellen.
- Schließen Sie die Batterie an ein Ladegerät an und warten Sie, bis alle Zellen vollständig ausgeglichen sind.

3.7 Modifikationen am LD-250

OMRON ist sich bewusst, dass Kunden oder Integratoren Änderungen am LD-250 vornehmen, um ihn an eine bestimmte Anwendung anzupassen. Bei solchen Anpassungen ist Folgendes zu beachten:

- Schließen Sie über den Bedienoberflächenanschluss am Kernmodul des LD-250 geeignete Sicherheitsvorrichtungen an, die die integrierten Sicherheitssysteme des LD-250 ergänzen.
- Die Modifikation darf nicht zu gefährlichen scharfen Kanten, Ecken oder Vorsprüngen führen und nicht über die Abmessungen des LD-250 hinausreichen. (Das kann sich auf die Sicherheitszonen auswirken.)
 - Wenn die Nutzlast über die Abmessungen des Roboters hinausreicht, müssen Sie die konfigurierte Größe des Roboters unter „Roboterkonfiguration > Roboter physisch > Allgemein“ anpassen.
 - Zusätzlich müssen Sie die Sicherheitszonen des OS32C-Lasers mithilfe der Konfigurationssoftware OS32C-EX und einer direkten Verbindung zwischen einem PC und dem Laser erweitern.
- Der Funktionsumfang darf nicht eingeschränkt werden.
- Alle Sicherheitsmerkmale (wie Laser und Bremsen) müssen funktionstüchtig sein und innerhalb der Spezifikationen funktionieren, die vor Ort geltende Normen für den AMR vorschreiben.

3.8 Zusätzliche Sicherheitshinweise

Bei Ihrem lokalen OMRON-Support erhalten Sie weitere Informationsquellen mit Sicherheitshinweisen:

3.8.1.1 Sicherheitshandbuch für mobile LD-Roboter

Das *Sicherheitshandbuch für mobile LD-Roboter* wird mit dem LD-250 geliefert und enthält detaillierte Informationen zum sicheren Betrieb des LD-250. Es enthält auch Verweise auf Informationen zu relevanten Normen.

3.9 Entsorgung



Dispose of in accordance with applicable regulations.

Kunden können durch die ordnungsgemäße Entsorgung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten (WEEE) dazu beitragen, Ressourcen zu schonen und die Umwelt weniger zu belasten. Alle elektrischen und elektronischen Produkte müssen getrennt vom Hausmüll über die dafür vorgesehenen Sammelstellen entsorgt werden. Informationen zur Entsorgung Ihrer alten Geräte erhalten Sie von Ihrem OMRON-Support vor Ort.

3.10 Risikobeurteilung

Gemäß den Sicherheitsnormen in vielen Ländern müssen geeignete Sicherheitsvorrichtungen als Teil des Systems installiert werden. Die Sicherheitsvorkehrungen müssen alle geltenden lokalen und nationalen Normen

für den Standort erfüllen, an dem der AMR installiert ist.

Wir haben für AMRs von OMRON eine Risikobeurteilung durchgeführt, die auf den beabsichtigten Anwendungen des AMR beruht. Die Befunde sind in diesem Abschnitt zusammengefasst.

3.10.1.1 Sicherheit beim Aufenthalt in der Nähe des AMR

Die von OMRON durchgeführte Risikobeurteilung zeigt, dass die Gefahren beim Aufenthalt in der Nähe des AMR minimal sind. Diese Gefahren hängen jedoch in hohem Maße von der Aufmerksamkeit und der Schulung der Mitarbeiter im Bereich des AMR ab. Neben den gängigen vernünftigen Verhaltensweisen sollten die folgenden Punkte beachtet und eingehalten werden, um auch die minimalen Gefahren beim Aufenthalt in der Nähe des AMR zu vermeiden.

- Fahren Sie nicht auf dem AMR mit. Wenn Sie auf dem AMR mitfahren oder sich längere Zeit in der Nähe des AMR aufhalten (bei eingeschaltetem Gerät oder während des Ladevorgangs), setzen Sie sich den vom AMR erzeugten Magnetfeldern aus.
- Wenn sich der AMR um die eigene Achse dreht und dabei nicht vorwärtsfährt, müssen die Mitarbeiter dem AMR fernbleiben.

3.10.1.2 Schweregrad der Verletzung

Der Schweregrad möglicher Verletzungen hängt von der Art der Nutzlast und der Einbindung der Nutzlast in den AMR ab. Der Schweregrad einer Verletzung nimmt mit der Masse der Nutzlast zu. Befolgen Sie alle Sicherheitsvorschriften für industrielle Verfahren;

tragen Sie beispielsweise im Umfeld des AMR Schuhe mit Stahlkappen. Treffen Sie je nach Konfiguration des AMR zusätzliche Schutzmaßnahmen, um die Unfallgefahr zu verringern; bringen Sie beispielsweise Seitenlaser am AMR an.

3.10.1.3 Hindernisvermeidung

Der AMR umgeht Hindernisse, es sei denn, die Sicherheitssysteme wurden modifiziert oder absichtlich außer Kraft gesetzt. Zur Hindernisvermeidung verfügt der AMR über einen Zweikanal-Sicherheitslaser.

WICHTIG: Der AMR beachtet Schutzfelder des Sicherheits- und Navigationslasers nur, wenn der LD-250 schneller als 225 mm/s fährt. Unterhalb dieser Geschwindigkeit erkennt und vermeidet der AMR Hindernisse weiterhin anhand von Scannerdaten.

WICHTIG: Wenn das Programmierhandgerät an den AMR angeschlossen ist, muss der Bediener jederzeit die Kontrolle über das Programmierhandgerät und den AMR behalten.

Weiterhin sind Seitenlaser (Standard beim LD Platform Cart Transporter und optional bei der LD Platform OEM), Stoßfänger und SONAR bei der LD Platform OEM sowie hintere Sensoren beim LD-250 verfügbar, um Kollisionen des AMR mit Objekten und Personen zu vermeiden.

Der LD-250, die LD Platform OEM und der LD Platform Cart Transporter sind vollautonome AMRs, die nach ihrer Konfiguration in industriellen Umgebungen im Umfeld von Menschen arbeiten, ohne dass Eingriffe notwendig sind.

Risiken beim Einsatz des AMR in der Branche lassen sich mit wenigen grundlegenden Maßnahmen vermeiden.

- Nur geschulte Mitarbeiter, die die Funktionsweise eines AMR verstehen, dürfen sich in der Nähe des AMR aufhalten.
- Akustische und visuelle Warnsignale sind in den AMR integriert. Ändern Sie diese nur, wenn es erforderlich ist.
- Nach Abschluss der Risikobeurteilung können nach Bedarf weitere Sicherheitsmaßnahmen vom Integrator umgesetzt werden.

3.10.1.4 Verhalten des Sicherheitssystems

Das Standardsteuerungssystem ist vollständig vor allen EMI-Einflüssen geschützt. Zudem überwacht und steuert die Software alle sicherheitsrelevanten Funktionen mit doppelter Redundanz, damit die Sicherheit gewährleistet ist.

3.11 Erfüllte EHSR

Der mobile Roboter LD-250 erfüllt als teilweise fertiggestellte Maschine die folgenden grundlegenden Anforderungen der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG:

Erfüllte EHSR gemäß ANHANG I der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

EHSR, Anhang I	Titel
1.1.1	Allgemeines – Begriffsbestimmungen
1.1.2	Grundsätze für die Integration der Sicherheit
1.1.3	Materialien und Produkte
1.1.5	Konstruktion der Maschine im Hinblick auf die Handhabung
1.2	Steuerungen und Befehlseinrichtungen
1.3.2	Bruchrisiko beim Betrieb
1.3.4	Risiken durch Oberflächen, Kanten und Ecken
1.5.1	Risiken durch sonstige Gefährdungen – Elektrische Energieversorgung
1.5.2	Risiken durch sonstige Gefährdungen – Statische Elektrizität
1.5.4	Risiken durch sonstige Gefährdungen – Montagefehler
1.5.5	Risiken durch sonstige Gefährdungen – Extreme Temperaturen
1.5.10	Risiken durch sonstige Gefährdungen – Strahlung
1.5.11	Risiken durch sonstige Gefährdungen – Strahlung von außen
1.5.12	Risiken durch sonstige Gefährdungen – Laserstrahlung
1.6.1	Wartung der Maschine

3.12 PL und PFH

Das Performance Level (PL) der Sicherheitsfunktionen der mobilen OMRON-Roboter wurde auf Basis der Norm ISO 13849 berechnet. Die PL-Berechnung wurde für die LD-Modelle einschließlich des mitgelieferten Programmierhandgeräts durchgeführt.

Ausgehend von den Anforderungen der Norm EN 1525 werden für die folgenden Sicherheitsfunktionen die erreichte PL und die Wahrscheinlichkeit gefährlicher Ausfälle pro Stunde (Probability of Dangerous Failure per Hour, PFH) mithilfe von SISTEMA gemäß ISO 13849-1 berechnet:

No.	LD-250 Function	PL Achieved	PFH [1/h]
1	ESTOP Logic - Speed Control. Forward and reverse control.	e	3.9E-8
2	Charge Contact Shutoff Circuit	c	1.1E-6
3	ESTOP Logic - Emergency Stop (E-Stop buttons)	e	2.9E-8
4	ESTOP Logic - User Emergency Stop (ESTOP)*	e	3.6E-8
*The ESTOP pins on the User Interface connector are provided for use with a user-supplied external E-Stop. The user is responsible for calculating the overall PL and PFH, inclusive of user-supplied components, and performing a final risk assessment.			
5	LIDAR Velocity-Based Field Zone (Object Detection)	d	1.2E-7
6	ESTOP Logic - Manual (Joystick) Override	e	5.8E-8

3.13 Betriebliche Überlegungen zum Not-Halt

Wenn die Not-Halt-Funktion über den externen Anschluss (oder das Bedienfeld) für weniger als 250 ms aktiviert wird und Sie die Taste dann bereits wieder loslassen, werden die Antriebsmotoren gleich wieder aktiviert, da das Kernmodul des LD-250 darauf ausgelegt ist, für mindestens 250 ms ein durchgehendes Not-Halt-Signal zu empfangen. Signale, die in weniger als 250 ms aktiviert und wieder deaktiviert werden, werden vom Kernmodul des LD-250 als Einwirkung auf den Stoßfänger interpretiert, sodass die Motoren automatisch wieder eingeschaltet werden.

Kein Signal entlang der Not-Halt-Kette kann dazu führen, dass der Roboter seinen Betrieb wiederaufnimmt, solange die Not-Halt-Taste aktiviert bleibt. Wenn Sie also den AMR in einem Not-Halt-Zustand halten möchten, muss die Not-Halt-Funktion durchgehend aktiviert bleiben.



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK
If you are using a user-supplied E-Stop, you must run the Safety



Commissioning to verify that the E-Stop functions properly before returning an AMR to service.

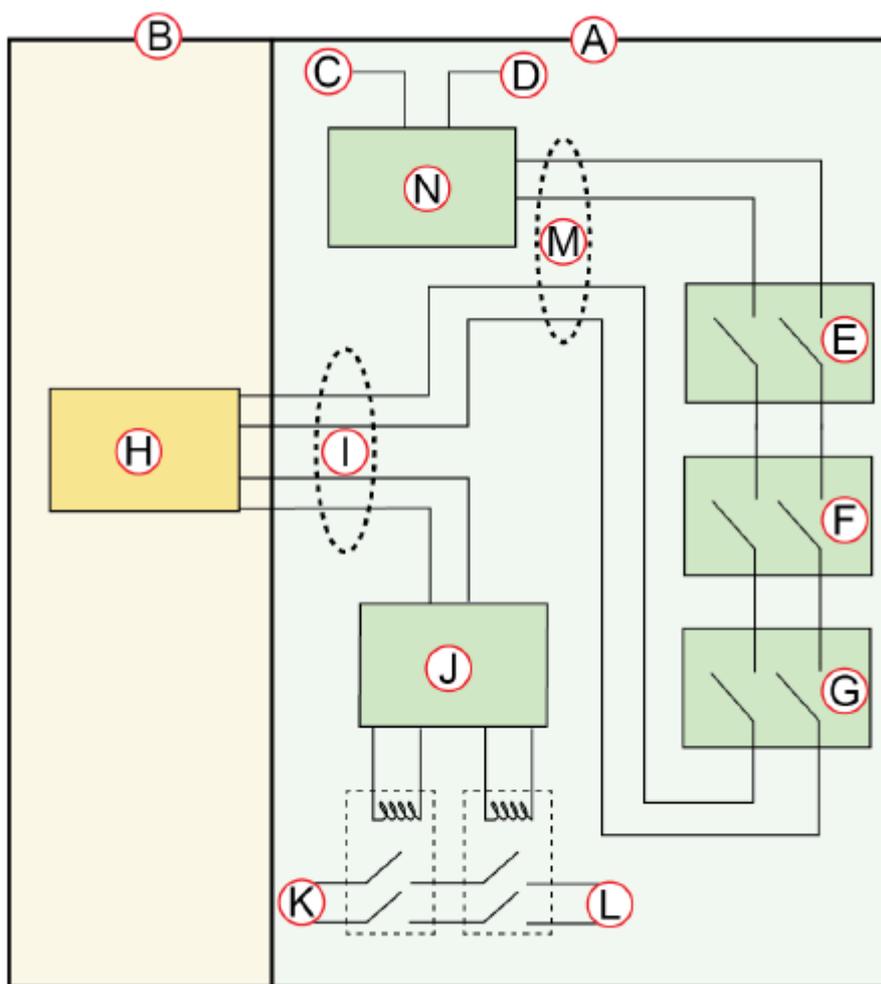


Abbildung 2: Not-Halt-Schaltkreis

Callout	Description	Callout	Description
A	Standard Circuits	H	User E-STOP ^a
B	User-Supplied Circuits	I	User Interface Connector
C	E-STOP Source	J	E-STOP Relay Control Logic
D	Ground	K	Voltage of the Battery
E	Operator Panel E-STOP	L	High Power to Amplifiers
F	Right E-STOP (LD-250 only)	M	HMI Connector
G	Left E-STOP (LD-250 only)	N	Factory E-STOP

^a Close with a jumper if unused. Both channels must open independently when used.

Function #	LD -250 Safety Function	PL	Cat	PFHd
SF0	ESTOP Logic - Emergency Stop	e	3	2.9E-8
SF1	LIDAR Velocity-Based Field Zone (Object Detection)	d	3	1.2E-7
SF2	ESTOP Logic - User ESTOP	e	3	3.6E-8
SF3	ESTOP Logic - Speed control. Forward and reverse control.	e	3	3.9E-8
SF4	ESTOP Logic - Manual (Joystick) Override	e	3	5.8E-8

4 Sensoren

4.1 Laser

Der LD-250 nutzt einen integrierten Laser für Navigation und Sicherheit. Ein zweiter Boden-Frontlaser erkennt Hindernisse, die für den Hauptlaser zu nah am Boden sind. Wahlweise ist auch ein nach hinten gerichteter Laser erhältlich.

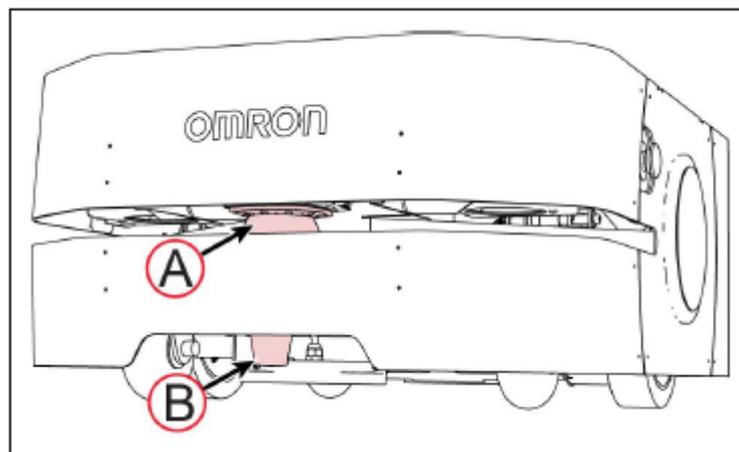


Abbildung 3: Laser des LD-250

Callout	Laser
A	Safety and navigation (primary) laser.
B	Low (toe) laser.

4.1.1 Sicherheits-Laserscanner

Beim Sicherheits-Laserscanner des LD-250 [Abbildung 3 (A)] handelt es sich um das Model OMRON OS32C, einen präzisen Scan- und Navigationssensor mit folgenden Eigenschaften:

- Einfache horizontale Ebene, parallel zum Boden in einer Höhe von 190 mm.
- 601 Strahlmesswerte in einem 240°-Sichtfeld (0,4 Grad pro Strahl)
- Maximaler Schutzbereich von 3 m
- Typische Entfernung für Messbereichswerte von 15 m

4.1.2 Einschränkungen des Laserbetriebs

Der Laser kann Glas, Spiegel und andere stark reflektierende Objekte nicht zuverlässig erkennen. Gehen Sie sorgsam vor, wenn Sie den LD-250 in Bereichen mit solchen Objekten einsetzen. Wenn sich der LD-250 in der Nähe reflektierender Objekte bewegen muss, empfiehlt OMRON, die Objekte mehrfach zu markieren, z. B. mit Klebeband oder farbigen

Streifen. Richten Sie zudem Sperrbereiche in der Karte des Arbeitsbereichs ein, damit der LD-250 Wegstrecken planen kann, die um diese Objekte herumführen.

4.1.3 Boden-Frontlaser

Der Boden-Frontlaser [Abbildung 3 (B)] erkennt Hindernisse unterhalb der Abtastebene des Sicherheitslasers, z. B. eine leere Palette oder den Fuß einer Person. Dieser Laser erkennt auch Hindernisse, die an ihrer Basis deutlich breiter sein können, beispielsweise ein Säulensockel, während der Haupt-Sicherheitslaser eventuell nur den oberen Teil der Säule erkennt.

4.2 Hinterer Sensor

Der LD-250 ist mit einem nach hinten gerichteten Sensor ausgestattet, der Hindernisse erkennt, die sich dicht hinter dem Roboter befinden, z. B. Personen, die hinter den LD-250 treten. Der Sensor erkennt auch Hindernisse, auf die der AMR beim Rückwärtsfahren oder Drehen stoßen könnte.

Der hintere Sensor des LD-250 besteht aus einer Anordnung individueller Time-of-Flight-Sensoren (Flugzeitsensoren) an drei Segmenten (rechts, links und Mitte), wie unten dargestellt.

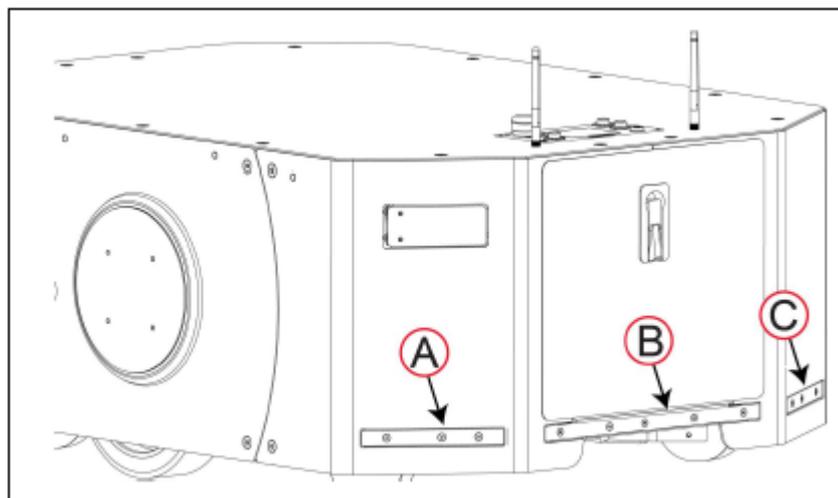


Abbildung 4: Linkes (A), mittleres (B) und rechtes (C) Segment des hinteren Sensors

Diese Sensoren sind nicht sicherheitsgeprüft. Wenn der Sensor ein Hindernis erkennt, hält der AMR an, wartet zwei Sekunden und nimmt den Betrieb dann unter folgenden Bedingungen wieder auf:

- Das Objekt, das der AMR ursprünglich erkannt hat, wird vom hinteren Sensor oder von ergänzenden Lasern nicht mehr erkannt.
- Der AMR-Hauptlaser erkennt keine anderen Hindernisse, sodass der AMR sicher manövrieren kann.

Informationen zur Reinigung des hinteren Sensors finden Sie unter *Hinteren Sensor reinigen* auf Seite 157 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

4.2.1 Überlegungen zum Betrieb des hinteren Sensors

Die folgende Abbildung ist eine Draufsicht mit den ungefähren Positionen der Sensorfelder (nicht maßstabsgetreu). Wie aus der Abbildung hervorgeht, gibt es links und rechts neben dem AMR tote Winkel, die die Sensoren nicht erfassen.



WARNING: PERSONAL INJURY RISK

To prevent the risk of a person approaching too close to a moving AMR, follow the operational guidelines in this section.

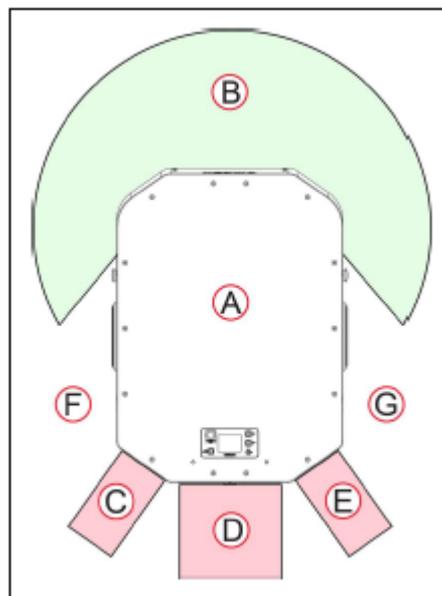


Abbildung 5: Sichtfelder der Sensoren (Näherungswerte)

Callout	Description	Callout	Description
A	LD-250 top view	E	Right rear sensor
B	Safety and navigation laser 240-degree field of view.	F	Left potential blind spot
C	Left rear sensor	G	Right potential blind spot
D	Center rear sensor		

Es ist unwahrscheinlich, dass ein AMR aufgrund dieser toten Winkel mit einer Person kollidiert. Zudem bezieht der AMR niemals autonome Rückwärtsfahrten in seine Wegstreckenplanung mit ein. Unter bestimmten Umständen kann der AMR jedoch angewiesen werden, sich rückwärts zu bewegen, und es ist möglich, dass sich eine Person oder ein Objekt in den toten Winkel des Sensors bewegt, ohne vom AMR erkannt zu werden.

Der AMR bewegt sich bei solchen Manövern mit geringer Geschwindigkeit (225 mm/s), aber ein AMR mitsamt Nutzlast hat ein beträchtliches Gewicht und kann eine Person umstoßen. Wenn Ihre AMRs in einem Arbeitsbereich betrieben werden, in dem auch Personen anwesend sind, informieren und schulen Sie diese Personen, damit sie:

- über die möglichen Bewegungsrichtungen eines AMR vollständig Bescheid wissen, z. B. dass er rückwärtsfahren und sich auf der Stelle drehen kann.
- wissen, dass sie sich nicht in unmittelbarer Nähe eines in Betrieb befindlichen AMR aufhalten und sich nicht in sein unmittelbares Umfeld begeben dürfen.
- die Bedeutung des Warnsummers verstehen.
- keine Hindernisse an Orten abstellen dürfen, wo der AMR sie möglicherweise nicht erkennt.

Befolgen Sie die Empfehlungen in den folgenden Abschnitten, um das Unfallrisiko zu mindern.

4.2.2 Warnsummer beim Rückwärtsfahren oder Drehen

Konfigurieren Sie den Warnsummer so, dass er zumindest dann ertönt, wenn der AMR in die Dockingstation manövriert oder aufgrund eines Befehls rückwärtsfährt. (Der AMR fährt nicht autonom rückwärts.)

4.2.3 Zum Aufladen andocken

Beim Andocken fährt der AMR rückwärts in die Dockingstation. Die hinteren Sensoren sind bei diesem Manöver inaktiv.

Markieren Sie die Bodenfläche im Umkreis der Dockingstationen gut sichtbar als Bereiche, die nicht betreten werden dürfen, z. B. mit gelben Streifen auf dem Boden. Weisen Sie alle AMR-Bediener an, diese Bereiche nicht zu betreten, wenn sich ein AMR der Dockingstation nähert.

4.2.4 Die Befehle „Move“ oder „GoToStraight“ in MobilePlanner

Ein **Move**-Befehl kann dazu führen, dass der AMR rückwärtsfährt, wenn Sie einen negativen Wert angeben. Wenn der AMR rückwärtsfährt, ist der hintere Sensor in Betrieb. Eventuell müssen Sie den Wert des Parameters **FrontClearance** anpassen, um einen Sicherheitsabstand hinzuzufügen.

Der Standardabstand beträgt 200 mm. Sie können diesen Wert verringern, wenn der AMR näher an ein Objekt heranfahren soll. Bei Rückwärtsfahrten jedoch erhöhen niedrigere Werte des Parameters „FrontClearance“ das Risiko einer Kollision mit Personen oder Objekten, die sich eventuell in die Wegstrecke des AMR bewegen.

Auf ähnliche Weise kann der Befehl **GotoStraight** dazu führen, dass der AMR rückwärts zu einem bestimmten Ziel fährt, wenn das Ziel der Fahrtrichtung des AMR entgegengesetzt ist. Bei Bewegungen aufgrund eines **GotoStraight**-Befehls ist der hintere Sensor aktiv, und Sie sollten in Betracht ziehen, den Wert des Parameters **FrontClearance** anzupassen.

Zum Parameter **GoToStraight** gehört das Attribut **FailSeconds**, mit dem Sie den AMR für X Sekunden warten lassen können, damit sich das Hindernis weiterbewegen kann. Wenn das Hindernis nach der verstrichenen Zeit nicht mehr erkannt wird, fährt der AMR entweder weiter oder bricht die Aktion ab, je nach dem Wert anderer **GoToStraight**-Attribute.

4.2.5 Manueller Betrieb



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK

When driving the AMR either with the joystick or remotely from a computer it is your responsibility to make sure that no people or objects are in the immediate vicinity of the moving AMR. You must be able to see the AMR and its operating environment at all times.

Sie können den AMR mit einem angeschlossenen Programmierhandgerät oder per Fernzugriff über MobilePlanner (Teleoperation) manuell betreiben. Bedenken Sie folgende Punkte:

- **Betrieb mit Programmierhandgerät:** Bei manuellen Fahrten mit dem Programmierhandgerät (siehe *Betrieb mit dem Programmierhandgerät* auf Seite 139 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B) ist der hintere Sensor nicht in Betrieb. Seien Sie daher vorsichtig, wenn Sie den AMR rückwärtsfahren lassen. Die Schutzfelder des Sicherheits-Laserscanners sind beim manuellen Betrieb mit dem Programmierhandgerät weiterhin aktiv. Beachten Sie, dass der nach vorne gerichtete Laserscanner in der Software weiterhin aktiv ist, jedoch kein Hardware-Schutzfeld verwendet, wenn der Roboter rückwärtsfährt. Aus diesem Grunde darf der Roboter rückwärts nicht schneller als 225 mm/s fahren.
- **Ferngesteuerte Bedienung:** Wenn Sie den AMR über MobilePlanner fernsteuern (entweder über das virtuelle Programmierhandgerät auf dem Bildschirm oder über die Computertastatur), ist der hintere Sensor normal in Betrieb.

WICHTIG: Wenn Sie beim Betrieb über die Computertastatur die Rückwärtstaste gedrückt halten, versucht der AMR durchgehend, rückwärtszufahren. Das kann zur Folge haben, dass er rückwärts gegen eine Person oder ein Hindernis fährt. Steuern Sie den Roboter dementsprechend nur dann über die Tastatur oder die MobilePlanner-Schnittstelle, wenn Sie sich direkt beim Robotersystem befinden und das Umfeld im Überblick haben.

4.2.6 Überstehende Nutzlast

Wenn Ihre Nutzlast die Standardmaße des LD-250 überschreitet, müssen Sie mehrere Anpassungen an den AMR-Betriebsparametern vornehmen, um weiterhin den sicheren Betrieb zu gewährleisten. Siehe *Nutzlastabmessungen und -aufbau* auf Seite 80 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B) und insbesondere *Überhängende Nutzlasten und der AMR-Schwenkradius* auf Seite 194 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

4.3 Weitere Sensoren

4.3.1 Messgeber und Gyroskop

Jeder Motor verfügt über zwei redundante Rad-Messgeber, mit denen sich die AMR-Geschwindigkeit präzise einschätzen lässt. Das Navigationssystem des LD-250 erhält von den Rad-Messgebern Odometriedaten (Angaben dazu, wie weit und in welche Richtung sich jedes Rad bewegt hat). Zudem umfasst das Kernmodul des LD-250 ein internes Gyroskop, das die Drehgeschwindigkeit des LD-250 nachverfolgt.

4.3.2 Hinterer Sensor

Auf der Rückseite des LD-250 ist eine Anordnung von Time-of-Flight-Infrarotsensoren (ToF) montiert. Diese Sensoren dienen der Erkennung von Hindernissen beim Rückwärtsfahren oder von Hindernissen, die sich in die Nähe des LD-250 bewegen.

Über einen Anschluss für benutzerseitig bereitgestellte Stoßfänger können Sie der Nutzlaststruktur Ihre eigenen Stoßfänger hinzufügen. An der hinteren oberen Verkleidung des LD-250-Kernmoduls (in der Nutzlastbucht) befinden sich Anschlüsse für Sensoren vorne links, Mitte und rechts sowie für Sensoren hinten rechts, Mitte und links. Siehe *Vom Benutzer bereitgestellter Stoßfänger* auf Seite 105 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

WICHTIG: Der Anschluss für benutzerseitig bereitgestellte Stoßfänger ist nicht sicherheitsgeprüft. Diese Stoßfänger halten den Roboter zwar an, verfügen jedoch nicht über redundante Signale und sollten nicht als Teil eines gemäß PL=d eingestuften Sicherheitssystems verwendet werden. Stoßfänger dieser Art sollten lediglich als Schutz für Ihre Ausrüstung betrachtet werden.

5 Nutzlaststrukturen

Eine Nutzlaststruktur ist jede mechanische Ausrüstung, die Sie zwecks Durchführung einer Aufgabe am LD-250 befestigen. Dies können einfache Regale zur Aufnahme von Teilebehältern oder ein komplexer Roboterarm sein. In manchen Fällen entwirft und baut OMRON eine benutzerdefinierte Nutzlaststruktur für eine bestimmte Anwendung. In den meisten Fällen gestalten und montieren OMRON-Kunden oder Integratoren jedoch ihre eigene Nutzlaststruktur.

Der LD-250 übernimmt die Mobilität und die Navigation für die Nutzlaststruktur. Er bietet außerdem die Anschlüsse für Strom und Datensignale, die für den Betrieb einer Nutzlaststruktur erforderlich sind. In diesem Kapitel werden Überlegungen und Anforderungen beschrieben, die bei der Konstruktion einer Nutzlaststruktur für den LD-250 zu berücksichtigen sind.

5.1 Sicherheit

5.1.1 Warnschild

Im Lieferumfang jedes LD-250 ist ein Schild „Mitfahren verboten“ enthalten. Sie müssen das Schild an einem gut sichtbaren Ort an der Nutzlast anbringen, sodass jeder Bediener es sehen kann. Ab Werk werden weitere Warnschilder angebracht.



5.1.2 Warnleuchten

Der AMR sollte über Warnleuchten verfügen, die für die jeweilige Anwendung geeignet sind.



CAUTION: To comply with CE requirements, an AMR must have a readily-visible warning device, such as a flashing light (user-supplied) to indicate when it is either ready to move or is moving.

Der LD-250 umfasst Folgendes:

- Farbige Kreisleuchten auf jeder Seite, die visuell Auskunft über den Status des AMR und bevorstehende Bewegungen geben. Siehe: *Kreisleuchten* auf Seite 109 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

- Vorrichtung für eine zusätzliche Warnleuchte am Kernmodul des LD-250 (Anschluss für die Signalsäule, beschrieben in *LD-250-Kernmodul, hintere obere Steckverbinder* auf Seite 100 der Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B). Über diesen Steckverbinder lässt sich eine Warnleuchte an besser sichtbarer Stelle anbringen, was für AMRs mit höheren Nutzlasten angemessen sein kann.

5.1.3 Warnsummer

Am Kernmodul des LD-250 befindet sich ein Ausgang zur Steuerung eines Warnsummers als akustisches Warngerät. Der Summer ertönt standardmäßig, wenn der AMR rückwärtsfährt oder wenn die Sicherheitssysteme ausgeschaltet sind.

Sie können den Betrieb des Summers konfigurieren, sodass er beispielsweise immer dann ein Warnsignal ausgibt, wenn der AMR sich bewegt.

5.2 Weitere Überlegungen

5.2.1 Leistung

Bei der Gestaltung einer Nutzlaststruktur sind die folgenden Leistungsfaktoren zu berücksichtigen:

- Größe, Gewicht und Schwerpunkt der Nutzlaststruktur
- Strombedarf für alle elektrischen Geräte der Nutzlast
- Wartungsfreundlichkeit und Wartungsanforderungen

Die Gewichtszunahme des LD-250 wirkt sich in der Regel weniger auf die Batterielaufzeit als auf die Erhöhung des Stromverbrauchs aus.

Der Betrieb des AMR auf weichen Flächen (z. B. Teppichen) verkürzt die Batterielaufzeit im Vergleich zum Einsatz auf harten Flächen erheblich.

5.2.2 Gewichtsbeschränkungen

Das Gesamtbetriebsgewicht des AMR muss den Spezifikationen für die Nutzlast und für transportierte Gegenstände entsprechen.



DANGER: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK

The end-user of the AMR must perform a risk assessment to identify and mitigate any additional personal and property damage hazards caused by the payload.

Berücksichtigen Sie bei der Gestaltung und Anbringung Ihrer Nutzlast folgende Punkte. Möglicherweise müssen Sie die Werte für die Notbremsung anpassen, damit die Nutzlast nicht umkippt. Beachten Sie, dass sich die Verringerung der Notbremswerte auf den Bremsweg des AMR auswirkt und daher die Schutzfelder des Sicherheits-Laserscanners eventuell vergrößert werden müssen, um diesen zusätzlichen Bremsweg einzubeziehen.

- Wenn Sie den LD-250 auf dem empfohlenen harten, ebenen Untergrund betreiben, wirkt sich eine zusätzliche Nutzlastmasse nur minimal auf die Batterielaufzeit und auf die Betriebsdauer zwischen den Ladevorgängen aus.
- Berücksichtigen Sie bei einer hohen Nutzlast, die zudem ein erhebliches Gewicht hat, die Auswirkungen auf den Schwerpunkt des AMR.
- Wenn der AMR Behälter mit Flüssigkeiten transportiert, berücksichtigen Sie, welche Auswirkungen die Bewegungen der Flüssigkeit auf die Stabilität des AMR haben.
- Wenn die Nutzlast des AMR überhängt oder sich dynamisch nach außen erstreckt (z. B. ein Roboterarm), wirkt sich dies stärker auf den Schwerpunkt aus. Das ist besonders von Bedeutung, wenn mit der Nutzlast auch Objekte befördert werden, die zusätzliche Masse bedeuten.
- Im Vergleich zur Plattform allein kann der AMR dadurch bei geringeren Geschwindigkeiten eher instabil werden.

HINWEIS: Das Gesamtgewicht der Nutzlaststruktur und der damit beförderten Teile darf die Nennkapazität des LD-250 nicht überschreiten. Siehe *Technische Daten* auf Seite 191 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

5.2.3 Energieverbrauch

Alle elektrischen Geräte in der Nutzlaststruktur, die viel Energie verbrauchen, verkürzen die Laufzeit des AMR spürbar.

Minimieren Sie den Stromverbrauch, wo immer möglich. Der Batterie hat eine Nennkapazität von 1.840 Wh (1,84 kWh). Beispiele für energieverbrauchende Nutzlaststrukturen sind Roboterarme oder eine motorisierte Förderanlage.

5.2.4 Leistungsgrenzen

In den Tabellen der folgenden Abschnitte sind die verfügbaren Stromkreise und die Ausgangsleistung aufgeführt:

- *Hilfsstrom* auf Seite 105 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B)
- *Vom Benutzer bereitgestellte Stromversorgung* auf Seite 105 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B)
- *Stromanschlüsse* auf Seite 101 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B)

OMRON empfiehlt die Verwendung externer Strombegrenzer, um eine Überlastung durch kurzfristige Stromspitzen zu vermeiden. Die Grenzwerte sind:

- Bei den 5-VDC-, 12-VDC- und 20-VDC-Anschlüssen beträgt der maximale Einschaltspitzenstrom 2 A.
- Bei Battery_Out_1 und Battery_Out_2 beträgt der maximale Einschaltspitzenstrom 10 A.
- Bei Battery_Out_3_and_4 beträgt der maximale Einschaltspitzenstrom 20 A.

Kurzzeitige Stromspitzen über diesen Schwellenwerten aktivieren den Strombegrenzungsschutz und führen zu einem Leistungsverlust am Steckverbinder.

Zeitgleiche Einschaltlasten können den Überstromschutz an der Batterie auslösen. Die maximal zulässige Dauer eines Überstroms beträgt:

Overcurrent Level	Overload Duration
40 A	8 sec
64 A	250 ms
96 A	250 us

5.2.5 Zugang zur Nutzlastbucht

Die Nutzlastbucht ist der Bereich zwischen dem LD-250 und der Nutzlaststruktur. Hier haben Sie Zugriff auf die Strom- und E/A-Steckverbinder des LD-250-Kernmoduls sowie auf mechanische Befestigungen zur Sicherung der Nutzlast am LD-250.

Berücksichtigen Sie Folgendes bei der Gestaltung Ihrer Nutzlaststruktur:

- Ermöglichen Sie den Zugang zur Nutzlastbucht zu Wartungszwecken.
- Wenn die Nutzlaststruktur klein und leicht genug ist, kann sie vom LD-250 heruntergehoben bzw. gelöst und auf den Lastbalken verschoben werden, um Zugang zur Nutzlastbucht zu erhalten.
- Achten Sie immer darauf, keine Kabel zwischen der Nutzlaststruktur und dem LD-250 zu beschädigen. Sorgen Sie für ausreichenden Durchhang bei allen Kabeln oder beziehen Sie Steckverbinder mit ein.
- Kennzeichnen Sie alle Kabel, damit sie korrekt wieder angeschlossen werden können.
- Bei einer größeren, schwereren Nutzlaststruktur ist möglicherweise ein Scharnier erforderlich, sodass Sie die Nutzlaststruktur beim Zugriff auf die Nutzlastbucht zur Seite kippen können.

5.2.6 Nutzlastabmessungen und -aufbau

5.2.6.1 Vermeiden Sie hervorstehende oder überhängende Teile

Ihre Nutzlaststruktur sollte nicht überhängen oder über die äußeren Abmessungen der Nutzlastbucht hinausragen. Andernfalls könnten sich Teile der Struktur außerhalb des Bereichs des Sicherheitslasers befinden.

Wenn Sie eine überhängende Nutzlast konstruieren, sind möglicherweise auch folgende Schritte erforderlich:

- Die Größe der Sicherheitszonen des Hauptlasers ändern. Siehe:
 - Laser auf Seite 133 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).
 - Die Sicherheitszonen ändern auf Seite 197 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

- Die Sicherheitsinbetriebnahme wiederholen. Siehe: Inbetriebnahme des Not-Halts auf Seite 177 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).
- Die Parameter unter „Roboter physisch > Allgemein“ ändern, um AMR-Breite, **LengthFront**, **LengthRear** und möglicherweise den Radius anzupassen.

Diese Änderungen gewährleisten, dass bei der Wegstreckenplanung und Hindernisvermeidung die richtigen AMR-Maße zugrunde gelegt werden.

- Den Wert des Parameters **AbsoluteMaxRotVel** so ändern, dass bei der Drehung kein Teil des AMR schneller ist als 300 mm/s. Siehe „Überhängende Nutzlasten und der AMR-Schwenkradius“ auf Seite 194 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

Seitenlaser sind nur dann nützlich, wenn der Überhang dazu führen könnte, dass der AMR auf Hindernisse trifft, die für den Haupt-Laserscanner oder den Boden-Frontlaser nicht erkennbar sind.

5.2.6.2 AMR-Sensoren nicht blockieren

Die Nutzlast und alles, was sie trägt, darf nicht über die Höhe der Nutzlastbucht hinausragen. Wenn die Nutzlast einen der Sensoren des LD-250 blockiert, kann er nicht ordnungsgemäß funktionieren.

Wenn Sie optionale Seitenlaser oder hintere Laser einbauen, achten Sie darauf, dass die Nutzlaststruktur die Laserstrahlen nicht beeinträchtigt. Bringen Sie Seitenlaser (geneigt) auf jeder Seite der Nutzlaststruktur so an, dass sie die Struktur selbst nicht erkennen. Siehe „Seitenlaser“ > „Ergänzende Laser“ auf Seite 189 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

Wenn es nicht möglich ist, Überlagerungen zwischen der Nutzlaststruktur und der Abtastebene des Seitenlasers zu verhindern, können Sie mit dem Parameter **LaserIgnore** die Erfassung auf Zonen beschränken, in die sich die Nutzlaststruktur nicht erstreckt. Dies könnte jedoch die Erkennungsfähigkeit des betreffenden Sensors beeinträchtigen. Daher empfiehlt es sich, **LaserIgnore** nur dann zu verwenden, wenn es unbedingt nötig ist.

Ziehen Sie in Betracht, die Seitenlaser mit einer Schutzabdeckung vor Beschädigungen zu schützen. Achten Sie jedoch darauf, dass die Schutzvorrichtungen den Laserstrahl nicht blockieren und sich nicht zu weit nach außen erstrecken.

5.2.7 Befestigungspunkte in der Nutzlastbucht

Die Nutzlastbucht befindet sich unter der Außenverkleidung des LD-250. Sie bietet Zugriff auf das Kernmodul des LD-250 mit seinen Strom- und Datenverbindungen sowie auf Befestigungspunkte für die Nutzlaststruktur.

5.2.7.1 Befestigungspunkte für die Nutzlast – T-Nut-Profile

Die obere Platte in der Nutzlastbucht umfasst längs und quer verlaufende Lastprofile, die einstellbare Befestigungspunkte bieten. Zusätzlich sind um den Rand der Platte herum Schnappmuttern vorhanden. Die folgende Abbildung zeigt die Position der

Befestigungspunkte und die Mittellinien. Die Position des Schwerpunkts finden Sie in den Maßzeichnungen auf Seite 191 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

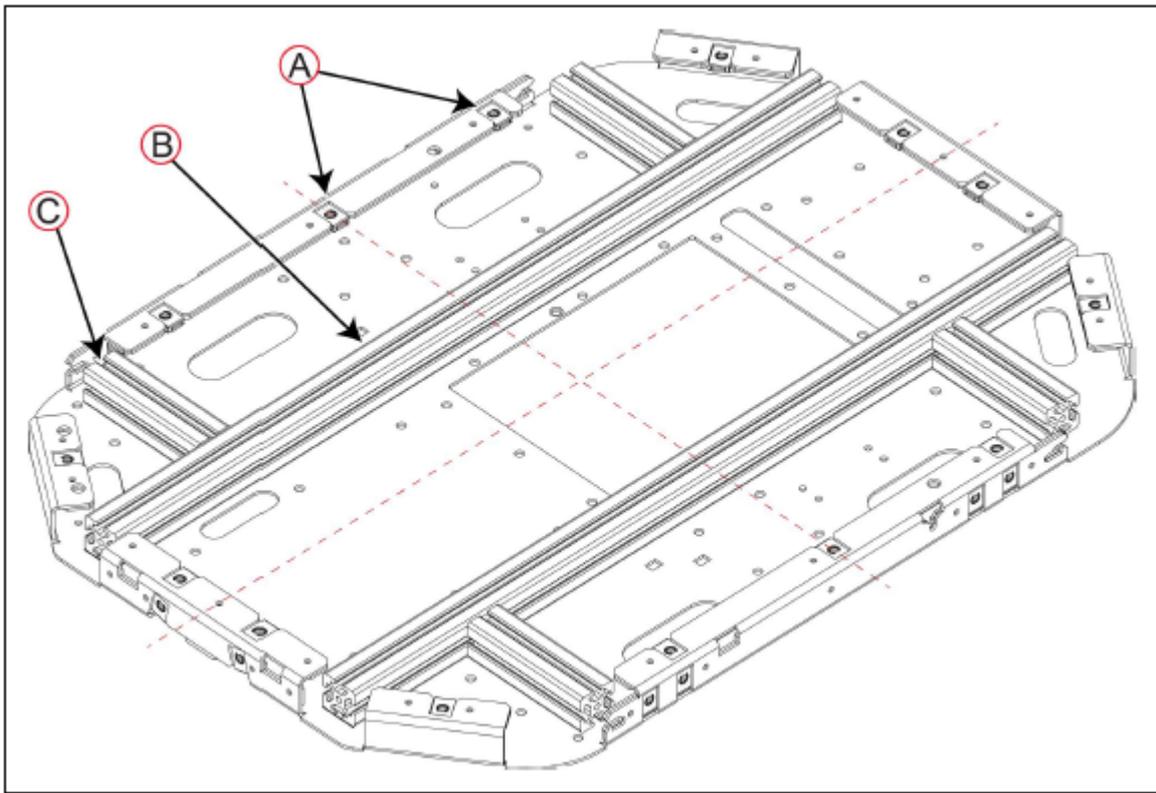


Abbildung 6: Positionen der Nutzlast-Befestigungspunkte

Callout	Description
A	Location of the clip nuts
B	Longitudinal T-nut extrusion
C	Transverse T-nut extrusion

Der Querschnitt des Profils ist ein quadratisches Profil von 40 mm x 40 mm mit drei offenen T-Nuten, einer an jeder 40-mm-Seitenfläche.

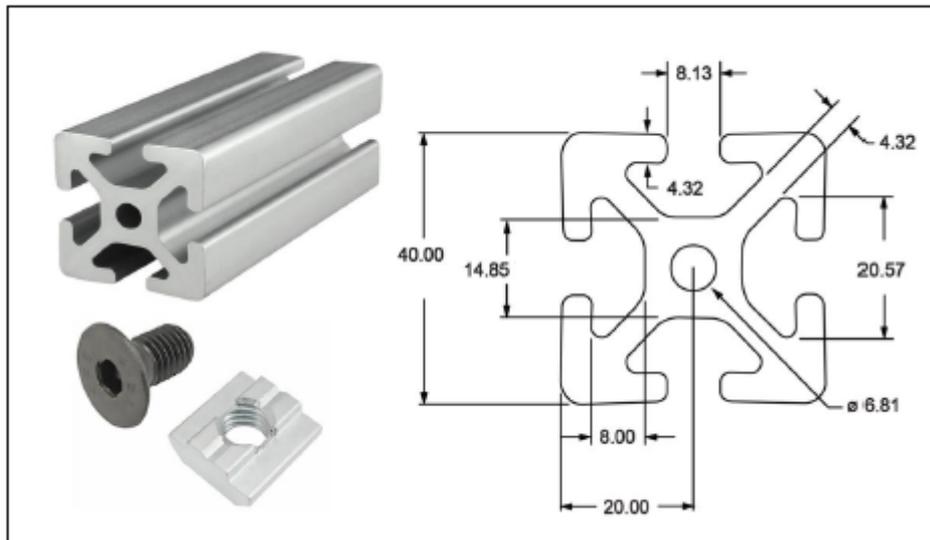


Abbildung 7: Profil der Nutzlastbefestigung, Abmessungen in mm und T-Nuten

Diese Profile tragen die größte strukturelle Belastung einer jeden Nutzlast und übertragen die Spannungen direkt auf das Formstahlgehäuse des LD-250. Sie können die Nutzlast problemlos im Verhältnis zum Schwerpunkt des LD-250 anpassen und verschieben. Siehe *Schwerpunkt* auf Seite 86 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

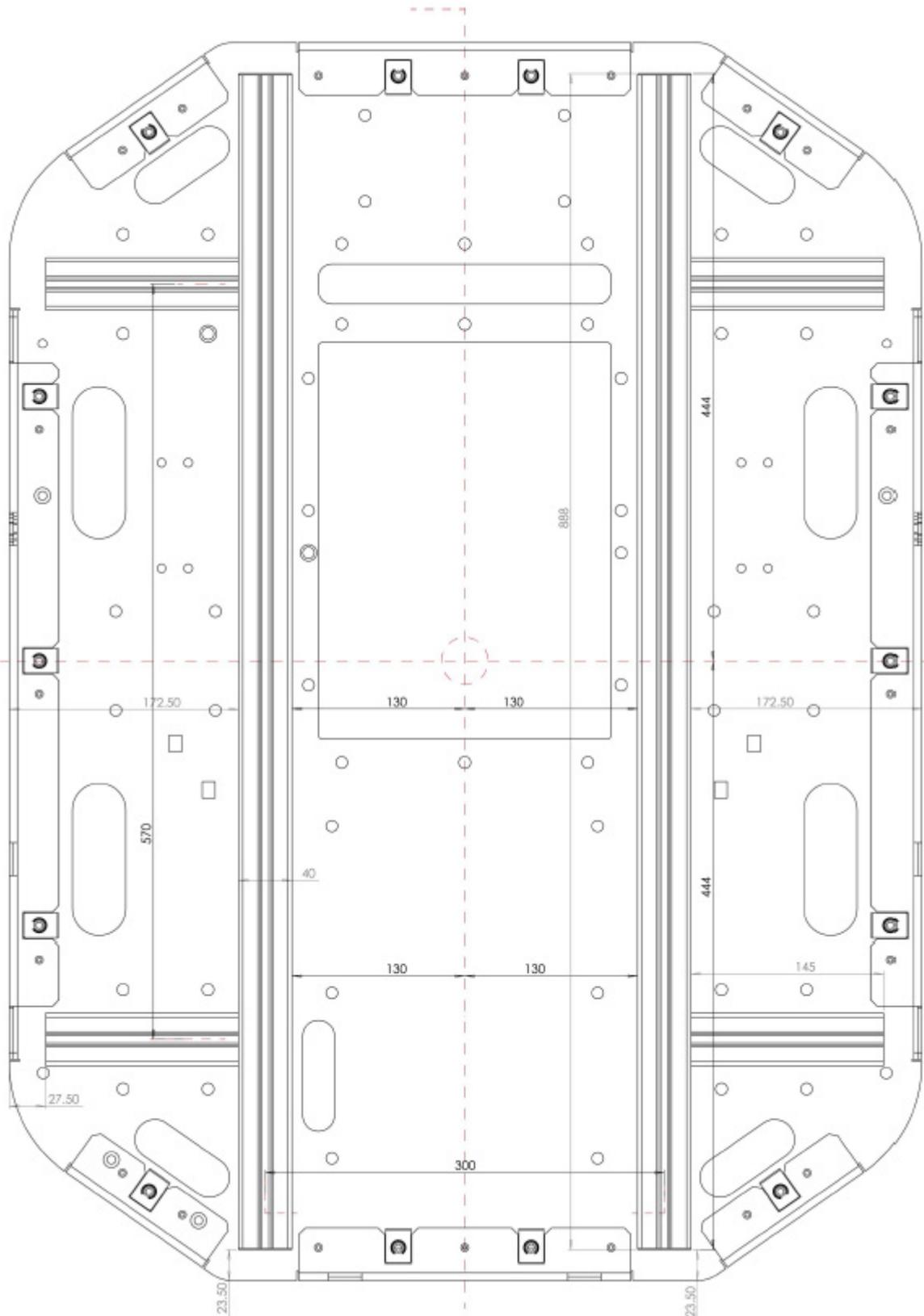


Abbildung 8: Position des T-Nut-Profiles an der oberen Platte

Verwenden Sie T-Nuten, die für die Masse Ihrer Nutzlast geeignet sind. Damit der Zugang zur Nutzlastbucht weiterhin möglich ist, empfehlen sich Befestigungspunkte mit Scharnieren

auf einer Seite der Nutzlaststruktur, sodass Sie sie von der Nutzlastbucht wegkippen können.

5.2.7.2 Sekundäre Befestigungspunkte – Schnappmuttern an der oberen Platte

Die Schnappmuttern (14) am Rand der oberen Platte können kleinere Lasten aufnehmen, z. B. Nutzlastverkleidungen oder Abdeckungen. Diese M6-Schnappmuttern mit Sicherungsgewinde bieten Befestigungspunkte für die optionale obere Standardverkleidung des LD-250.

WICHTIG: Befestigen Sie die Nutzlast selbst nicht mit diesen Schnappmuttern. Nehmen Sie alle lasttragenden Befestigungen nur an den T-Nut-Aluminiumprofilen vor.

Die folgende Abbildung zeigt die ungefähren Positionen der Schnappmuttern im Verhältnis zum Rand der oberen Platte und ihrer Mittellinien. Sie erhalten die CAD- und Konstruktionszeichnungen von der OMRON-Website, wenn Sie die genauen Positionen bestimmen müssen.

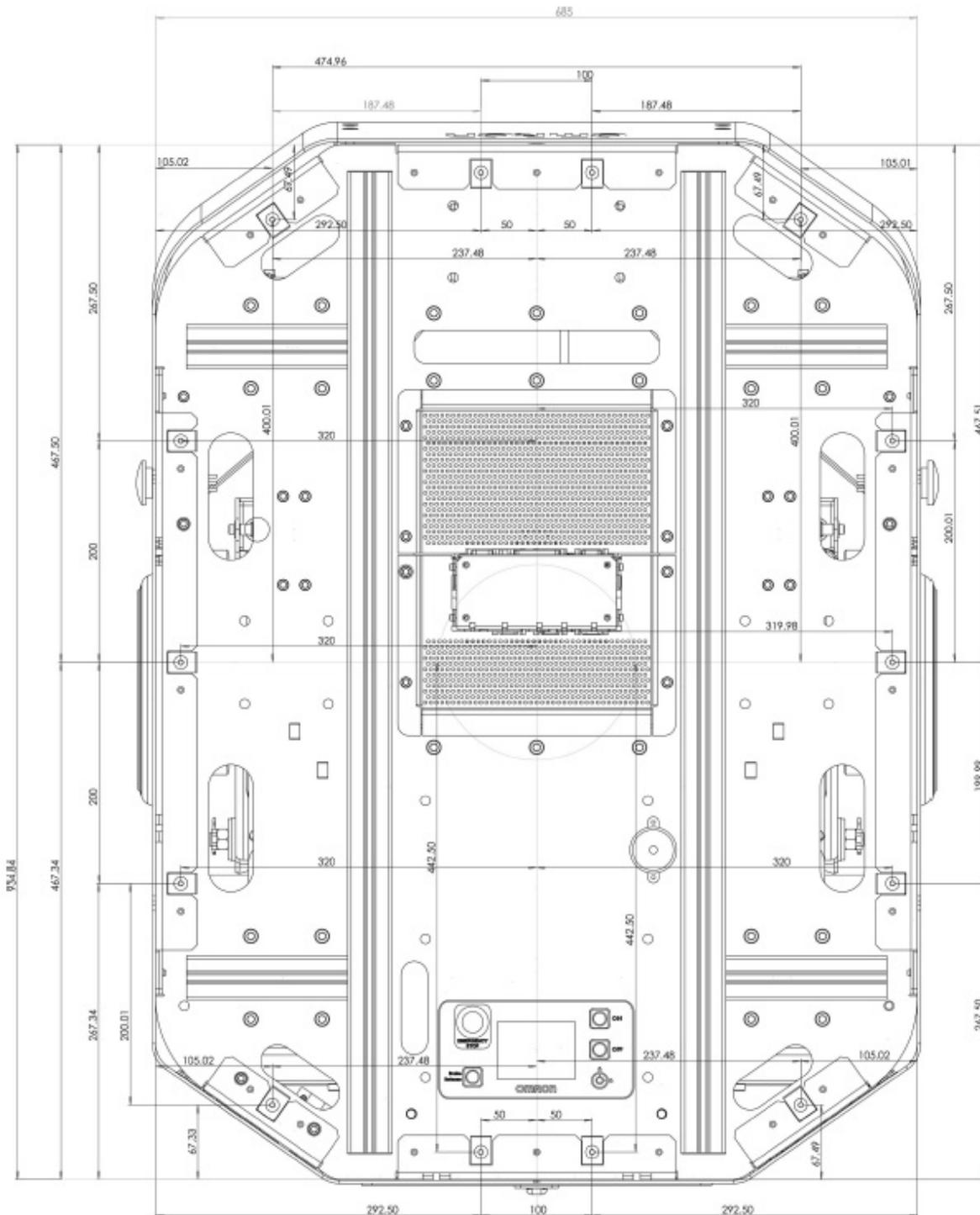


Abbildung 9: Position der Schnappmuttern um die Nutzlastbuch

5.2.8 AMR-Koordinatensystem

AMRs von OMRON nutzen ein Koordinatensystem mit X, Y, Z und Theta (θ). Diese Angaben sind für einige der in diesem Handbuch beschriebenen Verfahren relevant, z. B. für die Bestimmung der linken oder rechten Außenverkleidung. Der Anschluss für das Programmierhandgerät befindet sich beispielsweise in der linken hinteren Verkleidung. Der

Ursprung des Koordinatensystems ist der Drehmittelpunkt des AMR, nicht sein geometrischer Mittelpunkt.

Koordinaten müssen für Verfahren wie den Einbau und die Konfiguration von Zubehör wie Laser und Acuity-Kamera sowie zur Bestimmung der Schwerpunktlage bekannt sein. Die AMR-Koordinaten beziehen sich ebenfalls auf die Kartenkoordinaten.

Der Rotationswert Theta (θ) gibt den Drehwinkel des AMR an, der die Fahrtrichtung bestimmt.

Die vertikale Koordinate (Z) wird benötigt, wenn Sie die Befestigungsposition von Zubehör (z. B. Seitenlaser) berechnen. Anschließend geben Sie die Position des Zubehörs in MobilePlanner an.

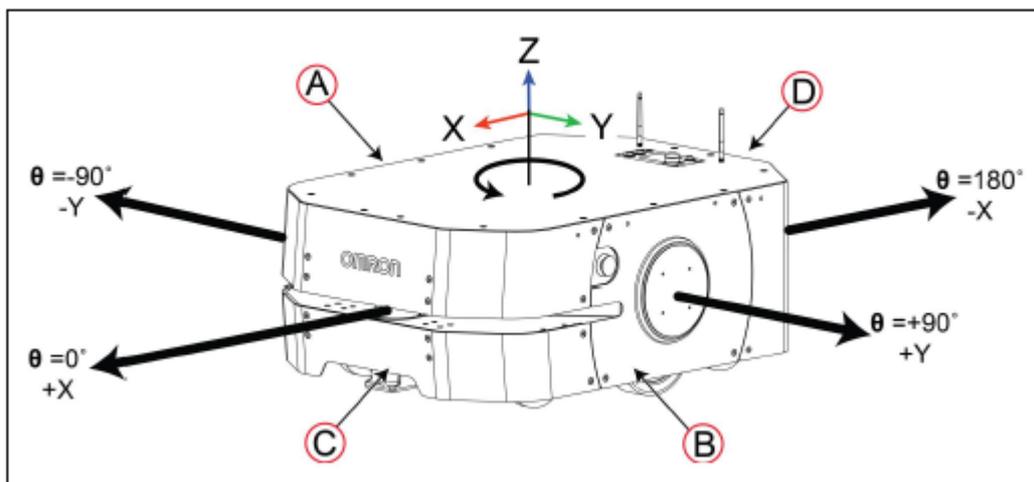


Abbildung 10: AMR-Koordinatensystem

Callout	AMR Reference	Theta θ (Rotation)	X, Y Coordinate
A	Right side	-90 degrees	Negative Y
B	Left side	+90 degrees	Positive Y
C	Front	0 degrees	Positive X
D	Rear	180 degrees	Negative X

Unter *Maßzeichnungen* auf Seite 191 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B) finden Sie die Position des Drehmittelpunkts des AMR.

5.2.9 Schwerpunkt

Der Schwerpunkt der Nutzlaststruktur sollte so niedrig wie möglich über dem Schwerpunkt des LD-250 zentriert werden (nahe am oberen Rand des LD-250). Das sorgt für optimale Stabilität, insbesondere wenn der LD-250 erhöhte Schwellen oder Unebenheiten im Boden überquert.

Unter *Maßzeichnungen* auf Seite 191 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B) finden Sie Informationen, die Ihnen bei der Konstruktion und Positionierung der Nutzlast helfen, insbesondere:

- **Drehmittelpunkt:** Der Mittelpunkt einer Linie zwischen der Mitte der Radnaben, um den sich der LD-250 dreht.
- **Geometrischer Mittelpunkt:** Die Mitte zweier Linien, die den Umriss des LD-250 jeweils in zwei Hälften unterteilen.
- **Schwerpunkt:** Der Schwerpunkt des unbelasteten LD-250.
- **Mitteillinien auf der X- und Y-Achse:** Linien, die sich am geometrischen Mittelpunkt des LD-250 kreuzen.
- **AMR-Koordinatensystem:** X-, Y-, Z- und Theta-Referenzsystem, das den AMR zu seiner Umgebung und der relativen Position anderer Geräte, wie z. B. optionaler Seitenlaser, in Beziehung setzt. Siehe *AMR-Koordinatensystem* auf Seite 86 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

5.2.9.1 Neigungserkennung und -meldung

Wenn sich der AMR um mehr als 60 Grad in eine beliebige Richtung neigt, wird ein Not-Halt ausgelöst, dessen Zweck allerdings nicht darin besteht, den AMR am Umkippen zu hindern. Er soll vielmehr Ihre Aufmerksamkeit darauf lenken, dass der AMR von einer Steigung oder einem Gefälle kippt oder sich aus einem anderen Grunde stark neigt. Siehe *Einen Not-Halt freigeben* auf Seite 31 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

5.2.9.2 Sichere Platzierung der Nutzlast

Die Grafiken in diesem Abschnitt zeigen die berechneten sicheren Schwerpunktmaße und die sichere Schwerpunktposition von Nutzlaststrukturen (wobei auch das zulässige Gewicht nicht überschritten werden darf). Der Schwerpunkt der Nutzlaststruktur muss in jedem Fall innerhalb des definierten Bereichs liegen.

Diesen Berechnungen liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Die Nutzlast ist sicher am AMR befestigt und ragt nicht darüber hinaus.
- Die Federung ist auf die Werksvorgabe eingestellt (2. Bohrung). Wenn Sie die Federung aus irgendeinem Grund verstellen, wirkt sich dies auf den Schwerpunkt der Nutzlast aus.
- Der AMR überschreitet die folgenden festgelegten Höchstgrenzen nicht:
 - Beschleunigung, Bremsen oder Geschwindigkeit.
 - Winkelgeschwindigkeit, insbesondere an Neigungen.
 - Neigungswinkel (Steigungen/Gefälle).

In den folgenden grafischen Darstellungen gilt Folgendes:

- A ist die Oberseite der Nutzlastbucht.
- B bezeichnet die empfohlenen Umrisse der Nutzlast.
- X ist die Bewegungsrichtung des AMR (von vorne nach hinten).
- Y steht senkrecht zur Bewegungsrichtung des AMR (von einer Seite zur anderen).
- Z ist das Vertikalmaß (Höhe).

Alle Maße sind in Millimetern (mm) angegeben. Siehe auch: *AMR-Koordinatensystem* auf Seite 86 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

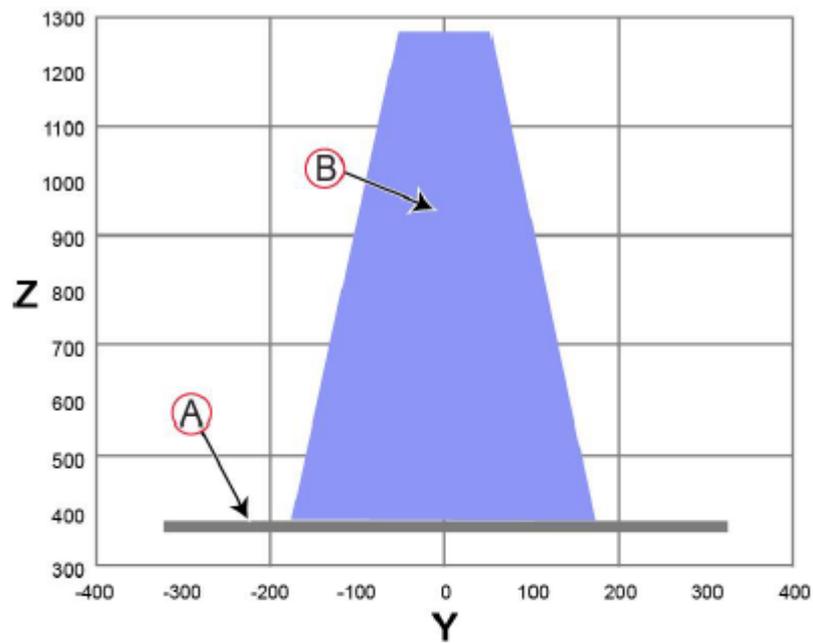


Figure 5-6 Front View (Y) of Recommended Payload CG (mm)

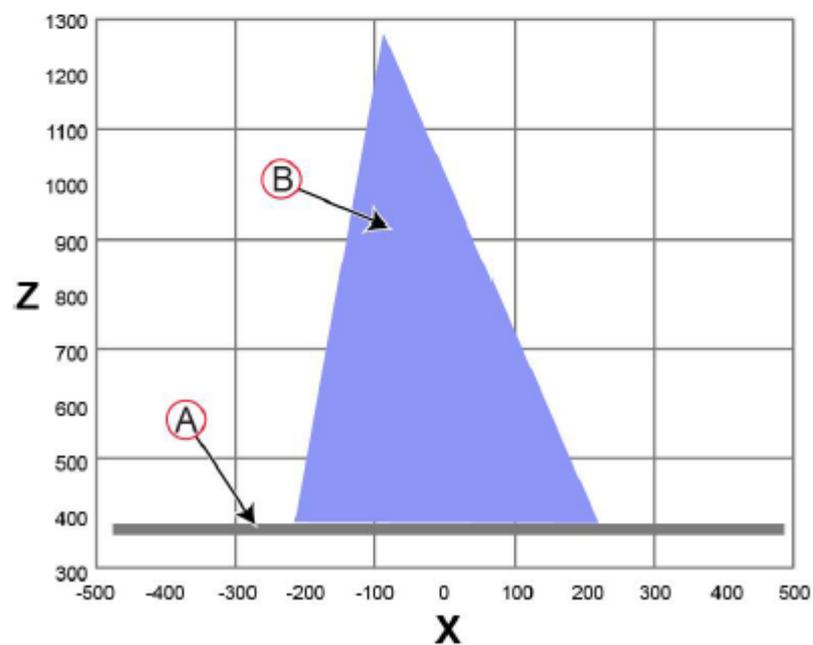


Abbildung 11: Seitenansicht (X) des empfohlenen Schwerpunkts der Nutzlast (mm)

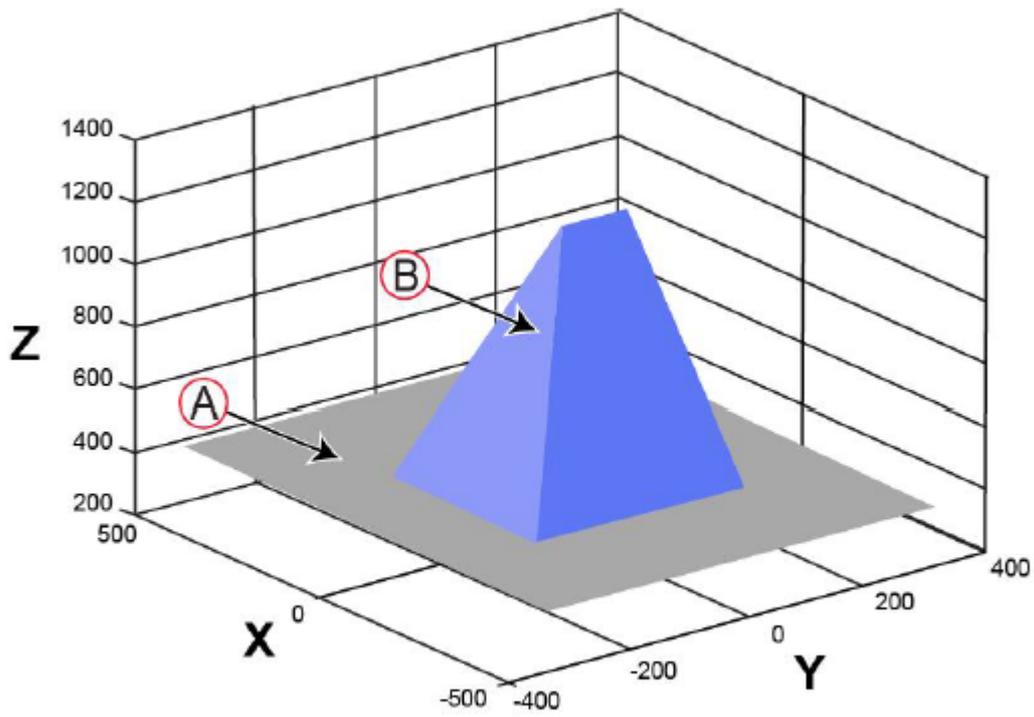


Figure 5-8 3D View of Recommended Payload CG (mm)

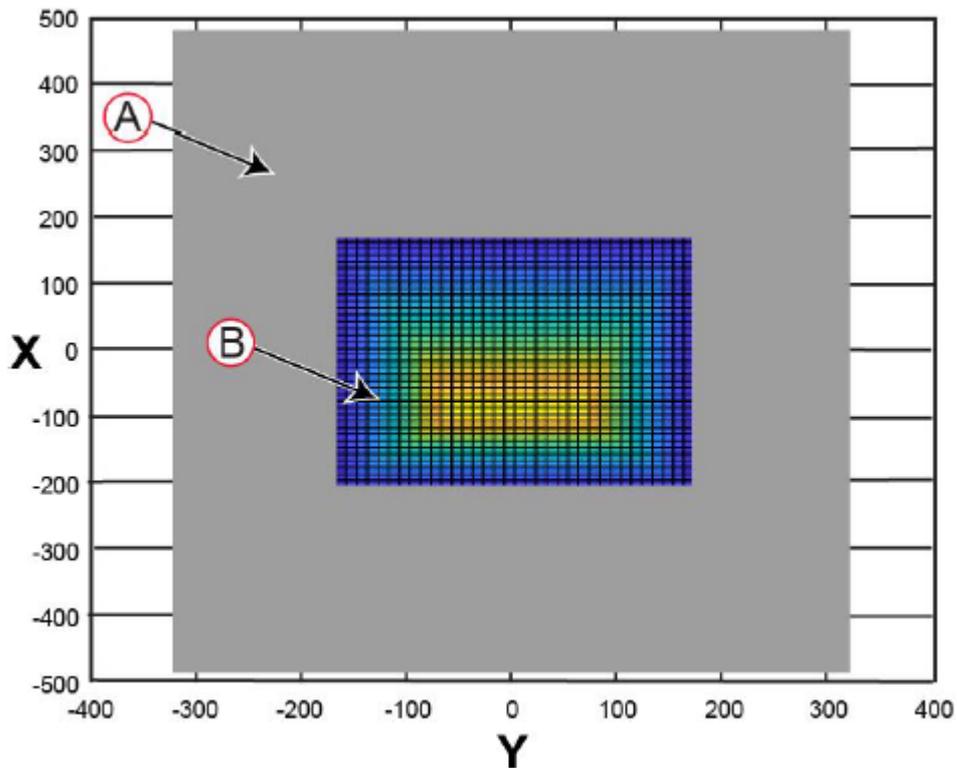


Abbildung 12: Frontansicht (Z) des empfohlenen Schwerpunkts der Nutzlast (mm)

5.3 Kompromisse bei der Nutzlast

Wenn Sie den Schwerpunkt über die hier angegebenen Richtlinien hinaus erweitern, müssen Sie verschiedene Parameter in der Software MobilePlanner anpassen, um Änderungen der Fahreigenschaften auszugleichen und sicherzustellen, dass der AMR weiterhin gleichbleibend und sicher funktioniert.

Wenden Sie sich an Ihren OMRON-Support vor Ort, wenn Ihre Parameter von den in diesem Abschnitt beschriebenen abweichen. Im Allgemeinen müssen Sie die Höchstgeschwindigkeiten für Beschleunigung, Bremsung und Drehung verringern. Siehe *Grenzwerte für Beschleunigung, Verzögerung und Rotation* auf Seite 74 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

5.4 Verbindungen zwischen dem LD-250 und der Nutzlaststruktur

Am Kernmodul des LD-250 befinden sich benutzerdefinierte Anschlüsse für Datenkommunikation (E/A) und Stromversorgung. Nutzen Sie diese Anschlüsse für OMRON-Zubehör oder zur Stromversorgung und Steuerung Ihrer Nutzlaststruktur.

5.5 Bedienfeld (HMI) an der Nutzlast

Sie können das Bedienfeld mit seinen integrierten Tasten für Not-Halt, Bremsenfreigabe, Ein und Aus verschieben, indem Sie ein einzelnes Anschlusskabel (für das Bedienfeld) verlegen. Durch diese mobile Lösung können Sie viele der gebräuchlichsten Bedienelemente an einer leicht zugänglichen Stelle der Nutzlast platzieren.

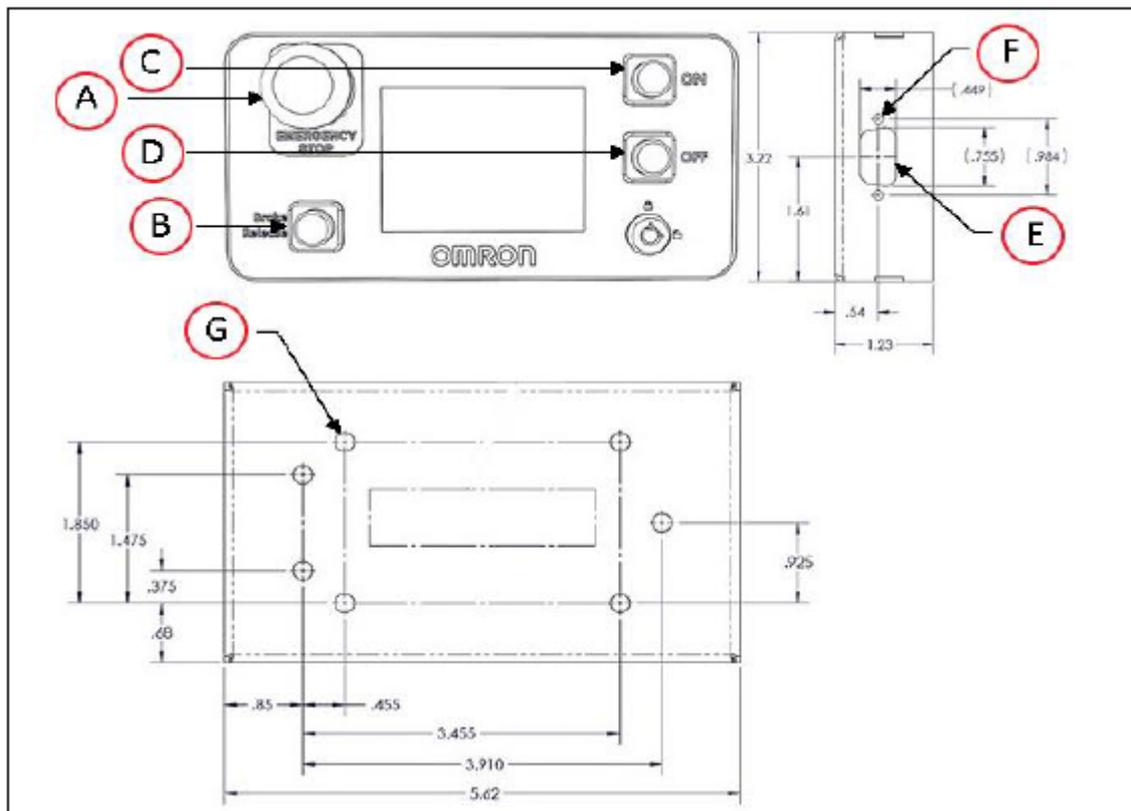


Abbildung 13: Standard-Bedienfeld (Einheiten in mm)

Callout	Description	Callout	Description
A	Emergency Stop	E	15 Pin High Density D-Sub
B	Brake Release	F	D-Sub hex nuts
C	On Button	G	7x 0.213 Through Hole
D	Off Button		

Als Zubehör ist ein zusätzliches Touchscreen-Bedienfeld zur Anzeige des AMR-Status verfügbar. Der Touchscreen umfasst nicht den Schalter und die Tasten, die in das Bedienfeld (HMI) integriert sind. Siehe *Touchscreen* auf Seite 188 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B). Es sind noch weitere Anschlüsse am Kernmodul des LD-250 verfügbar. Einzelheiten und technische Daten zu den verfügbaren Anschlüssen finden Sie unter *Anschlussmöglichkeiten* auf Seite 93 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

5.5.1 Überlegungen zum Not-Halt beim Entfernen des Bedienfelds

Wenn Sie das Bedienfeld entfernen, sollten Sie die Not-Halt-Taste durch eine alternative Not-Halt-Taste an der Nutzlast ersetzen. Diese Not-Halt-Taste muss:

- Über das Bedienfeldkabel mit der Not-Halt-Kette des Bedienfelds (HMI) verbunden werden, nicht über den benutzerdefinierten Not-Halt.

Andernfalls müssen Sie das Ende der Not-Halt-Kette des Bedienfelds ordnungsgemäß abschließen:

1. Lassen Sie das Bedienfeldkabel am Kernmodul des LD-250 angeschlossen.
 2. Befestigen Sie eine Steckbrücke (Teilenummer 13387-000) am Ende des Kabels (anstelle des Bedienfelds).
 3. Wickeln Sie das Kabel auf und sichern Sie es mit Kabelbindern innerhalb der Nutzlastbucht, damit es die Nutzlast oder andere bewegliche Teile nicht beeinträchtigt.
- Muss sich innerhalb der geforderten Reichweite von 600 mm befinden. Siehe *Einen optionalen Nutzlast-Not-Halt platzieren* auf Seite 126 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).



WARNING: PERSONAL INJURY OR PROPERTY DAMAGE RISK
 Failing to properly terminate the Operator Panel cable can prevent E-Stop buttons from operating correctly. This can prevent you from stopping the AMR during an emergency, and could result in injury or damage to property.

5.5.2 Optionale Anschlüsse

Sie können Folgendes anschließen:

- Optionale Stoßfänger für die Nutzlast. Siehe: *Vom Benutzer bereitgestellter Stoßfänger* auf Seite 105 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B)
- Warnleuchten. Siehe:
 - *Beleuchtung (Signalsäule)* auf Seite 102 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B)
 - *Lichtsignale der Kreisleuchten* auf Seite 127 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B)

6 Anschlussmöglichkeiten

Die für den Benutzer verfügbaren Anschlüsse am LD-Kernmodul sind in der Nutzlastbucht unter der oberen Abdeckplatte des LD-250 zugänglich. Die Nutzlastbucht bietet stabile mechanische Anschlusspunkte sowie Zugriff auf Daten- und Signalverbindungen (E/A) und Stromanschlüsse.

Die beiden Anschlüsse außerhalb der Nutzlastbucht sind der Anschluss für das Programmierhandgerät und der Wartungs-Ethernet-Anschluss, die sich unter einer Zugangstür auf der Rückseite des LD-250 befinden. Beide externen Anschlüsse sind innerhalb der Nutzlastbucht mit dem Kernmodul des LD-250 verbunden.

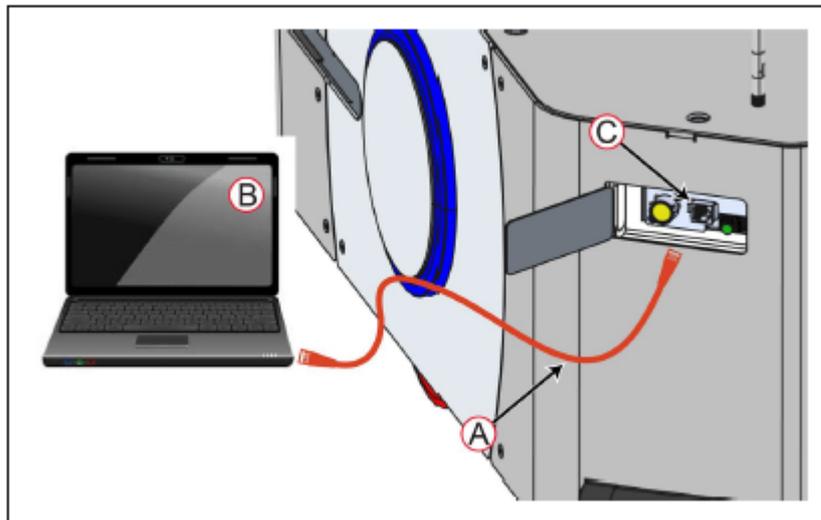


Abbildung 14: Anschluss eines Ethernet-Kabels

Callout	Description
A	Minimum specification Cat 5 Ethernet Cable.
B	Microsoft Windows PC with Ethernet LAN port.
C	LD-250 Maintenance Ethernet port (under a door in the rear skin).

6.1 Für die Einrichtung erforderliche Verbindungen

Es sind mindestens folgende Verbindungen erforderlich.

Connection Type	Purpose
Joystick port	<p>To create a workspace map, connect a joystick to the LD-250's Joystick port.</p> <p>The Joystick port is located under a small access panel on the LD-250's rear skin. This is internally connected to the LD-250 Core in the payload bay.</p>
Maintenance Ethernet	<p>The Maintenance Ethernet port is located under a small access panel on the LD-250's rear skin. This is internally connected to the LD-250 Core in the payload bay. Connect to the port using an RJ-45 Ethernet cable.</p>
Wireless Ethernet	<p>The LD-250 Core provides two connections for wireless antennae.</p> <p>Two 2.3 m (7 feet) RG58A/U, 1C/20AWG low loss extension cables are provided. The cable has two 6.35 mm (0.25 in) SMA coaxial connectors. Use the same specification if you require a longer cable for your payload.</p> <p>Do not relocate the antenna to a payload position where the signal might attenuated.</p>
Docking Station	Power only.

6.2 Anschlüsse in der Nutzlastbucht – LD-250-Kernmodul

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Anschlüsse können für Standardzubehör und benutzerseitig bereitgestelltes Zubehör verwendet werden. Der LD-250 wird mit zwei Antennen geliefert, die Sie bei Bedarf anders platzieren können. Wenn Sie die Antennen neu positionieren, bringen Sie sie nicht in einer Position an, in der das WLAN-Signal abgeschwächt werden könnte (je nach Ausrichtung des AMR).

Standardanschlüsse (z. B. Audio) sind hier nicht beschrieben. Dazu gehören alle Anschlüsse auf der rechten Seite des LD-250-Kernmoduls.

6.2.1 Vorderseite des LD-250-Kernmoduls, oben

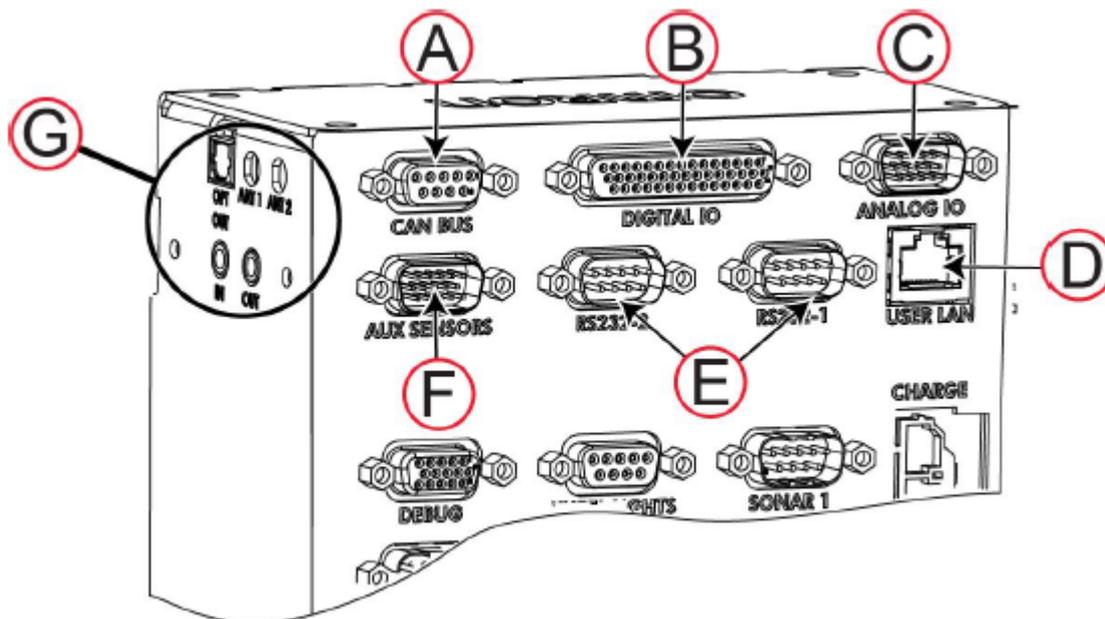


Abbildung 15: Obere Vorderseite des LD-250-Kernmoduls

ID	Connection	Type	Description
A	CAN Bus B	DB9F	Consult your local Omron Support for use.
B	Digital I/O ^a	HDB44F	16 digital inputs, in 4 banks of 4. Each bank can be wired as active high or active low depending on the connection of the BANK# terminal. V_{IN} range for each input is 0 to 30 V. The input is ON when $V_{IN} > 4$ V, OFF when $V_{IN} < 1.3$ V.
C	Analog I/O		General use.
D	User LAN	RJ45	General Ethernet, Auto-MDIX, shielded
E	RS-232 x 2	DB9M	Port 1 and Port 2, general use
F	Aux Sensors	HDB15M	Low front and optional side lasers
G	Right-Side Connectors	Various	Not described in this manual.

^a 16 digital outputs, protected low-side drivers. Wire these outputs to positive voltage through the load. Output is open when OFF and grounded when ON. Each open-drain output is capable of sinking 500 mA. May be used with loads connected to VBAT, AUX_20V, _12V, or _5V. You must stay within the allowed current capacity of the VBAT or AUX power supplies.

6.2.1.1 Digitale E/A

Der digitale E/A-Anschluss HDB44F am LD-250-Kernmodul bietet digitale Ein- und Ausgänge zur benutzerdefinierten Anpassung der Nutzlast.

Pin No.	Designation		Notes
	Hardware	Software	
1	INPUT_1.1	Input_1.1	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
2	INPUT_1.2	Input_1.2	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
3	INPUT_1.3	Input_1.3	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
4	INPUT_1.4	Input_1.4	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
5	BANK1		Common for INPUT_1.X
6	INPUT_2.1	Input_2.1	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
7	INPUT_2.2	Input_2.2	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
8	INPUT_2.3	Input_2.3	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
9	INPUT_2.4	Input_2.4	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
10	BANK2		Common for INPUT_2.X
11	INPUT_3.1	Input_3.1	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
12	INPUT_3.2	Input_3.2	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
13	INPUT_3.3	Input_3.3	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
14	INPUT_3.4	Input_3.4	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
15	BANK3		Common for INPUT_3.X
16	INPUT_4.1	Input_4.1	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
17	INPUT_4.2	Input_4.2	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
18	INPUT_4.3	Input_4.3	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
19	INPUT_4.4	Input_4.4	0 – 30 V Range, $R_{in} = \sim 3.9 \text{ k}\Omega$
20	BANK4		Common for INPUT_4.X
21	OUTPUT_1	Output_1	
22	OUTPUT_2	Output_2	
23	OUTPUT_3	Output_3	
24	OUTPUT_4	Output_4	
25	OUTPUT_5	Output_5	
26	OUTPUT_6	Output_6	
27	OUTPUT_7	Output_7	
28	OUTPUT_8	Output_8	
29	OUTPUT_9	Output_9	
30	OUTPUT_10	Output_10	

Pin No.	Designation		Notes
	Hardware	Software	
31	OUTPUT_11	Output_11	
32	OUTPUT_12	Output_12	
33	OUTPUT_13	Output_13	
34	OUTPUT_14	Output_14	
35	OUTPUT_15	Output_15	
36	OUTPUT_16	Output_16	
37	VBAT_IO_OUT4		VBAT @ 0.5 A Max (shared with light pole)
38	VBAT_IO_OUT3		VBAT @ 0.5 A Max
39	VBAT_IO_OUT2		VBAT @ 0.5 A Max
40	VBAT_IO_OUT1		VBAT @ 0.5 A Max
41 - 44	GND		

6.2.1.2 Technische Daten für die digitalen Ein- und Ausgänge

Die folgenden Tabellen enthält technische Daten für die digitalen Eingänge am LD-250-Kernmodul.

Parameter	Value
Operational voltage range	0 to 30 VDC
OFF state voltage range	0 to 1.3 VDC
ON state voltage range	4 to 30 VDC
Operational current range	0 to 7.5 mA
OFF state current range	0 to 0.5 mA
ON state current range	1.0 to 7.5 mA
Impedance (V_{in}/I_{in})	3.9 k Ω minimum
Current at $V_{in} = +24$ VDC	$I_{in} \leq 6$ mA

HINWEIS: Die Angaben zur Eingangsstromstärke dienen als Referenz. Zur Ansteuerung der Eingänge werden in der Regel Spannungsquellen verwendet.

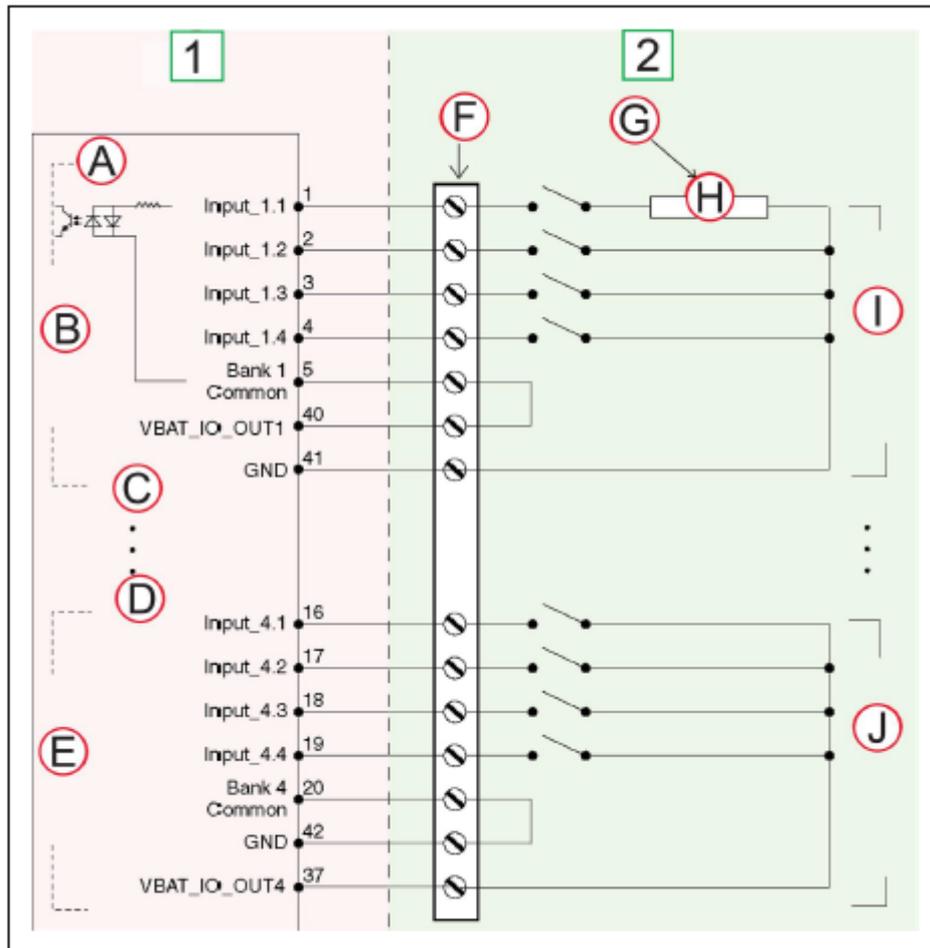


Abbildung 16: Beispiel für eine typische Verdrahtung der digitalen Eingänge

Callout	Side 1 (Left) I/O Connector	Callout	Side 2 (Right) User-Supplied Equipment
A	Equivalent Circuit	F	Terminal Block
B	Input Bank 1	G	Typical User Input Signal
C	Input Bank 2	H	Part Present Sensor
D	Input Bank 3	I	Bank 1 configured for sinking (NPN) inputs
E	Input Bank 4	J	Bank 4 configured for sinking (PNP) inputs

HINWEIS: Sie können alle Eingangssignale entweder für NPN-Konfigurationen (stromsenkend) oder PNP-Konfigurationen (stromliefernd) verwenden.

Parameter	Value
Power supply voltage range	5 - 30 VDC
Operational current range, per channel	$I_{out} \leq 500 \text{ mA}$
ON state resistance ($I_{out} = 0.5 \text{ A}$)	$R_{on} \leq 0.14 \Omega @ 85^\circ\text{C}$
Output leakage current	$I_{out} \leq 5 \mu\text{A}$
DC short circuit current limit	$0.7 \text{ A} \leq I_{LIM} \leq 1.7 \text{ A}$

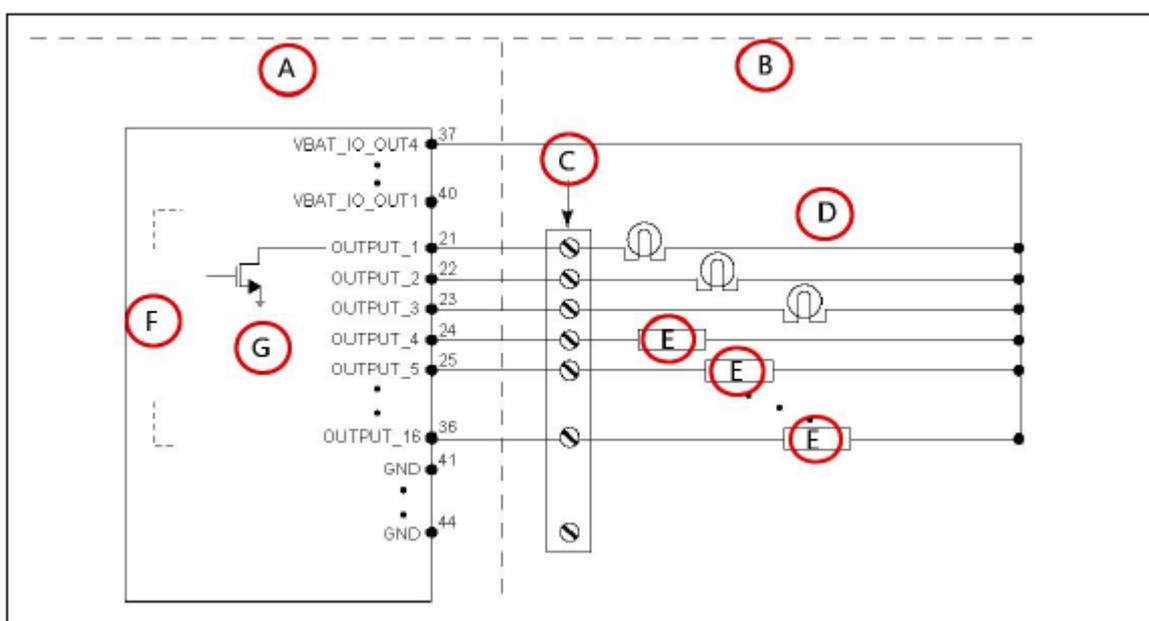


Abbildung 17: Beispiel für eine typische Verdrahtung der digitalen Ausgänge

Callout	Description	Callout	Description
A	Standard Equipment	E	Load
B	User-Supplied Equipment	F	Outputs 1-16
C	Wiring Terminal Block	G	Equivalent Circuit
D	Typical User Loads		

6.2.1.3 Analoge E/A

Der analoge E/A-Anschluss HDB15M am LD-250-Kernmodul ist nur für den internen Gebrauch vorgesehen. Wenden Sie sich an den lokalen OMRON-Support, bevor Sie die betreffenden Schaltkreise verwenden.

6.2.1.4 Hilfssensoren

Der Hilfssensoren-Anschluss HDB15M am LD-250-Kernmodul stellt die Stromkreise bereit, die vom Boden-Frontlaser verwendet werden.

Laser und optionale Seitenlaser (geneigte Laser)

Designation			
Pin No.	Hardware	Software	Notes
1	RS232_VERT1_TXD		/dev/ttyUSB5 (side lasers)
2	RS232_VERT2_TXD		/dev/ttyUSB6 (side lasers)
3	RS232_FOOT_TXD		/dev/ttyUSB7 (low front laser)
4	5V_SW1	USB_1_and_2_Power	5 V @ 1 A (shared with USB port 1)
5, 10	SW_20V_VERT	Vertical_Laser_Power	20 V @ 300 mA (side lasers)
6, 7, 8	GND		
9	5V_SW2	USB_1_and_2_Power	5 V @ 1 A (shared with USB port 2)
11	RS232_VERT1_RXD		/dev/ttyUSB5 (side lasers)
12	RS232_VERT2_RXD		/dev/ttyUSB6 (side lasers)
13	RS232_FOOT_RXD		/dev/ttyUSB7 (low front laser)
14	5V_SW3	USB_3_Power	5 V @ 1 A (shared with USB port 3)
15	SW_20V_FOOT	Foot_Laser_Power	20 V @ 150 mA (low front laser)

6.2.1.5 RS232 1 und 2

Der DB9M-Anschluss „RS232 1 und 2“ am LD-250-Kernmodul verfügt über zwei Anschlüsse für Peripheriegeräte wie z. B. die HAPS-Sensoren. Siehe „Hochpräzises Positionierungssystem (HAPS)“ auf Seite 190 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

Wenn sie nicht für andere Geräte verwendet werden, können Sie diese Anschlüsse auch zur Portweiterleitung von anderen RS232-Geräten nutzen. Weitere Informationen finden Sie im Kapitel „SetNetGo“ in der *Betriebsanleitung zur Software „Fleet Operations Workspace Core“*.

Pin No.	Designation	Notes
1, 4, 6, 9	No Connection	
2	RS232_USR#_RXD	#=1 or 2
3	RS232_USR#_TXD	#=1 or 2
5	GND	
7	RS232_USR#_RTS	#=1 or 2
8	RS232_USR#_CTS	#=1 or 2

6.2.2 LD-250-Kernmodul, hintere obere Steckverbinder

Die Abbildung zeigt die Anschlüsse am oberen hinteren Schnittstellenfeld des LD-250-Kernmoduls. Einige dieser Anschlüsse können benutzerdefiniert verwendet werden.

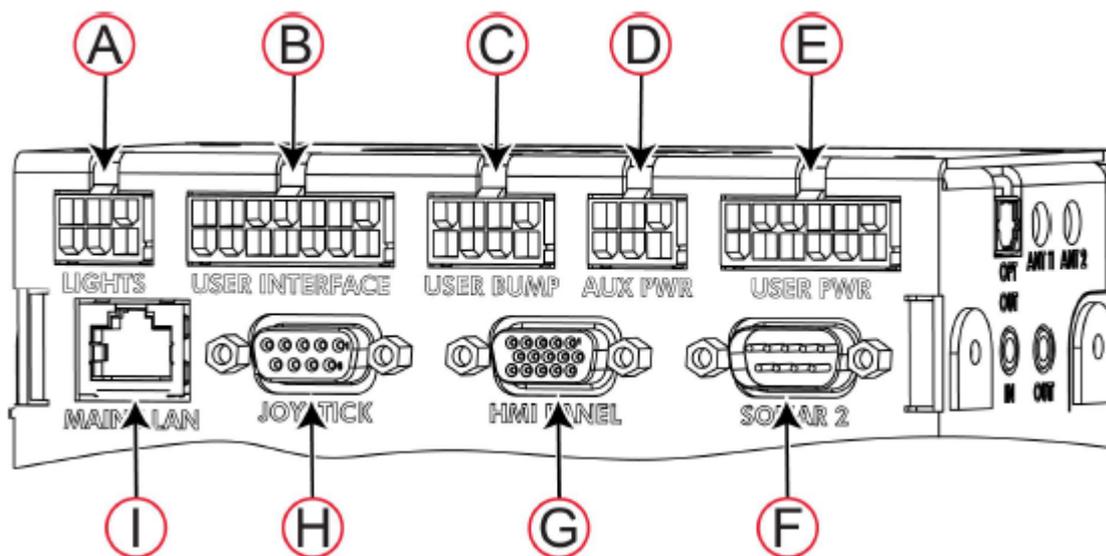


Abbildung 18: LD-250-Kernmodul, oberes hinteres Schnittstellenfeld

ID	Connection	Type	Description
A	Lights	Mini-Fit 2 x 3	Connect to a supplied splitter that powers a buzzer using a default configuration, and provides power for a user-supplied light tower with 3 lights.
The following four functions are pins on the User Interface connector.			
B	Brake-release	Mini-Fit 2 x 7	Pins for user-supplied brake release
	ON		Pins for user-supplied ON button; same function as Operator Panel ON
	OFF		Pins for user-supplied OFF button; same function as Operator Panel OFF
	E-STOP		Pins for user-supplied E-Stop. Jumper if not used.
C	User Bumpers	Mini-Fit 2 x 4	Payload structure bumpers, user-supplied, connected between E-STOP_SRC and USER_BMP# (for each of the 6 inputs). Contacts 1 - 3 are for a front bumper, 4 - 6 for rear. Contacts should be 12 V @ 10 mA.
D	Aux Power	Mini-Fit 2 x 3	5, 12, and 20 VDC Outputs
E	User Power	Mini-Fit 2 x 6	Battery and switched battery power
F	Sonar 2	DB9M	Not used
G	HMI Panel	HDB15F	Operator screen, E-Stop, Brake_Rel, ON, OFF.
H	Joystick	DB9F	Directly connected to the externally-mounted Joystick port
I	Maint LAN	RJ45, Shielded	Directly connected to the externally-mounted Maintenance Ethernet, Auto-MDIX.
^a Molex Mini-Fit Jr™ 5557 series receptacles.			

6.2.2.1 Steckverbinder für das Programmierhandgerät

Der DB9F-Steckverbinder für das Programmierhandgerät am LD-250-Kernmodul befindet sich in replizierter Form außen am AMR unter einer kleinen Tür auf der Rückseite. Siehe *Merkmale des LD-250* auf Seite 12 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

Das Programmierhandgerät dient dem manuellen Betrieb und der manuellen Kartenerstellung.

6.2.2.2 Stromanschlüsse

Die Batterie des LD-250 bietet 5, 12 und 20 VDC (geregelt) sowie 22–30 VDC Batteriestrom (ungeregelt) für elektrisches LD-250-Zubehör, einschließlich LD-250-Kernmodul und Laser-LIDAR (optische Abstands- und Geschwindigkeitsmessung).

Alle Stromanschlüsse sind als Mini-Fit® ausgeführt.

Siehe auch *Energieverbrauch* auf Seite 79 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B)

Nominal	Qty	Actual	Maximum Current	Description
5 VDC	1	5 VDC±5%	1 A	Switched Aux power
12 VDC	1	12 VDC±5%	1 A	Switched Aux power
20 VDC	1	20 VDC±5%	1 A	Switched Aux power
22 - 30 VDC	2	battery	4 A	Switched
22 - 30 VDC	1*	battery	10 A	Switched
22 - 30 VDC	1*	battery	10 A	Safe, Switched
* 10 A Switched and 10 A Safe, Switched share the 10 A of current.				

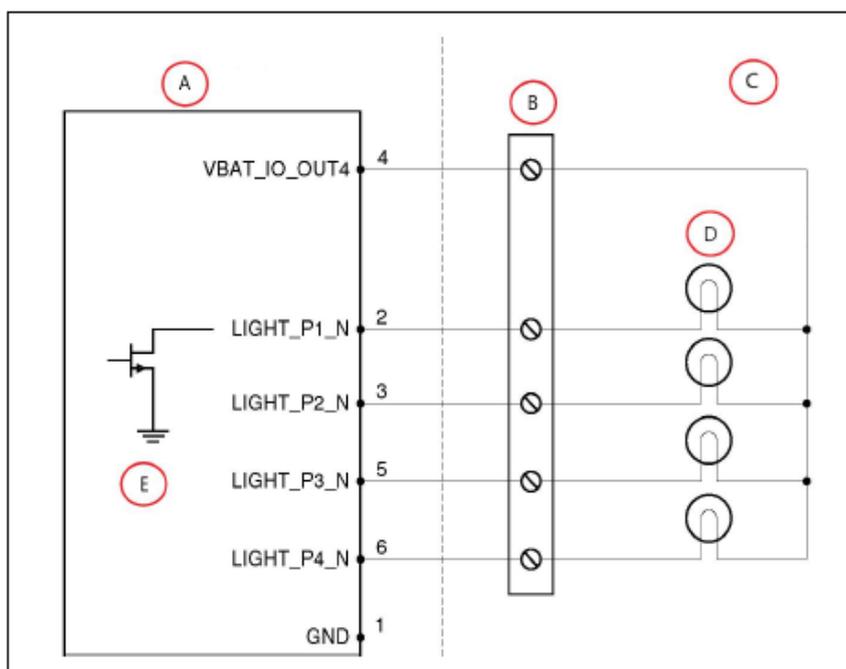
Jede Spannungsquelle hat eine LED, die leuchtet, wenn der Anschluss aktiv mit Strom versorgt wird. Siehe *Statusanzeigen LD-250-Kernmodul* auf Seite 132 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

Wenn Sie eine Not-Halt-Taste drücken (oder wenn der hintere Sensor oder ein benutzerseitig bereitgestellter Stoßfänger mit einem Hindernis in Berührung kommt), wird die Stromversorgung Safe 22–30 VDC getrennt.

6.2.2.3 Beleuchtung (Signalsäule)

An dem für die Signalsäule vorgesehenen 2x3 Mini-Fit®-Anschluss des LD-250-Kernmoduls können eine Signalsäule oder andere Nutzlast-Warnleuchten angeschlossen werden.

Pin	Designation	Notes	Pin	Designation	Notes
1	GND	Cable shield	4	VBAT_IO_OUT4	VBAT @ 0.5A Max (shared with DIO)
2	LIGHT_P1	Red	5	LIGHT_P3	Green
3	LIGHT_P2	Yellow or orange	6	LIGHT_P4	Buzzer



Callout	Description	Callout	Description
A	Standard Equipment	D	Typical User Load
B	Wiring Terminal Block	E	Equivalent Circuit
C	User-Supplied Equipment		

6.2.2.4 Bedienoberfläche (Bremse und Not-Halt)

Der für die Bedienoberfläche vorgesehene 2x7 Mini-Fit®-Anschluss am LD-250-Kernmodul bietet Schaltkreise, die von den Tasten für Bremsenfreigabe, EIN, AUS und Not-Halt genutzt werden.

Pin No.	Designation	Notes
1, 2, 3	FBAT_ALWAYS	Fused VBAT @ 500 mA
4	E-STOP_USR_1L	Short 4 & 11 to close E-STOP_USR_1
5	E-STOP_USR_2L	Short 5 & 12 to close E-STOP_USR_2
6	E-STOP_OUT_1L	Pins 6 & 13 short when E-STOP_CH1 is closed
7	E-STOP_OUT_2L	Pins 7 & 14 short when E-STOP_CH2 is closed
8	OFF_BUTTON	Short to FBAT_ALWAYS to signal OFF (min 1 s pulse)
9	START_BUTTON	Short to FBAT_ALWAYS to signal ON (min 1 s pulse)
10	MOTOR_BRAKE	Short to FBAT_ALWAYS for manual brake release
11	E-STOP_USR_1H	Short 4 & 11 to close E-STOP_USR_1
12	E-STOP_USR_2H	Short 5 & 12 to close E-STOP_USR_2
13	E-STOP_OUT_1H	Pins 6 & 13 short when E-STOP_CH1 is closed
14	E-STOP_OUT_2H	Pins 7 & 14 short when E-STOP_CH2 is closed

6.2.2.5 Vom Benutzer bereitgestellter Stoßfänger

Der für benutzerseitig bereitgestellte Stoßfänger vorgesehene 2x4 Mini-Fit®-Anschluss am LD-250-Kernmodul bietet 6 Stromkreise für optionale, vom Benutzer bereitgestellte Nutzlast-Stoßfänger.

Pin No.	Designation	Notes
1	USER BUMPER_1	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Front left bumper sensor.
2	USER BUMPER_2	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Front center bumper sensor.
3	USER BUMPER_3	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Front right bumper sensor.
4	USER BUMPER_4	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Rear right bumper sensor.
5	USER BUMPER_5	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Rear center bumper sensor.
6	USER BUMPER_6	Short to E-STOP_SRC to signal bumper hit Rear left bumper sensor.
7, 8	E-STOP_SRC	12 V E-STOP Source Output @ 10 mA

6.2.2.6 Hilfsstrom

Der für Hilfsstrom vorgesehene 3x2 Mini-Fit®-Anschluss am LD-250-Kernmodul bietet zusätzliche Leistungsausgänge. Siehe auch *Energieverbrauch* auf Seite 79 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B), wo Grenzwerte für die Leistungsaufnahme angegeben sind.

Pin No.	Designation		Notes
	Hardware	Software	
1, 2, 3	GND		
4	AUX_5V_OUT	Aux_5V	5 V @ 1 A max
5	AUX_12V_OUT	Aux_12V	12 V @ 1 A max
6	AUX_20V_OUT	Aux_20V	20 V @ 1 A max

6.2.2.7 Vom Benutzer bereitgestellte Stromversorgung

Der für benutzerseitig bereitgestellte Stromversorgung vorgesehene 2x6 Mini-Fit®-Anschluss am LD-250-Kernmodul dient der Stromversorgung von Nutzlastgeräten. Siehe auch *Energieverbrauch* auf Seite 79 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B), wo Grenzwerte für die Leistungsaufnahme angegeben sind.

WICHTIG: Ein Not-Halt unterbricht die Leistungsausgänge an den Stiften 11 und 12 (SAFE_VBAT_OUT). Das ist nützlich, wenn Sie die Stromversorgung sowohl des AMR als auch seiner Nutzlastgeräte unterbrechen möchten.

Pin No.	Designation		Notes
	Hardware	Software	
1, 2, 3, 4, 5, 6	GND		
7	SW_VBAT_OUT1	Battery_Out_1	VBAT @ 4 A max (switched in SW)
8	SW_VBAT_OUT2	Battery_Out_2	VBAT @ 4 A max (switched in SW)
9, 10*	SW_VBAT_OUT34	Battery_Out_3_and_4	VBAT @ 10 A max (switched in SW) Limit to < 5 A per pin.
11, 12*	SAFE_VBAT_OUT		SW_VBAT_OUT34 gated by dual-channel E-STOP relays
*9, 10, 11, and 12 share the 10 A of current.			

6.2.2.8 Bedienfeld (HMI)

Der für das Bedienfeld vorgesehene HDB15F-Anschluss am LD-250-Kernmodul stellt Schaltkreise für den Bedienfeldbildschirm und die zugehörigen Tasten bereit (EIN, AUS, Not-Halt und Bremsenfreigabe).

Pin No.	Designation	
	Hardware	Software
1	RS422_HMI_TX+	
2	RS422_HMI_TX-	
3	MOTOR_BRAKE	
4, 5	E-STOP_FP_1H, _2H	
6	RS422_HMI_RX+	
7	RS422_HMI_RX-	
8	START_BUTTON	
9, 10	E-STOP_FP_1L, _2L	
11	HMI_5V_SW	HMI_Power
12, 14	GND	
13	OFF_BUTTON	
15	FBAT_ALWAYS	

Wenn Sie anstelle des Bedienfelds den optionalen Touchscreen verwenden, kann dieser Anschluss für benutzerdefinierte Verbindungen verwendet werden. OMRON empfiehlt jedoch den Anschluss für die Bedienoberfläche, der für benutzerdefinierte Anpassungen vorgesehen ist. Siehe *Bedienoberfläche (Bremsen und Not-Halt)* auf Seite 103 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

Berücksichtigen Sie Folgendes, wenn Sie diesen Anschluss konfigurieren:

- Sie müssen Tasten für die Funktionen EIN (Start), AUS, Bremsenfreigabe und Not-Halt bereitstellen oder zumindest den Not-Halt-Stromkreis mit einer Steckbrücke mit der Teilenummer 13387-000 abschließen. Befestigen Sie diese Steckbrücke am Bedienfeldkabel und nicht direkt am LD-250-Kernmodul.
- Die RS-422-Datenverbindungen können nicht verwendet werden.

6.2.2.9 Sonar 1

Der für Sonar 1 vorgesehene DB9M-Anschluss am LD-250-Kernmodul ist mit dem hinteren Sensor im LD-250 verbunden.

7 Technische Daten

7.1 Maßzeichnungen

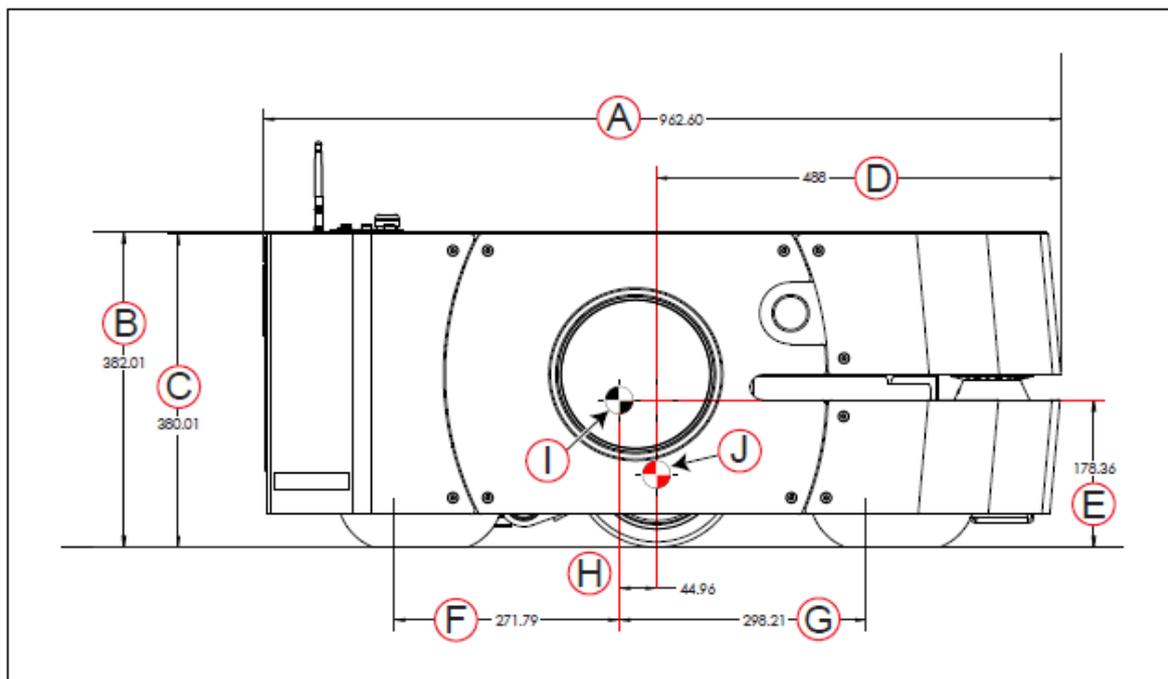


Abbildung 19: Seitliche Längenmaße des AMR

Callout	Description	MM	Inch
A	Length	963	38
B	Height to top cover plate	383	15
C	Height to load bars in the payload bay	380	15
D	Front to wheel axis	488	19
E	Center of gravity to the floor	178	7
F	Rear caster axle to center of gravity	272	11
G	Front caster axle to center of gravity	298	12
H	Wheel axis to center of gravity	45	2
I	Center of gravity	N/A	N/A
J	Center of rotation	N/A	N/A

7.1.1 Breitenabmessungen

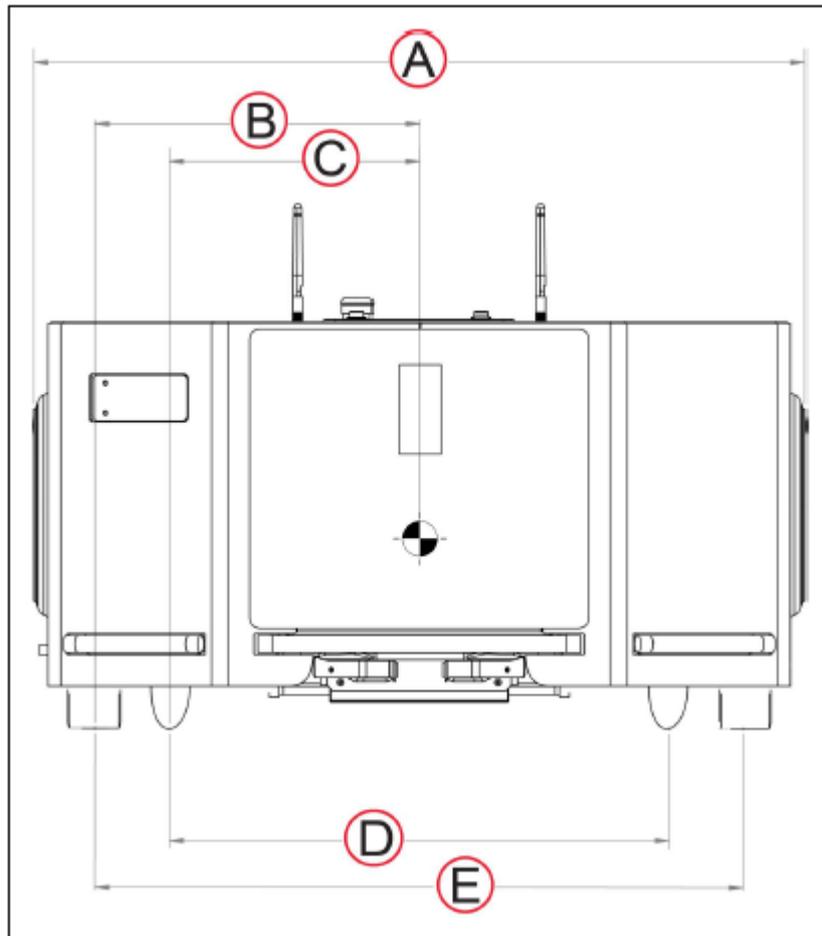


Abbildung 20: Breitenabmessungen auf der Rückseite des AMR

Callout	Description	MM	Inch
A	Width, including light discs	718	28
B	Drive wheel to center of gravity	301	12
C	Caster to center of gravity	232	9
D	Caster wheelbase	465	18
E	Drive wheel wheelbase	605	35

7.1.2 Komponentengewicht

Mass Characteristic	kg	lbs
Vehicle weight with skins and battery installed	146	321.9
Vehicle weight without skins	126	277
Battery weight	18.5	41

7.1.3 Leistungsfähigkeit

	LD-250Capability	Value
	Vehicle Max Speed	1.2 m/sec
	Run time	8-10 hours

HINWEIS: Informationen zur Lage und zu den Abmessungen der Nutzlastbefestigung finden Sie auch unter „Nutzlaststrukturen“ (Abschnitt 5)

7.2 LD-250 – Technische Daten

7.2.1 Physische Merkmale

Description	Specification
Default LengthFront	488 mm
Default Lengthrear	480.8 mm
Rating	
IP Rating	IP20
Cleanroom rating	None
Joystick IP rating	IP56
Drive Train	
Drive wheels	Aluminum with polyurethane tread
Passive Casters	2 front, 2 rear, ESD
Brakes	2 (one each motor)
Steering	Differential

7.2.2 Leistung

Description	Specification
Performance	
Max payload – level	250 Kg
AMR Radius	1050 mm
Swing radius (see note below)	525 mm
Turn radius	0 degrees
Translational speed, max	1200 mm/sec
Rotational speed, max	120 degrees/sec
LIDAR Stop position repeatability	+/-100 mm

Description	Specification
Triangle Target Drive Stop position repeatability	+/-50 mm
Traversable step, max ^a	10 mm
Traversable gap, max	15 mm
Climb grade.	3% (Frequent operation on grades affects battery duration.)
Traversable terrain	Generally, "wheelchair accessible"
Noise Level - Ambient	38 Db(A)
Noise Level - Peak	60 Db(A)
Minimum floor flatness ^b	F _F 25 (based on the ACI 117 standard)
Battery	
Run-time	8 hrs
Typical Lifespan	2000 charge cycles
Weight	19 Kg
Voltage	22-30 VDC
Capacity	72 Ah (Battery cell nominal)
^a Steps should have smooth, rounded profiles. A speed limit of 600 mm/s is required for traversing steps. Faster or frequent driving over such steps or gaps will shorten the lifespan of the drive train components. Lower speeds may not traverse the step.	
^b ACI 117 is the American Concrete Institute's standard for concrete floors. F _F is flatness, F _L is the level. Higher F _F numbers represent flatter floors. F _F 25 is a fairly lenient specification.	

7.2.3 Überhängende Nutzlasten und der AMR-Schwenkradius

Wenn Ihre Nutzlast über die Standardmaße des LD-250 hinausragt, ändert sie den Schwenkradius des AMR und beeinflusst seine maximale sichere Drehgeschwindigkeit exponentiell. Sollte die Größe des AMR deutlich zugenommen haben, müssen Sie möglicherweise die maximale Drehgeschwindigkeit des AMR so einstellen, dass sie 300 mm/s oder weniger beträgt.

Wenn Sie den Standard-Schwenkradius des AMR erhöhen, müssen Sie den Wert des Parameters **HeadingRotSpeed** verringern, um die erhöhte Größe und die erhöhte Drehgeschwindigkeit auszugleichen.

Wenn Sie beispielsweise den Radius des AMR auf 625 mm erhöhen und v den Grenzwert der linearen Geschwindigkeit von 300 mm/s darstellt, dann gilt:

$$\omega = v/r$$

$$\omega = (300 \text{ mm/s})/(625 \text{ mm}) = 0,48 \text{ Radiant/s}$$

$$\omega = 0,48 \text{ Radiant/s} * 180/\pi = 27,5 \text{ Grad/s}$$

Stellen Sie in MobilePlanner den Wert des Parameters **HeadingRotSpeed** auf 27,5 Grad/s ein.

7.2.4 Sensoren

Description	Specification
Sensors	
Safety Scanning Laser	<p>1 at front of LD-250</p> <p>Single horizontal plane, parallel to the floor at a height of 190 mm (7.48 inches).</p> <p>601 beam readings in a 240° field of view (0.4 degrees per beam).</p> <p>Maximum safety protection range of 3 m (9.8 ft).</p> <p>Maximum distance for range readings of 15 m (49 feet).</p> <p>Class 1, eye-safe. PLd Safety per ISO-13849</p>
Position encoders	One encoder for operation and navigation. A second encoder for safety.
Analog gyroscope (LD-250 Core)	320 deg/sec max rotation
Rear sensor	<p>1 at rear of LD-250</p> <p>The sensor has right, center, and left segments. (MobilePlanner indicates which segment is activated by an obstacle.)</p>
Low Front Laser (Toe Laser)	1 in toe-laser well.
Side Lasers (option)	<p>One rear-facing.</p> <p>2 on sides of payload structure, user-mounted.</p>
Upward-facing camera (Acuity option)	1 on payload structure, user-mounted
Payload Structure bumpers (option)	6 inputs, user-designed and mounted sensors (3 front, 3 rear)

7.2.5 Einhaltung der ESD-Regeln

Der LD-250 weist einen Weg zur ESD-Erdung durch die Laufrollen auf. Diese Methode ist zwar ausreichend für den Schutz des LD-250 und anderer Geräte, mit denen er in Berührung kommt, ist jedoch nicht IEC-konform.

Halten Sie sowohl den Boden als auch die Laufrollen sauber, damit ausreichende Leitfähigkeit gewährleistet ist. Siehe:

- *ESD-Laufrollen reinigen* auf Seite 156 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).
- *Umgebung und Boden* auf Seite 115 (Betriebsanleitung LD-250-Plattform, Rev. B).

7.3 Technische Daten der Dockingstation

Description	Specification
Current	8 A
Circuit protection	Thermal circuit breaker rated at 10A (IEC) or 15A (UL).
Contacts	2
Voltage	100-240 VAC, 50/60 Hz
Power consumption	800 W
Short circuit current rating (SCCR)	Fuse: 1500 A, Circuit Breaker 2000 A
Humidity	5% to 95% non-condensing
Temperature	5 to 40°C (41 to 104°F)
Dimensions - WxDxH with Floor plate	349 x 369 x 315 mm [13.75 x 14.5 x 12.4 inches] 495 x 495.5 x 317 mm [16 x 19.5 x 12.5 inches]
Weight	8.2 kg (18 lbs)
Mounting	Wall bracket, directly to floor, or on floor with floor plate
Indicators	Power on - blue Charging - amber
Connector	For manual charging of spare batteries

HINWEIS: Für den LD-250 können auch Dockingstationen älterer Modelle mit einer trägen 10-A-Sicherung verwendet werden.

OMRON Robotics and Safety Technologies, Inc.

4225 Hacienda Drive
Pleasanton, CA 94588 U.S.A.
Tel: (1) 925-245-3400/Fax: (1) 925-960-0590
Contact: www.ia.omron.com

Authorized Distributor:

© OMRON Corporation 2020. All Rights Reserved.
In the interest of product improvement,
specifications are subject to change without notice.