

Vor Beginn aller Arbeiten Anleitung lesen!

Yu 5 Industrial



Betriebsanleitung

Roboter Yu 5 Industrial

Agile Robots



Hardware-Version 1.3

Agile Robots SE
Plinganserstraße 134
81369 München
DEUTSCHLAND
Telefon: +49 89 277814-101
E-Mail: welcome@agile-robots.com
Internet: www.agile-robots.com
Originaldokument



Informationen zu dieser Anleitung

Diese Anleitung ermöglicht den sicheren und effizienten Umgang mit dem Roboter Yu 5 Industrial (im Folgenden auch "Roboter"). Diese Anleitung ist Bestandteil des zum Roboter gehörenden Lieferumfangs und muss in unmittelbarer Nähe des Roboters für das Personal jederzeit zugänglich aufbewahrt werden.

Das Personal muss diese Anleitung vor Beginn aller Arbeiten mit dem Roboter sorgfältig durchgelesen und verstanden haben. Grundvoraussetzung für sicheres Arbeiten ist die Einhaltung aller angegebenen Sicherheitshinweise und Handlungsanweisungen in dieser Anleitung.


Darüber hinaus gelten die örtlichen Arbeitsschutzvorschriften und allgemeinen Sicherheitsbestimmungen für den Einsatzbereich des Roboters.

Abbildungen in dieser Anleitung dienen dem grundsätzlichen Verständnis und können von der tatsächlichen Ausführung abweichen.

Mitgelte Unterlagen

Diese Anleitung enthält Informationen über Aufbau und Funktion des Roboters sowie Anweisungen für seine mechanische und elektrische Installation.

Neben dieser Anleitung gelten zusätzlich folgende Dokumente:

-  *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*
- Einbauerklärung gemäß Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

Haftungsbeschränkung

Alle Angaben und Hinweise in dieser Anleitung wurden unter Berücksichtigung der geltenden Normen und Vorschriften, des Stands der Technik sowie unserer langjährigen Erkenntnisse und Erfahrungen zusammengestellt.

In folgenden Fällen übernimmt der Hersteller für Schäden keine Haftung:

- Nichtbeachtung dieser Anleitung
- von der bestimmungsgemäßen abweichende Verwendung
- Einsatz von nicht ausreichend qualifiziertem Personal
- eigenmächtige Umbauten
- technische Veränderungen
- Verwendung nicht zugelassener Ersatzteile



Es gelten die in den Vertragsunterlagen vereinbarten Verpflichtungen, die allgemeinen Geschäftsbedingungen sowie die Lieferbedingungen der Agile Robots SE und die zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses gültigen gesetzlichen Regelungen.

Urheberschutz

Die Inhalte dieser Anleitung sind urheberrechtlich geschützt. Ihre Verwendung ist im Rahmen der Nutzung des Roboters zulässig. Eine darüber hinausgehende Verwendung ist ohne schriftliche Genehmigung der Agile Robots SE nicht gestattet.

Benennung von Personengruppen




Aus Gründen der Lesbarkeit wird in dieser Anleitung bei Personenbezeichnungen (z. B. Bediener) ausschließlich die männliche Form verwendet, wobei immer auch die weibliche Form mit eingeschlossen ist.

Kundendienst

Für technische Auskünfte sowie im Reparatur- oder Störfall steht Ihnen unser Kundenservice zur Verfügung:




Adresse	Agile Robots SE Am Bleichanger 48c 87600 Kaufbeuren DEUTSCHLAND
Telefon	<ul style="list-style-type: none">■ Deutscher Kundendienst: +49 89 277814-800■ Englischer Kundendienst: +49 89 277814-810
E-Mail	service@agile-robots.com

Inhaltsverzeichnis


	1	Hinweise und Kennzeichnungen in dieser Anleitung.....	11
	2	Ihr Roboter auf einen Blick.....	13
	2.1	Die Funktionsweise von kollaborativen Robotern.....	13
	2.2	Der Roboter und seine Komponenten.....	14
	2.2.1	Roboter.....	15
	2.2.2	Handcontroller.....	19
	2.2.3	Robotersteuerung.....	21
	2.2.4	Zubehör und Dokumentation.....	23
	2.2.5	Schnittstellen.....	23
	2.2.5.1	Mechanische Schnittstelle am Medienflansch.....	23
	2.2.5.2	Elektrische Schnittstellen am Medienflansch.....	26
	2.2.5.3	Elektrische Schnittstellen in der Robotersteuerung.....	33
	2.2.6	Betriebsarten und Betriebszustände des Roboters....	44
	3	Zu Ihrer Sicherheit.....	51
	3.1	Geltungsbereich der Anleitung.....	51
	3.2	Bestimmungsgemäße Verwendung.....	52
	3.3	Restgefahren.....	55
	3.3.1	Gefahren durch elektrische Energien.....	56






3.3.2	Gefahren durch Ändern der Sicherheitskonfiguration des Roboters.....	58
3.3.3	Gefahren durch Bewegungen des Roboters.....	59
3.3.4	Gefahren durch herabfallende Objekte.....	61
3.3.5	Gefahren bei der Wiederinbetriebnahme des Roboters nach einer Kollision.....	62
3.3.6	Gefahren durch Montage- und Demontagetätigkeiten.....	63
3.3.7	Gefahren durch heiße Oberflächen.....	63
3.3.8	Gefahren im Rescue-Modus.....	64
3.3.9	Gefahren durch photobiologische Belastungen.....	65
3.3.10	Gefahren durch elektromagnetische Felder.....	65
3.4	Sicherheit beim kollaborativen Betrieb.....	66
3.5	Sicherheit beim nicht-kollaborativen Betrieb.....	67
3.6	Sicherheit beim integrierten Betrieb in einer Gesamtanlage.....	68
3.7	Arbeits- und Gefahrenbereich des Roboters.....	70
3.8	Verantwortung des Betreibers.....	71
3.9	Personalanforderungen.....	73
3.10	Persönliche Schutzausrüstung.....	77
3.11	Sicherheitseinrichtungen.....	79
3.12	Sicherheitsfunktionen.....	82
3.12.1	Kraft- und Leistungsbegrenzung (Force and Power Limiting).....	86

3.12.2	Sicher begrenzter Bewegungsbereich des Roboters (Motion Range Limiting).....	92
3.12.3	Externer Sicherheitshalt.....	95
3.13	Konfigurierbare sichere digitale Eingänge und Ausgänge.....	97
3.13.1	Konfigurierbare sichere Eingänge.....	97
3.13.2	Konfigurierbare sichere Ausgänge.....	100
3.14	Verhalten bei Unfällen.....	102
3.15	Umweltschutz.....	103
3.16	Sicherheit der IT-Umgebung.....	105
	4 Anlieferung, Verpackung und Lagerung.....	107
4.1	Anlieferung und Lieferumfang.....	107
4.2	Verpackung.....	108
4.3	Lagerung.....	110
	5 Roboter montieren.....	111
5.1	Sicherheit bei der Montage.....	111
5.2	Montage vorbereiten.....	112
5.3	Roboter montieren und in Betrieb nehmen.....	115
	6 Roboter bedienen.....	127
6.1	Sicherheit bei der Bedienung.....	128
6.2	Betreiberseitiges Werkzeug anschließen.....	131
6.2.1	Werkzeug an den Verbindungsflansch anschließen.	131



6.2.2	Weitere Werkzeugkomponenten anschließen.....	133
6.3	Roboterfunktionen bedienen.....	137
6.3.1	Funktionsfähigkeit des Roboters vor dem Betrieb prüfen.....	137
6.3.2	Roboter ein- oder ausschalten.....	138
6.3.3	Betriebsart wechseln.....	140
6.3.4	Reset nach Roboterhalt durchführen.....	141
6.3.5	Sicherheitskonfiguration parametrieren.....	145
6.4	Roboter mit Komponenten des Betreibers verbinden.....	146
6.4.1	Externe Spannungsversorgung verbinden.....	148
6.4.2	Sicherheits-E/A-Schnittstellen verbinden.....	150
6.4.2.1	Not-Halt-Schalter anschließen.....	150
6.4.2.2	Schutzstopp mit Reset-Taste verbinden.....	151
6.4.3	Digital-E/A-Schnittstellen verbinden.....	152
6.4.3.1	Elektronische Last über Digitalausgänge steuern....	152
6.4.3.2	Taste über Digitaleingänge verbinden.....	152
6.4.4	Analog-E/A-Schnittstellen verbinden.....	153
	7 Roboter reinigen und warten.....	155
7.1	Sicherheit bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten...	155
7.2	Ersatzteile.....	155
7.3	Wartungsplan.....	156
7.4	Sichern gegen Wiedereinschalten.....	157

7.5	Sicherheitseinrichtungen prüfen.....	160
7.6	Sichtprüfung am Roboter und an seinen Komponenten durchführen.....	163
7.7	Sichtprüfung am Lüfterfilter durchführen und Filtereinheit tauschen.....	163
7.8	Roboter und seine Komponenten reinigen.....	165
	8 Störungen beheben.....	167
8.1	Sicherheit bei Arbeiten zur Störungsbehebung.....	167
8.2	Verhalten bei Störungen.....	168
8.3	Roboter nach behobener Störung in Betrieb nehmen.....	168
	9 Roboter demontieren und entsorgen.....	169
9.1	Sicherheit bei der Demontage.....	169
9.2	Demontage vorbereiten.....	170
9.3	Roboter demontieren.....	171
9.4	Roboter und seine Komponenten entsorgen.....	176
	10 Technische Daten.....	177
10.1	Grunddaten.....	177
10.2	Umgebungsbedingungen.....	178
10.3	Elektrische Anschlusswerte.....	180
10.4	Schnittstellen.....	181



11 Index..... 183



12 Anhang..... 189

A Singularitäten..... 190

B Anhaltezeit und -weg..... 193

C EtherCAT-Kommunikation..... 203

D Einbauerklärung..... 205

E Zertifikate..... 207



1 Hinweise und Kennzeichnungen in dieser Anleitung

Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweise sind in dieser Anleitung durch Symbole gekennzeichnet. Die Sicherheitshinweise werden durch Signalwörter eingeleitet, die das Ausmaß der Gefährdung zum Ausdruck bringen.



GEFAHR

Diese Kombination aus Symbol und Signalwort weist auf eine unmittelbar gefährliche Situation hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führt, wenn sie nicht gemieden wird.



WARNUNG

Diese Kombination aus Symbol und Signalwort weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.



VORSICHT

Diese Kombination aus Symbol und Signalwort weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zu geringfügigen oder leichten Verletzungen führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.



HINWEIS

Diese Kombination aus Symbol und Signalwort weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die zu Sachschäden führen kann, wenn sie nicht gemieden wird.



UMWELTSCHUTZ!

Diese Kombination aus Symbol und Signalwort weist auf mögliche Gefahren für die Umwelt hin.



Tipps und Empfehlungen




Dieses Symbol hebt nützliche Tipps und Empfehlungen sowie Informationen für einen effizienten und störungsfreien Betrieb hervor.

Sicherheitshinweise in Handlungsanweisungen





Sicherheitshinweise können sich auf bestimmte, einzelne Handlungsanweisungen beziehen. Solche Sicherheitshinweise werden in die Handlungsanweisung eingebettet, damit sie den Lesefluss beim Ausführen der Handlung nicht unterbrechen. Es werden die oben beschriebenen Signalwörter verwendet.

Beispiel:

01. Schraube lösen.
02.  **VORSICHT! Klemmgefahr am Deckel!**
Deckel vorsichtig schließen.
03. Schraube festdrehen.

Weitere Kennzeichnungen

Zur Hervorhebung von Handlungsanweisungen, Ergebnissen, Auflistungen, Verweisen und anderen Elementen werden in dieser Anleitung folgende Kennzeichnungen verwendet:

Kennzeichnung	Erläuterung
	Schritt-für-Schritt-Handlungsanweisungen
	Ergebnisse von Handlungsschritten
	Verweise auf Abschnitte dieser Anleitung und auf mitgeltende Unterlagen
	Auflistungen ohne festgelegte Reihenfolge
[Taster]	Bedienelemente (z. B. Taster, Schalter), Anzeigeelemente (z. B. Signalleuchten)
„Anzeige“	Bildschirmelemente (z. B. Schaltflächen, Belegung von Funktionstasten)



2 Ihr Roboter auf einen Blick

2.1 Die Funktionsweise von kollaborativen Robotern

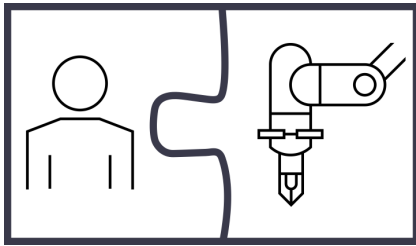


Abb. 1 Mensch-Maschine-Interaktion

Als kollaborative Roboter werden Roboter bezeichnet, die für die direkte Interaktion mit Menschen konzipiert wurden. Dadurch können Menschen Seite an Seite mit Robotern in einem gemeinsamen Arbeitsprozess zusammenarbeiten. Ein wesentliches Ziel dieser Zusammenarbeit ist es, die individuellen Fertigkeiten von Menschen mit der Ausdauer und Wiederholgenauigkeit von Robotern zu vereinen [Abb. 1](#).

Im Gegensatz zu herkömmlichen Industrierobotern ermöglicht die kollaborative Robotik eine Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter ohne räumliche Trennung. Durch diese unmittelbare räumliche Nähe ergeben sich neue sicherheitstechnische Anforderungen, um den Bediener jederzeit vor Kollisionskräften zu schützen. Beim Roboter Yu 5 Industrial erfolgt die Absicherung des Roboters anhand einer laufenden Überwachung folgender Größen:

- Geschwindigkeit
- Position
- Momente
- mechanische Leistung

Die sensorischen Fähigkeiten des Roboters in Verbindung mit einer intuitiven Handführung erlauben dem Bediener vielseitige Anwendungsmöglichkeiten in verschiedenen kollaborativen Szenarien, die häufige Anpassung und Flexibilität erfordern.



2.2 Der Roboter und seine Komponenten

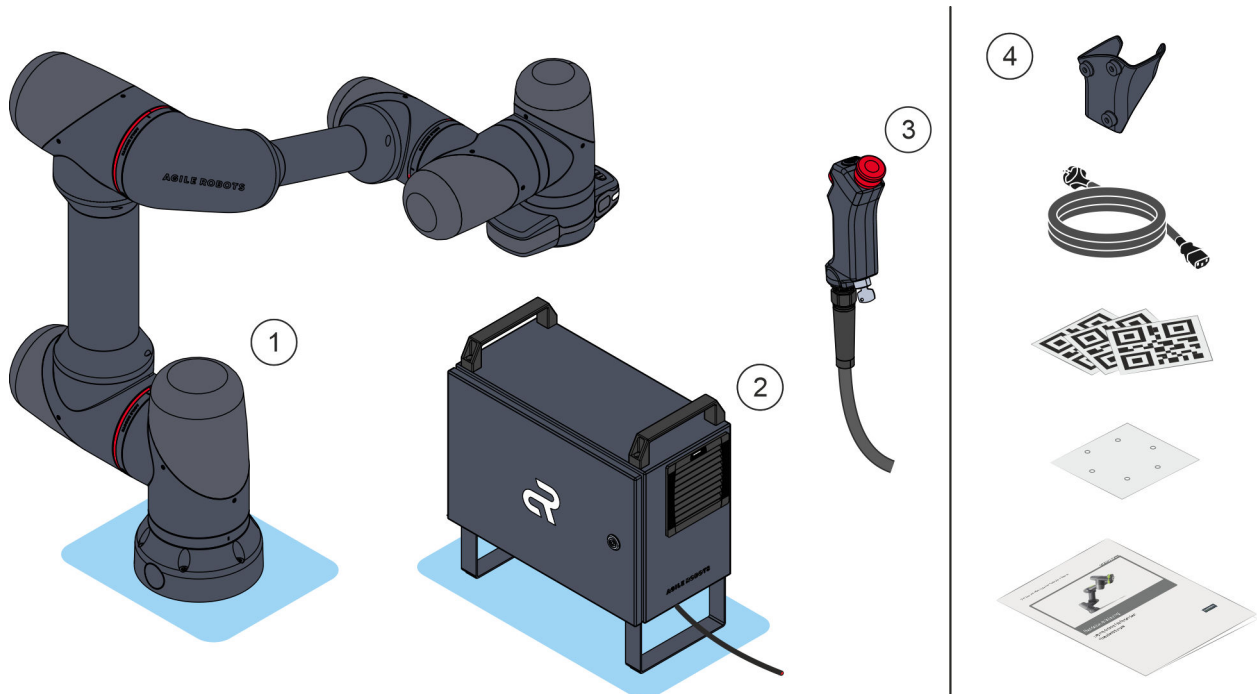


Abb. 2 Der Roboter und seine Komponenten

- ① Roboterarm
- ② Robotersteuerung
- ③ Handcontroller
- ④ Zubehör und Benutzerdokumentation

Der Roboter Yu 5 Industrial besteht aus den in [Abb. 2](#) dargestellten Hauptkomponenten (① – ③). In den nachfolgenden Abschnitten sind Aufbau und Funktion dieser Hauptkomponenten im Detail beschrieben.



Weitere Informationen zum Lieferumfang

Neben der Robotereinheit gehören die in [Abb. 2](#) dargestellten Zubehörteile sowie die Benutzerdokumentation zum Lieferumfang.

Eine detaillierte Gesamtübersicht über alle im Lieferumfang enthaltenen Teile befindet sich im [↗ Kapitel 4.1 „Anlieferung und Lieferumfang“](#) auf Seite 107.



2.2.1 Roboter

Aufbau Roboter

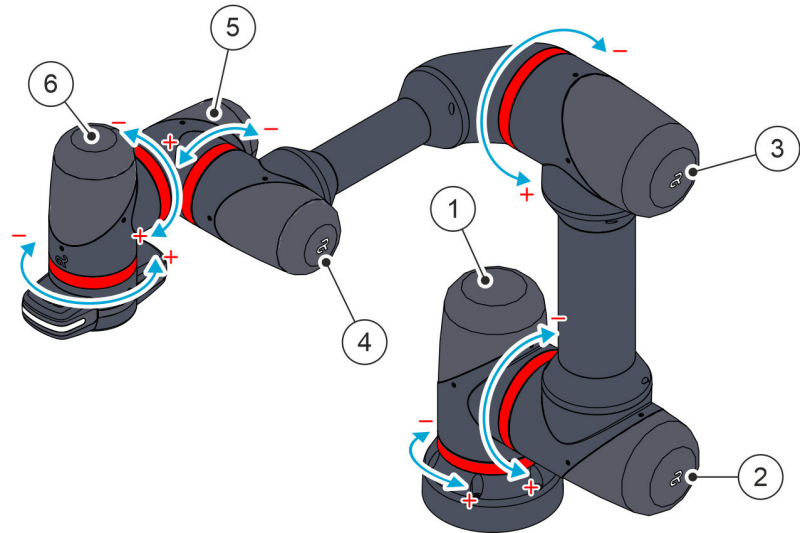


Abb. 3 Überblick Roboterachsen

 Drehrichtung Achsen

 Gelenke

① Achse 1

② Achse 2

③ Achse 3

④ Achse 4

⑤ Achse 5

⑥ Achse 6

Der Roboter besitzt insgesamt 6 Achsen [Abb. 3/① – ⑥](#), die in einer kinematischen Kette miteinander verbunden sind.

Die Bewegungen des Roboters erfolgen entlang der Gelenke an den Roboterachsen.

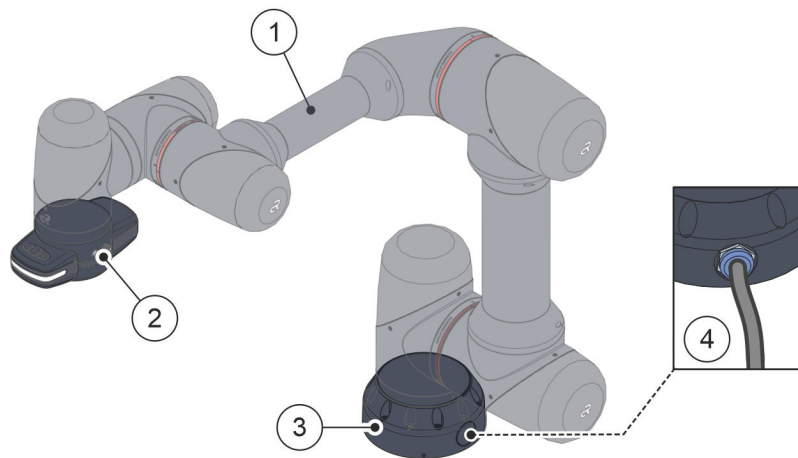


Abb. 4 Medienflansch und Roboterbasis

- ① Roboterarm
- ② Medienflansch
- ③ Roboterbasis
- ④ Verbindungskabel (Roboter – Robotersteuerung)

Der Roboter wird an der Roboterbasis [Abb. 4 / ③](#) mit der Montagefläche verschraubt. An der Roboterbasis ist das Verbindungskabel [Abb. 4 / ④](#) für die Verbindung von Roboter und Robotersteuerung fest angeschlossen.

Über den Medienflansch [Abb. 4 / ②](#) können Werkzeuge oder andere Vorrichtungen an den Roboter angeschlossen werden.

Aufbau Medienflansch

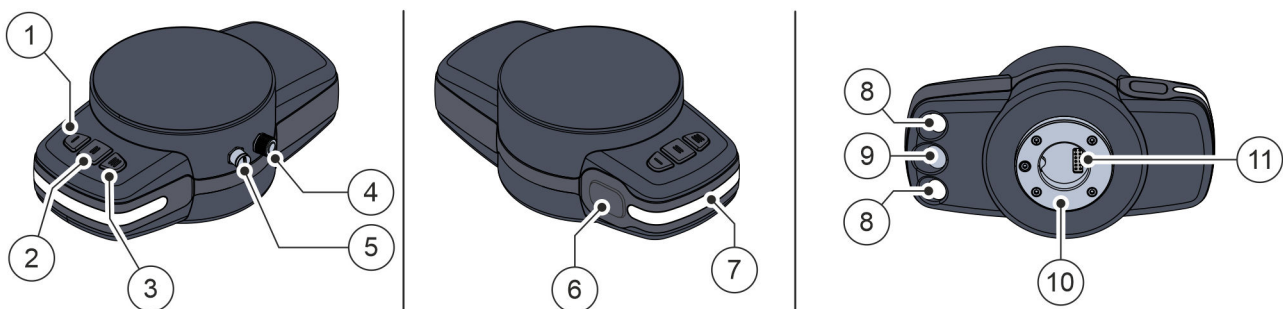


Abb. 5 Aufbau Medienflansch

- ① Funktionstaste [1]
- ② Funktionstaste [2]
- ③ Funktionstaste [3]
- ④ Externe elektrische 8-Pin-Schnittstelle
- ⑤ Externe elektrische 6-Pin-Schnittstelle
- ⑥ Handführungstaster
- ⑦ Status-LED
- ⑧ Kamera-LED
- ⑨ Kamera
- ⑩ Verbindungsflansch Werkzeug
- ⑪ Interne elektrische 12-Pin-Schnittstelle



Auf der Oberseite des Medienflansches befinden sich 3 Funktionstasten **Abb. 5/①** – **③** mit den folgenden Funktionen:

- Funktionstaste **[1]** → Wegpunkt für einen Pfadbefehl setzen (PTP-Bewegung)
- Funktionstaste **[2]** → Greifer öffnen/schließen
- Funktionstaste **[3]** → Wegpunkt für einen Pfadbefehl setzen (Linearbewegung)

Über den Verbindungsflansch **Abb. 5/⑩** und die zugehörige elektrische Schnittstelle **Abb. 5/⑪** kann ein Werkzeug an den Roboter angeschlossen werden. Der Verbindungsflansch kann standardmäßig ohne weiteren Installationsaufwand alle Werkzeugtypen aufnehmen, die die Anforderungen der ISO 9409-1-50-4-M6 erfüllen. Für Werkzeuge, bei deren Verwendung zusätzliche elektrische Signale verarbeitet werden müssen, stehen 2 weitere externe Schnittstellen **Abb. 5/④** + **⑤** zur Verfügung (☞ *Kapitel 2.2.5 „Schnittstellen“ auf Seite 23*).

Bei betätigtem Handführungstaster **Abb. 5/⑥** kann der Roboterarm in der Betriebsart Manuell per Hand bewegt und ausgerichtet werden. Die Bremsen des Roboters sind dabei gelöst und eine Berührung des Roboters durch den Bediener löst keinen Kollisionshalt aus.



Handführungstaster

Der Handführungstaster ist nicht als Drei-Stufen-Taster ausgeführt und darf maximal mit einer Kraft von 5 N betätigt werden.

Mithilfe der Kamera **Abb. 5/⑨** an der Unterseite des Medienflansches kann der Roboter für variable Automatisierungsprozesse genutzt werden, für die eine optische Erkennung von Objekten und Positionen (z. B. mithilfe der als 2D-Codes ausgeführten AgileTags) notwendig ist. Dank der beiden Kamera-LEDs **Abb. 5/⑧** ist die Kamera auch in dunkleren Umgebungen funktionsfähig.

Für das Einschalten der Kamera-LEDs gilt:

- Die Kamera-LEDs können in der Benutzeroberfläche so konfiguriert werden, dass sie während einer Kamerabildaufnahme, d. h. für wenige Sekunden, automatisch eingeschaltet sind.
- Die Beleuchtungsintensität der Kamera-LEDs kann in der Benutzeroberfläche stufenweise (0 – 100 %) eingestellt werden.



Übersicht Status-LED

Die Status-LED am Medienflansch zeigt den aktuellen Betriebszustand des Roboters gemäß folgender Zuordnung an:

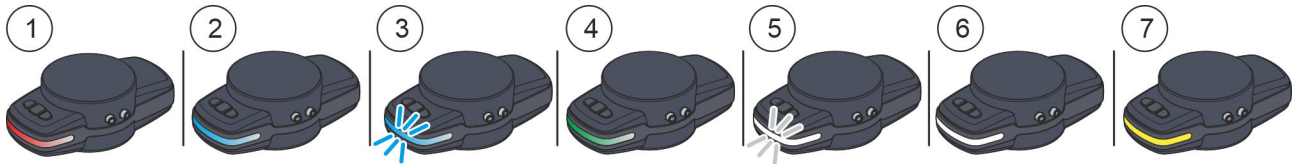


Abb. 6 Betriebszustände Roboter

Nr.	Farbe Status-LED	Betriebszustand
Abb. 6 / ①	Rot	Sicherheitshalt Der Roboter befindet sich im Not-Halt oder Sicherheitshalt: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Roboterregler sind inaktiv ▪ Bremsen sind aktiv (☛ „Sicherheitshalt“ auf Seite 48)
Abb. 6 / ②	Blau	Handführungstaster <ul style="list-style-type: none"> ▪ Handführungstaster ist betätigt ▪ Handführung des Roboters ist aktiv
Abb. 6 / ③	Blau blinkend	Kollisionshalt <ul style="list-style-type: none"> ▪ Roboter befindet sich im Kollisionshalt ▪ Antriebe sind weiterhin aktiv ▪ Bremsen sind inaktiv ▪ Roboter ist auch ohne Aktivierung des Handführungstasters unter geringem Kraftaufwand bewegbar
Abb. 6 / ④	Grün	Betriebsbereitschaft <ul style="list-style-type: none"> ▪ Roboter ist startbereit ▪ Roboterregler sind aktiv ▪ Bremsen sind inaktiv
Abb. 6 / ⑤	Weiß blinkend	Bootvorgang <ul style="list-style-type: none"> ▪ Roboterregler sind inaktiv ▪ Bremsen sind aktiv ▪ Roboterachsen und der Medienflansch sind mit Strom versorgt (24 V) ▪ Roboter befindet sich im Bootvorgang



Nr.	Farbe Status-LED	Betriebszustand
Abb. 6/⑥	Weiß	Standby <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bootvorgang ist beendet ▪ Roboterregler sind inaktiv ▪ Bremsen sind aktiv
Abb. 6/⑦	Gelb	Warnung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Feldbusverbindung ist inaktiv ▪ Roboterregler sind inaktiv ▪ Bremsen sind aktiv

2.2.2 Handcontroller

Aufbau Handcontroller

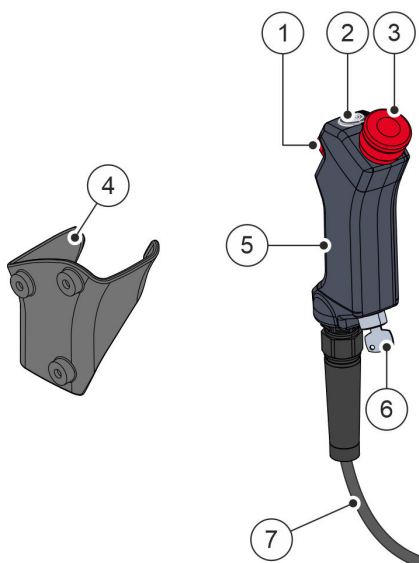


Abb. 7 Übersicht Handcontroller

- ① Zustimmungstaster
- ② EIN-/AUS-Taster
- ③ Not-Halt-Taster
- ④ Halterung
- ⑤ Griff
- ⑥ Betriebsartenwahlschalter
- ⑦ Verbindungskabel zur Robotersteuerung

Am Handcontroller befinden sich die in [Abb. 7](#) dargestellten Bedienelemente.

Der Zustimmungstaster dient dazu, den Roboter über die Benutzeroberfläche oder per Handführungstaster in der Betriebsart Manuell Verfahren zu können.



Zustimmungstaster

Die Verwendung von mehr als einem Zustimmungstaster zur gleichen Zeit ist nicht möglich.

Dazu muss für jede Roboterbewegung der Zustimmungstaster [Abb. 7/①](#) betätigt werden.



Der Zustimmungstaster ist als 3-Stufen-Taster ausgeführt. Roboterbewegungen können nur beim aktiven Betätigen und Halten des Zustimmungstasters in der zweiten Stufe (Mittelstellung) durchgeführt werden (☞ Seite 80).



Ausschalten der Zustimmungsfunktion des Zustimmungstasters

Die Zustimmungsfunktion des Zustimmungstasters kann in den Sicherheitseinstellungen der Benutzeroberfläche ausgeschaltet werden.

Als Voraussetzung dazu muss der Systemintegrator oder der verantwortliche Sicherheitsingenieur zunächst sicherstellen, dass die Werte der Sicherheitskonfiguration im sicheren Bereich parametrierbar sind, d. h. der Roboter befindet sich in einem kollaborativen Zustand.

Die Betriebsart des Roboters wird per Betriebsartenwahlschalter [Abb. 7/⑥](#) eingestellt. Das Einstellen der Betriebsart sowie das Aufbewahren des Schlüssels sind dem dazu autorisierten Betreiberpersonal vorbehalten (☞ Kapitel 3.9 „Personalanforderungen“ auf Seite 73).

Mit dem EIN-/AUS-Taster [Abb. 7/②](#) kann der Roboter ein- und ausgeschaltet werden. Der EIN-/AUS-Taster verfügt über einen LED-Ring, der im eingeschalteten Zustand des Roboters grün leuchtet.

Durch Betätigen des Not-Halt-Tasters [Abb. 7/③](#) wird ein Not-Halt ausgelöst, wodurch sämtliche Roboterbewegungen umgehend stoppen (☞ Seite 80). Die Bremsen des Roboters werden betätigt und der Roboter kann auch durch Betätigen des Handführungstasters nicht mehr manuell bewegt werden. Für eine Wiederinbetriebnahme muss der Not-Halt-Taster entriegelt und ein Reset in der Benutzeroberfläche ausgeführt werden (☞ Seite 141).

Über die Halterung [Abb. 7/④](#) kann der Handcontroller in Roboternähe auf geeigneter Arbeitshöhe eingehängt werden. Die Halterung muss dabei so angebracht sein, dass sich der eingehängte Handcontroller außerhalb der Roboterreichweite befindet.

Der Handcontroller ist im Auslieferungszustand bereits mit den Anschlüssen der Robotersteuerung verbunden.



Verbindungsabbruch Handcontroller

Bei einem Verbindungsabbruch zwischen Handcontroller und Robotersteuerung durch Kabelbruch des Handcontroller-Kabels wird automatisch ein Sicherheitshalt ausgelöst.

Die Stoppkategorie des Sicherheitshalts ist abhängig von der Sicherheitseinrichtung, deren Verbindung unterbrochen ist, z. B. Stoppkategorie 1 bei Unterbrechung des Not-Halt-Taster-Kabels.

2.2.3 Robotersteuerung

Aufbau Robotersteuerung

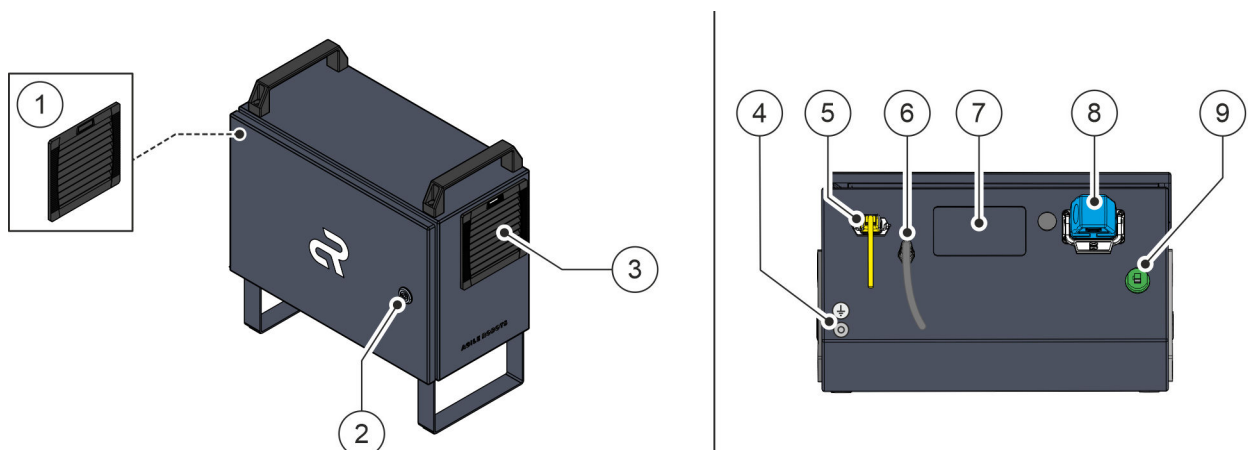


Abb. 8 Übersicht Robotersteuerung (links), Unterseite Robotersteuerung mit Anschlüssen (rechts)

- | | |
|--|--|
| ① Austrittsfilter der Lüftereinheit | ⑥ Verbindungskabel Handcontroller (nicht absteckbar) |
| ② Schloss | ⑦ Kabeldurchführung für externe Geräte |
| ③ Filterlüfter der Lüftereinheit | ⑧ Verbindungskabel Roboter (absteckbar) |
| ④ Anschluss örtlicher Potentialausgleich | ⑨ Ethernet-Anschluss |
| ⑤ Netzstecker Stromversorgung (absteckbar) | |

In der Robotersteuerung [Abb. 8](#) sind die elektrotechnischen Betriebsmittel vor äußeren Einflüssen geschützt platziert. Die Robotersteuerung enthält die Schnittstellen zur Verbindung des Roboters mit externen Maschinen und Sicherheitseinrichtungen des Betreibers.

Das Öffnen der Robotersteuerung ist dem Systemintegrator oder einer Elektrofachkraft vorbehalten [Abb. 8/②](#).



An der Unterseite der Robotersteuerung sind die Verbindungskabel für den Roboter, den Handcontroller sowie die Stromversorgung angeschlossen **Abb. 8 / ⑧ + ⑥ + ⑤**. Der Netzanschluss verfügt über folgende Einrichtungen:

- Erdungsanschluss
- Anschlusssicherung



WARNUNG

Elektrische Gefahren durch Fehlerströme!

Der Netzanschluss des Roboters ist **nicht** mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung ausgestattet.

- Sicherstellen, dass vor Inbetriebnahme des Roboters der Netzanschluss mit einer betreiberseitigen Fehlerstrom-Schutzeinrichtung ausgestattet wird.



Nachzurüstender Hauptschalter

Es wird empfohlen, vor dem Netzanschluss betreiberseitig einen Hauptschalter zu installieren.

Die Bedienung des Roboters erfolgt mittels einer Benutzeroberfläche, die über einen Laptop oder ein Tablet aufgerufen wird. Der Ethernet-Anschluss **Abb. 8 / ⑧** für die Verbindung mit dem Laptop oder Tablet befindet sich ebenfalls an der Unterseite der Robotersteuerung.



IP-Klassifizierung

Wenn ein IP54-Schutz für den Ethernet-Anschluss erforderlich ist, muss das Ethernet-Kabel betreiberseitig mit einer Steckverbindung wie z. B. **Conec 17-150254** oder **17-150264** ausgestattet sein.

Die Robotersteuerung ist zur Kühlung mit einer Lüftereinheit **Abb. 8 / ① + ③** ausgestattet.



2.2.4 Zubehör und Dokumentation

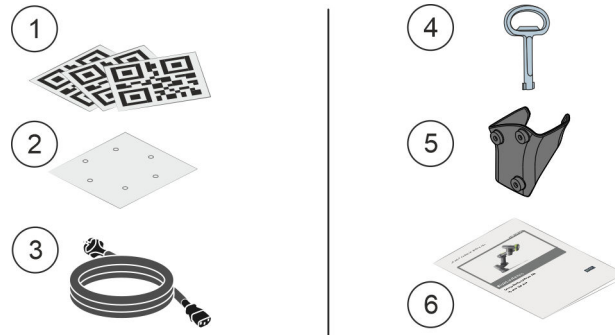


Abb. 9 Zubehör und Dokumentation

- ① AgileTags
- ② Bohrvorlage
- ③ Netzkabel
- ④ Schlüssel Robotersteuerung
- ⑤ Halterung Handcontroller
- ⑥ Betriebsanleitung

2.2.5 Schnittstellen



Kabelspezifikation

Weiterführende Informationen zur Art und Länge der Kabel, die für die Verbindung der Roboterschnittstellen verwendet werden dürfen, befinden sich im [Kapitel 10 „Technische Daten“](#) auf Seite 177.

2.2.5.1 Mechanische Schnittstelle am Medienflansch

Mechanische Schnittstelle für Werkzeuge

Am Medienflansch können Werkzeuge über eine mechanische Schnittstelle gemäß den Vorgaben der **ISO 9409-1-50-4-M6** befestigt werden.

Für die Abmessungen der mechanischen Schnittstelle gelten die Angaben in [Abb. 10](#) und [Abb. 11](#).

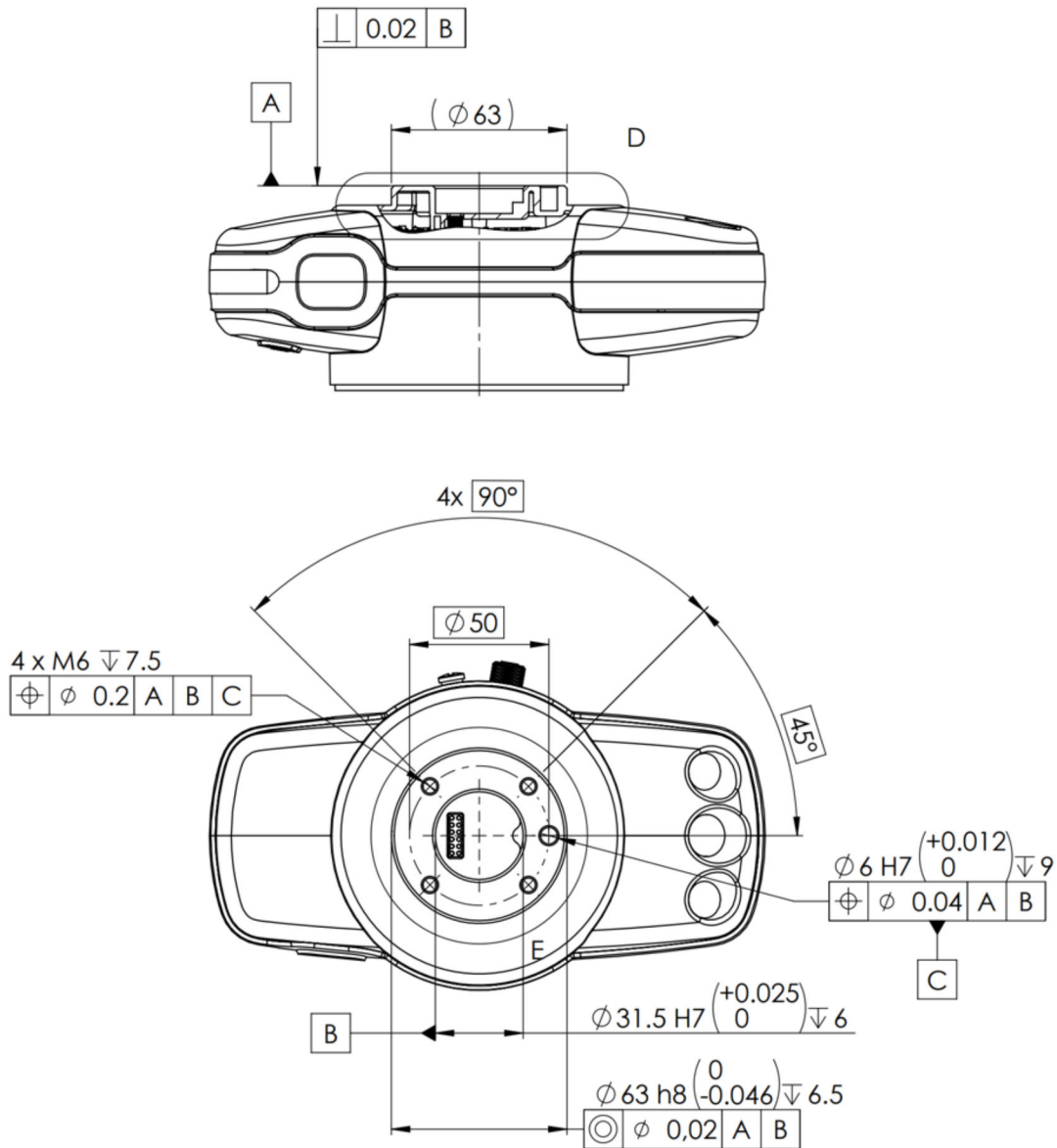


Abb. 10 Abmessungen mechanische Schnittstelle am Medienflansch, Ansicht 1 (Maßangaben in mm)

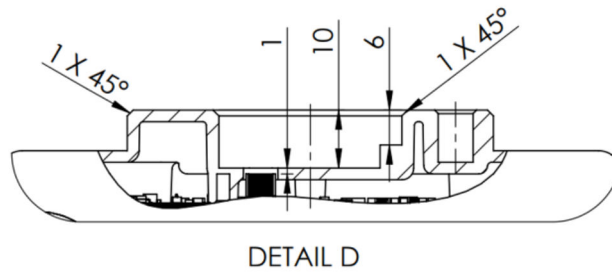
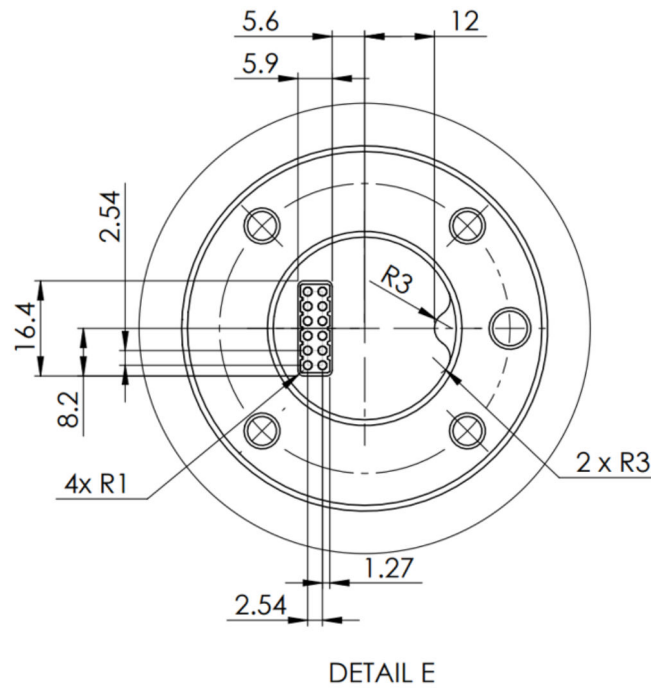


Abb. 11 Abmessungen mechanische Schnittstelle am Medienflansch, Ansicht 2 (Maßangaben in mm)



2.2.5.2 Elektrische Schnittstellen am Medienflansch



HINWEIS

Gefahr von Roboterschäden durch Überspannung!

Durch das Verbinden des Roboters mit externen Spannungsquellen besteht die Gefahr von Roboterschäden durch Überspannung, wenn der zulässige Spannungsgrenzwert überschritten wird.

- Sicherstellen, dass ausschließlich Systeme mit Kleinspannung an die externen Schnittstellen des Roboters angeschlossen werden.

Überblick elektrische Schnittstellen am Medienflansch

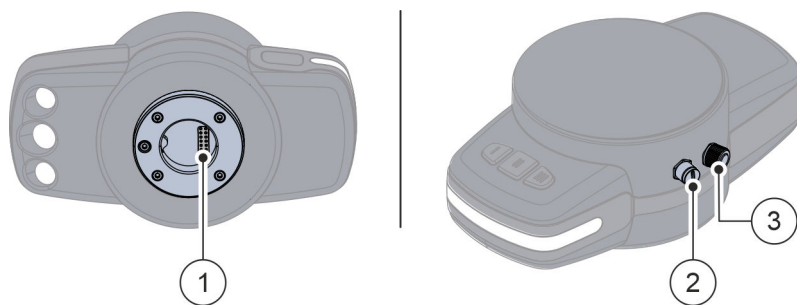


Abb. 12 Medienflansch mit elektrischen Schnittstellen

- ① Interne elektrische 12-Pin-Schnittstelle
- ② Externe elektrische 6-Pin-Schnittstelle
- ③ Externe elektrische 8-Pin-Schnittstelle

Der Medienflansch verfügt über 3 elektrische Schnittstellen [Abb. 12](#) für die Versorgung und Ansteuerung des Werkzeugs. Interne Federkontakte am Verbindungsflansch ermöglichen eine kabellose Verbindung zum Werkzeug [Abb. 12](#) / ①.

Zwei weitere Schnittstellen in Form von M8-Rundsteckverbindern befinden sich seitlich ausgerichtet am Medienflansch [Abb. 12](#) / ② + ③. Die Schnittstellen können einzeln oder im Fall eines Multiwerkzeugs auch gleichzeitig betrieben werden. Zu den elektrischen Schnittstellen (E/A-Schnittstellen) zählen digitale Ein- und Ausgänge sowie analoge Eingänge. Eine detaillierte Beschreibung der Schnittstellen erfolgt in den folgenden Abschnitten.

Die Versorgung des Werkzeugs und die Logikpegel der digitalen Schnittstellen sind auf 24 VDC bei 2 A (max. 48 W) festgelegt.



Interne elektrische 12-Pin-Schnittstelle

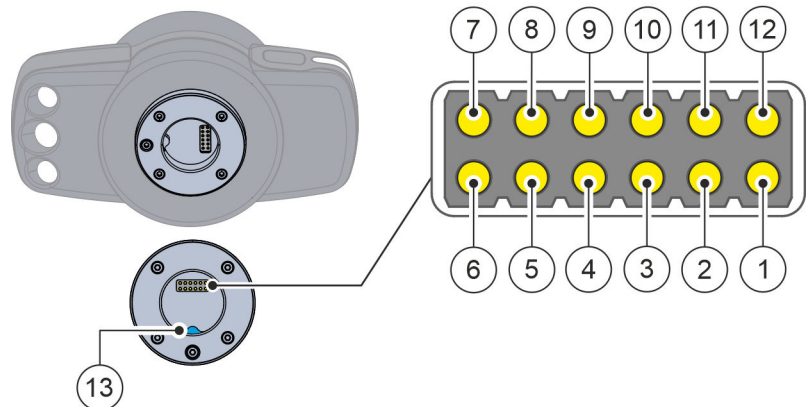


Abb. 13 Layout 12-Pin-Schnittstelle

- ① GND (Erdungsanschluss)
- ② Analoger Eingang 1 (AI 1)
- ③ +24 V (max. 48 W), PELV
- ④ Digitaler Eingang 1 (DI 1)
- ⑤ Digitaler Ausgang 1 (DO 1)
- ⑥ Digitaler Ausgang 3 (DO 3)
- ⑦ Digitaler Ausgang 4 (DO 4)
- ⑧ Digitaler Ausgang 2 (DO 2)
- ⑨ Digitaler Eingang 2 (DI 2)
- ⑩ +24 V (max. 48 W), PELV
- ⑪ Analoger Eingang 2 (AI 2)
- ⑫ GND (Erdungsanschluss)
- ⑬ Verdrehsicherung

Über die interne 12-Pin-Schnittstelle können Werkzeuge gemäß der Pin-Zuordnung in **Abb. 13** an den Medienflansch angeschlossen werden.

Die Schnittstelle besteht aus 12 Federkontakten in 2 Reihen mit einem Abstand von 2,54 mm, die mit Schutzkleinspannung (PELV: Protective Extra Low Voltage) versorgt werden.



HINWEIS

Gefahr von Sachschäden durch Verwendung eines Werkzeugs ohne Verdrehsicherung!

Wenn ein Werkzeug ohne Verdrehsicherung verwendet wird, können Schäden am Roboter durch Kurzschluss entstehen.

- Sicherstellen, dass ausschließlich Werkzeuge mit Verdrehsicherung an den Verbindungsflansch des Roboters angeschlossen werden.



Preci-Dip-Stecker

Für die Verwendung der Schnittstelle wird der Preci-Dip-Stecker **813-S1-012-10-014101** empfohlen.

Die elektrischen Spezifikationen der 12-Pin-Schnittstelle sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Schnittstelle	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
<i>24-V-Spannungsversorgung</i>					
+24 V – GND	Spannung	22	24	26	V
+24 V – GND	Strom	0	-	2	A
<i>Digitalausgänge</i>					
DO _x /Pin 8 (Digital Out)	Strom	0	-	0,5/0,3	A
DO _x /Pin 8	Spannungsabfall	0	-	0,5/1,75	V
DO _x /Pin 8	Kriechstrom	0	-	0,1/0,002	mA
DO _x /Pin 8	Funktion	-	PNP	-	Typ
<i>Digitaleingänge</i>					
DI _x (Digital In)	Spannung	-3	-	30	V
DI _x	OFF-Bereich	-3	-	5	V
DI _x	ON-Bereich	11	-	30	V
DI _x	Strom (11 – 30 V)	1	-	3	mA
DI _x	Eingangswiderstand	-	10	-	kOhm

Schnittstelle	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
<i>Analogeingänge im Strommodus</i>					
AI _x (Analog In)	Strom	4	-	20	mA



Schnittstelle	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
AI _x	Widerstand	-	20	-	Ohm
AI _x	Auflösung	-	12	-	Bit
<i>Analogeingänge im Spannungsmodus</i>					
AI _x	Spannung	0	-	10	V
AI _x	Widerstand	-	10	-	kOhm
AI _x	Auflösung	-	12	-	Bit



HINWEIS

Sachschäden durch fehlenden Schutz vor Überspannung!

Die Analogeingänge sind im Strommodus nicht gegen Überspannung geschützt.

Das Überschreiten des in den elektrischen Spezifikationen angegebenen Grenzwerts kann zu dauerhaften Schäden am Eingang führen.

- Sicherstellen, dass ausschließlich Systeme mit Kleinspannung an die externen Schnittstellen des Roboters angeschlossen werden (s. elektrische Spezifikationen oben).

Externe elektrische 8-Pin-Schnittstelle (Hauptperipherie)

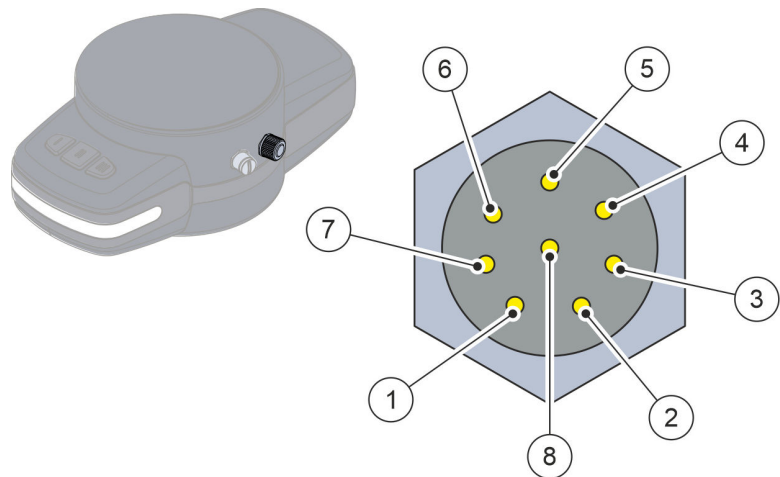


Abb. 14 Layout 8-Pin-Schnittstelle

- ① Analoger Eingang 3 (AI 3)
- ② Analoger Eingang 4 (AI 4)
- ③ Digitaler Eingang 5 (DI 5)
- ④ Digitaler Eingang 4 (DI 4)
- ⑤ +24 V (24 W), PELV



- ⑥ Digitaler Ausgang 6 (DO 6)
- ⑦ Digitaler Ausgang 5 (DO 5)
- ⑧ GND (Erdungsanschluss)

Für Werkzeuge, bei deren Verwendung zusätzliche elektrische Signale verarbeitet werden müssen, steht eine externe 8-Pin-Schnittstelle mit einer Pin-Zuordnung gemäß [Abb. 14](#) zur Verfügung.

Die Schnittstelle ermöglicht eine Ansteuerung des Werkzeugs über digitale sowie analoge Schnittstellen. Die 8-polige Buchse stellt eine Versorgung über 24 V [Abb. 14](#)/⑤ zur Verfügung. Die Funktionen der einzelnen Pins und die Ausgänge können in der Benutzeroberfläche konfiguriert werden.

Die elektrischen Spezifikationen der 8-Pin-Schnittstelle sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Schnittstelle	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
<i>24-V-Spannungsversorgung</i>					
+24 V – GND	Spannung	22	24	26	V
+24 V – GND	Strom	0	-	1	A
<i>Digitalausgänge</i>					
DO _x /Pin 7 (Digital Out)	Strom	0	-	0,5/0,3	A
DO _x /Pin 7	Spannungsabfall	0	-	0,5/1,75	V
DO _x /Pin 7	Kriechstrom	0	-	0,1/0,002	mA
DO _x /Pin 7	Funktion	-	PNP	-	Typ
<i>Digitaleingänge</i>					
DI _x (Digital In)	Spannung	-3	-	30	V
DI _x	OFF-Bereich	-3	-	5	V
DI _x	ON-Bereich	11	-	30	V
DI _x	Strom (11 – 30 V)	1	-	3	mA
DI _x	Eingangswiderstand	-	10	-	kOhm



Schnittstelle	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
<i>Analogeingänge im Strommodus</i>					
Al _x (Analog In)	Strom	4	-	20	mA
Al _x	Widerstand	-	20	-	Ohm
Al _x	Auflösung	-	12	-	Bit
<i>Analogeingänge im Spannungsmodus</i>					
Al _x	Spannung	0	-	10	V
Al _x	Widerstand	-	10	-	kOhm
Al _x	Auflösung	-	12	-	Bit



HINWEIS

Sachschäden durch fehlenden Schutz vor Überspannung!

Die Analogeingänge sind im Strommodus nicht gegen Überspannung geschützt.

Das Überschreiten des in den elektrischen Spezifikationen angegebenen Grenzwerts kann zu dauerhaften Schäden am Eingang führen.

- Sicherstellen, dass ausschließlich Systeme mit Kleinspannung an die externen Schnittstellen des Roboters angeschlossen werden (s. elektrische Spezifikationen oben).



Externe elektrische 6-Pin-Schnittstelle (M8-Steckverbinder)

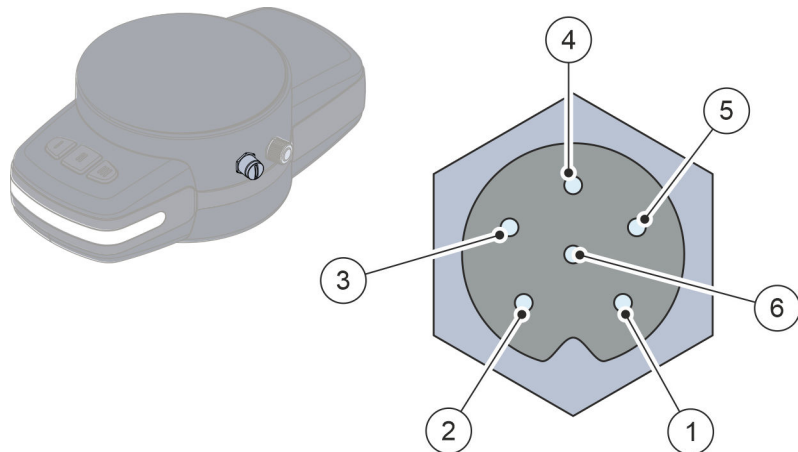


Abb. 15 Layout 6-Pin-Schnittstelle

- ① Funktion noch nicht verfügbar
- ② Funktion noch nicht verfügbar
- ③ Funktion noch nicht verfügbar
- ④ +24 V (24 W), PELV
- ⑤ Funktion noch nicht verfügbar
- ⑥ GND (Erdungsanschluss)

Für Werkzeuge, bei deren Verwendung zusätzliche elektrische Signale verarbeitet werden müssen, steht eine externe 6-Pin-Schnittstelle mit einer Pin-Zuordnung gemäß [Abb. 15](#) zur Verfügung.

Die 6-polige Buchse stellt eine Spannungsversorgung über 24 V [Abb. 15](#)/④ zur Verfügung.

Die elektrischen Spezifikationen der 6-Pin-Schnittstelle sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Schnittstelle	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
<i>24-V-Spannungsversorgung</i>					
+24 V – GND	Spannung	22	24	26	V
+24 V – GND	Strom	0	-	1	A



2.2.5.3 Elektrische Schnittstellen in der Robotersteuerung



WARNUNG

Elektrische Gefahren durch Demontage der Abdeckungen innerhalb der Robotersteuerung!

Die Demontage der Abdeckungen innerhalb der Robotersteuerung ist nicht zulässig, da Lebensgefahr durch Stromschlag besteht.

- Sicherstellen, dass die Abdeckungen innerhalb der Robotersteuerung niemals demontiert werden.
- Sicherstellen, dass keine unbefugten Personen Zugang zur Robotersteuerung erhalten.



HINWEIS

Gefahr von Roboterschäden durch Überspannung!

Durch das Verbinden des Roboters mit externen Spannungsquellen besteht die Gefahr von Roboterschäden durch Überspannung, wenn der zulässige Spannungsgrenzwert überschritten wird.

- Sicherstellen, dass ausschließlich Systeme mit Kleinspannung an die externen Schnittstellen des Roboters angeschlossen werden.



Maximaler Pulszyklus OSSD-Pulse

Für das Verbinden externer elektrischer Geräte mit den sicheren Digitaleingängen des Roboters gilt folgende Vorgabe:

Die Geräte dürfen OSSD-Pulse mit einem Pulszyklus von maximal 950 μ s aussenden. Anderenfalls wird ein Sicherheitshalt des Roboters ausgelöst.



i Zugang Robotersteuerung

Das Öffnen der Robotersteuerung sowie das Verbinden der Robotersteuerung mit betreiberseitigen Geräten sind ausschließlich dem verantwortlichen Systemintegrator oder einer Elektrofachkraft vorbehalten.

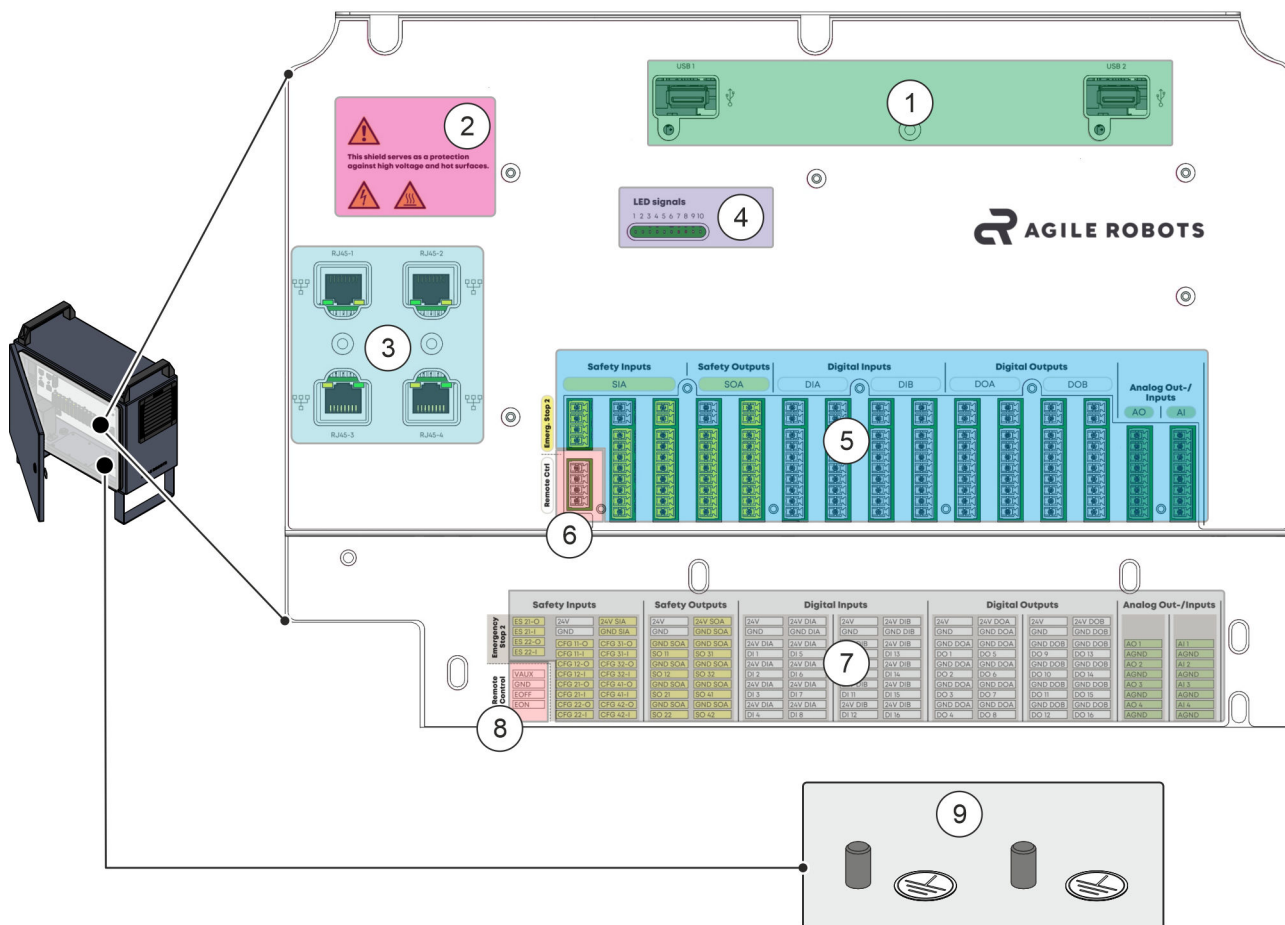


Abb. 16 Übersicht geöffnete Robotersteuerung

- ① USB-Anschlüsse
- ② Warnschilder
- ③ Ethernet-Anschlussbuchsen
- ④ LED-Signalleuchten
- ⑤ E/A-Schnittstellen
- ⑥ Schnittstelle Remote Control
- ⑦ Beschriftung der E/A-Schnittstellen
- ⑧ Beschriftung Schnittstelle Remote Control
- ⑨ Schutzleiteranschlussstellen

Durch Öffnen der Tür an der Robotersteuerung erhält der Systemintegrator oder die Elektrofachkraft Zugang zu den elektrischen Ein- und Ausgabeschnittstellen (im Folgenden: E/A-Schnittstellen) der Roboter-einheit **Abb. 16** /⑤.



Die E/A-Schnittstellen dienen der Übertragung von digitalen Steuersignalen von oder zu einer elektrischen Einrichtung des Betreibers. In den folgenden Abschnitten sind die einzelnen Schnittstellengruppen im Detail beschrieben. Das Anschließen betreiberseitiger Einrichtungen ist im [Kapitel 6.4 „Roboter mit Komponenten des Betreibers verbinden“](#) auf Seite 146 beschrieben.

Neben den E/A-Schnittstellen enthält die Robotersteuerung weitere Ports wie USB- und Ethernet-Anschlüsse [Abb. 16/① + ③](#), die zusätzliche Verbindungen zu externen Geräten ermöglichen.

In der Robotersteuerung sind zudem Warnschilder [Abb. 16/②](#) und LED-Signalleuchten [Abb. 16/④](#) angebracht.

USB-Anschlüsse



Abb. 17 USB-Anschlüsse

Die beiden USB-Anschlüsse der Robotersteuerung [Abb. 17](#) dienen als zusätzliche Anschlussmöglichkeit des Roboters an externe Geräte. Beide USB-Anschlüsse sind als USB 3.0 Typ A ausgeführt.

Für die Stromversorgung der Anschlüsse gelten folgende Maximalwerte:

- $I_{\max} = 0,9 \text{ A}$
- $P_{\max} = 4,5 \text{ W}$

Ethernet-Anschlussbuchsen

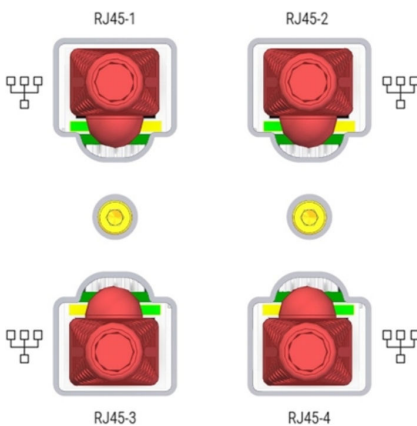


Abb. 18 Ethernet-Anschlussbuchsen RJ45-1/2/3/4

Die 4 Ethernet-Anschlussbuchsen RJ45-1/2/3/4 der Robotersteuerung [Abb. 18](#) dienen zum Datenaustausch des Roboters mit externen Geräten. Es ist ein DHCP-Client aktiv, der z. B. den Zugang zum Internet ermöglicht.



LED-Signalleuchten

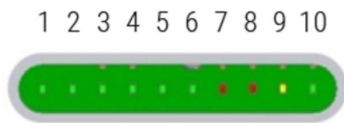


Abb. 19 LED-Signalleuchten

Die LED-Signalleuchten [Abb. 19](#) zeigen den Systemzustand von Komponenten der Robotersteuerung an. Für den Fall, dass der Roboter nicht ordnungsgemäß startet, können die LED-Signalleuchten z. B. dazu verwendet werden, eine Fehleranalyse anhand des Boot-Vorgangs durchzuführen.

Schnittstelle Remote Control



Abb. 20 Schnittstelle Remote Control

Über die Schnittstelle Remote Control [Abb. 20](#) kann eine externe Fernsteuerung an den Roboter angeschlossen werden. Als externe Steuerung kann z. B. eine SPS (speicherprogrammierbare Steuerung) angeschlossen werden.

Die Schnittstelle wird mit Schutzkleinspannung (PELV: Protective Extra Low Voltage) versorgt.

Es gilt die folgende Pin-Belegung:

- Pin [VAUX] → 12 V
- Pin [GND] → GND (Erdungsanschluss)
- Pin [EOFF] → Fernsteuerung inaktiv
- Pin [EON] → Fernsteuerung aktiv

Schutzleiteranschlusstellen

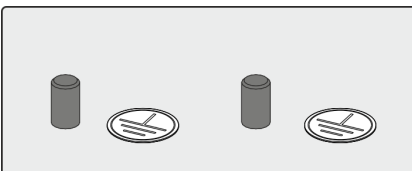


Abb. 21 Schutzleiteranschlusstellen

In der Robotersteuerung befinden sich 2 Schutzleiteranschlusstellen zur Ableitung elektrischer Ströme [Abb. 21](#).

Die Schutzleiteranschlusstellen sind über die Kabeldurchführung an der Unterseite der Robotersteuerung erreichbar.



E/A-Schnittstellen



Abb. 22 Übersicht E/A-Schnittstellen

- ① E/A-Schnittstellen
- ② Beschriftung der E/A-Schnittstellen

E/A-Schnittstellen dienen der Übertragung von digitalen Steuersignalen von oder zu externen Geräten des Betreibers gemäß der Anordnung in

Abb. 22.



Analoge Ausgänge

Die Klemmen für die analogen Ausgänge sind für zukünftige Anschlussmöglichkeiten des Roboters vorgesehen [Abb. 22](#).

Sämtliche E/A-Schnittstellen werden mit PELV (**P**rotective **E**xtra **L**ow **V**oltage) versorgt. Die E/A-Schnittstellen dürfen betreiberseitig ausschließlich mit PELV-Stromkreisen verbunden werden.

Es können unter anderem folgende Geräte mit den E/A-Schnittstellen verbunden werden:

- Sensoren/Aktoren
- Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)
- Not-Halt-Taster (ausschließlich über die Sicherheits-E/A-Schnittstellen)



Für die E/A-Schnittstellen gilt folgendes Farbschema:

Farbschema	Bedeutung
Gelb mit schwarzer Schrift	Sicherheits-E/A-Schnittstellen (ausschließlich für Sicherheitseinrichtungen und -funktionen konfigurierbare Digital-E/A-Schnittstellen)
Weiß mit schwarzer Schrift	Digital-E/A-Schnittstellen für allgemeine Zwecke
Grün mit schwarzer Schrift	Analog-E/A-Schnittstellen für allgemeine Zwecke

Gemeinsame Spezifikationen für alle Digital-E/A-Schnittstellen

In diesem Abschnitt werden die elektrischen Spezifikationen für die folgenden 24-V-Digital-E/A-Schnittstellen der Robotersteuerung definiert:

- Sicherheits-E/A-Schnittstellen (nicht konfiguriert sowie konfiguriert)
- Konfigurierbare Digital-E/A-Schnittstellen

i Externe Spannungsversorgung

Sofern vom Betreiber vorgesehen, kann eine externe Spannungsversorgung angeschlossen werden. Dazu das Vorgehen in [Kapitel 6.4.1 „Externe Spannungsversorgung verbinden“](#) auf Seite 148 beachten.

Für die elektrischen Spezifikationen der internen und externen Spannungsversorgung gelten die folgenden Werte:

Klemmen	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
<i>Interne 24-V-Spannungsversorgung</i>					
[24 V – GND]	Spannung	20,4	24	27,6	V
[24 V – GND]	Strom	0	-	4	A
<i>Externe 24-V-Eingangsanforderungen</i>					



Klemmen	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
[24 V DI(A/B)/ DO(A/B) – GND DI(A/B)/ DO(A/B)]	Spannung	19,2	24	30	V
[24 V DI(A/B)/ DO(A/B) – GND DI(A/B)/ DO(A/B)]	Strom	0	-	4	A

Die digitalen E/A-Schnittstellen erfüllen die Anforderungen der Norm **IEC 61131-2**.

Die zugehörigen elektrischen Spezifikationen sind in der folgenden Tabelle angegeben:

Klemmen	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
<i>Digitalausgänge</i>					
[CFGx-O/SOx/Ex-O/ OMx-O/DOx]	Strom	0	-	Maximal 0,5 pro Ausgang	A
[CFGx-O/SOx/Ex-O/ OMx-O/DOx]	Maximaler Spannungsabfall	0	-	0,5	V
[CFGx-O/SOx/Ex-O/ OMx-O/DOx]	Kriechstrom	0	-	0,1	mA
[CFGx-O/SOx/Ex-O/ OMx-O/DOx]	Funktion	-	PNP	-	Typ
[CFGx-O/SOx/Ex-O/ OMx-O/DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	Typ
<i>Digitaleingänge</i>					
[CFGx-I/Ex-I/OMx-I/ DIx]	Spannung	-3	-	30	V
[CFGx-I/Ex-I/OMx-I/ DIx]	OFF-Bereich	-3	-	5	V
[CFGx-I/Ex-I/OMx-I/ DIx]	ON-Bereich	11	-	30	V



Klemmen	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
[CFGx-I/Ex-I/OMx-I/DIx]	Strom (11 – 30 V)	2	-	15	mA
[CFGx-I/Ex-I/OMx-I/DIx]	Funktion	-	PNP	-	Typ
[CFGx-I/Ex-I/OMx-I/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Typ

Sicherheits-E/A-Schnittstellen

In diesem Abschnitt werden die speziellen Sicherheitseingänge (gelbe Klemmen mit schwarzer Schrift) und konfigurierbare E/A-Schnittstellen, die als Sicherheits-E/A-Schnittstellen konfiguriert sind, beschrieben.

Für die Sicherheits-E/A-Schnittstellen gelten die auf [Seite 38](#) definierten elektrischen Spezifikationen.

Alle Sicherheits-E/A-Schnittstellen sind paarweise (redundant) angeordnet und müssen als 2 getrennte Instanzen beibehalten werden. Eine einzelne Störung führt damit nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion.

Die Not-Halt-Funktionalität (nur für Not-Halt-Geräte gemäß EN 60947-5-5) ist als permanenter Sicherheitseingang ausgeführt.

Für die Not-Halt-Funktionalität gilt folgende Zuordnung:

Angabe	Wert
Roboterbewegung stoppt	✓
Programmausführung	Gestoppt
Roboterstrom* (48 VDC)	Aus
Reset	Manuell
Einsatzhäufigkeit	Nicht häufig
Erfordert Quittierung in der Benutzeroberfläche	✓
Stoppkategorie (DIN EN 60204-1:2019-06)	SS1

* Sensoren werden noch mit Strom versorgt



Die konfigurierbaren E/A-Schnittstellen können dazu genutzt werden, zusätzliche Sicherheits-E/A-Schnittstellen wie z. B. einen Notabschaltungsausgang einzurichten. Die konfigurierbaren E/A-Schnittstellen werden über die Benutzeroberfläche eingerichtet.



Sicherheits-E/A-Schnittstellen

Beispiele für das Verbinden von Sicherheits-E/A-Schnittstellen sind in [Kapitel 6.4.2 „Sicherheits-E/A-Schnittstellen verbinden“](#) auf Seite 150 aufgeführt.

Standardmäßige Sicherheitskonfiguration

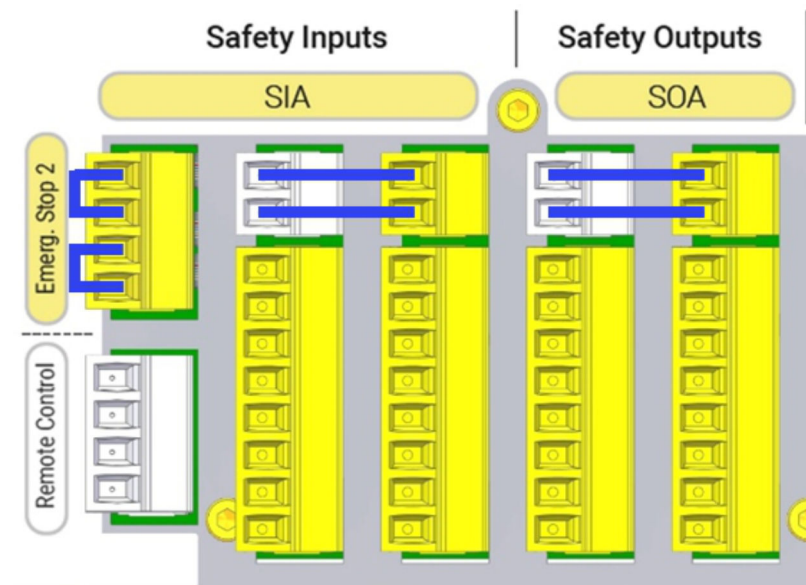


Abb. 23 Standardmäßig reservierte Sicherheits-E/A-Schnittstellen

— Brücken

Die in [Abb. 23](#) markierten Sicherheits-E/A-Schnittstellen sind bei Auslieferungszustand des Roboters fest verbrückt.



Digital-E/A-Schnittstellen für allgemeine Zwecke

Für die Digital-E/A-Schnittstellen gelten die auf [Seite 38](#) definierten elektrischen Spezifikationen.

Die allgemeinen Digital-E/A-Schnittstellen (graue Klemmen) können für die direkte Steuerung von externen Geräten wie beispielweise pneumatischen Relais oder für die Kommunikation mit einer SPS verwendet werden.



Digital-E/A-Schnittstellen

Beispiele für das Verbinden von Digital-E/A-Schnittstellen sind im [Kapitel 6.4.3 „Digital-E/A-Schnittstellen verbinden“](#) auf [Seite 152](#) aufgeführt.



Analog-E/A-Schnittstellen für allgemeine Zwecke

Mithilfe der Analog-E/A-Schnittstellen (grüne Klemmen) kann die Spannung von betreiberseitigen Geräten erfasst werden.



Analoge Ausgänge

Die Klemmen für die analogen Ausgänge sind für zukünftige Anschlussmöglichkeiten des Roboters vorgesehen.

Für die elektrischen Spezifikationen der Analog-E/A-Schnittstellen gelten die folgenden Werte:

Klemmen	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
<i>Analogeingang im Spannungsmodus</i>					
[Alx – AGND]	Spannung	0	-	10	V
[Alx – AGND]	Widerstand	-	10	-	kOhm
[Alx – AGND]	Auflösung	-	12	-	10
<i>Analogausgang im Spannungsmodus</i>					
[AOx – AGND]	Spannung	(0)*	-	(10)*	V
[AOx – AGND]	Strom	(0)*	-	(20)*	mA
[AOx – AGND]	Widerstand	-	(1)*	-	Ohm
[AOx – AGND]	Auflösung	-	(12)*	-	Bit

* Für zukünftige Roboterversionen vorgesehen



Analog-E/A-Schnittstellen

Beispiele für das Verbinden von Analog-E/A-Schnittstellen sind im [Kapitel 6.4.4 „Analog-E/A-Schnittstellen verbinden“](#) auf Seite 153 aufgeführt.



2.2.6 Betriebsarten und Betriebszustände des Roboters

Betriebsart Automatik

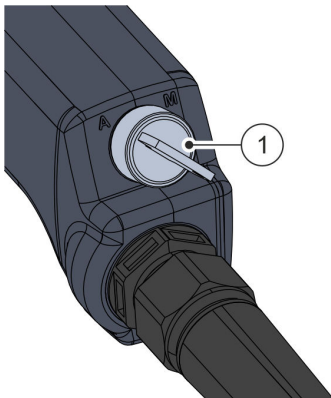


Abb. 24 Betriebsartenwahlschalter am Handcontroller (Betriebsart Automatik)

Die Betriebsart Automatik **Abb. 24 /A** wird am Betriebsartenwahlschalter **Abb. 24 /①** des Handcontrollers eingeschaltet.

In der Betriebsart Automatik können Programme vom Bediener geladen sowie gestartet und gestoppt werden.

Betriebsart Manuell

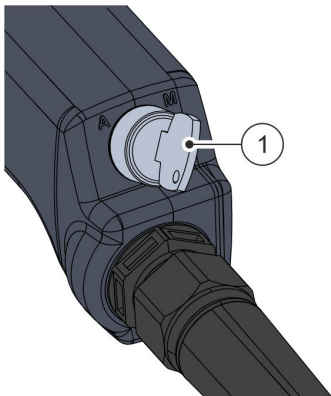


Abb. 25 Betriebsartenwahlschalter am Handcontroller (Betriebsart Manuell)

Die Betriebsart Manuell **Abb. 25 /M** wird am Betriebsartenwahlschalter **Abb. 25 /①** des Handcontrollers eingeschaltet.

Die Betriebsart Manuell steht folgenden Gruppen des Betriebspersonals zur Verfügung:

- Instandhaltungsfachkraft
- Programmierer
- Sicherheitsingenieur
- Systemintegrator

In der Betriebsart Manuell kann der Roboter manuell über Eingaben in der Benutzeroberfläche verfahren werden. Dazu muss der Zustimmungstaster am Handcontroller durchgehend in Mittelstellung betätigt sein.

Die Geschwindigkeit des Roboters ist dabei auf 250 mm/s begrenzt. Ein Verfahren des Roboters mit höherer Geschwindigkeit kann in der Benutzeroberfläche durch aktives Bestätigen freigeschaltet werden.



Die unterschiedlichen Geschwindigkeiten sind für folgende Einsatzzwecke des Roboters vorgesehen:

- **Geschwindigkeit ≤ 250 mm/s**
 - Jogging
 - Erstellen und Testen von neuen Programmen
 - Teachen des Roboters
- **Geschwindigkeit > 250 mm/s**
 - Ausschließlich für das Verifizieren des korrekten Programmablaufs bei der Erstellung neuer Programme

Die Zustimmungsfunktion kann vom Systemintegrator oder dem verantwortlichen Sicherheitsingenieur durch aktives Bestätigen in der Sicherheitskonfiguration aufgehoben werden. Dazu muss der Systemintegrator vorab im Rahmen einer Risikobewertung sichergestellt haben, dass ein Verfahren des Roboters in der aktuellen Umgebung und mit der aktuell aktiven Sicherheitskonfiguration keine Gefahr für das Personal darstellt.

Wenn die Zustimmungsfunktion aufgehoben ist, gilt die oben aufgeführte Unterscheidung zwischen reduzierter und erhöhter Geschwindigkeit nicht mehr. In diesem Fall kann der Roboter mit der in der Kraft- und Leistungsbegrenzung definierten Geschwindigkeit für alle Einsatzzwecke verfahren werden.

Es wird empfohlen, dass sich bei Arbeiten in der Betriebsart Manuell keine Personen im Gefahrenbereich des Roboters aufhalten.

NORMAL- und REDUZIERT-Modus

Die Kräfte, mit denen der Roboter verfahren wird, sind durch die Kraft- und Leistungsbegrenzung festgelegt.

Die konkreten Werte der Kraft- und Leistungsbegrenzung können vom Systemintegrator oder vom verantwortlichen Sicherheitsingenieur durch jeweils eigene Parametersätze für einen NORMAL-Modus sowie für einen REDUZIERT-Modus definiert werden.

Standardmäßig ist der Parametersatz für den NORMAL-Modus aktiv. Dies gilt für die Betriebsarten Automatik und Manuell.



Die Parametersätze NORMAL und REDUZIERT im Detail

Weiterführende Informationen zur Konfiguration der beiden Parametersätze befinden sich auf [Seite 86](#).



Rescue-Modus

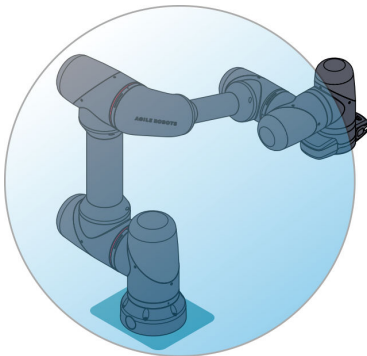


Abb. 26 Überschreiten der Arbeitsraumgrenzen des Roboters

Der Rescue-Modus kann vom Systemintegrator oder von einem befugten Sicherheitsingenieur des Betreibers über die Benutzeroberfläche aktiviert werden, um den Roboter aus einer Fehlerposition zu befreien. Dazu müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Der Roboter befindet sich im Stillstand.
- Der Roboter befindet sich in der Betriebsart Manuell.
↳ Kapitel 6.3.3 „Betriebsart wechseln“ auf Seite 140
- In der Benutzeroberfläche ist der Rescue-Modus aktiviert.

Der Rescue-Modus ist für folgende Fehlerzustände vorgesehen:

- Die Arbeitsraumgrenzen des Roboters wurden überschritten.
- Die Achsgrenzen des Roboters wurden überschritten.
- Der Roboter hat eine Eigenkollision registriert.



Verwendung Rescue-Modus

Eine Verwendung des Rescue-Modus über die oben genannten Fälle hinaus erfordert gegebenenfalls zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen des Betreibers.

Gefahren im Rescue-Modus beachten ↳ Kapitel 3.3.8 „Gefahren im Rescue-Modus“ auf Seite 64.

Nach Aktivierung des Rescue-Modus kann der Roboter über die Handführung oder über den Jog-Modus in der Benutzeroberfläche (empfohlen) manuell aus der Fehlerposition verfahren werden. Dazu muss der Zustimmungstaster in der mittleren Position gedrückt und gehalten werden.

Das gilt auch, wenn der Zustimmungstaster in der Benutzeroberfläche deaktiviert wurde. Der Roboter kann im Rescue-Modus maximal mit einer kartesischen Geschwindigkeit von 250 mm/s bewegt werden.

Darüber hinaus gelten folgende Einschränkungen:



- Die Achsgeschwindigkeit ist deutlich reduziert.
- Die Roboterleistung ist deutlich reduziert.
- Folgende Sicherheitsfunktionen sind inaktiv:
 - Sicher begrenzte Achsposition (Safely Limited Drive Position (SLDP))
 - Sicher begrenzte kartesische Position (Safely Limited Cartesian Position (SLCP))
 - Sicher begrenzte kartesische Orientierung (Safely Limited Cartesian Orientation (SLCO))
 - Sicher begrenzte kartesische Kraft (Safely Limited Cartesian Force (SLCF))

Nach dem Deaktivieren des Rescue-Modus werden die Sicherheitsfunktionen wieder aktiv geschaltet. Die Zustimmungsfunktion des Zustimmungstasters wird ggf. wieder inaktiv geschaltet, sofern die Funktion vorher in der Benutzeroberfläche deaktiviert wurde.



Rescue-Modus

Der Rescue-Modus wird **nicht** durch die Status-LED am Medienflansch angezeigt.

Kollisionshalt

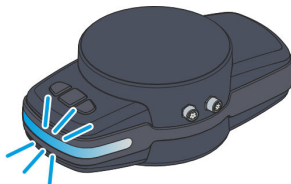


Abb. 27 Status-LED bei Kollisionshalt

Der Kollisionshalt wird in den Betriebsarten Automatik und Manuell durch physischen Kontakt mit dem Roboter ausgelöst. Dies gilt nur, wenn die Kollisionserkennung in der Benutzeroberfläche **nicht** deaktiviert wurde.

Sämtliche Roboterbewegungen sowie das aktuell aktive Programm werden bei einem Kollisionshalt umgehend gestoppt. Das Programm kann nach Verlassen des Kollisionszustands neu gestartet werden.

Bei einem Kollisionshalt blinkt die Status-LED am Medienflansch blau

Abb. 27.

In diesem Fall kann der Roboter auch ohne Betätigen des Handführungstasters händisch bewegt werden. Um den Roboter wieder in Betrieb zu nehmen, muss der Handführungstaster betätigt werden.

Alternativ kann der Roboter auch in den Standby-Zustand versetzt und anschließend wieder aktiv geschaltet werden.



Kollisionshalt

Der Kollisionshalt ist **nicht** als sicherheitsgerichteter Halt ausgeführt.

Kollaborativer und nicht-kollaborativer Zustand

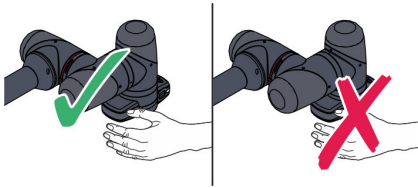


Abb. 28 Kollaborativer und nicht-kollaborativer Zustand

Je nach Parametrierung der Sicherheitskonfiguration kann sich der Roboter entweder im kollaborativen oder im nicht-kollaborativen Zustand befinden.

Im kollaborativen Zustand können sich Mensch und Roboter denselben Arbeitsraum teilen, da sich der Roboter mit einer reduzierten Geschwindigkeit bewegt. Der Systemintegrator oder der verantwortliche Sicherheitsingenieur muss dazu über die Parametrierung der Kraft- und Leistungsbegrenzung sicherstellen, dass bei physischem Kontakt mit dem Roboter die zulässigen biomechanischen Grenzwerte für Mensch-Maschinen-Kollisionen nicht überschritten werden (ISO/TS 15066).

Im nicht-kollaborativen Zustand muss der Bediener durch betreiberseitige Schutzmaßnahmen (z. B. Einhausungen, Lichtschranken) vor den Bewegungen des Roboters geschützt werden. Das gemeinsame Arbeiten im selben Arbeitsraum ist dann nicht möglich.

Sicherheitshalt

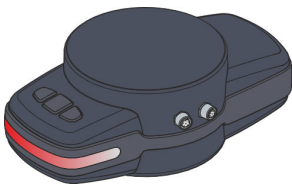


Abb. 29 Status-LED beim Sicherheitshalt

Bei einem Sicherheitshalt werden sämtliche Roboterbewegungen durch Abschalten der Leistungselektronik umgehend gestoppt und die Bremsen des Roboters betätigt. Ein Sicherheitshalt wird in den folgenden Situationen ausgelöst:

- Wenn der Not-Halt-Taster am Handcontroller betätigt wird.
- Wenn ein Fehler in der Sicherheitssteuerung vorliegt.
- Wenn sich der Roboter in Bewegung befindet und am Betriebsartenwahlschalter die Betriebsart gewechselt wird.
- Wenn sich der Zustimmungstaster am Handcontroller in Mittelstellung befindet und am Betriebsartenwahlschalter die Betriebsart gewechselt wird (sowohl in der Betriebsart Automatik als auch in der Betriebsart Manuell).



- Wenn eine der Sicherheitsfunktionen des Roboters ausgelöst wird, z. B. durch das Überschreiten der maximal zulässigen Geschwindigkeit (☞ Seite 82).
- Wenn eine externe Sicherheitseinrichtung des Betreibers an die Sicherheits-E/A-Schnittstellen in der Robotersteuerung angeschlossen ist und diese Sicherheitseinrichtung ausgelöst wird.

Der Roboter kann bei einem Sicherheitshalt auch in der Betriebsart Manuell nicht mit dem Handführungstaster bewegt werden. Um den Roboter z. B. schnell aus einer Klemmsituation befreien zu können, besteht jedoch die Möglichkeit, den Roboter durch Kraftaufwand auch während eines Sicherheitshalts zu bewegen.

Bei einem Sicherheitshalt leuchtet die Status-LED am Medienflansch rot [Abb. 29](#).



Status-LED

Die Status-LED ist keine sichere Anzeige und kann daher fehlerhaft sein.

Die konkrete Ursache eines Sicherheitshalts wird in der Benutzeroberfläche in der Statusanzeige angezeigt.

Um den Roboter nach einem Sicherheitshalt wieder in Betrieb nehmen zu können, muss das sicherheitshaltauslösende Ereignis behoben sein und in der Benutzeroberfläche ein Reset durchgeführt werden (☞ Seite 141).



Ihr Roboter auf einen Blick

Der Roboter und seine Komponenten > Betriebsarten und Betriebszustände des Roboters



3 Zu Ihrer Sicherheit

3.1 Geltungsbereich der Anleitung

Die Informationen dieser Anleitung sollen den Betreiber dazu befähigen, den Roboter ordnungsgemäß zu betreiben und instand zu halten. Dies beinhaltet keine Informationen darüber, wie eine vollständige Roboteranwendung durch den verantwortlichen Systemintegrator entwickelt, installiert oder bedient werden kann.

Der Systemintegrator muss die örtlich geltenden Sicherheitsbestimmungen für Automatisierungsprozesse verstanden haben und sicherstellen, dass die Bestimmungen für alle Anwendungen des Roboters sowie das betreiberseitige Gesamtsystem, in das der Roboter integriert ist, erfüllt sind.

Das verantwortliche Personal des Betreibers muss diese Anleitung vor dem ersten Einschalten des Roboters sorgfältig durchgelesen und verstanden haben.



3.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Verwendung

Der Roboter Yu 5 Industrial ist ausschließlich für die Handhabung sowie den Transport von Bauteilen oder Produkten mithilfe eines Werkzeugs oder ähnlichen Vorrichtungen in industrieller Umgebung vorgesehen.

Das Betreiberpersonal, das mit oder an dem Roboter Arbeiten vornimmt, muss über die im [☞ Kapitel 3.9 „Personalanforderungen“ auf Seite 73](#) angegebenen Qualifikationen verfügen.

Der Roboter kann nur unter bestimmten Umgebungsbedingungen eingesetzt werden. Die Umgebungsbedingungen sind im [☞ Kapitel 10 „Technische Daten“ auf Seite 177](#) aufgeführt.

Der Roboter ist für einen kollaborativen Betrieb in direkter Nähe zum Bediener ausgelegt. Der kollaborative Betrieb des Roboters ist nur für solche Anwendungen vorgesehen, die vom dafür zuständigen Systemintegrator des Betreibers einer umfassenden Risikobewertung unterzogen wurden. Durch die Risikobewertung muss sichergestellt sein, dass die gesamte Anwendung einschließlich Werkzeug, Werkstück und aller möglichen Kollisions- sowie Klemmszenarien im Arbeitsbereich des Roboters frei von Gefahrenquellen für den Bediener ist.

Für einen kollaborativen Betrieb des Roboters muss der Systemintegrator oder der verantwortliche Sicherheitsingenieur zunächst die Werte der Sicherheitskonfiguration in einem sicheren Bereich parametrieren. Das bedeutet, dass die zulässigen biomechanischen Grenzwerte für Mensch-Maschinen-Kollisionen vom Roboter nicht überschritten werden.

Bei der Auslegung kollaborativer Roboteranwendungen müssen vom Systemintegrator zudem die Anforderungen der **EN ISO 10218-2** sowie der **ISO/TS 15066** beachtet werden.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch die Einhaltung aller Angaben in dieser Anleitung.

Fehlgebrauch

Jede über die bestimmungsgemäße Verwendung hinausgehende Benutzung gilt als Fehlgebrauch des Roboters:

- Verwendung außerhalb der spezifizierten Betriebsgrenzen ([☞ Kapitel 10 „Technische Daten“ auf Seite 177](#))
- Verwendung in einem explosionsgefährdeten Bereich



- Verwendung in erdbebengefährdeten Gebieten
- Verwendung im Vakuum
- Verwendung im nicht industriellen Bereich (Begriffsdefinition in Anlehnung an die DIN EN ISO 10218-1:2012-01 Kap. 1, Anmerkung 1)

Beispiele für nicht industrielle Bereiche und Anwendungen:

- Unterwasser-, Militär- und Raumfahrtroboter
- Fernbediente Manipulatoren
- Prothesen und andere Hilfsmittel für Menschen mit körperlicher Behinderung
- Mikroroboter (Verfahrweg unter 1 mm)
- Chirurgie und Gesundheitsvorsorge
- Dienstleistungs- oder Konsumprodukte
- Schulen und Lehrstätten
- Verwendung in medizinischen, lebenswichtigen oder lebenserhaltenden Anwendungen
- Verwendung ohne die Ausstellung einer Konformitätserklärung nach Maschinenrichtlinie für das betreiberseitige Gesamtsystem
- Einsatz von nicht geeignetem und nicht geschultem Personal
- Durchführung von Schweißarbeiten mit Funkenbildung im Bereich des Roboters (Lichtbogenschweißen)
- Durchführung von Veränderungen:
 - am Roboter
 - an seinen Komponenten
 - an der elektrischen Installation
 - an der Steuerung
- Verwendung ohne Schutzverkleidungen oder Sicherheitseinrichtungen
- Verwendung über dem maximalen Ladegewicht des Roboters (*☞ Kapitel 10 „Technische Daten“ auf Seite 177*)
- Betrieb ohne abschließbaren Netzanschluss im getrennten Zustand
- Verwendung bei sicherheitsrelevanten Störungen oder in fehlerhaftem Zustand
- Nichtbeachten der betreiberseitigen Sicherheitsvorgaben und Unfallverhütungsvorschriften sowie Nichteinhaltung von Wartungs- und Prüffristen



- Verwendung von Betriebs- und Hilfsstoffen, die nicht mit dem Hersteller abgestimmt wurden oder in der Betriebsanleitung freigegeben sind
- Verwendung der Kraft- und Leistungsbegrenzung ohne korrekt eingestellte Parameter
- Laden fremder Programme oder Verändern von Programmen durch nicht autorisierte Personen
- Verwendung, wenn die Sicherheitskonfiguration vom Systemintegrator oder dem verantwortlichen Sicherheitsingenieur geändert, aber im Rahmen der Risikobewertung noch **nicht** freigegeben wurde
- Verwendung, wenn die Sicherheitskonfiguration von einer anderen Person als dem Systemintegrator oder dem verantwortlichen Sicherheitsingenieur geändert wurde
Wenn ein solcher Fall trotzdem eintritt, Roboter vor Wiederinbetriebnahme zwingend vom zuständigen Systemintegrator oder Sicherheitsingenieur parametrieren lassen.
- Verwendung auf mobilen Plattformen oder anderen beweglichen Komponenten, die nicht dafür konzipiert und freigegeben sind
- Verwendung als Aufstiegshilfe
- Nicht ordnungsgemäße Verwendung der Handführung
Wenn der Roboter im nicht-kollaborativen Betrieb mithilfe der Handführung bewegt werden soll:
 - Der Zustimmungstaster am Handcontroller und der Handführungstaster am Medienflansch müssen zwingend von derselben Person betätigt werden.
Niemals eine Person den Zustimmungstaster betätigen lassen, während eine andere Person den Roboter mit der Hand führt.
 - Sicherstellen, dass sich während der Handführung durch eine Person keine weitere Person in der Nähe des mobilen Endgeräts aufhält, die Eingaben in der Benutzeroberfläche vornehmen könnte. Durch Eingaben in der Benutzeroberfläche besteht Verletzungsgefahr für das mit der Hand führende Personal durch unbeabsichtigte Roboterbewegungen.
Wenn möglich vor Beginn der Handführung das mobile Endgerät sperren.
- Verwendung von nicht durch den Hersteller zugelassenen Ersatzteilen



3.3 Restgefahren

Im folgenden Abschnitt sind Restgefahren benannt, die vom Roboter auch bei bestimmungsgemäßer Verwendung ausgehen können.



3.3.1 Gefahren durch elektrische Energien

Elektrische Spannung



GEFAHR

Lebensgefahr durch elektrische Spannung!

Bei Kontakt mit spannungsführenden Teilen besteht unmittelbar Lebensgefahr durch Stromschlag. Beschädigung der Isolation oder spannungsführender Bauteile kann lebensgefährlich sein.

- Bei beschädigter Isolation sofort Roboter ausschalten und Reparatur veranlassen.
Dazu den Kundendienst der Agile Robots SE (☎ Seite 4) kontaktieren.
- Vor allen Arbeiten an den elektrischen Schnittstellen in der Robotersteuerung stets Folgendes beachten:
 - Arbeiten an der elektrischen Anlage in der Robotersteuerung nur von qualifizierten Elektrofachkräften ausführen lassen.
 - Auch nach dem Trennen der Stromversorgung kann Spannung an den elektrischen Schnittstellen vorhanden sein.
- Ausschließlich die mit dem Roboter bereitgestellten Originalkabel verwenden.
Für Ersatz der Originalkabel den Kundendienst der Agile Robots SE (☎ Seite 4) kontaktieren.
- Flüssigkeiten und chemische Stoffe von spannungsführenden Bauteilen und allen Roboterkomponenten fernhalten.
- Sicherstellen, dass die Abdeckungen innerhalb der Robotersteuerung niemals demontiert werden.
- Sicherstellen, dass die Netztrenneinrichtung (Netzstecker) für den Bediener stets zugänglich ist.
- Sicherstellen, dass eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung in der elektrischen Anlage des Betreibers installiert ist.
- Das Roboterkabel niemals während des Betriebs von der Robotersteuerung trennen.
Vor der Inbetriebnahme sicherstellen, dass der Bügel am Roboterkabelstecker an der Robotersteuerung verriegelt ist.
- Das Netzkabel niemals während des Betriebs von der Robotersteuerung oder der Stromversorgung trennen.




Dies gilt nicht, wenn die Stromversorgung des Roboters im Notfall schnellstmöglich getrennt werden muss.

- Nach dem Lösen des Roboterkabels an der Robotersteuerung sowie nach dem Lösen des Netzkabels mindestens 5 Minuten die freigelegten Kontakte nicht berühren.

Es können gefährliche Restspannungen an den Kontakten vorhanden sein.

- Sicherstellen, dass Kabel nicht geknickt, eingeklemmt oder gedehnt werden.

Kabel nicht verlängern oder modifizieren.

- Sicherstellen, dass ein Überspannungsschutz  „Überspannungsschutz“ auf Seite 57 in der Robotersteuerung installiert ist.

Überspannungsschutz




Überspannungsschutz

Ein Überspannungsschutz (Typ-3-Ableiter mit thermischer Überwachung und akustischer Fehlerwarnung) ist in der Robotersteuerung installiert.

Bei Überlastung des Überspannungsschutzes wird die interne Schutzschaltung vom Netz getrennt. Wenn die akustische Fehlerwarnung ertönt, darf die Robotersteuerung nicht verwendet werden.

Bei der Isolationswiderstandsprüfung bis 500 VDC muss der Ableiter nicht abgeklemmt werden.

Bei Prüfspannungen über 500 V muss der Ableiter abgeklemmt werden. Dazu den Kundendienst der Agile Robots SE ( Seite 4) kontaktieren.



3.3.2 Gefahren durch Ändern der Sicherheitskonfiguration des Roboters

Gefahren durch Ändern der Sicherheitskonfiguration des Roboters



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Ändern der Sicherheitskonfiguration des Roboters!

Wenn die Sicherheitskonfiguration des Roboters nicht ordnungsgemäß parametrierung wird, besteht Verletzungsgefahr für den Bediener.

- Sicherheitskonfiguration nur vom Systemintegrator oder von dem verantwortlichen Sicherheitsingenieur ändern lassen.
- Sicherstellen, dass die Safety-PIN stets vor unbefugtem Zugriff geschützt ist.
- Sicherstellen, dass vor jedem Aufbau einer neuen Roboteranwendung eine Risikobewertung der geplanten Anwendung vom Systemintegrator durchgeführt wird. Die Risikobewertung muss ergeben, dass sämtliche Roboterbewegungen einschließlich der mit dem Medienflansch verbundenen Werkzeuge oder anderer Vorrichtungen keine Gefahrenquellen für den Bediener darstellen.
- Vor dem Ändern der aktuellen Sicherheitskonfiguration die Anforderungen prüfen, die sich z. B. durch einen Wechsel des Werkzeugs, durch Anschließen zusätzlicher Komponenten oder durch Veränderungen des Arbeitsprozesses oder der Roboterumgebung ergeben können.
- Sicherstellen, dass nach jeder Änderung der Sicherheitskonfiguration (d. h. auch geänderte Safety-ID der Sicherheitskonfiguration) die Sicherheitsparameter vom Systemintegrator oder vom verantwortlichen Sicherheitsingenieur persönlich in einem Testbetrieb auf mögliche Risiken sowie Funktionalität geprüft werden.



Sicherheitskonfiguration parametrieren

Weitere Informationen zur Parametrierung der Sicherheitskonfiguration und zur Safety-ID der zugehörigen Softwareanleitung entnehmen:

🔗 *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*



3.3.3 Gefahren durch Bewegungen des Roboters

Gefahren durch Bewegungen des Roboters



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Bewegungen des Roboters!

Um das Verletzungsrisiko in allen Kontaktsituationen mit dem Roboter minimal zu halten, auch im kollaborativen Betrieb stets die folgenden Vorgaben beachten:

- Beim Arbeiten mit dem Roboter stets eng anliegende Arbeitsschutzkleidung tragen.
Bei langen Haaren einen geeigneten Haarschutz tragen.
↳ Kapitel 3.10 „Persönliche Schutzausrüstung“ auf Seite 77
- Sicherstellen, dass am Körper keine Gegenstände wie etwa Schmuck getragen werden, die vom Roboter mitgerissen werden könnten.
- Nur solche Werkzeuge und Vorrichtungen mit dem Medienflansch verbinden, die vom Systemintegrator im Rahmen der Risikobewertung für die jeweilige Anwendung als sicher eingestuft wurden.
- Im kollaborativen Betrieb niemals spitze oder scharfkantige Werkzeuge oder Vorrichtungen am Roboter betreiben und sicherstellen, dass keine scharfe Kanten in der Umgebung vorhanden sind.
- Sicherstellen, dass die Handführung des Roboters nur benutzt wird, wenn die aktuelle Anwendung vom Sicherheitsintegrator als sicher eingestuft wurde.
- Vor dem Einschalten des Roboters sicherstellen, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich befinden.
Beim Einschalten führt der Roboter einen Selbsttest der 48-V-Spannungsversorgung durch. Im Falle eines Schadens oder Fehlers an den Roboterbremsen können diese öffnen und unkontrollierte Bewegungen des Roboters auslösen.
Das Betriebspersonal muss jederzeit über diese Risiken während des Startvorgangs informiert sein.
- Bei aktivem Remote-Modus ist der Single Point of Control (SPoC) nicht mehr gewährleistet und Roboterbewegungen können von anderer Stelle als dem angeschlossenen Endgerät durchgeführt werden.
Sicherstellen, dass ausschließlich autorisiertes Betriebspersonal den Remote-Modus einschaltet und überwacht.



Vor Aktivierung des Remote-Modus sicherstellen, dass keine unerwarteten Bewegungen ausgelöst werden, die das Personal erschrecken könnten.

- Beim Wechsel vom Parametersatz NORMAL (sofern für den nicht-kollaborativen Betrieb konfiguriert) auf den Parametersatz REDUZIERT (sofern für den kollaborativen Betrieb konfiguriert): Sicherstellen, dass sich der Roboter im kollaborativen Zustand befindet, bevor eine Kontaktsituation mit Menschen entstehen kann.
- Sicherstellen, dass die Bedienung des Roboters über den Handcontroller in der Betriebsart Manuell ausschließlich durch dazu autorisiertes Betreiberpersonal erfolgt.
Dabei Folgendes beachten:
 - Sicherstellen, dass bei der manuellen Bedienung keine Gefahren von den Bewegungen des Roboters ausgehen.
 - Sicherstellen, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich des Roboters aufhalten.
- Sicherstellen, dass der Bediener über die Lage und Funktionsweise der Sicherheitseinrichtungen informiert ist.



3.3.4 Gefahren durch herabfallende Objekte

Gefahren durch herabfallende Objekte



WARNUNG

Gefahren durch herabfallende Objekte!

Beim Auslösen eines Not-Halts oder eines Sicherheitshalts der Stoppkategorie 0 oder 1 wird die 48-V-Spannungsversorgung des Roboters stillgesetzt. Dadurch ist das aktuell an den Medienflansch angeschlossene Werkzeug stromlos.

Im Falle einer Greifereinheit besteht die Gefahr, dass die Greifereinheit öffnet und Objekte daraus herabfallen. Diese Gefahr besteht auch, wenn die Greifereinheit durch Bedienfehler in der Benutzeroberfläche unbeabsichtigt geöffnet wird.

- Sicherstellen, dass der Systemintegrator bei der Auslegung einer Roboteranwendung die Risiken berücksichtigt, die durch ein aus der Greifereinheit herabfallendes Objekt entstehen.
- Sicherstellen, dass das Personal über die Risiken von herabfallenden Objekten bei Auslösen eines Not-Halts oder eines Sicherheitshalts informiert ist.
- Gegebenenfalls einen selbsthaltenden Greifer als Werkzeug verwenden.



3.3.5 Gefahren bei der Wiederinbetriebnahme des Roboters nach einer Kollision

Gefahren bei der Wiederinbetriebnahme des Roboters nach einer Kollision



WARNUNG

Gefahren bei der Wiederinbetriebnahme des Roboters nach einer Kollision!

Kollisionen des Roboters mit seiner Umgebung können mechanische Beschädigungen von Roboterkomponenten zur Folge haben. Wegen offenliegender Teile können Gefahren für den Bediener durch elektrischen Schlag oder scharfe Kanten entstehen.

- Vor der Wiederinbetriebnahme des Roboters nach einer Kollision prüfen, ob Schäden am Roboter und an seinen Komponenten vorliegen.
Dabei insbesondere die Kunststoffkappen an den einzelnen Roboterachsen auf Beschädigungen prüfen.
Dies gilt auch für eine Wiederinbetriebnahme des Roboters nach einer Erschütterung durch Erdbebenlasten.
- Bei Schäden den Roboter nicht wieder in Betrieb nehmen und den Kundendienst der Agile Robots SE ([↗ Seite 4](#)) kontaktieren.



3.3.6 Gefahren durch Montage- und Demontagetätigkeiten

Gefahren durch unsachgemäße Montage und Demontage



WARNUNG

Gefahren durch unsachgemäße Montage und Demontage!

Bei Montage- und Demontagetätigkeiten besteht Verletzungsgefahr durch Quetschen von Körperteilen oder herabfallende Bauteile.

- Montage- und Demontagetätigkeiten nur von einer Montagefachkraft gemäß ↪ Kapitel 3.9 „Personalanforderungen“ auf Seite 73 durchführen lassen.
- Vor Beginn der Montagetätigkeiten sicherstellen, dass ausschließlich geeignete und einwandfrei funktionstüchtige Arbeitsmittel und Geräte verwendet werden.
- Vor Beginn der Montagetätigkeiten sicherstellen, dass der vorgesehene Montageplatz ausreichend Standsicherheit für das Gewicht des Roboters aufweist.
- Stets die Vorgaben im ↪ Kapitel 5.1 „Sicherheit bei der Montage“ auf Seite 111 und im ↪ Kapitel 9.1 „Sicherheit bei der Demontage“ auf Seite 169 beachten.

3.3.7 Gefahren durch heiße Oberflächen

Gefahren durch heiße Oberflächen



VORSICHT

Gefahren durch heiße Oberflächen!

Die Oberflächen vom Roboter und von der Robotersteuerung können sich im Betrieb, insbesondere bei schnellen Bewegungen oder bei Bewegung schwerer Lasten, aufheizen.

Im **kollaborativen** Modus können bei Umgebungstemperaturen über 35 °C je nach Lastfall und Anwendung erhöhte Temperaturen (bis 54 °C) an den Oberflächen des Roboters auftreten.

Längerer Hautkontakt mit heißen Oberflächen kann schmerzhaft für den Bediener sein.

- Vor Arbeiten am Roboter und an der Robotersteuerung sicherstellen, dass alle Oberflächen auf Umgebungstemperatur abgekühlt sind.



3.3.8 Gefahren im Rescue-Modus

Gefahren im Rescue-Modus



WARNUNG

Gefahren im Rescue-Modus!

Im Rescue-Modus kann der Roboter manuell aus Fehlerpositionen verfahren werden. Dabei sind folgende Sicherheitsfunktionen inaktiv:

- Sicher begrenzte Achsposition
(Safely Limited Drive Position (SLDP))
- Sicher begrenzte kartesische Position
(Safely Limited Cartesian Position (SLCP))
- Sicher begrenzte kartesische Orientierung
(Safely Limited Cartesian Orientation (SLCO))
- Sicher begrenzte kartesische Kraft
(Safely Limited Cartesian Force (SLCF))
- Sicher begrenztes Achsdrehmoment
(Safely Limited Drive Torque (SLDT))

Das manuelle Verfahren des Roboters mit teilweise inaktiven Sicherheitsfunktionen kann zu gefährlichen Situationen führen.

- Sicherstellen, dass ausschließlich der Systemintegrator oder ein befugter Sicherheitsingenieur den Rescue-Modus aktiviert.
- Sicherstellen, dass das Personal des Betreibers über die Risiken informiert ist, die vom Rescue-Modus ausgehen können.
Gegebenenfalls zusätzliche betreiberseitige Sicherheitsmaßnahmen vorsehen.



3.3.9 Gefahren durch photobiologische Belastungen

Gefahren durch photobiologische Belastungen



VORSICHT

Gefahren durch photobiologische Belastungen!

Das von den beiden Kamera-LEDs am Medienflansch ausgestrahlte Licht kann beim direkten Betrachten die Augen schädigen.

- Direkten Augenkontakt mit den eingeschalteten Kamera-LEDs vermeiden.
- Ausreichend Abstand zu den eingeschalteten Kamera-LEDs einhalten.
- Bei Programmier- und Einrichtarbeiten Folgendes sicherstellen:
 - Die eingeschalteten Kamera-LEDs sind niemals direkt auf umstehende Personen gerichtet.
 - Die eingeschalteten Kamera-LEDs sind niemals direkt auf reflektierende Oberflächen gerichtet, die umstehende Personen blenden könnten.

3.3.10 Gefahren durch elektromagnetische Felder

Gefahren durch elektromagnetische Felder



WARNUNG

Gefahren durch elektromagnetische Felder!

Während des Betriebs können sich in der Nähe des Roboters elektromagnetische Felder aufbauen.

- Personen mit Herzschrittmachern oder anderen metallischen Implantaten dürfen sich nicht im Gefahrenbereich des Roboters aufhalten. Die Funktion des Herzschrittmachers könnte beeinträchtigt werden.



3.4 Sicherheit beim kollaborativen Betrieb

Verletzungsgefahr beim kollaborativen Betrieb



WARNUNG

Verletzungsgefahr beim kollaborativen Betrieb!

Durch nicht ordnungsgemäßes Verhalten besteht Verletzungsgefahr beim kollaborativen Betrieb.

- Ausschließlich vom Betreiber autorisiertes Personal gemäß *↪ Kapitel 3.9 „Personalanforderungen“ auf Seite 73* für die kollaborative Zusammenarbeit mit dem Roboter einsetzen.
- Sicherstellen, dass im kollaborativen Betrieb keine spitzen oder scharfen Werkzeuge oder Werkzeuge mit erhöhter Klemmgefahr verwendet werden.
- Sicherstellen, dass sich im Arbeitsbereich des Roboters keine Objekte befinden, die zu Klemmszenarien mit dem Roboter und dem Bediener führen können.
- Sicherstellen, dass bei der Auslegung kollaborativer Roboteranwendungen die Anforderungen der **EN ISO 10218-2** sowie der **ISO/TS 15066** beachtet werden.



3.5 Sicherheit beim nicht-kollaborativen Betrieb

Verletzungsgefahr beim nicht-kollaborativen Betrieb



WARNUNG

Verletzungsgefahr beim nicht-kollaborativen Betrieb!

Im nicht-kollaborativen Betrieb wird der Roboter in einem nicht sicheren Zustand betrieben, d. h. die Parameter der Sicherheitskonfiguration befinden sich in einem nicht sicheren Bereich.

Wenn sich im nicht-kollaborativen Betrieb Personen im Gefahrenbereich des Roboters befinden, besteht erhebliche Verletzungsgefahr.

- Sicherstellen, dass das Personal jederzeit durch trennende Schutzeinrichtungen vom Roboter getrennt ist.
Die trennenden Schutzeinrichtungen müssen sicherstellen, dass bei Betreten des Gefahrenbereichs alle Bewegungen des Roboters unmittelbar gestoppt werden.
- Wenn im Rahmen des Hybridbetriebs zwischen nicht-kollaborativem und kollaborativem Bereich gewechselt wird:
Sicherstellen, dass sich der Roboter im kollaborativen Bereich befindet, bevor eine Kontaktsituation mit Menschen eintreten kann.



3.6 Sicherheit beim integrierten Betrieb in einer Gesamtanlage

Verletzungsgefahr beim integrierten Betrieb in einer Gesamtanlage



WARNUNG

Verletzungsgefahr beim integrierten Betrieb in einer Gesamtanlage!

Bei unsachgemäßem Integrieren des Roboters in eine Gesamtanlage besteht Verletzungsgefahr.

- Sicherstellen, dass betreiberseitig eine Risikobewertung der gesamten Anwendung durchgeführt wurde, die sämtliche Bewegungen der beteiligten Komponenten einschließlich des Roboters und des verwendeten Werkzeugs umfasst.
- Sicherstellen, dass ein betreiberseitiges Sicherheitskonzept vorliegt, das den Bediener vor Betreten des Gefahrenbereichs schützt.
- Sicherstellen, dass der Roboter in den betreiberseitigen Schutzbereich der Gesamtanlage integriert ist.
- Sicherstellen, dass das Personal durch trennende Schutzeinrichtungen von sämtlichen Komponenten getrennt ist, die sich nicht in einem kollaborativen Betriebszustand befinden.
- Niemals betreiberseitige Sicherheitseinrichtungen an die Standard-E/A-Schnittstellen des Roboters anschließen.
Sicherheitseinrichtungen ausschließlich an Sicherheits-E/A-Schnittstellen anschließen.



Verletzungsgefahr durch unsachgemäßes Verbinden der E/A-Schnittstellen



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch unsachgemäßes Verbinden der E/A-Schnittstellen!

Bei unsachgemäßem Verbinden der E/A-Schnittstellen mit elektrischen Komponenten des Betreibers besteht Verletzungsgefahr durch nicht aktive Sicherheitsfunktionen.

- Sicherheits-E/A-Schnittstellen in der Robotersteuerung ausschließlich mit betreiberseitigen Komponenten verbinden, die für einen sicheren Betrieb geeignet sind.
- Signale der Sicherheits-E/A-Schnittstellen stets von den allgemeinen Digital-E/A-Schnittstellen getrennt verlegen.
- Alle sicherheitsrelevanten Signale redundant aufbauen (2 unabhängige Kanäle).

Beide Kanäle stets getrennt halten, damit eine einzelne Störung nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen kann.

- Bei der Konfiguration von Schnittstellen als Sicherheits-E/A-Schnittstellen stets die Angaben im [↗ Kapitel 2.2.5.3 „Elektrische Schnittstellen in der Robotersteuerung“](#) auf Seite 33 beachten.



3.7 Arbeits- und Gefahrenbereich des Roboters

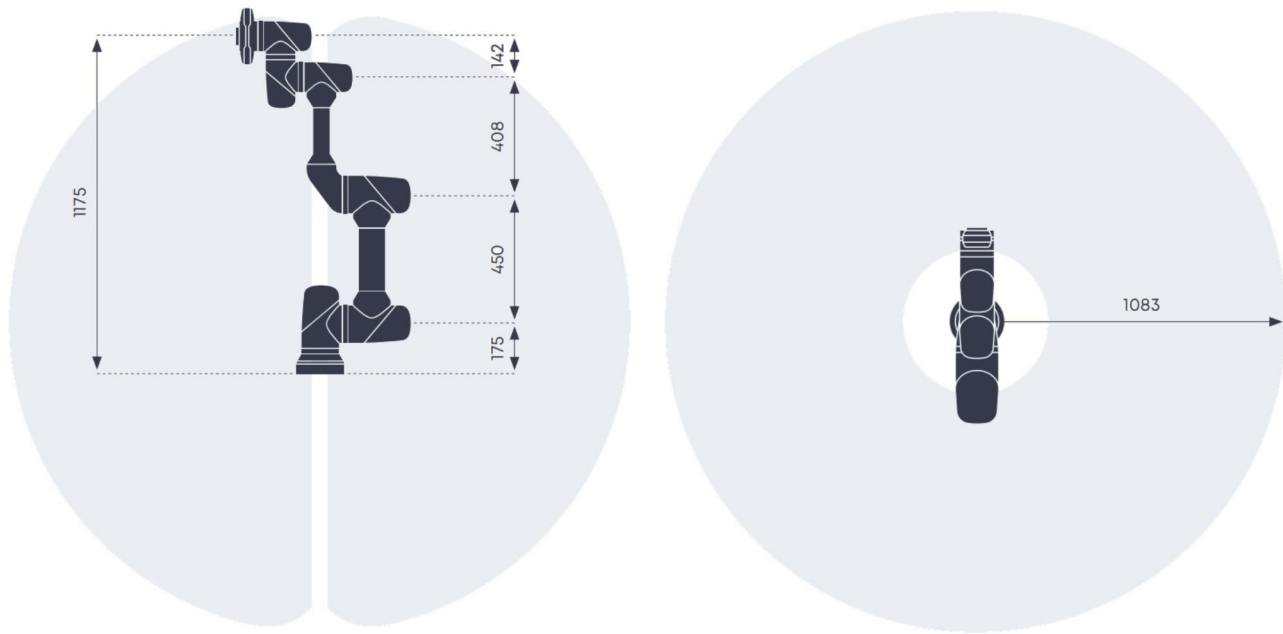


Abb. 30 Arbeits- und Gefahrenbereich des Roboters

Als Arbeits- und Gefahrenbereich [Abb. 30](#) gilt der Bereich, in dem der Roboterarm während eines Programmablaufs Bewegungen ausführen kann. Der Zugang zu diesem Bereich ist auch im sicheren kollaborativen Betrieb nur für autorisiertes Personal gestattet.

Die Grenzen des Arbeits- und Gefahrenbereichs werden vom Systemintegrator oder vom verantwortlichen Sicherheitsingenieur in der Sicherheitskonfiguration parametrisiert. Bei neuen Anwendungen müssen der Arbeits- und Gefahrenbereich erneut geprüft und ggf. die Einstellungen in der Sicherheitskonfiguration angepasst werden.

Wenn die aktuell aktiven Grenzen des Roboters überschritten werden, stoppt der Roboter umgehend.

Um den Roboter manuell aus der Fehlerposition verfahren zu können, muss der Systemintegrator oder der verantwortliche Sicherheitsingenieur in der Benutzeroberfläche den Rescue-Modus aktivieren. Dazu muss sich der Roboter in der Betriebsart Manuell befinden.

Im Rescue-Modus kann der Roboter über die Handführung oder Eingaben in der Benutzeroberfläche zurück in eine sichere Position im Arbeitsbereich verfahren werden (☞ „Rescue-Modus“ auf Seite 46).



Es wird empfohlen, dass sich bei Arbeiten in der Betriebsart Manuell keine Personen im Gefahrenbereich des Roboters aufhalten.

3.8 Verantwortung des Betreibers

Betreiber

Betreiber ist diejenige Person, die den Roboter zu gewerblichen oder wirtschaftlichen Zwecken selbst betreibt oder einem Dritten zur Nutzung/Anwendung überlässt und während des Betriebs die rechtliche Produktverantwortung für den Schutz des Benutzers, des Personals oder Dritter trägt.

Verantwortung des Betreibers

Der Roboter wird im gewerblichen Bereich eingesetzt. Der Betreiber des Roboters unterliegt daher den gesetzlichen Pflichten zur Arbeitssicherheit.

Neben den Sicherheitshinweisen in dieser Anleitung müssen die für den Einsatzbereich des Roboters gültigen Sicherheits-, Arbeitsschutz- und Umweltschutzvorschriften eingehalten werden.

Dabei gilt insbesondere Folgendes:

- Der Betreiber muss sich über die geltenden Arbeitsschutzvorschriften informieren und in einer Gefährdungsbeurteilung zusätzlich Gefahren ermitteln, die sich durch die speziellen Arbeitsbedingungen am Einsatzort des Roboters ergeben. Diese muss er in Form von Betriebsanweisungen für den Betrieb des Roboters umsetzen.
- Der Betreiber muss während der gesamten Einsatzzeit des Roboters prüfen, ob die von ihm erstellten Betriebsanweisungen dem aktuellen Stand der Regelwerke entsprechen, und diese, falls erforderlich, anpassen.
- Der Betreiber muss die Zuständigkeiten für Installation, Bedienung, Störungsbeseitigung, Wartung und Reinigung eindeutig regeln und festlegen.
- Der Betreiber muss dafür sorgen, dass alle Personen, die mit dem Roboter umgehen, diese Anleitung gelesen und verstanden haben. Darüber hinaus muss er das Personal in regelmäßigen Abständen schulen und über die Gefahren informieren, die vom Roboter auch bei bestimmungsgemäßer Verwendung ausgehen können.



- Der Betreiber muss dem Personal die erforderliche Schutzausrüstung bereitstellen und das Tragen der erforderlichen Schutzausrüstung verbindlich anweisen.
- Der Betreiber muss das Personal informieren, wenn Änderungen an der Sicherheitskonfiguration vorgenommen werden.

Weiterhin ist der Betreiber dafür verantwortlich, dass der Roboter stets in technisch einwandfreiem Zustand ist. Daher gilt Folgendes:

- Der Betreiber muss dafür sorgen, dass die in dieser Anleitung beschriebenen Wartungsintervalle eingehalten werden (☞ *Kapitel 7.3 „Wartungsplan“ auf Seite 156*).
- Der Betreiber muss alle Sicherheitseinrichtungen sowie Sicherheitsfunktionen regelmäßig auf Funktionsfähigkeit und Vollständigkeit überprüfen lassen.
- Sicherstellen, dass ein Überspannungsschutz ☞ *„Überspannungsschutz“ auf Seite 57* in der Robotersteuerung installiert ist.
- Es wird empfohlen, vor dem Netzanschluss betreiberseitig einen Hauptschalter zu installieren.

Einbauerklärung unvollständige Maschine

Der Roboter ist eine unvollständige Maschine im Sinne der Maschinenrichtlinie und wird daher mit einer Einbauerklärung ausgeliefert. Mit der Einbauerklärung wird erklärt, dass die Inbetriebnahme des Roboters erst dann zulässig ist, wenn dieser vom Betreiber ordnungsgemäß in eine betreiberseitige Gesamtanwendung integriert ist.

Der Systemintegrator des Betreibers ist zudem verpflichtet, eine Konformitätserklärung gemäß Maschinenrichtlinie für die betreiberseitige Gesamtanwendung zu erstellen.



3.9 Personalanforderungen

Unzureichende Qualifikation



WARNUNG

Verletzungsgefahr bei unzureichender Qualifikation des Personals!

Wenn unqualifiziertes Personal Arbeiten am oder mit dem Roboter vornimmt, entstehen Gefahren, die schwere Verletzungen und erhebliche Sachschäden verursachen können.

- Alle Tätigkeiten nur durch dafür qualifiziertes Personal durchführen lassen.
- Unqualifiziertes Personal vom Arbeits- und Gefahrenbereich des Roboters fernhalten.
- Zugangsdaten für die Benutzeroberfläche stets vor unbefugtem Zugriff geschützt aufbewahren.

Zugelassenes Personal

Die verschiedenen in dieser Anleitung beschriebenen Aufgaben stellen unterschiedliche Anforderungen an die Qualifikation der Personen, die mit diesen Aufgaben betraut sind.

Für alle Arbeiten sind nur Personen zugelassen, von denen zu erwarten ist, dass sie diese Arbeiten zuverlässig ausführen.

Personen, deren Reaktionsfähigkeit beeinflusst ist, z. B. durch Drogen, Alkohol oder Medikamente, oder auch Kinder sind nicht zugelassen.

Personalqualifikationen

In dieser Anleitung werden die im Folgenden aufgeführten Personalqualifikationen für die verschiedenen Aufgaben benannt:



Betreiber

Der Betreiber muss die arbeitsschutzrechtlichen Vorschriften für den Einsatz des Roboters beachten. Dazu gehört, dass der Betreiber seinen Überwachungspflichten nachkommt und in festgelegten Abständen Unterweisungen des in diesem Abschnitt aufgeführten Personals durchführt.



Bediener

Der Bediener wurde in einer Unterweisung oder Schulung durch den Betreiber über die ihm übertragenen Aufgaben und möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten im Umgang mit dem Roboter unterrichtet. Dabei wurde der Bediener insbesondere über das ordnungsgemäße Verhalten während des kollaborativen Betriebs sowie die Funktion der Sicherheitseinrichtungen informiert.

Der Bediener ist in der Lage, grundlegende Bedientätigkeiten im Automatikbetrieb sowie Reinigungstätigkeiten fach- und sicherheitsgerecht durchzuführen. Dies sind u. a.:

- Auswählen und Laden von Programmen.
- Starten von Programmen.
- Stoppen von Programmen.
- Reinigen von Roboter und Komponenten.



Instandhaltungsfachkraft

Die Instandhaltungsfachkraft ist aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Normen und Bestimmungen in der Lage, Arbeiten an der Elektrik und an der Mechanik des Roboters auszuführen und mögliche Gefahren – auch bei der Bedienung des Roboters – selbstständig zu erkennen und zu vermeiden.

Die Instandhaltungsfachkraft ist speziell für das Arbeitsumfeld, in dem sie tätig ist, ausgebildet und kennt die in diesem Bereich relevanten Normen und Bestimmungen.



Montagefachkraft

Die Montagefachkraft verfügt über eine technische Ausbildung und ist mit der Durchführung der Montage sowie Demontage vom Roboter vertraut. Aufgrund ihrer Ausbildung ist die Montagefachkraft in der Lage, geeignete Werkzeuge und Hilfsmittel auszuwählen, um den Roboter fachgerecht zu montieren/demontieren und mögliche Gefahren selbstständig zu erkennen und zu vermeiden.

Die Leitung der Montage erfolgt durch den Betreiber oder durch eine von ihm beauftragte Person, die die vorschriftsmäßige Durchführung der Montagearbeiten gewährleistet.



Programmierer

Der Programmierer ist aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen in der Lage, Einrichtarbeiten vorzunehmen, und ist über die spezifischen Gefährdungen bei der Bedienung des Roboters unterrichtet.

Der Programmierer kann neue Programme für Roboteranwendungen erstellen und besitzt die dafür erforderlichen Programmierkenntnisse, sodass zu keiner Zeit unerwartete Bewegungen des Roboters durchgeführt werden.



Sicherheitsingenieur

Der Sicherheitsingenieur ist eine vom Betreiber ernannte Fachkraft, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen in der Lage ist, Einricht- und Bedientätigkeiten am Roboter – insbesondere in sicherheitsrelevanten Situationen – durchzuführen. Dies sind u. a.:

- Parametrieren der Sicherheitskonfiguration unter Beachtung der Vorgaben des Systemintegrators
- Verfahren des Roboters in der Betriebsart Manuell
- Verfahren des Roboters aus Fehlerpositionen im Rescue-Modus
- Befreiung des Roboters aus Klemmsituationen
- Durchführung der Drehmomentsensorkalibrierung
- Durchführung des Bremsentests
- Durchführung der Positionsverifikation



Systemintegrator

Der Systemintegrator ist für den sicheren Betrieb des Roboters verantwortlich. Für eine Roboteranwendung muss der Systemintegrator daher eine umfassende Risikobewertung durchführen, bei der alle Arbeitsabläufe, Umgebungsbedingungen und am Medienflansch verwendete Vorrichtungen wie etwa Werkzeuge betrachtet werden.

Die zugehörigen Parameter wie z. B. die Werkzeuggeometrie oder die Definition unzulässiger Bewegungsbereiche werden vom Systemintegrator in der Sicherheitskonfiguration eingestellt. Für kollaborative Roboteranwendungen muss der Systemintegrator dabei sicherstellen, dass die zulässigen Grenzwerte für Geschwindigkeiten und Kollisionskräfte nicht überschritten werden und somit keine Gefährdungen vom Roboter für den Bediener ausgehen.



Wenn der Roboter in eine betreiberseitige Gesamtanlage integriert wird, muss der Systemintegrator alle Maßnahmen treffen, die einen sicheren Betrieb des Roboters im Produktionsprozess gewährleisten. Dazu gehört insbesondere die Integration des Roboters in das Sicherheitskonzept der Gesamtanlage wie beispielsweise durch Verbinden des Roboters mit Sicherheitseinrichtungen wie Schutztüren oder Lichtschranken.

Der Systemintegrator wird von den Geschäftsverantwortlichen des Betreibers persönlich bestimmt. Zu den Kernaufgaben des Systemintegrators zählen folgende Arbeiten:

- Einrichten und erstes Inbetriebnehmen des Roboters.
- Erstellen von Risikobewertungen für die Anwendungen, in denen der Roboter eingesetzt werden soll.
Dies beinhaltet auch die Betrachtung des betreiberseitigen Gesamtsystems, in das der Roboter integriert wird.
- Erstellen neuer Programme.
- Bearbeiten bestehender Programme.
- Löschen von Programmen.
- Parametrieren der Sicherheitskonfiguration unter Beachtung der sicherheitsrelevanten Faktoren aus der Risikobewertung.
- Bedienen des Roboters in der Betriebsart Manuell.
- Wechseln von Werkzeugen und Vorrichtungen am Medienflansch.
- Öffnen der Robotersteuerung und Herstellen der elektrischen Verbindung mit externen Komponenten oder Maschinen des betreiberseitigen Gesamtsystems wie beispielsweise zusätzlichen Sicherheitseinrichtungen.
- Sicherstellen, dass unbefugtes Personal keinen Zugang zu den sicherheitsrelevanten Einstellungen des Roboters erhält und keine Änderungen an den Werkzeugen und Vorrichtungen des Roboters vornehmen kann.
- Ausstattung des Roboters sowie der Komponenten des Gesamtsystems mit weiteren Sicherheitskennzeichnungen, falls die Risikobewertung dies erfordert.
- Falls erforderlich:
Bereitstellung von zusätzlichen Informationen für den Bediener zum vorschriftsgemäßen Betreiben einer Roboteranwendung.
- Gemeinsame Aufbewahrung aller für den Betrieb des Roboters erforderlichen Dokumente einschließlich dieser Anleitung.



Transportpersonal

Für Transportarbeiten muss der Betreiber eine weisungsbefugte Person bestimmen, die die Oberaufsicht führt und sämtliche Arbeiten am Roboter koordiniert. Es dürfen nur Personen als Transportpersonal eingesetzt werden, die für die Transportaufgaben geschult sind und die mögliche Gefahren beim Transport kennen.

Ändern der Betriebsart

Folgende Personalgruppen des Betreibers sind autorisiert, den Schlüssel des Schlüsselschalters zu verwenden und die Betriebsart Manuell des Roboters auszuwählen:

- Systemintegrator
- Sicherheitsingenieur
- Programmierer
- Instandhaltungsfachkraft

Ändern der Sicherheitskonfiguration

Die Sicherheitskonfiguration des Roboters ist passwortgeschützt und darf ausschließlich vom verantwortlichen Systemintegrator sowie vom verantwortlichen Sicherheitsingenieur geändert werden.

3.10 Persönliche Schutzausrüstung

Persönliche Schutzausrüstung dient dazu, Personen vor Beeinträchtigungen der Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit zu schützen.

Das Personal muss während der verschiedenen Arbeiten an und mit dem Roboter Schutzausrüstung tragen, auf die in den einzelnen Abschnitten dieser Anleitung gesondert hingewiesen wird.



Fehlende oder falsche Schutzausrüstung



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch fehlende oder falsche Schutzausrüstung!

Durch fehlende oder falsche Schutzausrüstung besteht Verletzungsgefahr für das Personal, das Arbeiten am Roboter ausführt.

- Neben der genannten Schutzausrüstung in dieser Anleitung immer auch die örtlichen Vorschriften bezüglich der Schutzausrüstung am Aufstellort des Roboters beachten.
- Sicherstellen, dass das Personal über zusätzliche, vom Betreiber vorgeschriebene Schutzausrüstung verfügt und über deren Verwendung unterrichtet ist.

Beschreibung der persönlichen Schutzausrüstung



Arbeitsschutzkleidung

Arbeitsschutzkleidung ist eng anliegende Arbeitskleidung mit geringer Reißfestigkeit, mit engen Ärmeln und ohne abstehende Teile.



Industrieschutzhelm

Industrieschutzhelme schützen den Kopf gegen herabfallende Gegenstände, pendelnde Lasten und Anstoßen an feststehenden Gegenständen.



Sicherheitsschuhe

Sicherheitsschuhe schützen die Füße vor Quetschungen, herabfallenden Teilen und Ausgleiten auf rutschigem Untergrund.



3.11 Sicherheitseinrichtungen

Verletzungsgefahr durch nicht funktionierende Sicherheitseinrichtungen



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch nicht funktionierende Sicherheitseinrichtungen!

Bei nicht funktionierenden oder außer Kraft gesetzten Sicherheitseinrichtungen besteht die Gefahr von Verletzungen durch Kollisionen mit dem Roboter.

- Sicherheitseinrichtungen niemals außer Kraft setzen oder überbrücken.
Insbesondere vor dem Einschalten der Betriebsart Automatik sicherstellen, dass alle Sicherheitseinrichtungen montiert und funktionsfähig sind.
- Sicherstellen, dass die Sicherheitseinrichtungen stets zugänglich sind.



Sicherheitseinrichtungen des Roboters

Um das Verletzungsrisiko durch Roboterbewegungen zu minimieren, ist der Roboter mit den nachfolgend beschriebenen Sicherheitseinrichtungen ausgestattet. Die Sicherheitseinrichtungen werden durch aktives Eingreifen des Bedieners ausgelöst.



Not-Halt-Taster

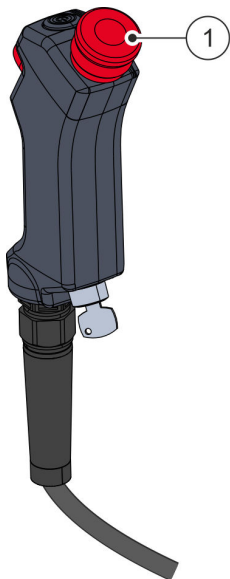


Abb. 31 Not-Halt-Taster

Durch Druck auf den Not-Halt-Taster **Abb. 31** / ① werden sämtliche Bewegungen des Roboters gestoppt (Not-Halt der Stopp-Kategorie 1 gemäß DIN EN 60204-1:2019-06) und die Roboterbremsen betätigt.

Die Energieversorgung der Roboterantriebe ist unterbrochen und die Steuerung ist weiterhin in Betrieb.

Um den Roboter wieder in Betrieb nehmen zu können, muss zuerst der Not-Halt-Taster durch Drehen entriegelt und anschließend die zugehörige Statusmeldung in der Benutzeroberfläche quittiert werden.

Die Funktion des Not-Halt-Tasters muss täglich überprüft werden (☞ Kapitel 7.5 „Sicherheitseinrichtungen prüfen“ auf Seite 160).

Zustimmtaster

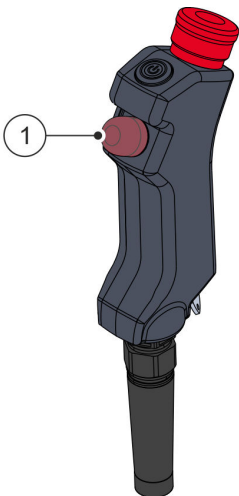


Abb. 32 Zustimmtaster

Um den Roboter in der Betriebsart Manuell über die Benutzeroberfläche oder per Handführung verfahren zu können, muss der Zustimmtaster **Abb. 32** / ① am Handcontroller durchgehend in Mittelstellung betätigt sein.

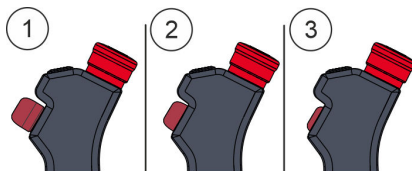



Abb. 33 3 Stufen des Zustimmtasters

- ① Zustimmfunktion aus
- ② Zustimmfunktion ein
- ③ Zustimmfunktion aus

Der Zustimmtaster ist dreistufig ausgeführt **Abb. 33** :

In der ersten Stufe ist der Zustimmtaster unbetätigt und der Roboter lässt sich nicht bewegen **Abb. 33** / ①.



In der zweiten Stufe befindet sich der Zustimmungstaster in Mittelstellung und die Zustimmungsfunktion wird aktiviert. Der Roboter kann nun über die Benutzeroberfläche oder den Handführungstaster bewegt werden [Abb. 33](#)/②. Die Geschwindigkeit des Roboters im Bereich des Endeffektors ist dabei auf 250 mm/s begrenzt. Ein Verfahren des Roboters mit höherer Geschwindigkeit kann in der Benutzeroberfläche durch aktives Bestätigen freigeschaltet werden (siehe auch  „Betriebsart Manuell“ auf Seite 44). Das Einstellen der Verfahrensgeschwindigkeit ist den Personalgruppen Systemintegrator, Sicherheitsingenieur und Programmierer vorbehalten.

In der dritten Stufe ist der Zustimmungstaster ganz durchgedrückt, wodurch die Zustimmungsfunktion deaktiviert wird und alle Roboterbewegungen stoppen [Abb. 33](#)/③. Dadurch wird sichergestellt, dass beim Loslassen oder Durchdrücken des Tasters in einer Schrecksituation keine Roboterbewegungen möglich sind. Der in den Positionen 1 und 3 ausgelöste Sicherheitshalt besitzt die Stoppkategorie 2 (DIN EN 60204-1:2019-06). Um den Roboter nach einem am Zustimmungstaster ausgelösten Sicherheitshalt wieder in Betrieb zu nehmen, muss der Zustimmungstaster zunächst vollständig losgelassen werden.

Der Einrichtungsvorgang für Programme in der Betriebsart Manuell kann bei deaktivierter Zustimmungseinrichtung erfolgen. Dazu muss der Systemintegrator oder der verantwortliche Sicherheitsingenieur in der Benutzeroberfläche per PIN-Eingabe die Meldung aktiv bestätigen, dass der Roboter ohne betätigten Zustimmungstaster bewegt werden soll. Voraussetzung hierfür ist, dass der Systemintegrator die Parametrierung der Kraft- und Leistungsbegrenzung des Roboters ordnungsgemäß für den sicheren kollaborativen Betrieb durchgeführt hat (siehe auch ISO/TS 15066). In dieser Einstellung sowie in der Betriebsart Automatik ist der Zustimmungstaster ohne Funktion.



Betriebsartenwahl am Betriebsartenwahlschalter

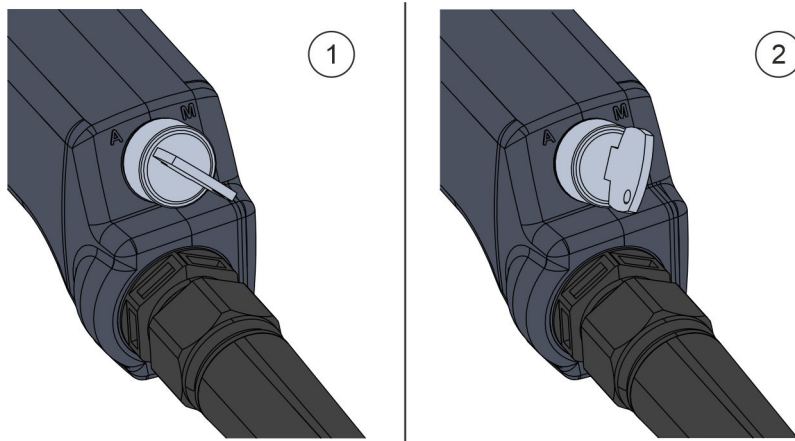


Abb. 34 Betriebsartenwahl am Betriebsartenwahlschalter

- ① Betriebsartenwahlschalter Stellung **Betriebsart Automatik**
- ② Betriebsartenwahlschalter Stellung **Betriebsart Manuell**

Durch Drehen des Betriebsartenwahlschalters am Handcontroller kann zwischen den Betriebsarten Automatik [Abb. 34/①](#) und Manuell [Abb. 34/②](#) gewechselt werden.

Beim Wechseln der Betriebsart oder beim Betätigen des Zustimmungstasters während einer Roboterbewegung wird ein Sicherheitshalt der Stoppkategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) ausgelöst.

3.12 Sicherheitsfunktionen

Verletzungsgefahr durch inaktive Sicherheitsfunktionen



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch inaktive Sicherheitsfunktionen!

Bei inaktiven Sicherheitsfunktionen besteht die Gefahr von Verletzungen durch Zusammenstoßen mit dem Roboter.

- Sicherheitsfunktionen niemals außer Kraft setzen.
- Sicherstellen, dass die Grenzen der Kraft- und Leistungsbegrenzung sowie des Bewegungsbereichs des Roboters korrekt parametrisiert sind.

🔗 *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*

Für den kollaborativen Betrieb bedeutet dies, dass die biomechanischen Grenzwerte für Mensch-Maschinen-Kollisionen eingehalten werden müssen (siehe auch ISO/TS 15066).



Gefahren durch Ändern der Sicherheitskonfiguration des Roboters



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Ändern der Sicherheitskonfiguration des Roboters!

Wenn die Sicherheitskonfiguration des Roboters nicht ordnungsgemäß parametrierbar ist, besteht Verletzungsgefahr für den Bediener im kollaborativen Betrieb.

- Sicherheitskonfiguration nur vom Systemintegrator oder vom verantwortlichen Sicherheitsingenieur ändern lassen.
- Sicherstellen, dass die Sicherheits-PIN stets vor unbefugtem Zugriff geschützt ist.
- Sicherstellen, dass bei der Parametrierung der Sicherheitskonfiguration die Risikobewertung der jeweiligen Roboteranwendung berücksichtigt wird.
- Sicherstellen, dass bei der Auslegung kollaborativer Roboteranwendungen die Anforderungen der **EN ISO 10218-2** sowie der **ISO/TS 15066** beachtet werden.
- Sicherstellen, dass nach jeder Änderung der Sicherheitskonfiguration (d. h. auch geänderte Safety-ID* der Sicherheitskonfiguration) die Sicherheitsparameter vom Systemintegrator oder vom verantwortlichen Sicherheitsingenieur persönlich in einem Testbetrieb auf mögliche Risiken sowie Funktionalität geprüft werden.



Sicherheitsfunktionen auswählen

Im Auslieferungszustand des Roboters sind alle Sicherheitsfunktionen aktiv. Bei Bedarf kann der Systemintegrator oder der verantwortliche Sicherheitsingenieur die einzelnen Sicherheitsfunktionen in der Sicherheitskonfiguration manuell deaktivieren.

🔗 *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*

Eine Bewegung des Roboters ist nur dann möglich, wenn für die vom Systemintegrator oder vom Sicherheitsingenieur ausgewählten Sicherheitsfunktionen das Freigabesignal in der Robotersteuerung vorliegt.



Sicherheitsfunktionen des Roboters

Um das Verletzungsrisiko durch Roboterbewegungen zu minimieren, ist der Roboter mit den nachfolgend beschriebenen Sicherheitsfunktionen ausgestattet.

Die Sicherheitsfunktionen überwachen fortlaufend Betriebsparameter wie z. B. Kraft, Leistung, Geschwindigkeit, Position und Orientierung, Geschwindigkeit sowie Drehmoment des Roboters.

Sobald sich ein Parameter außerhalb der zulässigen Grenzwerte befindet, werden sämtliche Roboterbewegungen automatisch gestoppt.

Werkzeugkonfiguration

Um die Wirksamkeit der Sicherheitsfunktionen zu gewährleisten, muss das aktuell zu verwendende Werkzeug vor dem ersten Einsatz vom Systemintegrator oder vom verantwortlichen Sicherheitsingenieur in den Sicherheitseinstellungen konfiguriert werden.

Für den Fall, dass eine Roboteranwendung den Wechsel von 2 Werkzeugen im laufenden Betrieb zulässt, muss die Sicherheitskonfiguration den geometrischen Körper abdecken, der sich aus der Gesamtheit beider Werkzeuggeometrien ergibt.

Die konkreten Parametereinstellungen ergeben sich dabei aus der betreiberseitigen Risikobewertung der Roboteranwendung.

Ausfallwahrscheinlichkeit für Sicherheitsfunktionen

Sicherheitsfunktion	PFH*	Diagnosedeckungsgrad DC	Performance Level
SLCP	$3,97 \times 10^{-7}$	$\geq 97,5 \%$	PL-d, cat 3
SLCO	$3,97 \times 10^{-7}$	$\geq 97,5 \%$	PL-d, cat 3
SLCS	$3,97 \times 10^{-7}$	$\geq 97,5 \%$	PL-d, cat 3
SLDT (Achse 1 – 3)	$4,57 \times 10^{-7}$	$\geq 97,9 \%$	PL-d, cat 3
SLDT (Achse 4 – 6)	$4,57 \times 10^{-7}$	$\geq 97,9 \%$	PL-d, cat 3
SLCF	$4,57 \times 10^{-7}$	$\geq 97,9 \%$	PL-d, cat 3
SLDP	$3,97 \times 10^{-7}$	$\geq 97,5 \%$	PL-d, cat 3
SLDS	$3,97 \times 10^{-7}$	$\geq 97,5 \%$	PL-d, cat 3



Sicherheitsfunktion	PFH*	Diagnosedeckungsgrad DC	Performance Level
SLRP	$4,57 \times 10^{-7}$	$\geq 97,9 \%$	PL-d, cat 3
Not-Halt-Taster, Zustimmtaster, Betriebsartenwahlschalter	$3,97 \times 10^{-7}$	$\geq 92,7 \%$	PL-d, cat 3
Sichere digitale Eingänge und Ausgänge	$3,97 \times 10^{-7}$	$\geq 92,7 \%$	PL-d, cat 3

* Der PFH-Wert gibt die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls pro Stunde (Ausfallwahrscheinlichkeit) an.

Für weitere Informationen zur Ausfallwahrscheinlichkeit den Kundendienst der Agile Robots SE ([↪ Seite 4](#)) kontaktieren.

Toleranzen der Sicherheitsfunktionen

Die folgenden Werte stellen die Erkennungstoleranz für Sicherheitsfunktionen bei quasistatischem Roboterbetrieb, z. B. bei konstanter Geschwindigkeit, dar.

Bei dynamischem Betrieb des Roboters, z. B. bei starken Beschleunigungen, können die tatsächlichen Toleranzen von den angegebenen Werten abweichen.

Der Betreiber muss die Sicherheitsfunktionen entsprechend in Betrieb nehmen und sicherstellen, dass die für die Anwendung erforderlichen Toleranzen eingehalten werden.

Sicherheitsfunktion	Wert
SLCP	30 mm
SLCO	1,6°
SLCS	11 mm/s
SLDT (Achse 1 – 3)	9 Nm
SLDT (Achse 4 – 6)	1 Nm
SLCF	35 N
SLDP	5°
SLDS	2,5°/s
SLRP	56 W



3.12.1 Kraft- und Leistungsbegrenzung (Force and Power Limiting)

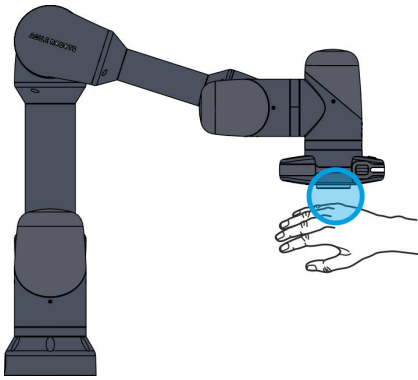


Abb. 35 Kraft- und Leistungsbegrenzung (exemplarische Darstellung)

Um das Verletzungsrisiko durch Roboterbewegungen zu minimieren, ist der Roboter mit einer Kraft- und Leistungsbegrenzung (in der Benutzeroberfläche: "Force and Power Limiting") ausgestattet [Abb. 35](#).

Die Kraft- und Leistungsbegrenzung untergliedert sich in 5 Sicherheitsfunktionen, die in den folgenden Abschnitten beschrieben sind.

- Sicher begrenzte Achsgeschwindigkeit (Safely Limited Drive Speed (SLDS))
- Sicher begrenzte kartesische Geschwindigkeit (Safely Limited Cartesian Speed (SLCS))
- Sicher begrenztes Achsdrehmoment (Safely Limited Drive Torque (SLDT))
- Sicher begrenzte Roboterleistung (Safely Limited Robot Power (SLRP))
- Sicher begrenzte kartesische Kraft (Safely Limited Cartesian Force (SLCF))

Die Parametrierung der Sicherheitsfunktionen erfolgt über die Sicherheitseinstellungen in der Benutzeroberfläche.

🔗 *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*

Um den Roboter im kollaborativen Zustand betreiben zu können, muss der Systemintegrator oder der verantwortliche Sicherheitsingenieur bei der Parametrierung der Sicherheitsfunktionen sicherstellen, dass die zulässigen biomechanischen Grenzwerte für Mensch-Maschinen-Kollisionen nicht überschritten werden. Dadurch wird das Verletzungsrisiko bei physischem Kontakt mit dem Roboter minimiert.

Im Rescue-Modus sind die folgende Sicherheitsfunktionen automatisch deaktiviert:

- Sicher begrenzte Achsposition (Safely Limited Drive Position (SLDP))
- Sicher begrenzte kartesische Position (Safely Limited Cartesian Position (SLCP))
- Sicher begrenzte kartesische Orientierung (Safely Limited Cartesian Orientation (SLCO))



- Sicher begrenztes Achsdrehmoment*
(Safely Limited Drive Torque (SLDT))
- Sicher begrenzte kartesische Kraft
(Safely Limited Cartesian Force (SLCF))



* Safely Limited Drive Torque (SLDT)

SLDT wird im Rescue-Modus nur dann deaktiviert, wenn das Drehmoment eines der Antriebe die voreingestellten Drehmomentgrenzen des Antriebs überschreitet (z. B. wenn der Roboter an einem Tisch festsetzt).

Wenn der Roboter freigefahren wird, wird SLDT wieder aktiviert, auch wenn der Rettungsmodus noch aktiv ist.

Die Werte der Kraft- und Leistungsbegrenzung können ausschließlich im Bereich der voreingestellten Grenzwerte verändert werden. Wenn ein neues Programm für eine Roboteranwendung erstellt wird, muss der Systemintegrator alle möglichen Kollisionsszenarien von Mensch und Roboter im Rahmen einer Risikobewertung betrachten.

Je nach Anwendung kann es dabei erforderlich sein, die Kraft- und Leistungsbegrenzung neu zu parametrieren, um Verletzungen des Bedieners in bestimmten Situationen mit z. B. erhöhter Klemmgefahr zu vermeiden.

Die Kraft- und Leistungsbegrenzung wird laufend durch die Sicherheitssteuerung auf Basis der Drehmoment- und Positionswerte in jeder der 6 Roboterachsen überwacht.

Achsdrehmomente

Für die korrekte Überwachung der Achsdrehmomente gelten folgende Voraussetzungen:

- Der Nullpunkt aller Drehmomentsensoren ist korrekt kalibriert.
- Das Werkzeug ist korrekt am Verbindungsflansch montiert und korrekt parametrieren.
- Die parametrisierte Montagerichtung (Gravitationsvektor) weicht nicht von der Montagerichtung des Roboters ab.



Erhöhung der Interaktionskraft

Durch den Bremsweg infolge eines Sicherheitshalts kann es abhängig von der Robotergeschwindigkeit zu einer Verletzung der Achsdrehmomente und damit zu einer weiteren Erhöhung der Interaktionskraft kommen.



Parametersätze NORMAL und REDUZIERT

Die Werte der Kraft- und Leistungsbegrenzung können für die beiden Parametersätze NORMAL und REDUZIERT festgelegt werden. Für den Parametersatz REDUZIERT lassen sich nur solche Werte definieren, die kleiner oder maximal gleich den Werten für den Parametersatz NORMAL sind. Standardmäßig ist der Parametersatz NORMAL aktiv.

Grundsätzlich sind für beide Parametersätze jeweils Konfigurationen möglich, die einen kollaborativen oder nicht-kollaborativen Betrieb des Roboters zulassen. Damit stehen folgende Betriebsvarianten zur Verfügung:

- **Vollständig kollaborativer Betrieb**

Die Parametersätze NORMAL und REDUZIERT befinden sich beide im kollaborativen Bereich.

- **Vollständig nicht-kollaborativer Betrieb**

Die Parametersätze NORMAL und REDUZIERT befinden sich beide im nicht-kollaborativen Bereich.

- **Hybridbetrieb**

Der Parametersatz REDUZIERT befindet sich im kollaborativen Bereich, während der Parametersatz NORMAL sich im nicht-kollaborativen Bereich befindet.

Der Hybridbetrieb ist dafür vorgesehen, im laufenden Betrieb des Roboters automatisch zwischen beiden Parametersätzen umschalten zu können. Dies kann wie folgt durch einen externen oder internen Trigger ausgelöst werden:

- **Beispiel externer Trigger**

Der Roboter ist in eine betreiberseitige Anwendung integriert und wird mit dem Parametersatz NORMAL (nicht-kollaborativer Zustand) betrieben.

Der Arbeits- und Gefahrenbereich des Roboters ist durch einen Lichtvorhang geschützt, der mit den Sicherheits-E/A-Schnittstellen des Roboters verbunden ist.

Beim Betreten des Arbeits- und Gefahrenbereichs durch den Bediener wird der Lichtvorhang ausgelöst, wodurch, sofern konfiguriert, automatisch auf den Parametersatz REDUZIERT umgeschaltet wird.

Der Roboter verfährt jetzt mit reduzierter Geschwindigkeit, reduzierter Kraft und/oder reduzierter Leistung im kollaborativen Zustand.

- **Beispiel interner Trigger**



Der Roboter wird mit dem Parametersatz NORMAL (nicht-kollaborativer Zustand) betrieben.

Sobald der Roboter eine Sicherheitsebene innerhalb seines Arbeits- und Gefahrenbereichs überschreitet, wird automatisch auf den Parametersatz REDUZIERT umgeschaltet und der Roboter verfährt mit reduzierter Geschwindigkeit, reduzierter Kraft und/oder reduzierter Leistung (kollaborativer Zustand).

Nach der Rückkehr in die Sicherheitsebene wird automatisch auf den Parametersatz NORMAL (nicht-kollaborativer Zustand) zurückgeschaltet.



Umschaltzeit Parametersätze

Die Umschaltzeit zwischen den Parametersätzen NORMAL und REDUZIERT beträgt standardmäßig 200 ms und kann vom Systemintegrator oder vom verantwortlichen Sicherheitsingenieur in der Benutzeroberfläche eingestellt werden.

Wenn der Roboter den Sicherheitsbereich verlässt, bevor die Umschaltzeit abgelaufen ist, wird der Rescue-Modus nicht aktiviert.

Bei der Auslegung einer Roboteranwendung für den Hybridbetrieb muss der Systemintegrator sicherstellen, dass sich der Roboter im kollaborativen Bereich befindet, bevor eine Kontaktsituation mit Menschen eintreten kann.

Sicher begrenzte Achsgeschwindigkeit (Safely Limited Drive Speed)

Diese Sicherheitsfunktion überwacht die Winkelgeschwindigkeit der einzelnen Achsantriebe des Roboters basierend auf den Positionsdaten des jeweiligen Antriebs.

Bei Überschreiten der maximal zulässigen Geschwindigkeit eines Antriebs wird ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 1 (siehe auch DIN EN 60204-1:2019-06, Anhang A) ausgelöst.

Sicher begrenzte kartesische Geschwindigkeit (Safely Limited Cartesian Speed)

Diese Sicherheitsfunktion überwacht die kartesische Geschwindigkeit des Roboters unter Berücksichtigung der Positionsdaten des jeweiligen Antriebs.

Bei Überschreiten der maximal zulässigen kartesischen Geschwindigkeit des Endeffektors oder des Ellenbogengelenks am Roboter wird ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) ausgelöst.

**Sicher begrenztes Achsdrehmoment (Safely Limited Drive Torque)**

Diese Sicherheitsfunktion überwacht das an einer Achse angreifende externe Drehmoment basierend auf den Drehmomentsensordaten des jeweiligen Antriebs.

Bei Überschreiten des maximal zulässigen, extern angreifenden Achsdrehmoments eines Antriebs wird ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) ausgelöst.

Das externe Achsdrehmoment kann nach dem Auslösen der Sicherheitsfunktion noch erheblich ansteigen, bis der Roboter schließlich zum Stillstand kommt.

Diese Sicherheitsfunktion kann nur statische Drehmomente überwachen, die länger als die Auslösezeittoleranz auftreten. Transiente Kontakte und daraus resultierende Gefährdungen müssen durch zusätzliche Maßnahmen entschärft werden, z. B. Begrenzung der kinetischen Energie des Roboters durch Reduzierung der maximalen Geschwindigkeit auf einen geeigneten Wert.

Das resultierende statische Drehmoment hängt unter anderem von folgenden anwendungsabhängigen Faktoren ab:

- Anfangsgeschwindigkeit/Energie des Roboters
- Nutzlast
- Steifigkeit der Kontaktumgebung
- Klemmung oder freier Kontakt.

Sicher begrenzte Roboterleistung (Safely Limited Robot Power)

Diese Sicherheitsfunktion überwacht die mechanische Leistung des Roboters.

Bei Überschreiten der maximal zulässigen Roboterleistung wird ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) ausgelöst.

Sicher begrenzte kartesische Kraft (Safely Limited Cartesian Force)

Diese Sicherheitsfunktion überwacht die extern angreifende kartesische Kraft am Endeffektor gemäß dem quasistatischen Kontaktszenario nach ISO/TS 15066.

Bei Überschreiten der maximal zulässigen kartesischen Kraft wird ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) ausgelöst.

Diese Sicherheitsfunktion schränkt den Bewegungsbereich des Roboters gemäß  *Anhang „Singularitäten“ auf Seite 190* ein.

Die minimale parametrierbare Kraft beträgt 35 N.



Ein Überschreiten der transienten Grenze nach ISO/TS 15066 wird von der Sicherheitssteuerung des Roboters nicht überwacht. Dies muss betreiberseitig im Rahmen der Risikobeurteilung für die jeweilige Roboteranwendung sowie bei der Parametrierung der Sicherheitskonfiguration berücksichtigt werden.

3.12.2 Sicher begrenzter Bewegungsbereich des Roboters (Motion Range Limiting)

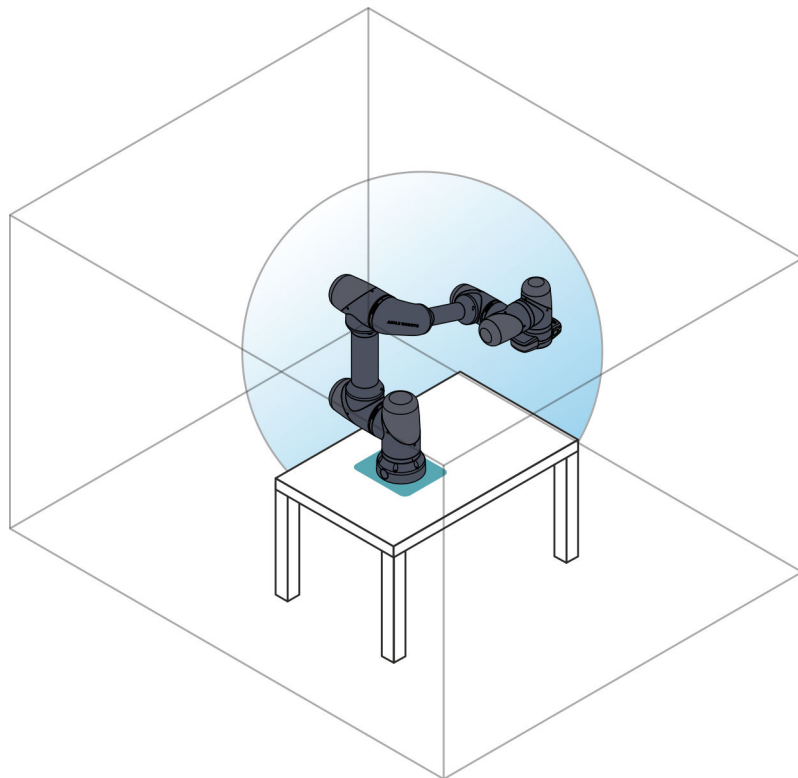


Abb. 36 Sicher begrenzter Bewegungsbereich

Zur Minimierung des Verletzungsrisikos infolge von Kollisionen verfügt der Roboter zusätzlich zur Kraft- und Leistungsbegrenzung über einen sicher begrenzten Bewegungsbereich **Abb. 36**.

Dieser untergliedert sich in 3 Sicherheitsfunktionen, die in den folgenden Abschnitten beschrieben sind:



- Sicher begrenzte Achsposition
(Safely Limited Drive Position (SLDP))
- Sicher begrenzte kartesische Position
(Safely Limited Cartesian Position (SLCP))
- Sicher begrenzte kartesische Orientierung
(Safely Limited Cartesian Orientation (SLCO))

Diese Funktionen überwachen sowohl in der Betriebsart Automatik als auch in der Betriebsart Manuell fortlaufend die Bewegungen des Roboters und seine Position sowie Orientierung im kartesischen Raum.

Wenn der Roboter eine zulässige Grenze überschritten hat und zum Stillstand gekommen ist, muss der Roboter manuell aus der Fehlerposition bewegt werden. Dazu muss sich der Roboter in der Betriebsart Manuell befinden und eine befugte Person muss in der Benutzeroberfläche den Rescue-Modus aktivieren.

Anschließend kann der Roboter bei betätigtem Zustimmungstaster mit vordefinierten, reduzierten Rescue-Parametern zurück in eine sichere Position verfahren werden.



Rescue-Modus

Im Rescue-Modus sind die oben angegebenen Sicherheitsfunktionen sowie die Sicherheitsfunktion "sicher begrenztes Achsdrehmoment" inaktiv, d. h. es findet in diesem Fall keine Positionsüberwachung des Roboters statt.

Sicher begrenzte Achsposition (Safely Limited Drive Position)

Diese Sicherheitsfunktion überwacht die Winkelpositionen der einzelnen Achsantriebe des Roboters basierend auf den Positionsdaten des jeweiligen Antriebs.

Die Sicherheitsfunktion überwacht nur einen Bereich $\leq 360^\circ$ und ist nicht wirksam, wenn der Bereich auf einen Wert $> 360^\circ$ konfiguriert ist.

Beim Verlassen der zulässigen Winkelpositionen eines Antriebs wird ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) ausgelöst.



Sicher begrenzte kartesische Position (Safely Limited Cartesian Position)

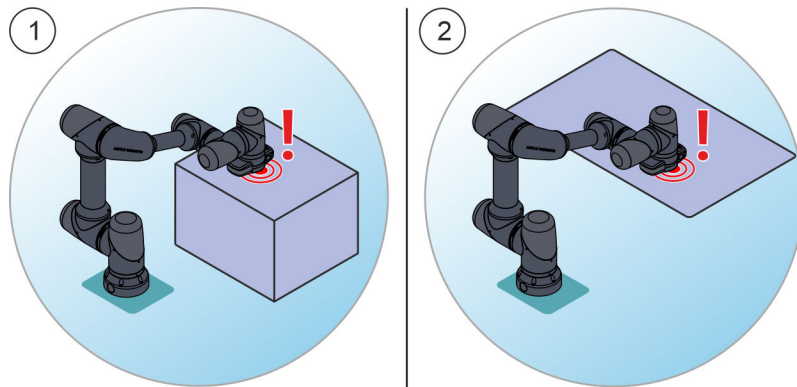


Abb. 37 Arbeits- und Gefahrenbereich mit Sicherheitsbereichen

- ① Sicherheitsquader
- ② Sicherheitsebene

Diese Sicherheitsfunktion überwacht die kartesische Position des Roboters basierend auf Ebenen und Quadern, die im kartesischen Raum definiert sind.

Wenn der Endeffektor oder das Ellenbogengelenk am Roboter in einen Sicherheitsquader [Abb. 37/①](#) oder eine Sicherheitsebene [Abb. 37/②](#) eindringen, verhält sich der Roboter je nach Sicherheitskonfiguration wie folgt:

- Es wird ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) ausgelöst.
- Es wird auf den Parametersatz REDUZIERT umgeschaltet und der Roboter verfährt mit reduzierten Parameterwerten.

Sicher begrenzte kartesische Orientierung (Safely Limited Cartesian Orientation)

Diese Sicherheitsfunktion überwacht die kartesische Orientierung des Endeffektors am Roboter unter Berücksichtigung eines Sicherheitskonus, in dem die Endeffektororientierung von der applikations-spezifischen Normalstellung abweichen darf. Bei Überschreiten der zulässigen kartesischen Orientierung des Endeffektors wird ein Sicherheitshalt der Stopp-Kategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) ausgelöst.



3.12.3 Externer Sicherheitshalt

Diese Sicherheitsfunktion führt einen Sicherheitshalt des Roboters aus, wenn eine externe Sicherheitseinrichtung des Betreibers ausgelöst wird, die an die Sicherheits-E/A-Schnittstellen in der Robotersteuerung angeschlossen ist. Die Stoppkategorien 1 und 2 (DIN EN 60204-1:2019-06) können für die einzelnen Eingänge getrennt voneinander konfiguriert werden.

Die Konfiguration eines Sicherheitshalts erfolgt über die Sicherheits-E/A-Schnittstelle SI_{cfg} . Über eine weitere SI_{cfg} -Schnittstelle kann zudem ein Stop-Reset-Input konfiguriert werden, der nach einem Sicherheitshalt betätigt werden muss, bevor der Bediener die Fehlermeldung quittieren kann.



Bei einem Sicherheitshalt der Stoppkategorie 2 (DIN EN 60204-1:2019-06)

Wenn über die Schnittstelle SI_{cfg} kein externes Reset-Signal konfiguriert ist, wird der Roboter durch Freigabe des Sicherheitshaltsignals wieder in Betrieb genommen.

Wenn eine Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung des Roboters mithilfe einer externen Sicherheitseinrichtung des Betreibers vorgesehen ist, muss dazu mindestens ein Sicherheitshalt der Stoppkategorie 2 (DIN EN 60204-1:2019-06) konfiguriert werden.

Dabei müssen 3 mögliche Szenarien für die Implementierung der Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung beachtet werden:



- Eine externe Sicherheitseinrichtung ist am Eingang SI_{cfg} angeschlossen. Bei Auslösen der Sicherheitseinrichtung wird ein Sicherheitshalt der Stoppkategorie 2 (DIN EN 60204-1:2019-06) ausgeführt.
- Eine externe Sicherheitseinrichtung ist am Eingang SI_{cfg} angeschlossen. Bei Auslösen der Sicherheitseinrichtung wird auf eine verringerte Geschwindigkeit umgeschaltet, z. B. vom Parametersatz NORMAL (sofern für den nicht-kollaborativen Betrieb konfiguriert) auf den Parametersatz REDUZIERT (sofern für den kollaborativen Betrieb konfiguriert).
- Eine externe Sicherheitseinrichtung ist am Eingang SI_{cfg} angeschlossen.
 - Bei Annäherung an den Roboter und damit Auslösen der Sicherheitseinrichtung wird auf eine verringerte Geschwindigkeit umgeschaltet.
 - Bei einer weiteren Annäherung an den Roboter und dem Unterschreiten des zulässigen Mindestabstands wird ein Sicherheitshalt der Stoppkategorie 2 (DIN EN 60204-1:2019-06) ausgeführt.

3.13 Konfigurierbare sichere digitale Eingänge und Ausgänge

3.13.1 Konfigurierbare sichere Eingänge

Der Roboter verfügt über 4 konfigurierbare sichere Digitaleingänge, die mit den nachfolgend beschriebenen 3 Funktionen konfiguriert werden können.



Übersicht Schnittstellen

Eine detaillierte Übersicht über die Schnittstellen in der Robotersteuerung befindet sich im [Kapitel 2.2.5.3 „Elektrische Schnittstellen in der Robotersteuerung“](#) auf Seite 33.



Abb. 38 Übersicht "Safety Inputs"

Die in [Abb. 38](#) farblich markierten Eingänge können mit den in der folgenden Tabelle beschriebenen Funktionen konfiguriert werden. Aus Sicherheitsgründen sind die Anschlüsse redundant aufgebaut, d. h. 2 Anschlüsse bilden immer einen Eingang.

Beispiel

Die Anschlüsse **CFG 11** und **CFG 12** (rote Markierungen) bilden einen Eingang.

Es können alle 4 Eingänge mit jeweils einer der folgenden Funktionen konfiguriert werden.



Eingang	Funktion
Sicherheitshalt	<p>Konfigurierbarer digitaler Eingang für einen Sicherheitshalt der Stoppkategorie 1 oder 2 (DIN EN 60204-1:2019-06).</p> <p>Folgende Konfigurationen sind möglich:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Sicherheitshalt der Stoppkategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06)▪ Sicherheitshalt der Stoppkategorie 2 (DIN EN 60204-1:2019-06)▪ Sicherheitshalt der Stoppkategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) nur in der Betriebsart Automatik▪ Sicherheitshalt der Stoppkategorie 2 (DIN EN 60204-1:2019-06) nur in der Betriebsart Automatik <p>Das Eingangssignal kann nur verarbeitet werden, wenn der Eingang konfiguriert ist.</p> <p>Belegung</p> <ul style="list-style-type: none">▪ <i>0/Low</i>: Sicherheitshalt ausgelöst▪ <i>1/High</i>: Sicherheitshalt nicht ausgelöst
Stop-Reset	<p>Konfigurierbarer digitaler Eingang für den Reset eines Not-Halts sowie eines Sicherheitshalts.</p> <p>Belegung</p> <ul style="list-style-type: none">▪ <i>0/Low</i> → <i>1/High</i>: Reset ausgelöst▪ <i>Ansonsten</i>: Reset nicht ausgelöst
REDUZIERT-Modus	<p>Konfigurierbarer digitaler Eingang für das Umschalten auf den Parametersatz REDUZIERT. Die Umschaltzeit beträgt standardmäßig 200 ms und kann vom Systemintegrator oder vom verantwortlichen Sicherheitsingenieur in der Benutzeroberfläche eingestellt werden.</p> <p>Belegung</p> <ul style="list-style-type: none">▪ <i>0/Low</i>: Parametersatz REDUZIERT aktiv▪ <i>1/High</i>: Parametersatz NORMAL aktiv



Selbsttests der konfigurierbaren Eingänge

Die Sicherheitssteuerung führt automatisch Selbsttests der konfigurierbaren Eingänge durch.

Nach einem Neustart des Roboters Folgendes sicherstellen:

Den sicheren Eingang bei seiner ersten Benutzung mindestens 2 Sekunden lang betätigen, d. h. auf den HIGH-Pegel ziehen.

Nach dieser erstmaligen Betätigung ist eine kurze Betätigungsdauer < 1 Sekunde ausreichend.

Das Zurücksetzen eines erkannten Selbsttestfehlers der sicheren Eingänge darf nicht dazu verwendet werden, während des Betriebs auftretende Fehler zu ignorieren.



Externe sichere Digitaleingänge – Selbsttest

Wenn externe aktive Geräte an die sicheren Eingänge des Roboters angeschlossen sind, kann der Roboter nur seinen eigenen Eingangspfad durch einen Selbsttest überprüfen.

Wenn externe passive Geräte an die sicheren Eingänge angeschlossen sind, ist es nicht möglich, Kurzschlüsse durch Selbsttest zu erkennen, die einen Öffnerkontakt überbrücken.

Die Annahmen für die Fehlererkennung bei externen passiven Geräten gelten ebenfalls nur, wenn der dafür vorgesehene High-Side-Anschluss verwendet wird.

Der Systemintegrator oder Bediener muss Maßnahmen auswählen, die sicherstellen, dass Fehler in der externen Verkabelung erkannt oder ausgeschlossen werden können, z. B. durch:

- Einsatz aktiver Geräte, die die Verkabelung auf ihrer Seite prüfen (OSSD)
- getrennte Kabelführung für Hin- und Rückleiter
- getrennte Abschirmung für Hin- und Rückleiter
- zyklische manuelle Prüfung der Funktion



3.13.2 Konfigurierbare sichere Ausgänge

Der Roboter verfügt über 4 konfigurierbare sichere Digitalausgänge, die mit den folgenden 4 Funktionen konfiguriert werden können.



Übersicht Schnittstellen

Eine detaillierte Übersicht über die Schnittstellen in der Robotersteuerung befindet sich im [Kapitel 2.2.5.3 „Elektrische Schnittstellen in der Robotersteuerung“](#) auf Seite 33.

Safety Outputs



Abb. 39 Übersicht "Safety Outputs"

Die in [Abb. 39](#) farblich markierten Ausgänge können mit den in der folgenden Tabelle beschriebenen Funktionen konfiguriert werden. Aus Sicherheitsgründen sind die Anschlüsse redundant aufgebaut, d. h. 2 Anschlüsse bilden immer einen Ausgang.

Beispiel

Die Anschlüsse **SO 11** und **SO 12** (rote Markierung) bilden einen Ausgang.

Es können alle 4 Ausgänge mit jeweils einer der 4 Funktionen konfiguriert werden.



Ausgang	Funktion
Not-Halt	<p>Digitaler Ausgang für die Signalisierung eines Not-Halts am Sicherheitscontroller in der Robotersteuerung.</p> <p>Das Signal wird analog zu dem Not-Halt-Signal an den Eingängen SI₁ oder SI₂ ausgelöst.</p> <p>Belegung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0/Low: Not-Halt aktiv ▪ 1/High: Not-Halt nicht aktiv
Sicherheitshalt	<p>Digitaler Ausgang für die Signalisierung eines Sicherheitshalts oder Hardwarefehlers am Sicherheitscontroller in der Robotersteuerung.</p> <p>Das Signal wird in folgenden Fällen ausgelöst:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falls der Eingang SI_{cfg} für einen Sicherheitshalt konfiguriert ist: Am Eingang SI_{cfg} wird ein Sicherheitshalt registriert. Dabei kann zwischen folgenden Stoppkategorien eines Sicherheitshalts unterschieden werden: <ul style="list-style-type: none"> • Stoppkategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) • Stoppkategorie 2 (DIN EN 60204-1:2019-06) • Stoppkategorie 1 (DIN EN 60204-1:2019-06) und Stoppkategorie 2 (DIN EN 60204-1:2019-06) ▪ Falls der Eingang SI_{cfg} für einen Not-Halt konfiguriert ist: Am Eingang SI_{cfg} wird ein Not-Halt registriert. ▪ Eine Sicherheitsfunktion des Roboters wird ausgelöst und es wird ein Sicherheitshalt ausgeführt (☞ Kapitel 3.12 „Sicherheitsfunktionen“ auf Seite 82). <p>Belegung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 0/Low: Sicherheitshalt aktiv ▪ 1/High: Sicherheitshalt nicht aktiv



Ausgang	Funktion
Roboterbewegung	Digitaler Ausgang für die Signalisierung einer Roboterbewegung. Belegung <ul style="list-style-type: none">0/Low: Roboter in Bewegung1/High: Roboter im Stillstand
REDUZIERT-Modus	Digitaler Ausgang für die Signalisierung des REDUZIERT-Modus. Belegung <ul style="list-style-type: none">0/Low: Roboter befindet sich im NORMAL-Modus1/High: Roboter befindet sich im REDUZIERT-Modus



Selbsttestimpulse

Wenn die Selbsttestimpulse für einen sicheren Ausgang konfiguriert sind, ist der Bediener dafür verantwortlich, dass Fehler wie z. B. ein Hängenbleiben auf High oder ein Kurzschluss zu einem anderen Signal durch geeignete Maßnahmen erkannt werden können, wenn das Signal für sicherheitsrelevante Anwendungen weiterverarbeitet werden soll.

3.14 Verhalten bei Unfällen

Vorbeugende Maßnahmen

- Stets auf Unfälle vorbereitet sein!
- Erste-Hilfe-Einrichtungen (Verbandkasten) und Feuerlöscher funktionsstüchtig und griffbereit aufbewahren.
- Personal mit Unfallmelde-, Erste-Hilfe- und Rettungseinrichtungen vertraut machen.
- Erste-Hilfe- und Rettungseinrichtungen regelmäßig überprüfen.



Maßnahmen bei Unfällen

- Sofort Not-Halt durch Betätigen des Not-Halt-Tasters am Handcontroller auslösen.
Bei integriertem Betrieb des Roboters in einer Gesamtanlage ggf. die betreiberseitige Not-Halt-Einrichtung auslösen.
- Personen aus der Gefahrenzone bringen
Wenn eine Person durch den Roboter eingeklemmt ist:
 - Roboter mit händischer Kraft aus der Klemmposition bewegen und Person befreien. Der Roboter kann mit der Körperkraft von zwei Personen rückwärts verfahren werden.
☞ DGUV Information 208-053: Mensch und Arbeitsplatz – Physikalische Belastungen (September 2019)
 - Beim Auflösen der Klemmsituation Folgendes beachten:
Nach Möglichkeit die Achsen 1 und 2 des Roboters bewegen, um die größtmögliche Hebelwirkung aufbringen zu können.
- Erste-Hilfe-Maßnahmen einleiten.
- Rettungsdienst alarmieren.
- Verantwortlichen am Einsatzort informieren.

3.15 Umweltschutz



UMWELTSCHUTZ!

Gefahr für die Umwelt durch falsche Handhabung von umweltgefährdenden Stoffen!

Bei falschem Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen, insbesondere bei falscher Entsorgung, können erhebliche Schäden für die Umwelt entstehen.

- Die unten genannten Hinweise zum Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen und deren Entsorgung stets beachten.
- Wenn umweltgefährdende Stoffe versehentlich in die Umwelt gelangen, sofort geeignete Maßnahmen ergreifen. Im Zweifel die zuständige Kommunalbehörde über den Schaden informieren und geeignete zu ergreifende Maßnahmen erfragen.



Entsorgung des Roboters und seiner Komponenten

Der Roboter ist zum Schutz der Umwelt unter beschränkter Verwendung gefährlicher Stoffe gemäß **RoHS-Richtlinie 2011/65/EU** hergestellt worden.

Die Agile Robots SE ist bei der EAR-Stiftung (Elektro-Altgeräte Register) registriert und nimmt auf dem deutschen Markt in Verkehr gebrachte Roboter der Marke Yu 5 Industrial kostenfrei zurück, um sie fachgerecht zu entsorgen.

Importeure in europäischen Ländern, die der **WEEE-Richtlinie 2012/19/EU** unterliegen, sind selbst für ihre Registrierung beim nationalen WEEE-Register ihres Landes verantwortlich.

Eine Liste der nationalen Register befindet sich hier:

<https://www.ewrn.org/national-registers>

Folgende umweltgefährdende Stoffe werden verwendet:

Elektronikkomponenten

Elektronikkomponenten können giftige Substanzen enthalten. Sie dürfen nicht in die Umwelt gelangen. Die Entsorgung muss durch einen Entsorgungsfachbetrieb erfolgen.

Kreuzrollenlager

Kreuzrollenlager enthalten giftige Substanzen. Sie unterliegen der Sondermüllbehandlung und müssen durch einen Fachbetrieb entsorgt werden.



3.16 Sicherheit der IT-Umgebung



HINWEIS

Gefahr von Roboterschäden durch nicht sichere IT-Umgebung!

Der Betrieb des Roboters in einer nicht sicheren IT-Umgebung kann zu Schäden und Fehlfunktionen führen.

- Sicherstellen, dass der Roboter niemals in einer unsicheren Netzwerkumgebung unter dem Einfluss von schadhafter Software betrieben wird.
- Sicherstellen, dass betreiberseitige Schutzmaßnahmen wie Firewalls, Antiviren-Software oder verschlüsselte VPN-Verbindungen eingesetzt werden.
Sofern möglich, die Internetverbindung des mit dem Roboter verbundenen Endgeräts während des Betriebs unterbrechen.
- Sicherstellen, dass das mit dem Roboter verbundene Endgerät frei von Viren ist und ausschließlich für die Bedienung des Roboters eingesetzt wird.
Die Verwendung privater Hardware für die Roboterbedienung ist nicht zulässig.
- Sicherstellen, dass mit dem Roboter verbundene Speichermedien wie z. B. USB-Geräte frei von Viren sind und ausschließlich für den Datenaustausch mit dem Roboter eingesetzt werden.
Die Verwendung privater Speichermedien für den Datenaustausch ist nicht zulässig.
- Sicherstellen, dass exportierte Roboterprogramme vor unautorisiertem Zugriff geschützt verwaltet werden, sodass keine unzulässigen Manipulationen an den Programmen vorgenommen werden können.
Der Systemintegrator ist verpflichtet, jedes importierte Programm vor der Anwendung in der Betriebsart Automatik zunächst in der Betriebsart Manuell zu testen.
- Sicherstellen, dass die Systemeinstellungen und der Systemzustand des betreiberseitigen Endgeräts regelmäßig überprüft werden.
- Sicherstellen, dass der Roboter ausschließlich mit der aktuellen Softwareversion betrieben wird.
- Sicherstellen, dass kein externer Remote-Zugriff auf den Roboter von außerhalb des internen Firmennetzwerks möglich ist.



Angriffe oder Eindringen in das Netzwerk

Die Agile Robots SE haftet nicht für Schäden, die durch Angriffe oder Eindringen in das Netzwerk verursacht werden, um das Softwaresystem der Robotersteuerung oder die Sicherheitskonfiguration zu ändern.

4 Anlieferung, Verpackung und Lagerung

4.1 Anlieferung und Lieferumfang

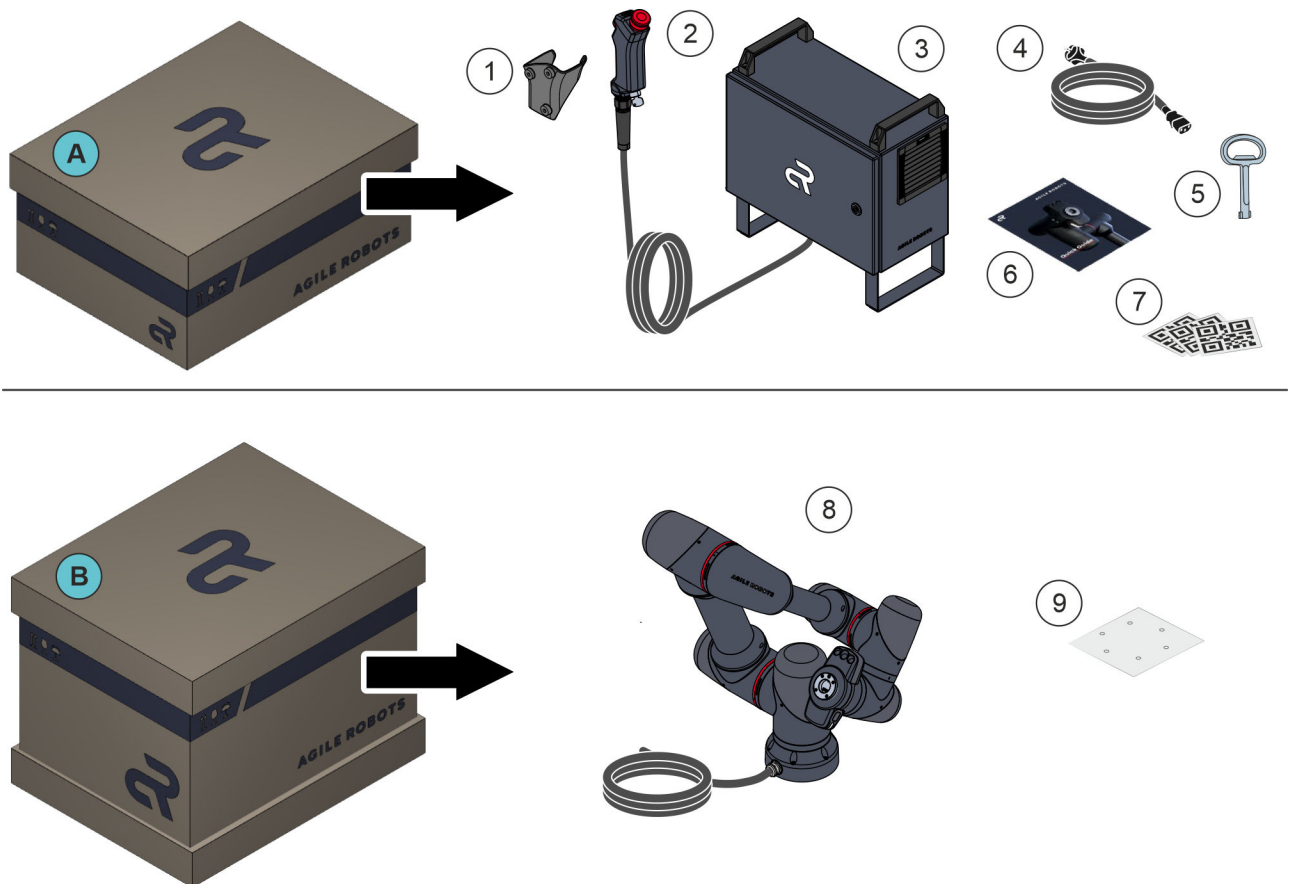


Abb. 40 Anlieferungszustand und Lieferumfang

- Ⓐ Box Robotersteuerung + Komponenten
- Ⓑ Box Roboter + Komponenten
- ① Halterung Handcontroller
- ② Handcontroller, fest verbunden mit Robotersteuerung
- ③ Robotersteuerung
- ④ Netzkabel, 3 Meter
- ⑤ Schlüssel Robotersteuerung
- ⑥ Quickguide
- ⑦ AgileTags
- ⑧ Roboter mit Verbindungskabel zur Robotersteuerung
- ⑨ Bohrvorlage Roboterarm



Der Roboter und seine Komponenten werden in 2 Boxen **Abb. 40/A** + **B** auf einer Transportpalette angeliefert. Die beiden Boxen enthalten folgende Komponenten:

- Robotersteuerung + Zubehör **Abb. 40/1** – **7**
- Roboter + Zubehör **Abb. 40/8** – **9**

IP54-Klassifizierung

Im Lieferzustand und im vollständig angeschlossenen Zustand erfüllt das Robotersystem die IP54-Klassifizierung.

Die IP54-Klassifizierung ist nicht mehr gegeben, sobald einer der folgenden Fälle eintritt.

- Die Kabeldurchführung an der Unterseite der Robotersteuerung ist demontiert.
- Der Drehverschluss an der RJ45-Ethernet-Buchse ist geöffnet.
- Die Filtereinheiten im Lüfter der Robotersteuerung sind entfernt worden.
- Die Schutzkappe am Verbindungsflansch ist entfernt worden.
- Die Schutzkappen an den externen elektrischen Schnittstellen am Medienflansch sind entfernt worden.
- Das Roboterkanal ist aus der Robotersteuerung abgezogen.

4.2 Verpackung



HINWEIS

Gefahr von Roboterschäden durch fehlende Fixierung!

Bei Auslieferung befindet sich der Roboter in Transportstellung. In dieser Stellung ist der Roboter aufgrund des außermittigen Schwerpunkts nicht standfest. Ohne Fixierung des Roboters durch die Verpackungsteile besteht die Gefahr, dass der Roboter umkippt und Komponenten, insbesondere die Drehmomentsensoren in den Achsen, beschädigt werden.

- Roboter vor Beginn der Montage **nicht** vollständig auspacken. Sicherstellen, dass die Schaumstoffverpackung des Roboters gemäß den Vorgaben in [Kapitel 5.3 „Roboter montieren und in Betrieb nehmen“](#) auf Seite 115 entfernt wird.



Zur Verpackung

Die einzelnen Packeinheiten sind mit Folie vor Feuchtigkeit geschützt. Für die Verpackung wurden ausschließlich umweltfreundliche Materialien verwendet. Die Verpackung soll die einzelnen Komponenten bis zur Montage vor Transportschäden, Korrosion und anderen Beschädigungen schützen.

Daher die Verpackung nicht zerstören und erst kurz vor der Montage des Roboters entfernen.

Umgang mit Verpackungsmaterialien

Verpackungsmaterial der Umverpackung nach den jeweils gültigen gesetzlichen Bestimmungen und örtlichen Vorschriften entsorgen.



Schaumstoffverpackung

Es wird empfohlen, die Schaumstoffverpackungen für einen sicheren Wiedertransport des Roboters und des Schaltschranks aufzubewahren.

Dies gilt auch für die wiederverwendbaren Transportbänder zum Verschließen der Roboterbox.



UMWELTSCHUTZ!

Gefahr für die Umwelt durch falsche Entsorgung!

Verpackungsmaterialien sind wertvolle Rohstoffe und können in vielen Fällen weiter genutzt oder sinnvoll aufbereitet und wiederverwertet werden. Durch falsche Entsorgung von Verpackungsmaterialien können Gefahren für die Umwelt entstehen.

- Verpackungsmaterialien umweltgerecht entsorgen.
- Die örtlich geltenden Entsorgungsvorschriften beachten. Gegebenenfalls einen Fachbetrieb mit der Entsorgung beauftragen.

Angaben auf der Verpackung

Auf der Verpackung befinden sich folgende Angaben:

- Adresse des Empfängers
- Gewicht der Packeinheit netto [kg]
- Gewicht der Packeinheit gesamt [kg]
- Abmessungen Packeinheit: Breite, Tiefe, Höhe [cm]



4.3 Lagerung

Lagerung der Packeinheiten

Packeinheiten unter folgenden Bedingungen lagern:

- Nicht im Freien aufbewahren.
- Trocken und staubfrei lagern.
- Keinen aggressiven Medien aussetzen.
- Vor Sonneneinstrahlung schützen.
- Mechanische Erschütterungen vermeiden.
- Lagertemperatur: +5 bis +25 °C
- Relative Luftfeuchtigkeit, max.: 70 % bei Temperaturen bis +31 °C, linear abnehmend auf 50 % bei +40 °C



Lagerung länger als 3 Monate

Bei Lagerung länger als 3 Monate regelmäßig den allgemeinen Zustand aller Teile und der Verpackung kontrollieren. Falls erforderlich, die Konservierung auffrischen oder erneuern.



5 Roboter montieren

5.1 Sicherheit bei der Montage

Gefahren durch unsachgemäße Montage



WARNUNG

Gefahren durch unsachgemäße Montage!

Bei Montagetätigkeiten besteht Verletzungsgefahr durch Quetschen von Körperteilen oder herabfallende Bauteile.

- Montagetätigkeiten nur von einer Montagefachkraft durchführen lassen (☞ Kapitel 3.9 „Personalanforderungen“ auf Seite 73).
- Vor Beginn der Montagetätigkeiten Folgendes beachten:
 - Sicherstellen, dass immer 2 Personen für die Montage des Roboters zur Verfügung stehen.
 - Sicherstellen, dass ausschließlich geeignete und einwandfrei funktionstüchtige Arbeitsmittel und Geräte verwendet werden.
 - Sicherstellen, dass der vorgesehene Montageplatz ausreichend Standsicherheit für das Gewicht des Roboters aufweist.
 - Sicherstellen, dass der vorgesehene Montageplatz einen starren Untergrund für die Aufnahme des Roboters aufweist.
 - Sicherstellen, dass der vorgesehene Montageplatz ausreichend Platz für die Bewegungen des Roboterarms aufweist.
- Roboter niemals auf mobilen Plattformen oder anderen beweglichen Komponenten montieren, die nicht dafür konzipiert und freigegeben sind.
- Kabel so anordnen, dass keine Stolpergefahr besteht und keine Zugkräfte an den Kabeln anliegen.
Bei Bedarf Kabelhalter oder Kabelbinder zum Fixieren der Kabel verwenden.
- Beim Herstellen der Ethernet-Verbindung an der Robotersteuerung Folgendes beachten:
Durch das Öffnen des Drehverschlusses an der RJ45-Ethernet-Buchse verliert die Robotersteuerung ihre IP54-Dichtigkeit. Der Systemintegrator muss daher nach dem Anschließen des Ethernet-Kabels die IP-Klasse der Robotersteuerung neu bewerten.



Die IP54-Dichtigkeit kann z. B. in Kombination mit den Steckverbindern Conec 17-150254 oder 17-150264 wiederhergestellt werden.

5.2 Montage vorbereiten

 Montagefachkraft	 Systemintegrator	 Industrieschutzhelm	 Arbeitsschutzkleidung	 Sicherheitsschuhe	 Drehmomentschlüssel
 Bohrvorlage	 Spiralbohrer	 Befestigungselemente Roboterbasis	 Befestigungselemente Halterung Handcontroller	 Bohrschrauber	

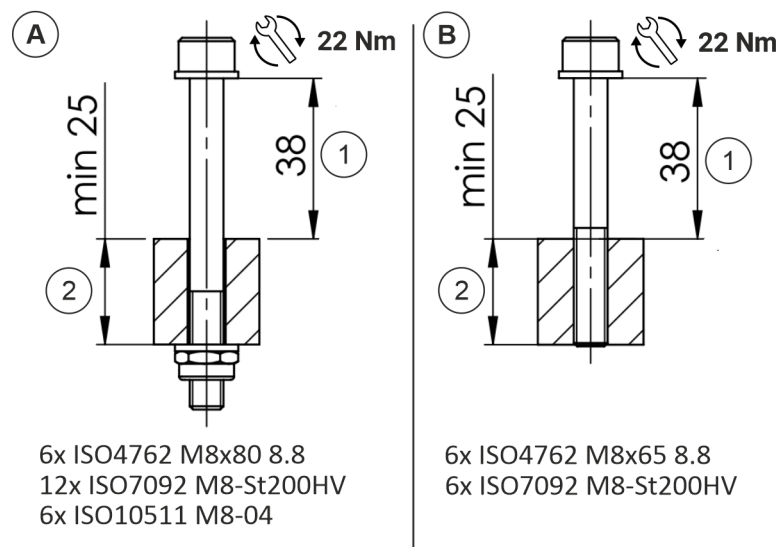


Abb. 41 Verschraubung der Roboterbasis (Befestigungselemente)

- Ⓐ Montage mit Durchgangsbohrungen
- Ⓑ Montage mit Gewindebohrungen
- ① Lochtiefe Roboterbasis
- ② Dicke Montageplatte

Voraussetzungen

- Die Stabilität der betreiberseitigen Stromversorgung ist stets sichergestellt.
- Die Ordnung und Sauberkeit am Montageplatz ist sichergestellt.



- Es ist ausreichend Montagefreiheit vor Beginn der Arbeiten vorhanden.
- Es ist sichergestellt, dass die Montage in einer trockenen und gut ausgeleuchteten Umgebung erfolgt.
- Es ist sichergestellt, dass im Bereich des Montageplatzes keine starken Magnetfelder wirken.
- Der Montageplatz ist so ausgewählt, dass das Netzkabel und die Steckdose der betreiberseitigen Stromversorgung für den Bediener stets zugänglich sind.
- Es ist sichergestellt, dass die Schrauben für die Verschraubung von Roboterbasis und Montageplatte die Vorgaben in **Abb. 41** erfüllen.
 - Dabei hinsichtlich der Schraubenlänge beachten, dass die Roboterbasis eine Lochtiefe von **38 mm** **Abb. 41** / ① aufweist.
 - Sicherstellen, dass die Schrauben eine Mindestfestigkeitsklasse von **8.8** Grad besitzen.
 - Sicherstellen, dass die Schrauben mit einem Mindestanziehmoment von **22 Nm** festgezogen werden.
- Das mobile Endgerät, das für die Bedienung des Roboters vorgesehen ist, erfüllt folgende **Mindestanforderungen**:
 - Display: 1280 x 768 Bildpunkte (empfohlen: Touchscreen)
 - CPU: Intel Celeron® N4120
 - GPU: Intel® UHD-Grafikkarte 600
 - RAM: 4 GB
 - Betriebssystem: Microsoft Windows®, Linux, Android® oder Apple macOS®
 - Browser: Google Chrome® oder Microsoft Edge® (Version 79 oder höher)
- Es steht ein Ethernet-Kabel für die Verbindung zwischen Robotersteuerung und mobilem Endgerät zur Verfügung.



Ethernet-Anschluss

Es darf immer nur ein Endgerät über den Ethernet-Anschluss an die Robotersteuerung angeschlossen werden. Das Verbinden mit Netzwerkgeräten wie Routern oder Switches ist nicht zulässig.

Anforderung Fundament (Montageplatte)

Der Roboterarm darf nur auf einem waagrechtem Fundament montiert werden. Decken- und Wandmontage sind nicht zulässig.



Aus Sicherheits- und Leistungsgründen muss das Fundament für den Roboterarm die folgenden Anforderungen erfüllen:

Parameter	Wert
Mindeststreckgrenze Montageplatte	225 MPa
Fundament-Eigenfrequenz für die beste Roboterleistung*	180 Hz
Dicke Montageplatte	≥ 25 mm

* Die Mindesteigenfrequenz erfordert eine Frequenz der ersten Schwingungsebene von 60 Hz.

Lastenberechnung Fundament (Montageplatte)

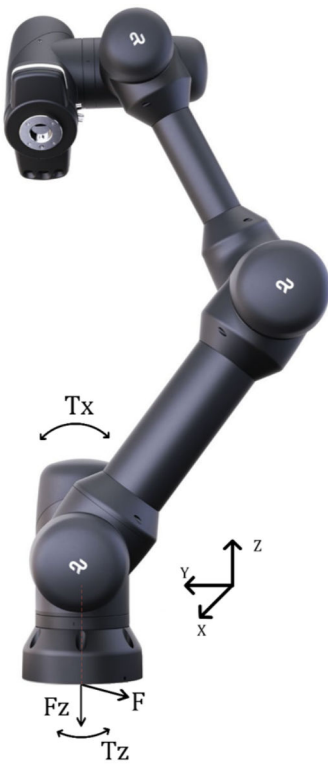


Abb. 42 Kräfte und Momente Roboterbasis

Bei der Berechnung der Eigenfrequenzen des Fundaments und der Materialspannungen folgende auf das Fundament wirkende Lasten berücksichtigen:

Kraft/Drehmoment	Beschreibung	Wert
F	Maximale Seitenkraft	583 N
Fz	Zugkraft in Z-Richtung	583 N
Tx	Maximales Biegemoment (Torsionsmoment um die X-Achse)	± 400 Nm
Tz	Torsionsmoment um die Z-Achse	± 306 Nm
Die Belastungen wirken gleichzeitig!		

i Gesamtgewicht des Roboters

Bei der Berechnung der Lasten das Gesamtgewicht des Roboters einschließlich der installierten Ausrüstung (Endeffektoren, Kabelführungen etc.) verwenden.

Bei Fragen zu bestimmten Anwendungsfällen und Anwendungen den Kundendienst der Agile Robots SE ([↗ Seite 4](#)) kontaktieren.



5.3 Roboter montieren und in Betrieb nehmen

Gefahr von Roboterschäden durch fehlende Fixierung bei der Montage



HINWEIS

Gefahr von Roboterschäden durch fehlende Fixierung bei der Montage!

Bei Auslieferung befindet sich der Roboter in Transportstellung. In dieser Stellung ist der Roboter aufgrund des außermittigen Schwerpunkts nicht standfest. Ohne Fixierung des Roboters durch die Verpackungsteile besteht die Gefahr, dass der Roboter umkippt und Komponenten, insbesondere die Drehmomentsensoren in den Achsen, beschädigt werden.

- Roboter vor Beginn der Montage **nicht** vollständig auspacken. Sicherstellen, dass die Schaumstoffverpackung des Roboters erst dann vollständig entfernt wird, wenn die Roboterbasis mit mindestens 2 Schrauben auf der Montagefläche befestigt ist (siehe folgende Handlungssequenz).



Montagefläche

Im folgenden Abschnitt wird als Montagefläche für den Roboter exemplarisch ein Tisch verwendet.



Schaumstoffverpackung

Es wird empfohlen, die Schaumstoffverpackungen für einen sicheren Wiedertransport des Roboters und des Schaltschranks aufzubewahren.

Dies gilt auch für die wiederverwendbaren Transportbänder zum Verschließen der Roboterbox.

Umverpackung entfernen

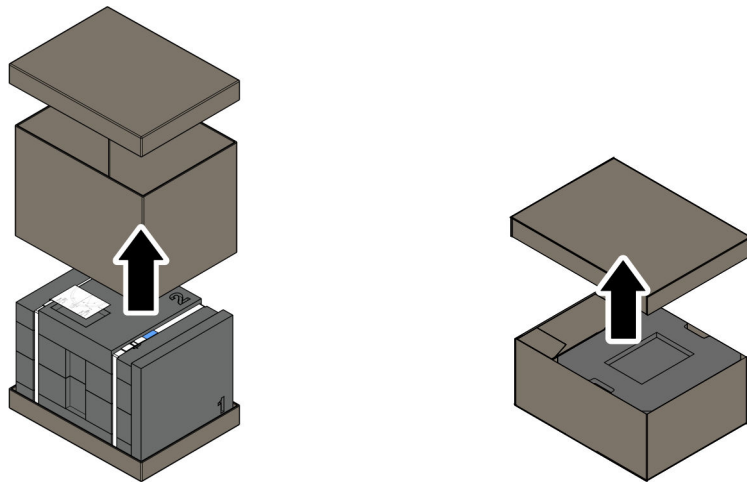


Abb. 43 Umverpackung entfernen (Beispiel)

01. Umverpackung der Boxen vom Roboter sowie von der Robotersteuerung entfernen [Abb. 43](#).
02. Schaumstoffverpackung der Box für die Robotersteuerung entfernen und die Komponenten auf einer ebenen Fläche abstellen.
 - i** **Standfestigkeit Roboter**
Um zu verhindern, dass der Roboter umkippt, sicherstellen, dass die vollständige Schaumstoffverpackung sowie die Transportbänder des Roboters **nicht** vor Schritt **13** entfernt werden.
03. Kabel am Handcontroller vollständig abrollen.



04. Inhalt der Box für die Robotersteuerung gemäß [Kapitel 4.1](#) „Anlieferung und Lieferumfang“ auf Seite 107 auf Vollständigkeit und Unversehrtheit prüfen.

i Prüfung der Lieferung

Im Falle von fehlenden oder beschädigten Komponenten die Robotersteuerung nicht in Betrieb nehmen.

Umgehend an den Händler wenden, von dem der Roboter erworben wurde, oder an den Kundendienst der Agile Robots SE ([Seite 4](#)).

Roboter montieren

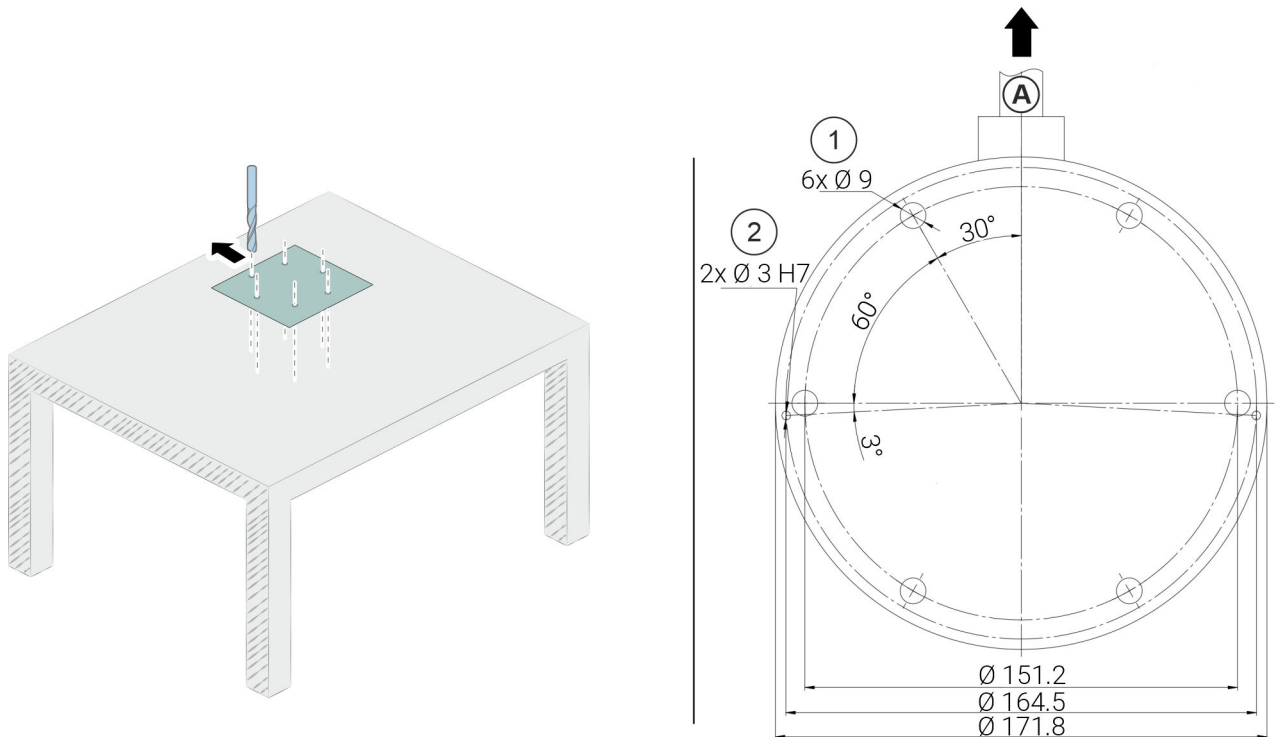


Abb. 44 Bohrvorlage Roboter

- A** Abgang Kabel (Rückseite Roboter)
- 1** Bohrungen Schrauben
- 2** Bohrungen Passstifte

05. Bohrvorlage des Roboters auf der Tischkante gemäß [Abb. 44](#) ausrichten und die 6 Bohrlöcher auf der Tischplatte markieren.

i Positionierung Bohrvorlage

Um ausreichend Platz für die Montage des Roboters zu gewährleisten, wird empfohlen, die Bohrvorlage mittig auf der Tischplatte zu positionieren und nicht direkt an einer der Tischkanten.



06. Mit dem Spiralbohrer gemäß den Markierungen 6 Löcher bohren **Abb. 44** / ①.

i Schraubverbindung mit Kontermuttern

Je nach Dicke der Tischplatte wird empfohlen, die Tischplatte vollständig zu durchbohren und die Schraubverbindung des Roboters mithilfe von Kontermuttern herzustellen.

07. **i** Passstifte

Der Roboter kann zusätzlich mit Passstiften fixiert werden, um eine exakte Lagesicherung des Roboters zu erreichen oder um eine Wiederholgenauigkeit bei einer erneuten Montage des Roboters zu gewährleisten.

Falls erforderlich mit dem Spiralbohrer gemäß den Markierungen 2 Löcher bohren **Abb. 44** / ②.

08. Verpackungsteil 1 der Roboterbox abnehmen **Abb. 45**.

i Beschriftung Verpackungsteile

Alle Verpackungsteile des Roboters sind mit einer Nummer für die Reihenfolge beim Auspacken beschriftet.

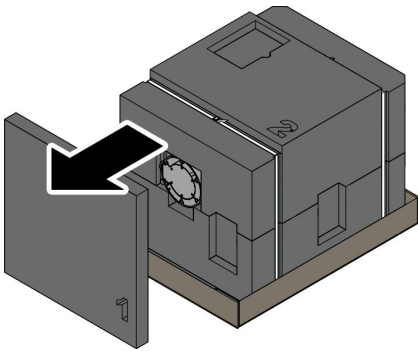


Abb. 45 Verpackungsteil 1 abnehmen

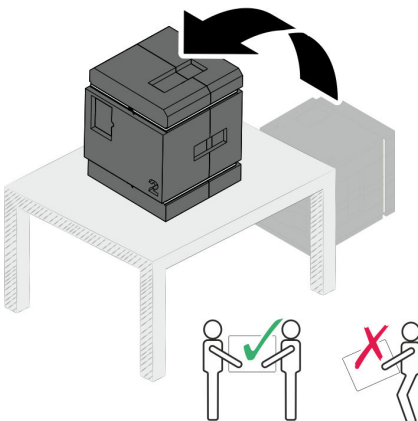


Abb. 46 Roboterbox abstellen

09. **⚠** **WARNUNG!** Verletzungsgefahr durch schwere Last!

Sicherstellen, dass 2 Personen zum Tragen der Roboterbox zur Verfügung stehen.

10. Roboterbox gemäß **Abb. 46** um 90° gedreht auf dem Tisch abstellen.

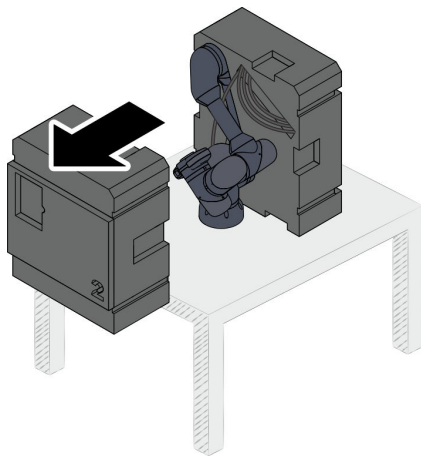


Abb. 47 Verpackungsteil 2 abnehmen

11. Transportbänder entfernen und Verpackungsteil 2 abnehmen

Abb. 47

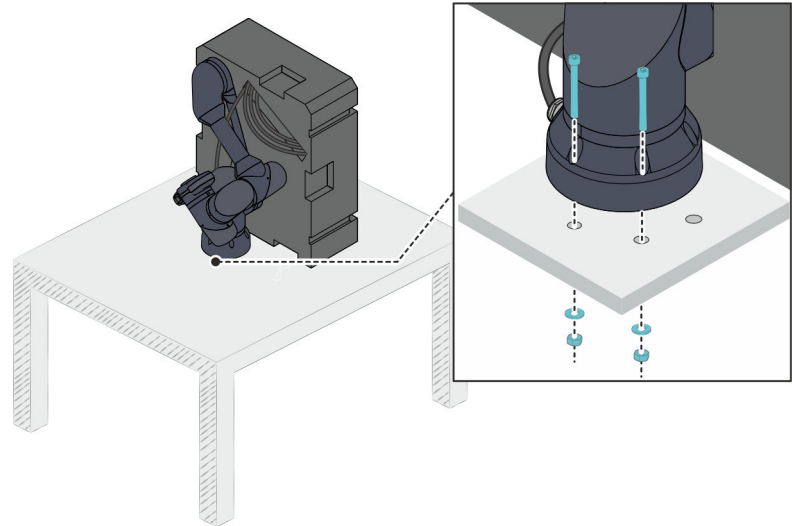


Abb. 48 Beispiel: Montage mit Durchgangsbohrungen (Teil 1)

12. Roboter zusammen mit dem Verpackungsteil 3 an den Bohrlochern auf der Tischplatte ausrichten [Abb. 48](#).
13. Schraubverbindung an der Roboterbasis wie folgt herstellen:

Montage mit Durchgangsbohrungen:

- Mindestens 2 Schrauben (M8) mit Unterlegscheiben (M8) durch die Öffnungen an der freien Seite der Roboterbasis führen [Abb. 48](#).
- Unterlegscheiben (M8) und Kontermuttern (M8) auf die Schrauben setzen und Kontermuttern vorerst mit einem Anziehdrehmoment von 13 Nm im Uhrzeigersinn festziehen [Abb. 48](#).

Die Kontermuttern werden erst nach der vollständigen Verschraubung des Roboters (Schritt 16) mit dem vollen Anziehdrehmoment von 22 Nm festgezogen.

Montage mit Gewindebohrungen:

- Mindestens 2 Schrauben (M8) mit Unterlegscheiben (M8) durch die Öffnungen an der freien Seite der Roboterbasis führen [Abb. 48](#).
- Schrauben vorerst mit einem Anziehdrehmoment von 13 Nm im Uhrzeigersinn festziehen [Abb. 48](#).

Die Schrauben werden erst nach der vollständigen Verschraubung des Roboters (Schritt 16) mit dem vollen Anziehdrehmoment von 22 Nm festgezogen.

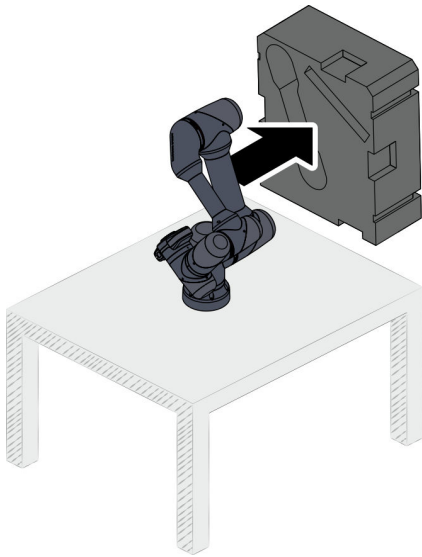


Abb. 49 Verpackungsteil 3 abnehmen

14. Verpackungsteil 3 abnehmen [Abb. 49](#) und Roboter kabel vollständig abrollen.
15. Roboter auf Unversehrtheit prüfen.

i Prüfung der Lieferung

Im Falle von fehlenden oder beschädigten Komponenten den Roboter und seine Komponenten nicht in Betrieb nehmen.

Umgehend an den Händler wenden, von dem der Roboter erworben wurde, oder an den Kundendienst der Agile Robots SE ([↪ Seite 4](#)).

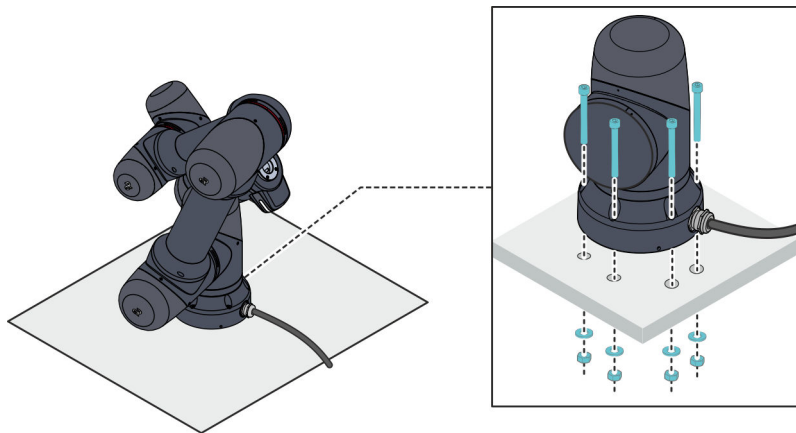


Abb. 50 Beispiel: Montage mit Durchgangsbohrungen (Teil 2)

16. Schraubverbindung der Roboterbasis für die verbleibenden 4 Bohrungen vorerst mit einem Anziehdrehmoment von 13 Nm herstellen [Abb. 50](#).



17. Alle 6 Schrauben kreuzweise mit dem vollen Anziehdrehmoment von 22 Nm festziehen.

Halterung Handcontroller montieren

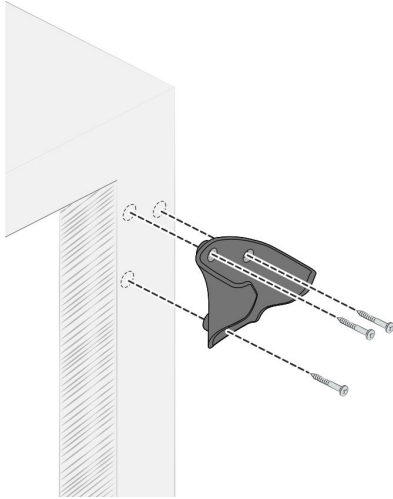


Abb. 51 Halterung Handcontroller montieren

18. Halterung des Handcontrollers gemäß **Abb. 51** an einer ebenen Fläche außerhalb des Arbeitsraums vom Roboter ausrichten.
 - i** In **Abb. 51** ist die Montage der Halterung exemplarisch am Tischbein dargestellt.

19. 3 Bohrlöcher am Tisch mithilfe der Halterung markieren.

20. **i** **Schrauben für Halterung Handcontroller**
Für die Montage der Halterung werden Zylinderkopfschrauben mit einem maximalen Durchmesser von 4 mm empfohlen.

Schraubverbindung der Halterung wie folgt herstellen:

3 Schrauben mit dem Bohrschrauber durch die Öffnungen der Halterung in die Markierungen am Tisch schrauben **Abb. 51**.

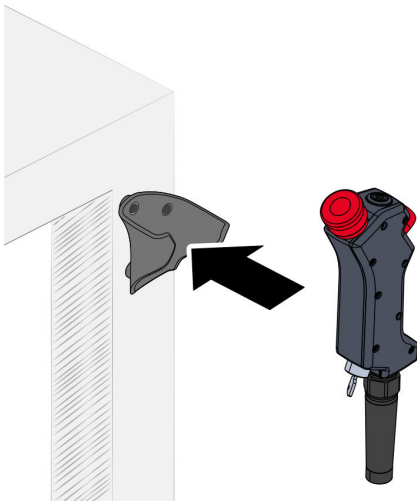


Abb. 52 Handcontroller einsetzen

21. Handcontroller in die Halterung einsetzen Abb. 52.

Komponenten verbinden



Abb. 53 Robotersteuerung platzieren

22. **i** Robotersteuerung platzieren
Sicherstellen, dass die Robotersteuerung sich nicht auf dem Tisch oder einer höheren Ebene befindet.
Robotersteuerung unterhalb des Tisches in der Nähe vom Roboter auf den Boden platzieren Abb. 53.
23. **i** **HINWEIS!** Sachschäden durch blockierte Lüfterauslässe an der Robotersteuerung!
Sicherstellen, dass die Robotersteuerung im Bereich der Lüfterauslässe einen Mindestabstand von 20 cm zu umliegenden Wänden oder Gegenständen aufweist.

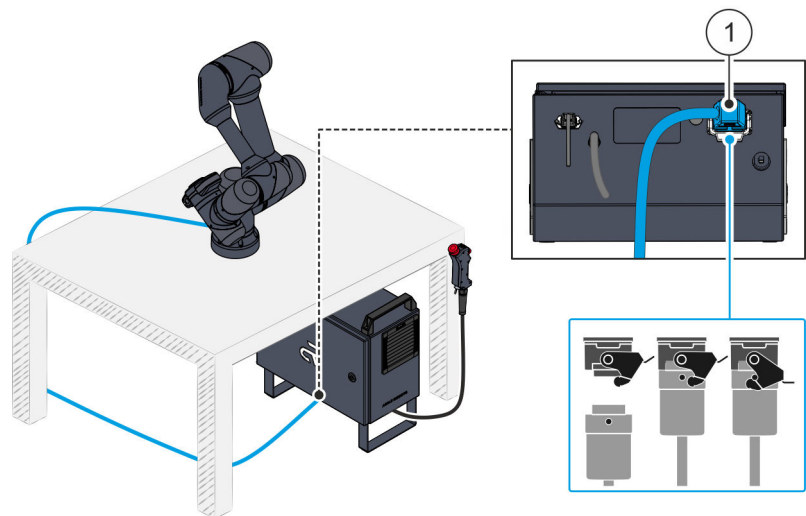


Abb. 54 Roboter und Robotersteuerung verbinden

24. Verbindungskabel des Roboters in die zugehörige Anschlussbuchse an der Robotersteuerung stecken [Abb. 54/1](#).

Dabei beachten, dass der Kabelstecker mithilfe des Bügels an der Anschlussbuchse verriegelt wird [Abb. 54](#).

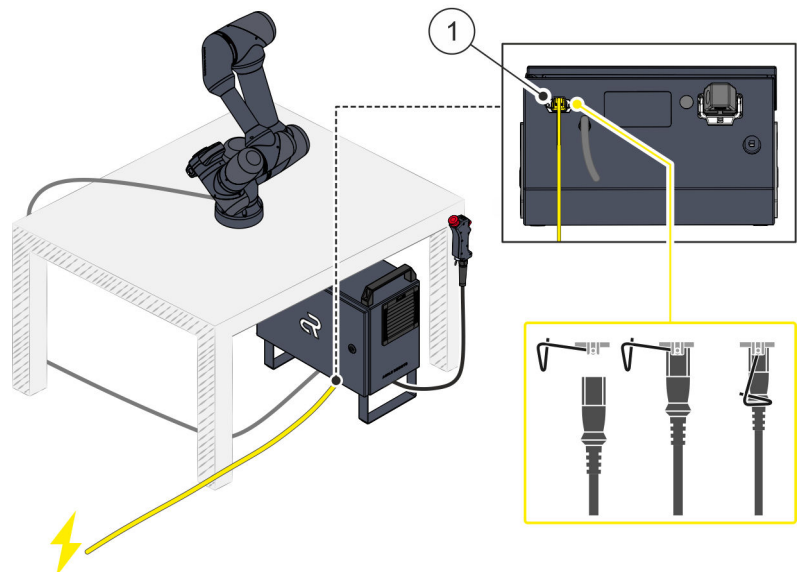


Abb. 55 Elektrische Verbindung herstellen

25. Netzkabel in die zugehörige Anschlussbuchse an der Unterseite der Robotersteuerung stecken [Abb. 55/1](#).

Dabei beachten, dass der Kabelstecker mithilfe des Bügels an der Anschlussbuchse verriegelt wird [Abb. 55](#).

26. Kontaktstifte am anderen Ende des Netzkabels mit der betriebsseitigen Stromversorgung (230 V) verbinden.

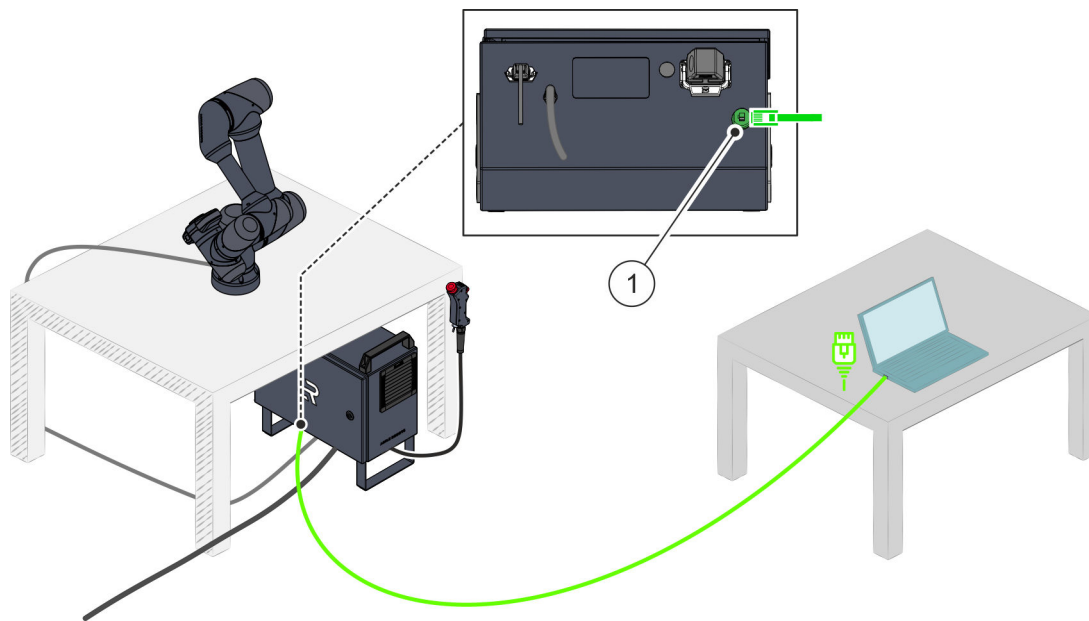


Abb. 56 Laptop verbinden

27. **i** Mobile Endgeräte

Die maximale Antwortzeit für die Datenkommunikation zwischen der Robotersteuerung und einem mobilen Endgerät (zur Bedienung des HMI) entspricht den TCP/IP-Standards.

In [Abb. 56](#) ist das Verbinden des Laptops exemplarisch dargestellt.

Für die Einrichtung der Benutzeroberfläche können darüber hinaus alle Ethernet-fähigen Endgeräte verwendet werden, auf denen der Browser Google Chrome® installiert ist.

Ethernet-Kabel mit dem einen Ende an den Netzwerkanschluss des Laptops anschließen [Abb. 56](#).

Das andere Ende des Ethernet-Kabels in die zugehörige Anschlussbuchse an der Unterseite der Robotersteuerung stecken [Abb. 56](#) / ①.



Roboter einschalten und Benutzeroberfläche aufrufen

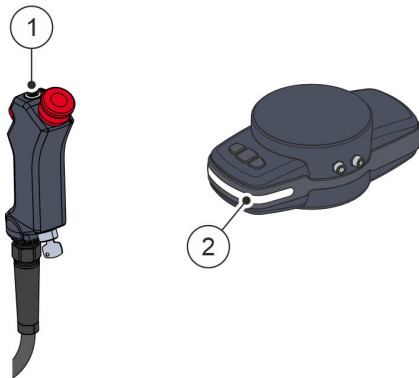


Abb. 57 Roboter einschalten

❗ **HINWEIS! Gefahr von Sachschäden!**

Nach dem ersten Auspacken oder längerer Lagerung des Roboters einige Zeit mit dem Einschalten warten, bis der Roboter die Umgebungstemperatur angenommen hat.

- Sicherstellen, dass ggf. durch den schnellen Temperaturwechsel zwischen Lagerungs- und Montageort entstandenes Kondensat vollständig verdunstet ist.

28. ⚠ **WARNUNG! Verletzungsgefahr durch unbeabsichtigte Roboterbewegungen!**

Vor dem Einschalten sicherstellen, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich des Roboters befinden.

29. EIN-/AUS-Taster **Abb. 57/①** am Handcontroller etwa eine Sekunde lang betätigen, um den Roboter einzuschalten.

- ▶ ▪ Der äußere Ring des EIN-/AUS-Tasters leuchtet **grün** **Abb. 57/①**.
- Die Status-LED am Medienflansch blinkt zunächst **weiß** und leuchtet nach Abschluss des Bootvorgangs **weiß** **Abb. 57/②**.

30. Laptop einschalten.

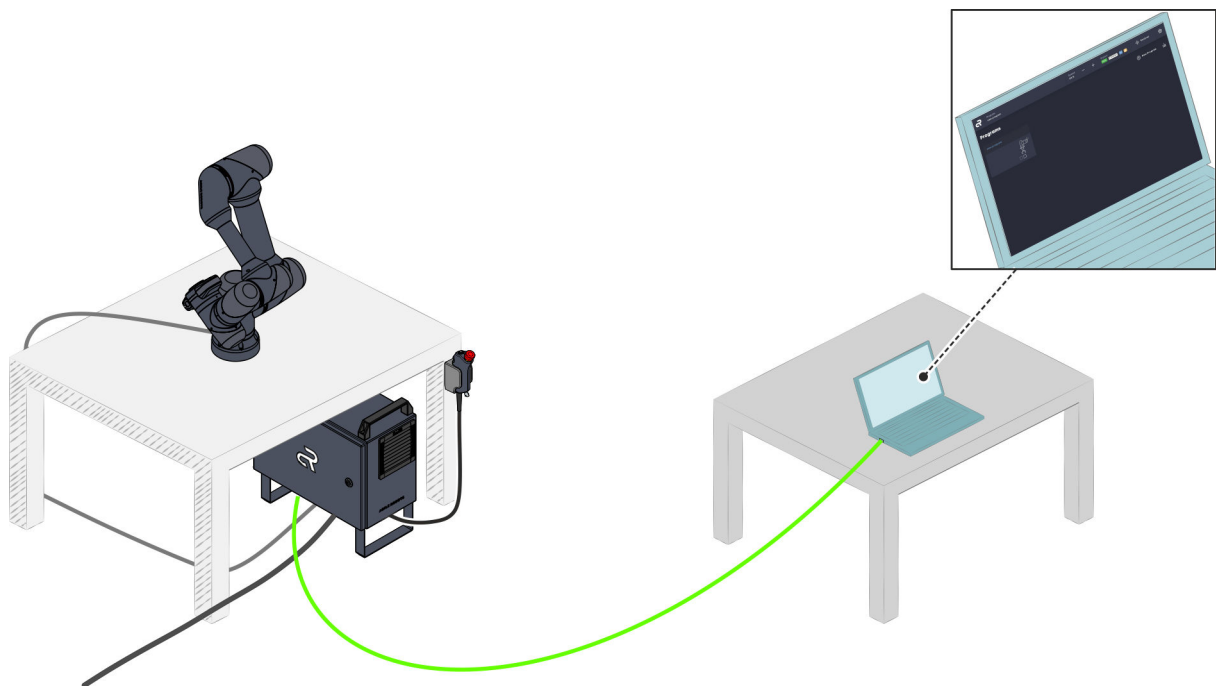


Abb. 58 Benutzeroberfläche aufrufen

31. Am Laptop den Browser Google Chrome® öffnen.



32. In die Adresszeile des Browsers die folgende IP-Adresse eingeben und mit der Enter-Taste bestätigen:

192.168.1.1

- ▶ ■ Die Benutzeroberfläche der Robotersteuerung wird aufgerufen [Abb. 58](#).
- Der Roboter ist betriebsbereit.

33. **!** **HINWEIS! Gefahr von Sachschäden durch nicht autorisierte Eingaben in der Benutzeroberfläche!**

Sicherstellen, dass bei der Erstinbetriebnahme des Roboters ausschließlich der verantwortliche Systemintegrator Einstellungen in der Benutzeroberfläche vornimmt.

Weitere Informationen dem [↗ Kapitel 6.3.1 „Funktionsfähigkeit des Roboters vor dem Betrieb prüfen“](#) auf Seite 137 entnehmen.



6 Roboter bedienen



Über dieses Kapitel

Diese Kapitel enthält Informationen für die mechanische Bedienung des Roboters.

Weitere Informationen zur Programmierung des Roboters der zugehörigen Softwareanleitung entnehmen:

🔗 *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*



6.1 Sicherheit bei der Bedienung

Unsachgemäße Bedienung



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Bedienung!

Unsachgemäße Bedienung kann zu Verletzungen und Sachschäden führen.

- Alle Bedienschritte gemäß den Angaben und Hinweisen dieser Anleitung durchführen.
- Vor Beginn der Arbeiten mit dem Roboter Folgendes beachten:
 - Sicherstellen, dass der Roboter gemäß ↪ Kapitel 5 „Roboter montieren“ auf Seite 111 sicher montiert ist.
Roboter nur einschalten, wenn das Netzkabel mit der betriebsseitigen Stromversorgung sowie das Roboter-kabel mit der Robotersteuerung verbunden ist.
 - Sicherstellen, dass der Systemintegrator oder der verantwortliche Sicherheitsingenieur die Sicherheitskonfiguration gemäß den Vorgaben der Risikobewertung parametrisiert hat.
 - Sicherstellen, dass alle Abdeckungen und Sicherheitseinrichtungen installiert sind und ordnungsgemäß funktionieren.
 - Sicherstellen, dass sich keine unbefugten Personen im Arbeits- und Gefahrenbereich des Roboters befinden.
- Niemals den Roboter in Betrieb nehmen, wenn Komponenten beschädigt oder nur lose befestigt sind oder vollständig entfernt wurden.
An offenliegenden Teilen können Gefahren durch elektrischen Schlag oder scharfe Kanten für den Bediener entstehen.
- Vor der Inbetriebnahme des Roboters nach einer Kollision:
 - Sämtliche Komponenten des Roboters auf Beschädigungen überprüfen.
 - Sicherheitseinrichtungen auf Funktion überprüfen.Bei Beschädigungen oder nicht funktionierenden Sicherheitseinrichtungen den Roboter nicht in Betrieb nehmen.
- Niemals Sicherheitseinrichtungen während des Betriebs außer Kraft setzen oder überbrücken.
- Sicherstellen, dass in der Betriebsart Manuell ausschließlich folgendes Personal des Betreibers Bedientätigkeiten am Roboter vornimmt:
 - Systemintegrator



- Sicherheitsingenieur
- Programmierer
- Instandhaltungsfachkraft
- Wenn die Risikobewertung des Systemintegrators dies für eine bestimmte Anwendung vorsieht:
Arbeitsbereich des Roboters nicht betreten oder Roboter nicht berühren, solange dieser in Betrieb ist.
- Sicherstellen, dass der Bediener über die Funktionsweise und mögliche Risiken der betreiberseitigen Anwendung unterrichtet wurde.
- Wenn der Roboter im nicht-kollaborativen Betrieb mithilfe der Handführung bewegt werden soll:
 - Der Zustimmungstaster am Handcontroller und der Handführungstaster am Medienflansch müssen zwingend von derselben Person betätigt werden.
Niemals eine Person den Zustimmungstaster betätigen lassen, während eine andere Person den Roboter mit der Hand führt.
 - Sicherstellen, dass sich während der Handführung durch eine Person keine weitere Person in der Nähe des mobilen Endgeräts aufhält, die Eingaben in der Benutzeroberfläche vornehmen könnte. Durch Eingaben in der Benutzeroberfläche besteht Verletzungsgefahr für das mit der Hand führende Personal durch unbeabsichtigte Roboterbewegungen.
Wenn möglich vor Beginn der Handführung das mobile Endgerät sperren.
- Sicherstellen, dass das Gesamtgewicht des verwendeten Werkzeugs sowie die zu bewegende Nutzlast die maximal zulässige Last von 5 kg (Bewegungsradius: 1000 mm) nicht überschreiten:
- Beim Anschließen eines betreiberseitigen Werkzeugs muss die Abdeckung am Medienflansch entfernt werden. Dadurch verliert der Roboter seine IP54-Dichtigkeit. Der Systemintegrator muss daher nach dem ersten Anschließen eines Werkzeugs die IP-Klasse des Roboters neu bewerten.
- Das Roboterkabel niemals während des Betriebs von der Robotersteuerung trennen.
Vor der Inbetriebnahme sicherstellen, dass der Bügel am Roboterkabelstecker an der Robotersteuerung verriegelt ist.
- Das Netzkabel niemals während des Betriebs von der Robotersteuerung oder der Stromversorgung trennen.



Dies gilt nicht, wenn die Stromversorgung des Roboters im Notfall schnellstmöglich getrennt werden muss.

- Sicherstellen, dass der Roboter nicht mit Feuchtigkeit oder Chemikalien in Berührung kommt.

Heiße Oberflächen



VORSICHT

Gefahren durch heiße Oberflächen!

Die Oberflächen vom Roboter können sich im Betrieb, insbesondere bei schnellen Bewegungen oder bei Bewegung schwerer Lasten, aufheizen. Längerer Hautkontakt mit heißen Oberflächen (Metallflächen) kann schmerzhaft für den Bediener sein.

- Den Roboter nur an den Kappen und an dem Medienflansch (Berührungspunkte, Abb. 59) führen und bedienen.

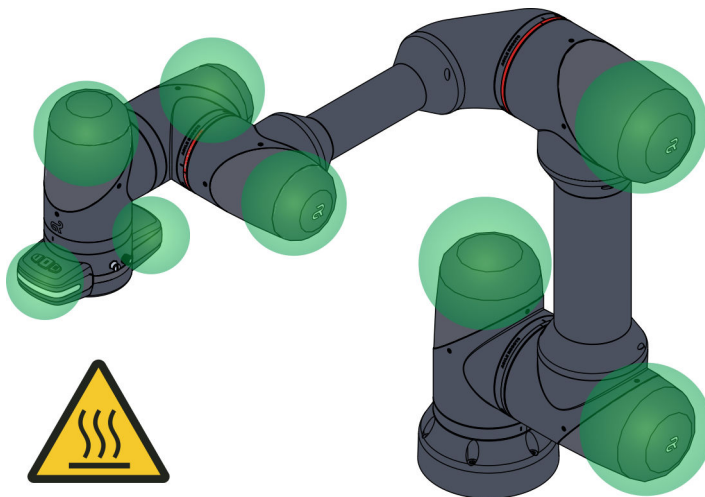


Abb. 59 Berührungspunkte (■) am Roboter



6.2 Betreiberseitiges Werkzeug anschließen

6.2.1 Werkzeug an den Verbindungsflansch anschließen

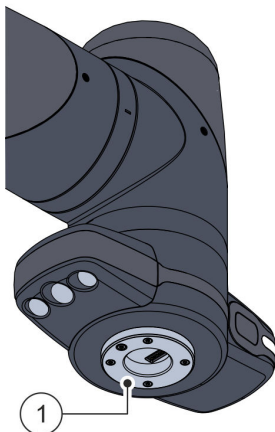


Abb. 60 Verbindungsflansch

Über den Verbindungsflansch [Abb. 60](#) / ① können je nach Roboteranwendung verschiedene Werkzeuge des Betreibers an den Medienflansch angeschlossen werden.



Zulässiges Werkzeug

Das anzuschließende Werkzeug muss die Anforderungen der **ISO 9409-1-50-4-M6** erfüllen.

Für eine optimale Leistung wird empfohlen, das Werkzeug direkt am Medienflansch des Roboters zu befestigen.

Bei Fragen zu bestimmten Anwendungsfällen und Anwendungen den Kundendienst der Agile Robots SE (☞ Seite 4) kontaktieren.

Systeminteg- rator	Drehmoment- schlüssel	4 M6- Schrauben	1 Passstift

Voraussetzungen

- Der Roboter ist ausgeschaltet.
☞ Kapitel 6.3.2 „Roboter ein- oder ausschalten“ auf Seite 138
- Das anzuschließende Werkzeug erfüllt die Anforderungen der ISO 9409-1-50-4-M6.
- Das anzuschließende Werkzeug verfügt am Anschlussflansch über eine Verdrehsicherung.
- Das anzuschließende Werkzeug erfüllt die elektrischen Spezifikationen der internen 12-Pin-Schnittstelle.
☞ „Interne elektrische 12-Pin-Schnittstelle“ auf Seite 27
- Das anzuschließende Werkzeug wurde im Rahmen der Risikobewertung für die betreiberseitig geplante Roboteranwendung durch den Systemintegrator geprüft und als sicher für den Bediener eingestuft.



- Die Vorgaben aus der Herstelleranleitung des Werkzeugs zur Werkzeugmontage werden vom Systemintegrator ordnungsgemäß umgesetzt.
- Für die Verschraubung gelten die folgenden Vorgaben:
 - Es dürfen ausschließlich M6-Schrauben mit metrischem Gewinde verwendet werden.
 - Die Schrauben müssen eine Festigkeitsklasse von mindestens 8.8 Grad aufweisen.
 - Die Schrauben müssen eine Einschraubtiefe von mindestens 6 mm gewährleisten.
 - Das maximale Anziehdrehmoment beträgt 5,5 Nm.

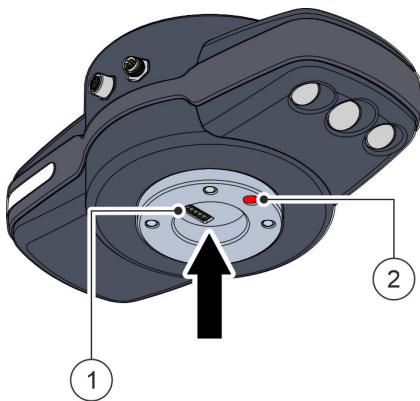


Abb. 61 Interne Schnittstelle verbinden

01. Schutzkappe vom Verbindungsflansch abziehen.

i IP54-Dichtigkeit

Durch das Abziehen der Schutzkappe vom Verbindungsflansch verliert der Roboter seine IP54-Dichtigkeit. Um die IP54-Dichtigkeit durch Anschließen eines Werkzeugs wiederherzustellen, Folgendes beachten:

- Die Verbindung von Werkzeug und Verbindungsflansch ist fest verschlossen.
- Der Bediener oder Systemintegrator muss sicherstellen, dass die Verbindung zwischen Werkzeug und Verbindungsflansch abgedichtet ist.
- Das Werkzeug weist eine IP54-Dichtigkeit oder höher auf.

02. Werkzeug anhand der Bohrung für den Passstift [Abb. 61](#) / (2) und der internen 12-Pin-Schnittstelle [Abb. 61](#) / (1) korrekt ausrichten.

03. Werkzeug auf den Verbindungsflansch setzen.

Dabei sicherstellen, dass der elektrische Werkzeuganschluss korrekt mit der internen 12-Pin-Schnittstelle [Abb. 61](#) / (1) verbunden ist.

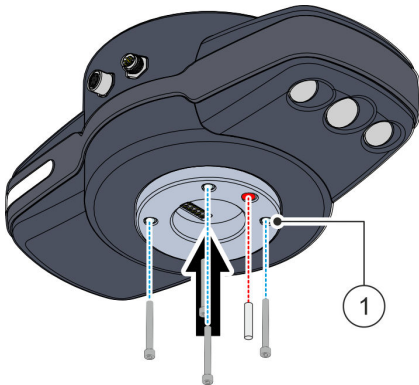


Abb. 62 Werkzeug festschrauben

04. Werkzeug mit optionalem Passstift und 4 M6-Schrauben an den Bohrungen **Abb. 62/①** des Verbindungsflanschs befestigen.

Dabei sicherstellen, dass das Maximaldrehmoment von 7,5 Nm nicht überschritten wird.

6.2.2 Weitere Werkzeugkomponenten anschließen

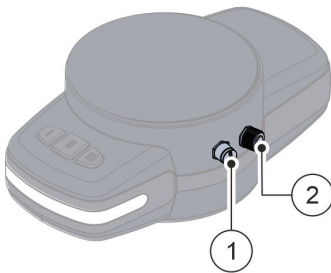


Abb. 63 Externe elektrische Schnittstellen am Medienflansch

- ① Externe elektrische 6-Pin-Schnittstelle
- ② Externe elektrische 8-Pin-Schnittstelle

Über die beiden elektrischen Schnittstellen **Abb. 63/① + ②** am Medienflansch können zusätzliche Komponenten wie etwa Greifer oder Sensoren angeschlossen werden, die zusammen mit einem bestimmten Werkzeug verwendet werden sollen.



Anschluss von weiteren Komponenten

In den folgenden Abschnitten ist exemplarisch beschrieben, wie eine Signallampe und ein Analogsensor über die elektrische 8-Pin-Schnittstelle **Abb. 63/②** an den Medienflansch angeschlossen werden können.



Voraussetzungen

- Der Roboter ist ausgeschaltet.
↳ Kapitel 6.3.2 „Roboter ein- oder ausschalten“ auf Seite 138
- Das Werkzeug ist an den Medienflansch angeschlossen.
↳ Kapitel 6.2 „Betreiberseitiges Werkzeug anschließen“ auf Seite 131
- Die anzuschließenden Komponenten erfüllen die elektrischen Spezifikationen der externen elektrischen Schnittstellen.
↳ „Externe elektrische 8-Pin-Schnittstelle (Hauptperipherie)“ auf Seite 29
oder
↳ „Externe elektrische 6-Pin-Schnittstelle (M8-Steckverbinder)“ auf Seite 32

Beispiel: Signallampe über Digitalausgänge anschließen

Dieses Beispiel veranschaulicht die Aktivierung einer Signallampe über die Digitalausgänge der 8-Pin-Schnittstelle.

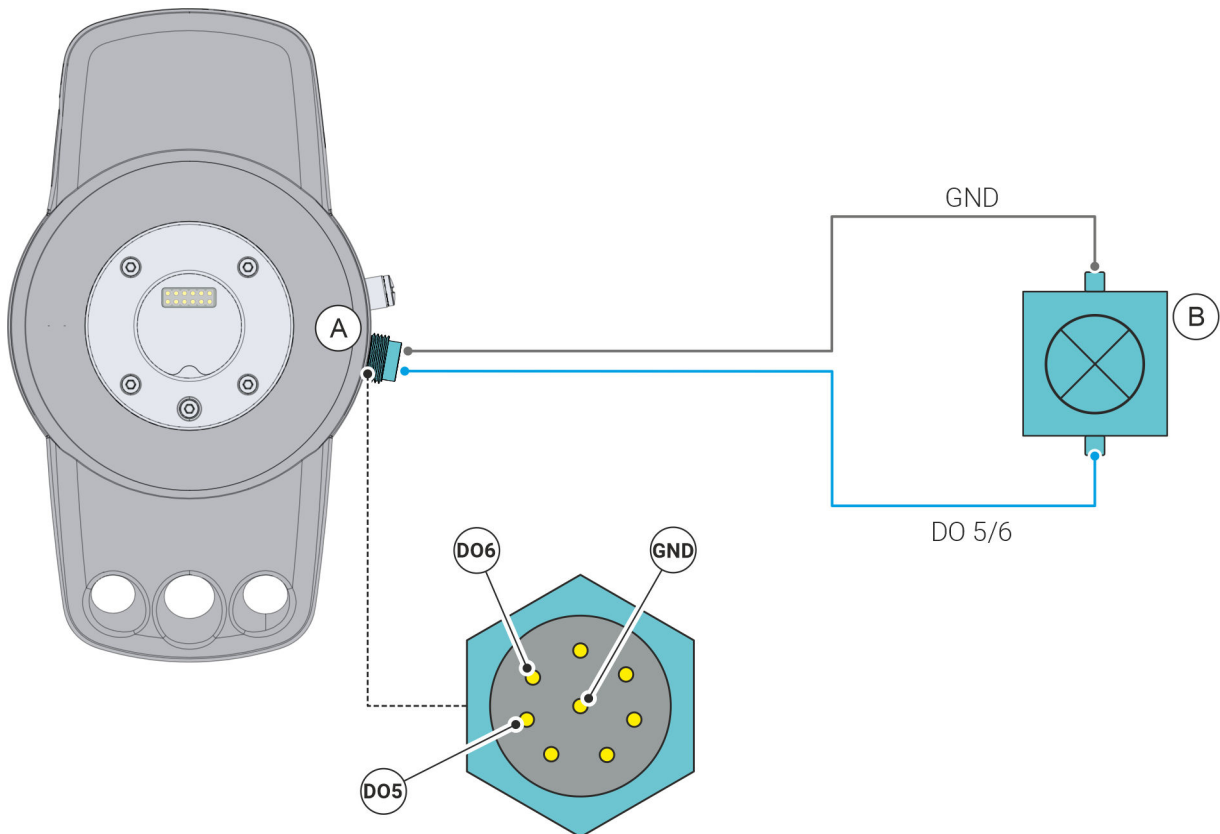


Abb. 64 Signallampe über Digitalausgänge anschließen

- Ⓐ Externe elektrische 8-Pin-Schnittstelle
- Ⓑ Signallampe
- Ⓜ Masseanschluss (GND)
- Ⓓ Digitaler Ausgang 5
- Ⓔ Digitaler Ausgang 6

01. Signallampe mit dem digitalen Ausgang **DO 5** oder **DO 6** der 8-Pin-Schnittstelle verbinden [Abb. 64](#).
02. Signallampe mit dem Masseanschluss (GND) der 8-Pin-Schnittstelle verbinden [Abb. 64](#).



Beispiel: Analogsensor über Analogeingänge anschließen

In diesem Beispiel wird ein Analogsensor über die Analogeingänge der 8-Pin-Schnittstelle angeschlossen.

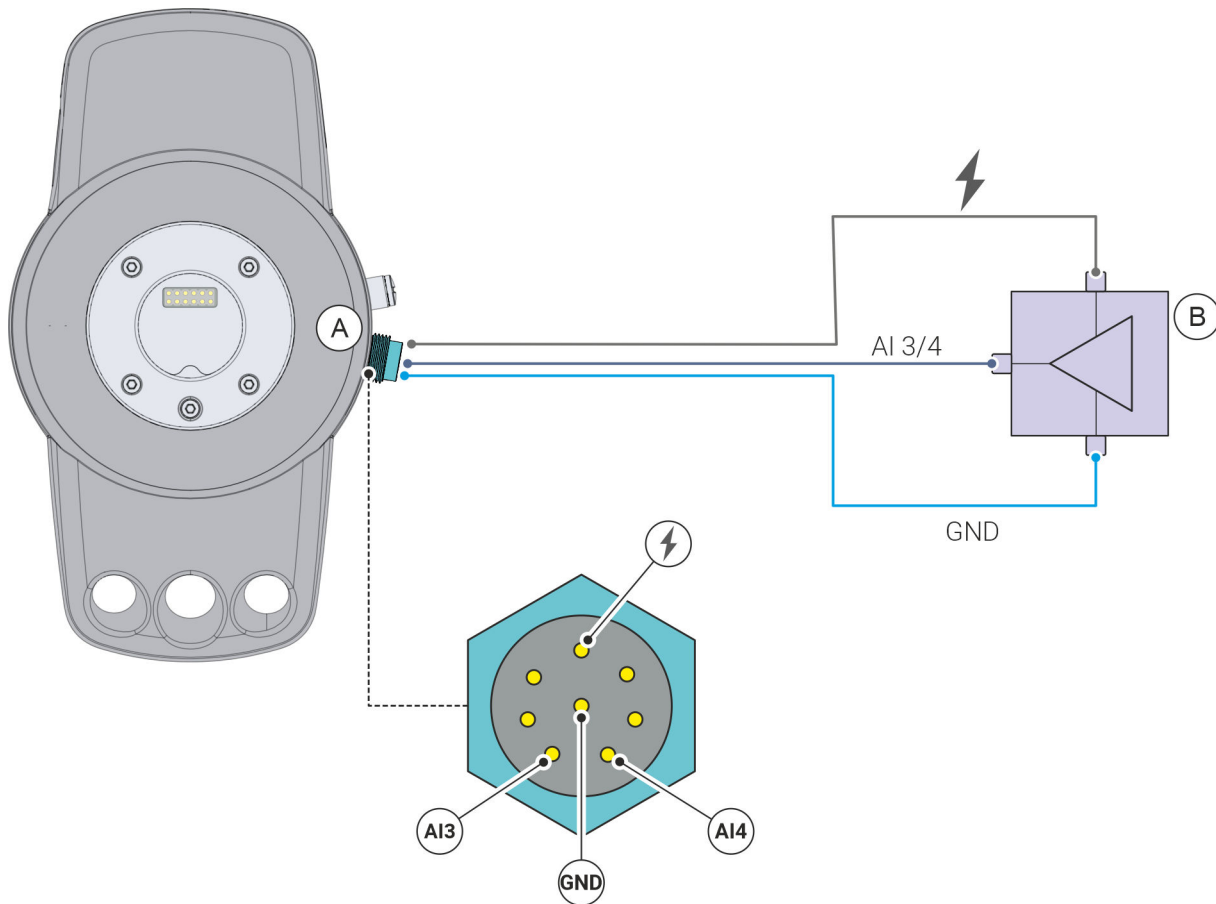


Abb. 65 Analogsensor über Analogeingänge anschließen

- (A) Externe elektrische 8-Pin-Schnittstelle
- (B) Analogsensor
- ⚡ +24 V (24 W), PELV-Spannung
- (AI3) Analoger Eingang 3
- (AI4) Analoger Eingang 4
- (GND) Masseanschluss (GND)

01. Analogsensor mit dem analogen Eingang AI 3 oder AI 4 der 8-Pin-Schnittstelle verbinden [Abb. 65](#).
02. Analogsensor mit der 24-V-Spannungsversorgung der 8-Pin-Schnittstelle verbinden [Abb. 65](#).
03. Analogsensor mit dem Masseanschluss (GND) der 8-Pin-Schnittstelle verbinden [Abb. 65](#).



6.3 Roboterfunktionen bedienen

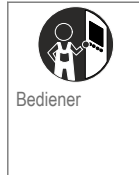
6.3.1 Funktionsfähigkeit des Roboters vor dem Betrieb prüfen

Vor dem Einschalten des Roboters müssen folgende Prüfungen durchgeführt werden:

- Sicherstellen, dass der Roboter montiert und mechanisch stabil ist.
↳ *Kapitel 5.3 „Roboter montieren und in Betrieb nehmen“ auf Seite 115.*
- Sicherstellen, dass die elektrischen Anschlüsse vorschriftsmäßig installiert und die Leistung (Spannung, Frequenz etc.) innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegt.
↳ *Kapitel 10.3 „Elektrische Anschlusswerte“ auf Seite 180*
- Sicherstellen, dass die Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit etc.) innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegen.
↳ *Kapitel 10.2 „Umgebungsbedingungen“ auf Seite 178*
- Sicherstellen, dass die sicherheitsrelevanten Teile der Steuerung ordnungsgemäß installiert sind.
↳ *Kapitel 6.4 „Roboter mit Komponenten des Betreibers verbinden“ auf Seite 146*
- Sicherstellen, dass die ordnungsgemäße elektrische Erdung (Ausgleichspotential) hergestellt ist.
- Sicherstellen, dass alle Sicherheitseinrichtungen funktionsfähig sind.
↳ *Kapitel 7.5 „Sicherheitseinrichtungen prüfen“ auf Seite 160*
- Sicherstellen, dass alle Programme (normale Steuerung und sicherheitsrelevante Programme) in der aktuellen Version installiert sind.
↳ *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*
- Sicherstellen, dass ein Testbetrieb, einschließlich der Funktionsprüfung der Steuerung mit reduzierter Geschwindigkeit, durchgeführt wurde.
- Sicherstellen, dass das Personal während des Betriebs des Roboters ausreichend geschützt ist (z. B. durch Zäune, Lichtvorhänge).



6.3.2 Roboter ein- oder ausschalten



Voraussetzung

- Die Funktionsfähigkeit des Roboters wurde geprüft.
↳ Kapitel 6.3.1 „Funktionsfähigkeit des Roboters vor dem Betrieb prüfen“ auf Seite 137

! HINWEIS! Gefahr von Sachschäden!

Nach dem ersten Auspacken oder längerer Lagerung des Roboters einige Zeit mit dem Einschalten warten, bis der Roboter die Umgebungstemperatur angenommen hat.

- Sicherstellen, dass ggf. durch den schnellen Temperaturwechsel zwischen Lagerungs- und Montageort entstandenes Kondensat vollständig verdunstet ist.

01. ⚠️ WARNUNG! Verletzungsgefahr durch unbeabsichtigte Roboterbewegungen!

Sicherstellen, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich des Roboters befinden.

02. Sicherstellen, dass sich der Roboter in keiner Positioninkonsistenz befindet.

i Positioninkonsistenz

Eine Positioninkonsistenz liegt vor, wenn sich der Roboter nicht in der korrekten Position befindet (z. B. der Roboter wurde im ausgeschalteten Zustand bewegt). In diesem Fall die Lage des Roboters, d. h. die Positionen aller Roboterachsen, sorgfältig prüfen und bei Bedarf korrigieren. Falls erforderlich den Sicherheitsingenieur hinzuziehen.

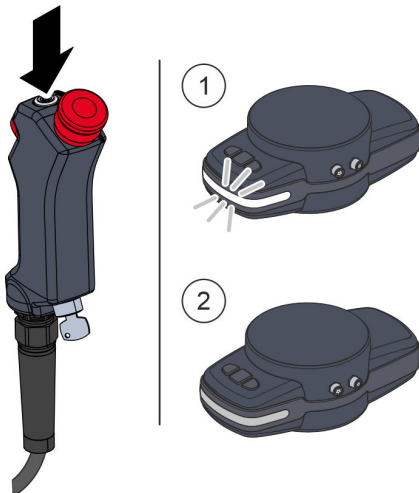


Abb. 66 EIN-/AUS-Taster betätigen

03. EIN-/AUS-Taster [Abb. 66](#) am Handcontroller etwa eine Sekunde lang betätigen, um den Roboter ein- oder auszuschalten.

► **Beim Einschalten**

- Der EIN-/AUS-Taster am Handcontroller leuchtet grün.
- Während des Bootvorgangs blinkt die Status-LED am Medienflansch zunächst weiß [Abb. 66](#) / (1).
- Nach Abschluss des Bootvorgangs leuchtet die Status-LED weiß.

► **Beim Ausschalten**

- Vor dem Ausschalten sicherstellen, dass sich der Roboter im Stillstand befindet.
- Beim Betätigen des EIN-/AUS-Tasters im eingeschalteten Zustand wird ein Pop-up-Fenster in der Benutzeroberfläche angezeigt.
Mit „OK“ bestätigen, um die Robotersteuerung herunterzufahren und den Roboter auszuschalten.
- Wenn der Roboter ausgeschaltet ist, erlischt die Status-LED am Medienflansch [Abb. 66](#) / (2).

i **Ausschalten**

Alternativ kann der Roboter durch ein 5-sekündiges Betätigen des EIN-/AUS-Tasters direkt ausgeschaltet werden.

Das direkte Ausschalten des Roboters wird im regulären Betrieb **nicht** empfohlen und kann beim Wiedereinschalten zu Störungen führen.



6.3.3 Betriebsart wechseln



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch nicht autorisierte Eingaben in der Betriebsart Manuell!

Nach dem Einschalten der Betriebsart Manuell am Betriebsartenwahlschalter stehen dem autorisierten Betriebspersonal zusätzliche Funktionen in der Benutzeroberfläche zur Verfügung.

Durch nicht autorisierte Eingaben in der Benutzeroberfläche können gefährliche Roboterbewegungen ausgeführt werden wie z. B. manuelles Verfahren des Roboters in einem nicht-kollaborativen Zustand.

- Sicherstellen, dass ausschließlich autorisiertes Betriebspersonal zwischen den Betriebsarten wechselt (☞ Kapitel 3.9 „Personalanforderungen“ auf Seite 73).
- Sicherstellen, dass der Roboter und die Benutzeroberfläche in der Betriebsart Manuell vor unbefugtem Zugriff geschützt sind.
- Sicherstellen, dass der Schlüssel für den Betriebsartenwahlschalter ausschließlich von autorisiertem Betriebspersonal aufbewahrt wird (☞ Kapitel 3.9 „Personalanforderungen“ auf Seite 73).



Voraussetzungen

- Der Schlüssel steckt im Betriebsartenwahlschalter.
- Alle Sicherheitseinrichtungen sind montiert und funktionsfähig.

Betriebsart Automatik einschalten

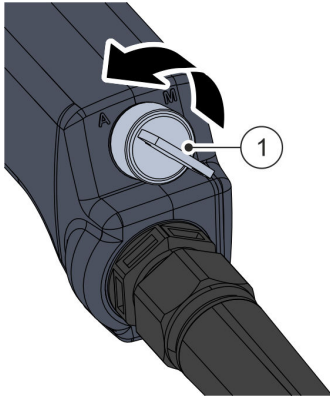


Abb. 67 Betriebsart Automatik einschalten

01. Betriebsartenwahlschalter [Abb. 67](#)/① am Handcontroller in die Position "A" drehen.

- ▶ ■ Die Betriebsart Automatik ist eingeschaltet.
- In der Statusanzeige der Bedienoberfläche wird das Symbol für die Betriebsart Automatik angezeigt.

Betriebsart Manuell einschalten

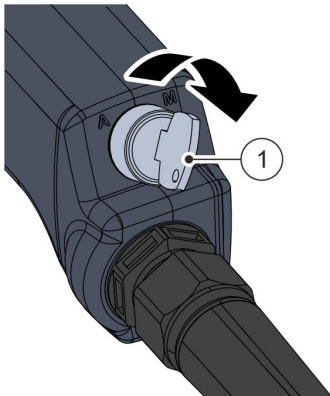


Abb. 68 Betriebsart Manuell einschalten

01. Betriebsartenwahlschalter [Abb. 68](#)/① am Handcontroller in die Position "M" drehen.

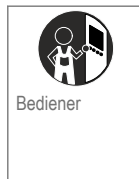
- ▶ ■ Die Betriebsart Manuell ist eingeschaltet.
- In der Statusanzeige der Bedienoberfläche wird das Symbol für die Betriebsart Manuell angezeigt.

6.3.4 Reset nach Roboterhalt durchführen

Im folgenden Abschnitt wird beschrieben, wie der Roboter nach einem Halt oder nach einem Wechsel des Betriebszustands wieder in Betrieb genommen wird:



Reset nach Kollisionshalt



Ein Kollisionshalt wird durch physischen Kontakt mit dem Roboter ausgelöst. Sämtliche Roboterbewegungen werden umgehend gestoppt und ein gerade aktives Programm wird unterbrochen. Das Programm kann nach der Wiederinbetriebnahme des Roboters fortgesetzt werden.

01. Um den Roboter nach einem Kollisionshalt wieder in Betrieb zu nehmen, den Handführungstaster am Medienflansch betätigen

Abb. 69.

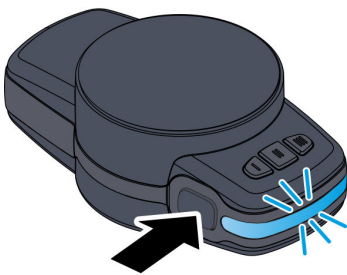


Abb. 69 Handführungstaster betätigen

Reset nach Not-Halt

Ein Not-Halt des Roboters wird durch Betätigen des Not-Halt-Tasters am Handcontroller ausgelöst.

Sämtliche Roboterbewegungen werden umgehend gestoppt und die Bremsen des Roboters sind aktiv.

Die Roboterregler sind ausgeschaltet.

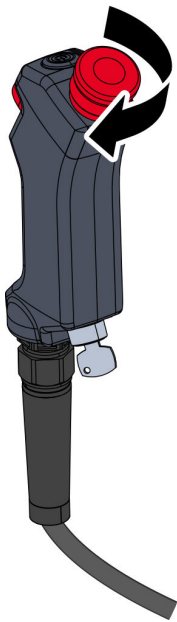


Abb. 70 Not-Halt-Taster entriegeln

Reset nach Sicherheitshalt

01. Um den Roboter nach einem Not-Halt wieder in Betrieb zu nehmen, sicherstellen, dass keine Gefahrensituation im Arbeitsbereich des Roboters vorliegt.
02. Not-Halt-Taster durch Drehen im Uhrzeigersinn entriegeln (Abb. 70).
03. Reset des Roboters in der Benutzeroberfläche durchführen.
 ↪ *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*

Bei einem Sicherheitshalt werden sämtliche Roboterbewegungen umgehend gestoppt und die Bremsen des Roboters betätigt. Ein Sicherheitshalt wird in den folgenden Situationen ausgelöst:

- Wenn der Not-Halt-Taster am Handcontroller betätigt wird.
- Wenn ein Fehler in der Sicherheitssteuerung vorliegt.
- Wenn sich der Roboter in Bewegung befindet und am Betriebsartenwahlschalter die Betriebsart gewechselt wird.
- Wenn sich der Zustimmungstaster am Handcontroller in Mittelstellung befindet und am Betriebsartenwahlschalter die Betriebsart gewechselt wird (sowohl in der Betriebsart Automatik als auch in der Betriebsart Manuell).



- Wenn eine der Sicherheitsfunktionen des Roboters ausgelöst wird, z. B. durch das Überschreiten der maximal zulässigen Geschwindigkeit (↪ Kapitel 3.12 „Sicherheitsfunktionen“ auf Seite 82).
- Wenn eine externe Sicherheitseinrichtung des Betreibers an die Sicherheits-E/A-Schnittstellen in der Robotersteuerung angeschlossen ist und diese Sicherheitseinrichtung ausgelöst wird.



Voraussetzung

- Der Roboter befindet sich in der Betriebsart Manuell.
↪ Kapitel 6.3.3 „Betriebsart wechseln“ auf Seite 140
01. Um den Roboter nach einem Sicherheitshalt wieder in Betrieb zu nehmen, sicherstellen, dass keine Gefahrensituation im Arbeitsbereich des Roboters vorliegt und das sicherheitshaltauslösende Ereignis behoben ist.
 02. Für den Fall, dass der Sicherheitshalt durch Betätigen des Not-Halt-Tasters ausgelöst wurde:
Not-Halt-Taster durch Drehen im Uhrzeigersinn entriegeln Abb. 71.
 03. Reset des Roboters in der Benutzeroberfläche durchführen.
↪ Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"

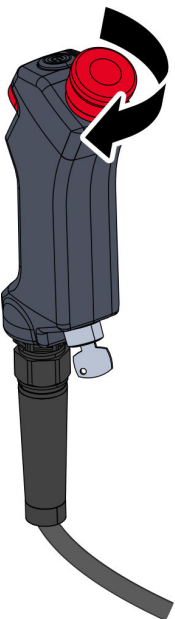


Abb. 71 Not-Halt-Taster entriegeln



6.3.5 Sicherheitskonfiguration parametrieren

Gefahren durch Ändern der Sicherheitskonfiguration des Roboters



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch Ändern der Sicherheitskonfiguration des Roboters!

Wenn die Sicherheitskonfiguration des Roboters nicht ordnungsgemäß parametriert wird, besteht Verletzungsgefahr für den Bediener.

- Sicherheitskonfiguration nur vom Systemintegrator oder von dem verantwortlichen Sicherheitsingenieur ändern lassen.
- Sicherstellen, dass die Safety-PIN stets vor unbefugtem Zugriff geschützt ist.
- Sicherstellen, dass vor jedem Aufbau einer neuen Roboteranwendung eine Risikobewertung der geplanten Anwendung vom Systemintegrator durchgeführt wird. Die Risikobewertung muss ergeben, dass sämtliche Roboterbewegungen einschließlich der mit dem Medienflansch verbundenen Werkzeuge oder anderer Vorrichtungen keine Gefahrenquellen für den Bediener darstellen.
- Vor dem Ändern der aktuellen Sicherheitskonfiguration die Anforderungen prüfen, die sich z. B. durch einen Wechsel des Werkzeugs, durch Anschließen zusätzlicher Komponenten oder durch Veränderungen des Arbeitsprozesses oder der Roboterumgebung ergeben können.
- Sicherstellen, dass nach jeder Änderung der Sicherheitskonfiguration (d. h. auch geänderte Safety-ID der Sicherheitskonfiguration) die Sicherheitsparameter vom Systemintegrator oder vom verantwortlichen Sicherheitsingenieur persönlich in einem Testbetrieb auf mögliche Risiken sowie Funktionalität geprüft werden.



Sicherheitskonfiguration parametrieren

Weitere Informationen zur Parametrierung der Sicherheitskonfiguration und zur Safety-ID der zugehörigen Softwareanleitung entnehmen:

 *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*



6.4 Roboter mit Komponenten des Betreibers verbinden

Verletzungsgefahr durch unsachgemäßes Verbinden der E/A-Schnittstellen




WARNUNG

Verletzungsgefahr durch unsachgemäßes Verbinden der E/A-Schnittstellen!

Bei unsachgemäßem Verbinden der E/A-Schnittstellen mit elektrischen Komponenten des Betreibers besteht Verletzungsgefahr durch nicht aktive Sicherheitsfunktionen.

- Sicherheits-E/A-Schnittstellen in der Robotersteuerung ausschließlich mit betreiberseitigen Komponenten verbinden, die für einen sicheren Betrieb geeignet sind.
- Signale der Sicherheits-E/A-Schnittstellen stets von den allgemeinen Digital-E/A-Schnittstellen getrennt verlegen.
- Alle sicherheitsrelevanten Signale redundant aufbauen (2 unabhängige Kanäle).

Beide Kanäle stets getrennt halten, damit eine einzelne Störung nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen kann.

- Bei der Konfiguration von Schnittstellen als Sicherheits-E/A-Schnittstellen stets die Angaben im  Kapitel 2.2.5.3 „Elektrische Schnittstellen in der Robotersteuerung“ auf Seite 33 beachten.



Verwechslungsgefahr aktiver und inaktiver Komponenten



WARNUNG

Verwechslungsgefahr aktiver und inaktiver Komponenten!

Für den Fall, dass bei Auslieferung bereits mit der Robotersteuerung verbundene Komponenten wie der Handcontroller durch betreiberseitige Komponenten ersetzt werden sollen, besteht Verwechslungsgefahr zwischen aktiven und inaktiven Komponenten.

- Sicherstellen, dass nur Service-Personal der Agile Robots SE den Handcontroller austauscht.
- Wenn der Handcontroller der Agile Robots SE durch eine betreiberseitige Zustimmungseinrichtung ersetzt werden soll:
Sobald die Verbindung vom Handcontroller zur Robotersteuerung getrennt ist, den Handcontroller von der Robotersteuerung entfernen und außerhalb der Reichweite des Bedieners aufbewahren.
Dadurch wird verhindert, dass fälschlicherweise der inaktive Handcontroller vom Bediener verwendet wird.
- Sicherstellen, dass nur ein Handcontroller gleichzeitig verwendet wird.

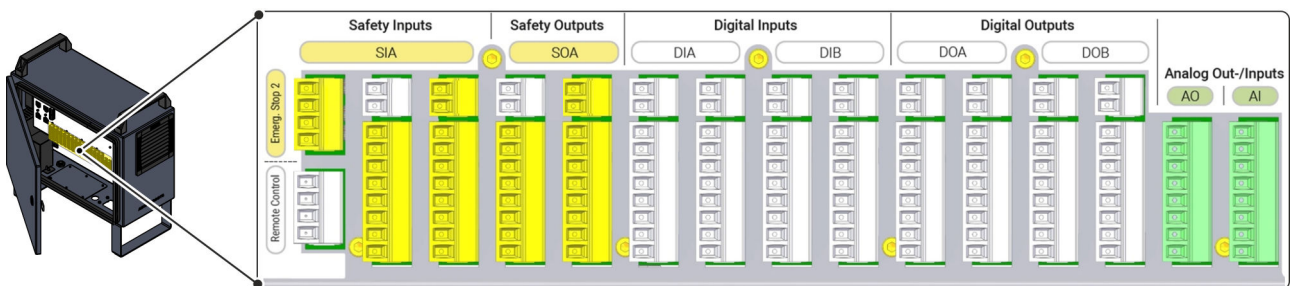


Abb. 72 E/A-Schnittstellen in der Robotersteuerung

Über die E/A-Schnittstellen in der Robotersteuerung [Abb. 72](#) kann der Roboter mit elektrischen Einrichtungen des Betreibers wie etwa pneumatischen Relais oder Not-Halt-Schaltern verbunden werden.

In den folgenden Abschnitten werden einige Anwendungsmöglichkeiten anhand praktischer Beispiele veranschaulicht.



Voraussetzung

- Der Roboter ist ausgeschaltet.
↳ Kapitel 6.3.2 „Roboter ein- oder ausschalten“ auf Seite 138

6.4.1 Externe Spannungsversorgung verbinden



HINWEIS

Kurzschlussgefahr durch fehlenden Potentialausgleich!

Beim Verbinden des Roboters mit einer externen Spannungsversorgung des Betreibers besteht Kurzschlussgefahr durch fehlenden Potentialausgleich zwischen der externen und internen Spannungsversorgung.

- Stets sicherstellen, dass ein Potentialausgleich zwischen der externen und internen Spannungsversorgung des Roboters hergestellt wird.

Wenn die interne Spannungsversorgung nicht für die Versorgung von externen Komponenten ausreicht, kann eine betreiberseitige Spannungsversorgung angeschlossen werden.



PELV-Netzteil

Es wird empfohlen, für die externe Spannungsversorgung ein PELV-Netzteil (**P**rotective **E**xtra **L**ow **V**oltage) mit einer Nennspannung von 24 V und einer sicheren Trennfunktion zu verwenden.



i Externe Spannungsversorgung

In **Abb. 73** ist die externe Spannungsversorgung exemplarisch für die Eingänge der Digital-E/A-Schnittstellen dargestellt.

Die anderen E/A-Schnittstellen in der Robotersteuerung können analog dazu mit einer externen Spannungsversorgung verbunden werden.

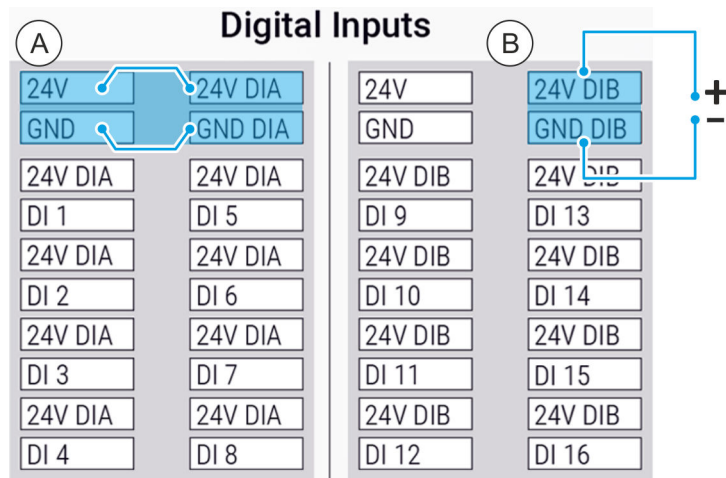


Abb. 73 Externe Spannungsversorgung verbinden (exemplarisch)

- Ⓐ Interne Spannungsversorgung
- Ⓑ Externe Spannungsversorgung

01. Externe Spannungsversorgung gemäß **Abb. 73** verbinden.



6.4.2 Sicherheits-E/A-Schnittstellen verbinden

6.4.2.1 Not-Halt-Schalter anschließen

Die Integration des Roboters in einen betreiberseitigen Produktionsprozess erfordert in der Regel die Verwendung zusätzlicher Not-Halt-Schalter.

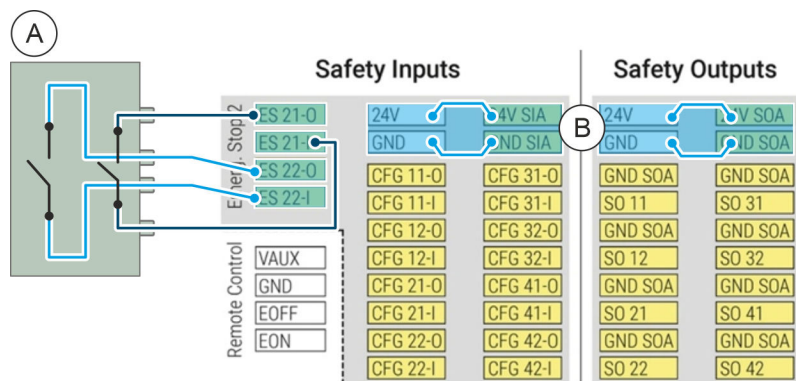


Abb. 74 Not-Halt-Schalter verbinden (exemplarisch)

(A) Not-Halt-Schalter

(B) Interne Spannungsversorgung

01. Beim Verbinden eines externen Not-Halt-Schalters die exemplarische Konfiguration in [Abb. 74](#) beachten.
02. Sicherstellen, dass die interne Spannungsversorgung der Schnittstellen gemäß [Abb. 74](#) gewährleistet ist.

Anderenfalls eine externe Spannungsquelle gemäß [Kapitel 6.4.1](#) „Externe Spannungsversorgung verbinden“ auf Seite 148 verbinden.

6.4.2.2 Schutzstopp mit Reset-Taste verbinden

Wenn ein als Sicherheitshalt konfigurierter sicherer Eingang mit einem Lichtvorhang verbunden ist, muss ein Reset der Anwendung von außerhalb der Sicherheitszone erfolgen. Die dazu erforderliche Reset-Taste benötigt wie der Lichtvorhang 2 Kanäle.

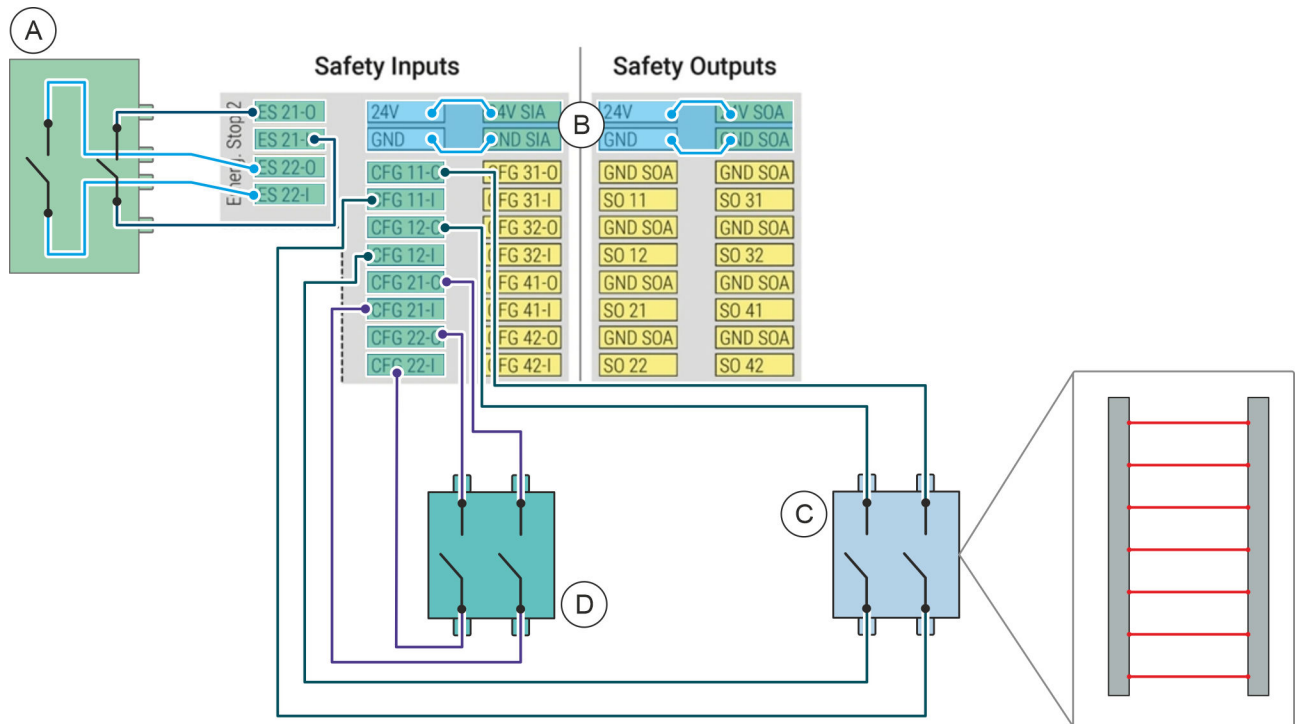


Abb. 75 Schutzstopp mit Reset-Taste verbinden (exemplarisch)

- (A) Not-Halt-Schalter
- (B) Interne Spannungsversorgung
- (C) Lichtvorhang
- (D) Reset-Taste

01. Beim Verbinden eines Lichtvorhangs und einer Reset-Taste die exemplarische Konfiguration in [Abb. 75](#) beachten.
02. Sicherstellen, dass die interne Spannungsversorgung der Schnittstellen gemäß [Abb. 75](#) gewährleistet ist.

Anderenfalls eine externe Spannungsquelle gemäß [Kapitel 6.4.1 „Externe Spannungsversorgung verbinden“](#) auf Seite 148 verbinden.



6.4.3 Digital-E/A-Schnittstellen verbinden

6.4.3.1 Elektronische Last über Digitalausgänge steuern

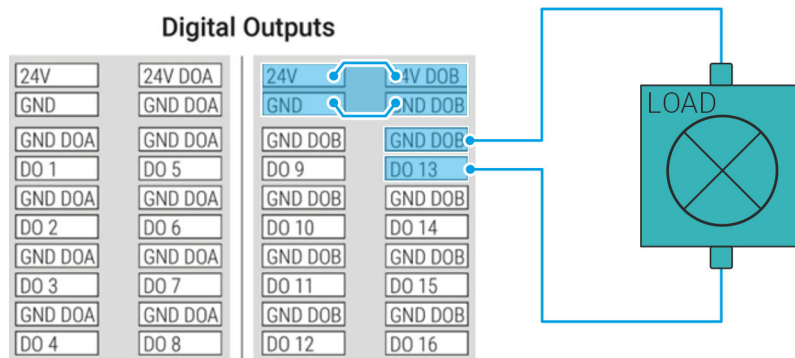


Abb. 76 Elektronische Last verbinden (exemplarisch)

01. Beim Verbinden einer elektronischen Last über den Digitalausgang die exemplarische Konfiguration in [Abb. 76](#) beachten.

6.4.3.2 Taste über Digitaleingänge verbinden

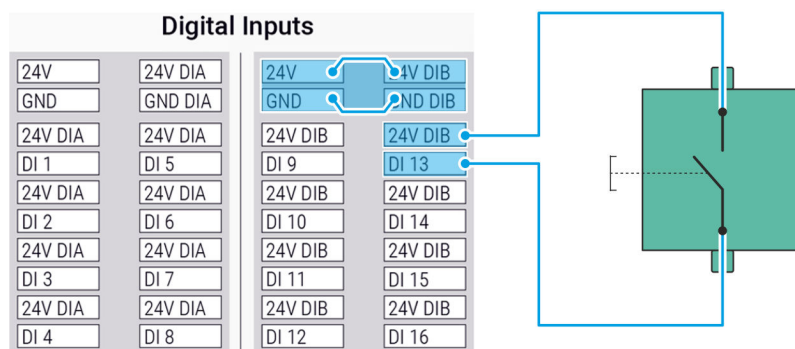


Abb. 77 Taste verbinden (exemplarisch)

01. Beim Verbinden einer Taste über den Digitaleingang die exemplarische Konfiguration in [Abb. 77](#) beachten.

6.4.4 Analog-E/A-Schnittstellen verbinden

*Analogsensor über Analogeingang
 verbinden*

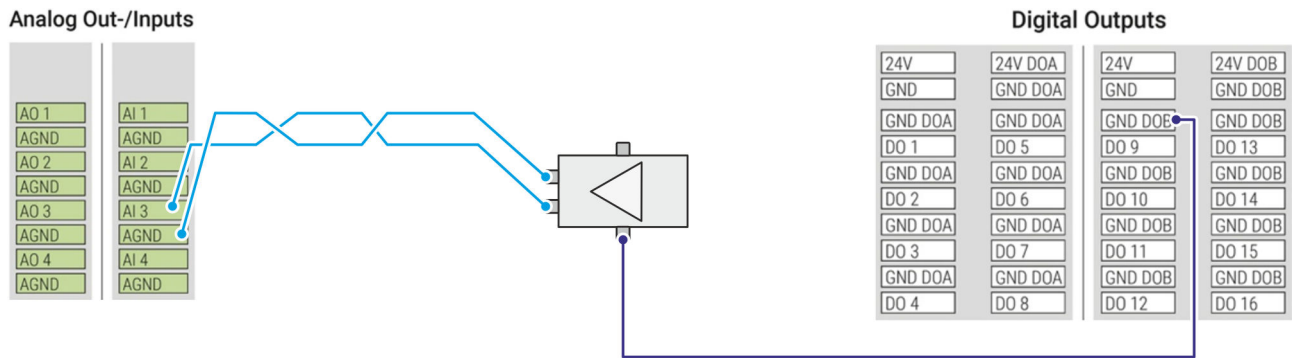


Abb. 78 Analogsensor über Analogeingang verbinden (exemplarisch)

01. Beim Verbinden eines Analogensors über den Analogeingang die exemplarische Konfiguration in [Abb. 78](#) beachten.



Roboter bedienen

Roboter mit Komponenten des Betreibers verbinden > Analog-E/A-Schnittstellen verbinden



7 Roboter reinigen und warten

7.1 Sicherheit bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten

Unsachgemäße Reinigung und Wartung



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Reinigung und Wartung!

Unsachgemäßes Reinigen und Warten des Roboters kann zu Verletzungen und Sachschäden führen.

- Alle Reinigungs- und Wartungstätigkeiten gemäß den Angaben und Hinweisen dieser Anleitung durchführen.
- Vor Beginn der Reinigungsarbeiten Roboter ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern.
☞ Kapitel 7.4 „Sichern gegen Wiedereinschalten“ auf Seite 157
- Bei integriertem Betrieb in einer betreiberseitigen Gesamtanlage sicherstellen, dass Arbeiten im Gefahrenbereich nur bei ausgeschalteter Gesamtanlage durchgeführt werden.
- Niemals Veränderungen am Roboter oder an seinen Komponenten vornehmen.

Für Instandhaltungs- und Reparaturarbeiten den Roboter an den Kundendienst der Agile Robots SE (*☞ Seite 4*) schicken.

7.2 Ersatzteile

Falsche Ersatzteile



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch die Verwendung falscher Ersatzteile!

Durch die Verwendung falscher oder fehlerhafter Ersatzteile können Gefahren für den Bediener entstehen sowie Beschädigungen, Fehlfunktionen oder ein Totalausfall des Roboters verursacht werden.

- Nur Originalersatzteile der Agile Robots SE oder von der Agile Robots SE zugelassene Ersatzteile verwenden.

Bei Unklarheiten stets den Kundendienst der Agile Robots SE (*☞ Seite 4*) kontaktieren.



7.3 Wartungsplan

Bei ordnungsgemäßer Handhabung können der Roboter und seine Komponenten wartungsfrei betrieben werden. Um die Funktionsfähigkeit aller Komponenten dauerhaft sicherzustellen, wird empfohlen, den Roboter und seine Komponenten gemäß folgender Übersicht in regelmäßigen Abständen zu reinigen und einer Sichtprüfung zu unterziehen.

Bei Fragen zu Wartungsarbeiten und -intervallen den Kundendienst der Agile Robots SE (☎ Seite 4) kontaktieren.

Intervall	Wartungsarbeit	Auszuführen durch
täglich	Sicherheitseinrichtungen überprüfen. ☎ Kapitel 7.5 „Sicherheitseinrichtungen prüfen“ auf Seite 160	Systemintegrator Sicherheitsingenieur
	Sichtprüfung am Roboter und an seinen Komponenten, insbesondere am Not-Halt-Taster, durchführen. ☎ Kapitel 7.6 „Sichtprüfung am Roboter und an seinen Komponenten durchführen“ auf Seite 163	Bediener
	Bremsentest durchführen. ☎ Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"	Instandhaltungsfachkraft Sicherheitsingenieur
einmal monatlich	Roboter und seine Komponenten reinigen. ☎ Kapitel 7.8 „Roboter und seine Komponenten reinigen“ auf Seite 165	Bediener
mindestens einmal jährlich	Roboter neustarten. ☎ Kapitel 6.3.2 „Roboter ein- oder ausschalten“ auf Seite 138	Bediener



Intervall	Wartungsarbeit	Auszuführen durch
bei Bedarf	Sichtprüfung am Lüfterfilter der Robotersteuerung durchführen. Bei Verschmutzung die Filtereinheit austauschen. INFO: Das Wartungsintervall hängt von der Reinraumklasse ab, in der der Roboter betrieben wird. ↪ Kapitel 7.7 „Sichtprüfung am Lüfterfilter durchführen und Filtereinheit tauschen“ auf Seite 163	Instandhaltungsfachkraft
	Drehmomentsensoren kalibrieren. ↪ Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"	Instandhaltungsfachkraft Sicherheitsingenieur

7.4 Sichern gegen Wiedereinschalten

Verletzungsgefahr durch unbefugtes oder unkontrolliertes Wiedereinschalten



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch unbefugtes oder unkontrolliertes Wiedereinschalten!

Bei Arbeiten am Roboter und an seinen Komponenten wie etwa Reinigungstätigkeiten besteht die Gefahr, dass die Energieversorgung unbefugt eingeschaltet und unkontrollierte Roboterbewegungen ausgelöst werden.

- Stets den im Folgenden beschriebenen Ablauf zum Sichern gegen Wiedereinschalten einhalten.
- Wenn betreiberseitig ein Hauptschalter vor dem Netzanschluss installiert ist:

Sicherstellen, dass nach dem Verriegeln des Hauptschalters ausschließlich der verantwortliche Systemintegrator den zugehörigen Schlüssel mitführt.



Gegen Wiedereinschalten sichern



Abb. 79 EIN-/AUS-Taster betätigen

01. EIN-/AUS-Taster am Handcontroller etwa eine Sekunde lang betätigen [Abb. 79](#).
02. Im Pop-up-Fenster mit „OK“ bestätigen, um den Roboter auszuschalten.

🔗 *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*

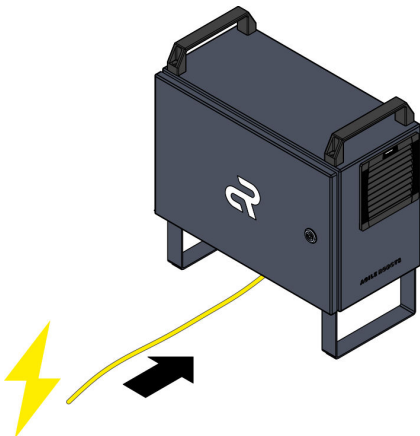


Abb. 80 Stromversorgung trennen

03. Robotersteuerung von der betreiberseitigen Stromversorgung trennen.

Dazu das Netzkabel aus der Steckdose ziehen [Abb. 80](#).

Wenn betreiberseitig ein Hauptschalter vor dem Netzanschluss installiert ist:

Roboter am Hauptschalter ausschalten und den Hauptschalter verriegeln. Schlüssel von einer autorisierten Person bis zur Wiederinbetriebnahme des Roboters aufbewahren lassen.

Anderenfalls ein Schild am Hauptschalter anbringen, das vor einem Wiedereinschalten warnt: "Nicht Einschalten! Arbeiten im Gefahrenbereich"

- ▶ Der Roboter ist gegen Wiedereinschalten gesichert.



Wenn Wartungsarbeiten bei eingeschalteter Robotersteuerung durchgeführt werden müssen:

01. Not-Halt-Taster am Handcontroller betätigen .

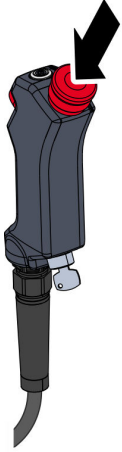


Abb. 81 Not-Halt-Taster auslösen

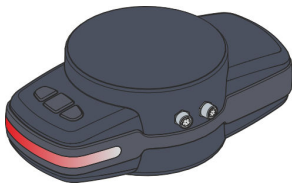


Abb. 82 Status-LED prüfen

02. Sicherstellen, dass die Status-LED am Medienflansch rot leuchtet .

- ▶ ■ Die 48-V-Versorgung des Roboters ist stillgesetzt.
- Das Instandhaltungspersonal ist vor unerwarteten Roboterbewegungen geschützt.



7.5 Sicherheitseinrichtungen prüfen

Not-Halt-Taster prüfen



Voraussetzung

- Der Roboter ist eingeschaltet und wird bewegt.
↳ Kapitel 6.3.2 „Roboter ein- oder ausschalten“ auf Seite 138

01. Not-Halt-Taster am Handcontroller betätigen [Abb. 83](#).

- ▶ Sämtliche Bewegungen des Roboters werden umgehend gestoppt.
- ▶ In der Benutzeroberfläche wird die Statusmeldung für einen Not-Halt angezeigt.

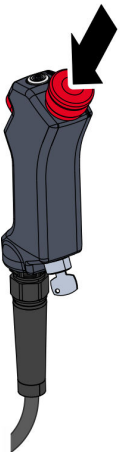


Abb. 83 Not-Halt-Taster betätigen

02. Not-Halt-Taster durch Drehen im Uhrzeigersinn entriegeln [Abb. 84](#).

03. Statusmeldung für den Not-Halt in der Benutzeroberfläche quittieren.

04. Roboterregler in der Benutzeroberfläche wieder einschalten.

- ▶ Der Roboter ist wieder betriebsbereit.

05. Bei Fehlfunktionen von Komponenten:

Roboter nicht wieder in Betrieb nehmen und den Kundendienst der Agile Robots SE (↳ Seite 4) kontaktieren.

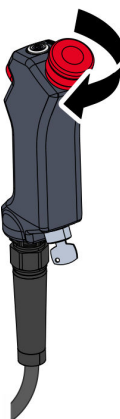


Abb. 84 Not-Halt-Taster entriegeln



Zustimmtaster prüfen

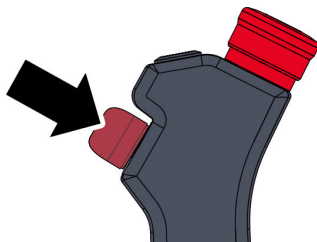


Abb. 85 Zustimmtaster betätigen

Voraussetzung

- Der Roboter ist eingeschaltet.
↪ Kapitel 6.3.2 „Roboter ein- oder ausschalten“ auf Seite 138
- 01. Zustimmtaster am Handcontroller in Mittelstellung betätigen und den Roboter für eine kurze Strecke manuell verfahren [Abb. 85](#).
- 02. Zustimmtaster während der Roboterbewegung vollständig durchdrücken.
 - ▶ ▪ Sämtliche Bewegungen des Roboters werden umgehend gestoppt.
 - In der Benutzeroberfläche wird die Statusmeldung für einen Sicherheitshalt angezeigt.
 - Die Status-LED am Medienflansch leuchtet rot.
- 03. Sicherheitshalt durch Betätigen des Zustimmtasters in Mittelstellung quittieren.
 - ▶ Der Roboter ist wieder betriebsbereit.
- 04. **Bei Fehlfunktionen von Komponenten:**
Roboter nicht wieder in Betrieb nehmen und den Kundendienst der Agile Robots SE (↪ Seite 4) kontaktieren.



Betriebsartenwahlschalter prüfen



Voraussetzung

- Der Roboter ist eingeschaltet und wird bewegt.
↪ Kapitel 6.3.2 „Roboter ein- oder ausschalten“ auf Seite 138
01. Betriebsart durch Drehen des Betriebsartenwahlschalters am Handcontroller wechseln **Abb. 86**.
 - ▶ ■ Sämtliche Bewegungen des Roboters werden umgehend gestoppt.
 - In der Benutzeroberfläche wird die Statusmeldung für einen Sicherheitshalt angezeigt.
 02. Statusmeldung für den Sicherheitshalt in der Benutzeroberfläche quittieren.
 03. Roboterregler in der Benutzeroberfläche wieder einschalten.
 - ▶ Der Roboter ist wieder betriebsbereit.
 04. **Bei Fehlfunktionen von Komponenten:**
Roboter nicht wieder in Betrieb nehmen und den Kundendienst der Agile Robots SE (↪ Seite 4) kontaktieren.

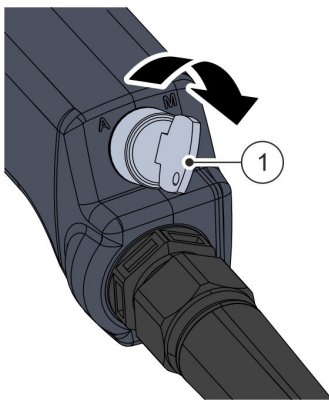
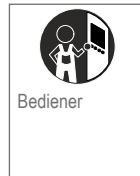


Abb. 86 Betriebsartenwahlschalter drehen (Beispiel)

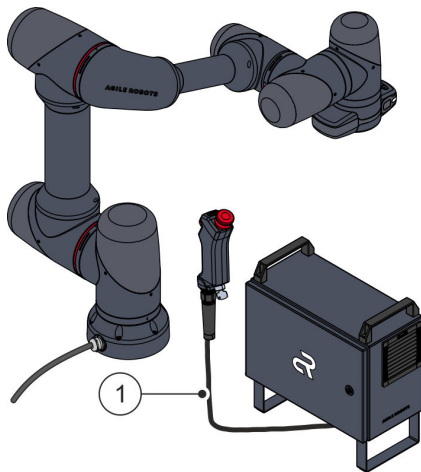
7.6 Sichtprüfung am Roboter und an seinen Komponenten durchführen

Sichtprüfung durchführen



Voraussetzung

- Der Roboter ist ausgeschaltet.
01. Täglich den Roboter und seine Komponenten, insbesondere den Kabelmantel [Abb. 87](#)/① im Bereich der Roboterbasis und des Robotersteckers, auf Beschädigungen sichtprüfen.
 02. Sicherstellen, dass der Roboter keine scharfen Kanten aufweist.



Bei Beschädigungen darf der Roboter nicht in Betrieb genommen werden. Zu Reparaturzwecken den Kundendienst der Agile Robots SE ([☞ Seite 4](#)) kontaktieren.

Abb. 87 Sichtprüfung an den Roboterkomponenten

7.7 Sichtprüfung am Lüfterfilter durchführen und Filtereinheit tauschen



Voraussetzung

- Der Roboter ist ausgeschaltet.
[☞ Kapitel 6.3.2 „Roboter ein- oder ausschalten“ auf Seite 138](#)



Lüfterfilter

Das Vorgehen beim Austauschen der Filtereinheit ist für beide Lüfterfilter identisch.

Für den Austausch der Filtereinheit gelten folgende Intervalle:

Umgebungsbedingungen	Vliesfilter	Faltenfilter
Grobpartikel	Min. 2 Mal pro Jahr	Min. 1 Mal pro Jahr
Staubhaltig/Sprühnebel	Min. 6 Mal pro Jahr	Min. 3 Mal pro Jahr
Stark ölhaltig	Min. 1 Mal die Woche	Min. 2 Mal pro Monat
Ohne entsprechende Belastungen	Min. 2 Mal pro Jahr	Min. 1 Mal pro Jahr

01. Abdeckung am Lüfterfilter vorsichtig herunterklappen [Abb. 88](#).

02. Filtereinheit auf Verschmutzungen überprüfen [Abb. 88](#) / ①.

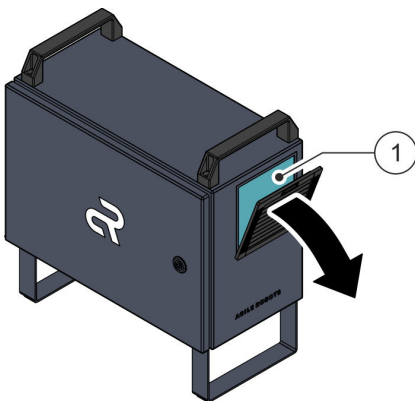


Abb. 88 Abdeckung herunterklappen

03. Im Falle einer verschmutzten oder beschädigten Filtereinheit:

Filtereinheit entfernen und neue Filtereinheit der Firma Pfannen-berg (Artikelnummer 18611600030) einsetzen [Abb. 89](#) / ①.

i Herstelleranleitung

Weiterführende Informationen zur Filtereinheit befinden sich in der zugehörigen Herstelleranleitung.

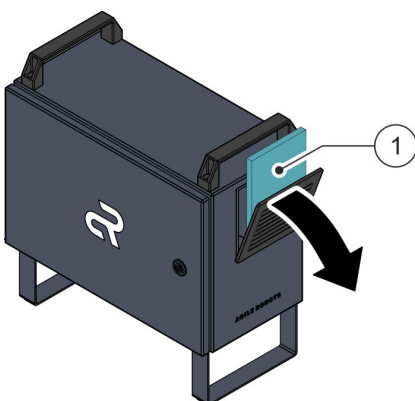
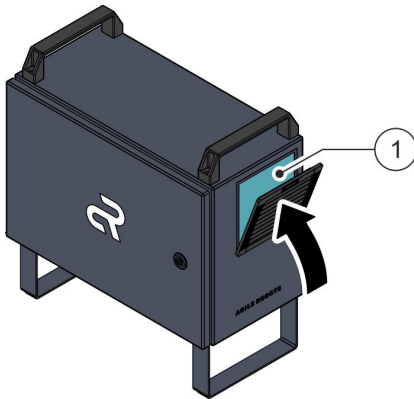


Abb. 89 Filtereinheit tauschen



04. Abdeckung am Lüfterfilter schließen **Abb. 90** / ①.

Abb. 90 Abdeckung hochklappen

7.8 Roboter und seine Komponenten reinigen

*Sachschäden durch unsachgemäße
Reinigung*

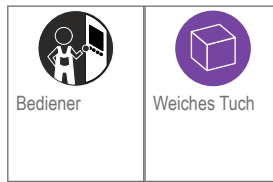


HINWEIS

Sachschäden durch unsachgemäße Reinigung!

Roboter niemals mit Druckluft, Dampf- oder Wasserstrahlgeräten reinigen.

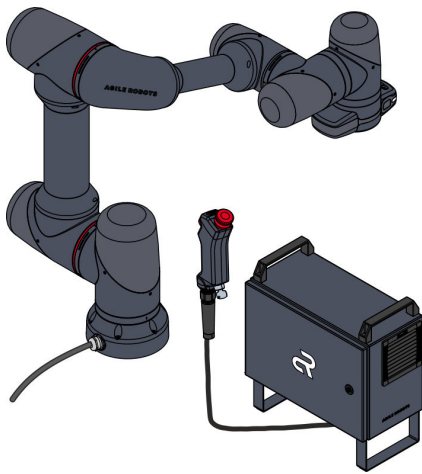
Keine chemischen Reinigungsmittel verwenden.



Voraussetzung

- Der Roboter ist ausgeschaltet.

☞ Kapitel 6.3.2 „Roboter ein- oder ausschalten“ auf Seite 138



01. Außenflächen des Roboters und seiner Komponenten mit einem weichen Tuch und mit warmem Wasser abwischen **Abb. 91**. Dabei insbesondere die Bereiche an den Achsübergängen frei von Verschmutzungen halten.

Bei allen Reinigungsarbeiten die elektrischen Schnittstellen aussparen.

i Warnschilder

Sicherstellen, dass die Warnschilder in der Robotersteuerung jederzeit gut lesbar sind.

Abb. 91 Überblick Roboter und Komponenten



8 Störungen beheben

8.1 Sicherheit bei Arbeiten zur Störungsbehebung

Unsachgemäße Störungsbehebung



WARNUNG

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Störungsbehebung!

Unsachgemäße Störungsbehebung kann zu Verletzungen und Sachschäden führen.

- Alle Tätigkeiten zur Störungsbehebung gemäß den Angaben und Hinweisen dieser Anleitung durchführen.
- Falls die Störungsbehebung Arbeiten im Gefahrenbereich des Roboters oder der Robotersteuerung erfordert, vor Beginn der Arbeiten Roboter ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern (☞ Kapitel 7.4 „Sichern gegen Wiedereinschalten“ auf Seite 157).
- Niemals Veränderungen am Roboter und an seinen Komponenten vornehmen, die über das Anschließen von betreiberseitigen Geräten gemäß der Beschreibung in ☞ Kapitel 6.4 „Roboter mit Komponenten des Betreibers verbinden“ auf Seite 146 hinausgehen.

Im Falle von Beschädigungen oder Defekten einzelner Komponenten den Kundendienst der Agile Robots SE (☞ Seite 4) kontaktieren.



8.2 Verhalten bei Störungen

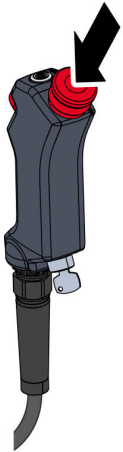


Abb. 92 Not-Halt-Taster betätigen

Grundsätzlich gilt:

01. Bei Störungen, die eine unmittelbare Gefahr für Personen oder Sachwerte darstellen, sofort Not-Halt einleiten [Abb. 92](#).
02. Wenn möglich: Störungsursache ermitteln.
03. Falls die Störungsbehebung Arbeiten im Gefahrenbereich erfordert, Roboter ausschalten und gegen Wiedereinschalten sichern ([☞ Kapitel 7.4 „Sichern gegen Wiedereinschalten“ auf Seite 157](#)).
04. Je nach Art der Störung diese vom verantwortlichen Systemintegrator beheben lassen oder den Kundendienst der Agile Robots SE ([☞ Seite 4](#)) kontaktieren.

8.3 Roboter nach behobener Störung in Betrieb nehmen

01. Wenn der Roboter für Reparaturarbeiten demontiert wurde:
Sicherstellen, dass der Roboter und seine Komponenten gemäß den Angaben in dieser Anleitung aufgestellt und befestigt sind.
02. Sicherstellen, dass der Arbeitsbereich des Roboters frei von Gegenständen ist.
03. Sicherstellen, dass sich keine Fremdkörper sowie keine defekten, lockeren oder losen Teile am Roboter befinden.
04. Bei integriertem Betrieb in einer Gesamtanlage:
Sicherstellen, dass die Anwendung gemäß den Vorgaben des Betreibers betriebsbereit ist.
05. Sicherstellen, dass alle Sicherheitseinrichtungen des Roboters und der betreiberseitigen Anwendung installiert sind und einwandfrei funktionieren.
06. Roboter gemäß den Angaben in [☞ Kapitel 6 „Roboter bedienen“ auf Seite 127](#) wieder in Betrieb nehmen.



9 Roboter demontieren und entsorgen

9.1 Sicherheit bei der Demontage

Gefahren durch unsachgemäße Demontage



WARNUNG

Gefahren durch unsachgemäße Demontage!

Bei Demontagetätigkeiten besteht Verletzungsgefahr durch Quetschen von Körperteilen oder herabfallende Bauteile.

- Demontagetätigkeiten nur von fachlich geeignetem Personal durchführen lassen.
- Vor Beginn der Demontagetätigkeiten Folgendes sicherstellen:
 - Der Roboter ist ausgeschaltet und vom Stromnetz getrennt.
 - Es stehen immer 2 Personen für die Demontage des Roboters zur Verfügung.
 - Es werden ausschließlich geeignete und einwandfrei funktionstüchtige Arbeitsmittel und Geräte für die Demontage verwendet.



9.2 Demontage vorbereiten



Entsorgung des Roboters und seiner Komponenten

Der Roboter ist zum Schutz der Umwelt unter beschränkter Verwendung gefährlicher Stoffe gemäß **RoHS-Richtlinie 2011/65/EU** hergestellt worden.

Die Agile Robots SE ist bei der EAR-Stiftung (Elektro-Altgeräte Register) registriert und nimmt auf dem deutschen Markt in Verkehr gebrachte Roboter der Marke Yu 5 Industrial kostenfrei zurück, um sie fachgerecht zu entsorgen.

Importeure in europäischen Ländern, die der **WEEE-Richtlinie 2012/19/EU** unterliegen, sind selbst für ihre Registrierung beim nationalen WEEE-Register ihres Landes verantwortlich.

Eine Liste der nationalen Register befindet sich hier:

<https://www.ewrn.org/national-registers>



Voraussetzungen

- Die Ordnung und Sauberkeit am Demontageplatz ist sichergestellt.
- Es ist ausreichend Demontagefreiheit vor Beginn der Arbeiten vorhanden.
- Es ist sichergestellt, dass die Demontage in einer trockenen und gut ausgeleuchteten Umgebung erfolgt.
- Die Schaumstoffverpackung der Roboterbox und die zugehörigen Transportbänder liegen bereit.
- Es befindet sich kein Werkzeug am Medienflansch des Roboters.
- Es befinden sich keine losen Teile am Roboter.
- Der Roboter befindet sich in Transportposition.
 - ↳ *Softwareanleitung "Roboter Yu 5 Industrial"*
- Der Roboter ist ausgeschaltet.
 - ↳ *Kapitel 6.3.2 „Roboter ein- oder ausschalten“ auf Seite 138*

9.3 Roboter demontieren

Verbindungskabel der Komponenten
lösen

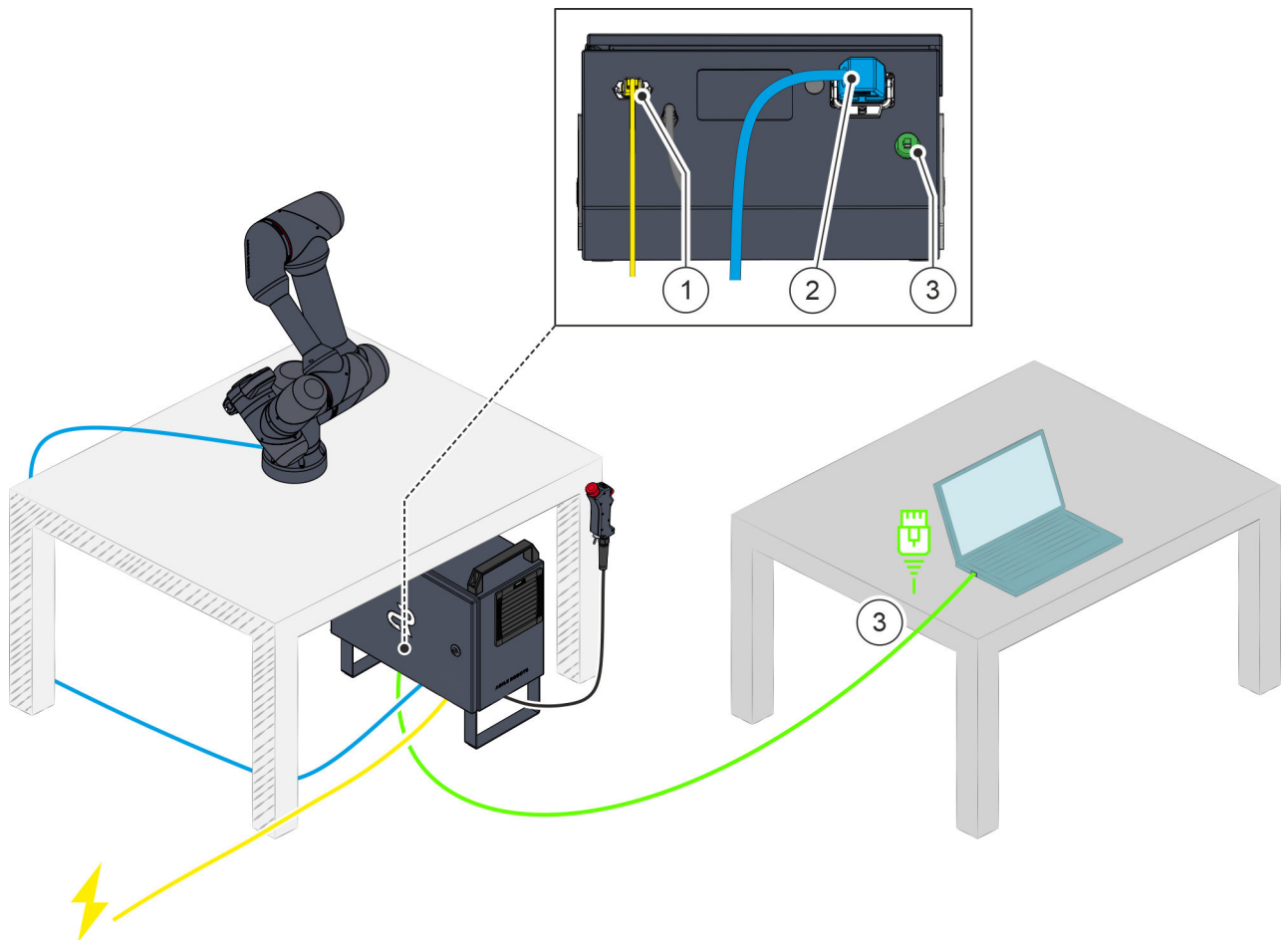


Abb. 93 Verbindungskabel lösen

01. Nach dem Ausschalten des Roboters ca. 10 Sekunden warten.



02. ⚠️ **WARNUNG! Gefährliche Restspannungen an freigelegten Steckerkontakten!**

Verbindungskabel wie folgt trennen. Dabei sicherstellen, dass die freigelegten Kontakte nicht berührt werden.

- Netzkabel lösen und vom Anschluss an der Robotersteuerung abziehen **Abb. 93/①**.
- Verbindungskabel des Roboters lösen und vom Anschluss an der Robotersteuerung abziehen **Abb. 93/②**.
- Ethernet-Kabel von den Anschlüssen am Laptop und an der Robotersteuerung abziehen **Abb. 93/③**.

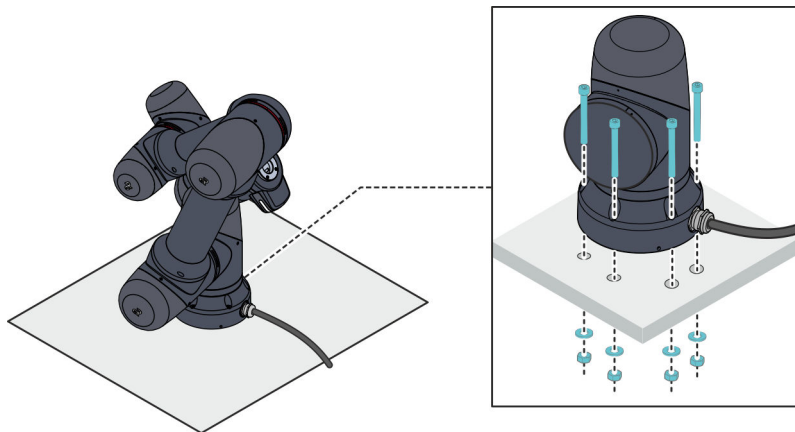


Abb. 94 Schraubverbindung lösen (Teil 1)

03. ⚠️ **WARNUNG! Kippgefahr durch fehlende Standfestigkeit des Roboters!**

Mit dem Steckschlüssel maximal 4 Kontermuttern (M8) an der Tischunterseite gegen den Uhrzeigersinn lösen **Abb. 94**.

Dabei Folgendes beachten:

- Die 2 verbleibenden Schrauben **nicht** vor Schritt 5 lösen, um die Standfestigkeit des Roboters zu gewährleisten.
- Sicherstellen, dass exakt die in **Abb. 94** dargestellten Schrauben gelöst werden.

04. Die zugehörigen 4 Unterlegscheiben und Schrauben vom Roboterfuß entfernen **Abb. 94**.

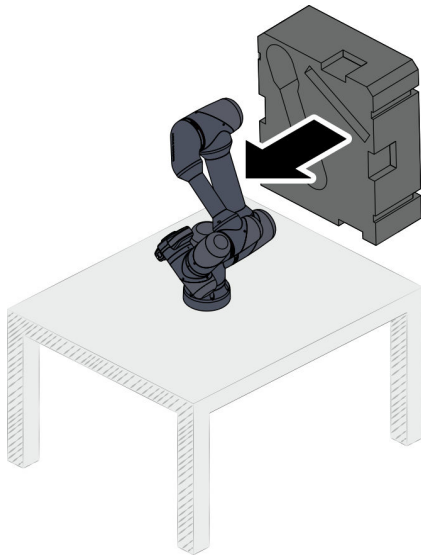


Abb. 95 Verpackungsteil 3 einsetzen

05. Verpackungsteil 3 auf den Roboter setzen [Abb. 95](#) und das eingerollte Roboterkabel in der Aussparung der Schaumstoffverpackung verstauen.

Dabei beachten, dass das Roboterkabel nicht geknickt wird.

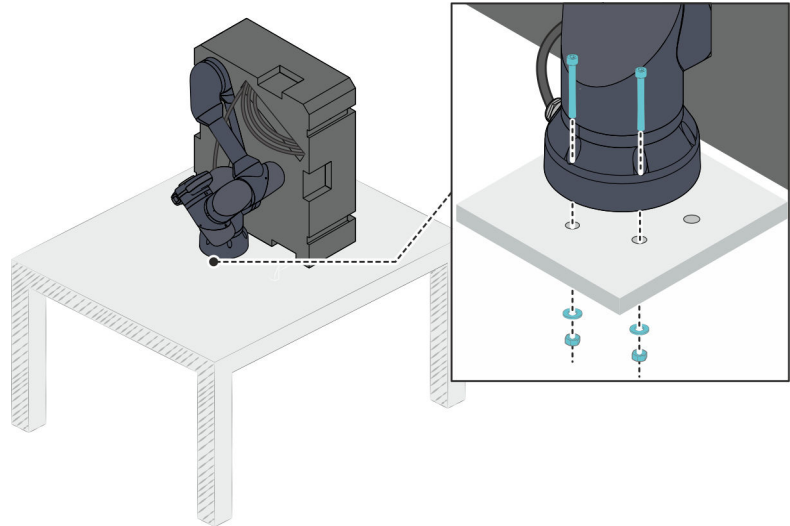


Abb. 96 Schraubverbindung lösen (Teil 2)

06. Mit dem Steckschlüssel die 2 verbliebenen Kontermuttern (M8) an der Tischunterseite gegen den Uhrzeigersinn lösen [Abb. 96](#).
07. Die zugehörigen 2 Unterlegscheiben und Schrauben vom Roboterfuß entfernen [Abb. 96](#).
08. Verpackungsteil 2 auf den Roboter setzen [Abb. 97](#).

Dabei sicherstellen, dass die Verpackungsteile 2 und 3 den Roboter vollständig umschließen.

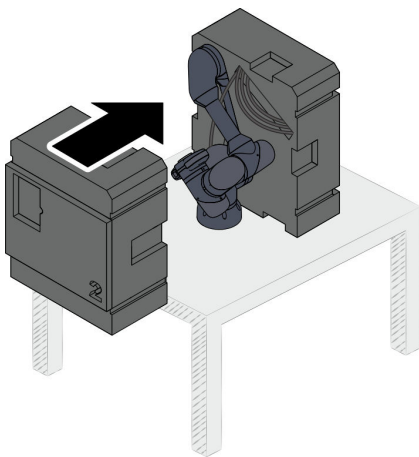


Abb. 97 Verpackungsteil 2 einsetzen

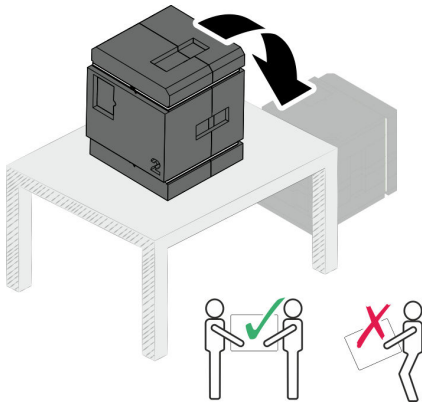


Abb. 98 Transportband einsetzen

09. **⚠️ WARNUNG! Verletzungsgefahr durch schwere Last!**

Sicherstellen, dass 2 Personen zum Tragen der Roboterbox zur Verfügung stehen.

10. Transportbänder einsetzen und die Roboterbox gemäß **Abb. 98** um 90° gedreht vom Tisch heben.

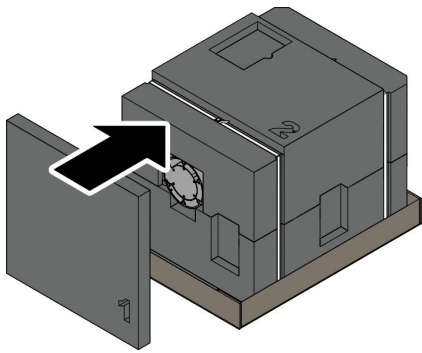


Abb. 99 Verpackungsteil 1 einsetzen

11. Mit dem Verpackungsteil 1 die Roboterbox verschließen **Abb. 99**.

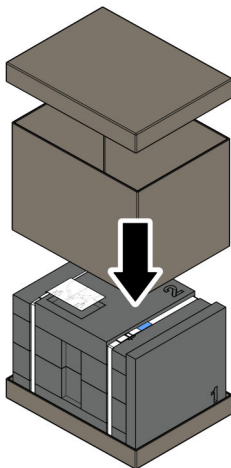


Abb. 100 Roboterbox verpacken

12. Mit der Umverpackung die Roboterbox verpacken **Abb. 100**.

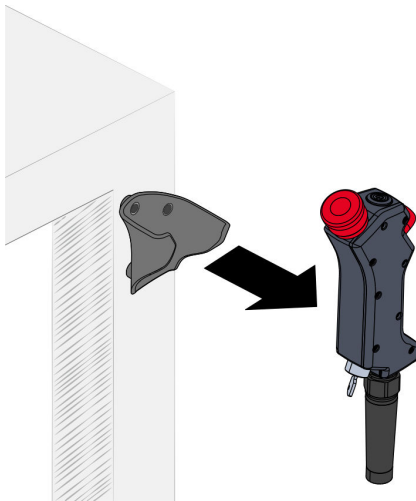


Abb. 101 Handcontroller entfernen

13. Handcontroller aus der Halterung am Tisch entfernen und in der Nähe der Robotersteuerung ablegen **Abb. 101**.

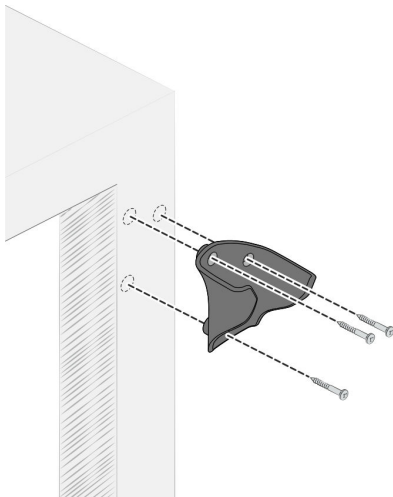


Abb. 102 Halterung Handcontroller demontieren

14. Die 3 Schrauben der Halterung gegen den Uhrzeigersinn lösen und Halterung vom Tisch entfernen **Abb. 102**.

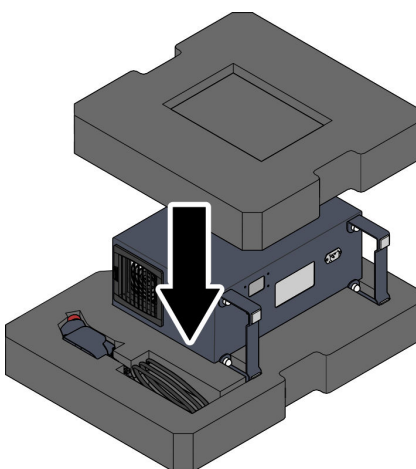


Abb. 103 Box Robotersteuerung

15. Für den Fall, dass ein Weitertransport aller Komponenten vorgesehen ist:

Robotersteuerung und Handcontroller in der unteren Schale der Schaumstoffverpackung ablegen und die Box mit dem Oberteil verschließen **Abb. 103**.

Dabei sicherstellen, dass das Handcontrollerkabel nicht geknickt wird.

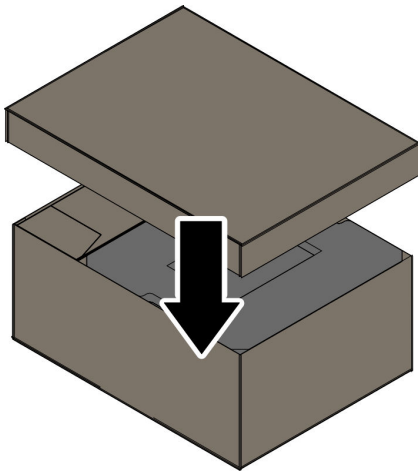


Abb. 104 Box Robotersteuerung

16. Mit der Umverpackung die Box für die Robotersteuerung verpacken [Abb. 104](#).

9.4 Roboter und seine Komponenten entsorgen

Hinweise zur Entsorgung



UMWELTSCHUTZ!

Gefahr für die Umwelt durch falsche Entsorgung!

Durch falsche Entsorgung können Gefahren für die Umwelt entstehen.

- Elektroschrott, Elektronikkomponenten sowie Hilfsstoffe von zugelassenen Fachbetrieben entsorgen lassen.
- Im Zweifel Auskunft zur umweltgerechten Entsorgung von Komponenten und Materialien bei der örtlichen Kommunalbehörde oder speziellen Entsorgungsfachbetrieben einholen.

Sofern keine Rücknahme- oder Entsorgungsvereinbarung getroffen wurde, zerlegte Bestandteile der Wiederverwertung zuführen:

- Metalle verschrotten.
- Kunststoffelemente zum Recycling geben.
- Elektronikkomponenten von einem Fachbetrieb entsorgen lassen.
- Akkus gemäß den am Einsatzort geltenden Vorschriften entsorgen lassen.
- Übrige Komponenten nach Materialbeschaffenheit sortiert entsorgen.

10 Technische Daten

10.1 Grunddaten

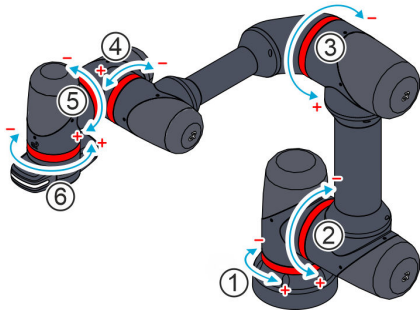


Abb. 105 Roboterachsen

Angabe	Wert
Maximale Nutzlast	5 kg
Maximale Reichweite	1083 mm
Anzahl der ansteuerbaren Achsen	6
Positionsgenauigkeit	$\pm 0,05$ mm
Maximale Geschwindigkeit des Endeffektors (Tool Center Point, TCP)	2 m/s
Achsgrenzen	
Achse 1	$-220^{\circ}/+220^{\circ}$
Achse 2	$-310^{\circ}/+130^{\circ}$
Achse 3	$-160^{\circ}/+160^{\circ}$
Achse 4	$-310^{\circ}/+130^{\circ}$
Achse 5	$-220^{\circ}/+220^{\circ}$
Achse 6	$-220^{\circ}/+220^{\circ}$
Maximale Achsgeschwindigkeiten	
Achse 1	141°/s
Achse 2	141°/s
Achse 3	169°/s
Achse 4	180°/s
Achse 5	180°/s
Achse 6	180°/s
Gewicht Roboterarm	31,5 kg
Gewicht Robotersteuerung	17,1 kg
Abmessungen Robotersteuerung (H x B x L)	473 x 462 x 225 mm
Einbaulage	Boden



Angabe	Wert
IP-Klassifizierung (nur im vollständig angeschlossenen Zustand)	<ul style="list-style-type: none">▪ Roboterarm: IP54▪ Robotersteuerung: IP54▪ Handcontroller: IP54
Schallleistungspegel	65,3 dB
Bedienung	Browserbasierte Benutzeroberfläche (Google Chrome®)

10.2 Umgebungsbedingungen

Betriebsbedingungen (Roboter und Robotersteuerung)

Angabe	Wert
Umgebungstemperatur	+5 – +40 °C*
Umgebungshöhe	-300 – +1000 m
Luftdruck	90 – 106 kPa
Relative Luftfeuchtigkeit, max.	70 % bei Temperaturen bis +31 °C, linear abnehmend auf 50 % bei +40 °C
Relative Luftfeuchtigkeit, min.	Mindestens 45 % für den angegebenen Temperaturbereich. Nicht kondensierend
Einsatzort	In geschlossenen Räumen
Verschmutzungsgrad, max.	II gemäß EN 61010-1:2010
Umgebungsklassen gemäß DIN IEC EN 60721-3-3:2020	3M10/3B1/3S6/3Z2
Korrosivitätskategorie gemäß ISO 9223	C1
Zulässige Erdbebenlasten	Keine

* Bei einer Umgebungstemperatur von > 40 °C und einer hohen Luftfeuchtigkeit kann die maximale Nutzlast von 5 kg nicht gewährleistet werden.

Bei einer Umgebungstemperatur < 10 °C wird eine Aufwärmphase von 10 Minuten des Roboters empfohlen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass der Roboter aufgrund von temperaturabhängiger Schmierstoffviskosität stoppt oder nur mit geringerer Leistung betrieben werden kann.

Lagerungsbedingungen (Roboter und Robotersteuerung)

Angabe	Wert
Umgebungstemperatur	+5 – +40 °C
Umgebungshöhe	-300 – +1000 m
Luftdruck	90 – 106 kPa
Relative Luftfeuchtigkeit, max.	70 % bei Temperaturen bis +31 °C, linear abnehmend auf 50 % bei +40 °C
Relative Luftfeuchtigkeit, min.	Mindestens 45 % für den angegebenen Temperaturbereich. Nicht kondensierend
Verschmutzungsgrad, max.	II gemäß EN 61010-1:2010
Umgebungsklassen gemäß DIN EN IEC 60721-3-1:2018-12	1M11/1B1/1S11/1C1/1Z2

Transportbedingungen (Roboter und Robotersteuerung)

Angabe	Wert
Umgebungstemperatur	-20 – +40 °C
Umgebungshöhe	-300 – +1000 m
Luftdruck	90 – 106 kPa
Relative Luftfeuchtigkeit, max.	70 % bei Temperaturen bis +31 °C, linear abnehmend auf 50 % bei +40 °C
Relative Luftfeuchtigkeit, min.	Mindestens 45 % für den angegebenen Temperaturbereich. Nicht kondensierend
Verschmutzungsgrad, max.	II gemäß EN 61010-1:2010
Umgebungsklassen gemäß DIN EN IEC 60721-3-2:2018-12	2M4/2B1/2S5/2C1



10.3 Elektrische Anschlusswerte

Angabe	Wert
Stromversorgung Roboter	
Netzspannung	Europa 230 VAC China 220 VAC
Frequenz	50 – 60 Hz
Leistung, max.	1200 W
Phasenzahl	1
Kurzschlussstrom	100 A
Stromversorgung Medienflansch	
Spannung	24 VDC
Strom	2 A
Schutzklasse	
Schutzklasse I gemäß DIN EN 61800-5-1:2007	

Kabellängen (Lieferumfang)

Kabel	Kabellänge
Verbindungskabel Roboter – Robotersteuerung	2,8 m
Verbindungskabel Handcontroller – Robotersteuerung	3 m
Netzkabel Robotersteuerung, max.	3 m Kabelquerschnitt: min. 1,5 mm ²

Kabelspezifikation (nicht im Lieferumfang enthalten)

Schnittstelle	Max. Kabellänge	Spezifikation Kabel
Medienflansch		
8-Pin-Schnittstelle	3 m	Abgeschirmt
12-Pin-Schnittstelle	-	Abgeschirmt durch Werkzeug

Schnittstelle	Max. Kabellänge	Spezifikation Kabel
Ethernet-Anschluss	3 m	CAT 6
Robotersteuerung		
Ethernet-Anschluss	30 m	SFTP, CAT 6
Digital-E/A-Schnittstellen	3 m	Nicht abgeschirmt
Analog-E/A-Schnittstellen	3 m	Abgeschirmt oder verdreht
USB-Anschluss	3 m	USB 3.0, abgeschirmt
IEC-Anschluss	3 m	Nicht abgeschirmt

10.4 Schnittstellen

Elektrische E/A-Schnittstellen

Interne elektrische 12-Pin-Schnittstelle (☛ Seite 27)	Externe elektrische 6-Pin-Schnittstelle (☛ Seite 32)	Externe elektrische 8-Pin-Schnittstelle (☛ Seite 29)	Robotersteuerung (☛ Seite 33)
Digital In: 2	Digital In: -	Digital In: 2	Digital In: 16
Digital Out: 4	Digital Out: -	Digital Out: 2	Digital Out: 16
Analog In: 2		Analog In: 2	Analog In: 4
			Analog Out: für zukünftige Roboterversion vorgesehen
Spannungsversorgung: 24 V	Spannungsversorgung: 24 V	Spannungsversorgung: 24 V	Spannungsversorgung: 24 V

Mechanische Schnittstellen

Verbindungsflansch Werkzeug am Medienflansch	Standard-Roboterflansch gemäß ISO 9409-1-50-4-M6
Taster am Medienflansch	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1 Handführungstaster am Medienflansch ■ 3 Funktionstasten am Medienflansch



Mindestanforderungen Mobiles

Endgerät

Display	1280 x 768 Bildpunkte (empfohlen: Touchscreen)
CPU	Intel Celeron® N4120
GPU	Intel® UHD-Grafikkarte 600
RAM	4 GB
Betriebssystem	Microsoft Windows®, Linux, Android® oder Apple macOS®
Browser	Browser: Google Chrome® oder Microsoft Edge® (Version 79 oder höher)



11 Index

1, 2, 3 ...

6-Pin-Schnittstelle	32
8-Pin-Schnittstelle	29
12-Pin-Schnittstelle	27

A

Abmessungen	23, 177
Achsdrehmoment	91
Achsen	15
Achsgeschwindigkeiten	177
Achsgrenzen	177
AgileTags	23, 107
Aktive und inaktive Komponenten	147
Analogschnittstellen	43
Ändern der Sicherheitskonfiguration des Roboters	58, 145
Anforderung Montageplatte	113
Anhaltezeit und -weg	193
Anlieferung	107
Ansprechpartner	4
Arbeits- und Gefahrenbereich des Roboters	70
Aufbau	
Handcontroller	19
Medienflansch	16
Roboter	15
Robotersteuerung	21
Ausfallwahrscheinlichkeit	84
Austrittsfilter	21

B

Bediener	74
Bedienung	128
Benutzerdokumentation	14
Berührungspunkte	130
Bestimmungsgemäße Verwendung	52

Betreiber	71, 73
Betriebsanleitung	23
Betriebsart	77
Automatik	44, 82
Automatik einschalten	141
Manuell	44, 82
Manuell einschalten	141
wechseln	140
Betriebsartenwahlschalter	19, 44, 82, 141
Betriebsartenwahlschalter prüfen	162
Betriebsbedingungen	178
Betriebsbereitschaft	18
Betriebssystem	113, 182
Betriebszustände	18, 44
Biegemoment	114
Bohrvorlage	23, 107, 117
Bootvorgang	18
Browser	113, 125, 182

D

Diagramme Anhaltezeit und -weg	193
Digitalschnittstellen	42
Dokumentation	23, 107
Drehmoment	91
Drehrichtung Achsen	15

E

E/A-Schnittstellen	34, 37, 69, 146
Ein- oder ausschalten	138
EIN-/AUS-Taster	19, 125
Einbauerklärung	72, 205
Einbaulage	177
Elektrische Anschlusswerte	180
Elektrische Spannung	56
Elektronikkomponenten	104



EMV-Zertifikat	207	Grunddaten	177
Endgerät	113, 124, 182	H	
Entsorgung	176	Haftungsbeschränkung	3
RoHS-Richtlinie 2011/65/EU	104, 170	Halterung Handcontroller	19, 23, 107, 121
Verpackungsmaterial	109	Handcontroller	14, 19, 107, 122
WEEE-Richtlinie 2012/19/EU	104, 170	Handführungstaster	16, 18
Erste Hilfe	102	Heiße Oberflächen	130
EtherCAT-Technologie	203	I	
Ethernet-Anschluss	21, 34, 35, 113, 180	Instandhaltungsfachkraft	74
Externe Spannungsversorgung	148	Integrierter Betrieb in einer Gesamtanlage	68
Externer Sicherheitshalt	95	IP-Klassifizierung	22, 177
F		IP54-Klassifizierung	108
Fehlgebrauch	52	IT-Umgebung	105
Filterlüfter	21	K	
FSoE-Technologie	203	Kabellängen	180
Funktionsfähigkeit prüfen	137	Kabelspezifikation	23, 180
Funktionstaste	16	Kamera	16
Funktionsweise	13	Kamera-LED	16
G		Kennzeichnungen	12
Gefahren durch		Kollaborative Roboter	13
Ändern der Sicherheitskonfiguration des		Kollaborativer Betrieb	66
Roboters	58, 145	Kollaborativer und nicht-kollaborativer Zustand	48
Bewegungen des Roboters	59	Kollisionshalt	18, 47
elektrische Energien	56	Konfigurierbare sichere Ausgänge	100
elektromagnetische Felder	65	Konfigurierbare sichere Eingänge	97
heiße Oberflächen	63, 130	Kontaktdaten	4
herabfallende Objekte	61	Kraft- und Leistungsbegrenzung des Roboters	
Montage- und Demontagetätigkeiten	63	(Force and Power Limiting)	86
photobiologische Belastungen	65	Kreuzrollenlager	104
Wiederinbetriebnahme des Roboters nach		Kundendienst	4
einer Kollision	62	L	
Gefahren im Rescue-Modus	64	Lagertemperatur	110
Gegen Wiedereinschalten sichern	158	Lagerung	110
Gelenke	15	Lagerungsbedingungen	179
Geltungsbereich der Anleitung	51	Laptop	124
Gewicht	177	Lastenberechnung	114
		LED-Signalleuchten	34, 36
		Lieferumfang	107



Luftdruck	178	Sicherheitsingenieur	75
Lüftereinheit	21	Systemintegrator	75
Lüfterfilter warten	163	Transportpersonal	77
Luftfeuchtigkeit	178	Personalanforderungen	73
M		Persönliche Schutzausrüstung	77
Maßnahmen bei Unfällen	103	PFH	84
Medienflansch	15, 16, 18, 23	Positionsinkonsistenz	138
Mitgeltende Unterlagen	3	Potentialausgleich	21
Mobile sEndgerät	124	Preci-Dip-Stecker	28
Mobiles Endgerät	113, 182	Programmierer	75
Montage	169	Prozesssicherheitszeit	193
Gefahren	111	R	
vorbereiten	112	Reinigung	155
Montagefachkraft	74	Relative Luftfeuchtigkeit	110, 178
Montagefläche	115	Rescue-Modus	46, 93
Montageplatte	113, 114	Reset	
N		nach Kollisionshalt	142
Netzkabel	23, 107, 123	nach Not-Halt	142
Netzspannung	180	nach Sicherheitshalt	143
Nicht-kollaborativer Betrieb	67	Roboter	14
NORMAL- und REDUZIERT-Modus	45	abbauen	169
Not-Halt	142	Aufbau	15
Not-Halt-Taster	19	bedienen	128
Funktion	80	Betriebszustände	18
prüfen	160	demontieren	169
Nutzlast	177	ein- oder ausschalten	138
P		gegen Wiedereinschalten sichern	158
Packeinheiten	109, 110	in Betrieb nehmen nach Kollisionshalt	142
Passstifte	118	in Betrieb nehmen nach Not-Halt	142
Performance Level	84	in Betrieb nehmen nach Sicherheitshalt	143
Personal		montieren	111
Bediener	74	nach behobener Störung in Betrieb nehmen	168
Betreiber	73	reinigen	155, 165
Instandhaltungsfachkraft	74	Sicherheitsfunktionen	84
Montagefachkraft	74		
Programmierer	75		



warten	155	bei der Demontage	169
Roboterachsen	15, 177	bei der Montage	111
Roboterarm	15	bei der Reinigung	155
Roboterbasis	15, 119	bei der Störungsbehebung	167
Robotersteuerung	14, 107, 122	bei der Wartung	155
RoHS-Richtlinie 2011/65/EU	104, 170		
S			
Safety-ID	58, 145	Sicherheit beim integrierten Betrieb in einer Gesamtanlage	68
Schalleistungspegel	177	Sicherheit beim kollaborativen Betrieb	66
Schaumstoffverpackung	109, 116	Sicherheit beim nicht-kollaborativen Betrieb	67
Schlüssel Robotersteuerung	23, 107	Sicherheits-E/A-Schnittstellen	40
Schnittstelle Remote Control	34, 36	Sicherheitseinrichtungen	79
Schnittstellen	23, 69, 146, 181	Betriebsartenwahl am Betriebsartenwahl- schalter	82
Schutzausrüstung	77	Not-Halt-Taster	80
Schutzklasse	180	Zustimmtaster	80
Schutzleiteranschlussstelle	34, 36	Sicherheitsfunktionen	82
Selbsttest	99	Ausfallwahrscheinlichkeit (PFH)	84
Selbsttestimpulse	102	auswählen	83
Service	4	externer Sicherheitshalt	95
Sicher begrenzte Achsgeschwindigkeit (Safely Limited Drive Speed)	90	Kraft- und Leistungsbegrenzung des Robo- ters (Force and Power Limiting)	86
Sicher begrenzte Achsposition (Safely Limited Drive Position)	93	Roboter	84
Sicher begrenzte kartesische Geschwindigkeit (Safely Limited Cartesian Speed)	90	sicher begrenzte Achsgeschwindigkeit (Safely Limited Drive Speed)	90
Sicher begrenzte kartesische Kraft (Safely Limited Cartesian Force)	91	sicher begrenzte Achsposition (Safely Limited Drive Position)	93
Sicher begrenzte kartesische Orientierung (Safely Limited Cartesian Orientation)	94	sicher begrenzte kartesische Geschwindig- keit (Safely Limited Cartesian Speed)	90
Sicher begrenzte kartesische Position (Safely Limited Cartesian Position)	94	sicher begrenzte kartesische Kraft (Safely Limited Cartesian Force)	91
Sicher begrenzte Roboterleistung (Safely Limited Robot Power)	91	sicher begrenzte kartesische Orientierung (Safely Limited Cartesian Orientation)	94
Sicher begrenzter Bewegungsbereich des Robo- ters (Motion Range Limiting)	92	sicher begrenzte kartesische Position (Safely Limited Cartesian Position)	94
Sicher begrenztes Achsdrehmoment (Safely Limited Drive Torque)	91	sicher begrenzte Roboterleistung (Safely Limited Robot Power)	91
Sichere Ausgänge	100		
Sichere Eingänge	97		
Sicherheit			
bei der Bedienung	128		



sicher begrenzter Bewegungsbereich des Roboters (Motion Range Limiting)	92	Übersicht Status-LED	18
sicher begrenztes Achsdrehmoment (Safely Limited Drive Torque)	91	Überspannungsschutz	57
Toleranzen	85	Umgebungsbedingungen	
Werkzeugkonfiguration	84	Betriebsbedingungen	178
Sicherheitshalt	18, 48, 143	Lagerungsbedingungen	179
Sicherheitsingenieur	75	Transportbedingungen	179
Sicherheitskonfiguration	58, 77, 145	Umgebungshöhe	178
Sichtprüfung durchführen	163	Umgebungstemperatur	178
Singularitäten		Umweltschutz	103
Empfehlungen	192	Elektronikkomponenten	104
Gefahren	191	Kreuzrollenlager	104
Übersicht	190	Unfall	102
Umgang	192	Urheberschutz	4
Status-LED	16, 49	USB-Anschluss	34, 35, 180
Störungsbehebung	167	V	
Stromversorgung		Verantwortung des Betreibers	71
Medienflansch	180	Verbindungsflansch Werkzeug	16
Roboter	180	Verbindungskabel	15, 19, 21, 123
Symbole in der Anleitung	11	Verhalten bei Störungen	168
Systemintegrator	75	Verpackung	109
T		Verpackungsmaterial	109
Technische Daten	177	Verschmutzungsgrad	178
elektrische Anschlusswerte	180	Verwechslungsgefahr aktiver und inaktiver Komponenten	147
Grunddaten	177	Verwendung	52
Schnittstellen	181	W	
Umgebungsbedingungen	178, 179	Wartung	155
Toleranzen Sicherheitsfunktionen	85	gegen Wiedereinschalten sichern	158
Torsionsmoment	114	Lüfterfilter warten	163
Transportbedingungen	179	Roboter reinigen	165
Transportpersonal	77	Sicherheitseinrichtungen prüfen	160
TÜV-Zertifikat	207	Sichtprüfung durchführen	163
U		Wartungsplan	156
Überblick Roboter und Komponenten	14	WEEE-Richtlinie 2012/19/EU	104, 170
		Werkzeug anschließen	131
		Werkzeugkonfiguration	84



Z

Zertifikate

EMV	207
TÜV	207
Zubehör	14, 23
Zugelassenes Personal	73
Zustimmtaster	19
Funktion	80
prüfen	161



Anhang



A Singularitäten

Übersicht


Singularitäten bezeichnen Roboterposen, in denen die Bewegung des Roboters in eine oder mehrere Richtungen eingeschränkt ist. Wenn sich der Roboter auf einer vorgegebenen Bahngeometrie (z. B. linear, zirkular etc.) in der Nähe einer Singularität bewegt, können sehr hohe Winkelgeschwindigkeiten und Kräfte auftreten.

Der Roboter Yu 5 Industrial erkennt selbstständig, wenn eine Bewegung nahe einer Singularität geplant wird und reduziert nach Möglichkeit die Bahngeschwindigkeit. Je nach Konfiguration kann es dennoch zu einer Geschwindigkeitsüberschreitung und damit einem Sicherheitsstopp kommen. Es ist daher notwendig, die verschiedenen Singularitätskonfigurationen zu kennen und bei der Anwendungsprogrammierung zu berücksichtigen.

Der Roboter Yu 5 Industrial als Knickarmroboter mit 6 Achsen besitzt 3 verschiedene Typen singulärer Konfigurationen, die im folgenden Abschnitt beschrieben sind.


Exemplarische Darstellung	Beschreibung
	<p>Ellenbogensingularität</p> <p>Diese Singularität liegt vor, wenn der Achswinkel von Achse 3 0° oder 180° beträgt. Auswirkungen auf die maximale Geschwindigkeit und Genauigkeit der kartesischen Kraftschätzung sind ab einer Distanz von 30° zur singulären Konfiguration zu erwarten.</p> <p>Uneingeschränkter Bereich: 30° bis 150° sowie -30° bis -150°</p>
	<p>Handgelenksingularität</p> <p>Diese Singularität liegt vor, wenn der Achswinkel von Achse 5 0° oder $\pm 180^\circ$ beträgt und damit die Achsen 4 und 6 parallel zueinander ausgerichtet sind. Auswirkungen auf die maximale Geschwindigkeit und Genauigkeit der kartesischen Kraftschätzung sind ab einer Distanz von 20° zur singulären Konfiguration zu erwarten.</p> <p>Uneingeschränkter Bereich: 20° bis 160° sowie -20° bis -160°</p>
	<p>Interne Singularität</p> <p>Diese Singularität liegt vor, wenn der Schnittpunkt von Achse 5 und Achse 6 auf einem Zylinder mit dem Radius $138,2\text{ mm}$ um die Roboterbasis liegt. Auswirkungen auf die maximale Geschwindigkeit und Genauigkeit der kartesischen Kraftschätzung sind ab einem Zylinderradius von 185 mm zu erwarten</p>

Gefahren durch Singularitäten


Exemplarische Darstellung	Beschreibung
	<p>Im kartesischen Raum interpolierte Bewegungen können in der Nähe von Singularitäten zu schnellen und unerwarteten Achsbewegungen führen.</p> <p>Beispiel</p> <p>Bewegungen über die Achse 1 können zu extrem schnellen Bewegungen um die Achse 1 führen. Es wird empfohlen, solche Roboterbewegungen zu vermeiden.</p>



Umgang mit Singularitäten

Exemplarische Darstellung	Beschreibung
	<ul style="list-style-type: none">Die Robotersteuerung unterscheidet nicht zwischen den verschiedenen Singularitätsarten.Kartesisches Jogging wird automatisch in der Geschwindigkeit reduziert (bis zum Stillstand), wenn der Roboter auf eine Singularität zufährt. Jogging wird wieder beschleunigt, sobald sich der Roboter von der Singularität entfernt.Jogging im Joint CS wird nicht beeinflusst.Singularitäten haben keine Auswirkung auf die Bahnplanung von PTP-Befehlen. <p>In Bezug auf gefährbringende Bewegungen</p> <ul style="list-style-type: none">Schnelle Bewegungen, die aus Roboterbewegungen in der Nähe von Singularitäten resultieren, sind möglich, werden jedoch durch die Kraft- und Leistungsbegrenzung überwacht und limitiert.

Empfehlungen für die Planung von Roboterbewegungen nahe Singularitäten

Exemplarische Darstellung	Beschreibung
	<ul style="list-style-type: none">Wenn möglich im JointCS (MovePTP) fahren. Gegebenenfalls bestehende MoveLinear-Commands zu MovePTP abändern.Nach Möglichkeit nicht über die Achse 1 oder entlang der Achse 1 fahren.Singularitäten mithilfe von zusätzlichen Zwischenpunkten umfahren. Mithilfe von Blending kann trotzdem eine schnelle Taktzeit erreicht werden.



B Anhaltezeit und -weg

Diagramme Anhaltezeit und -weg

Im Folgenden sind die Anhaltezeiten und -wege in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit für verschiedene Achsen, Nutzlasten und Verlängerungen in Diagrammen dargestellt.



Worst-Case-Szenario

Die in den Diagrammen angegebenen Werte stellen den ungünstigsten Fall dar. Die tatsächlichen Werte werden von diesen Werten abweichen.

Die Ergebnisse für die SS0-Stopps sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt:

Achse 1		Achse 2		Achse 3	
Weg [mm]	Zeit [ms]	Weg [mm]	Zeit [ms]	Weg [mm]	Zeit [ms]
343	226	396	366	201	206

Die beschriebenen Werte für die Anhaltezeit und den Anhalteweg gelten immer dann, wenn ein SS1-Stopp ausgelöst wird (z. B. durch virtuelle Ebenen, Quader, Grenzen der Antriebswinkelposition, Grenzen der Antriebswinkelgeschwindigkeit).

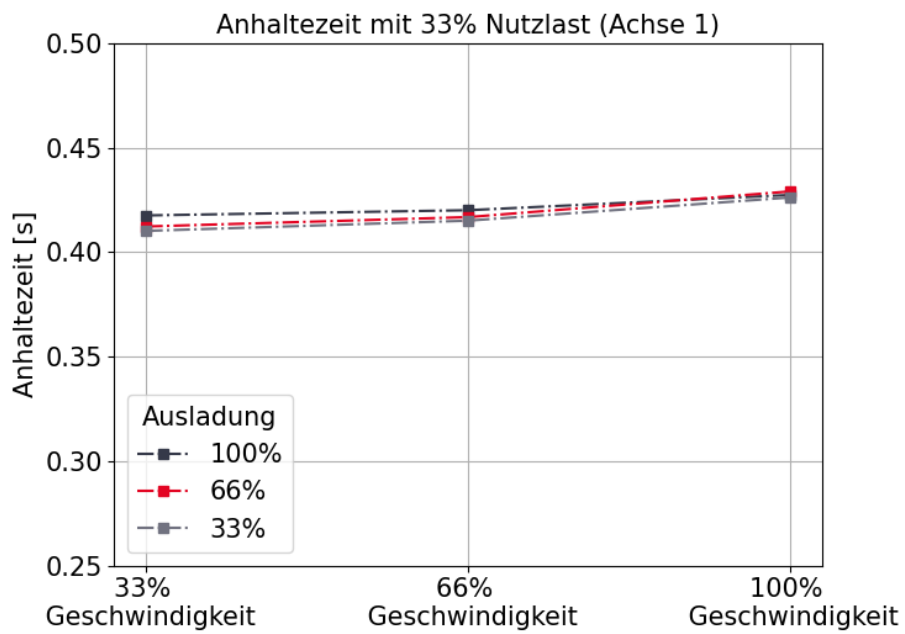
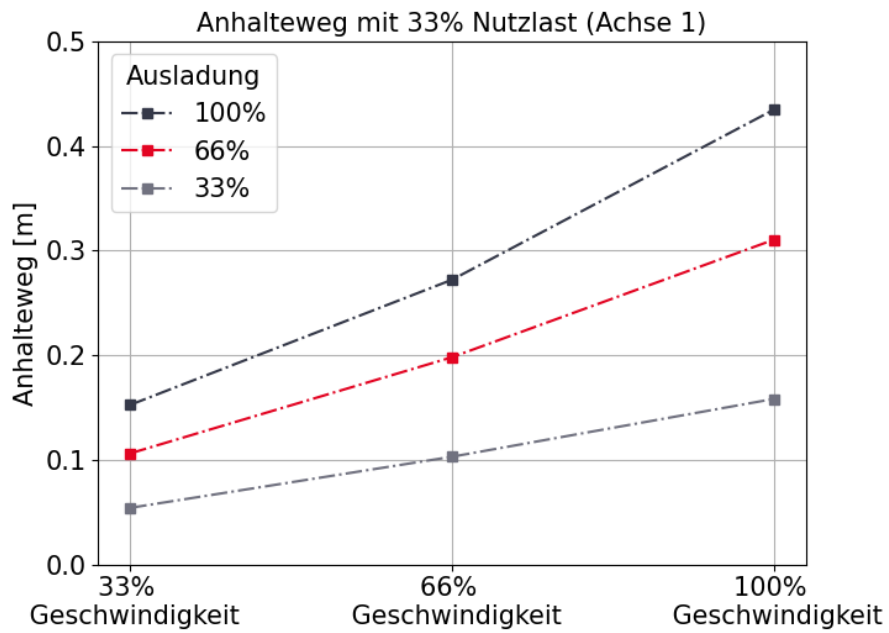
Sicherheitsfunktionen stellen sicher, dass Grenzen nicht überschritten werden, z. B. Anhaltezeiten, Anhaltewege und Toleranzen. Der Systemintegrator ist verpflichtet, den Roboter z. B. in eine Zelle zu integrieren. Dazu benötigt er die Werte.

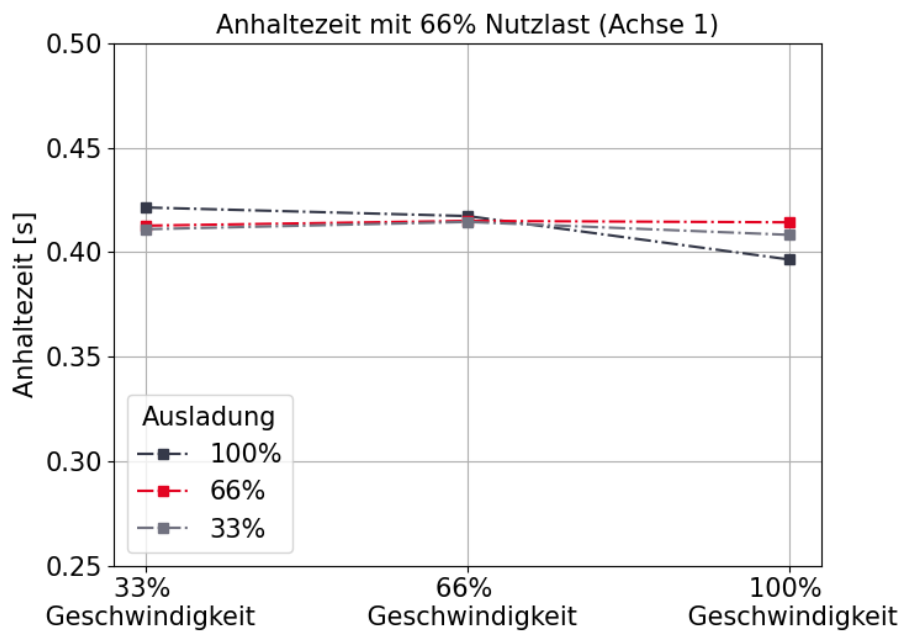
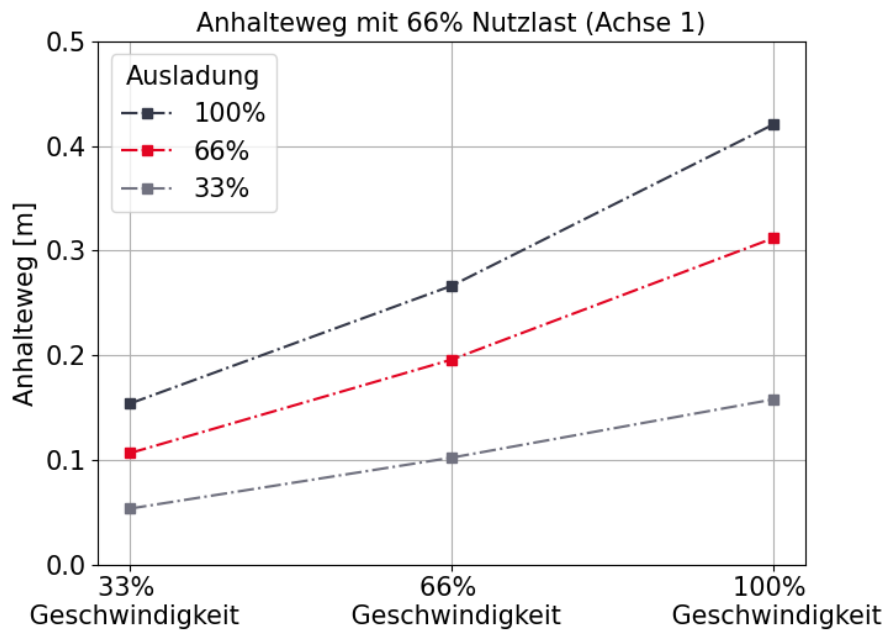
Bei Fragen zu den Anhaltezeiten und -wegen des Roboters den Kundendienst der Agile Robots SE ([☞ Seite 4](#)) kontaktieren.

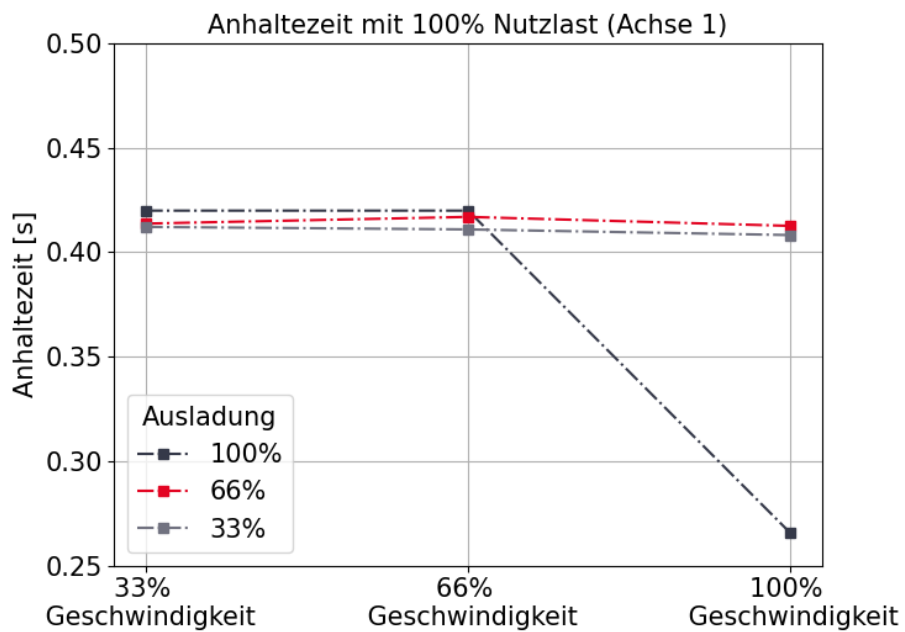
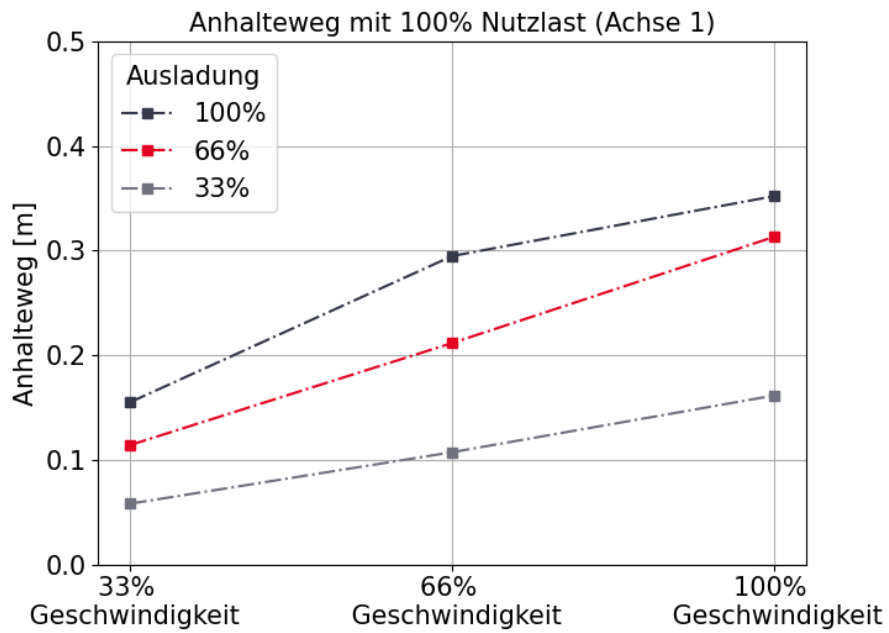
Prozesssicherheitszeit

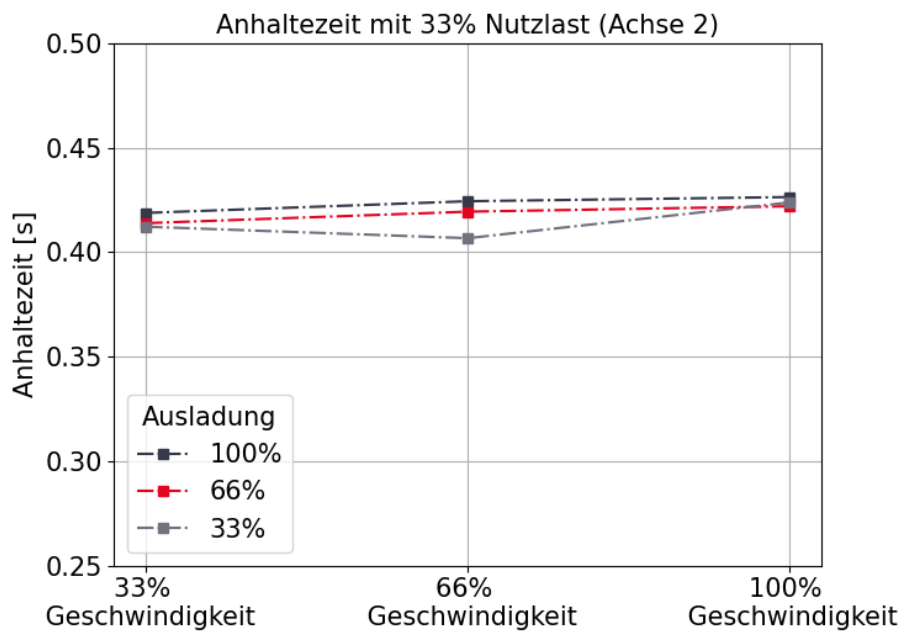
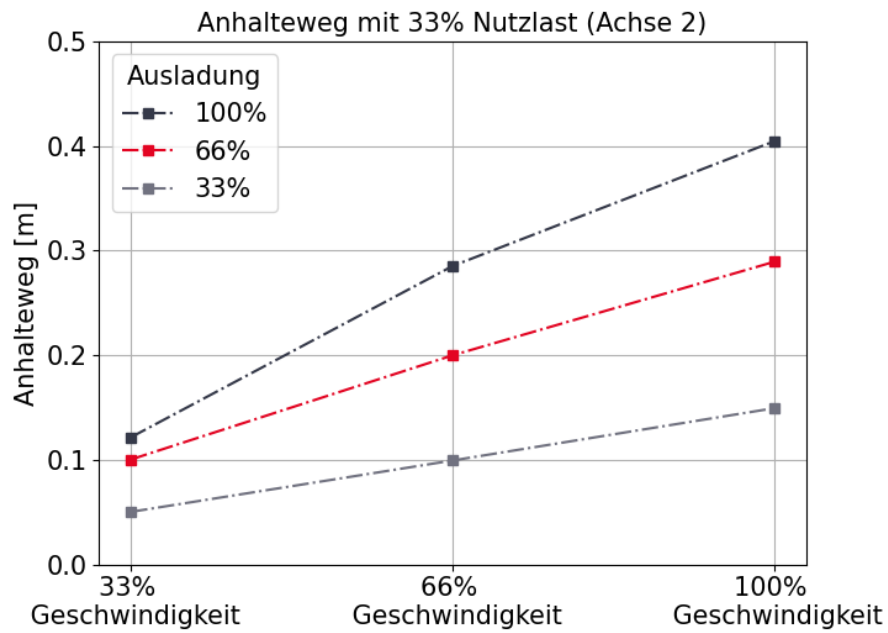
Die Prozesssicherheitszeit (z. B. bei Inbetriebnahme des Roboters) für die jeweilige Stoppkategorie (DIN EN 60204-1:2019-06) beachten:

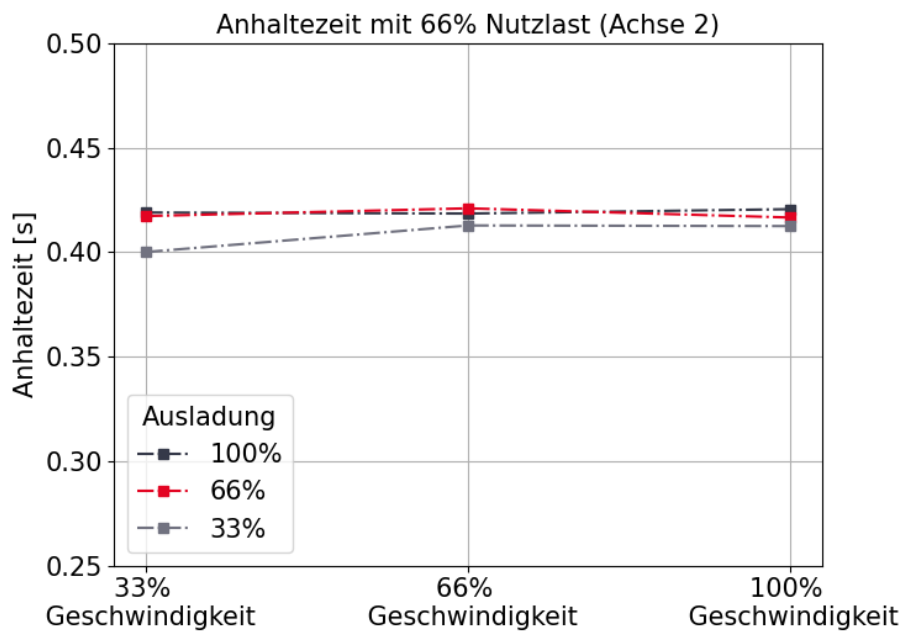
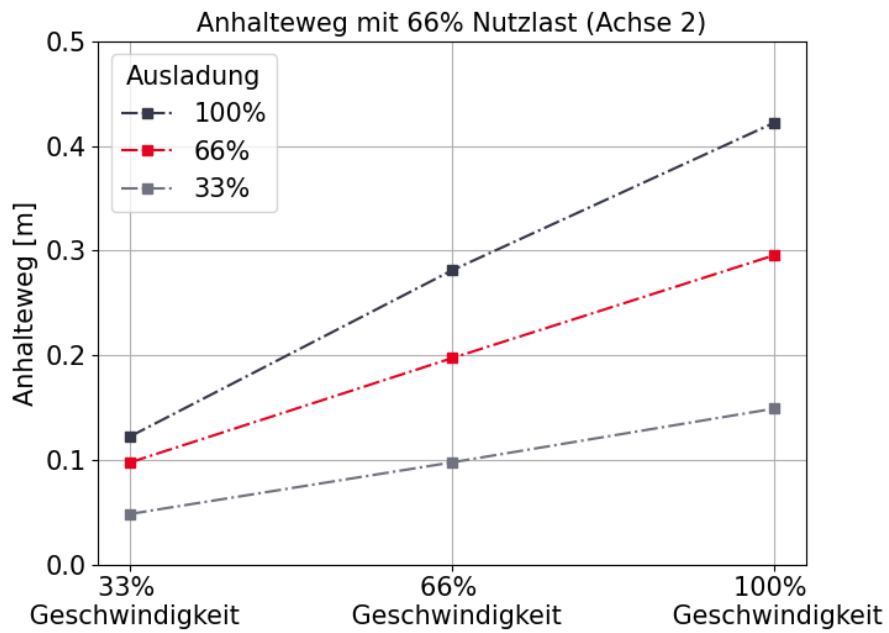
Stoppkategorie	Prozesssicherheitszeit [ms]
SS0	1091
SS1	1014
SS2	10

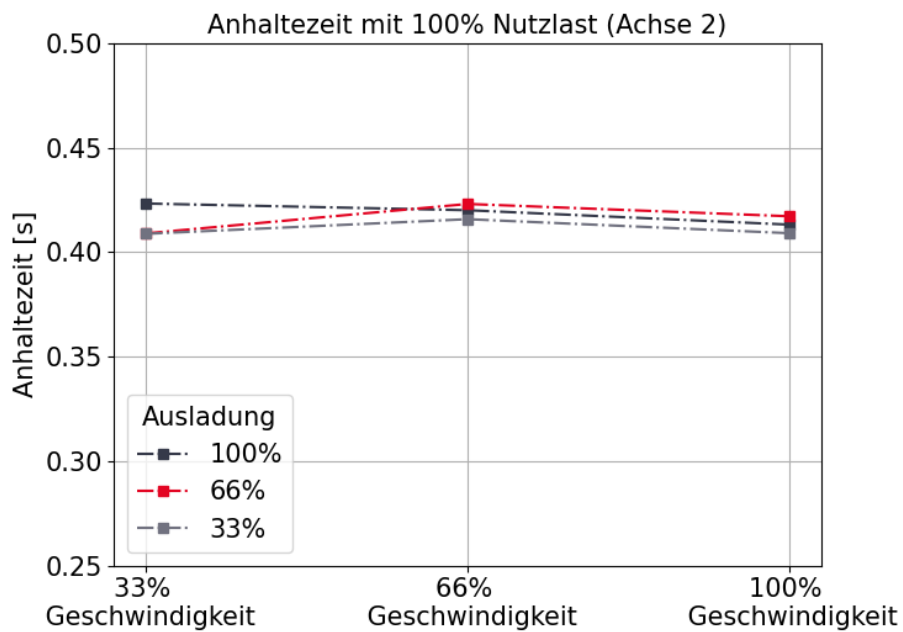
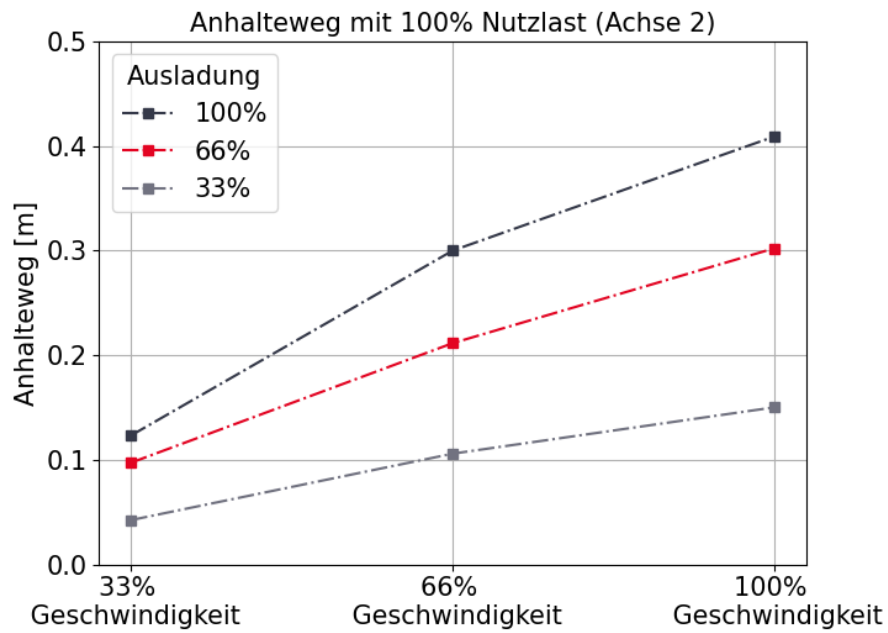


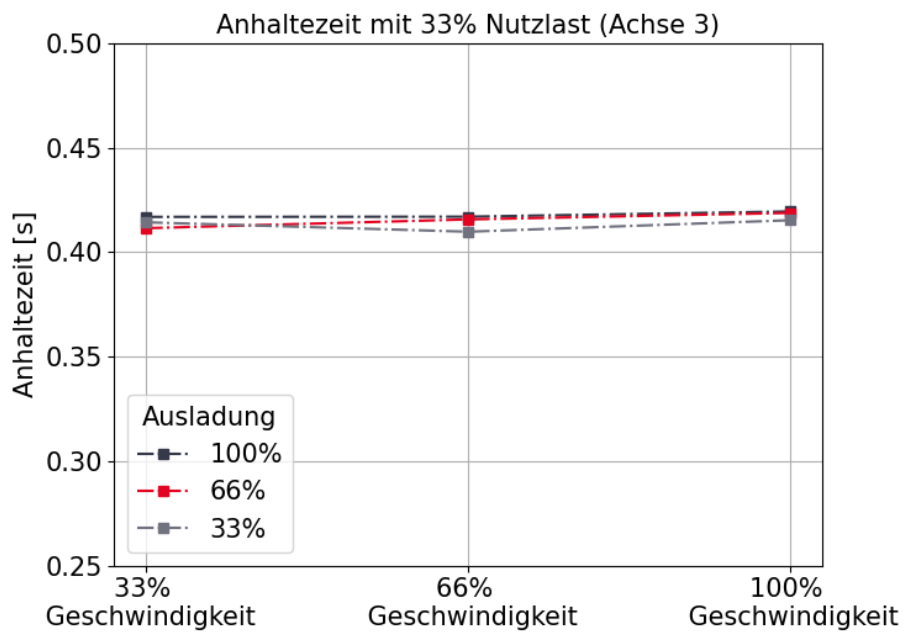
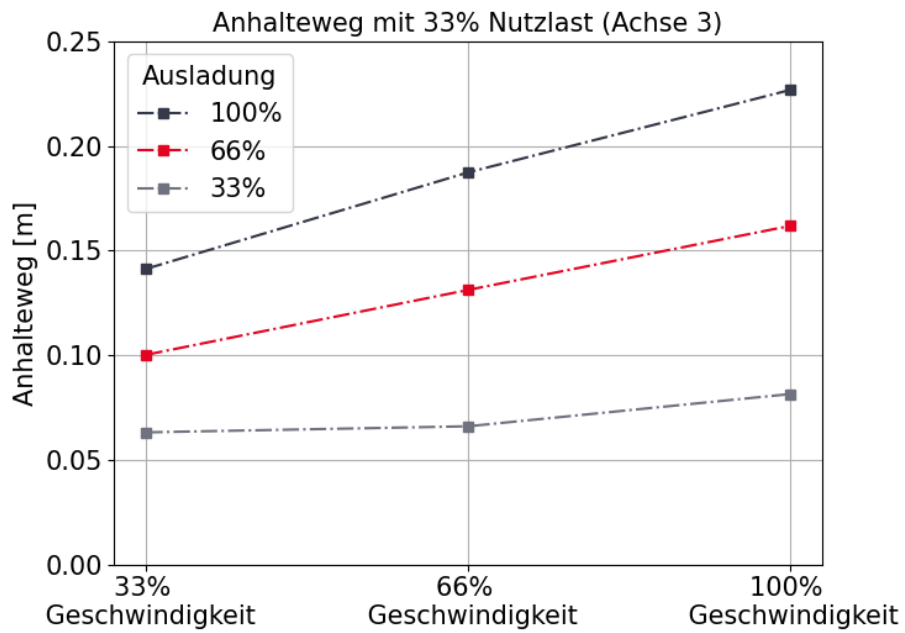


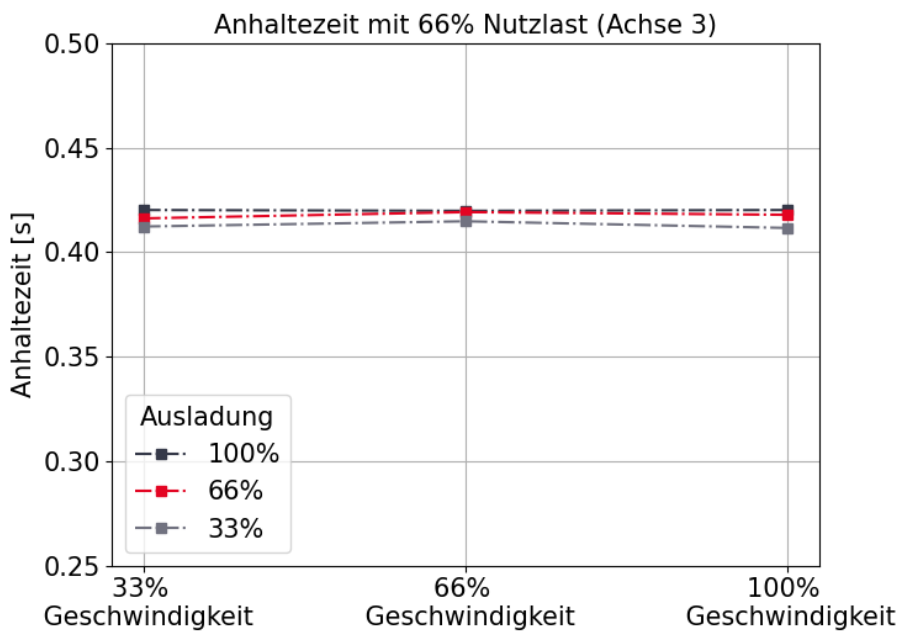
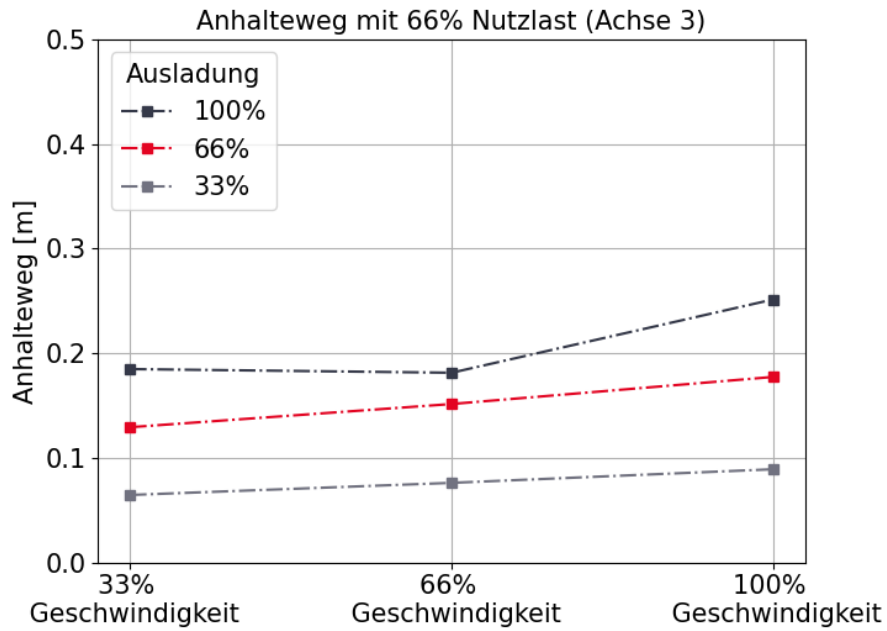


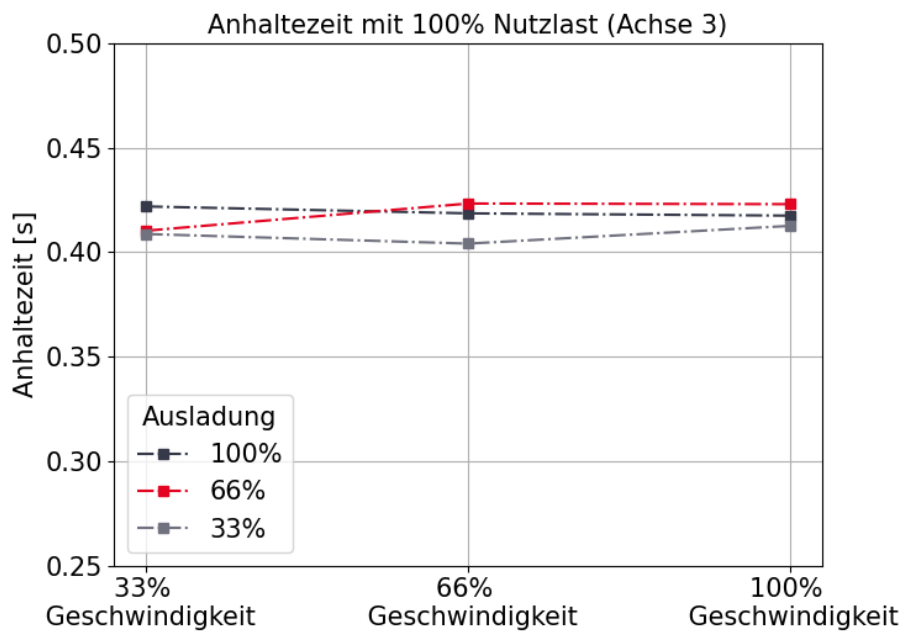
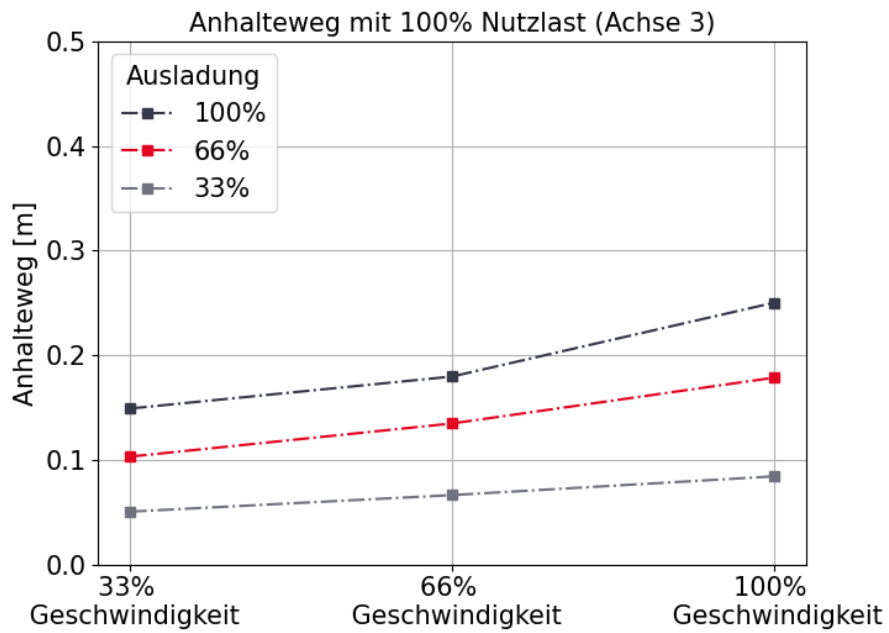












C EtherCAT-Kommunikation

Unser Produkt Yu 5 Industrial nutzt sowohl die EtherCAT- als auch die FSoE-Technologie für die **interne** Kommunikation und für die sichere Kommunikation.



Abb. 106 Logo "EtherCAT"* und Logo "Safety over EtherCAT"*

* EtherCAT® und Safety over EtherCAT® sind eingetragene Marken und patentierte Technologien, lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland.





D Einbauerklärung

Die Einbauerklärung befindet sich hier:

www.agile-robots.com/en/robotic-solutions/hardware/yu-5-industrial





E Zertifikate

Die Zertifikate von TÜV SÜD Rail GmbH und TÜV SÜD Product Service GmbH und das EMV-Zertifikat befinden sich hier:

www.agile-robots.com/en/robotic-solutions/hardware/yu-5-industrial