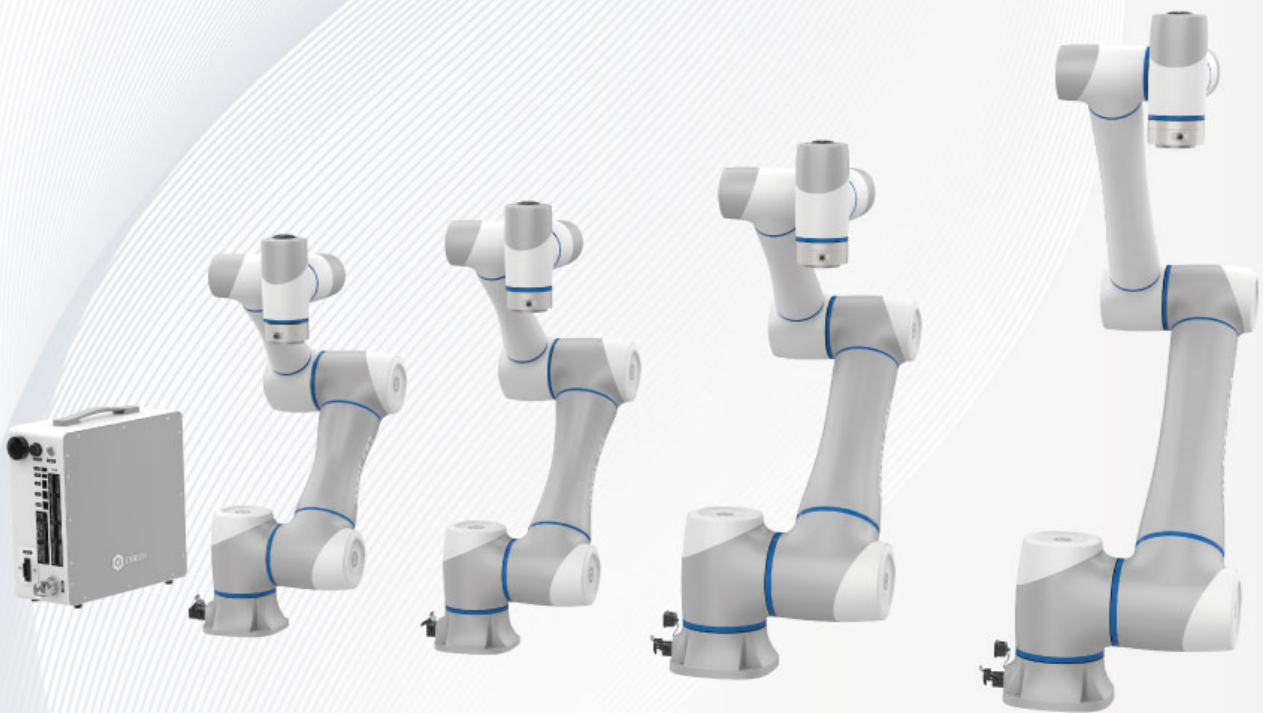




DOBOT CRA Serie

Hardware-Benutzerhandbuch



Übersetzung der Originalanleitung (DE)

Ausgabe: V3.3

Datum: 06.08.2026

SHENZHEN DOBOT CORP LTD | China

Copyright © SHENZHEN DOBOT CORP LTD 2023–2026. Alle Rechte vorbehalten.

Ohne vorherige schriftliche Genehmigung der SHENZHEN DOBOT CORP LTD (nachfolgend „DOBOT“ genannt) darf kein Teil dieses Dokuments in jeglicher Form oder durch irgendwelche Mittel vervielfältigt oder weitergegeben werden.

Haftungsausschluss

Soweit gesetzlich zulässig, werden die in diesem Dokument beschriebenen Produkte (einschließlich Hardware, Software, Firmware etc.) in ihrem aktuellen Zustand („AS IS“) bereitgestellt und können Fehler oder Mängel aufweisen. DOBOT gibt ausdrücklich keine Zusicherungen oder Garantien jeglicher Art, weder ausdrücklich noch stillschweigend, einschließlich – aber nicht beschränkt auf – Marktgängigkeit, Qualitätszufriedenheit, Eignung für einen bestimmten Zweck oder Nichtverletzung von Rechten Dritter. DOBOT haftet unter keinen Umständen für besondere, zufällige, Folgeschäden oder indirekte Schäden, die durch die Verwendung unserer Produkte oder Dokumentation entstehen.

Vor der Produktnutzung müssen Anwender dieses Dokument sowie relevante Online verfügbare technische Unterlagen vollständig lesen und verstehen, um den Roboter nur bei fundiertem Fachwissen einzusetzen. Dieses Dokument sollte stets unter fachkundiger Anleitung verwendet werden. Selbst bei Befolgung dieser Anleitung können während des Betriebs Schäden oder Verluste auftreten. DOBOT übernimmt keine Gewähr für die Vollständigkeit oder Richtigkeit der in diesem Dokument enthaltenen Sicherheitsinformationen.

Der Nutzer ist verantwortlich für die Einhaltung aller einschlägigen nationalen Gesetze und Vorschriften, um bei der Roboternutzung keine schwerwiegenden Gefährdungen zu verursachen.

SHENZHEN DOBOT CORP LTD

Adresse: Room 1003, Building 2, Chongwen Garden, Nanshan iPark, Liuxian Blvd, Nanshan District, Shenzhen, Guangdong Province, China

Website: <https://de.dobot-robots.com>

DOBOT Europe GmbH

Adresse: Waldeckerstraße 11, 64546 Mörfelden-Walldorf

Kontakt: Lang Xulin, lang@dobot-robots.com

Vorwort

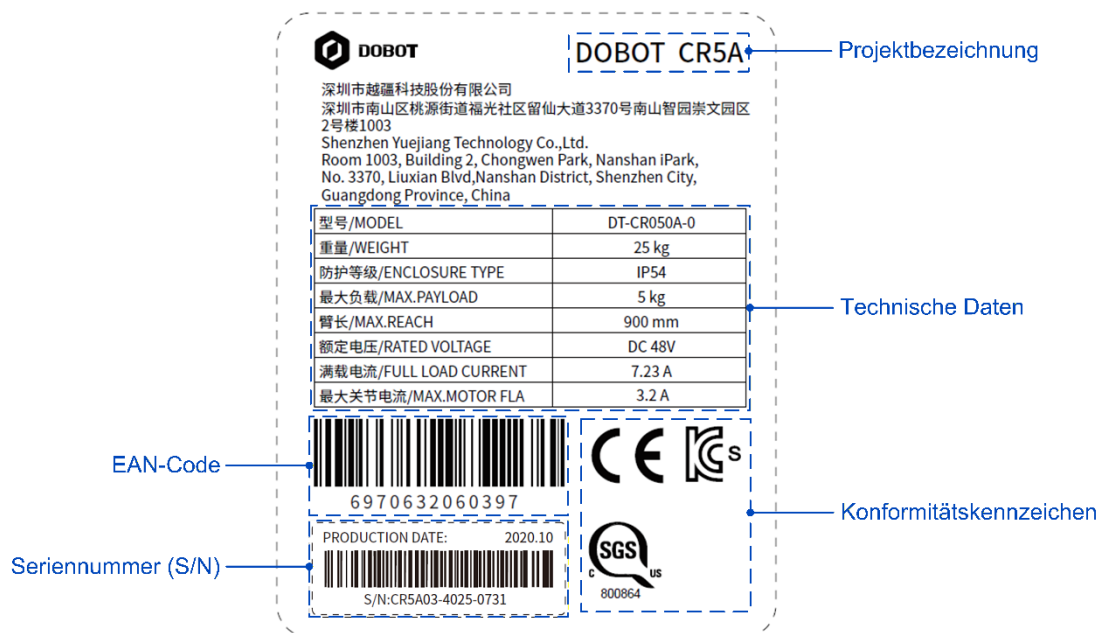
Dieses Dokument beschreibt die Funktionen, technischen Spezifikationen und Installationsanleitungen für die DOBOT CRA/CRAF-Serienroboter, um Anwendern die vollständige Nutzung zu ermöglichen.

Anwendungsbereich

Roboterarme:

- DOBOT CR3A
- DOBOT CR5A
- DOBOT CR7A
- DOBOT CR10A
- DOBOT CR12A
- DOBOT CR16A
- DOBOT CR20A
- DOBOT CR5AF
- DOBOT CR10AF
- DOBOT CR20AF
- DOBOT CR6AL
- DOBOT CR16AL
- DOBOT CR30A

Das Modell des Roboterarms finden Sie in der rechten oberen Ecke des Typenschilds auf der Roboterbasis. Die folgende Abbildung zeigt CR5A als Beispiel.



Schaltschrank:

- DOBOT CC262
- DOBOT CC263

Die Informationen zum Schaltschrank finden Sie auf dem Typenschild. Die folgende Abbildung zeigt CC262 als Beispiel.



DOBOT CC262 — Projektbezeichnung

深圳市越疆科技股份有限公司
 深圳市南山区桃源街道福光社区留仙大道3370号南山智园崇文园区2号楼1003
 Shenzhen Yuejiang Technology Co., Ltd.
 Room 1003, Building 2, Chongwen Park, Nanshan iPark, No. 3370, Liuxian Blvd, Nanshan District, Shenzhen City, Guangdong Province, China

型号/ 型号/ MODEL/ 모델명	DT-CC262-0A
重量/ 重量/ WEIGHT/ 무게	9.5 kg
防护等级/ 防護等級/ ENCLOSURE TYPE / 보호레벨	IP20
最大功率/ 最大功率/ MAXIMUM POWER/ 최대 전력	680W
输入电压/ 輸入電壓/ INPUT VOLTAGE / 입력 전압	1PHASE AC 100V~240V
输入频率/ 輸入頻率/ INPUT FREQUENCY/ 입력 주파수	50/60 Hz
短路电流额定值/ 短路電流額定值/ SCCR/ 단락 전류 정격	100A

— Technische Daten

中国製造 Made in China 中國製造

6 9 7 0 6 3 2 0 6 0 3 6 6

— EAN-Code

PRODUCTION DATE: 2020.10

S/N: CC26203-05A-4025-0731

— Seriennummer (S/N)

020-240050

本產品內含模組
CCAP24Y10060T8

— Konformitätskennzeichen und -erklärung

CE

SGS

FCC ID: 2AHL4-CC2630A
IC: 24455-CC2630A

CAN ICES-003(A)/NMB-003(A)
 This device complies with Part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) this device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Wichtiger Sicherheitshinweis

Bei dem Roboter handelt es sich um eine unvollständige Maschine. Daher ist für das integrierte Gesamtsystem eine Risikobeurteilung durchzuführen. Bitte halten Sie sich strikt an alle Sicherheitsvorschriften in Kapitel 1.

Zielgruppe

Dieses Dokument richtet sich an:

- Kunden
- Vertriebsingenieure
- Installations- und Inbetriebnahmeingenieure
- Technische Supportingenieure

Verwandte Dokumente

Dokument	Beschreibung	Download-Link
DobotStudio Pro Benutzerhandbuch	Erläutert die Bedienung der Robotersteuerungssoftware DobotStudio Pro.	Besuchen Sie die offizielle DOBOT-Website, klicken Sie auf „Support > Download-Center“ und suchen Sie entweder nach dem Dokumentnamen oder filtern Sie nach der Produktserie.
DOBOT TCP/IP Remote-Schnittstellenleitfaden	Beschreibt die Verwendung der TCP/IP-basierten Entwicklungsschnittstelle. Neben dem Dokument sind auch mehrsprachige DEMOs auf GitHub verfügbar: GitHub Repository .	
DOBOT Bus-Kommunikationsprotokoll Leitfaden (EtherNetIP_Profinet)	Führt in die Buskommunikationsfunktionen (EtherNetIP/Profinet) des Roboters ein.	
DOBOT Cobot Teach Pendant Benutzerhandbuch	Erläutert die Einrichtung und Bedienung des DOBOT Teach Pendants als Zubehör für kollaborative Roboter.	
DOBOT VX500 Smart Camera Benutzerhandbuch	Erläutert die Einrichtung und Bedienung der VX500 Smart Camera als Zubehör für DOBOT CRA-Serienroboter.	

Änderungshistorie

Datum	Version	Geänderter Inhalt
06.08.2026	V3.3	- Erhöhung der funktionalen Sicherheit und der geltenden Standards - Sonstige Inhaltsoptimierungen.
04.03.2026	V3.2	- Neue Roboterarm-Modelle CR6AL, CR16AL, CR30A mit zugehörigen Beschreibungen hinzugefügt. - Beschreibung der Dioden ergänzt. - Sonstige Inhaltsoptimierungen.
15.01.2026	V3.1	Aktualisierung der deutschen Übersetzung auf Basis der englischen Originalversion 3.1.
27.09.2023	V1.0	Erste Ausgabe.

Symbolerklärungen

Die in diesem Dokument verwendeten Symbole sind wie folgt definiert:

Symbol	Beschreibung
 GEFAHR	Weist auf eine Gefahr mit einem großen Risiko hin, die wenn nicht vermieden, zum Tode oder zu ernsthaften Verletzungen führen kann.
 WARNUNG	Weist auf eine Gefahr mit einem mittleren Risiko hin, die wenn nicht vermieden, zu geringfügigen oder mittelmäßigen Verletzungen und zu Schäden am Roboterarm führen kann.
 ACHTUNG	Weist auf eine potenzielle Gefahrensituation hin, die wenn nicht vermieden, zu Schäden am Roboterarm, Datenverlust oder unerwarteten Ergebnissen führen kann.
 HINWEIS	Bietet zusätzliche Informationen zur Verdeutlichung oder Ergänzung wichtiger Punkte des Haupttexts.

Anleitung zur Nutzung dieses Handbuchs

Phase	Beschreibung	Referenzabschnitt
Sicherheitsschulung	Vor Installation und Betrieb des Roboters den Sicherheitsabschnitt vollständig lesen und die angegebenen Sicherheitsvorschriften strikt befolgen.	1. Sicherheit

Phase	Beschreibung	Referenzabschnitt
Produktverständnis	Die Komponenten, Funktionen und technischen Spezifikationen des Produkts verstehen.	2. Produkteinführung 3. Produktmerkmale Anhang Technische Spezifikationen
Planung	Raumplanung: Die mechanischen Spezifikationen des Roboterarms und des Schaltschranks sowie die Installationsumgebungsanforderungen verstehen. Den Installationsraum unter Berücksichtigung der mechanischen Spezifikationen und der Montagemethode des Endeffektors planen.	4. Mechanische Spezifikationen 7.1 Installationsumgebung
	Elektroplanung: Die relevanten Abschnitte lesen, um die Funktion und Position der elektrischen Schnittstellen des Roboters zu verstehen. Die elektrischen Anschlüsse und Verdrahtung planen.	5. Elektrische Eigenschaften
Installation	Den Roboter auspacken.	7.2 Auspacken
	Roboterarm und Schaltschrank zu den jeweiligen Installationsorten transportieren.	6. Transport
	Roboterarm, Schaltschrank und Endeffektor installieren.	4. Mechanische Spezifikationen 7.3 Roboterinstallation
	Den Roboter anschließen.	5. Elektrische Eigenschaften 7.4 Kabelverbindung
Einschalten und Betrieb	Roboter einschalten und gemäß der DobotStudio Pro-Benutzerhandbuch konfigurieren und nutzen.	7.5 Einschalten und Inbetriebnahme
Wartung und Pflege	Regelmäßige Wartung und Pflege des Roboters durchführen, wobei die Sicherheitshinweise strikt zu beachten sind.	8. Wartung und Pflege
Entsorgung	Die Anweisungen in diesem Dokument zur Deaktivierung und Entsorgung des Roboters befolgen.	9. Entsorgung und Umweltschutz

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	ii
1. Sicherheit.....	1
1.1 Haftung.....	1
1.1.1 Haftung und Vorschriften	1
1.1.2 Haftungsbeschränkung.....	1
1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung.....	2
1.3 Risikobeurteilung.....	2
1.4 Risikobeurteilung vor der Inbetriebnahme.....	3
1.5 Sicherheitswarnzeichen	4
1.6 Allgemeine Sicherheitshinweise	5
1.7 Persönliche Sicherheit	10
1.8 Restrisiken	10
1.9 Notfallsituationen.....	12
1.9.1 Not-Halt-Einrichtung	12
1.9.2 Wiederinbetriebnahme nach Not-Halt	12
1.9.3 Personenrettung in Notfallsituationen	12
2. Produkteinführung.....	14
2.1 Übersicht	14
2.2 Roboterarme	15
2.2.1 Aufbau.....	15
2.2.2 Endtasten und Statusleuchten.....	17
2.2.3 Werkzeugflansch-Tasten und -Statusleuchte	20
2.2.4 Kraftsensor-Erfassungsbereich	22
2.3 Schaltschrank.....	22
2.4 Bedienterminal	23
3. Produktmerkmale.....	25
3.1 Koordinatensysteme	25
3.1.1 Gelenkkkoordinatensystem	25
3.1.2 Benutzerkoordinatensystem	25
3.1.3 Werkzeugkoordinatensystem	26
3.1.4 Sechsdimensionales Kraftkoordinatensystem	27
3.2 Nullstellung (Home-Posture).....	27
3.3 Singularitäten	28
3.3.1 Schulteringularität	28
3.3.2 Ellbogensingularität	29
3.3.3 Handgelenkssingularität	29
3.3.4 Empfehlungen zur Vermeidung von Singularitäten	30
3.4 Not-Halt-Zeit und -weg.....	30
4. Mechanische Spezifikationen	32
4.1 Mechanische Spezifikationen CR3A.....	32
4.1.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR3A.....	32
4.1.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR3A).....	33
4.1.3 Endflansch-Abmessungen CR3A.....	33
4.1.4 CR3A Lastdiagramm für den Endeffektor.....	34
4.2 Mechanische Spezifikationen CR5A.....	35
4.2.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR5A.....	35
4.2.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR5A).....	36
4.2.3 Endflansch-Abmessungen CR5A.....	36
4.2.4 CR5A Lastdiagramm für den Endeffektor.....	37
4.3 Mechanische Spezifikationen CR7A.....	38
4.3.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR7A.....	38
4.3.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR7A).....	39

4.3.3	Endflansch-Abmessungen CR7A.....	39
4.3.4	CR7A Lastdiagramm für den Endeffektor.....	40
4.4	Mechanische Spezifikationen CR6AL.....	42
4.4.1	Abmessungen und Arbeitsraum CR6AL.....	42
4.4.2	Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR6AL).....	43
4.4.3	Endflansch-Abmessungen CR6AL.....	43
4.4.4	CR6AL Lastdiagramm für den Endeffektor.....	44
4.5	Mechanische Spezifikationen CR10A.....	45
4.5.1	Abmessungen und Arbeitsraum CR10A.....	45
4.5.2	Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR10A).....	46
4.5.3	Endflansch-Abmessungen CR10A.....	46
4.5.4	CR10A Lastdiagramm für den Endeffektor.....	47
4.6	Mechanische Spezifikationen CR12A.....	48
4.6.1	Abmessungen und Arbeitsraum CR12A.....	48
4.6.2	Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR12A).....	49
4.6.3	Endflansch-Abmessungen CR12A.....	49
4.6.4	CR12A Lastdiagramm für den Endeffektor.....	50
4.7	Mechanische Spezifikationen CR16A.....	51
4.7.1	Abmessungen und Arbeitsraum CR16A.....	51
4.7.2	Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR16A).....	52
4.7.3	Endflansch-Abmessungen CR16A.....	52
4.7.4	CR16A Lastdiagramm für den Endeffektor.....	53
4.8	Mechanische Spezifikationen CR16AL.....	54
4.8.1	Abmessungen und Arbeitsraum CR16AL.....	54
4.8.2	Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR16AL).....	55
4.8.3	Endflansch-Abmessungen CR16AL.....	55
4.8.4	CR16AL Lastdiagramm für den Endeffektor	56
4.9	Mechanische Spezifikationen CR20A.....	57
4.9.1	Abmessungen und Arbeitsraum CR20A.....	57
4.9.2	Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR20A).....	58
4.9.3	Endflansch-Abmessungen CR20A.....	58
4.9.4	CR20A Lastdiagramm für den Endeffektor.....	59
4.10	Mechanische Spezifikationen CR30A.....	60
4.10.1	Abmessungen und Arbeitsraum CR30A.....	60
4.10.2	Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR30A).....	61
4.10.3	Endflansch-Abmessungen CR30A.....	61
4.10.4	CR30A Lastdiagramm für den Endeffektor.....	62
4.11	Mechanische Spezifikationen CR5AF	63
4.11.1	Abmessungen und Arbeitsraum CR5AF	63
4.11.2	Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR5AF)	64
4.11.3	Endflansch-Abmessungen CR5AF.....	64
4.11.4	CR5AF Lastdiagramm für den Endeffektor	65
4.12	Mechanische Spezifikationen CR10AF	66
4.12.1	Abmessungen und Arbeitsraum CR10AF	66
4.12.2	Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR10AF)	67
4.12.3	Endflansch-Abmessungen CR10AF.....	67
4.12.4	CR10AF Lastdiagramm für den Endeffektor	68
4.13	Mechanische Spezifikationen CR20AF	69
4.13.1	Abmessungen und Arbeitsraum CR20AF	69
4.13.2	Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR20AF)	70
4.13.3	Endflansch-Abmessungen CR20AF.....	70
4.13.4	CR20AF Lastdiagramm für den Endeffektor	71
4.14	Schaltschrank-Abmessungen	71
4.14.1	Abmessungen CC262.....	71
4.14.2	Abmessungen CC263.....	72
5.	Elektrische Eigenschaften	73

5.1	Elektrische Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen.....	73
5.2	Schnittstellen des Schaltschranks	74
5.2.1	Übersicht.....	74
5.2.2	Teach Pendant- und Not-Halt-Schnittstelle	76
5.2.3	E/A-Schnittstellenfeld.....	77
5.2.4	E/A-Schnittstellen-Stromversorgung	79
5.2.5	Digitale E/A-Schnittstelle	80
5.2.6	Analoge E/A-Schnittstelle	84
5.2.7	Fernschalter-Schnittstelle	86
5.2.8	Encoder-Schnittstelle.....	87
5.2.9	RS485-Schnittstelle	88
5.2.10	Sicherheits-E/A-Schnittstelle	88
5.3	Roboterarm-Schnittstelle	96
5.3.1	Hochlast-Schnittstelle	96
5.3.2	Werkzeug-E/A-Schnittstelle.....	97
6.	Transport.....	102
6.1	Transport-Hinweise	102
6.2	Handhabung außerhalb der Verpackung.....	102
7.	Installation und Betrieb	104
7.1	Installationsumgebung	104
7.2	Auspacken	104
7.3	Roboterinstallation	105
7.3.1	Anforderungen an die Installationsplattform.....	105
7.3.2	Roboterarm-Installation	106
7.3.3	Schaltschrank-Installation.....	107
7.3.4	Schutzhaube-Installation (optional)	108
7.3.5	Montage des Endwerkzeugs	110
7.4	Kabelanschluss	110
7.5	Einschalten und Inbetriebnahme	112
8.	Wartung und Pflege	114
8.1	Sicherheitshinweise	114
8.2	Roboterwartung.....	115
9.	Entsorgung und Umweltschutz	117
10.	Garantie	118
10.1	Produktgarantie.....	118
10.2	Haftungsausschluss	118
11.	Compliance Statements	119
11.1	FCC Compliance Statements	119
11.2	ISED Compliance Statements	120
Anhang	Technische Spezifikationen.....	121
Anhang A:	Technische Spezifikationen der Roboter	121
Tabelle 1:	CR3/5/7A	121
Tabelle 2:	CR10/12/16A	123
Tabelle 3:	CR6/16AL	125
Tabelle 4:	CR20/30A	127
Tabelle 5:	CR5/10/20AF	129
Anhang B:	Technische Spezifikationen des Schaltschranks	132
Anhang C	Funktionale Sicherheit.....	134
C.1	Sicherheitsanforderungen	134
C.2	Stopp-Kategorien.....	134
C.3	Übersicht.....	134
C.4	Detaillierte Beschreibung.....	136
Anhang D	Anwendbare Normen.....	139

1. Sicherheit

1.1 Haftung

1.1.1 Haftung und Vorschriften

Die Informationen in diesem Dokument umfassen nicht die Konzeption, Installation oder den Betrieb eines kompletten Robotersystems, noch betreffen sie sämtliche Peripheriegeräte, die die Sicherheit des Gesamtsystems beeinflussen könnten. Das vollständige System muss gemäß den Sicherheitsanforderungen der Normen und Vorschriften des Landes, in dem der Roboter installiert wird, geplant und montiert werden.

Die Integratoren von DOBOT sind dafür verantwortlich, dass die im jeweiligen Land geltenden Sicherheitsgesetze und -vorschriften eingehalten werden und dass etwaige erhebliche Gefährdungen in der vollständigen Roboteranwendung beseitigt werden. Dazu gehören insbesondere, jedoch nicht ausschließlich:

- Durchführung einer Risikobewertung für das gesamte Robotersystem.
- Einbau von Sicherheitsvorrichtungen und -mechanismen auf Grundlage der Risikobeurteilung, einschließlich – aber nicht beschränkt auf – den Aufbau einer ordnungsgemäßen Sicherheitsschaltung zur Realisierung eines sicheren Stopps.
- Einrichtung der entsprechenden Sicherheitseinstellungen in der Software.
- Sicherstellung, dass der Benutzer keine Sicherheitsmaßnahmen verändert.
- Validierung, dass das gesamte Robotersystem korrekt konzipiert und installiert wurde.
- Erstellung von Gebrauchsanweisungen.
- Anbringung relevanter Hinweisschilder und Kontaktinformationen des Integrators am Roboter.
- Archivierung relevanter technischer Unterlagen.

1.1.2 Haftungsbeschränkung

Die in diesem Dokument enthaltenen Sicherheitshinweise stellen keine Garantieerklärung von DOBOT dar. Selbst bei Befolgung aller Sicherheitsanweisungen kann der Roboter zu Verletzungen oder Sachschäden führen.

1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die DOBOT CRA/CRAF-Serienroboter sind kollaborative Roboter, die ausschließlich für den allgemeinen industriellen Einsatz bestimmt sind, beispielsweise zum Bearbeiten oder Transportieren von Produkten oder Teilen mittels Endeffektoren.

Die DOBOT CRA/CRAF-Serienroboter sind mit speziellen Sicherheitsmechanismen ausgestattet, einschließlich einer Kollisionserkennung. Diese Mechanismen sind speziell für die Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) konzipiert, jedoch nur für ungefährliche Anwendungen nach durchgeführter Risikobeurteilung vorgesehen. Hierbei muss durch anwendungsspezifische Risikobeurteilungen nachgewiesen werden, dass Werkzeuge, Produkte, die Umgebung und andere Maschinen kein erhebliches Risiko darstellen.

Jede von der bestimmungsgemäßen Verwendung abweichende Nutzung oder Anwendung gilt als unzulässiger Fehlgebrauch. Dies schließt Folgendes ein, ist jedoch nicht darauf beschränkt:

- Einsatz in potenziell explosionsfähiger Atmosphäre.
- Einsatz im Vakuum.
- Verwendung zum Transport von Personen oder Tieren.
- Einsatz in lebenskritischen Anwendungen.
- Betrieb ohne vorherige Durchführung einer Risikobeurteilung.
- Betrieb außerhalb der spezifizierten Grenzwerte.
- Verwendung als Kletterhilfe.
- Unterwasserarbeiten verboten.

1.3 Risikobeurteilung

Da es sich bei dem Roboter um eine unvollständige Maschine handelt, ist der Integrator für die Durchführung einer Risikobeurteilung des Gesamtsystems nach der Integration verantwortlich. Es wird empfohlen, dass der Integrator die Risikobeurteilung auf Grundlage der Normen ISO 12100 und ISO 10218-2 durchführt und sich zur Integrationsunterstützung auf die Technische Spezifikation ISO/TS 15066 bezieht.

Die Risikobeurteilung muss alle Arbeitsabläufe während des gesamten Lebenszyklus des Roboters berücksichtigen, einschließlich – aber nicht beschränkt auf:

- Das Einlernen des Roboters während des Aufbau- und Entwicklungsprozesses.
- Wartung und Reparaturen.
- Installation des Roboters.

Die Risikobeurteilung muss vor dem ersten Einschalten des Roboters abgeschlossen sein und sowohl die Bestätigung der Sicherheitsfunktionseinstellungen als auch die Bewertung etwaig erforderlicher zusätzlicher Not-Halt-Taster oder anderer Schutzmaßnahmen umfassen.

Bei der Durchführung der Risikobeurteilung sollte der Integrator folgende Sicherheitsfunktionen besonders beachten:

- Empfindlichkeitseinstellungen der Kollisionserkennung: Begrenzung der bei einer Kollision zwischen Roboter und Bediener ausgeübten Kraft.
- Roboter- und Werkzeugpositionsbegrenzungen: Reduzierung des Risikos, dass Roboter oder Werkzeuge mit dem Bediener kollidieren – insbesondere in empfindlichen Körperbereichen wie Kopf und Hals.

- Geschwindigkeitsbegrenzung: Begrenzung der Betriebsgeschwindigkeit des Roboters zur Risikominderung.

Der Integrator muss Berechtigungen und Passwörter festlegen, um unbefugte Änderungen an den Sicherheitsfunktionskonfigurationen zu verhindern.

Bei der Risikobeurteilung für kollaborative Roboteranwendungen muss der Integrator potenzielle Kollisionsrisiken durch menschliches Fehlverhalten berücksichtigen, darunter:

- Die Schwere möglicher Kollisionen.
- Die Wahrscheinlichkeit möglicher Kollisionen.
- Die Möglichkeit, möglichen Kollisionen auszuweichen.

Sofern der Roboter in einer nicht-kollaborativen Anwendung installiert wird, bei der seine integrierten Sicherheitsfunktionen Sicherheitsrisiken nicht wirksam beseitigen können (z. B. bei Verwendung gefährlicher Werkzeuge), muss der Integrator in der Risikobeurteilung den Einbau zusätzlicher Schutzmaßnahmen (z. B. Schutzeinrichtungen oder Sicherheits-Laserscanner) prüfen.

Der Integrator muss potenzielle Risiken berücksichtigen, einschließlich – aber nicht beschränkt auf:

1. Schnittverletzungen durch scharfe Kanten und Spitzen an Endeffektoren oder deren Anschlüssen.
2. Schnittverletzungen durch scharfe Kanten und Spitzen an Hindernissen im oder nahe dem Arbeitsraum des Roboters.
3. Abschürfungen durch Kontakt mit dem Roboter.
4. Verstauchungen oder Knochenbrüche infolge von Kollisionen zwischen schweren Lasten am Roboterende und harten Oberflächen.
5. Folgen gelockerter Befestigungsschrauben am Roboter oder Endeffektor.
6. Folgen herabfallender Gegenstände vom Endeffektor.
7. Folgen des versehentlichen Betätigens des Not-Halt-Tasters anderer Geräte.
8. Folgen unbefugter Änderungen an den Sicherheitsfunktionskonfigurationen.

Informationen zur Not-Halt-Zeit und -Distanz finden Sie im Abschnitt [Not-Halt-Zeit und -Distanz](#).

1.4 Risikobeurteilung vor der Inbetriebnahme

Bevor der Roboter erstmals genutzt oder nach jeglichen Änderungen eingesetzt wird, müssen Prüfungen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass alle Sicherheitseingänge und -ausgänge korrekt angeschlossen und funktionsfähig sind:

1. Prüfen, ob der Not-Halt-Taster und der benutzerseitige Not-Halt-Eingang einen Not-Halt auslösen können.
2. Prüfen, ob der Schutz-Stopp-Eingang die Bewegung des Roboters anhalten kann. Falls ein Schutz-Stopp-Rücksetz-Eingang konfiguriert ist, prüfen, ob dieser Eingang aktiviert sein muss, bevor der Roboter den Betrieb wieder aufnehmen kann.
3. Falls ein reduzierter Betriebsart-Eingang konfiguriert ist, prüfen, ob dieser Eingang den Roboter in den reduzierten Modus (geschwindigkeitsreduzierten Betrieb) schalten kann.
4. Falls optional ein Teach Pendant ausgestattet und der Dreistellung-Freigabeschalter

konfiguriert ist, prüfen, ob der Roboter nur dann freigegeben werden kann, wenn sich der Dreistellung-Schalter im Handbetrieb in der Mittelstellung befindet.

5. Prüfen, ob das an den Not-Halt-Statusausgang angeschlossene System die Ausgangsänderung erfassen und entsprechend reagieren kann.
6. Falls andere Sicherheitsausgänge konfiguriert sind, prüfen, ob die an die entsprechenden Ausgänge angeschlossenen Systeme die Ausgangsänderung erfassen und entsprechend reagieren können.

1.5 Sicherheitswarnzeichen

Die folgenden Sicherheitswarnzeichen können am Produkt angebracht sein. Ihre Bedeutungen sind:

Zeichen	Beschreibung
 GEFAHR	Kennzeichnet eine unmittelbare Gefahr mit hohem Risiko. Wenn sie nicht vermieden wird, kann sie zu Tod oder schweren Verletzungen führen.
 ELEKTRISCHE GEFAHR	Kennzeichnet eine potenziell gefährliche elektrische Situation. Wenn sie nicht vermieden wird, kann sie zu Verletzungen, Tod oder schweren Geräteschäden führen.
 HEIß 	Kennzeichnet eine potenziell gefährliche heiße Oberfläche. Berührung kann zu Personenschäden führen.
 WARNUNG	Kennzeichnet eine potenzielle Gefahr mit mittlerem oder niedrigem Risiko. Wenn sie nicht vermieden wird, kann sie zu leichten Personenschäden und Geräteschäden führen.
 ACHTUNG	Kennzeichnet ein potenzielles Risiko. Wenn es ignoriert wird, kann es zu Schäden am Roboterarm, Datenverlust oder unvorhersehbaren Ergebnissen führen.
 HINWEIS	Kennzeichnet einen Zustand, der, wenn er nicht vermieden wird, zu Personenschäden oder Geräteschäden führen kann. Bei mit diesen Zeichen gekennzeichneten Punkten können je nach spezifischer Situation unter Umständen erhebliche Folgen eintreten.

1.6 Allgemeine Sicherheitshinweise

Befolgen Sie die folgenden Sicherheitsanweisungen bei der ersten Inbetriebnahme und Nutzung des Roboters.

GEFAHR

- Das Roboterssteuerungssystem ist ein elektrisch betriebenes Gerät. Das Stromkreissystem darf nicht von Nicht-Fachpersonal modifiziert werden, da dies zu Roboterschäden oder Personenschäden führen kann.
- Bei der Bedienung des Roboters sind die lokalen Gesetze und Vorschriften strikt einzuhalten. Die in diesem Dokument beschriebenen Sicherheitsvorkehrungen dienen nur als Ergänzung zu den lokalen Sicherheitsstandards.
- Der Roboter ist nur innerhalb der spezifizierten Umgebungsbedingungen zu betreiben. Der Betrieb außerhalb der Nennspezifikationen und Lastbedingungen kann die Lebensdauer des Roboters verkürzen oder ihn sogar beschädigen.
- Stellen Sie sicher, dass der Roboter unter sicheren Bedingungen betrieben wird und sich keine gefährlichen Objekte in seiner Nähe befinden.
- Vermeiden Sie häufiges Ein- und Ausschalten der Stromversorgung des Roboters, da dies die Leistung der Hauptstromkreiskomponenten beeinträchtigen kann. Falls ein wiederholtes Ein-/Ausschalten notwendig ist, begrenzen Sie dies auf höchstens einmal pro Minute.

HEIß

Roboter und Schaltschrank erzeugen während des Betriebs Wärme. Bedienen oder berühren Sie den Roboterarm nicht während des Betriebs oder unmittelbar nach dessen Ende.

- Schalten Sie die Stromversorgung aus und warten Sie eine Stunde, bis der Roboter abgekühlt ist.
- Bringen Sie keine Finger in die wärmeerzeugenden Bereiche des Schaltschranks.

ACHTUNG

- Für Installation, Betrieb und Wartung der Anlage verantwortliches Personal muss vor der Handhabung eine gründliche Schulung absolvieren, alle Sicherheitsvorkehrungen vollständig verstehen und die richtigen Betriebs- und Wartungsverfahren beherrschen.
- Unbefugtes Personal ohne Fachausbildung darf die Anlage nicht demontieren oder reparieren. Im Falle einer Störung ist rechtzeitig der technische Support von DOBOT zu kontaktieren.

**ACHTUNG**

- Es sind tägliche Inspektionen und periodische Wartungen durchzuführen, defekte Komponenten umgehend auszutauschen, um den sicheren Betrieb der Anlage zu gewährleisten.
- Bei Außerbetriebnahme der Anlage sind die einschlägigen Vorschriften zur ordnungsgemäßen Entsorgung von Industrieabfällen zu beachten, um die Umwelt zu schützen.
- Im Arbeitsbereich des Roboters sind Sicherheitsmaßnahmen (z. B. Schutzzäune, Absperrbänder oder Warnlinien) einzurichten, um sicherzustellen, dass sich Personen bei laufendem oder startbarem Roboter außerhalb seiner Reichweite aufhalten.
- Das Betreten der durch die Risikobeurteilung definierten Sicherheitszone des Roboters oder das Berühren des Roboters während des Systembetriebs ist verboten.
- Der Roboter darf keinem dauerhaften Magnetfeld ausgesetzt werden, da starke Magnetfelder Schäden verursachen können.
- DOBOT übernimmt keine Haftung für Roboterschäden oder Personenschäden, die durch unsachgemäße Bedienung oder Nichtbefolgung der Produktgebrauchsanweisung verursacht werden.
- Hebevorgänge mit Lasthaken, Kranen oder ähnlichen Geräten müssen mit geeigneten, zuverlässigen Hebevorrichtungen durchgeführt werden und erfordern qualifiziertes oder vom Unternehmen gemäß lokaler Vorschriften autorisiertes Personal.
- Während des Transports ist sicherzustellen, dass sich innerhalb von 2 Metern um den Roboter keine Hindernisse befinden und Personen sich vom schwebenden Roboter fernhalten.
- DOBOT übernimmt keine Haftung für etwaige Schäden während des Transports und der Handhabung der Anlage.
- Vor der Verpackung ist sicherzustellen, dass sich der Roboter in der Verpackungsposition befindet und die Bremsen an allen Achsen funktionieren.
- Der Verpackungsbereich muss frei von Hindernissen sein, um im Notfall eine schnelle Evakuierung des Personals zu ermöglichen.
- Die Verpackung ist während des Transports fest zu sichern, um den Roboter stabil zu halten.
- Nach dem Entfernen der Außenverpackung ist sicherzustellen, dass der Roboter seine ursprüngliche Verpackungsposition beibehält und die Bremsen an allen Achsen funktionieren.
- Der Auspackbereich muss frei von Hindernissen sein, um im Notfall eine schnelle Evakuierung des Personals zu ermöglichen.
- Während des Debuggings ist sicherzustellen, dass sich keine Personen oder andere Geräte (einschließlich des zum Debuggen verwendeten Computers) im Gefahrenbereich der Maschine befinden.
- Tragen Sie bei Bedarf geeignete PSA, wie Schutzhelm, Sicherheitsschuhe (mit rutschfester Sohle), Gesichtsschutz, Schutzbrille und Handschuhe. Ungeeignete Kleidung kann zu Personenschäden führen.

**ACHTUNG**

- Betreten Sie den Arbeitsraum des Roboters nicht während des Betriebs, da dies zu Verletzungen des Roboters oder des Bedieners führen kann.
- Tritt eine Anomalie am Roboter auf, stellen Sie sicher, dass das System angehalten ist, bevor Sie eine Inspektion durchführen.
- Nach dem Debugging müssen Bediener das System zuerst im Handbetrieb testen. Erst nach Bestätigung der korrekten Funktion ist auf Automatikbetrieb umzuschalten.
- Alle suspendierten Sicherheitskonfigurationen müssen vor der Wahl des Automatikbetriebsmodus in vollem Funktionsumfang wiederhergestellt werden.
- Muss der Schaltschrank nach einem Stromausfall neu gestartet werden, ist der Roboter manuell in die Ausgangsposition des Automatikprogramms zurückzuführen, bevor der Automatikbetrieb fortgesetzt wird.
- Vor Wartungs-, Inspektions- oder Verkabelungsarbeiten ist die Stromversorgung allpolig zu trennen und ein „Stromlos“-Schild anzubringen. Unterlassung kann zu Elektroschock oder Personenschäden führen.
- Bei der Demontage von Roboter oder Schaltschrank sind die ESD-Vorschriften (Elektrostatische Entladung) zu beachten.
- Die Demontage des Netzteil-Systems im Schaltschrank ist zu vermeiden. Auch nach dem Ausschalten des Schaltschranks kann für mehrere Stunden hohe Spannung anliegen.
- Für Demontage und Reparatur des Roboters ist der technische Support von DOBOT zu kontaktieren.
- Wartungs- und Reparaturarbeiten dürfen nur von dafür beauftragtem Personal durchgeführt werden, ansonsten besteht Gefahr von Elektroschock oder Personenschäden.
- Wird die Bremse manuell gelöst, kann sich der Roboter aufgrund der Schwerkraft bewegen. Daher ist bei manueller Bremsenlösung für einen sicheren Halt des Roboters sowie aller angeschlossenen Werkzeuge oder Werkstücke zu sorgen.
- Muss die Stromversorgung bei zur Wartung/Inspektion geöffneter Schaltschranktür eingeschaltet sein, ist eine direkte Bestrahlung des Schaltschrank-Innenen durch starke Lichtquellen (z. B. Sonnenlicht, Scheinwerfer) zu vermeiden, da dies zu Funktionsstörungen oder Fehlern führen kann.
- Zum Schutz vor Elektroschock ist vor dem Austausch von Komponenten der Leistungsschalter auszuschalten und die Hauptstromversorgung zu trennen.
- Warten Sie mindestens fünf Minuten nach dem Trennen der Hauptstromversorgung, bevor Sie Komponenten austauschen.
- Der Komponentenaustausch muss durch autorisiertes Personal erfolgen.
- Der Roboter ist entsprechend den Normen für ISM-Geräte (Industrie, Wissenschaft, Medizin) ausgelegt und geprüft. In Haushalts- und Leichtindustri-Umgebungen kann er Funkstörungen verursachen, die Schutzmaßnahmen erfordern.

**ACHTUNG**

- Betreiben Sie den Roboter nicht in der Nähe starker Strahlungsquellen (z. B. ungeschirmte HF-Quellen), da dies den Normalbetrieb stören kann.
- Die maximale Betriebsgeschwindigkeit des Roboters ist werkseitig auf einen optimalen Wert eingestellt. Bei Bedarf einer Geschwindigkeitserhöhung wenden Sie sich bitte an den technischen Support von DOBOT. Eine unbefugte Änderung der Geschwindigkeitsbegrenzung kann zu übermäßigem Gelenkmoment und anderen Betriebsproblemen führen.

**WARNUNG**

- Vor der Bedienung der Anlage sind antistatische Kleidung und antistatische Handschuhe zu tragen.
- Es ist verboten, die Typenschilder, Anleitungen, Symbole oder Etiketten an der Anlage zu verändern oder zu entfernen.
- Vor der Inbetriebnahme der Anlage sind die Not-Halt-Einrichtungen zu lokalisieren und einzuprägen, um im Notfall ein sofortiges Anhalten des Roboters sicherzustellen. Die Not-Halt-Funktion entspricht der Kategorie Stop 1.
- Beim Umgang mit oder der Installation des Roboters ist Vorsicht geboten. Befolgen Sie die Anweisungen auf der Verpackung, setzen Sie den Roboter behutsam ab und positionieren Sie ihn gemäß den Pfeilmarkierungen, um Beschädigungen zu vermeiden.
- Zur Gewährleistung der Geräte- und Personensicherheit sind die mitgelieferten Kabel zu verwenden.
- Stellen Sie sicher, dass sowohl der Roboter als auch die Werkzeuge korrekt und sicher installiert sind.
- Stellen Sie sicher, dass der Roboter über ausreichend Bewegungsfreiheit verfügt.
- Ist der Roboter beschädigt, darf er nicht weiter verwendet werden.
- Jeder Aufprall setzt eine große Menge kinetischer Energie frei, die deutlich höher sein kann als bei Hochgeschwindigkeits- oder Hochlastoperationen.

1.7 Persönliche Sicherheit

Bei der Bedienung des Robotersystems sind die nachstehenden allgemeinen Vorsichtsmaßnahmen strikt zu befolgen, um die persönliche Sicherheit zu gewährleisten.

WARNUNG

- Die lokalen Gesetze oder Vorschriften hinsichtlich des maximalen Gewichts, das eine Person tragen darf, sind einzuhalten.
- Berühren Sie nicht die Verdrahtungsklemmen und demontieren Sie die Anlage nicht, solange diese unter Spannung steht, da dies zu einem Elektroschock führen kann.
- Stellen Sie sicher, dass die Anlage ordnungsgemäß geerdet ist. Andernfalls kann die persönliche Sicherheit gefährdet sein.
- Berühren Sie nicht die Stromanschlussklemmen und demontieren Sie keine internen Komponenten innerhalb von 10 Minuten nach dem Trennen des Roboters von der Stromversorgung, da Restspannung in den internen Kondensatoren einen Elektroschock verursachen kann.
- Selbst wenn der Netzschalter des Schaltschranks bereits auf „AUS“ steht, berühren oder demontieren Sie keine internen Komponenten, da Restspannung in den internen Kondensatoren einen Elektroschock verursachen kann.
- Tragen Sie keine weite Kleidung oder Schmuck, wenn Sie mit dem Roboter arbeiten. Binden Sie lange Haare hinter dem Kopf zusammen.
- Wenn der Roboter während des Gerätebetriebs bewegungslos erscheint, kann er sich in einem Bereitschaftszustand befinden und auf ein Startsignal warten. In solchen Fällen ist der Roboter weiterhin als aktiv zu betrachten. Nähern Sie sich dem Roboter nicht.

1.8 Restrisiken

Die Roboter von DOBOT durchlaufen ein rigoroses Sicherheitsdesign und entsprechende Tests. Eine Reihe von Sicherheitsmaßnahmen wurde implementiert, um die Risiken während Installation, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung zu minimieren. Dennoch können bestimmte Restrisiken verbleiben, die während des Betriebs mit Vorsicht zu handhaben sind:

- **Mechanische Kollision oder Quetschung:**
Unerwartete Kollisionen mechanischer Komponenten oder ein abnormales Greifen können während des Roboterbetriebs auftreten.
- **Gefahren durch Elektrizität:**
Risiken wie unbeabsichtigter Stromschlag können aufgrund von Kabelalterung oder ungeeigneten Installationsumgebungen auftreten.
- **Programmierfehler oder Kontrollverlust:**
Kommunikationsstörungen, fehlerhafte Parametereinstellungen oder unsachgemäße Integration mit anderer Ausrüstung können zu Abweichungen von den beabsichtigten Roboterbewegungen führen.
- **Menschliche Bedienfehler:**

Risiken, die durch die Nichteinhaltung von Betriebsvorschriften, unbefugte Parameteränderungen oder den Zutritt ungeschulten Personals in den Bewegungsbereich des Roboters verursacht werden.

Um die Restrisiken zu verringern, sollten während der Nutzung folgende empfohlene Praktiken befolgt werden:

- **Persönliche Schutzausrüstung tragen:**

Tragen Sie stets Sicherheitsausrüstung wie Schutzhelm, Schutzbrille und isolierende Handschuhe, insbesondere beim Betreten des Bewegungsbereichs des Roboters.

- **Arbeitsbereich absichern:**

Verwenden Sie Schutzeinrichtungen oder Warnschilder, um zu verhindern, dass unbefugtes Personal in den Betriebsbereich des Roboters gelangt.

- **Mit dem Not-Halt vertraut machen:**

Stellen Sie sicher, dass der Not-Halt-Taster stets leicht erreichbar ist, und betätigen Sie ihn im Notfall umgehend.

- **Regelmäßige Wartung durchführen:**

Führen Sie planmäßige Inspektionen aller Roboter-Komponenten gemäß Handbuch durch, um die einwandfreie Funktion sicherzustellen.

- **Nur autorisierte Nutzung:**

Roboter dürfen nur von geschultem und qualifiziertem Personal bedient werden. Unbefugte Änderungen von Parametern oder die Demontage von Komponenten sind strikt untersagt.

Beim Einsatz des Roboters ist stets strikt gemäß den Betriebsanleitungen und Sicherheitsrichtlinien vorzugehen. DOBOT übernimmt keine Haftung für Verluste, die aufgrund der Nichtbeachtung dieser Vorschriften entstehen.

1.9 Notfallsituationen

1.9.1 Not-Halt-Einrichtung

Im Notfall bewirkt das Betätigen des Not-Halt-Tasters das sofortige Anhalten aller Roboterbewegungen. Gemäß IEC 60204-1 und ISO 13850 sind Not-Halt-Einrichtungen keine Schutzeinrichtungen. Sie dienen als ergänzende Schutzmaßnahme und sind nicht dazu bestimmt, Verletzungen zu verhindern.

Basierend auf den Ergebnissen der Risikobeurteilung für das Robotersystem können zusätzliche Not-Halt-Taster angeschlossen werden. Der Not-Halt-Taster muss der Norm IEC 60947-5-5 entsprechen.

1.9.2 Wiederinbetriebnahme nach Not-Halt

Der Not-Halt-Taster verriegelt sich bei Betätigung und muss entsprechend der auf dem Taster angegebenen Richtung gedreht werden, um entriegelt zu werden. Nach der Entriegelung kann der Alarm quittiert und der Roboter über DobotStudio Pro wieder freigegeben werden, um den Notfallstatus aufzuheben.



WARNUNG

Setzen Sie den Roboterarm erst dann wieder in Betrieb, um aus dem Notfallstatus zu gelangen, wenn die Gefahr für das Robotersystem vollständig beseitigt ist.

1.9.3 Personenrettung in Notfallsituationen

In seltenen Notfällen kann es erforderlich sein, den Roboterarm im Not-Halt-Status zu bewegen, um eine eingeklemmte Person zu befreien. In solchen Fällen können Sie wie folgt vorgehen:

Manuelles Lösen der Bremsen

Öffnen Sie DobotStudio Pro und navigieren Sie zur Seite „**Einstellungen > Sicherheit > Gelenkbremse**“. Klicken Sie auf „**Bearbeiten**“, halten Sie das gewünschte Gelenk mit der Hand fest und schalten Sie den Schalter für das zu bewegendende Gelenk ein. Klicken Sie anschließend auf „**Speichern**“.

Sobald die Bremse „**EIN**“ geschaltet ist, können Sie das Gelenk ziehen, um die eingeklemmte Person zu befreien.



WARNUNG

Beim Einschalten der „Gelenkbremse“-Funktion müssen Sie das Gelenk stets mit der Hand festhalten, um ein Herabfallen zu verhindern.



ACHTUNG

- Die Achsbegrenzungen des Manipulators werden durch Software-Begrenzungen bereitgestellt.
- Nach dem Auslösen der Bremse beträgt der Absenkweg des Manipulators während des Schließvorgangs weniger als 1 mm.

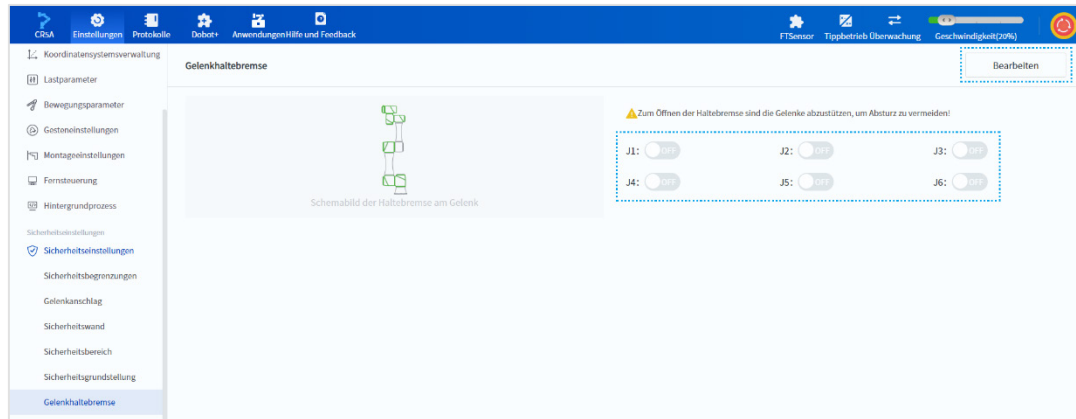


Abb. 1.1 Manuelles Lösen der Bremsen

Entfernen der Befestigungsschrauben an der Roboterbasis

Verfahren Sie gemäß der Anleitung „[Installation des Roboterarms](#)“. Nach dem Entfernen der Befestigungsschrauben an der Roboterbasis können Sie den Roboterarm bewegen, um die eingeklemmte Person zu befreien.



WARNUNG

- Trennen Sie den Roboterarm vor dem Entfernen der Schrauben von der Stromversorgung.
- Halten Sie den Roboter während des gesamten Vorgangs des Schraubenentfernens und des Bewegens des Roboterarms fest.

2. Produkteinführung

2.1 Übersicht

Die Hauptkomponenten des Robotersystems umfassen:

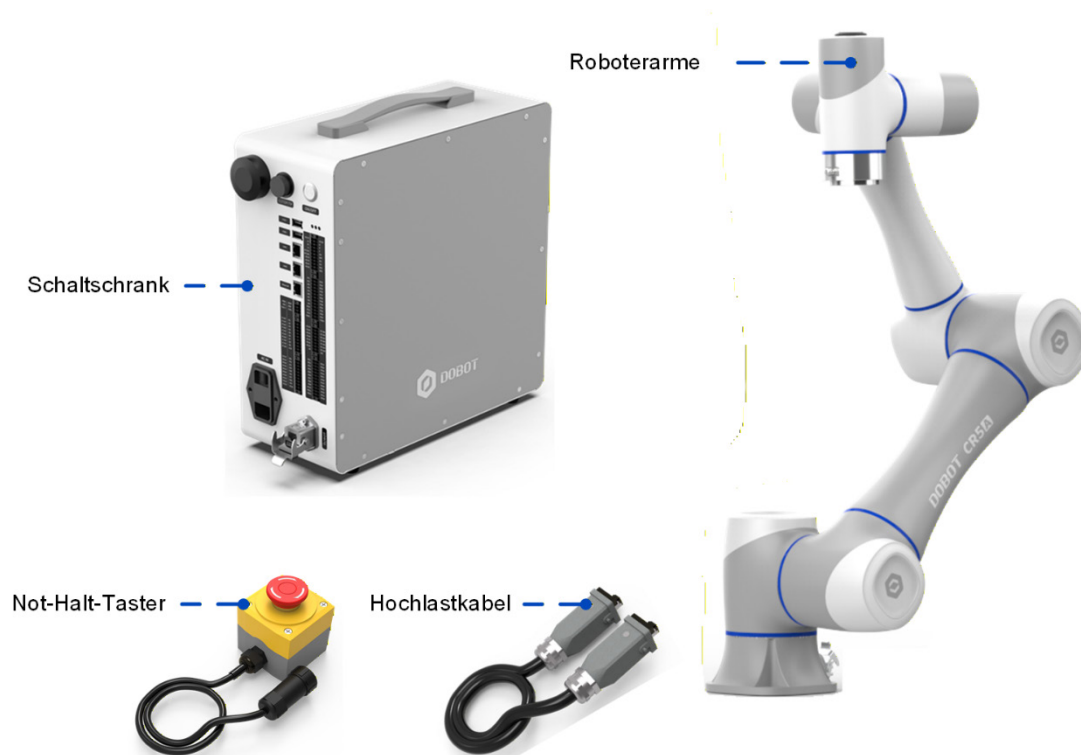


Abb. 2.1 Roboter-Übersicht

Roboterarme:

Sechssachsiger Roboterarm (CRA/CRAF-Serie), das Hauptbewegungskomponente.

Im Vergleich zur CRA-Serie ist die CRAF-Serie mit einem hochpräzisen, in die Werkzeugflansch integrierten Sechssachsen-Kraft-/Drehmomentsensor ausgestattet. Dies ermöglicht Anwendern intuitive Schlepp-Programmierung (Drag-Teaching) allein durch leichtes Berühren des Roboter-Endeffektors. Der Roboter folgt automatisch der Richtung der ausgeübten Kraft, wobei seine Bewegungsgeschwindigkeit innerhalb eines definierten Bereichs proportional zur Kraftstärke ist. Zusätzlich unterstützt er Bewegungsbeschränkungen entlang spezifischer Richtungen (z. B. X-, Y- oder Z-Achse). Die CRAF-Serie ist ideal für hochpräzise Anwendungen, die „taktile Interaktion“ erfordern, wie beispielsweise Präzisionsmontage, chirurgische Assistenz oder flexibles Polieren.

Schaltschrank: Enthält die zentrale Recheneinheit und elektrische Komponenten. Eine optionale IP54-Schutzhaube ist erhältlich.

Not-Halt-Taster: Ist mit dem Schaltschrank verbunden, um die Not-Halt-Funktion zu ermöglichen.

Hochlastkabel: Dient der Verbindung zwischen Roboterarm und Schaltschrank.

Zusätzlich steht optional ein Bedienterminal (z. B. PC, Tablet oder Teach Pendant) für Installation und Betrieb der Robotersteuerungssoftware zur Verfügung.



Abb. 2.2 Bedienterminal

2.2 Roboterarme

2.2.1 Aufbau

Der Roboterarm der CRA/CRAF-Serie umfasst 6 Rotationsgelenke sowie die beiden Hauptglieder Oberarm und Unterarm. Die Roboterbasis ist mit einer Hochlast-Schnittstelle ausgestattet. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den Serien bestehen in der Anordnung und Funktion der Endtasten und Statusleuchten.

- **CRA-Serie (außer CR20A&CR30A, nachfolgend am Beispiel CR5A):** Ausgestattet mit Endtasten und Statusleuchten. Der Werkzeugflansch verfügt zudem seitlich über einen Luftfahrtstecker.

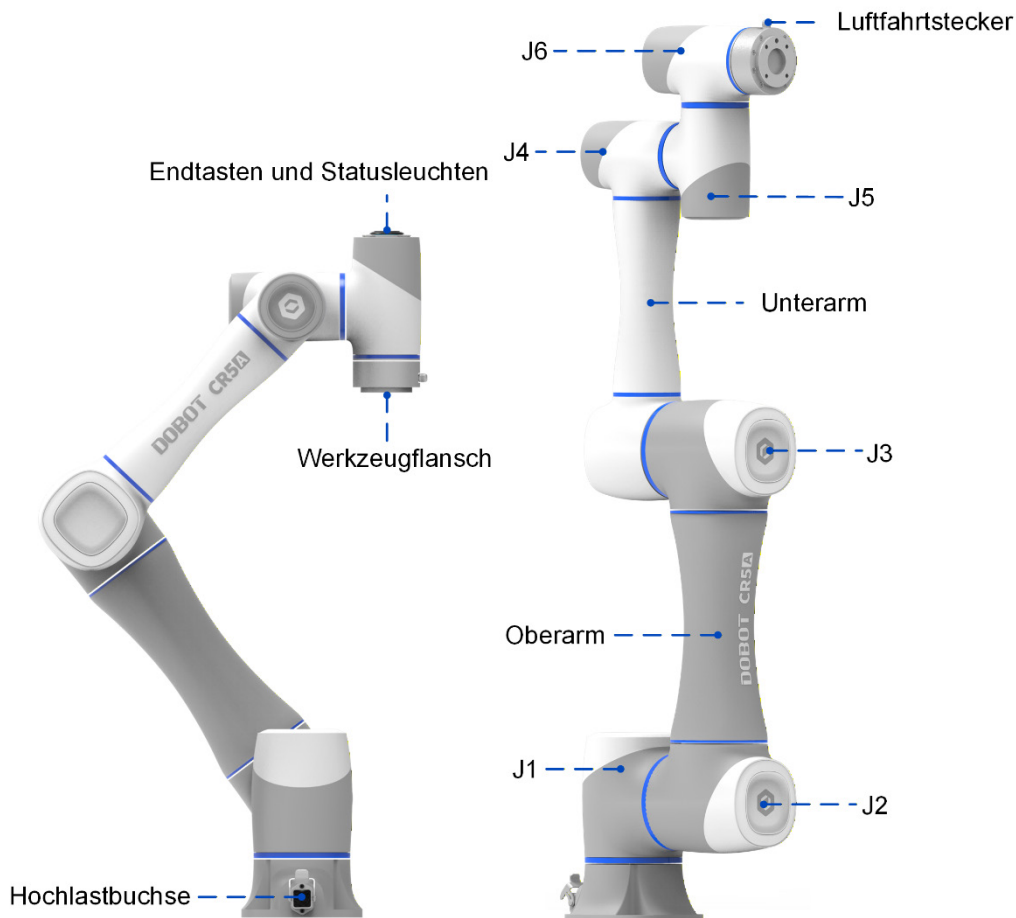


Abb. 2.3 CR5A-Roboterarm

- **CRAF-Serie (außer CR20AF, nachfolgend am Beispiel CR5AF):** Ausgestattet mit

Endtasten und Statusleuchten. Diese Serie integriert einen Kraftsensor in den Werkzeugflansch, der seitlich ebenfalls über eine ringförmige Statusleuchte, einen Luftfahrtstecker und eine Handführungstaste (Schlepp-Programmierungstaste) verfügt.

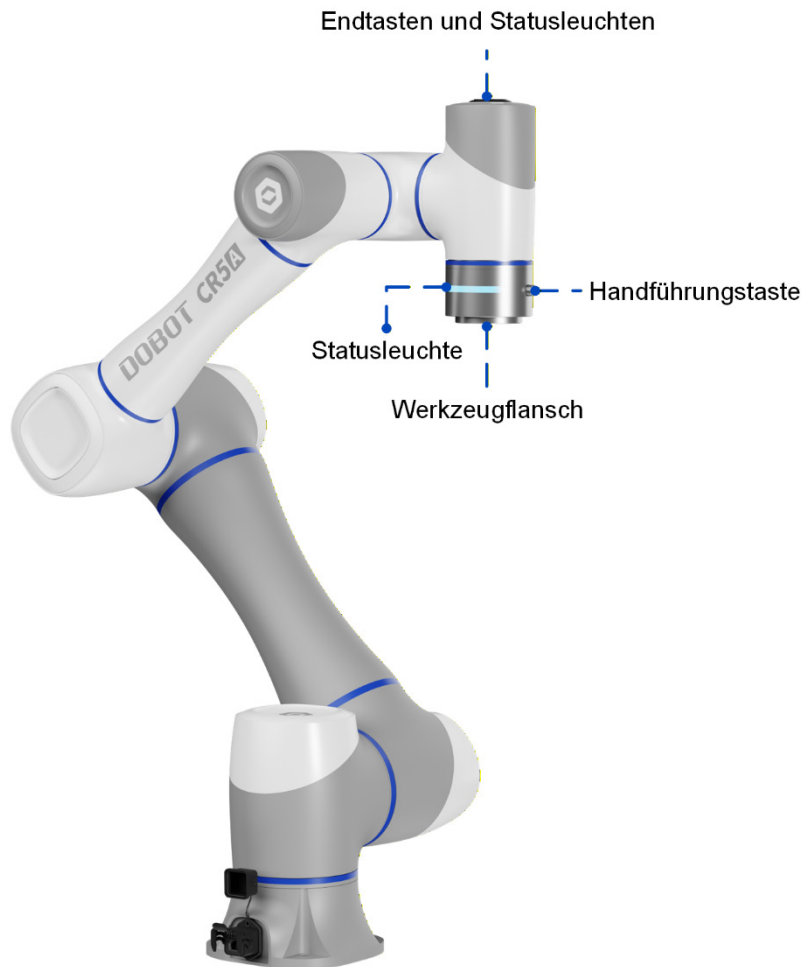


Abb. 2.4 CR5AF-Roboterarm

- **CR20A/CR20AF/CR30A (nachfolgend am Beispiel CR20A):** Verfügt über zwei ringförmige Statusleuchten – eine an der J1-Rückabdeckung und die andere an der Seite der Werkzeugflansch. Die Rückabdeckung von J6 besitzt kein Tastenfeld. Die Seite des Werkzeugflansches ist jedoch mit zwei Tasten und zwei Luftfahrtsteckern ausgestattet.

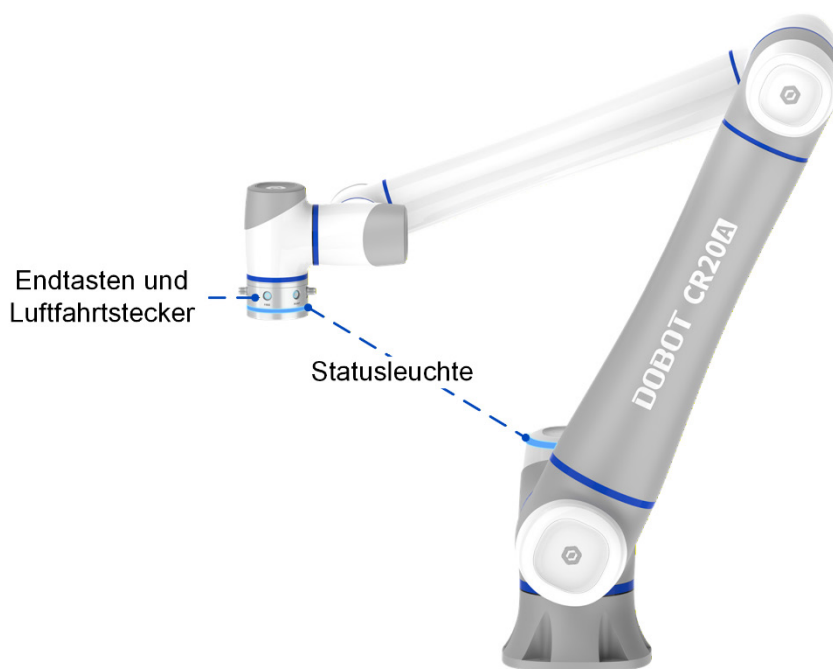


Abb. 2.5 CR20A-Roboterarm

2.2.2 Endtasten und Statusleuchten

- Für die Roboterarme der CRA-Serie (außer CR20A und CR30A) / CRAF-Serie (außer CR20AF) ist die Konfiguration der Endtasten und Statusleuchten in der folgenden Abbildung dargestellt.

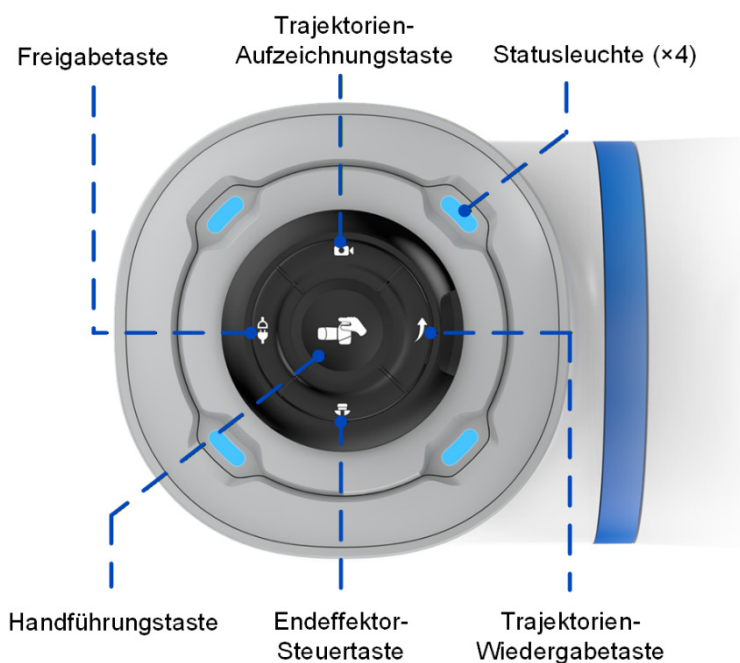


Abb. 2.6 Endtasten und Statusleuchten

Bedeutung der Statusleuchten:

Leuchtenfarbe	Status	Beschreibung
Blau	Schnell blinkend	Der Roboter startet hoch
Blau	Dauerleuchten	Der Roboter ist eingeschaltet, aber nicht freigegeben
Grün	Dauerleuchten	Der Roboter ist freigegeben, aber nicht in Betrieb
Grün	Langsam blinkend	Automatikbetriebs-Status (Projektdurchlauf / Programmausführung / Pause, Bewegungsbefehle außer im TCP-Jog-Modus, Trajektorienwiedergabe)
Grün	Schnell blinkend	Einzelbetriebs-Status (Jog / „RunTo“-Funktion in der Software) / Schlepp-Modus / Trajektorienaufzeichnungs-Status
Rot	Langsam blinkend	Gelenkbremse ist im freigabegesperren Status eingeschaltet
Rot	Dauerleuchten	Der Roboter befindet sich im Alarmstatus
Gelb	Dauerleuchten	Kollision erkannt



HINWEIS

Die schnelle Blinkfrequenz beträgt 5 Hz (0,2 s pro Zyklus), die langsame Blinkfrequenz 1,25 Hz (0,8 s pro Zyklus).

Funktion der Endtasten:

Tastename	Tastenfunktionen
Handführungstaste (Schlepp-Programmierung)	Bei freigegebenem Roboterarm: Langer Druck auf die Taste aktiviert den Schlepp-Modus (Drag-Teaching). Nach dem Ziehen des Roboterarms zum Einlernpunkt beendet ein kurzer Druck auf die Taste den Schlepp-Modus. Bei einer Kollision während der Roboterbewegung kann ein kurzer Druck auf diese Taste die Kollision oder das SafeSkin zurücksetzen, sodass der Roboterarm den Betrieb fortsetzen kann.
Endeffektor-Steuertaste	Ein kurzer Druck auf die Taste steuert den Endeffektor. Für spezifische Funktionen ist eine Konfiguration auf der Seite „Dobot+“ in DobotStudio Pro erforderlich.

Tastename	Tastenfunktionen
Freigabetaste	Bei eingeschaltetem und nicht freigegebenem Roboterarm: Langer Druck auf diese Taste aktiviert den Freigabe-Status (Enabled). Ein anschließender kurzer Druck auf die Taste deaktiviert den Roboterarm wieder (Disabled).
Trajektorien-Aufzeichnungstaste	Bei freigegebenem Roboterarm: Langer Druck auf diese Taste aktiviert den Trajektorien-Aufzeichnungsstatus. Nach der Aufzeichnung beendet ein kurzer Druck auf die Taste diesen Status.
Trajektorien-Wiedergabetaste	Bei freigegebenem Roboterarm: Langer Druck auf diese Taste aktiviert den Trajektorien-Wiedergabestatus, der die zuletzt mit der Aufzeichnungstaste gespeicherte Trajektorie abspielt. Ein kurzer Druck auf die Taste beendet diesen Status.

HINWEIS

- Ein kurzer Druck liegt vor, wenn die Taste innerhalb von 1,5 Sekunden losgelassen wird. Ein langer Druck erfordert das Halten der Taste für mehr als 1,5 Sekunden.
- Einige Tastenfunktionen können vom Hand-/Automatikbetriebsmodus des Schaltschranks beeinflusst werden. Details hierzu finden Sie in den Anweisungen zum Moduswechsel im DobotStudio Pro Benutzerhandbuch.

2.2.3 Werkzeugflansch-Tasten und -Statusleuchte

- Die J6-Rückabdeckung der CRAF-Serie (außer CR20AF) ist mit einem Tastenfeld ausgestattet. Details hierzu finden Sie im Abschnitt [„Endtasten und Statusleuchten“](#). Zusätzlich sind die Werkzeugflansche mit sowohl Tasten als auch einer Statusleuchte ausgerüstet, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

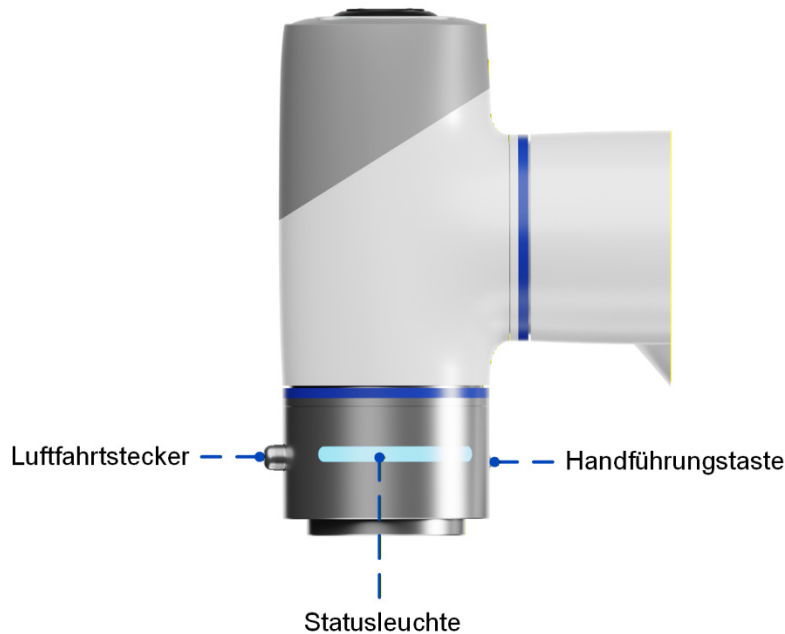


Abb. 2.7 Werkzeugflansch-Tasten und -Statusleuchte (außer CR20AF)

CRAF-Statusleuchte:

Die Bedeutung der Statusleuchte ist identisch mit der anderer Roboter der CRA-Serie. Einzelheiten siehe Abschnitt [„Bedeutung der Statusleuchten“](#).

Handführungstaste (Schlepp-Programmierung):

Bei freigegebenem Roboterarm: Langer Druck auf diese Taste aktiviert den kraftgeregelten Schlepp-Modus (Force-Control Drag Mode). Loslassen der Taste beendet diesen Modus. Weitere Informationen zu diesem Modus finden Sie im CRAF ForceControl Plugin Benutzerhandbuch. Bei einer Kollision während der Roboterbewegung kann ein kurzer Druck auf diese Taste die Kollision oder das SafeSkin zurücksetzen, sodass der Roboterarm den Betrieb fortsetzen kann.

- Die Tasten- und Statusleuchtenkonfiguration für die Werkzeugflansche der CR20A/CR20AF/CR30A ist wie folgt.



Abb. 2.1 Werkzeugflansch-Tasten und -Statusleuchte (CR20A/CR20AF/CR30A)

Statusleuchte:

Die Bedeutung der Statusleuchte ist identisch mit der anderer Roboter der CRA-Serie. Einzelheiten siehe Abschnitt [„Bedeutung der Statusleuchten“](#).

Tastenfunktionen:

Tastename	Tastenfunktionen
Handführungstaste (Schlepp-Programmierung)	Beschriftung: FREE. Bei freigegebenem Roboterarm: Langer Druck auf diese Taste aktiviert den Schlepp-Modus (Drag-Teaching). Loslassen der Taste beendet diesen Modus. CR20A und CR30A: Löst den Gelenk-Schlepp-Modus aus. CR20AF: Löst den Kraftsensor-Schlepp-Modus aus. Weitere Informationen zu diesen Modi finden Sie im CRAF ForceControl Plugin Benutzerhandbuch.
Punktspeichertaste	Beschriftung: POINT. Bei freigegebenem Roboterarm und geöffneter Punktliste in DobotStudio: Ein kurzer Druck auf diese Taste speichert den aktuellen Roboterpunkt.

2.2.4 Kraftsensor-Erfassungsbereich

Die Werkzeugflansche der CRAF-Serie sind mit hochpräzisen Kraftsensoren ausgestattet. Der Erfassungsbereich für den kraftgeregelten Schleppbetrieb ist die gesamte Fläche unterhalb des Sensor-Dichtrings. Wie in der folgenden Abbildung dargestellt, sollte bei kraftgeregelten Schleppoperationen Kraft/Drehmoment auf den Erfassungsbereich des Sensors ausgeübt werden, um die Zugkraft/ das Drehmoment in Echtzeit zu messen. Wird die Kraft/ das Drehmoment oberhalb des Sensor-Dichtrings ausgeübt, kann der Sensor die ausgeübte Kraft/ das Drehmoment nicht mehr genau erfassen.

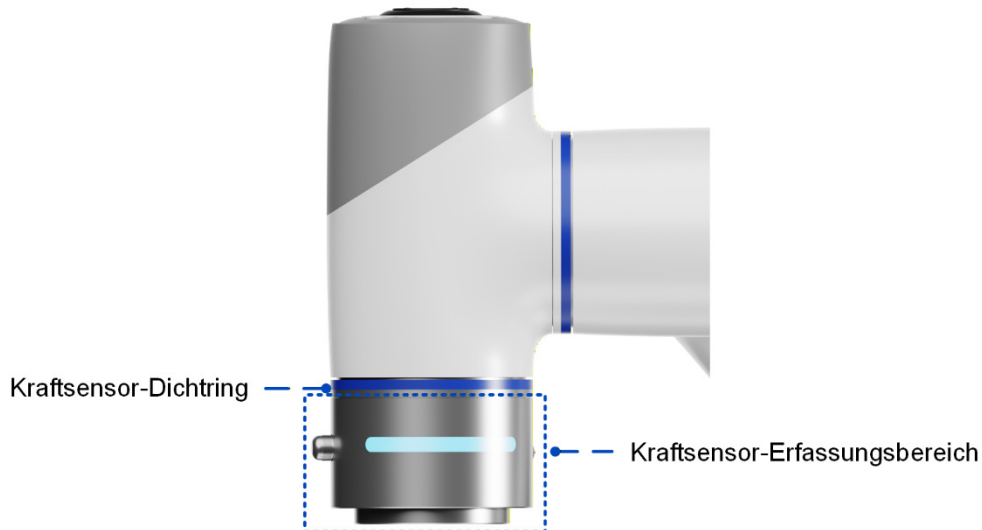


Abb. 2.2 Kraftsensor-Erfassungsbereich

2.3 Schaltschrank

Die Roboterarme der CRA/CRAF-Serie müssen in Verbindung mit einem Schaltschrank betrieben werden.

Das Schaltschrank-Modell für den CR20A/CR20AF/CR30A Roboterarm ist CC263.

Das Schaltschrank-Modell für die übrigen Roboterarme der CRA/CRAF-Serie ist CC262. Dieses ist in zwei Versionen erhältlich: mit AC-Stromversorgung (Wechselstrom) und mit DC-Stromversorgung (Gleichstrom). Beide Versionen sind in Abmessungen und Funktionen identisch und unterscheiden sich lediglich in den Netzteilen.

Details zu den elektrischen Schnittstellen und Schaltern finden Sie in Elektrische Eigenschaften.



Abb. 2.3 Schaltschrank (Äußere Ansicht)

2.4 Bedienterminal

Die Roboterarme der CRA/CRAF-Serie können optional mit einem Teach Pendant zur Steuerung ausgerüstet werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie im DOBOT Cobot Teach Pendant Benutzerhandbuch.

Zusätzlich unterstützen die Roboterarme der CRA/CRAF-Serie die Steuerung über PC und mobile Geräte (siehe Tabelle 2.1).

Tabelle 2.1 Bedienterminal-Spezifikationen

Terminaltyp	PC	Tablet (Android)
Betriebssystem	Windows 10 (64-Bit) 1809 oder höher	Android 10 und höher
Steuerungssoftware	DobotStudio Pro (V4.0 und höher)	
Empfohlene Konfiguration	- CPU: 64-Bit Intel- oder AMD-Prozessor (SSE4.2 oder später, 2,9 GHz oder höher) - Arbeitsspeicher (RAM): 16G - Speicher: 128 GB (mindestens 4 GB verfügbar) - Netzwerkkarte: Gigabit-NIC - Grafikkarte: 4 GB, DirectX12-Unterstützung - Display: 1920x1080 oder höhere Auflösung	- CPU: 4-Kern, über 2,0 GHz - RAM: 4GB - Speicher: 32GB - Display: 8 Zoll
Kommunikationsmodus	LAN/WLAN	WLAN

Beim Kauf eines CRA/CRAF-Serienroboterarms können Sie optional ein Android-Tablet anfordern oder ein eigenes Bedienterminal verwenden, sofern es die empfohlenen Spezifikationen in Tabelle 2.1 erfüllt oder übertrifft.

3. Produktmerkmale

3.1 Koordinatensysteme

3.1.1 Gelenkkoordinatensystem

Das Gelenkkoordinatensystem wird auf Basis aller Bewegungsgelenke definiert. Alle Gelenke sind Rotationsgelenke, wie in Abb. 3.1 dargestellt.

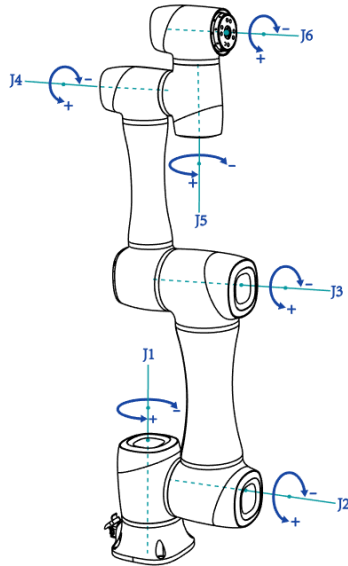


Abb. 3.1 Gelenkkoordinatensystem

3.1.2 Benutzerkoordinatensystem

Das Benutzerkoordinatensystem ist ein benutzerdefiniertes Koordinatensystem, das auf dem Arbeitstisch oder Werkstück basiert. Ursprung und Achsrichtungen können nach Bedarf definiert werden, um Punkte im Arbeitsraum zu messen und Aufgaben bequem anzuordnen. Das Standard-Benutzerkoordinatensystem ist auf den Mittelpunkt der Roboterbasis bezogen. Die positive Y-Richtung (Y+) zeigt in die Richtung, in die die Hochlast-Buchse weist, wie in Abb. 3.2 dargestellt.

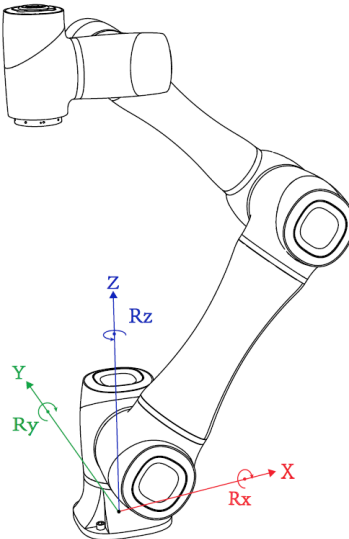


Abb. 3.2 Benutzerkoordinatensystem

3.1.3 Werkzeugkoordinatensystem

Das Werkzeugkoordinatensystem definiert die Position und Orientierung des Tool Center Points (TCP). Sein Ursprung und seine Ausrichtung ändern sich dynamisch mit der Position und dem Winkel des Endeffektors. Das Standard-Werkzeugkoordinatensystem ist auf den Mittelpunkt des Endflansches bezogen. Die positive Y-Richtung (Y+) zeigt dabei entgegengesetzt zum Luftfahrtstecker (bei CR20A und CR30A: entgegengesetzt zum X1-Luftfahrtstecker), wie in Abb. 3.3 dargestellt.

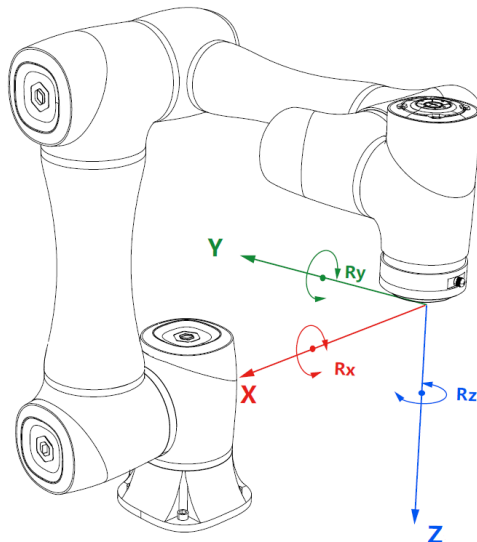


Abb. 3.3 Werkzeugkoordinatensystem

3.1.4 Sechsdimensionales Kraftkoordinatensystem

Das sechsdimensionale Kraftkoordinatensystem ist ausschließlich auf die Roboterarme der CRAF-Serie anwendbar.

Das Koordinatensystem fällt mit dem TCP zusammen, wobei sich sein Ursprung im Mittelpunkt der TCP-Flanschfläche befindet. Die Richtungen von Kräften und Momenten folgen der Rechten-Hand-Regel, wie in Abb. 3.4 dargestellt.

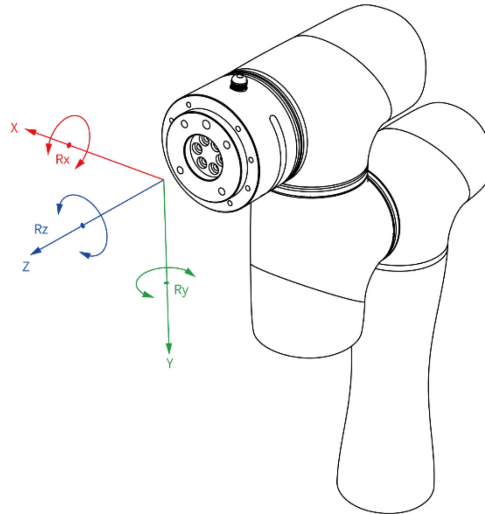


Abb. 3.4 Sechsdimensionales Kraftkoordinatensystem

3.2 Nullstellung (Home-Posture)

Wenn der Roboterarm wie in Abb. 3.5 dargestellt aufrecht steht, sind alle Gelenkwinkel auf 0 Grad eingestellt. Diese Position wird als Nullstellung (oder Home-Posture) bezeichnet. An jedem Gelenk des Roboterarms ist eine Nullstellungs-Markierung (transparent, mit blauer Ausrichtungslinie) angebracht, wie in der untenstehenden Abbildung gezeigt. Befindet sich ein Gelenk bei 0 Grad, sind die Markierungen auf beiden Seiten des Gelenks exakt flucht.



Abb. 3.5 Nullstellungs-Markierung

Falls sich die Nullstellung durch Teileaustausch oder Kollision verändert hat, können Sie den Roboterarm in einen Zustand bewegen, in dem alle Nullstellungs-Markierungen der jeweiligen Gelenke fluchten. Kalibrieren Sie anschließend die Nullstellung über die DobotStudio Pro-Software.

3.3 Singularitäten

Bewegt sich der Roboter auf einer linearen oder kreisförmigen Trajektorie und nähert sich dabei bestimmten spezifischen Stellungen, wird ein Alarm ausgelöst und die Bewegung gestoppt. Diese Stellungen werden als Singularitäten oder singuläre Punkte bezeichnet.



ACHTUNG

- Gelenkbewegungen werden von Singularitäten nicht beeinflusst.
- Vermeiden Sie es, den Roboter im Schleppmodus oder über Gelenkbewegung in der Nähe einer Singularität zu stoppen und anschließend lineare oder kreisförmige Bewegungen zu starten.

Die Roboterarme der CRA/CRAF-Serie weisen drei Arten von Singularitäten auf, die nachfolgend beschrieben sind.

3.3.1 Schultersingularität

Diese Singularität tritt auf, sobald sich der Schnittpunkt der Achsen J5 und J6 in der durch die Achsen J1 und J2 aufgespannten Ebene befindet. Dies tritt typischerweise im zylindrischen Raum direkt über oder unter dem Roboter auf. Details zum Arbeitsraum der einzelnen Modelle entnehmen Sie bitte dem Kapitel „[Mechanische Spezifikationen](#)“. Siehe folgende Abbildung.

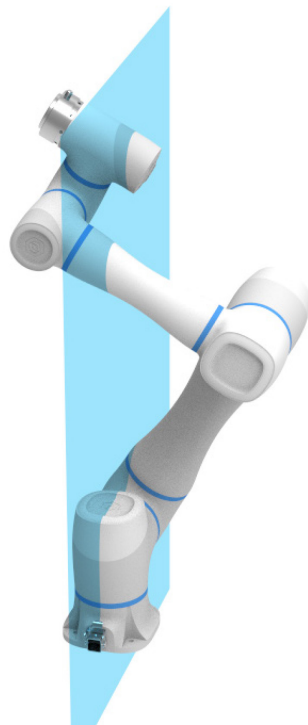


Abb. 3.1 Schulteringularität

3.3.2 Ellbogensingularität

Diese Singularität liegt vor, sobald $J3 = 0^\circ \pm 2^\circ$ gilt, also wenn Oberarm und Unterarm parallel zueinander stehen. Siehe folgende Abbildung.

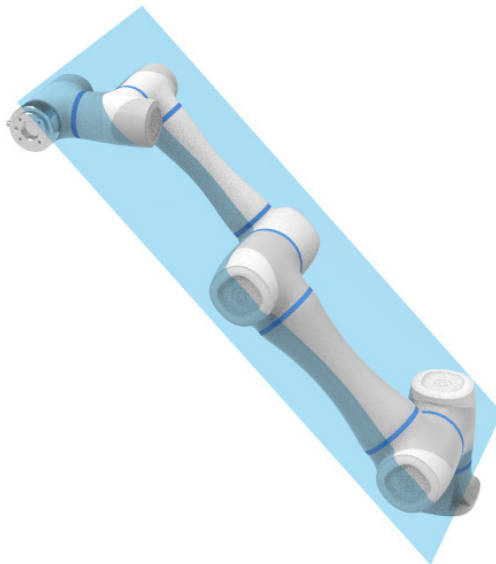


Abb. 3.2 Ellbogensingularität

3.3.3 Handgelenkssingularität

Diese Singularität liegt vor, sobald $J5 = 0^\circ \pm 2^\circ$ gilt, also wenn die Achse J4 und die Achse J6 parallel zueinander sind. Siehe folgende Abbildung.

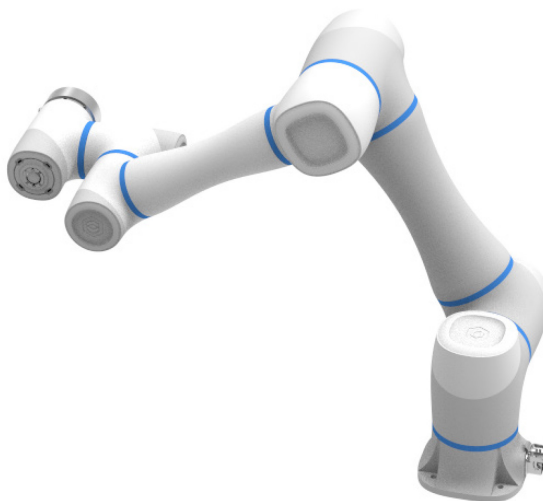


Abb. 3.3 Handgelenkssingularität

3.3.4 Empfehlungen zur Vermeidung von Singularitäten

- Schalten Sie in der Nähe einer Singularität auf den Gelenk-Bewegungstyp um.
- Planen Sie Übergangspunkte in die Trajektorie, um die Singularität zu umfahren.
- Variieren Sie die Montageausrichtung des Roboters, um Singularitäten im Arbeitspfad zu vermeiden (z. B. Wechsel von Standardaufstellung zu Decken- oder Seitenmontage).
- Ändern Sie die Länge des Endeffektors.
- Passen Sie den Montagewinkel des Endeffektors an, um Singularitäten im Arbeitspfad zu umfahren.

3.4 Not-Halt-Zeit und -weg

Wenn die Achsen J1 bis J3 mit 100 % Geschwindigkeit bei maximaler Nutzlast und maximaler Reichweite betrieben werden, sind die Not-Halt-Zeit und der Not-Halt-Weg für jedes Gelenk nach Auslösen der Not-Halt-Funktion in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Für die J1-Achse erfolgt der Test durch horizontale Bewegung, d. h. die Drehachse steht senkrecht zum Boden.

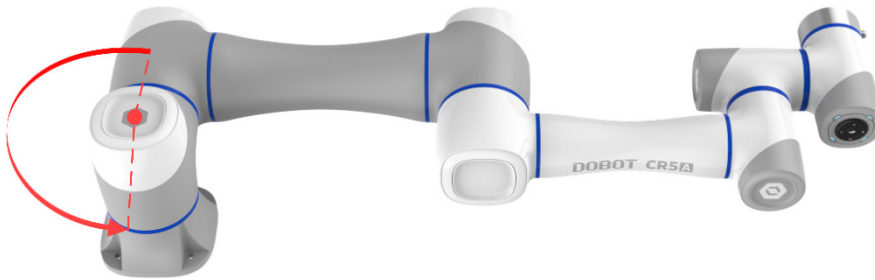


Abb. 3.4 Not-Halt-Test für Achse J1

Für die Achsen J2 und J3 folgt der Test einer vertikalen Trajektorie, d. h. die Drehachse verläuft parallel zum Boden. Die Not-Halt-Funktion wird ausgelöst, während sich der Roboter abwärts bewegt.



Abb. 3.5 Not-Halt-Test für Achse J2

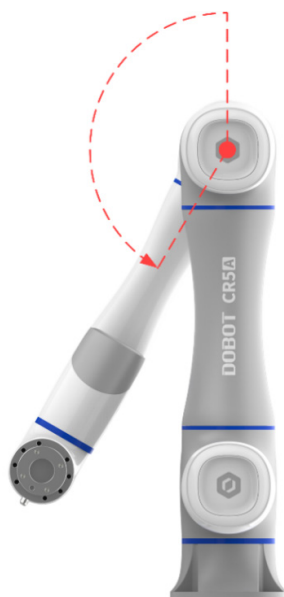


Abb. 3.6 Not-Halt-Test für Achse J3

Die folgende Tabelle bietet Referenzdaten für ausgewählte Modelle.

Tabelle 3.1 Not-Halt-Zeit und -weg

Roboterarme	Not-Halt-Zeit / -weg		
	J1	J2	J3
CR3A	209ms/160.58mm	257ms/259.44mm	270ms/187.42mm
CR5A / CR5AF	351ms/389.94mm	239ms/366.58mm	248ms/205.14mm
CR7A	216ms/315.87mm	286ms/406.61mm	156ms/130.16mm
CR6AL	325ms/736mm	349ms/799mm	495ms/738mm
CR10A / CR10AF	306ms/420.46mm	242ms/411.42mm	252ms/293.75mm
CR12A	236ms/420.51mm	417ms/675.29mm	364ms/404.82mm
CR16A	217ms/329.97mm	316ms/475.09mm	268ms/238.51mm
CR16AL	217ms/429mm	316ms/618mm	268ms/337mm
CR20A / CR20AF	448ms/836.23mm	456ms/835.95mm	272ms/338.54mm
CR30A	362ms/646mm	328ms/259mm	328ms/217mm

4. Mechanische Spezifikationen

Alle Maße in diesem Kapitel sind in Millimetern (mm) angegeben.

4.1 Mechanische Spezifikationen CR3A

4.1.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR3A

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

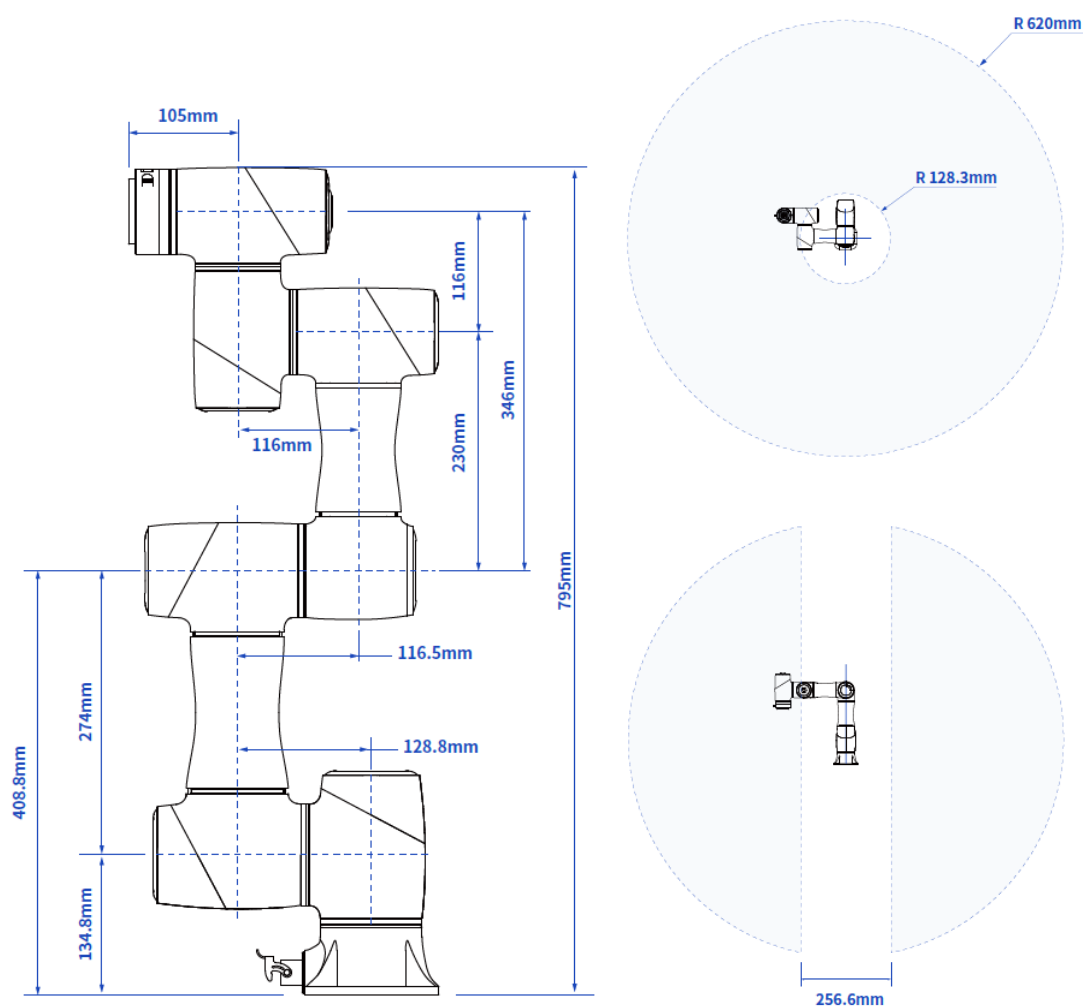


Abb. 4.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR3A

6.5

$\phi 82 \pm 0.1$

$\phi 6 H7 \left(\begin{smallmatrix} +0.012 \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \downarrow 6$

25 ± 0.02

45 °

4-M 6TP 8 (EQS)

P.C.D $\phi 50 \pm 0.1$

$\phi 31.5 H7 \left(\begin{smallmatrix} +0.025 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$

$\phi 63 h7 \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -0.03 \end{smallmatrix} \right)$

32

4.1.4 CR3A Lastdiagramm für den Endeffektor

Der Ursprung des Koordinatensystems für das Lastdiagramm ist der Mittelpunkt des Endflansches des Roboters. X und Y stellen den Versatzabstand des Lastschwerpunkts vom Flanschmittelpunkt entlang der X- bzw. Y-Achse dar. Der radiale Abstand (r) wird berechnet als: $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$. Dieser r-Wert entspricht der vertikalen Achse (Y-Achse) im Lastdiagramm, die mit X, Y [cm] beschriftet ist. Die horizontale Achse (X-Achse) steht für Z [cm], also den Abstand des Lastschwerpunkts zum Flansch entlang der Z-Richtung. Anhand des Diagramms können Sie den Arbeitszustand des Roboters bewerten. Beispiel: Bei einer Last von 2,8 kg, X = 6 cm, Y = 8 cm und Z = 5 cm ergibt sich $r = 10$ cm. Die Bewertung erfolgt in folgenden Schritten:

- Berechnen Sie gemäß $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ den Wert $r = 10$ cm.
- Wählen Sie die entsprechende Kurve basierend auf dem Lastgewicht aus. Da 2,8 kg nahe bei 3 kg liegt, ziehen Sie die 4-kg-Kurve als Referenz heran.
- Lokalisieren Sie den Punkt $(r, Z) = (10 \text{ cm}, 5 \text{ cm})$ im Lastdiagramm und vergleichen Sie ihn mit der 3-kg-Kurve. Liegt der Punkt unterhalb der Kurve, befindet sich die Last im zulässigen Arbeitsbereich des Roboters (Auswahl gültig). Liegt der Punkt oberhalb der Kurve, überschreitet die Last die Grenzwerte des Roboters (Auswahl ungültig). In diesem Beispiel liegt der Punkt unterhalb der Kurve. Dies zeigt, dass die gewählte Last zulässig ist und der Roboter unter dieser Bedingung sicher betrieben werden kann.

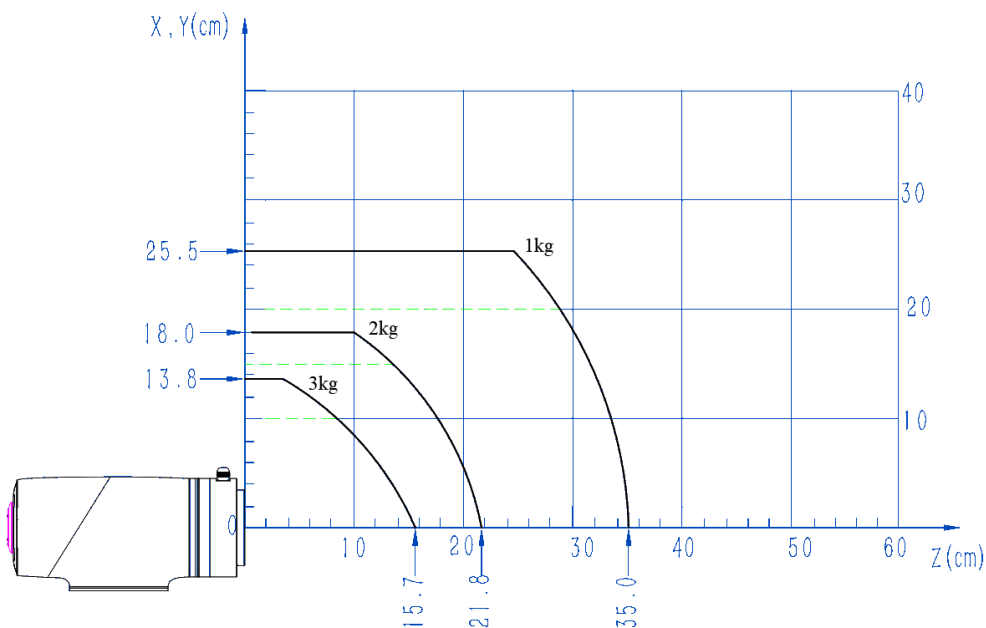


Abb. 4.4 CR3A Lastdiagramm für den Endeffektor

4.2 Mechanische Spezifikationen CR5A

4.2.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR5A

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

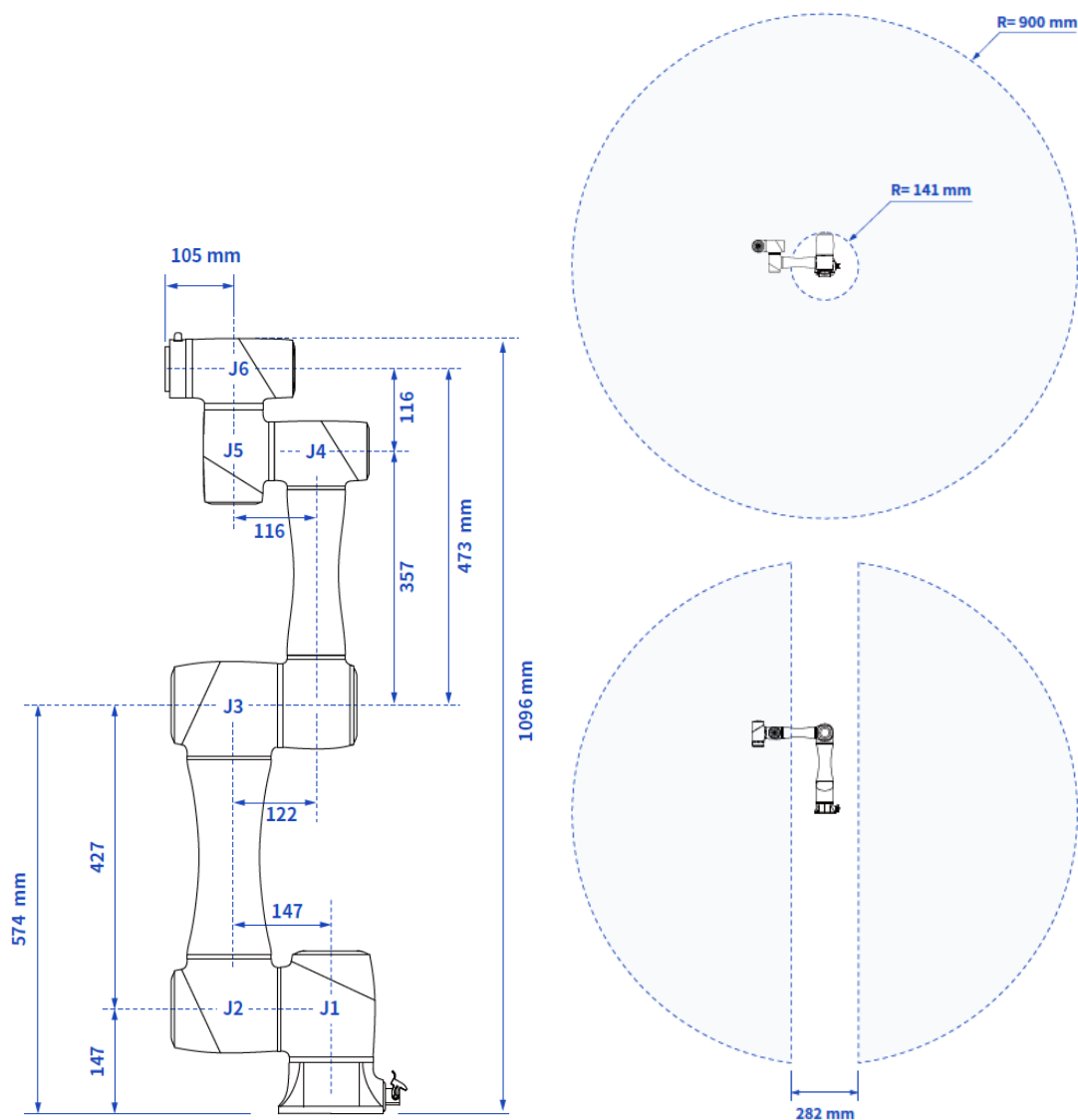


Abb. 4.5 Abmessungen und Arbeitsraum CR5A

4.2.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR5A)

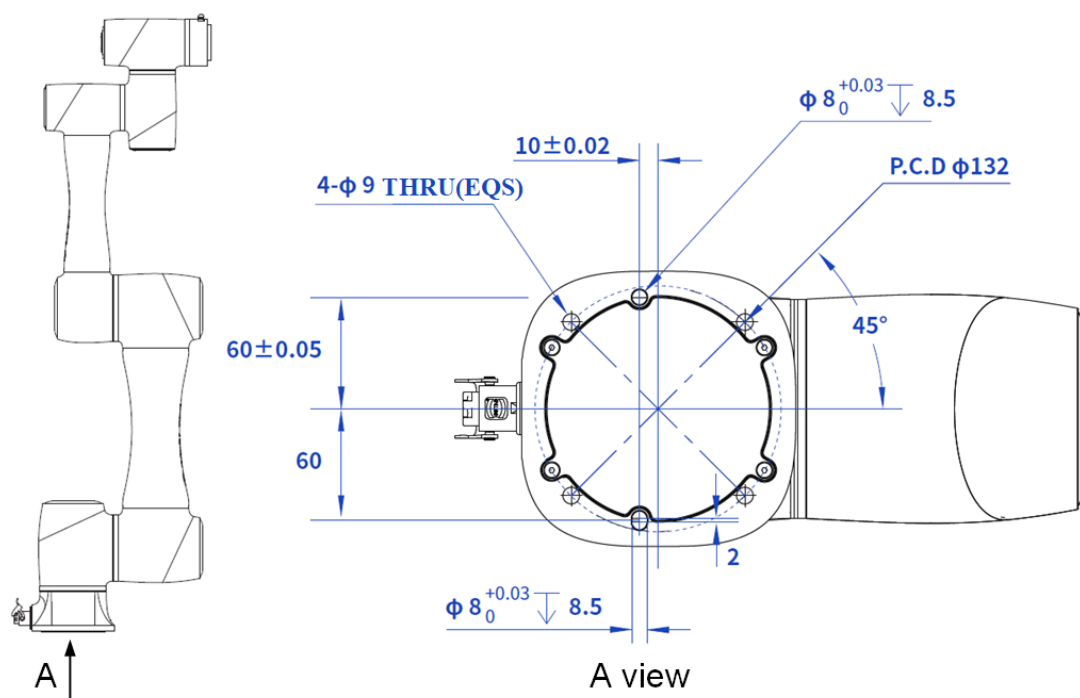


Abb. 4.6 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR5A)

4.2.3 Endflansch-Abmessungen CR5A

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

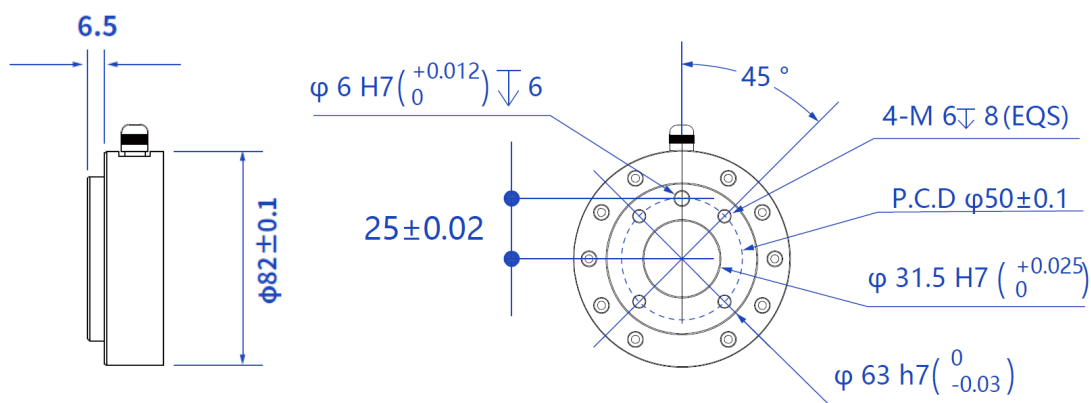


Abb. 4.7 Endflansch-Abmessungen CR5A

4.2.4 CR5A Lastdiagramm für den Endeffektor

Der Ursprung des Koordinatensystems für das Lastdiagramm ist der Mittelpunkt des Endflansches des Roboters. X und Y stellen den Versatzabstand des Lastschwerpunkts vom Flanschmittelpunkt entlang der X- bzw. Y-Achse dar. Der radiale Abstand (r) wird berechnet als: $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$. Dieser r-Wert entspricht der vertikalen Achse (Y-Achse) im Lastdiagramm, die mit X, Y [cm] beschriftet ist. Die horizontale Achse (X-Achse) steht für Z [cm], also den Abstand des Lastschwerpunkts zum Flansch entlang der Z-Richtung. Anhand des Diagramms können Sie den Arbeitszustand des Roboters bewerten. Beispiel: Bei einer Last von 2,8 kg, X = 6 cm, Y = 8 cm und Z = 5 cm ergibt sich $r = 10$ cm. Die Bewertung erfolgt in folgenden Schritten:

- Berechnen Sie gemäß $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ den Wert $r = 10$ cm.
- Wählen Sie die entsprechende Kurve basierend auf dem Lastgewicht aus. Da 2,8 kg nahe bei 3 kg liegt, ziehen Sie die 4-kg-Kurve als Referenz heran.
- Lokalisieren Sie den Punkt $(r, Z) = (10 \text{ cm}, 5 \text{ cm})$ im Lastdiagramm und vergleichen Sie ihn mit der 3-kg-Kurve. Liegt der Punkt unterhalb der Kurve, befindet sich die Last im zulässigen Arbeitsbereich des Roboters (Auswahl gültig). Liegt der Punkt oberhalb der Kurve, überschreitet die Last die Grenzwerte des Roboters (Auswahl ungültig). In diesem Beispiel liegt der Punkt unterhalb der Kurve. Dies zeigt, dass die gewählte Last zulässig ist und der Roboter unter dieser Bedingung sicher betrieben werden kann.

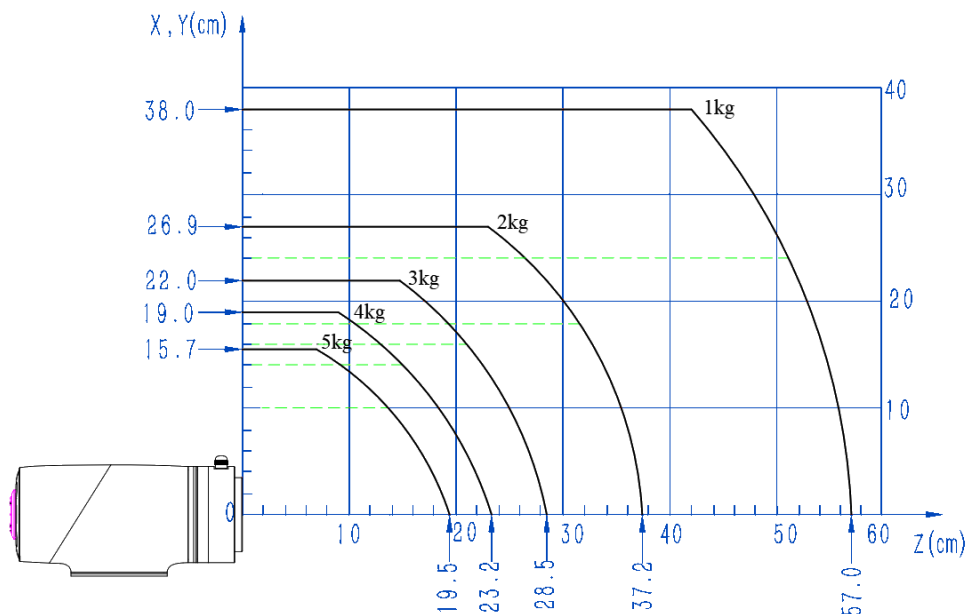


Abb. 4.8 CR5A Lastdiagramm für den Endeffektor

4.3 Mechanische Spezifikationen CR7A

4.3.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR7A

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

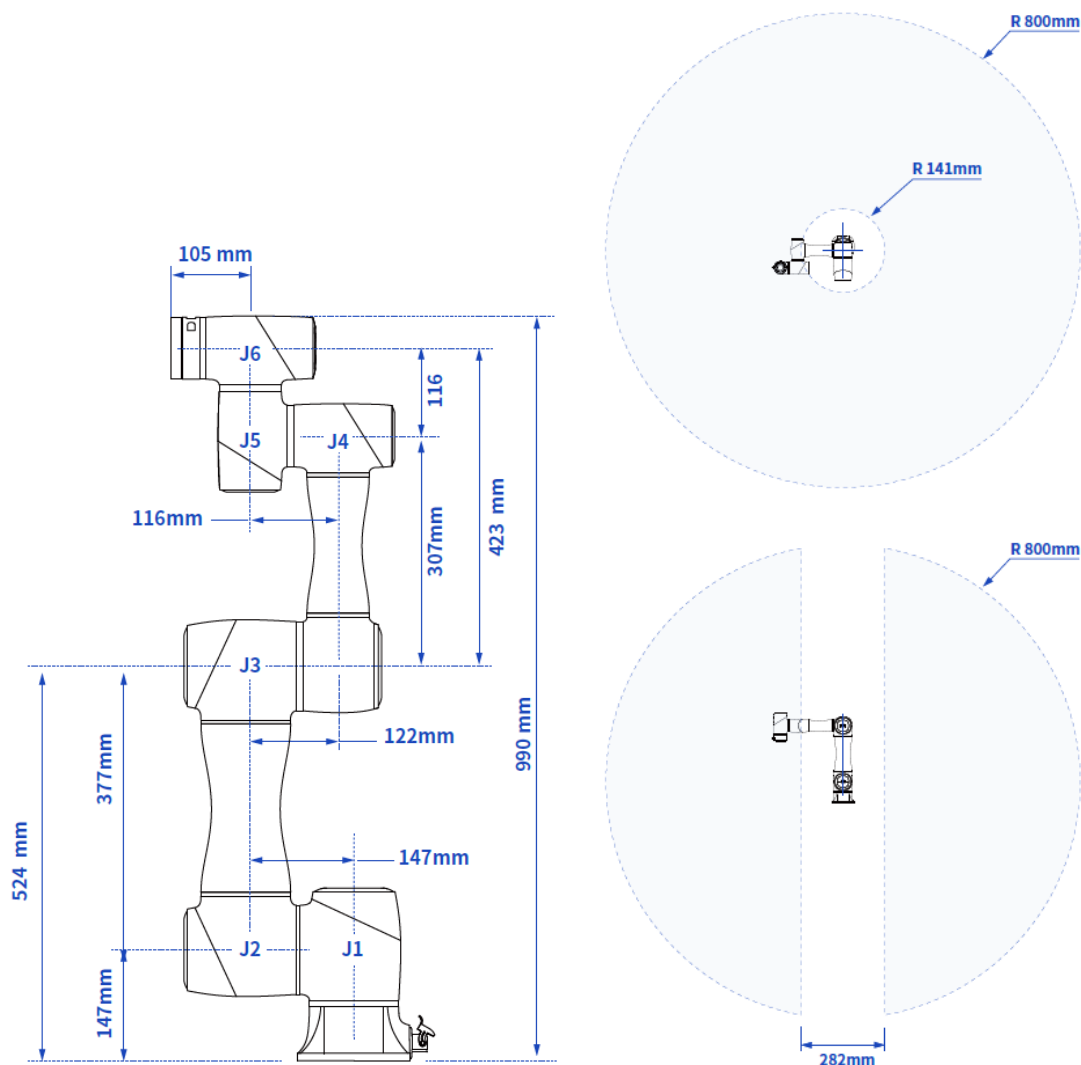


Abb. 4.9 Abmessungen und Arbeitsraum CR7A

4.3.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR7A)

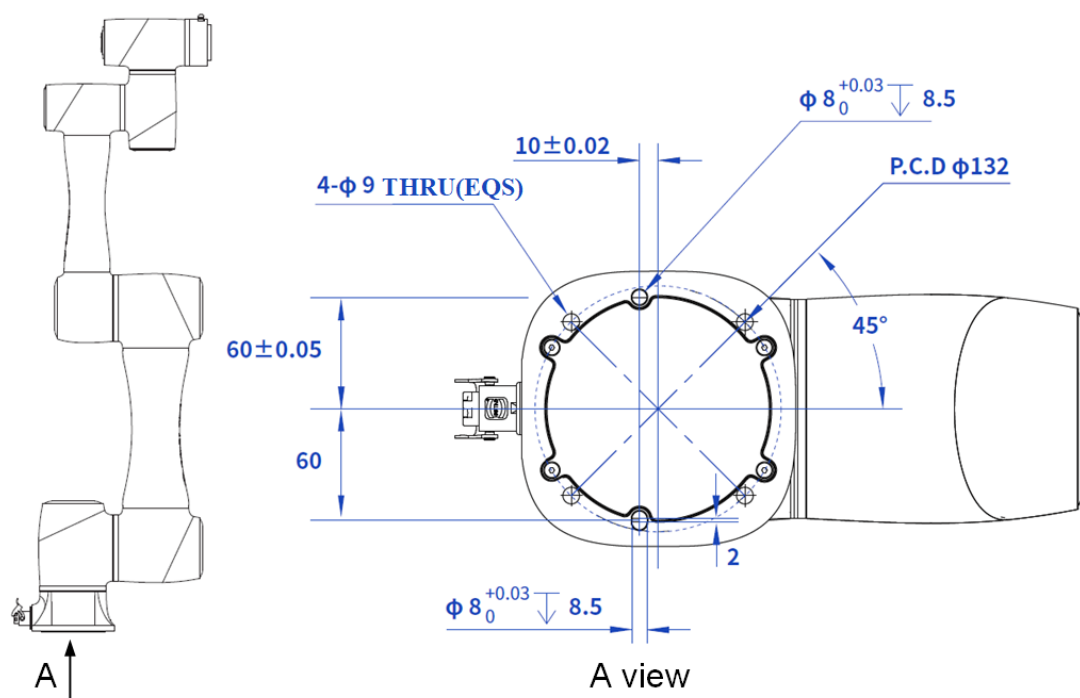


Abb. 4.10 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR7A)

4.3.3 Endflansch-Abmessungen CR7A

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

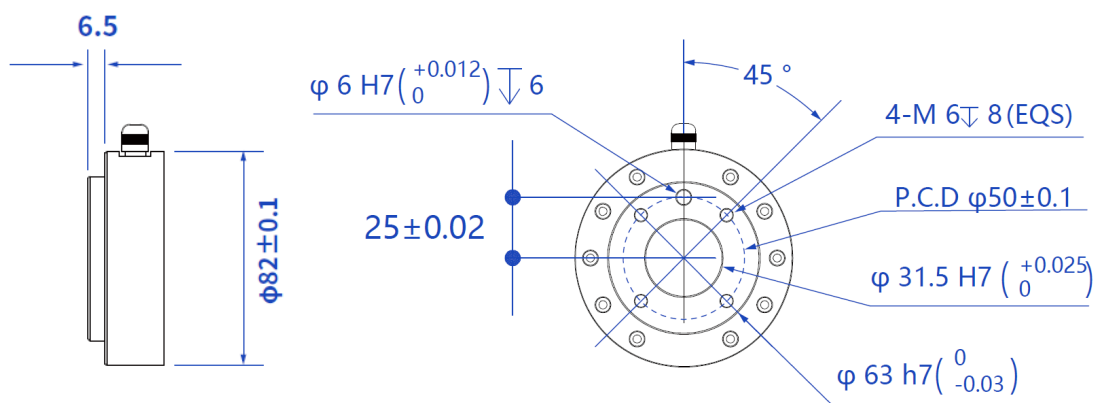


Abb. 4.11 Endflansch-Abmessungen CR7A

4.3.4 CR7A Lastdiagramm für den Endeffektor

Der Ursprung des Koordinatensystems für das Lastdiagramm ist der Mittelpunkt des Endflansches des Roboters. X und Y stellen den Versatzabstand des Lastschwerpunkts vom Flanschmittelpunkt entlang der X- bzw. Y-Achse dar. Der radiale Abstand (r) wird berechnet als: $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$. Dieser r-Wert entspricht der vertikalen Achse (Y-Achse) im Lastdiagramm, die mit X, Y [cm] beschriftet ist. Die horizontale Achse (X-Achse) steht für Z [cm], also den Abstand des Lastschwerpunkts zum Flansch entlang der Z-Richtung. Anhand des Diagramms können Sie den Arbeitszustand des Roboters bewerten. Beispiel: Bei einer Last von 2,8 kg, X = 6 cm, Y = 8 cm und Z = 5 cm ergibt sich $r = 10$ cm. Die Bewertung erfolgt in folgenden Schritten:

- Berechnen Sie gemäß $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ den Wert $r = 10$ cm.
- Wählen Sie die entsprechende Kurve basierend auf dem Lastgewicht aus. Da 2,8 kg nahe bei 3 kg liegt, ziehen Sie die 4-kg-Kurve als Referenz heran.
- Lokalisieren Sie den Punkt (r, Z) = (10 cm, 5 cm) im Lastdiagramm und vergleichen Sie ihn mit der 3-kg-Kurve. Liegt der Punkt unterhalb der Kurve, befindet sich die Last im zulässigen Arbeitsbereich des Roboters (Auswahl gültig). Liegt der Punkt oberhalb der Kurve, überschreitet die Last die Grenzwerte des Roboters (Auswahl ungültig). In diesem Beispiel liegt der Punkt unterhalb der Kurve. Dies zeigt, dass die gewählte Last zulässig ist und der Roboter unter dieser Bedingung sicher betrieben werden kann.

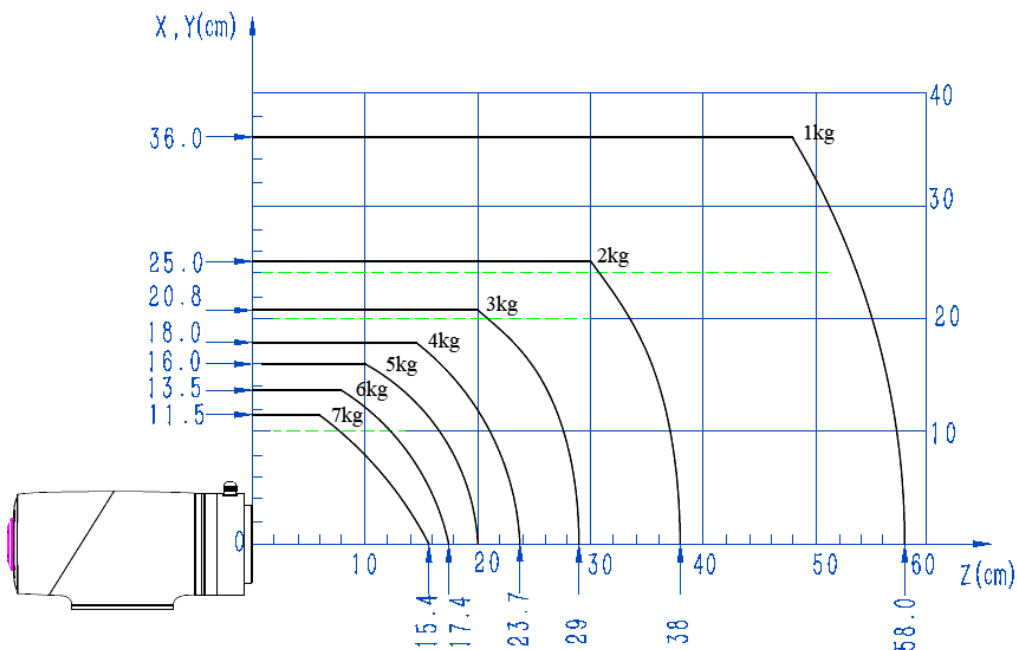


Abb. 4.12 CR7A Lastdiagramm für den Endeffektor

4.4 Mechanische Spezifikationen CR6AL

4.4.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR6AL

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

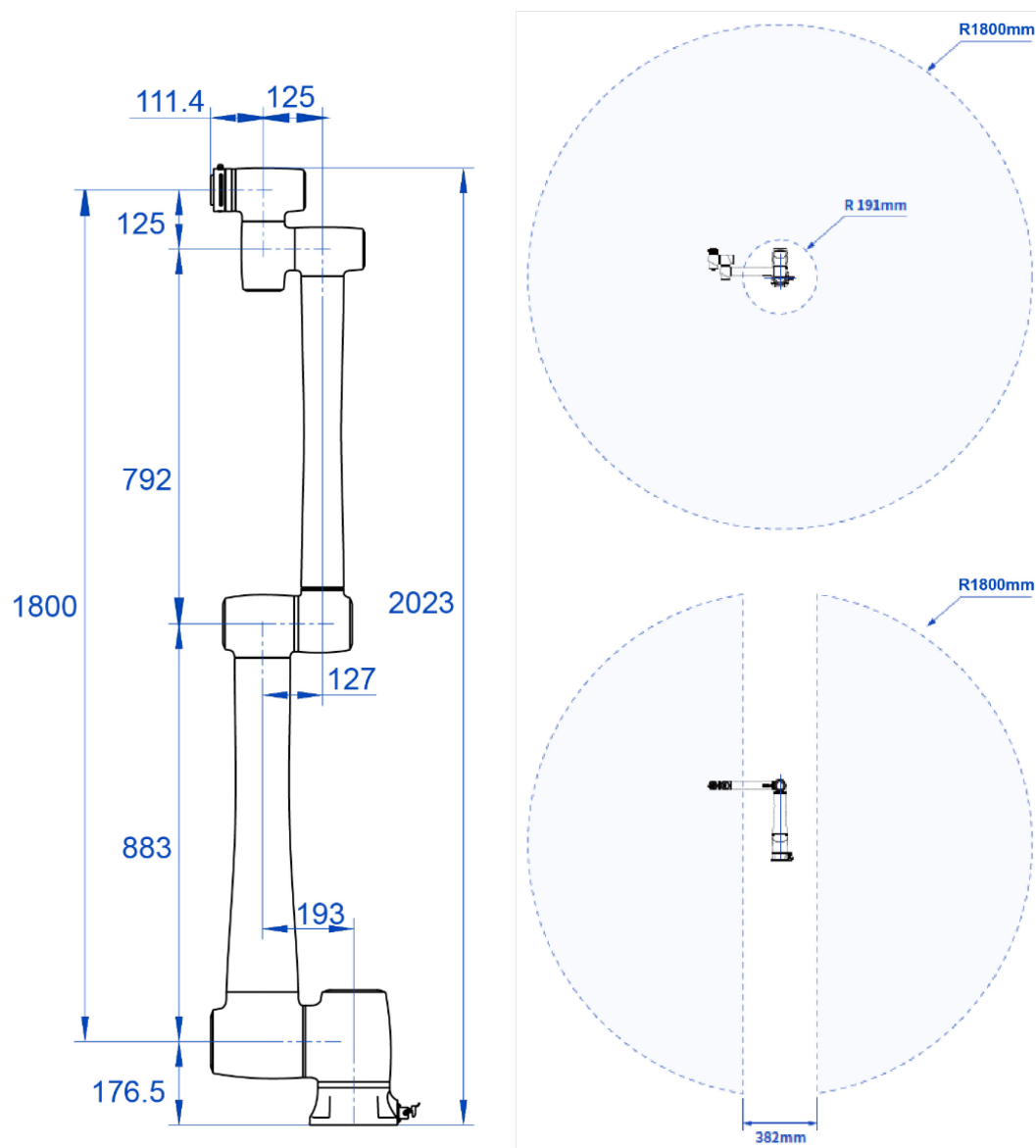


Abb. 4.13 Abmessungen und Arbeitsraum CR6AL

4.4.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR6AL)

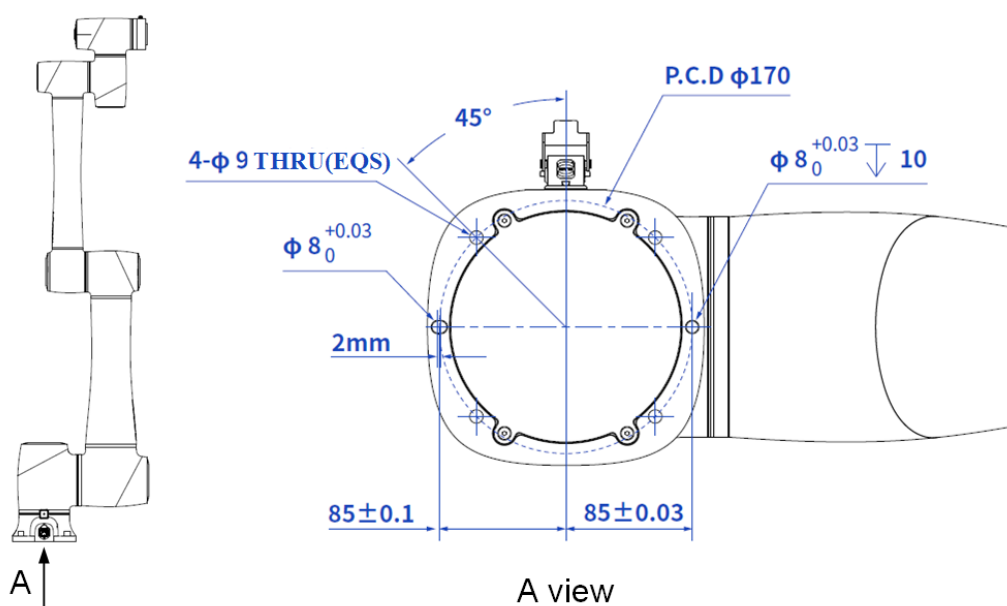


Abb. 4.14 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR6AL)

4.4.3 Endflansch-Abmessungen CR6AL

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

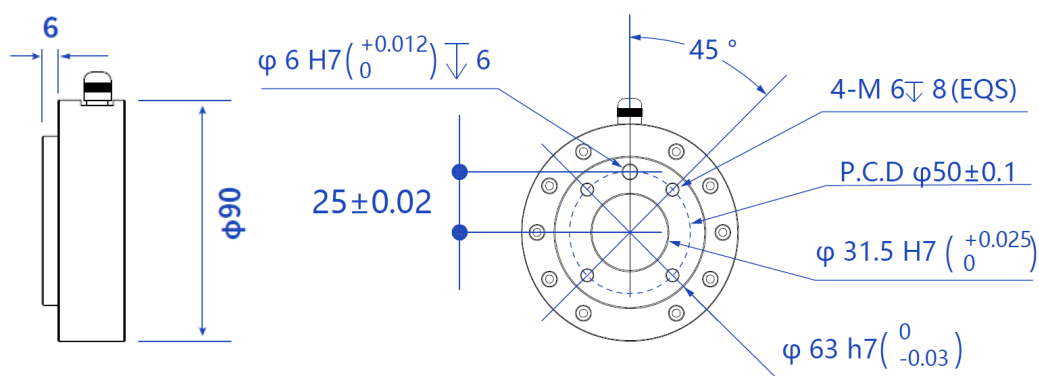


Abb. 4.15 Endflansch-Abmessungen CR6AL

4.4.4 CR6AL Lastdiagramm für den Endeffektor

Die folgende Abbildung zeigt das Lastdiagramm für den CR6AL bei Standard-Montagewinkel. Die horizontale Achse stellt den Versatzabstand (Exzentrizität) dar. Dies ist der Abstand vom Lastschwerpunkt zur Mitte des CR6AL-Endflansches, angegeben in Millimetern (mm). Die vertikale Achse stellt das Lastgewicht dar, angegeben in Kilogramm (kg).

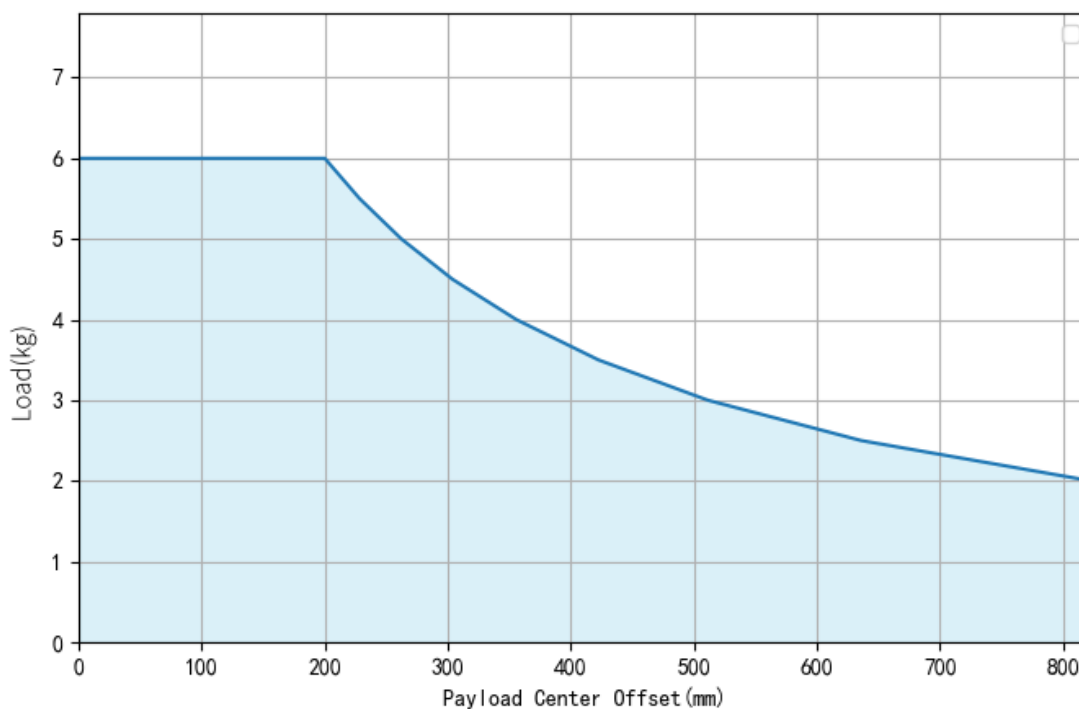


Abb. 4.16 CR6AL Lastdiagramm für den Endeffektor

4.5 Mechanische Spezifikationen CR10A

4.5.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR10A

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

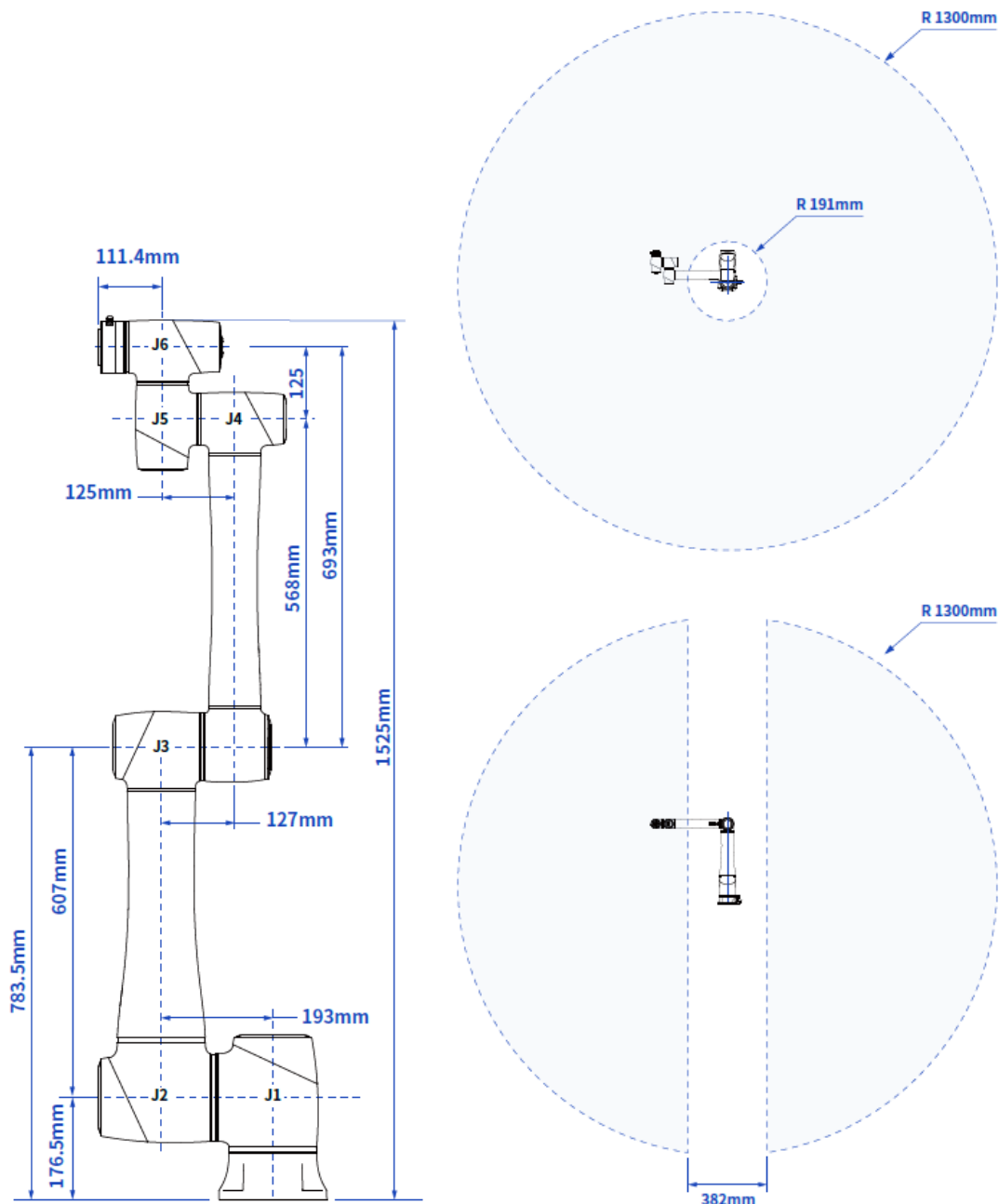


Abb. 4.17 Abmessungen und Arbeitsraum CR10A

4.5.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR10A)

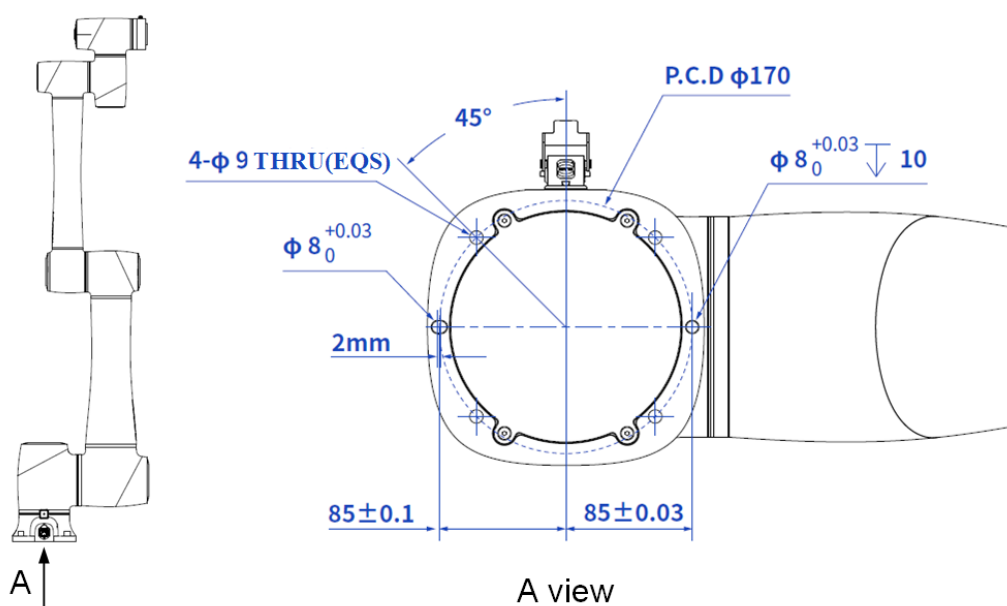


Abb. 4.18 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR10A)

4.5.3 Endflansch-Abmessungen CR10A

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

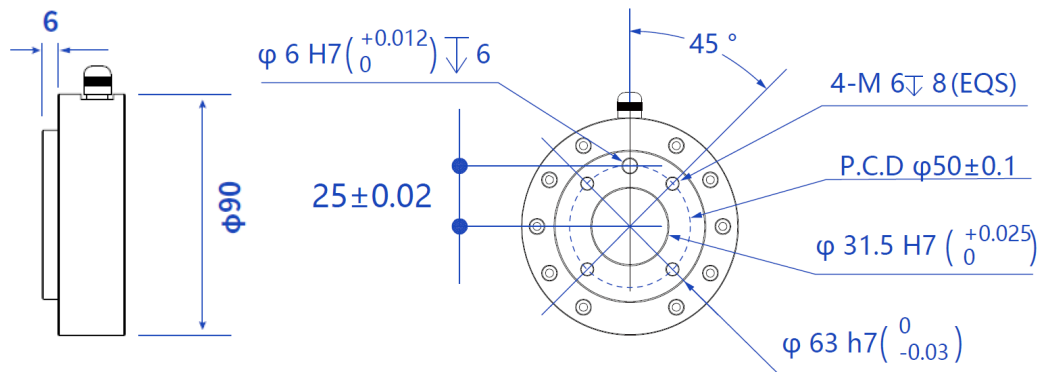


Abb. 4.19 Endflansch-Abmessungen CR10A

4.5.4 CR10A Lastdiagramm für den Endeffektor

Der Ursprung des Koordinatensystems für das Lastdiagramm ist der Mittelpunkt des Endflansches des Roboters. X und Y stellen den Versatzabstand des Lastschwerpunkts vom Flanschmittelpunkt entlang der X- bzw. Y-Achse dar. Der radiale Abstand (r) wird berechnet als: $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$. Dieser r-Wert entspricht der vertikalen Achse (Y-Achse) im Lastdiagramm, die mit X, Y [cm] beschriftet ist. Die horizontale Achse (X-Achse) steht für Z [cm], also den Abstand des Lastschwerpunkts zum Flansch entlang der Z-Richtung. Anhand des Diagramms können Sie den Arbeitszustand des Roboters bewerten. Beispiel: Bei einer Last von 3,8 kg, X = 6 cm, Y = 8 cm und Z = 5 cm ergibt sich $r = 10$ cm. Die Bewertung erfolgt in folgenden Schritten:

- Berechnen Sie gemäß $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ den Wert $r = 10$ cm.
- Wählen Sie die entsprechende Kurve basierend auf dem Lastgewicht aus. Da 3,8 kg nahe bei 4 kg liegt, ziehen Sie die 4-kg-Kurve als Referenz heran.
- Lokalisieren Sie den Punkt $(r, Z) = (10 \text{ cm}, 5 \text{ cm})$ im Lastdiagramm und vergleichen Sie ihn mit der 4-kg-Kurve. Liegt der Punkt unterhalb der Kurve, befindet sich die Last im zulässigen Arbeitsbereich des Roboters (Auswahl gültig). Liegt der Punkt oberhalb der Kurve, überschreitet die Last die Grenzwerte des Roboters (Auswahl ungültig). In diesem Beispiel liegt der Punkt unterhalb der Kurve. Dies zeigt, dass die gewählte Last zulässig ist und der Roboter unter dieser Bedingung sicher betrieben werden kann.

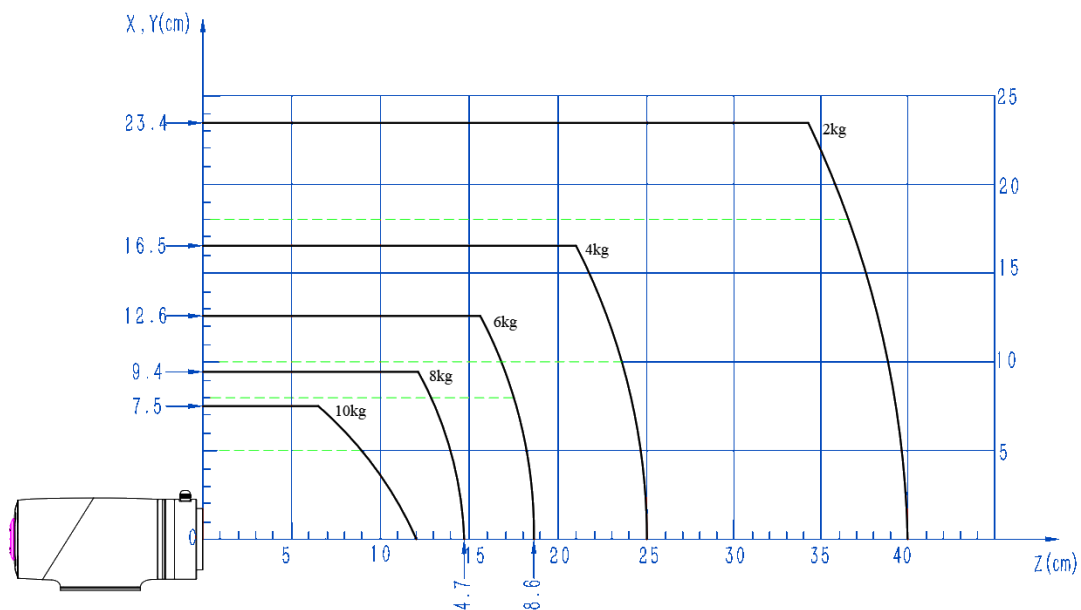


Abb. 4.20 CR10A Lastdiagramm für den Endeffektor

4.6 Mechanische Spezifikationen CR12A

4.6.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR12A

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

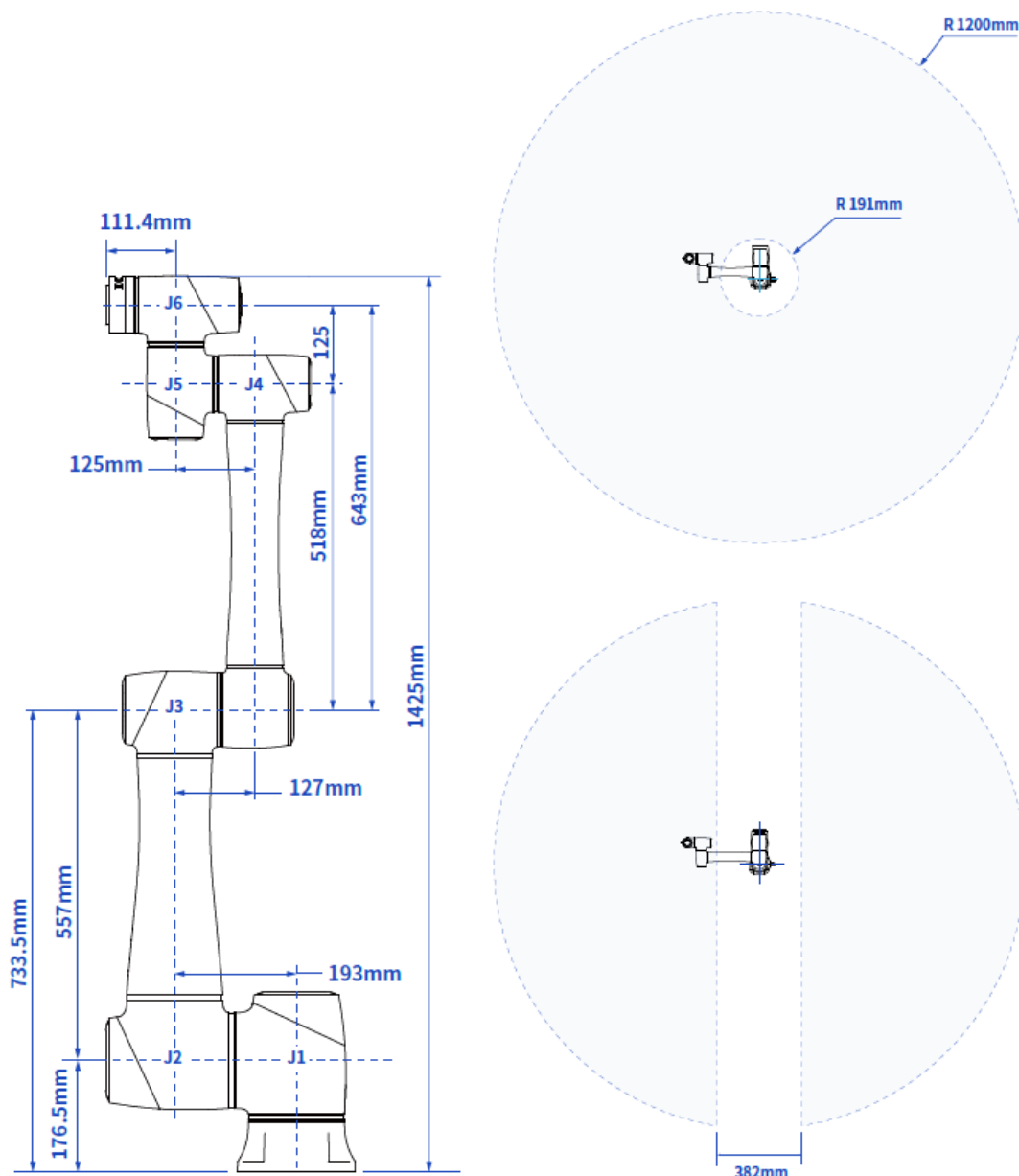


Abb. 4.21 Abmessungen und Arbeitsraum CR12A

4.6.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR12A)

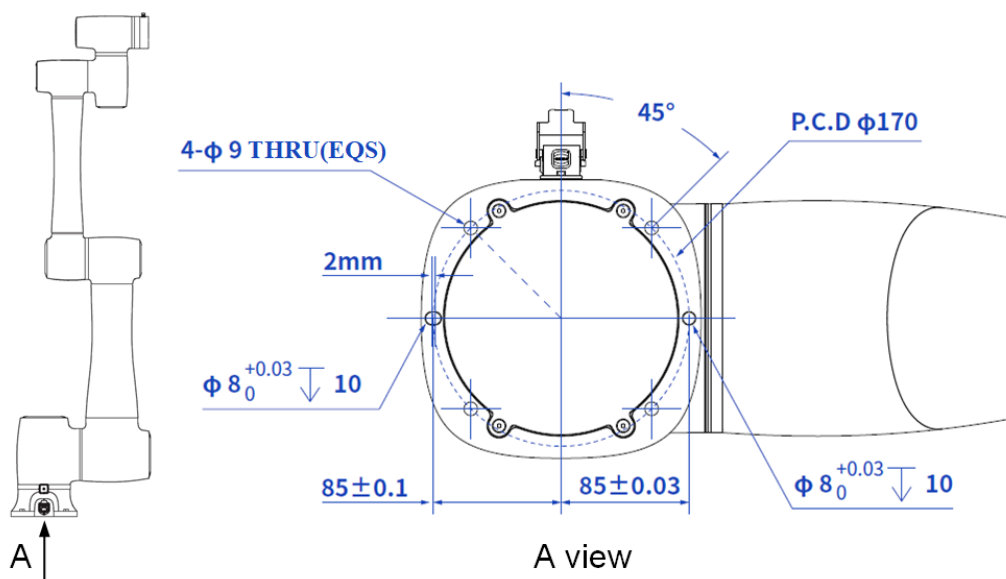


Abb. 4.22 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR12A)

4.6.3 Endflansch-Abmessungen CR12A

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

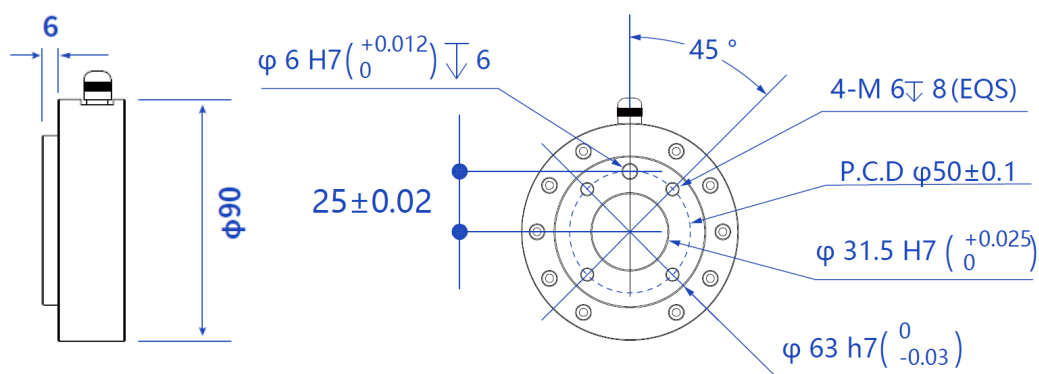


Abb. 4.23 Endflansch-Abmessungen CR12A

4.6.4 CR12A Lastdiagramm für den Endeffektor

Der Ursprung des Koordinatensystems für das Lastdiagramm ist der Mittelpunkt des Endflansches des Roboters. X und Y stellen den Versatzabstand des Lastschwerpunkts vom Flanschmittelpunkt entlang der X- bzw. Y-Achse dar. Der radiale Abstand (r) wird berechnet als: $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$. Dieser r-Wert entspricht der vertikalen Achse (Y-Achse) im Lastdiagramm, die mit X, Y [cm] beschriftet ist. Die horizontale Achse (X-Achse) steht für Z [cm], also den Abstand des Lastschwerpunkts zum Flansch entlang der Z-Richtung. Anhand des Diagramms können Sie den Arbeitszustand des Roboters bewerten. Beispiel: Bei einer Last von 3,8 kg, X = 6 cm, Y = 8 cm und Z = 5 cm ergibt sich $r = 10$ cm. Die Bewertung erfolgt in folgenden Schritten:

- Berechnen Sie gemäß $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ den Wert $r = 10$ cm.
- Wählen Sie die entsprechende Kurve basierend auf dem Lastgewicht aus. Da 3,8 kg nahe bei 4 kg liegt, ziehen Sie die 4-kg-Kurve als Referenz heran.
- Lokalisieren Sie den Punkt $(r, Z) = (10 \text{ cm}, 5 \text{ cm})$ im Lastdiagramm und vergleichen Sie ihn mit der 4-kg-Kurve. Liegt der Punkt unterhalb der Kurve, befindet sich die Last im zulässigen Arbeitsbereich des Roboters (Auswahl gültig). Liegt der Punkt oberhalb der Kurve, überschreitet die Last die Grenzwerte des Roboters (Auswahl ungültig). In diesem Beispiel liegt der Punkt unterhalb der Kurve. Dies zeigt, dass die gewählte Last zulässig ist und der Roboter unter dieser Bedingung sicher betrieben werden kann.

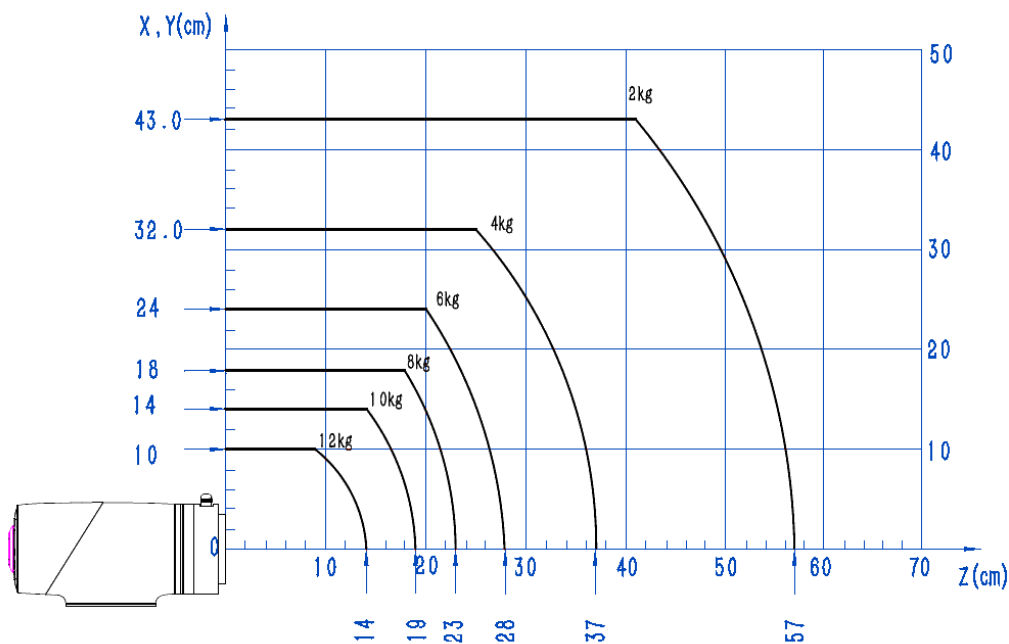


Abb. 4.24 CR12A Lastdiagramm für den Endeffektor

4.7 Mechanische Spezifikationen CR16A

4.7.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR16A

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

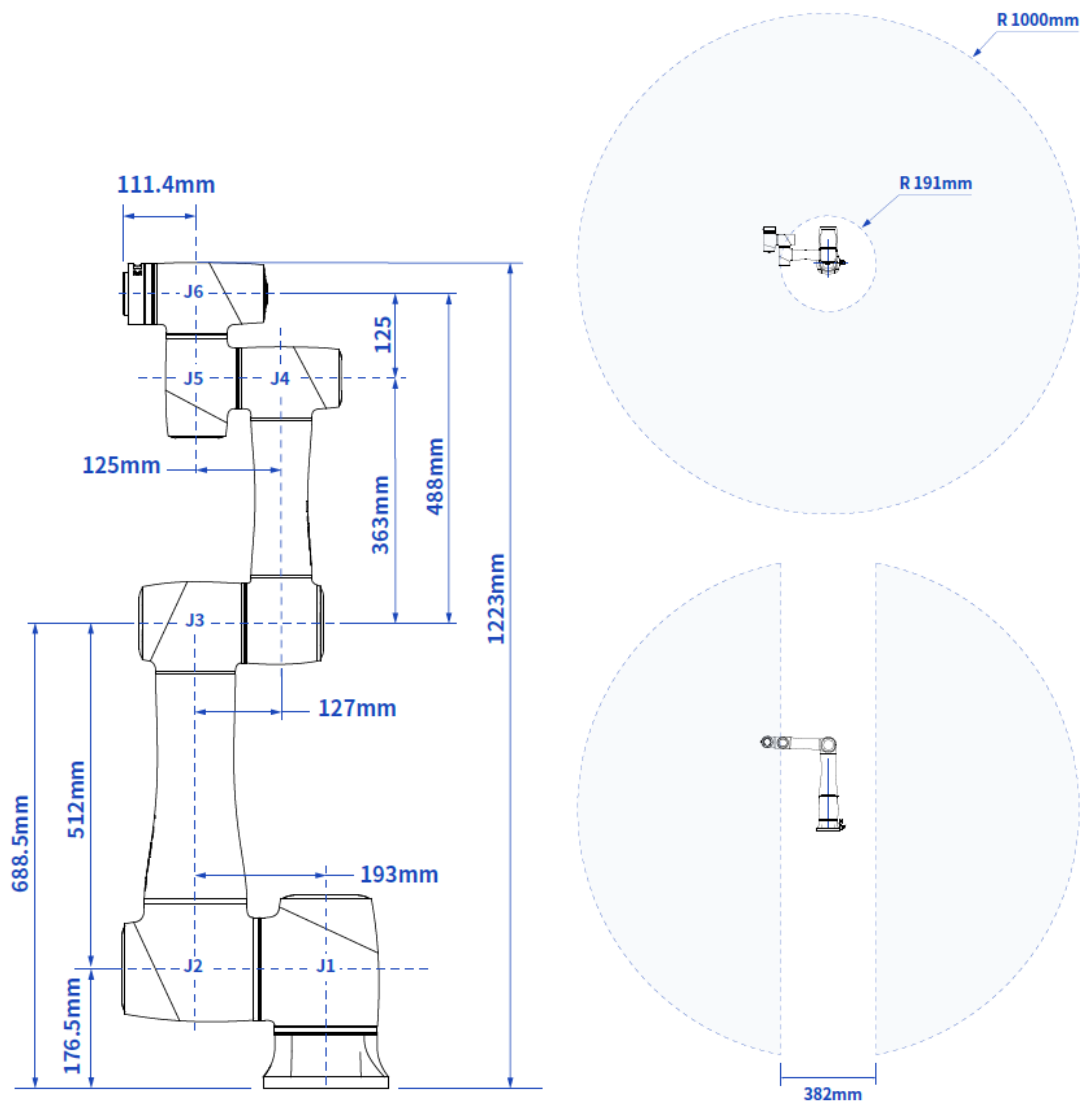


Abb. 4.25 Abmessungen und Arbeitsraum CR16A

4.7.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR16A)

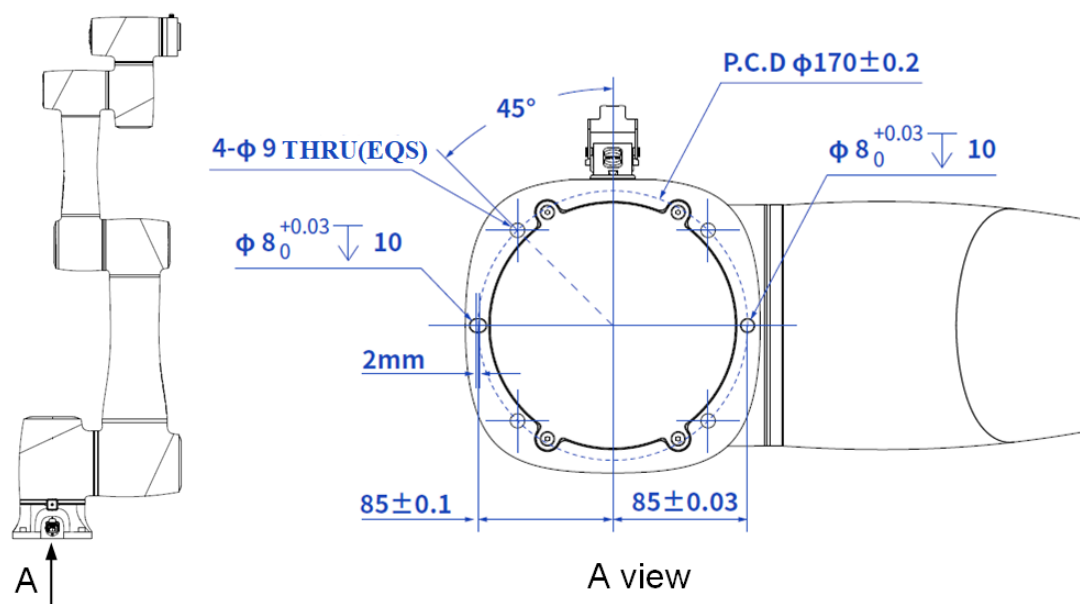


Abb. 4.26 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR16A)

4.7.3 Endflansch-Abmessungen CR16A

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

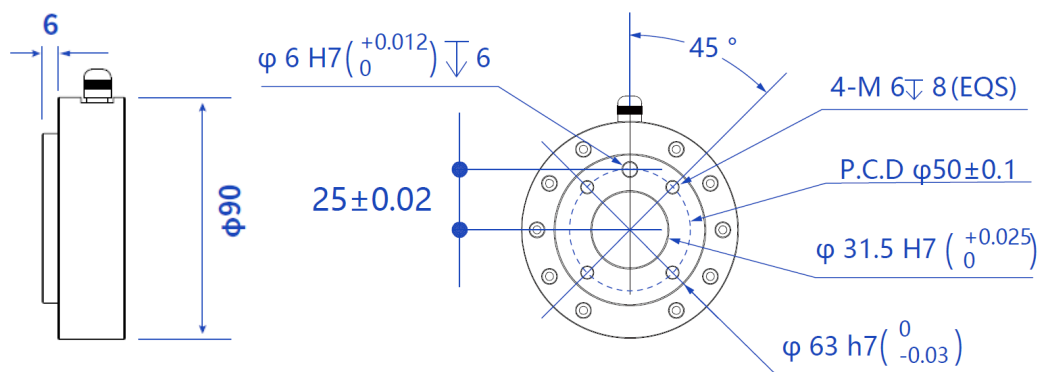


Abb. 4.27 Endflansch-Abmessungen CR16A

4.7.4 CR16A Lastdiagramm für den Endeffektor

Der Ursprung des Koordinatensystems für das Lastdiagramm ist der Mittelpunkt des Endflansches des Roboters. X und Y stellen den Versatzabstand des Lastschwerpunkts vom Flanschmittelpunkt entlang der X- bzw. Y-Achse dar. Der radiale Abstand (r) wird berechnet als: $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$. Dieser r-Wert entspricht der vertikalen Achse (Y-Achse) im Lastdiagramm, die mit X, Y [cm] beschriftet ist. Die horizontale Achse (X-Achse) steht für Z [cm], also den Abstand des Lastschwerpunkts zum Flansch entlang der Z-Richtung. Anhand des Diagramms können Sie den Arbeitszustand des Roboters bewerten. Beispiel: Bei einer Last von 3,8 kg, X = 6 cm, Y = 8 cm und Z = 5 cm ergibt sich $r = 10$ cm. Die Bewertung erfolgt in folgenden Schritten:

- Berechnen Sie gemäß $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ den Wert $r = 10$ cm.
- Wählen Sie die entsprechende Kurve basierend auf dem Lastgewicht aus. Da 3,8 kg nahe bei 4 kg liegt, ziehen Sie die 4-kg-Kurve als Referenz heran.
- Lokalisieren Sie den Punkt $(r, Z) = (10 \text{ cm}, 5 \text{ cm})$ im Lastdiagramm und vergleichen Sie ihn mit der 4-kg-Kurve. Liegt der Punkt unterhalb der Kurve, befindet sich die Last im zulässigen Arbeitsbereich des Roboters (Auswahl gültig). Liegt der Punkt oberhalb der Kurve, überschreitet die Last die Grenzwerte des Roboters (Auswahl ungültig). In diesem Beispiel liegt der Punkt unterhalb der Kurve. Dies zeigt, dass die gewählte Last zulässig ist und der Roboter unter dieser Bedingung sicher betrieben werden kann.

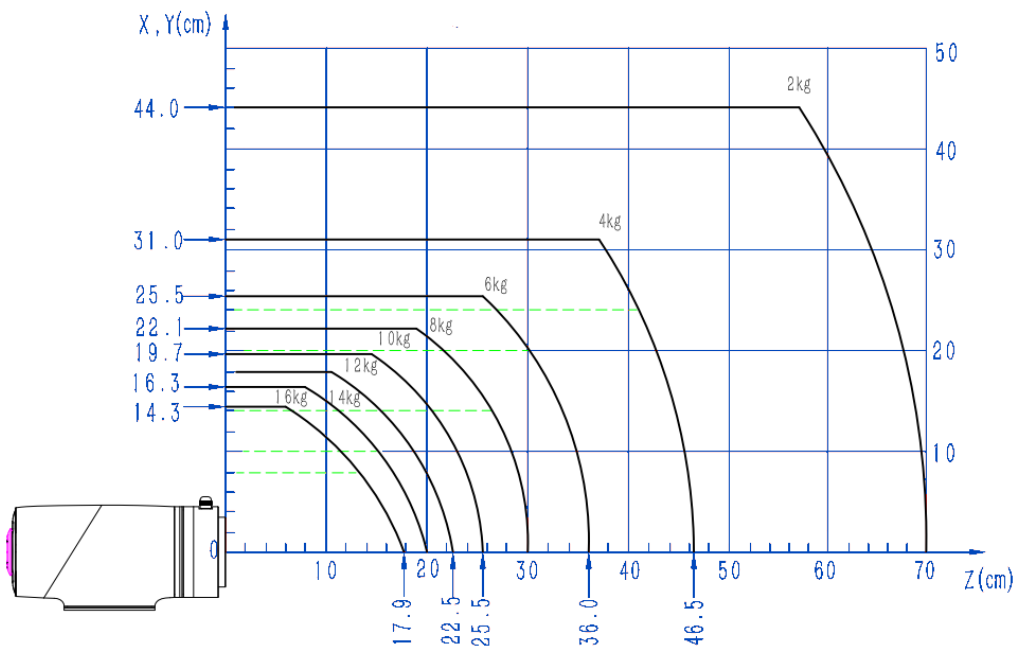


Abb. 4.28 CR16A Lastdiagramm für den Endeffektor

4.8 Mechanische Spezifikationen CR16AL

4.8.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR16AL

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

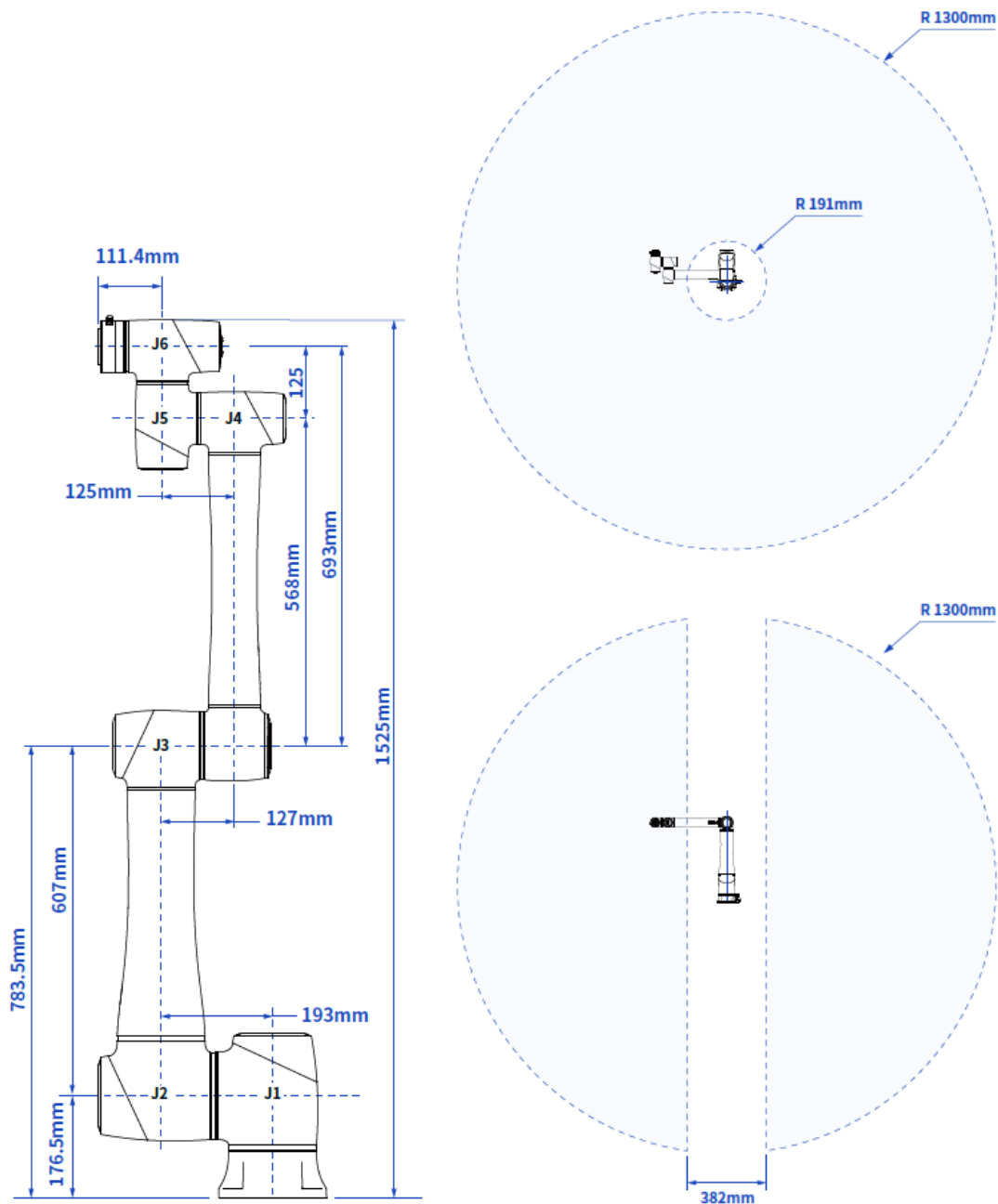


Abb. 4.29 Abmessungen und Arbeitsraum CR16AL

4.8.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR16AL)

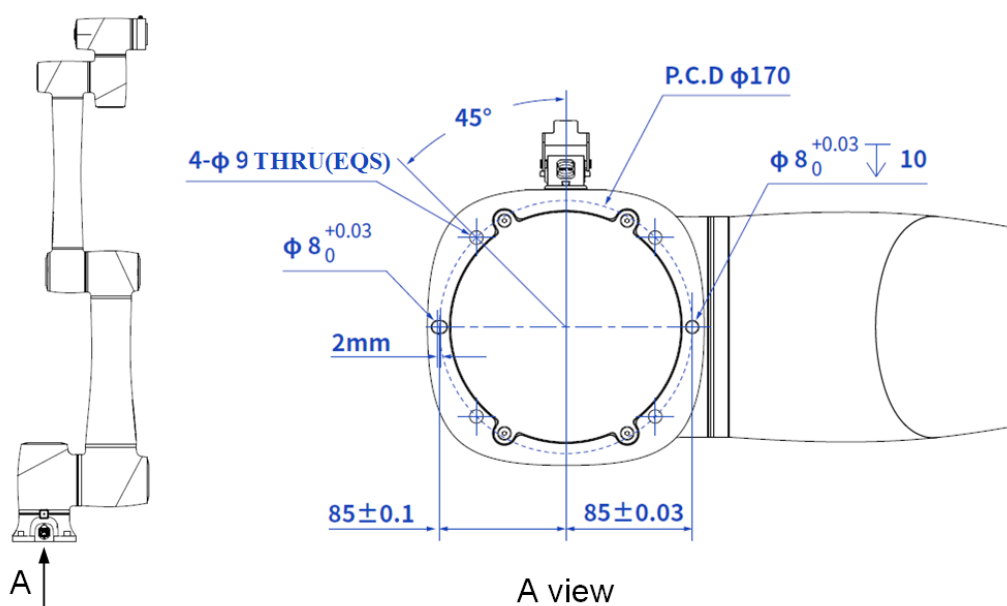


Abb. 4.30 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR16AL)

4.8.3 Endflansch-Abmessungen CR16AL

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

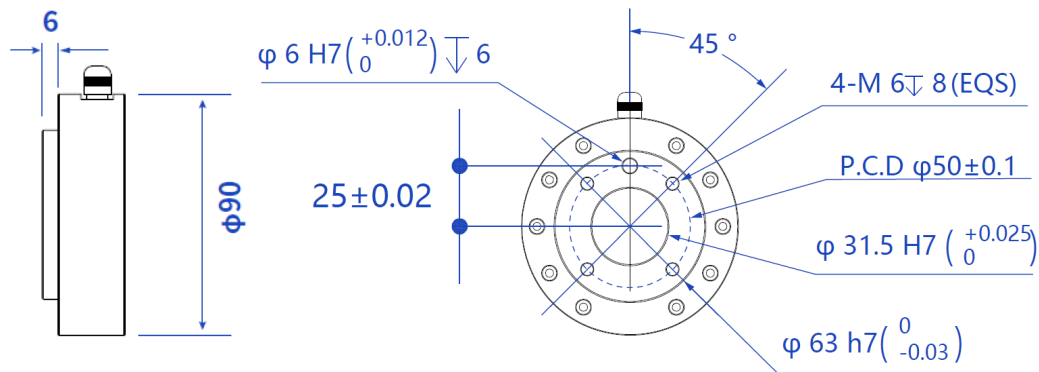


Abb. 4.31 Endflansch-Abmessungen CR16AL

4.8.4 CR16AL Lastdiagramm für den Endeffektor

Die folgende Abbildung zeigt das Lastdiagramm für den CR16AL bei Standard-Montagewinkel. Die horizontale Achse stellt den Versatzabstand (Exzentrizität) dar. Dies ist der Abstand vom Lastschwerpunkt zur Mitte des CR16AL-Endflansches, angegeben in Millimetern (mm). Die vertikale Achse stellt das Lastgewicht dar, angegeben in Kilogramm (kg).

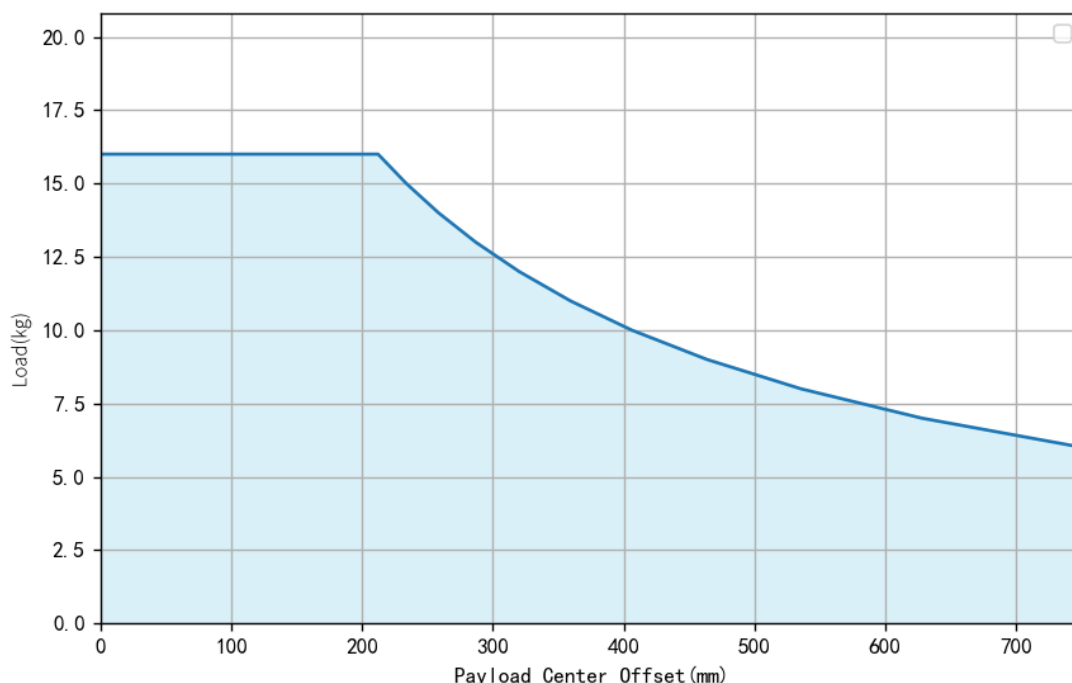


Abb. 4.32 CR16AL Lastdiagramm für den Endeffektor

4.9 Mechanische Spezifikationen CR20A

4.9.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR20A

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

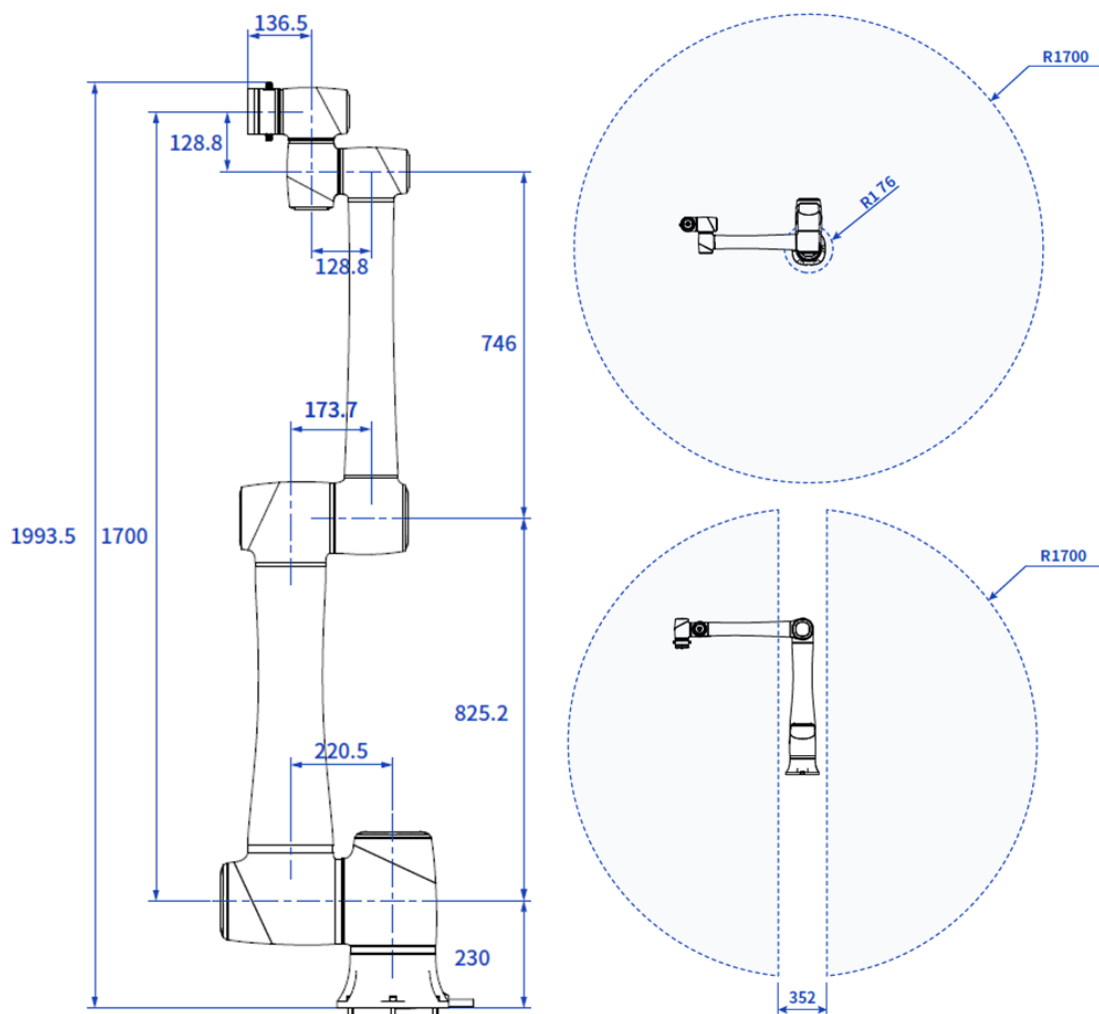


Abb. 4.33 Abmessungen und Arbeitsraum CR20A

4.9.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR20A)

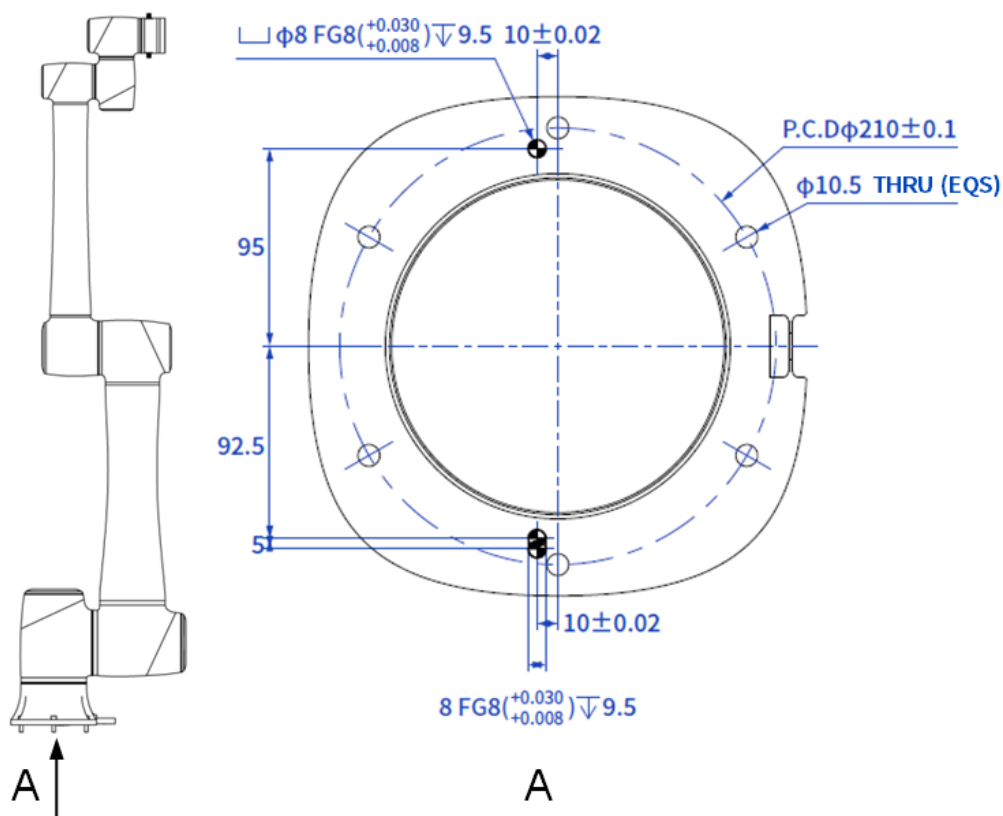


Abb. 4.34 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR20A)

4.9.3 Endflansch-Abmessungen CR20A

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

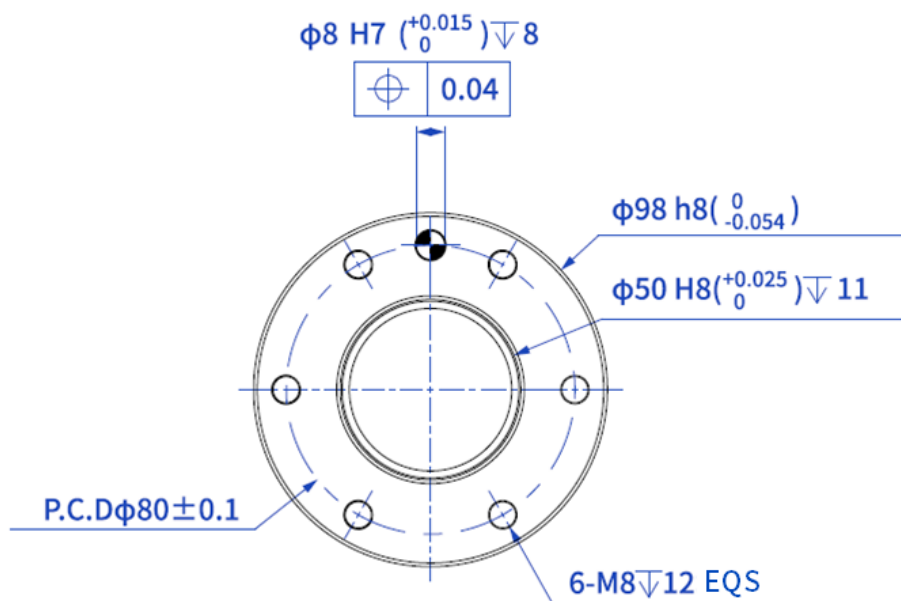


Abb. 4.35 Endflansch-Abmessungen CR20A

4.9.4 CR20A Lastdiagramm für den Endeffektor

Die folgende Abbildung zeigt das Lastdiagramm für den CR20A bei Standard-Montagewinkel. Die horizontale Achse stellt den Versatzabstand (Exzentrizität) dar. Dies ist der Abstand vom Lastschwerpunkt zur Mitte des CR20A-Endflansches, angegeben in Millimetern (mm). Die vertikale Achse stellt das Lastgewicht dar, angegeben in Kilogramm (kg).

Die blaue Linie kennzeichnet die maximal zulässige Last für den CR20A bei verschiedenen Versatzabständen:

- Bei einem Versatzabstand von weniger als 131 mm beträgt die maximale Last 20 kg.
- Bei einem Versatzabstand von mehr als 131 mm nimmt die maximale Last mit zunehmendem Abstand ab.
- Bei einem Versatzabstand von 623 mm beträgt die maximale Last 6,7 kg.

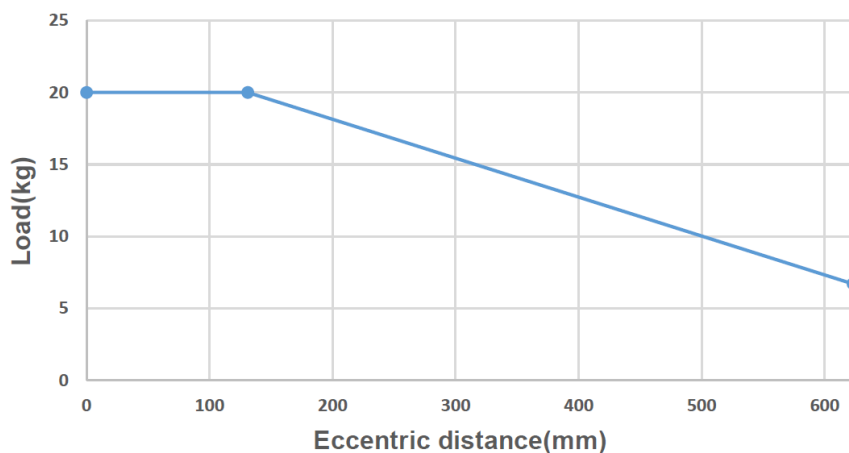


Abb. 4.36 CR20A Lastdiagramm für den Endeffektor

4.10 Mechanische Spezifikationen CR30A

4.10.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR30A

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

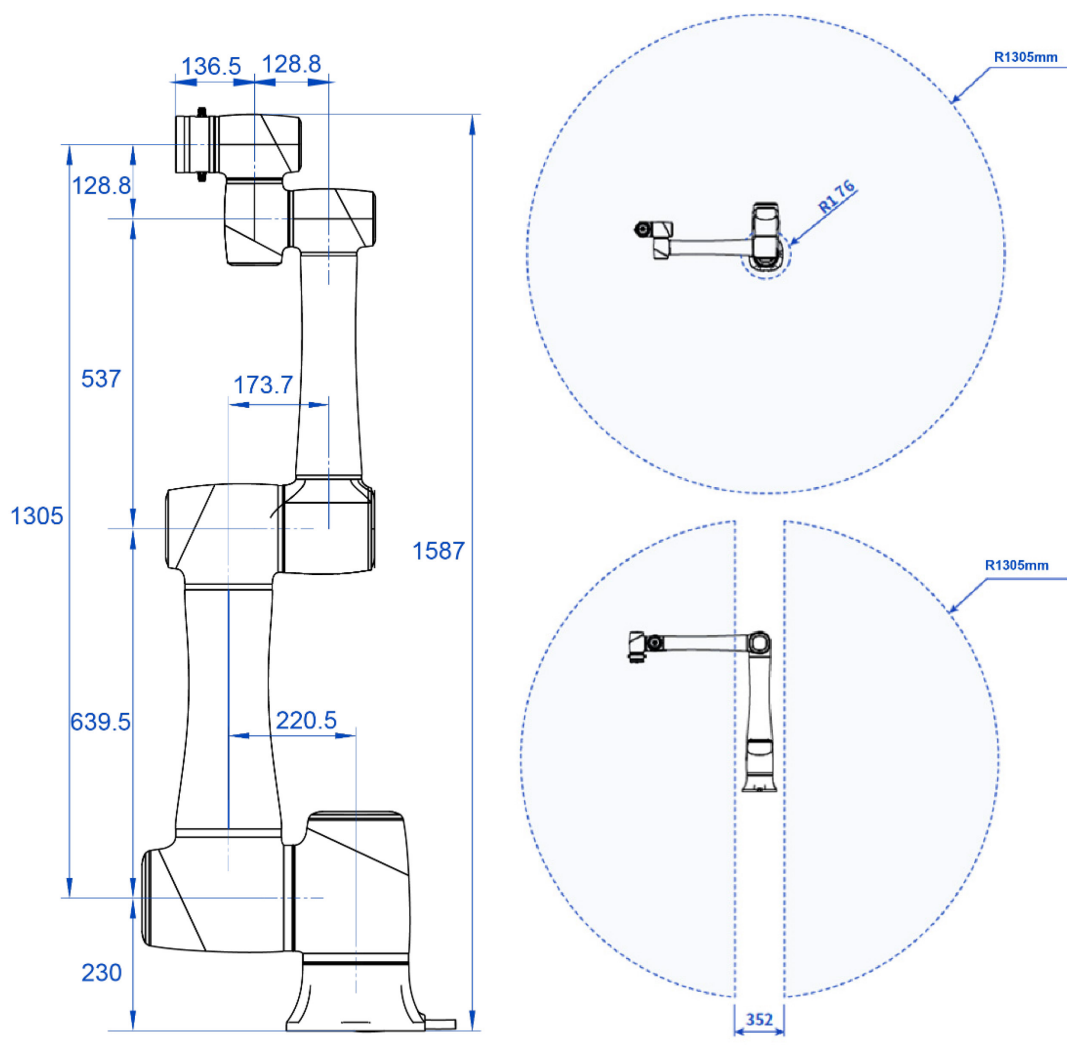


Abb. 4.37 Abmessungen und Arbeitsraum CR30A

4.10.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR30A)

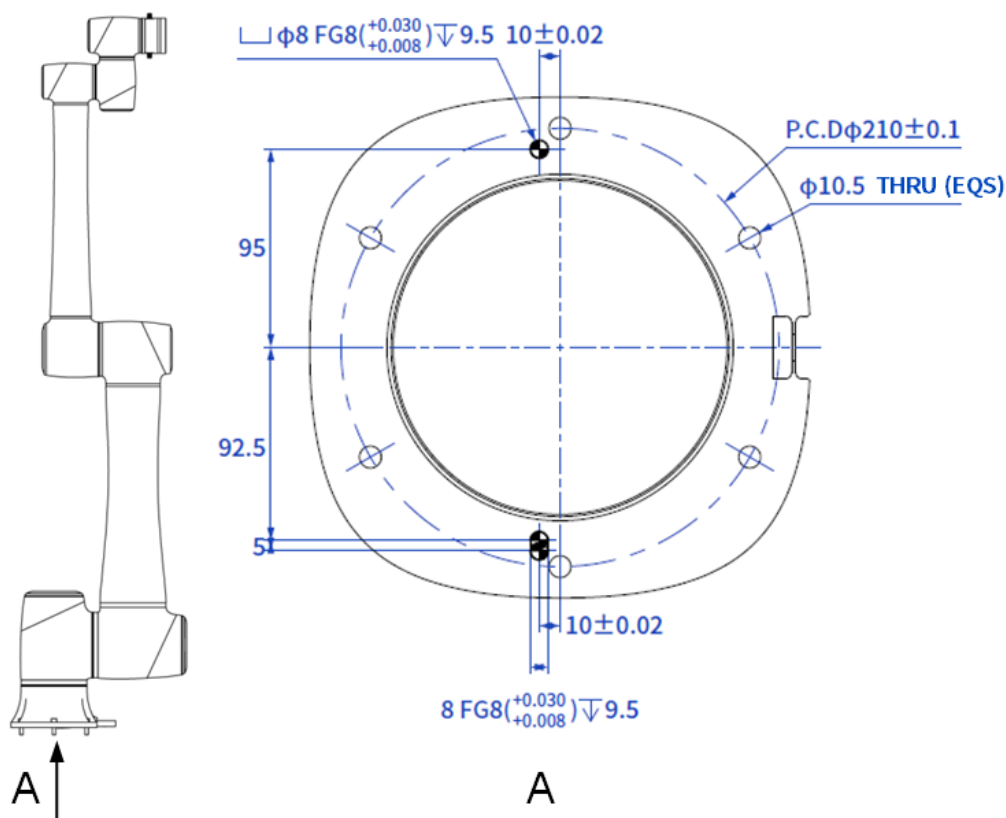


Abb. 4.38 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR30A)

4.10.3 Endflansch-Abmessungen CR30A

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

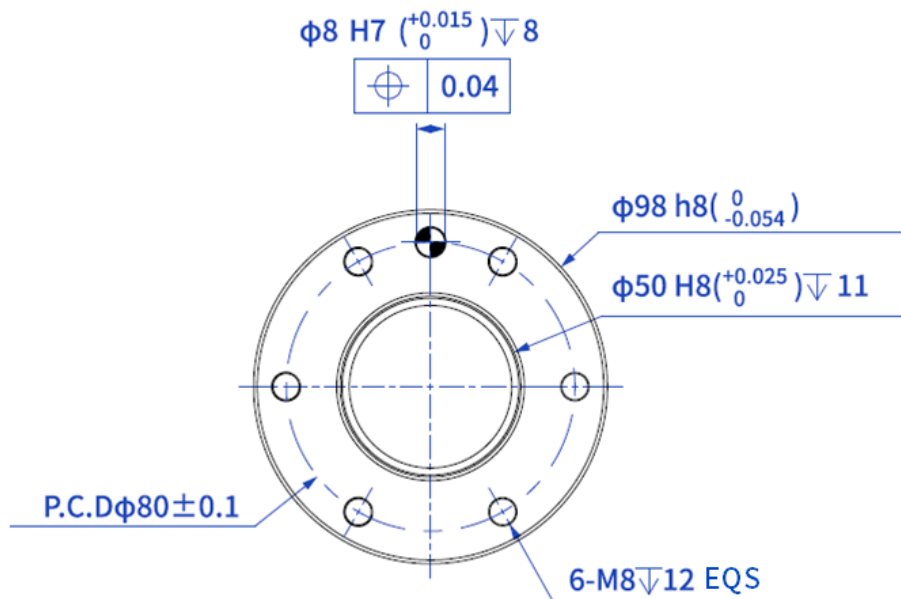


Abb. 4.39 Endflansch-Abmessungen CR30A

4.10.4 CR30A Lastdiagramm für den Endeffektor

Die folgende Abbildung zeigt das Lastdiagramm für den CR30A bei Standard-Montagewinkel. Die horizontale Achse stellt den Versatzabstand (Exzentrizität) dar. Dies ist der Abstand vom Lastschwerpunkt zur Mitte des CR30A-Endflansches, angegeben in Millimetern (mm). Die vertikale Achse stellt das Lastgewicht dar, angegeben in Kilogramm (kg).

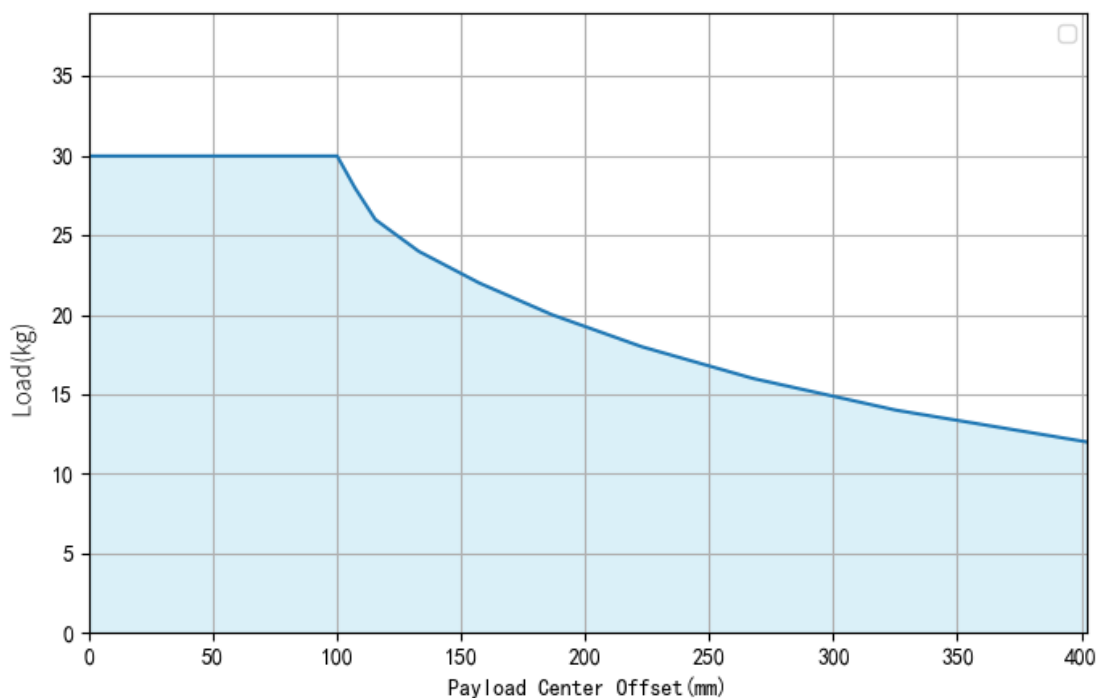


Abb. 4.40 CR30A Lastdiagramm für den Endeffektor

4.11 Mechanische Spezifikationen CR5AF

4.11.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR5AF

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

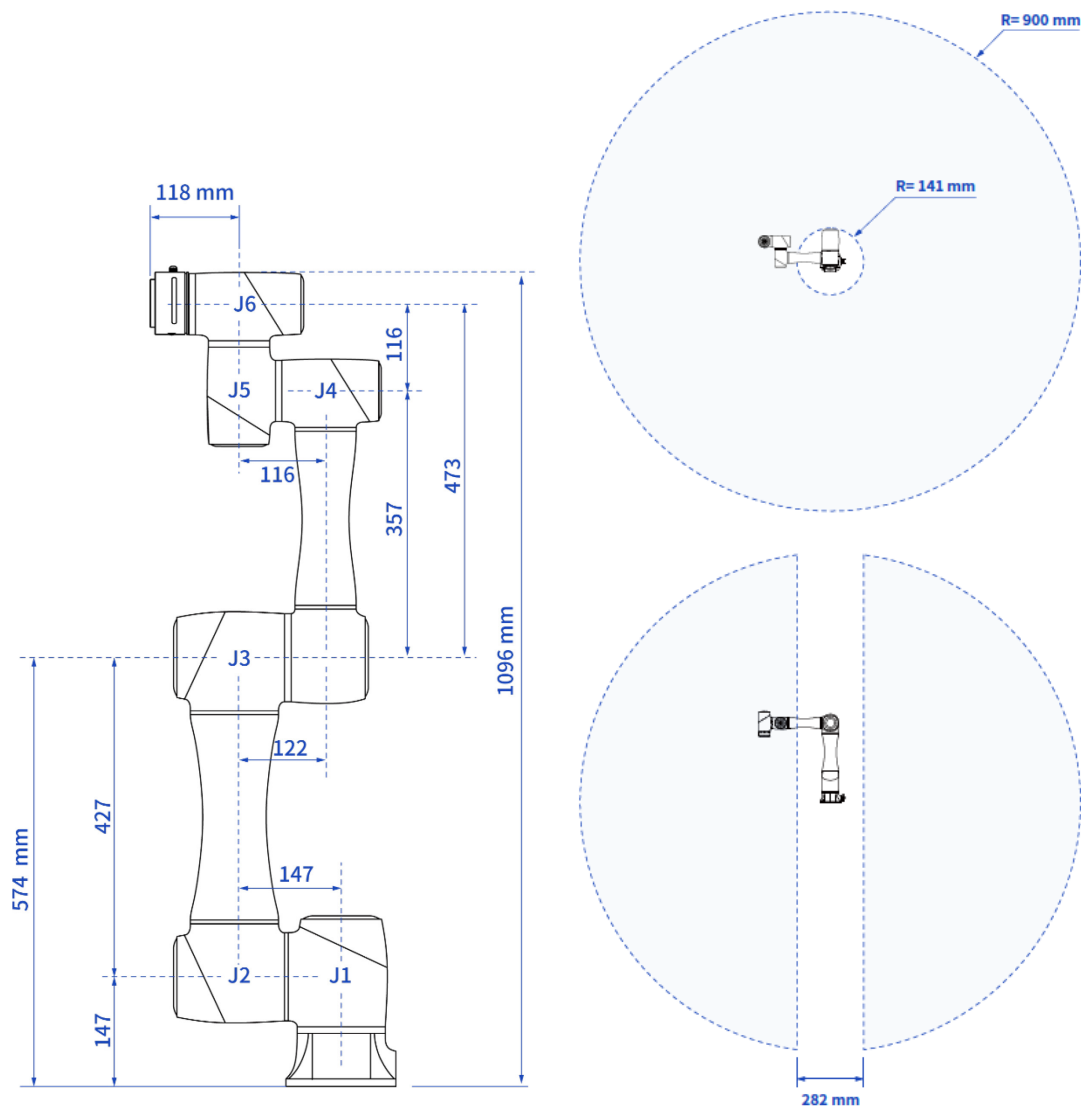


Abb. 4.41 Abmessungen und Arbeitsraum CR5AF

4.11.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR5AF)

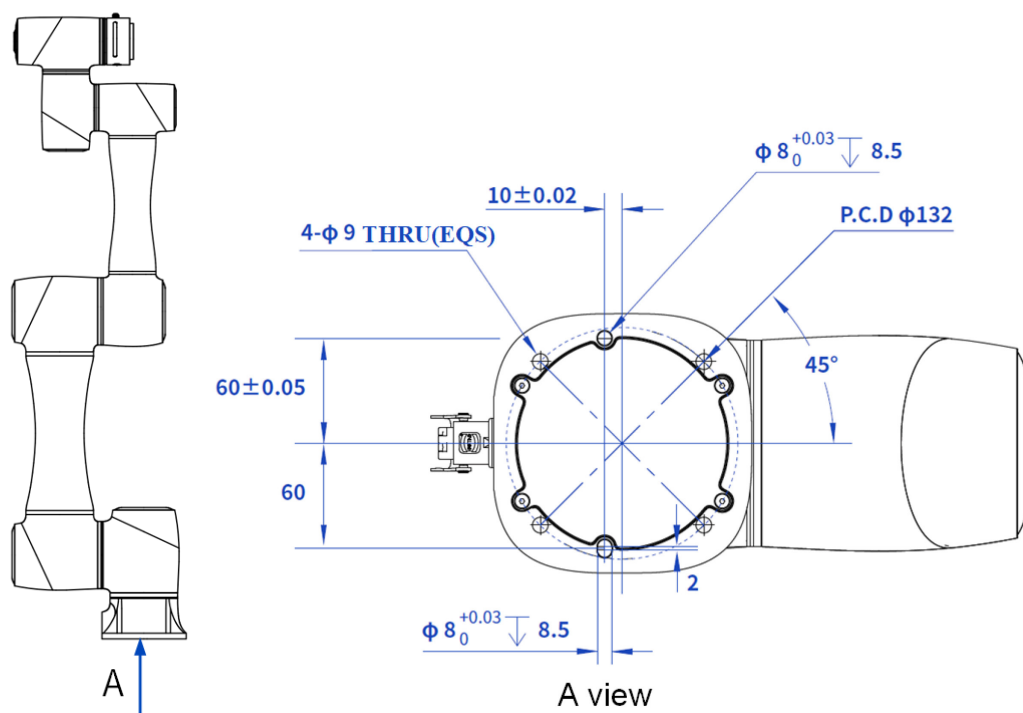


Abb. 4.42 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR5AF)

4.11.3 Endflansch-Abmessungen CR5AF

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

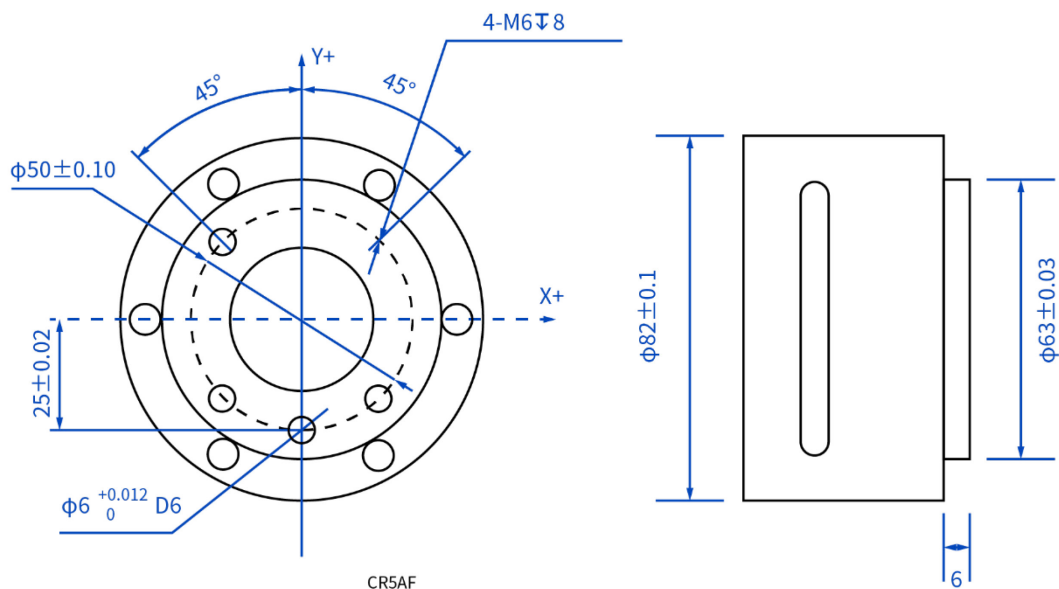


Abb. 4.43 Endflansch-Abmessungen CR5AF

4.11.4 CR5AF Lastdiagramm für den Endeffektor

Der Ursprung des Koordinatensystems für das Lastdiagramm ist der Mittelpunkt des Endflansches des Roboters. X und Y stellen den Versatzabstand des Lastschwerpunkts vom Flanschmittelpunkt entlang der X- bzw. Y-Achse dar. Der radiale Abstand (r) wird berechnet als: $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$. Dieser r-Wert entspricht der vertikalen Achse (Y-Achse) im Lastdiagramm, die mit X, Y [cm] beschriftet ist. Die horizontale Achse (X-Achse) steht für Z [cm], also den Abstand des Lastschwerpunkts zum Flansch entlang der Z-Richtung. Anhand des Diagramms können Sie den Arbeitszustand des Roboters bewerten. Beispiel: Bei einer Last von 2,8 kg, X = 6 cm, Y = 8 cm und Z = 5 cm ergibt sich $r = 10$ cm. Die Bewertung erfolgt in folgenden Schritten:

- Berechnen Sie gemäß $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ den Wert $r = 10$ cm.
- Wählen Sie die entsprechende Kurve basierend auf dem Lastgewicht aus. Da 2,8 kg nahe bei 3 kg liegt, ziehen Sie die 4-kg-Kurve als Referenz heran.
- Lokalisieren Sie den Punkt $(r, Z) = (10 \text{ cm}, 5 \text{ cm})$ im Lastdiagramm und vergleichen Sie ihn mit der 3-kg-Kurve. Liegt der Punkt unterhalb der Kurve, befindet sich die Last im zulässigen Arbeitsbereich des Roboters (Auswahl gültig). Liegt der Punkt oberhalb der Kurve, überschreitet die Last die Grenzwerte des Roboters (Auswahl ungültig). In diesem Beispiel liegt der Punkt unterhalb der Kurve. Dies zeigt, dass die gewählte Last zulässig ist und der Roboter unter dieser Bedingung sicher betrieben werden kann.

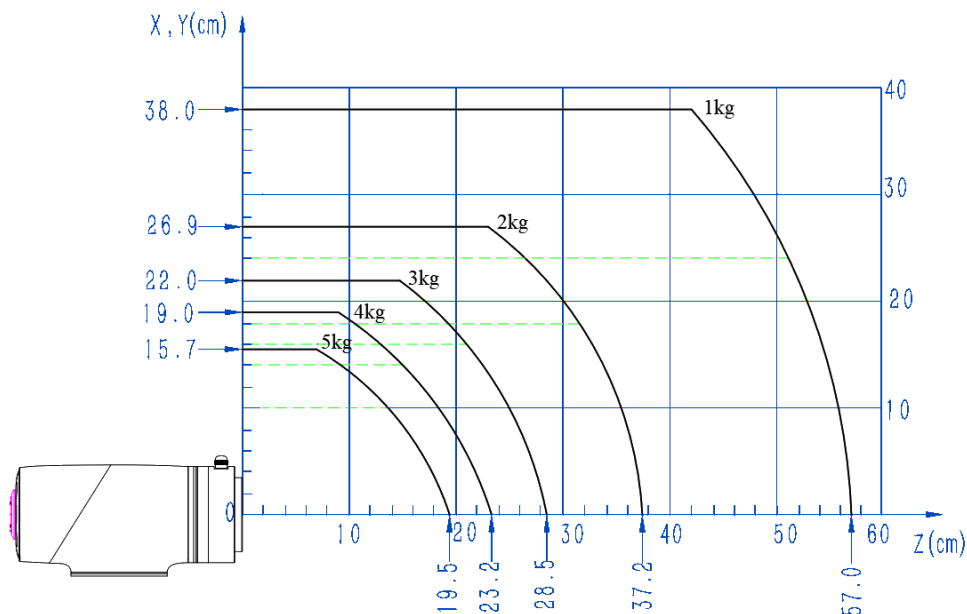


Abb. 4.44 CR5AF Lastdiagramm für den Endeffektor

4.12 Mechanische Spezifikationen CR10AF

4.12.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR10AF

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

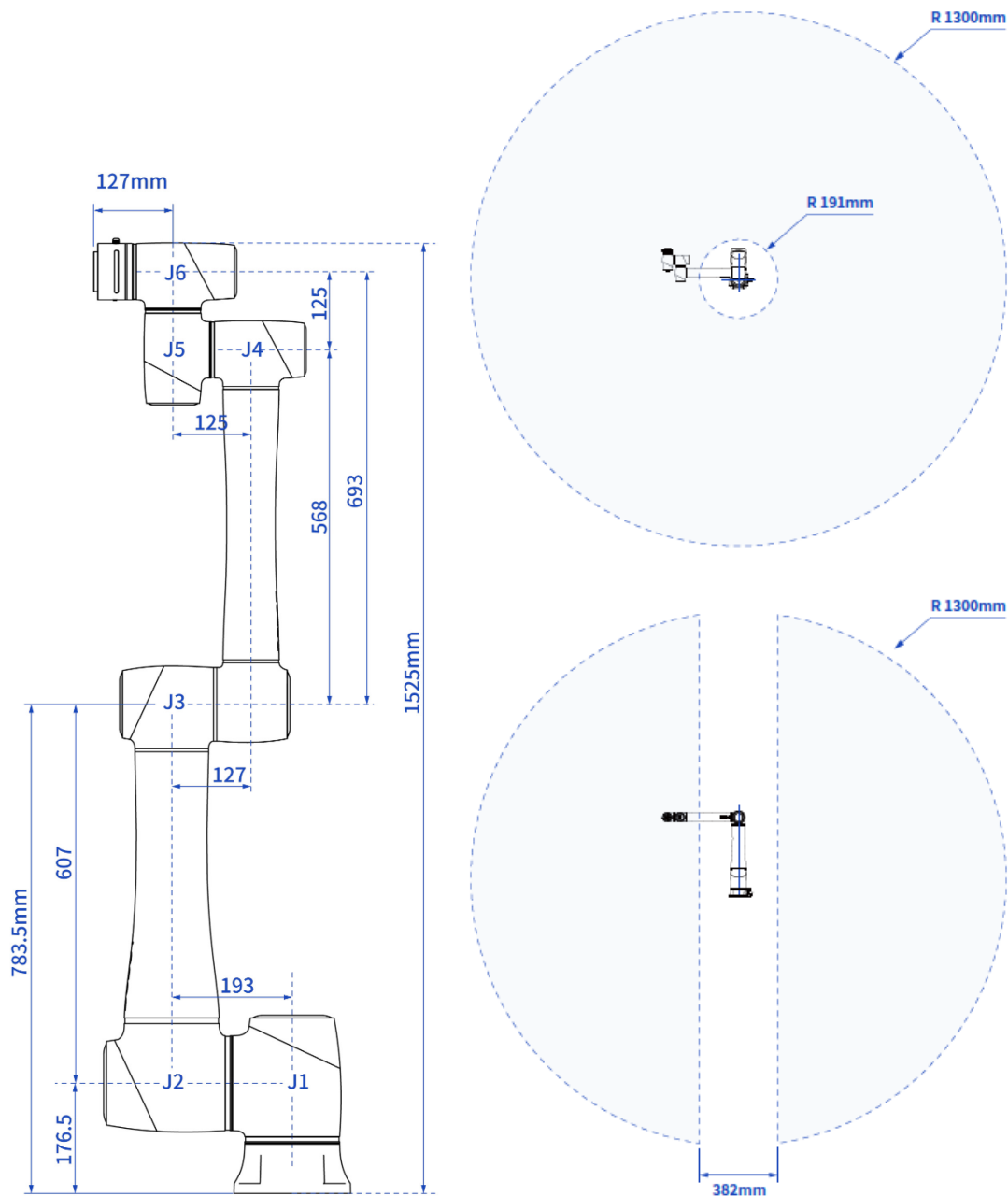


Abb. 4.45 Abmessungen und Arbeitsraum CR10AF

4.12.2 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR10AF)

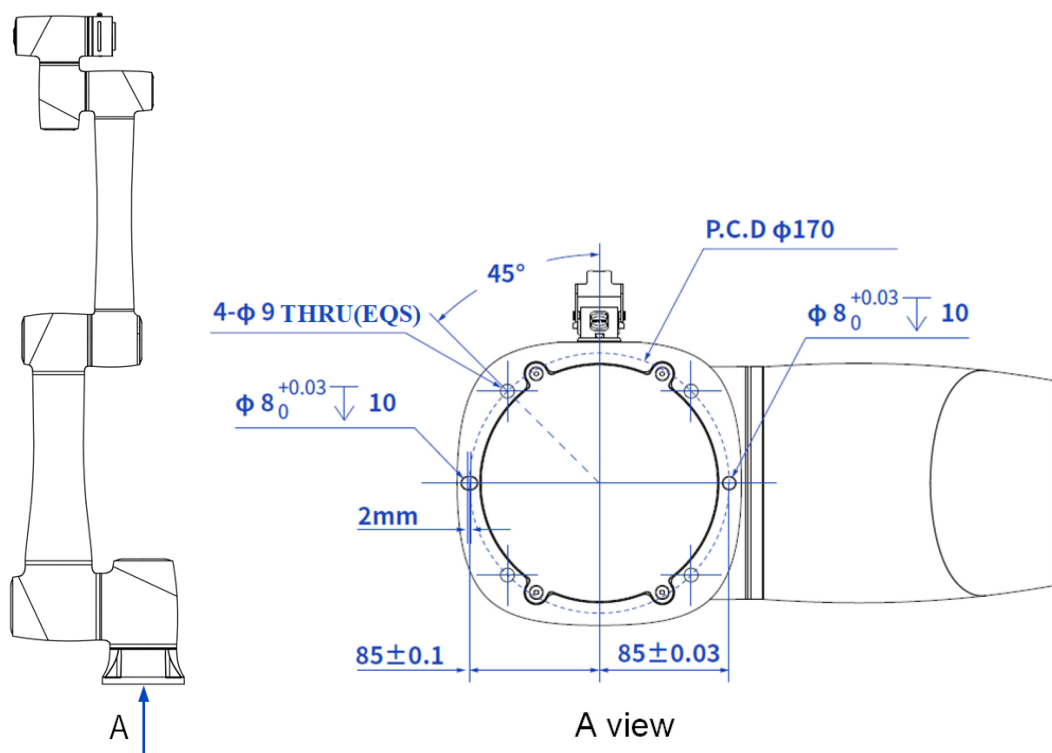


Abb. 4.46 Montage-Abmessungen der Roboterbasis (CR10AF)

4.12.3 Endflansch-Abmessungen CR10AF

Die Flanschkonstruktion entspricht ISO 9409-1.

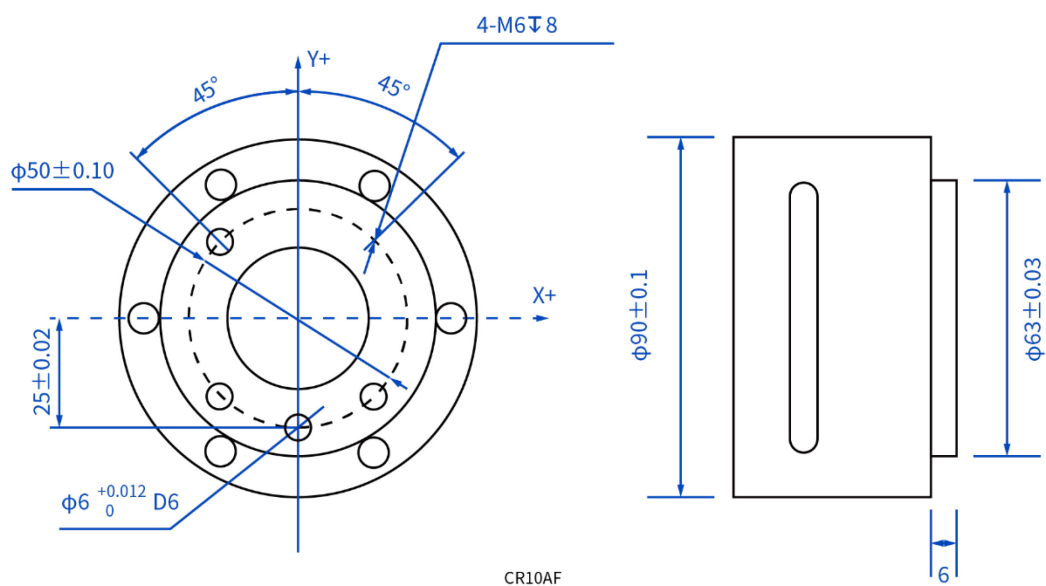


Abb. 4.47 Endflansch-Abmessungen CR10AF

4.12.4 CR10AF Lastdiagramm für den Endeffektor

Der Ursprung des Koordinatensystems für das Lastdiagramm ist der Mittelpunkt des Endflansches des Roboters. X und Y stellen den Versatzabstand des Lastschwerpunkts vom Flanschmittelpunkt entlang der X- bzw. Y-Achse dar. Der radiale Abstand (r) wird berechnet als: $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$. Dieser r-Wert entspricht der vertikalen Achse (Y-Achse) im Lastdiagramm, die mit X, Y [cm] beschriftet ist. Die horizontale Achse (X-Achse) steht für Z [cm], also den Abstand des Lastschwerpunkts zum Flansch entlang der Z-Richtung. Anhand des Diagramms können Sie den Arbeitszustand des Roboters bewerten. Beispiel: Bei einer Last von 3,8 kg, X = 6 cm, Y = 8 cm und Z = 5 cm ergibt sich $r = 10$ cm. Die Bewertung erfolgt in folgenden Schritten:

- Berechnen Sie gemäß $r = \sqrt{X^2 + Y^2}$ den Wert $r = 10$ cm.
- Wählen Sie die entsprechende Kurve basierend auf dem Lastgewicht aus. Da 3,8 kg nahe bei 4 kg liegt, ziehen Sie die 4-kg-Kurve als Referenz heran.
- Lokalisieren Sie den Punkt $(r, Z) = (10 \text{ cm}, 5 \text{ cm})$ im Lastdiagramm und vergleichen Sie ihn mit der 4-kg-Kurve. Liegt der Punkt unterhalb der Kurve, befindet sich die Last im zulässigen Arbeitsbereich des Roboters (Auswahl gültig). Liegt der Punkt oberhalb der Kurve, überschreitet die Last die Grenzwerte des Roboters (Auswahl ungültig). In diesem Beispiel liegt der Punkt unterhalb der Kurve. Dies zeigt, dass die gewählte Last zulässig ist und der Roboter unter dieser Bedingung sicher betrieben werden kann.

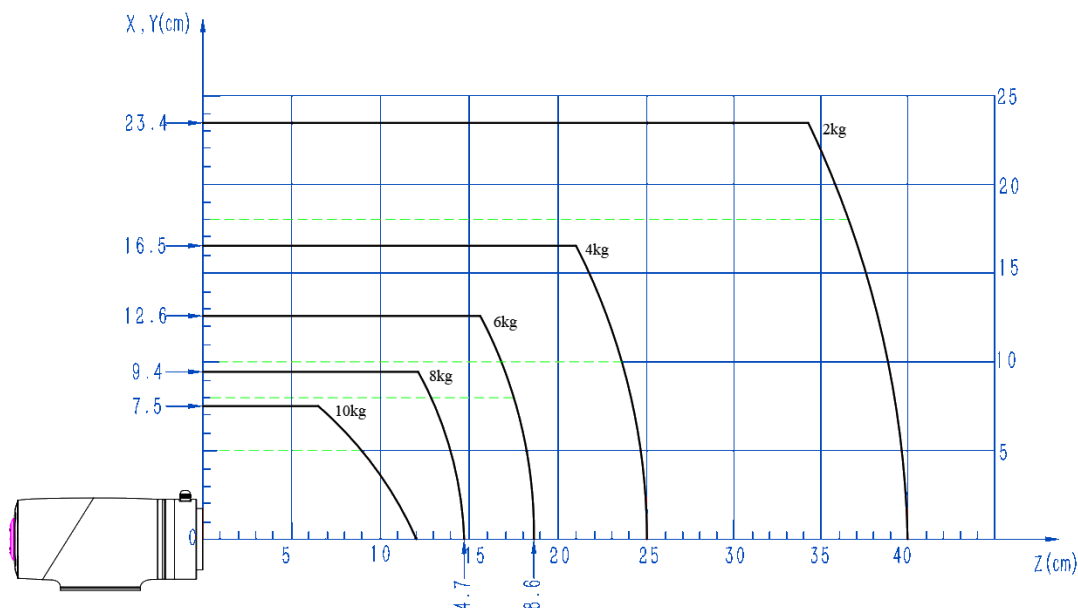


Abb. 4.48 CR10AF Lastdiagramm für den Endeffektor

4.13 Mechanische Spezifikationen CR20AF

4.13.1 Abmessungen und Arbeitsraum CR20AF

Bei der Wahl der Montageposition für den Roboter muss der zylindrische Raum direkt über und unter dem Roboter berücksichtigt werden. Versuchen Sie, das Werkzeug nicht in diesen zylindrischen Raum zu bewegen. Dies kann dazu führen, dass sich die Gelenke selbst bei langsamer Werkzeugbewegung zu schnell drehen, was zu einer geringen Arbeitseffizienz führt und die Risikobewertung erschwert.

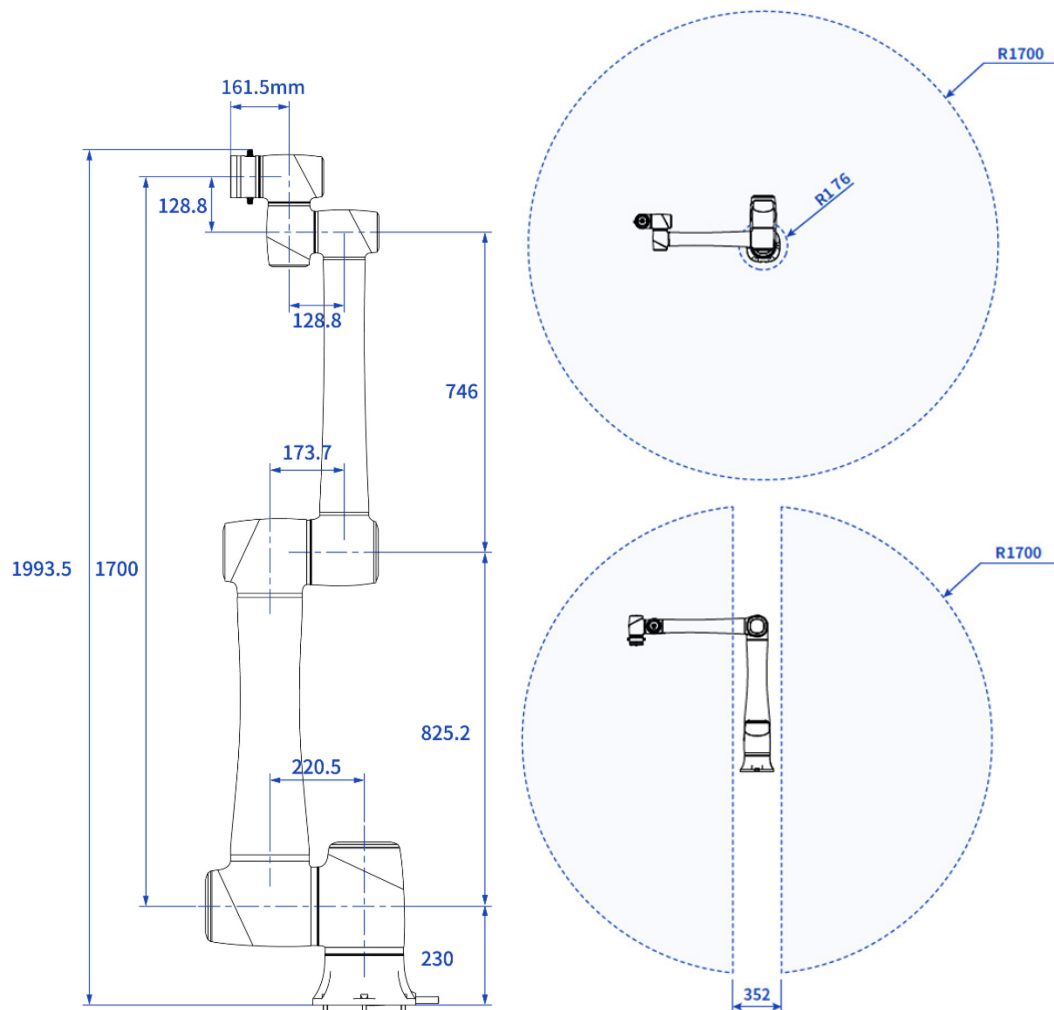


Abb. 4.49 Abmessungen und Arbeitsraum CR20AF

The technical drawing consists of two views of a robotic arm component:

- Left View (Side Profile):** Shows the vertical profile of the arm. It features a base with three mounting feet, a central shaft, and a horizontal section at the top. An arrow labeled "A" points upwards from the base.
- Right View (Top-Down View of Flange):** A detailed view of a circular flange. Key dimensions and features include:
 - Overall Diameter:** Indicated by a dashed circle as P.C.D $\phi 210 \pm 0.1$.
 - Inner Bore:** Labeled as $\phi 10.5$ THRU (EQS).
 - Mounting Holes:** Eight holes are arranged in a circle. The dimension for the distance between opposite holes is given as 95 . The diameter of each hole is specified as $\phi 8$ FG8($+0.030 / +0.008$) with a depth of $\nabla 9.5$. The distance from the center to the edge of one hole is 10 ± 0.02 .
 - Flange Thickness:** The thickness of the flange is indicated as 5 .
 - Section Line:** A dashed line labeled "A-A" passes through the center of the flange.

Technical drawing of a circular part, showing a top view and a side view.

Top View:

- Outer diameter: $\phi 80 \pm 0.10$
- Inner diameter: $\phi 8^{+0.012}_0$ D8
- Distance between hole centers: $\phi 98 \pm 0.04$
- Hole diameter: 6-M8 $\nabla 12$
- Angular spacing between holes: 30°
- Coordinate system: X_+ and Y_+

Side View:

- Height dimension: $\phi 98 \pm 0.04$

CR20AF

69

4.13.4 CR20AF Lastdiagramm für den Endeffektor

Die folgende Abbildung zeigt das Lastdiagramm für den CR20AF bei Standard-Montagewinkel. Die horizontale Achse stellt den Versatzabstand (Exzentrizität) dar. Dies ist der Abstand vom Lastschwerpunkt zur Mitte des CR20AF-Endflansches, angegeben in Millimetern (mm). Die vertikale Achse stellt das Lastgewicht dar, angegeben in Kilogramm (kg).

Die blaue Linie kennzeichnet die maximal zulässige Last für den CR20AF bei verschiedenen Versatzabständen:

- Bei einem Versatzabstand von weniger als 131 mm beträgt die maximale Last 20 kg.
- Bei einem Versatzabstand von mehr als 131 mm nimmt die maximale Last mit zunehmendem Abstand ab.
- Bei einem Versatzabstand von 623 mm beträgt die maximale Last 6,7 kg.

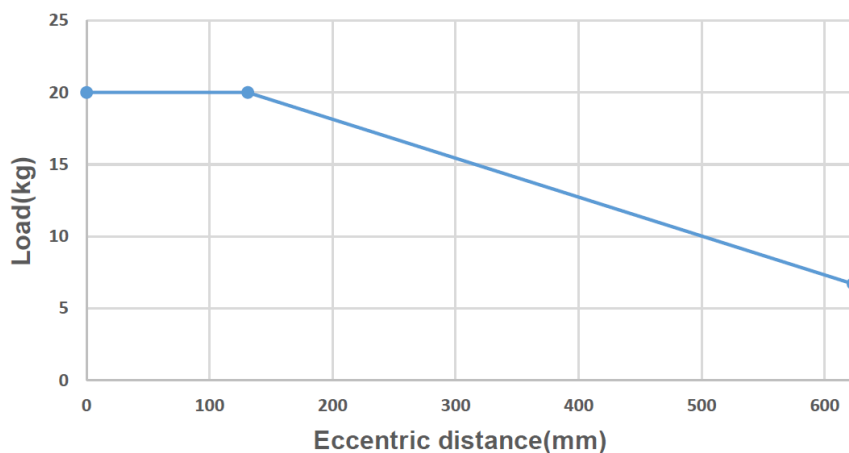


Abb. 4.52 CR20AF Lastdiagramm für den Endeffektor

4.14 Schaltschrank-Abmessungen

4.14.1 Abmessungen CC262

Die Abbildung rechts zeigt die Länge nach der Installation der optionalen Schutzhaube. Nicht gekennzeichnete Maße bleiben unverändert gegenüber dem Zustand ohne Schutzhaube.

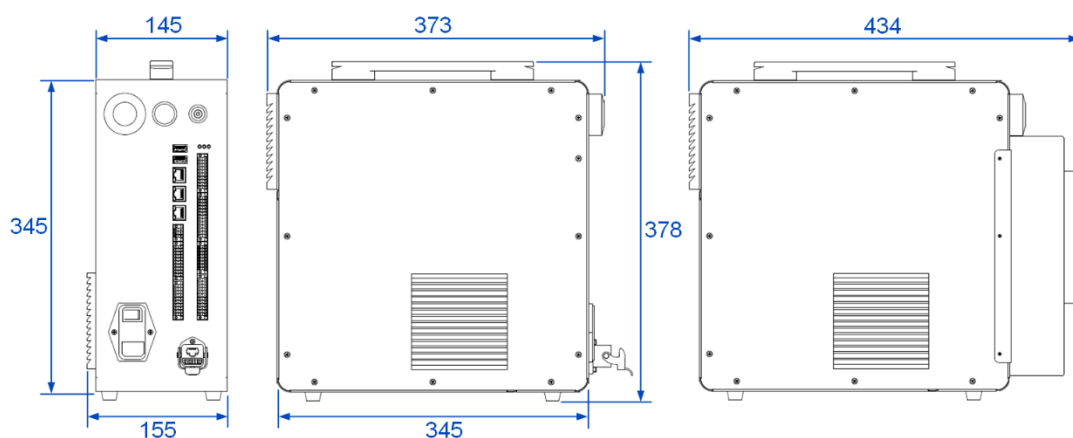


Abb. 4.53 Abmessungen CC262

4.14.2 Abmessungen CC263

AC-Version

Die Abbildung rechts zeigt die Länge nach der Installation der optionalen Schutzhaube. Nicht gekennzeichnete Maße bleiben unverändert gegenüber dem Zustand ohne Schutzhaube.

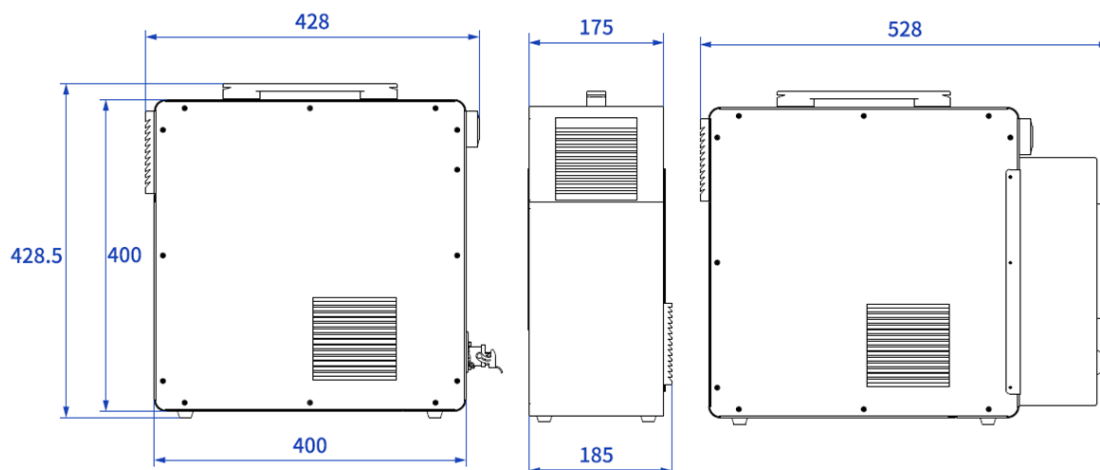


Abb. 4.54 Abmessungen CC263(AC-Version)

DC-Version

Die Abbildung rechts zeigt die Länge nach der Installation der optionalen Schutzhaube. Nicht gekennzeichnete Maße bleiben unverändert gegenüber dem Zustand ohne Schutzhaube.

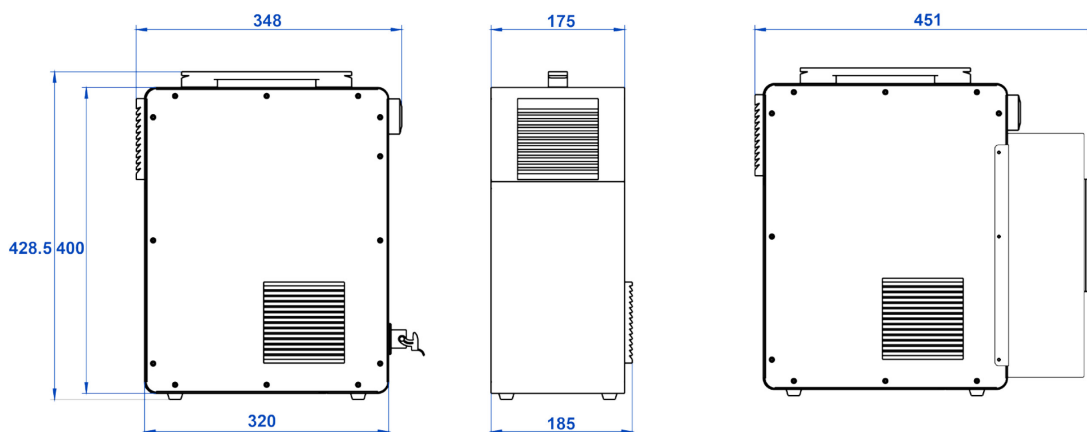


Abb. 4.55 Abmessungen CC263(DC-Version)

5. Elektrische Eigenschaften

5.1 Elektrische Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen

Bitte beachten Sie bei der Planung und Installation von Roboteranwendungen streng die nachfolgend aufgeführten Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen.



WARNUNG

Die folgenden Warnhinweise müssen bei der Planung und Installation von sicherheitsrelevanten Signalfunktionen beachtet werden, da deren Missachtung zum Verlust der Sicherheitsfunktionen und zu Personenverletzungen oder Todesfällen führen kann.

- Sicherheitssignale dürfen niemals mit einer nicht-sicherheitsgerichteten SPS (Safety-PLC) verbunden werden, die ein unangemessenes Sicherheitsniveau aufweist. Sicherheitssignale müssen stets von regulären E/A-Signalen getrennt werden.
- Alle Sicherheitssignale müssen in einer zweikanaligen redundanten Schaltung ausgeführt werden, wobei beide Kanäle voneinander unabhängig bleiben müssen. Dies gewährleistet, dass bei einem Ausfall eines Kanals die Sicherheitsfunktion weiterhin aufrechterhalten wird.



WARNUNG: ELEKTRISCHE GEFAHR

- Stellen Sie sicher, dass die Anlage vor Wassereintritt geschützt ist. Bei Wassereintritt in die Anlage trennen Sie die Stromversorgung sofort und wenden Sie sich an den technischen Support. Schließen Sie die Stromversorgung erst wieder an, nachdem das Problem behoben wurde.
- Verwenden Sie ausschließlich die originalen Kabel des Roboters und vermeiden Sie das scharfe Abknicken der Kabel.
- Stellen Sie sicher, dass die mit dem Schaltschrank verbundene Stromversorgung ordnungsgemäß geerdet ist, und vermeiden Sie es, den Erdungstift des Netzsteckers unbelegt zu lassen.



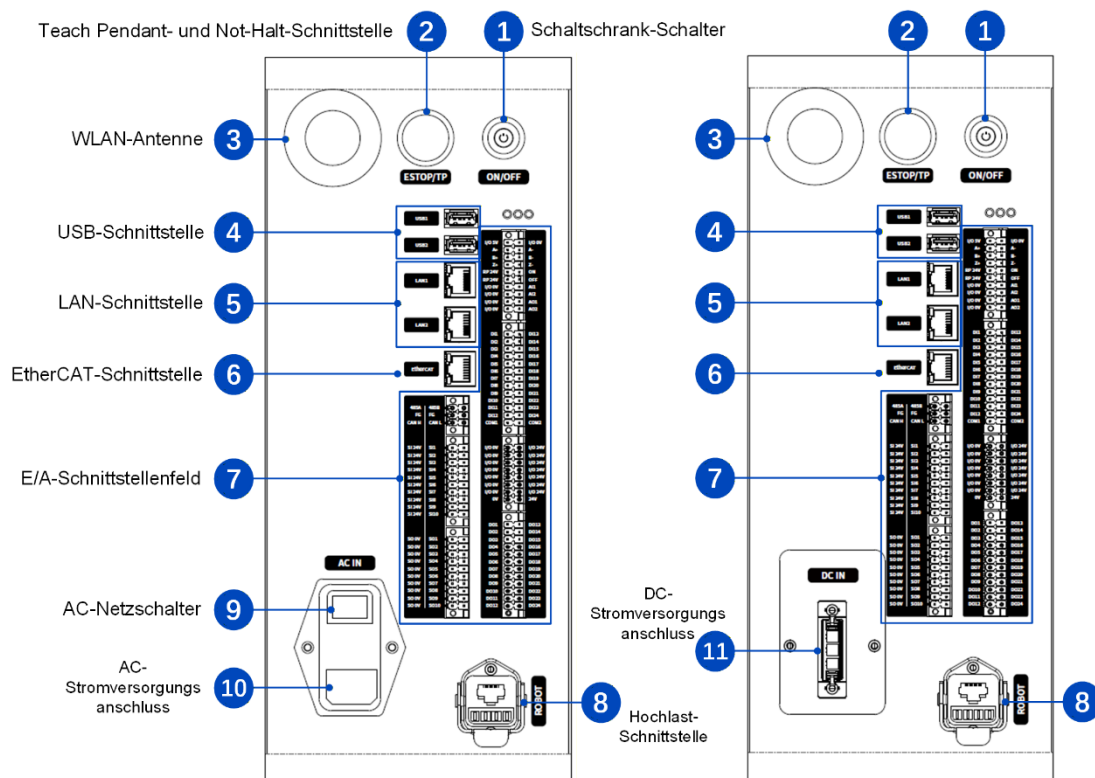
ACHTUNG

- Der Roboter hat elektromagnetische Verträglichkeitsprüfungen (EMV) gemäß den relevanten Normen bestanden. Elektromagnetische Störungen, die über diese Normen hinausgehen, können das Verhalten des Roboters beeinflussen. Extrem hohe Signalpegel oder eine übermäßige Einwirkung elektromagnetischer Felder können zu dauerhaften Schäden am Roboter führen. DOBOT übernimmt keine Verantwortung für Schäden, die durch EMV-Probleme verursacht werden, die über die genannten Normen hinausgehen.
- Die Länge der E/A-Kabel, die zur Verbindung des Schaltschranks mit anderen Maschinen oder Geräten verwendet werden, sollte 30 Meter nicht überschreiten, sofern dies nicht durch Vor-Ort-Tests als machbar bestätigt wurde. Verwenden Sie gegebenenfalls abgeschirmte Kabel.

5.2 Schnittstellen des Schaltschranks

5.2.1 Übersicht

Die elektrischen Schnittstellen des Schaltschranks befinden sich alle auf der Frontplatte, wie in der folgenden Abbildung dargestellt (am Beispiel des CC262; Links: AC-Version, Rechts: DC-Version). Die Schnittstellenbelegung des Steuerungsgehäuses CC263 entspricht weitgehend der des CC262; lediglich der Stromanschluss und das Design des Schalters unterscheiden sich.

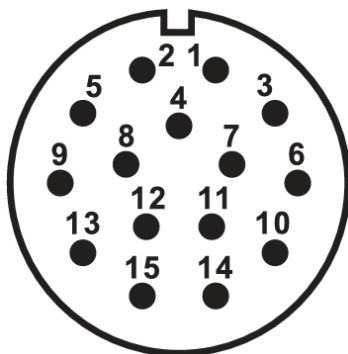


Nr.	Beschreibung
1	Schaltschrank-Schalter. Nach dem Anschließen der Stromversorgung des Schaltschranks drücken Sie die Taste 0,5 Sekunden lang und lassen sie los, um den Schaltschrank einzuschalten. Wenn der Schaltschrank eingeschaltet ist, drücken Sie die Taste 3 Sekunden lang und lassen sie los, um den Schaltschrank auszuschalten und den Roboterarm stromlos zu machen. i HINWEIS Es handelt sich um einen selbstrückstellenden Schalter, der keinen automatischen Start bei Anlegen der Versorgungsspannung unterstützt. Sie können jedoch die Fernschalter-Schnittstelle verwenden, um den Start oder das Herunterfahren fernzusteuern.

Nr.	Beschreibung
2	Teach Pendant- und Not-Halt-Schnittstelle. Details siehe Teach Pendant- und Not-Halt-Schnittstelle .
3	WLAN-Antenne. Für die drahtlose Verbindung mit einem PC oder Tablet zur Fehlersuche.
4	USB-Schnittstelle. Zum Importieren/Exportieren von Dateien.
5	LAN-Schnittstelle, Standard-IP-Adressen: • LAN1: 192.168.5.1 • LAN2: 192.168.200.1 Für die Verbindung mit einem PC zur Fehlersuche oder mit externen Geräten, die TCP/IP- oder Modbus-TCP-Protokolle unterstützen. Nur die IP-Adresse von LAN1 kann über DobotStudio Pro geändert werden.
6	EtherCAT-Schnittstelle (intern reserviert, nicht für die externe Nutzung freigegeben).
7	E/A-Schnittstellenfeld. Wird zum Anschluss externer Geräte verwendet. Details siehe E/A-Schnittstellenfeld .
8	Hochlast-Schnittstelle. Zum Anschluss des Roboters; sie stellt die Stromversorgung bereit und ermöglicht die Kommunikation mit dem Roboter.
9	AC-Netzschalter. Zum Ein- und Ausschalten der Stromversorgung des Schaltschranks.
10	AC-Stromversorgungsanschluss. Zum Anschluss an ein 100–240 V AC-Einphasen-Netzteil.
11	DC-Stromversorgungsanschluss. Zum Anschluss an ein 30–60 V DC-Netzteil.

5.2.2 Teach Pendant- und Not-Halt-Schnittstelle

Diese Schnittstelle dient zum Anschluss des dedizierten Teach Pendants (optional) oder eines Not-Halt-Schalters. Die Pinbelegung ist wie folgt.



Pin	Belegung
1	DC 24V
2	DC 0V
3	DC 24V
4	Eingang Not-Halt-Stromkreis 1 (normal geschlossen)
5	DC 24V
6	Eingang Not-Halt-Stromkreis 2 (normal geschlossen)
7 – 15	Reserviert für Kommunikation mit dem Teach Pendant

5.2.3 E/A-Schnittstellenfeld

Der Schaltschrank enthält ein E/A-Schnittstellenfeld zum Anschluss externer Geräte wie Luftpumpen, SPS usw. Das E/A-Schnittstellenfeld unterstützt: 24 digitale Eingänge, 24 digitale Ausgänge, 2 analoge Ausgänge, 2 analoge Eingänge, 1 inkrementellen Encoder-Eingang, 1 RS485-Schnittstelle, 1 CAN-Schnittstelle, 10 Sicherheitseingänge und 10 Sicherheitsausgänge.

Alle Schnittstellen mit derselben Beschriftung (z.B. „DI1“) haben dieselbe Funktion. Daher kann jede verfügbare Schnittstelle mit dieser Beschriftung für die Verkabelung verwendet werden. Die in der folgenden Abbildung durch grüne Linien verbundenen Schnittstellen sind werkseitig standardmäßig überbrückt.

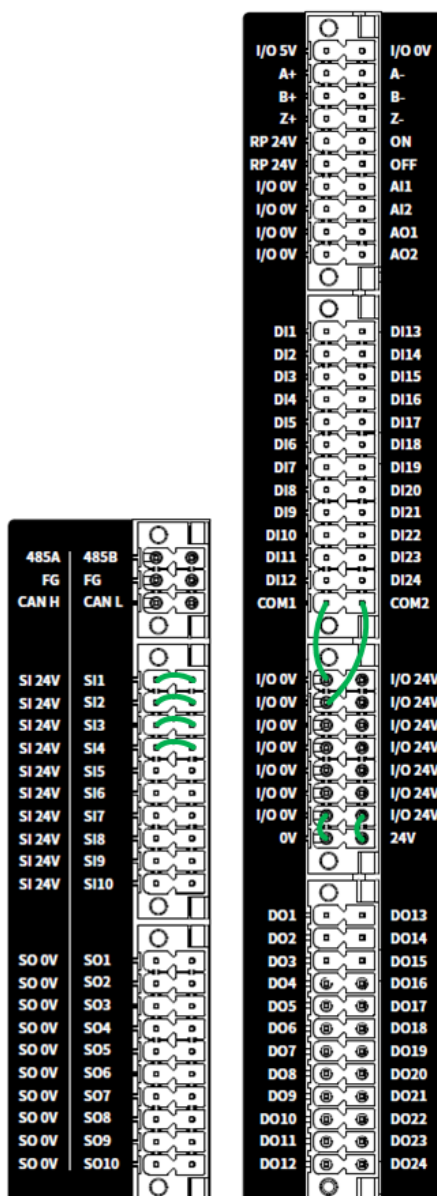


Abb. 5.1 E/A-Schnittstellen des Schaltschranks

Beschriftung	Belegung
I/O 5V	Interne Versorgung +5 V und 0 V, hauptsächlich zur

Beschriftung	Belegung
I/O 0V	Stromversorgung von Impulsencodern.
A+/A-	Encoder-Schnittstelle, zum Empfangen von Encoder-Signalen. Details siehe Encoder-Schnittstelle .
B+/B-	
Z+/Z-	
RP 24V	Fernschalter-Schnittstelle, zum ferngesteuerten Ein-/Ausschalten. Details siehe Fernschalter-Schnittstelle .
ON	
OFF	
I/O 24V	E/A-Versorgung +24 V und 0 V. Die Quelle kann je nach Verdrahtung für interne oder externe Versorgung konfiguriert werden. Details siehe E/A-Schnittstellen-Stromversorgung .
I/O 0V	
AI1 – AI2	Analoge Ein-/Ausgangs-Schnittstelle, zum Anschluss externer Geräte, die mit Analogsignalen arbeiten. Details siehe Analoge E/A-Schnittstelle .
AO1 – AO2	
DI1 – DI24	Digitale Ein-/Ausgangs-Schnittstelle, zum Anschluss externer Geräte, die mit Digitalsignalen arbeiten. Details siehe Digitale E/A-Schnittstelle .
DO1 – DO24	
COM1 – COM2	Gemeinschaftsklemmen für digitale Eingänge, zum Umschalten des DI-Signaltyps.
24V	Interne Versorgung +24 V und 0 V, zur Stromversorgung von E/A-Schnittstellen oder externen Geräten.
0V	
485A	RS485-Schnittstelle, hauptsächlich für Modbus RTU-Kommunikation. Details siehe RS485-Schnittstelle .
485B	
FG	Zur Erdung von Encodern oder RS485- und CAN-Schnittstellen.
CAN_H	CAN-Bus-Schnittstelle (intern reserviert, nicht für die externe Nutzung freigegeben).
CAN_L	
SI 24V	Sicherheits-E/A-Versorgung +24 V und 0 V, zur Stromversorgung externer Sicherheitseinrichtungen.
SO 0V	
SI1 – SI10	Sicherheits-Ein-/Ausgangs-Schnittstelle, zum Anschluss externer

Beschriftung	Belegung
SO1 – SO10	Sicherheitseinrichtungen. Details siehe Sicherheits-E/A-Schnittstelle .

5.2.4 E/A-Schnittstellen-Stromversorgung

Die E/A-Schnittstellen können entweder von einer internen oder einer externen 24-V-Stromversorgung gespeist werden.

Tabelle 5.1 Spezifikationen der E/A-Stromversorgung

Schnittstelle	Parameter	Min. Wert	Typisch	Max. Wert	Einheit
Interne 24-V-Stromversorgung					
24V–0V	Spannung	23	24	25	V
	Strom	0	-	3	A
Externe 24-V-Stromversorgung					
Externe Stromversorgung	Spannung	20	24	29	V
	Strom	0	-	6	A

Bei Verwendung der internen Stromversorgung müssen die Klemmen 0V und 24V mit den nächstgelegenen I/O 0V- und I/O 24V-Schnittstellen überbrückt werden, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

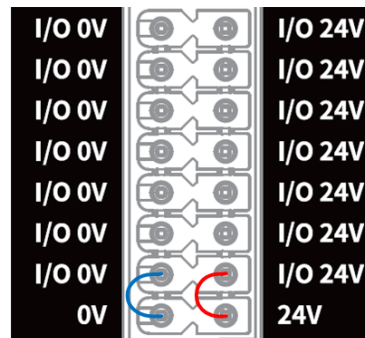


Abb. 5.2 E/A an interne Stromversorgung angeschlossen

Falls ein höherer Gesamtausgangsstrom benötigt wird, kann eine externe 24-V-Stromversorgung angeschlossen werden, wie in der folgenden Abbildung gezeigt. Die externe und interne Stromversorgung sind voneinander galvanisch getrennt und beeinflussen sich gegenseitig nicht.

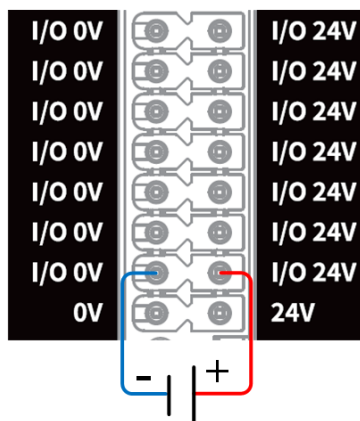


Abb. 5.3 E/A an externe Stromversorgung angeschlossen

i HINWEIS

In allen nachfolgenden Abschnitten wird davon ausgegangen, dass die E/A-Stromversorgung ordnungsgemäß angeschlossen ist. Die Verdrahtungsdetails für die E/A-Stromversorgung werden nicht wiederholt.

5.2.5 Digitale E/A-Schnittstelle

Tabelle 5.2 Spezifikationen der digitalen E/A-Schnittstelle

Schnittstelle	Parameter	Min. Wert	Typisch	Max. Wert	Einheit
Digitaler Eingang					
DIx	Spannung	-3	-	30	V
	OFF-Bereich	-3	-	5	V
	ON-Bereich	15	-	30	V
	Strom (ON-Bereich)	4	-	7	mA
	Typ	-	NPN/PNP	-	-
Digitaler Ausgang					
DOx	Strom	0	-	0,5	A
	Spannungsabfall	0	-	0,5	V
	Reststrom	0	-	0,1	mA
	Typ	-	NPN/PNP	-	-

Die DI-Schnittstelle muss mit der COM-Schnittstelle verbunden werden, die den Signaltyp (PNP oder NPN) umschalten kann. COM1 wird für DI1 – DI12 verwendet. COM2 wird für DI13 – DI24 verwendet. Diese Konfigurationen können unabhängig voneinander eingestellt werden.

Für DI, der mit einem einfachen Schalter verbunden ist, zeigt die folgende Abbildung die Verdrahtung (linkes Bild: PNP-Verdrahtung, rechtes Bild: NPN-Verdrahtung). Wählen Sie je nach den Vor-Ort-Anforderungen die entsprechende Verdrahtungsmethode.

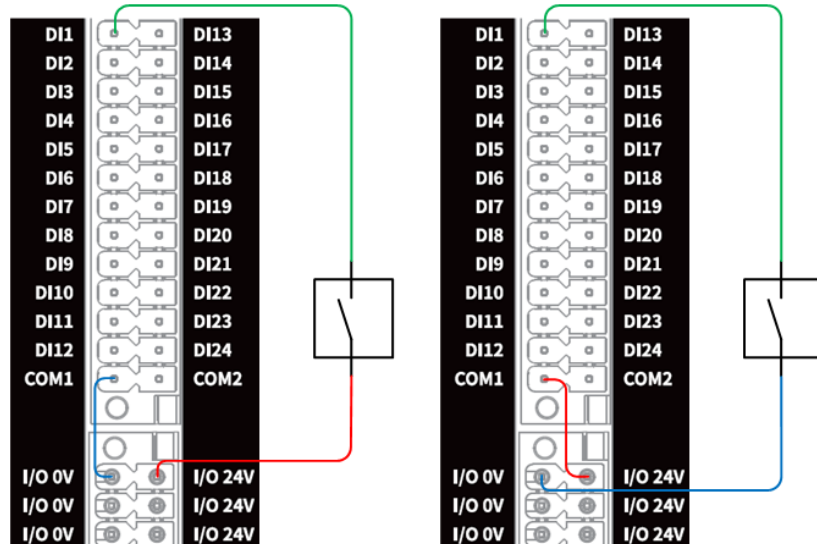


Abb. 5.4 DI an einfachen Schalter angeschlossen

Für DI, der mit einem externen PNP-Dreileitersensor verbunden ist, zeigt die folgende Abbildung die Verdrahtung. Wenn der Sensor vom Schaltschrank versorgt wird, überbrücken Sie den entsprechenden COM-Anschluss mit I/O 0V (linkes Bild unten). Wird der Sensor von einer externen Quelle versorgt, verbinden Sie den COM-Anschluss mit 0V der externen Stromversorgung (rechtes Bild unten).

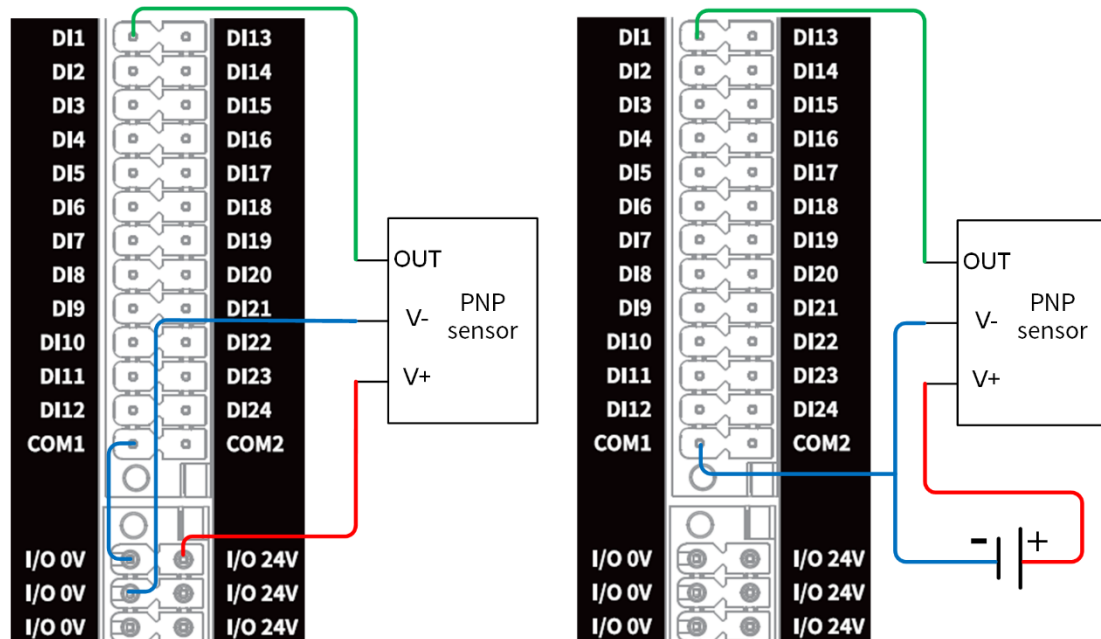


Abb. 5.5 DI an PNP-Eingang angeschlossen

Für DI, der mit einem externen NPN-Digitalausgang (DO) verbunden ist, zeigt die folgende Abbildung die Verdrahtung. Wenn der externe DO vom Schaltschrank versorgt wird, überbrücken Sie den entsprechenden COM-Anschluss mit I/O 24V (linkes Bild unten). Wird der externe DO von einer externen Quelle versorgt, verbinden Sie den COM-Anschluss mit 24V der externen Stromversorgung (rechtes Bild unten).

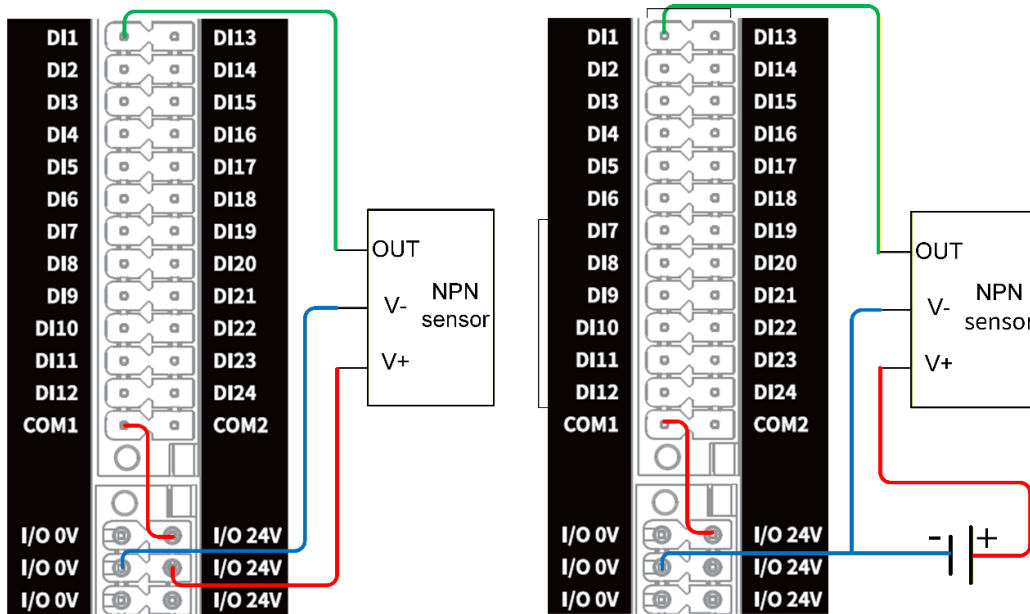


Abb. 5.6 DI an NPN-Eingang angeschlossen

DO ist standardmäßig auf PNP eingestellt, kann jedoch über die Software (DobotStudio Pro) auf NPN konfiguriert werden. Wenn die Softwareeinstellung und die tatsächliche Verdrahtungsmethode nicht übereinstimmen (z. B. ist in DobotStudio Pro PNP eingestellt, die Lastverdrahtung erfolgt jedoch im NPN-Schema), arbeitet die Last nicht ordnungsgemäß.

Wenn DO auf PNP eingestellt ist, zeigt die folgende Abbildung die Verdrahtung für den Anschluss einer externen Last.

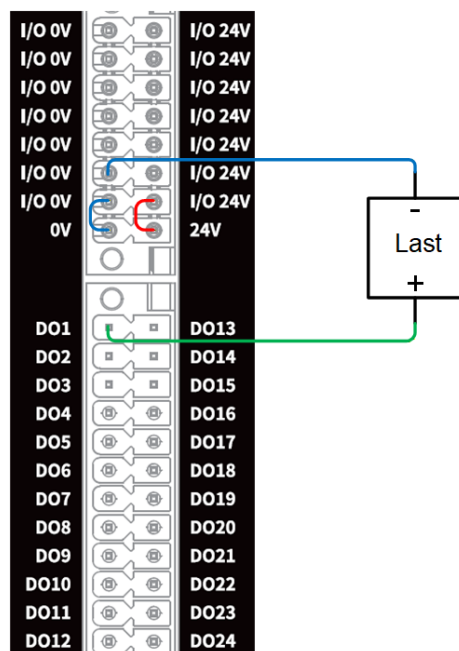


Abb. 5.7 PNP-DO an externe Last angeschlossen

Wenn DO auf NPN eingestellt ist, zeigt die folgende Abbildung die Verdrahtung für den Anschluss einer externen Last.

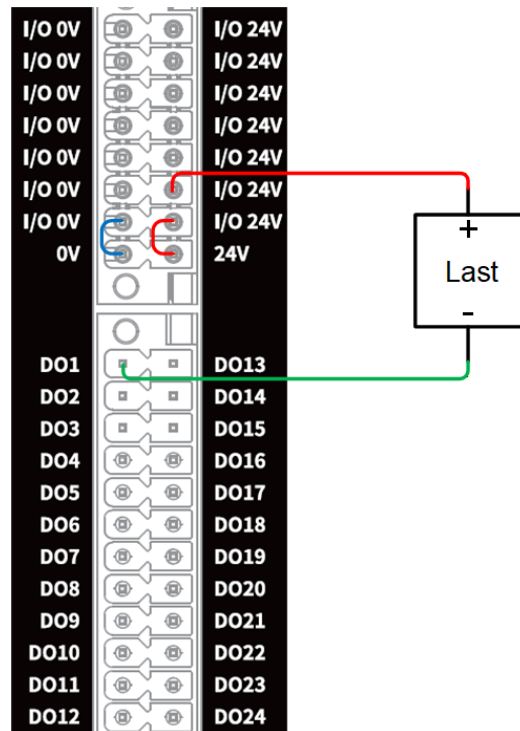


Abb. 5.8 NPN-DO an externe Last angeschlossen

Um einen stabilen Betrieb zu gewährleisten, wird empfohlen, zwischen zwei DI-Signalen oder zwei DO-Signalen ein Mindestintervall von 15 ms einzuhalten.

i HINWEIS

Beim Betreiben induktiver Lasten ist eine Schutzdiode parallel zu schalten, um ein Durchbrennen der Ausgangsschaltung zu verhindern.

5.2.6 Analoge E/A-Schnittstelle

Die analoge Signalschnittstelle unterstützt sowohl Spannungs- (0 V – 10 V) als auch Stromsignale (4 mA – 20 mA). Standardmäßig ist sie auf den „Spannungs“-Modus eingestellt, kann jedoch über DobotStudio Pro auf den "Strom"-Modus konfiguriert werden. Um die Genauigkeit der analogen Signale zu verbessern, wird empfohlen, abgeschirmte Kabel oder verdrehte Leitungen zu verwenden.

Tabelle 5.3 Spezifikationen der analogen E/A-Schnittstelle

Schnittstelle	Parameter	Min. Wert	Typisch	Max. Wert	Einheit
Analogeingang (Spannungsmodus)					
Alx	Spannung	-10	-	10	V
	Widerstand	-	6100	-	Ω
	Auflösung	-	12	-	Bit
Analogeingang (Strommodus)					
Alx	Strom	4	-	20	mA
	Widerstand	-	160	-	Ω
	Auflösung	-	12	-	Bit
Analogausgang (Spannungsmodus)					
AOx	Spannung	-10	-	10	V
	Strom	-20	-	20	mA
	Widerstand	-	100	-	Ω
	Auflösung	-	12	-	Bit
Analogausgang (Strommodus)					
AOx	Strom	4	-	20	mA
	Spannung	0	-	12	V
	Auflösung	-	12	-	Bit

Für die AI-Schnittstelle, die mit dem Messobjekt verbunden ist, zeigt die folgende Abbildung die Verdrahtung.

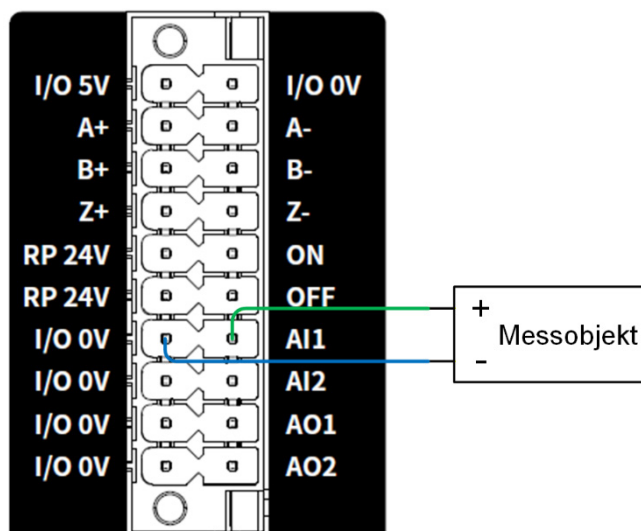


Abb. 5.9 AI an Messobjekt angeschlossen

Für die AO-Schnittstelle, die mit einer externen Last verbunden ist, zeigt die folgende Abbildung die Verdrahtung.

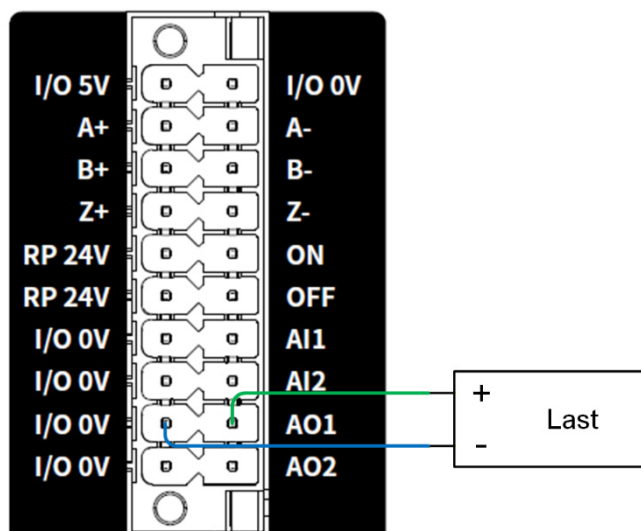
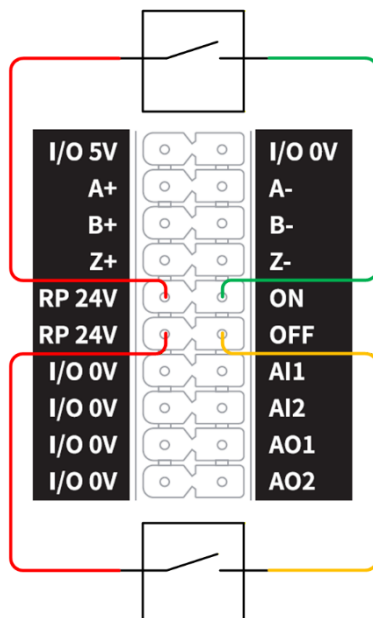


Abb. 5.10 AO an externe Last angeschlossen

5.2.7 Fernschalter-Schnittstelle

Die Fernschalter-Schnittstelle dient zur Fernsteuerung des Ein-/Ausschaltens des Schaltschranks. Wenn die Eingänge der ON-Schnittstelle für 0,5 s oder länger auf High-Pegel liegen, schaltet sich der Schaltschrank ein. Im eingeschalteten Zustand schaltet sich der Schaltschrank aus, wenn die Eingänge der OFF-Schnittstelle für 3 s oder länger auf High-Pegel liegen. Die Verdrahtung zeigt die folgende Abbildung.

Fern-Einschalten (ON > 0,5 s)



Fern-Ausschalten (OFF > 3 s)

Abb. 5.11 Verdrahtung der Fernschalter-Schnittstelle

5.2.8 Encoder-Schnittstelle

Ein Encoder ist ein Gerät, das eine Winkel- oder Lineardrehung in elektrische Signale umwandelt. Er übersetzt die Verschiebung in periodische elektrische Signale und diese dann in Zählimpulse, sodass der Verschiebungsbetrag anhand der Impulsanzahl gemessen werden kann. Es wird ein Eingangssignal in einem festgelegten Format unterstützt.

In diesem Abschnitt wird die Verdrahtung am Beispiel des OMRON E6B2-CWZ1X-Encoders erläutert.

Verbinden Sie die einzelnen Signalleiter basierend auf den Aderfarben des Encoders mit dem Schaltschrank: Schließen Sie zunächst die Versorgungsleitungen (5 V und 0 V) an die entsprechenden I/O 5V- und I/O 0V-Schnittstellen an. Verbinden Sie anschließend die restlichen Encoder-Signalleiter mit ihren jeweiligen Schnittstellen. Falls ein Erdungsleiter erforderlich ist, können Sie das abgeschirmte Kabel an die unter der RS485-Schnittstelle befindliche FG-Schnittstelle anschließen. In den meisten Fällen muss der Erdungsleiter nicht angeschlossen werden, es sei denn, es liegt eine starke magnetische Störung vor.

Tabelle 5.4 Aderfarben für den Encoder-Anschluss

Farbe	Entsprechende Schnittstelle
Braun	I/O 5V
Blau	I/O 0V
Schwarz	A+
Weiß	B+
Orange	Z+
Schwarz-Rot	A-
Weiß-Rot	B-
Orange-Rot	Z-

5.2.9 RS485-Schnittstelle

Die RS485-Schnittstelle wird hauptsächlich für die Modbus RTU-Kommunikation verwendet. Verbinden Sie beim Anschluss externer Geräte (z. B. SPS) die 485A- (oder „485+“) und 485B- (oder „485-“) Schnittstellen beider Geräte entsprechend miteinander. Schließen Sie den Erdungsleiter gemäß den tatsächlichen Gegebenheiten vor Ort an, wie in der folgenden Abbildung dargestellt (am Beispiel der beidseitigen Erdung).

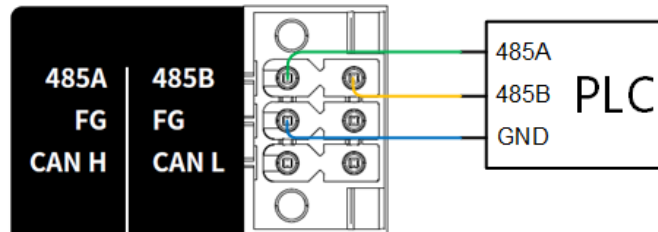


Abb. 5.12 RS485 an SPS angeschlossen

5.2.10 Sicherheits-E/A-Schnittstelle

Die Sicherheits-E/A umfasst 20 Schnittstellen: SI1 – SI10 (Eingang) und SO1 – SO10 (Ausgang).

Die grundlegenden elektrischen Spezifikationen der Sicherheits-E/A sind identisch mit denen der [allgemeinen digitalen E/A](#).

Sicherheitseingang

Tabelle 5.5 Belegung der SI-Schnittstellen

Beschriftung	Belegung
SI1, SI2	Not-Halt-Eingang des Anwenders
SI3, SI4	Schutz-Halt-Eingang
SI5 – SI10	Standardmäßig nicht konfiguriert, kann über DobotStudio Pro konfiguriert werden als: - Not-Halt-Eingang des Anwenders (kein Statusausgang) - Rücksetz-Eingang für Schutz-Halt - Eingang für Reduzierten Modus

Not-Halt-Eingang des Anwenders

Der Not-Halt-Eingang des Anwenders ist eine Not-Halt-Schnittstelle für den Anschluss externer Not-Halt-Vorrichtungen durch den Benutzer.

Standardmäßig ist der Not-Halt-Eingang des Anwenders ein High-Pegel-Signal im normal geschlossenen Zustand. Jedes Low-Pegel-Signal löst aus, dass der Roboter in den Not-Halt-Status eintritt. Diese Funktion löst typischerweise einen Not-Halt-Ausgang aus, was in bestimmten Fällen zu einer Selbstverriegelung führen kann. Um dies zu verhindern, können Sie die SI-Schnittstelle in der Software auf „Not-Halt des Anwenders (kein Statusausgang)“ konfigurieren und die entsprechende Schnittstelle für diesen Zweck verwenden.

SI1 und SI2 sind Not-Halt-Eingänge des Anwenders. Die Verdrahtung für den Anschluss eines oder mehrerer Not-Halt-Schalter zeigt die folgende Abbildung.

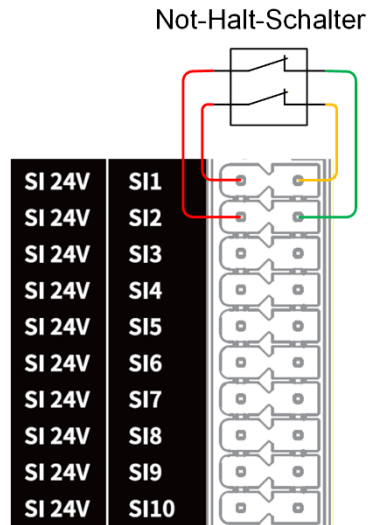


Abb. 5.13 SI an einen Not-Halt-Schalter angeschlossen

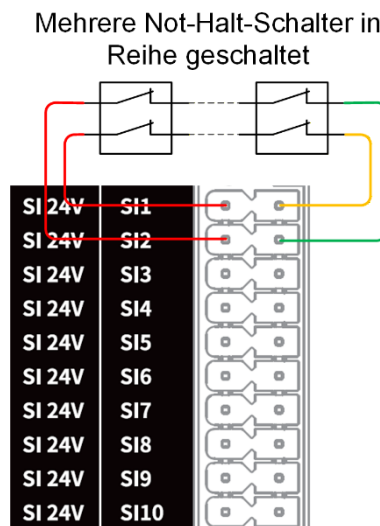


Abb. 5.14 SI an mehrere Not-Halt-Schalter angeschlossen

Schutz-Halt-Eingang

Der Schutz-Halt-Eingang dient zum Anschluss externer Schutzeinrichtungen (z. B. Schutztür, Sicherheits-Lichtvorhang).

Standardmäßig ist der Schutz-Halt-Eingang ein High-Pegel-Signal im normal geschlossenen Zustand. Jedes Low-Pegel-Signal löst aus, dass der Roboter in einen Schutz-Halt- (Pause-) Status eintritt.

- Wenn der Rücksetz-Eingang für Schutz-Halt konfiguriert ist, kann der Schutz-Halt-Status nur durch gleichzeitiges Wiederherstellen des Schutz-Halt-Eingangssignals und Auslösen des Rücksetzsignals für den Schutz-Halt aufgehoben werden. Nach Bestätigung der Fortsetzung in der Software setzt der Roboter den Betrieb fort.

- Wenn der Rücksetz-Eingang für Schutz-Halt nicht konfiguriert ist, kann der Schutz-Halt-Status durch Wiederherstellen des Schutz-Halt-Eingangssignals aufgehoben werden, und der Roboter setzt den Betrieb fort.

SI3 und SI4 sind die Schutz-Halt-Eingänge. Nachfolgend zwei typische Anwendungsfälle, in denen kein Rücksetz-Eingang für den Schutz-Halt verwendet wird:

- Schutztür: Bei Öffnen der Tür trennt der Schalter und löst den Schutz-Halt aus. Bei Schließen der Tür setzt der Roboter den Betrieb fort.

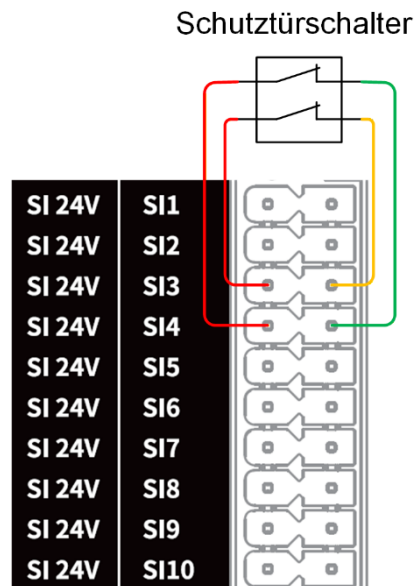


Abb. 5.15 SI an Schutztürschalter angeschlossen

- Sicherheits-Laserscanner: Tritt eine Person in die durch den Laserscanner definierte Schutzzone ein, wird der Schutz-Halt ausgelöst. Verlässt die Person die Schutzzone, setzt der Roboter den Betrieb fort.

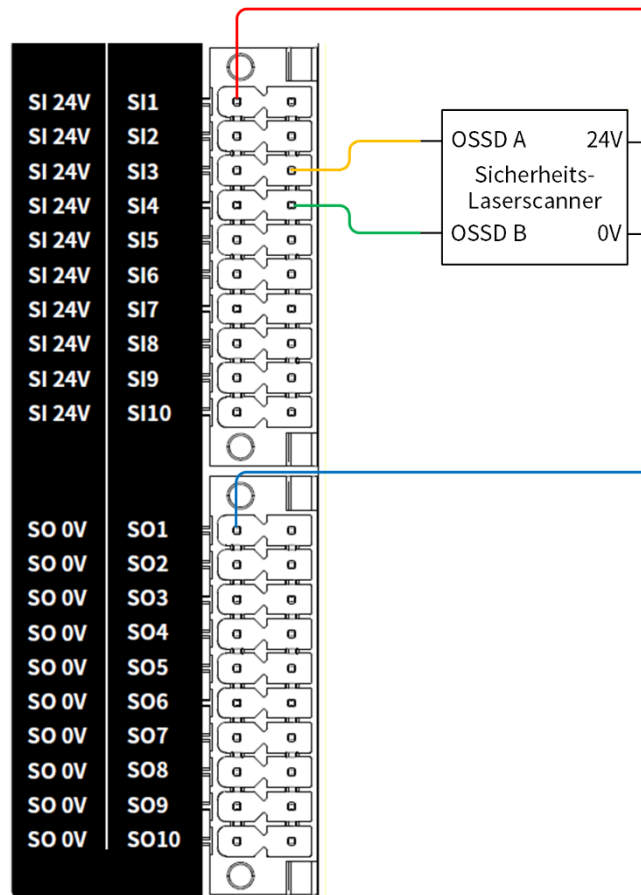


Abb. 5.16 SI an Sicherheits-Laserscanner angeschlossen

Rücksetz-Eingang für Schutz-Halt

Der Rücksetz-Eingang für Schutz-Halt dient zum Aufheben des Schutz-Halt-Status.

Standardmäßig ist der Rücksetz-Eingang für Schutz-Halt ein High-Pegel-Signal im normal geöffneten Zustand. Die positive Flanke in beiden Kanälen löst die Rücksetzung des Schutz-Halt-Status aus.

Der Rücksetzschalter für den Schutz-Halt muss ein zweikanaliger Schalter sein und außerhalb der Schutzzone angebracht werden.

Ein typisches Beispiel für die kombinierte Verwendung von Schutz-Halt-Eingang und Rücksetz-Eingang ist ein Sicherheits-Lichtvorhang: Wenn eine Person den Lichtvorhang unterbricht, wird der Schutz-Halt ausgelöst. Verlässt die Person die Schutzzone, betätigt den Rücksetzschalter und bestätigt anschließend in der Software die Fortsetzung, setzt der Roboter den Betrieb fort. Nachfolgend ein Beispiel, bei dem SI9 und SI10 als Rücksetz-Eingänge für den Schutz-Halt konfiguriert sind.

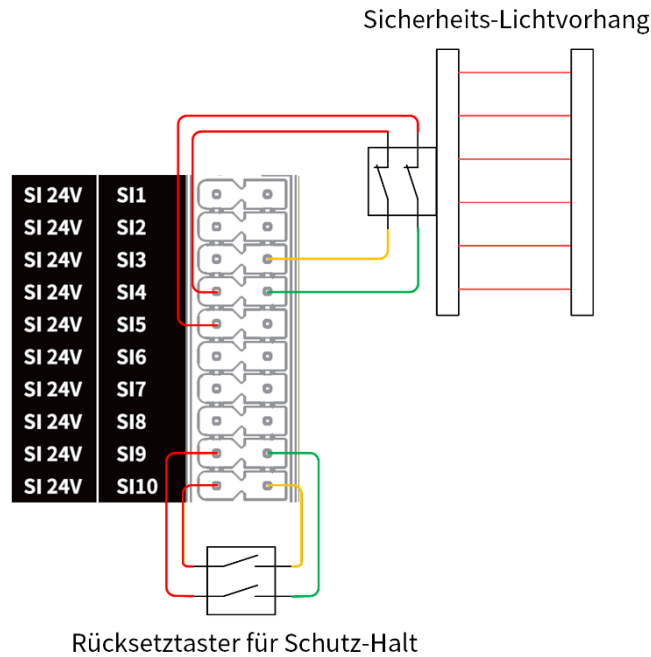


Abb. 5.17 SI an Sicherheits-Lichtvorhang angeschlossen

Eingang für Reduzierten Modus

Der Eingang für den Reduzierten Modus dient dazu, den Roboter in den Reduzierten Modus zu versetzen. Im Reduzierten Modus sind die Bewegungsparameter des Roboters (Gelenkgeschwindigkeit, TCP-Geschwindigkeit) auf den Bereich des Reduzierten Modus begrenzt.

Standardmäßig ist der Eingang für den Reduzierten Modus ein High-Pegel-Signal im normal geschlossenen Zustand. Jedes Low-Pegel-Signal löst aus, dass der Roboter in den Reduzierten Modus eintritt. Wird das High-Pegel-Signal wiederhergestellt, verlässt der Roboter den Reduzierten Modus und kehrt in den Normalmodus zurück.

Die Verdrahtung für den Anschluss des Schalters für den Reduzierten Modus ist identisch mit der Verdrahtung für den Anschluss des Not-Halt- oder Schutz-Halt-Schalters.

Sicherheitsausgang

Tabelle 5.6 Belegung der SO-Schnittstellen

Beschriftung	Belegung
SO1, SO2	Not-Halt-Statusausgang
SO3 – SO10	Standardmäßig nicht konfiguriert, kann über DobotStudio Pro konfiguriert werden als: - Schutz-Halt-Statusausgang - Ausgang für Reduzierten Modus - Ausgang für Stoppfrei-Status

Beschriftung	Belegung
	• Ausgang für Betriebsstatus • Ausgang für Sicherheits-Nullpositions-Status • Ausgang für System-Not-Halt-Status • Ausgang für Not-Halt-Status des Anwenders

Not-Halt-Statusausgang

Wenn sich der Roboter im Not-Halt-Status befindet, ist die Ausgangsspannung auf Low-Pegel; andernfalls ist sie auf High-Pegel. Jede Not-Halt-Quelle löst diesen Ausgang aus.

SO1 und SO2 sind die Not-Halt-Statusausgänge. Die Verdrahtung für den Anschluss externer Lasten (z. B. Warnleuchten) zeigt die folgende Abbildung.

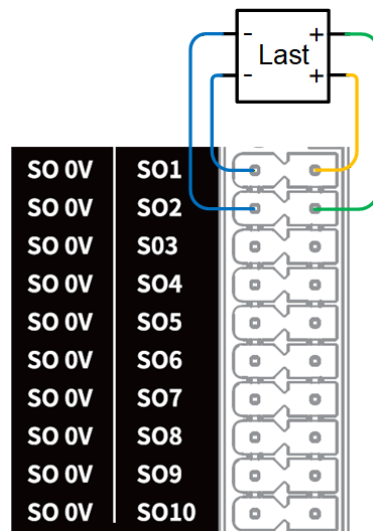


Abb. 5.18 SO an externe Last angeschlossen

Durch Verwendung dieses Ausgangs und des Not-Halt-Eingangs des Anwenders kann eine Not-Halt-Verriegelung zwischen mehreren Robotern implementiert werden. In diesem Fall lösen alle Roboter einen Not-Halt aus, sobald einer ihn auslöst.

Die folgende Abbildung zeigt, wie die Not-Halt-Verriegelung zwischen zwei Robotern konfiguriert wird, wobei SO1/SO2 jedes Roboters mit SI1/SI2 des anderen Roboters verbunden wird.

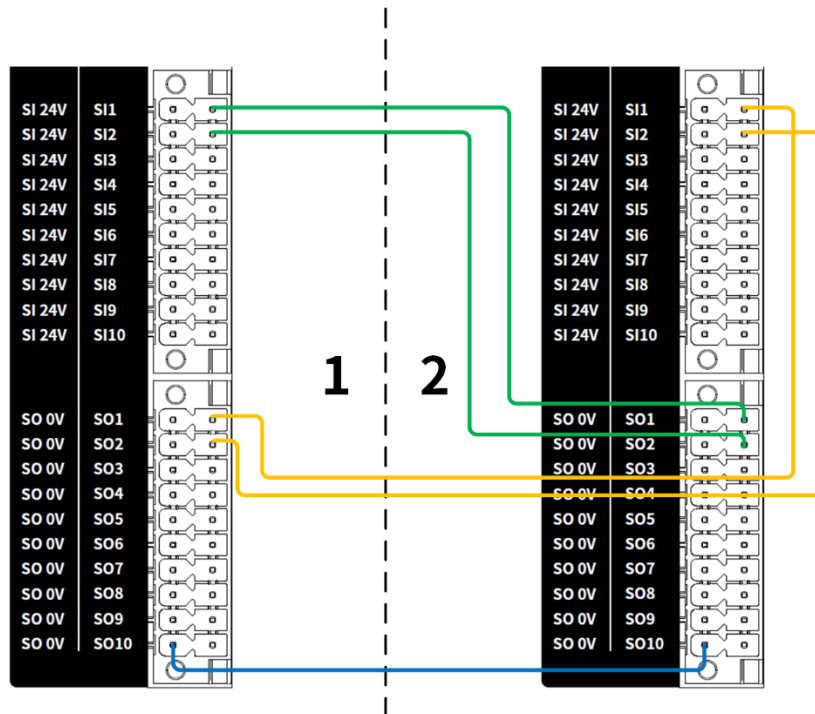


Abb. 5.19 Not-Halt-Verriegelung zwischen zwei Robotern

Schutz-Halt-Statusausgang

Wenn sich der Roboter im Schutz-Halt-Status befindet, ist die Ausgangsspannung auf Low-Pegel; andernfalls ist sie auf High-Pegel.

Ausgang für Reduzierten Modus

Wenn sich der Roboter im Reduzierten Modus befindet, ist die Ausgangsspannung auf Low-Pegel; andernfalls ist sie auf High-Pegel.

Ausgang für Stoppfrei-Status

Wenn sich der Roboter im automatischen Betrieb (Stoppfrei-Status) befindet, ist die Ausgangsspannung auf Low-Pegel; andernfalls ist sie auf High-Pegel.

Dieser Status gibt an, ob der Roboter ein Programm abarbeitet, nicht, ob sich die Gelenke bewegen.

Beispiel: Während ein Projekt ausgeführt wird und der Roboter auf das Einschalten eines bestimmten DI wartet, ohne sich zu bewegen, befindet er sich im Stoppfrei-Status und gibt eine Low-Pegel-Spannung aus. Wenn das Projekt pausiert wird, befindet sich der Roboter im Stopp-Status und gibt eine High-Pegel-Spannung aus.

Ausgang für Betriebsstatus

Wenn sich ein oder mehrere Gelenke des Roboters mit mehr als $1^\circ/\text{s}$ bewegen (außer im Schleppmodus), gilt er als im Betriebsstatus, und die Ausgangsspannung ist auf Low-Pegel; andernfalls ist sie auf High-Pegel.

Ausgang für Sicherheits-Nullpositions-Status

Wenn sich der Roboter in der sicheren Nullposition befindet, ist die Ausgangsspannung auf High-Pegel; andernfalls ist sie auf Low-Pegel. Die sichere Nullposition ist eine benutzerdefinierte Stellung, die über die Software festgelegt werden kann.

Ausgang für System-Not-Halt-Status

Wenn sich der Roboter im Not-Halt-Status befindet, der durch die Not-Halt-Taste oder die Software ausgelöst wurde, ist die Ausgangsspannung auf High-Pegel; andernfalls ist sie auf Low-Pegel.

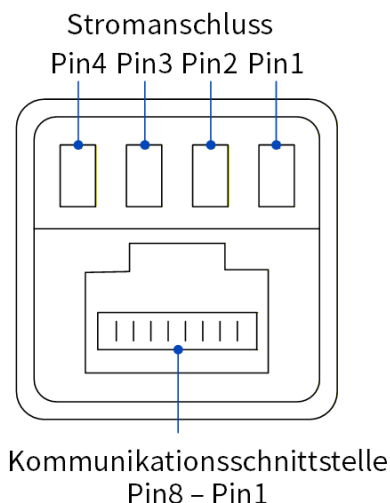
Ausgang für Not-Halt-Status des Anwenders

Wenn sich der Roboter im Not-Halt-Status des Anwenders befindet (ausgelöst durch SI1 / SI2), ist die Ausgangsspannung auf High-Pegel; andernfalls ist sie auf Low-Pegel.

5.3 Roboterarm-Schnittstelle

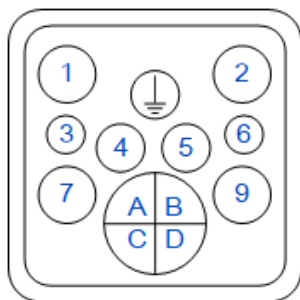
5.3.1 Hochlast-Schnittstelle

Die Hochlast-Schnittstelle befindet sich an der Roboterbasis und ist über ein Hochlastkabel mit dem Schaltschrank verbunden, um den Roboterarm mit Strom und Steuersignalen zu versorgen. Die Pinbelegung für die Hochlast-Schnittstelle der Roboterarme der CRA-Serie (außer CR20A und CR30A) / CRAF-Serie (außer CR20AF) sind wie folgt.



Pin		Name	Belegung
Stromanschluss	Pin1	DC48V	DC 48V +
	Pin2	DC48V	DC 48V +
	Pin3	GND	DC 48V -
	Pin4	GND	DC 48V -
Kommunikationsschnittstelle	Pin1	TX+	Send data +
	Pin2	TX-	Send data –
	Pin3	RX+	Receive data +
	Pin6	RX-	Receive data –

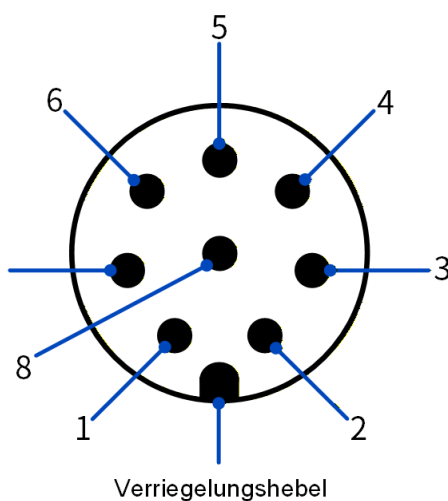
Das Hochlastkabel des CR20A/CR20AF/CR30A-Roboterarms ist einerseits an der Roboterbasis fest angebracht. Die Pinbelegung für den Schaltschrank-Seitenanschluss am anderen Ende sind wie folgt.



Pin	Name	Belegung
1	DC48V	DC 48V +
2	DC48V	DC 48V +
7	GND	DC 48V -
9	GND	DC 48V -
3	FG	Funktionserdung
	PE	Schutzerdung
A	TX+	Send data +
B	TX-	Send data –
C	RX+	Receive data +
D	RX-	Receive data –

5.3.2 Werkzeug-E/A-Schnittstelle

Die Werkzeug-Schnittstelle befindet sich an der Seite des Endflansches des Roboterarms und verwendet einen Luftfahrtstecker. Die Pinbelegung des Steckers ist wie folgt.

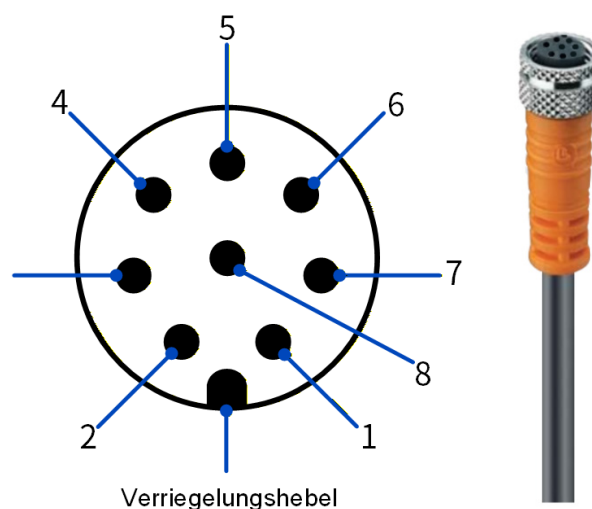


Pin	Name	Belegung
1	485A/AI_1	485A oder Analogeingang 1
2	485B/AI_2	485B oder Analogeingang 2
3	DI_2	Digitaleingang 2
4	DI_1	Digitaleingang 1
5	24V	24-V-Ausgang
6	DO_2	Digitalausgang 2
7	DO_1	Digitalausgang 1
8	GND	GND

HINWEIS

- Die Schnittstelle des Luftfahrtsteckers für CR20A/CR20AF/CR30A hat die Spezifikation M12, für andere Roboterarme der CRA/CRAF-Serie ist sie M8.
- Für den CR20A/CR20AF/CR30A gelten die oben gezeigten Pinbelegungen für den X1-Luftfahrtstecker. Für den X2-Luftfahrtstecker verschiebt sich die Nummerierung für AI/DI/DO entsprechend (z. B. wird DI1 zu DI3, DI2 zu DI4). Die gleiche Logik gilt für die Kabel-Pinbelegungen weiter unten.
- Beim Betreiben induktiver Lasten ist eine Schutzdiode parallel zu schalten, um ein Durchbrennen der Ausgangsschaltung zu verhindern.

Das für die Werkzeug-E/A verwendete Kabel wird von Dobot spezifiziert (Modell: SIGNAL 120108-06-014 (für CR20A/CR20AF/CR30A, mit M12-Luftfahrtsteckern an beiden Enden) / Lutronic FP-222460 (für andere Roboterarme der CRA/CRAF-Serie, mit M8-Luftfahrtsteckern an beiden Enden)). Die Pinbelegung und Kabeladern des Steckers sind wie folgt.



Pin	Aderfarbe	Belegung
1	Weiß	485A oder Analogeingang 1
2	Braun	485B oder Analogeingang 2
3	Grün	Digitaleingang 2
4	Gelb	Digitaleingang 1
5	Grau	24-V-Ausgang
6	Rosa	Digitalausgang 2
7	Blau	Digitalausgang 1
8	Rot	GND

Die Werkzeug-E/A stellt eine 24-V-Versorgung für den Endeffektor bereit. Die elektrischen Spezifikationen sind wie folgt.

Tabelle 5.7 Spezifikationen der Werkzeug-E/A-Stromversorgung

Schnittstelle	Parameter	Min. Wert	Typisch	Max. Wert	Einheit
CR3A – CR16A					
24V – GND	Spannung	23	24	25	V
	Strom	0	1	2	A
CR20A/CR30A (Strom = Gesamtstrom beider Werkzeug-E/A)					
24V – GND	Spannung	23	24	25	V
	Strom	0	2	3	A

Digitale Ein-/Ausgänge

Tabelle 5.8 Spezifikationen der digitalen Werkzeug-E/A

Schnittstelle	Parameter	Min. Wert	Typisch	Max. Wert	Einheit
Digitaleingang (PNP mit Pull-down-Widerstand, liest Low bei offenem Eingang)					
DI_x	Spannung	-0,5	-	30	V
	OFF-Bereich	-0,5	-	2	V
	ON-Bereich	7	-	30	V

Schnittstelle	Parameter	Min. Wert	Typisch	Max. Wert	Einheit
	Eingangswiderstand	-	57K	-	Ω
	Typ	-	PNP	-	-
Digitaler Ausgang					
DO_x	Strom	0	-	0,5	A
	Spannungsabfall	0	-	0,5	V
	Reststrom	0	-	0,1	mA
	Typ	-	PNP	-	-

Der digitale Werkzeugeingang ist vom Typ PNP. Die Verdrahtung für den Anschluss einer externen einfachen Schalterschaltung ist wie folgt.

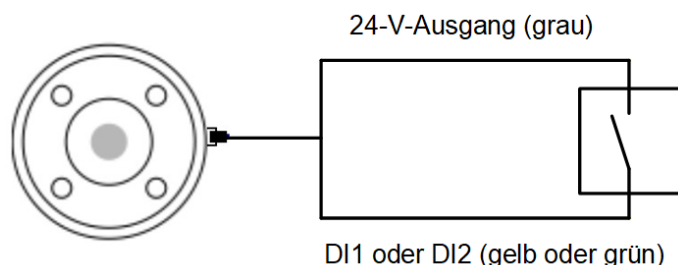


Abb. 5.20 Werkzeug-DI an einfachen Schalter angeschlossen

Wenn ein PNP-Dreileitersensor als DI-Eingangsquelle verwendet wird, zeigt die folgende Abbildung die Verdrahtung.

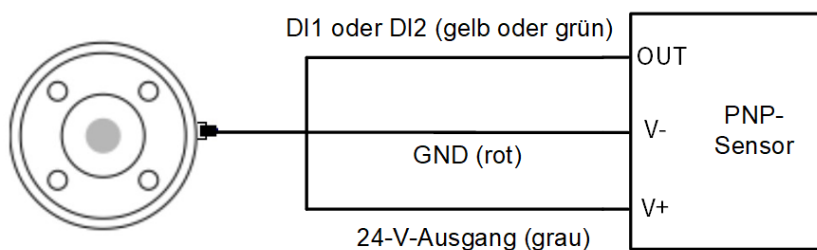


Abb. 5.21 Werkzeug-DI an PNP-Sensor angeschlossen

Der digitale Werkzeugausgang ist vom Typ PNP, wird von der internen Stromversorgung gespeist, und der Gesamtausgangsstrom am Endeffektor darf den zuvor beschriebenen maximalen 24-V-Ausgangsstrom nicht überschreiten. Der Ausgangsstrom für einen einzelnen DO-Kanal sollte ≤ 500 mA betragen. Die Verdrahtungsmethode zeigt die folgende Abbildung.

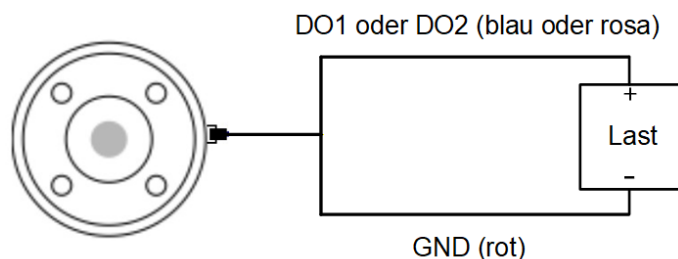


Abb. 5.22 Werkzeug-DO-Verdrahtung

Analogeingang

Die analoge Signalschnittstelle unterstützt sowohl Spannungs- (0 V – 10 V) als auch Stromsignale (4 mA – 20 mA). Standardmäßig ist sie auf den „Spannungs“-Modus eingestellt, kann jedoch über DobotStudio Pro auf den „Strom“-Modus konfiguriert werden.

Tabelle 5.9 Spezifikationen des Analogeingangs

Schnittstelle	Parameter	Min. Wert	Typisch	Max. Wert	Einheit
Analogeingang (Spannungsmodus)					
AI_x	Spannung	-0,5	-	12	V
	Eingangswiderstand (0 V – 10 V)	-	14800	-	Ω
	Auflösung	-	12	-	Bit
Analogeingang (Strommodus)					
AI_x	Strom	-2,5	-	25	mA
	Eingangswiderstand (4 mA – 20 mA)	-	200	202	Ω
	Auflösung	-	12	-	Bit

Die Verdrahtung für den Anschluss eines Messobjekts an den analogen Werkzeugeingang zeigt die folgende Abbildung.

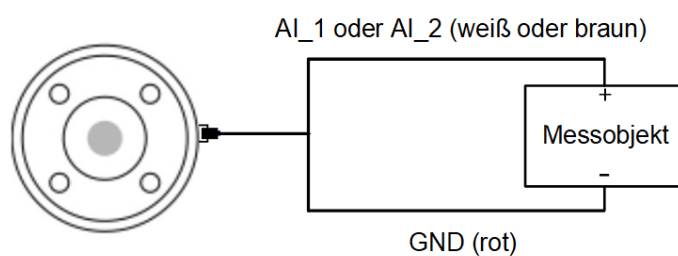


Abb. 5.23 Werkzeug-AI-Verdrahtung

6. Transport

6.1 Transport-Hinweise

- Der Roboterarm sollte vor dem Transport in seine Verpackungsposition zurückversetzt werden. Diese kann in DobotStudio Pro eingestellt werden (Einzelheiten siehe DobotStudio Pro Benutzerhandbuch). Verwenden Sie für den Transport die Originalverpackung.
- Stellen Sie während des Transports sicher, dass der Roboterarm stabil bleibt und ordnungsgemäß gesichert ist.
- Halten Sie während des Transports und der Langzeitlagerung einen Umgebungstemperaturbereich von -20 °C bis +55 °C bei einer Luftfeuchtigkeit von $\leq 95\%$ und ohne Kondenswasserbildung ein.
- Bewahren Sie die Originalverpackung nach dem Transport an einem trockenen Ort auf, um sie für eine spätere Wieder- und Weiterverpackung nutzen zu können.
- Vermeiden Sie während des Transports, des Auspackens und der Handhabung jeden Stoß gegen den Werkzeugflansch der CRAF-Serie (da dieser einen hochpräzisen Kraftsensor enthält), um versehentliches Fallenlassen und Stöße zu verhindern.



WARNUNG

- Stellen Sie sicher, dass die Bediener beim Heben der Anlage keine Rücken- oder andere Körperversetzungen erleiden. Verwenden Sie gegebenenfalls geeignete Hebevorrichtungen.
- Dobot übernimmt keine Haftung für während des Transports entstandene Schäden.
- Befolgen Sie beim Installieren des Roboters streng die Installationsanweisungen.

6.2 Handhabung außerhalb der Verpackung

Wenn Sie den Roboterarm von seiner Verpackung zur Installationsposition bewegen oder ihn umlagern, beachten Sie bitte die folgenden Handhabungsrichtlinien:

- Wenn sich der Roboterarm nicht in der Verpackungsposition befindet, versetzen Sie ihn zuerst in diese zurück.
- Halten Sie beim Tragen und Installieren des Roboters den Roboterarm mit der Hand fest, bis alle Grundmontageschrauben vollständig angezogen sind.
- Bei Modellen außer CR20A/CR20AF/CR30A wird empfohlen, den Roboter am J1-Gelenk und am oberen Teil des Oberarms zu tragen (bei Bedarf sollte er von zwei Personen getragen werden). **Heben Sie den Roboter nicht, indem Sie die Gelenke J3 – J6 oder den Unterarm greifen, und heben Sie nicht am Werkzeugflansch der CRAF-Serie, da dies die interne Struktur des Roboters beschädigen kann.**

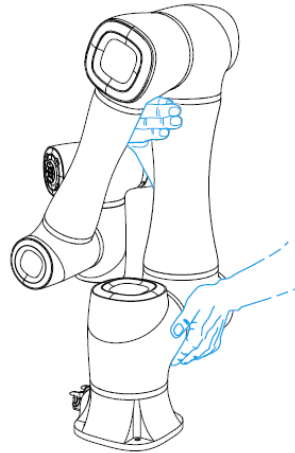


Abb. 6.1 Handhabung des Roboterarms

- Für CR20A/CR20AF/CR30A verwenden Sie die werkseitig mitgelieferten Anschlagbänder zum Heben. Die Anschlagposition sollte am J1-Gelenk und am oberen Teil des Oberarms liegen. **Befestigen Sie die Anschlagbänder nicht an den Gelenken J3 – J6 oder am Unterarm, um den Roboter anzuheben, da dies die interne Struktur beschädigen kann.**

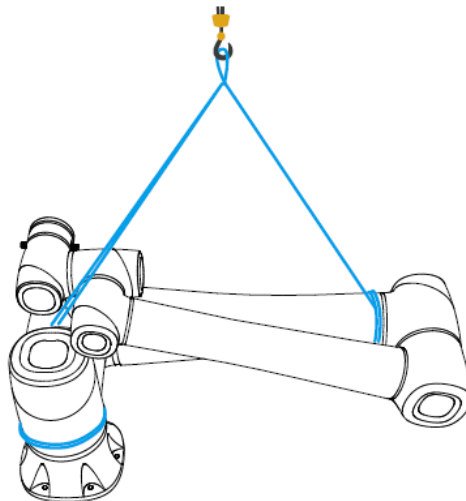


Abb. 6.2 Heben des Roboterarms

7. Installation und Betrieb

7.1 Installationsumgebung

Um die Leistung des Schaltschranks und des Roboterarms zu erhalten und eine sichere Nutzung zu gewährleisten, stellen Sie bitte Schaltschrank und Roboterarm in einer Umgebung auf, die den folgenden Bedingungen entspricht.

ACHTUNG

Stellen Sie sicher, dass die Installationsumgebung die folgenden Bedingungen erfüllt, um mögliche Schäden zu vermeiden.

- Installieren Sie die Geräte innenräumig an einem gut belüfteten Ort.
- Halten Sie die Geräte fern von übermäßiger Vibration und Erschütterung.
- Halten Sie die Geräte fern von direktem Sonnenlicht und Strahlungswärme.
- Halten Sie die Geräte fern von Staub, Ölnebel, Rauch, Salzhaltigkeit, Metallstaub, korrosiven Gasen und anderen Verunreinigungen.
- Verwenden Sie die Geräte nicht in einer geschlossenen Umgebung. Eine geschlossene Umgebung kann zu einer Überhitzung des Schaltschranks und einer Verkürzung seiner Lebensdauer führen.
- Halten Sie die Geräte fern von brennbaren Materialien.
- Verwenden Sie die Geräte nicht in Umgebungen mit Kühlschmierstoffnebeln (wie sie bei Zerspanungs- oder Schleifarbeiten entstehen).
- Verwenden Sie die Geräte nicht in Umgebungen mit starker elektromagnetischer Störung (EMI).

7.2 Auspacken

Überprüfen Sie beim Auspacken die beigelegte Versandliste, um sicherzustellen, dass alle Artikel enthalten sind. Sollte etwas fehlen, wenden Sie sich bitte an Ihren Lieferanten.

7.3 Roboterinstallation

7.3.1 Anforderungen an die Installationsplattform

- Bei der Installation des Roboters muss dieser fest auf einer stabilen Basis montiert werden. Die Basis sollte mindestens dem 10-fachen des maximalen Drehmoments des J1-Gelenks und dem 5-fachen des Gewichts des Roboterarms standhalten können.

Maximales Drehmoment für das J1-Gelenk:

- CR3A: 102 Nm
- CR5A/CR5AF/CR7A: 194 Nm
- CR10A/CR10AF/CR12A/CR16A/CR6AL/CR16AL: 436 Nm
- CR20A/CR20AF/CR30A: 800 Nm
- Wenn der Roboterarm auf einer Linearachse oder einer beweglichen Plattform installiert wird, sollte die Beschleunigung der Plattform gering sein, da eine hohe Beschleunigung die Kollisionserkennung des Roboters auslösen und ihn zum Stoppen bringen kann.
- Der Roboterarm ist über ein Hochlastkabel mit dem Schaltschrank verbunden. Wenn das Hochlastkabel durch eine Kabeleinführung in der Installationsplattform geführt werden muss, sollte der Durchmesser der Öffnung nicht weniger als 40 mm betragen.
- Die Hochlastkabel des CR20A/CR20AF/CR30A-Roboterarms unterstützen sowohl die Kabelverlegung von unten als auch die von der Seite. Andere Modelle unterstützen nur die seitliche Kabelverlegung.

Für die seitliche Kabelverlegung sollte der empfohlene Abstand zwischen der Kabeleinführung und der Roboterbasis nicht weniger als $L + 8D$ betragen (L: Länge nach dem Anschluss des Hochlaststeckers; D: Durchmesser des Hochlastkabels):

- Für CR20A/CR20AF/CR30A: $L \approx 150 \text{ mm}$, $D = 15,6 \text{ mm}$ → Der empfohlene Mindestabstand beträgt ca. 280 mm.
- Für andere Modelle: $L \approx 100 \text{ mm}$, $D = 11,9 \text{ mm}$ → Der empfohlene Mindestabstand beträgt ca. 200 mm.

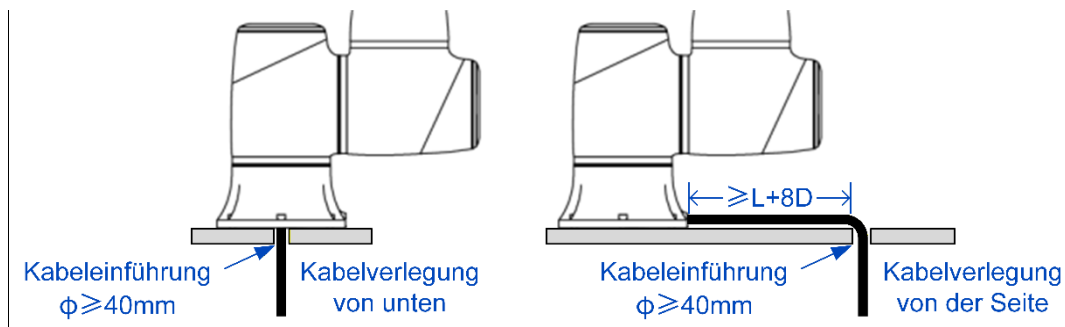


Abb. 7.1 Diagramm der Hochlastkabel-Verlegung

7.3.2 Roboterarm-Installation

Die folgende Abbildung zeigt mehrere typische Installationsstellungen für Roboterarme, Roboterarme unterstützen die 360°-Montage in jedem Winkel.

HINWEIS

Die Installationsstellung unten in der Abbildung ist der Standard-Montagewinkel. Wenn Sie den Roboter in einem Nicht-Standard-Montagewinkel installieren, müssen Sie den Montagewinkel nach dem Einschalten über DobotStudio Pro kalibrieren. Details finden Sie im DobotStudio Pro Benutzerhandbuch.

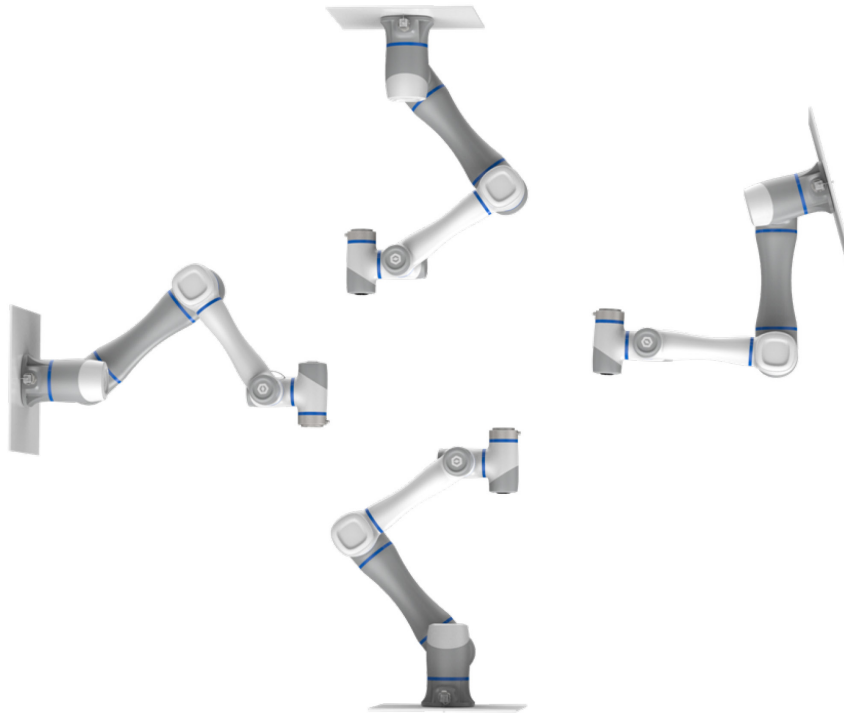


Abb. 7.2 Installationsstellungen des Roboterarms

Positionieren Sie beim Installieren des Roboterarms die Montagelöcher auf der Installationsplattform gemäß den Grundmaßen. Befestigen Sie dann die Roboterbasis mit Schrauben auf der Plattform. Beachten Sie während der Installation unbedingt Folgendes:

- Stellen Sie während des Transports sicher, dass der Roboter stabil und ordnungsgemäß gesichert an seinem Platz ist.
- Beim Heben des Roboters (CR20A/CR20AF/CR30A werden mit Anschlagbändern geliefert; müssen andere Modelle gehoben werden, müssen Benutzer eigene Anschlagbänder bereitstellen) sind die Bewegungsteile ordnungsgemäß zu positionieren, um unbeabsichtigte Bewegung und Beschädigung während des Hebens und Transports zu verhindern.
- Halten Sie beim Bewegen des Roboterarms von der Verpackung zur Installationsposition den Roboter mit der Hand fest, bis alle Schrauben an der Basis angezogen sind.
- Sorgen Sie während der Installation für eine ordnungsgemäße Ausrichtung und Positionierung des Roboters. Die Roboterbasis muss mit Sechskantschrauben (ISO 898-1:2013, Festigkeitsklasse: 12.9) auf der Plattform befestigt werden. CR3A erfordert 4 M6-Schrauben. CR20A/CR20AF/CR30A erfordern 6 M10-Schrauben. Die

anderen Modelle erfordern 4 M8-Schrauben.

- Bei Wandmontage oder Überkopfmontage müssen Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden, um ein Herunterfallen der Roboterbasis zu verhindern.

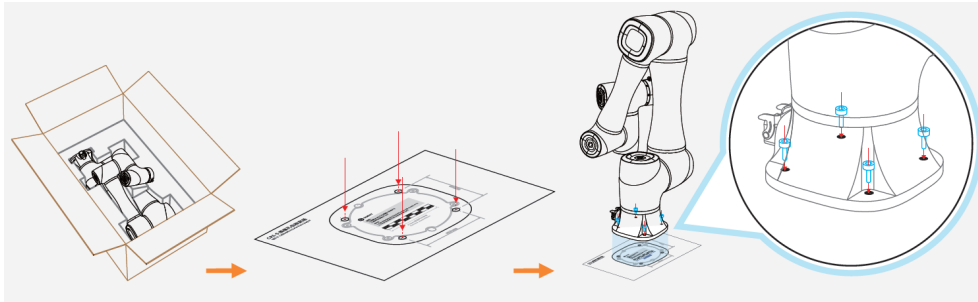


Abb. 7.3 Installationsschritte für Roboterarme der CRA/CRAF-Serie

7.3.3 Schaltschrank-Installation

Stellen Sie den Schaltschrank auf einer festen und ebenen Fläche außerhalb des Arbeitsraums des Roboterarms auf und lassen Sie ausreichend Platz für Kabelanschlüsse und Bedienung. Der Schaltschrank unterstützt sowohl senkrechte (vertikale) als auch waagerechte (horizontale) Montage. Stellen Sie sicher, dass die Lufteinlässe und -auslässe frei sind und an den entsprechenden Seiten mindestens 200 mm Platz für eine ausreichende Wärmeabfuhr verbleiben. Lassen Sie an der Vorderseite 200 mm Platz für die Kabelverlegung frei.

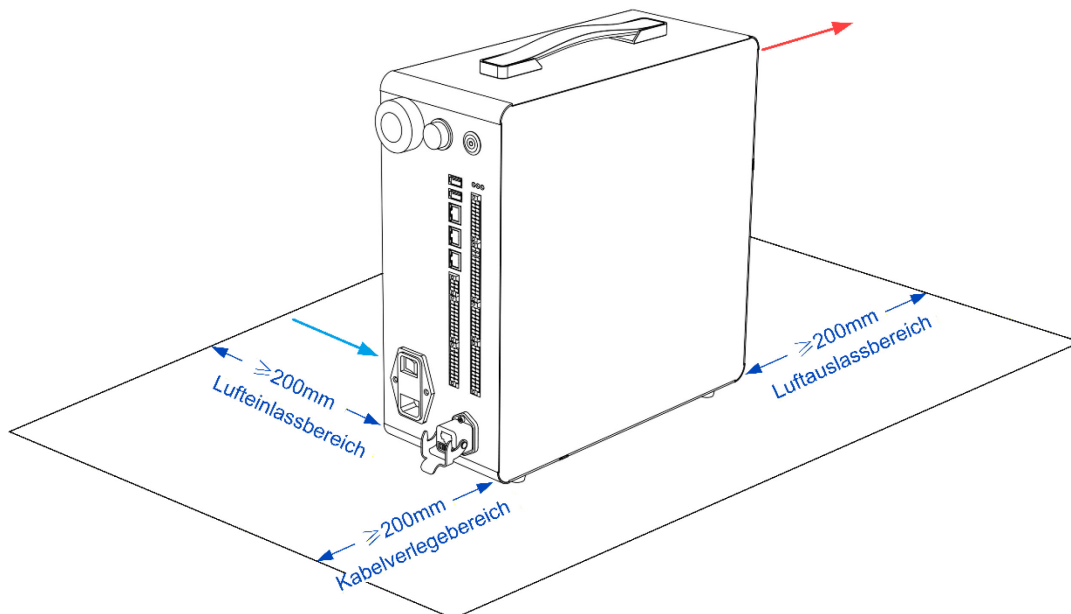


Abb. 7.4 Senkrechte Installation

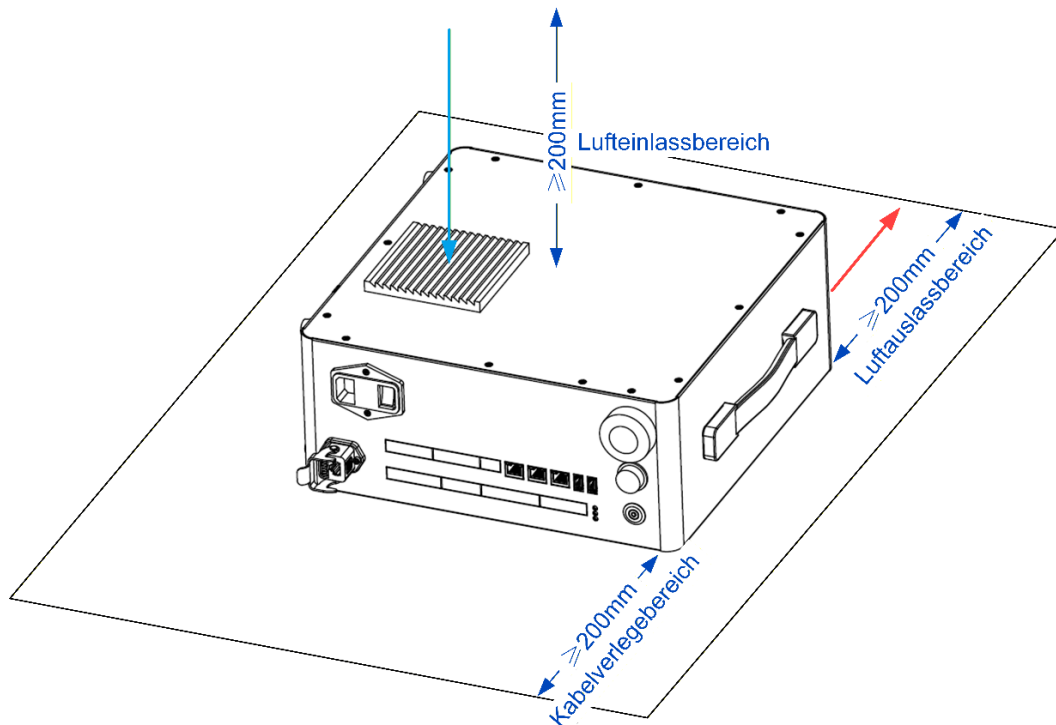


Abb. 7.5 Waagerechte Installation

7.3.4 Schutzhaube-Installation (optional)

Der Schaltschrank kann optional mit einer Schutzhaube ausgestattet werden. Nach korrekter Installation der Schutzhaube erreicht der Schaltschrank den Schutzgrad IP54. Die Komponenten des Schutzhauben-Sets sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

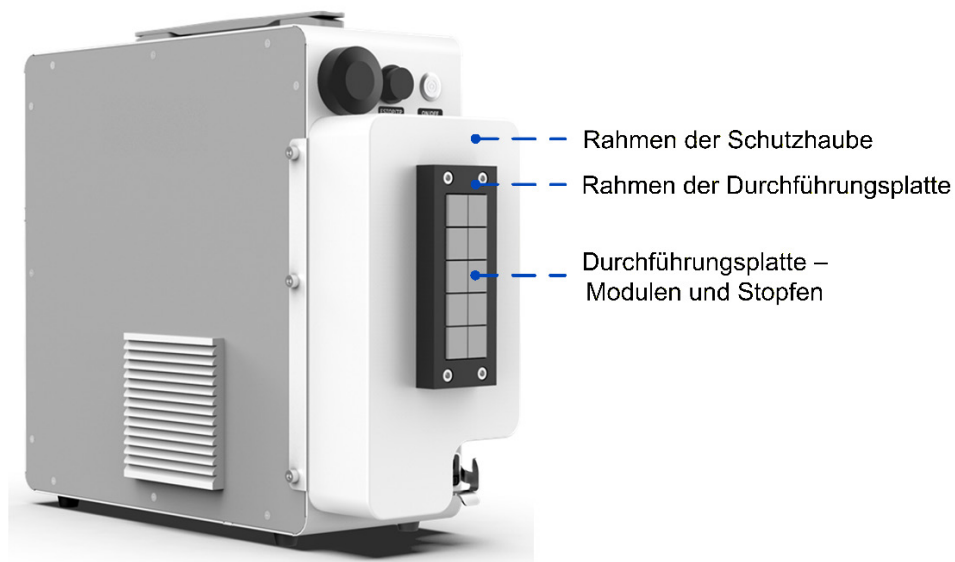


Abb. 7.6 Schutzhaube

Bei Auslieferung ist die Durchführungsplatte (mit Modulen und Stopfen) bereits auf dem Rahmen der Schutzhaube montiert.

1. Entfernen Sie mit einem M4-Innensechskantschlüssel die 4 M4-Schrauben an den vier Ecken des Rahmens der Durchführungsplatte. Nehmen Sie die Durchführungsplatte von der Schutzhaube ab.

2. Lösen Sie mit einem M4-Innensechskantschlüssel die 3 M4-Schrauben an der Seite des Rahmens der Durchführungsplatte. Zerlegen Sie die Durchführungsplatte und entnehmen Sie das Plattenmodul.

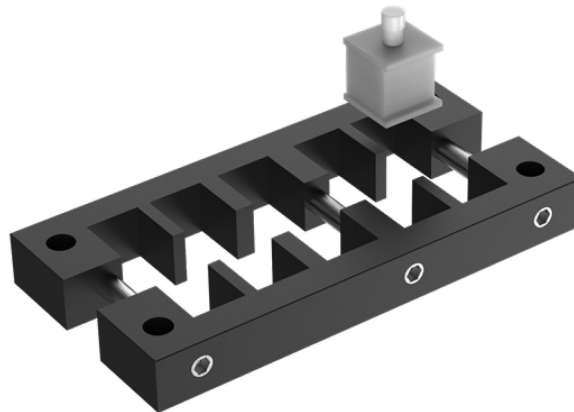


Abb. 7.7 Durchführungsplatte

3. Wählen Sie ein passendes Modul entsprechend dem Durchmesser der an den Schaltschrank anzuschließenden Kabel aus (falls unter den vorinstallierten Modulen auf der Durchführungsplatte kein passendes vorhanden ist, verwenden Sie eines der separat mitgelieferten Module). Entfernen Sie den Stopfen aus dem Modul und führen Sie das Kabel durch die Öffnung in das Modul ein.

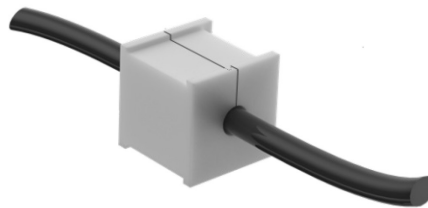


Abb. 7.8 Modul der Durchführungsplatte



ACHTUNG

Auch ungenutzte Module müssen mit eingesetzten Stopfen wieder in den Rahmen der Durchführungsplatte eingebaut werden. Andernfalls kann die Schutzart IP54 nicht gewährleistet werden.

4. Setzen Sie das mit Kabel bestückte Modul zurück in den Rahmen der Durchführungsplatte und ziehen Sie die 3 M4-Schrauben an der Rahmenseite fest.
5. Setzen Sie die Durchführungsplatte zurück in den Rahmen der Schutzhaube und befestigen Sie sie mit 4 M4-Schrauben.
6. Schließen Sie die durch die Schutzhaube geführten Kabel am Schaltschrank an.
7. Entfernen Sie mit einem M3-Kreuzschlitzschraubendreher die 5 Schrauben an beiden Seiten des Schaltschranks, die den Montagelöchern der Schutzhaube entsprechen (3 Schrauben links, 2 Schrauben rechts). Die genaue Position der Schutzhaube ist der Abbildung zu Beginn dieses Abschnitts zu entnehmen.
8. Setzen Sie die Schutzhaube auf und befestigen Sie sie mit den 5 mitgelieferten M3-Schrauben am Schaltschrank.

7.3.5 Montage des Endwerkzeugs

Der Endflansch des Roboterarms verfügt über 4 M6-Gewindebohrungen (bei CR20A/CR20AF/CR30A: 6 M8-Bohrungen), mit denen das Werkzeug am Ende des Roboterarms befestigt werden kann. Für eine genaue Positionierung des Werkzeugs können zudem die vorhandenen Zentrierbohrungen zusammen mit Passstiften genutzt werden.

7.4 Kabelanschluss

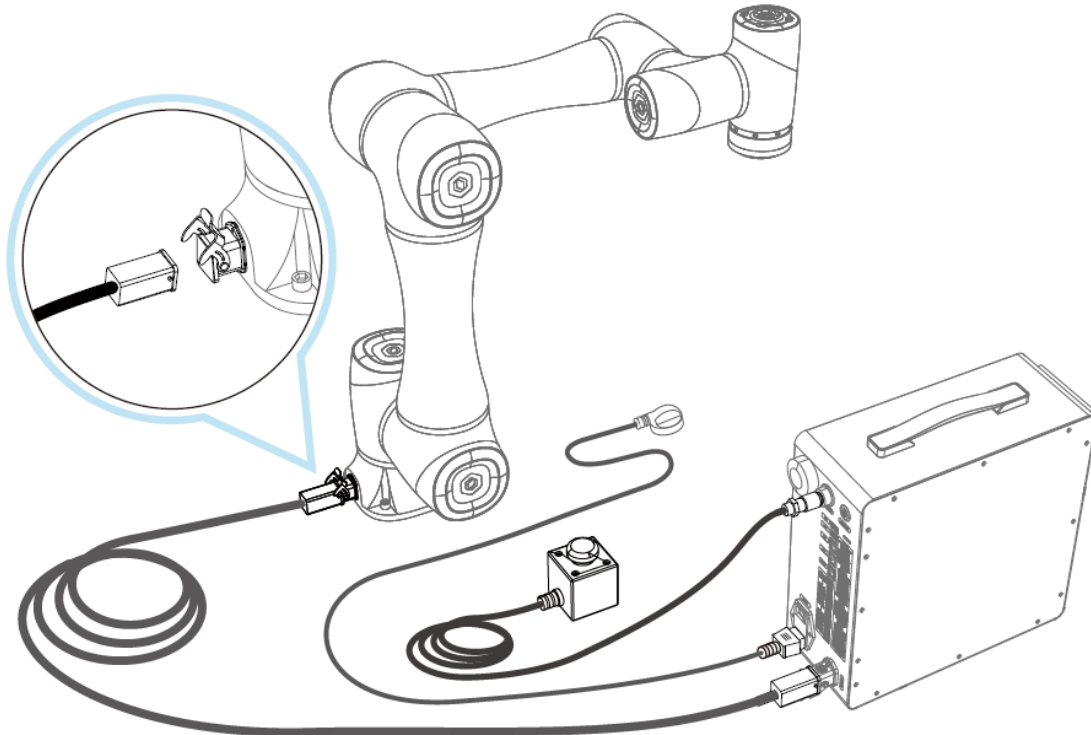


Abb. 7.9 Kabelanschluss

1. Schließen Sie den Schaltschrank mit dem Hochlastkabel an den Roboterarm an.
 - a. Für die CRA-Serie (außer CR20A und CR30A) / CRAF-Serie (außer CR20AF): Vergewissern Sie sich, dass der Hochlaststecker sicher in der Hochlastbuchse eingerastet ist.
 - b. Für die CR20A/CR20AF/CR30A-Serie: Ein Ende des Hochlastkabels ist werkseitig an der Roboterbasis befestigt. Schließen Sie einfach das andere Ende des Hochlastkabels an den Schaltschrank an.
2. Stecken Sie das Kabel des Not-Halt-Schalters in die Not-Halt-Schnittstelle. Richten Sie dabei den weißen Punkt am Stecker auf den weißen Punkt an der Schnittstelle aus und drehen Sie dann den blauen Kunststoffring im Uhrzeigersinn, um die Verbindung zu sichern.
3. Stecken Sie ein Ende des Netzkabels in die Stromanschlussbuchse des Schaltschranks und das andere Ende in eine Netzsteckdose (bei DC-Schaltschrank: Schließen Sie das andere Ende an eine 48-V-DC-Stromquelle an. Die Klemmenbelegung ist unten aufgeführt).

Aderfarbe	Kennzeichnung	Belegung
Rot	V+	48-V-Stromversorgung (+)
Schwarz	V-	Stromversorgung (-)
Gelb/Grün	PE	Schutzerdung

⚠ ACHTUNG

- Die Spezifikationen und die Installationsmethode der externen Kabel müssen den lokalen Gesetzen und Vorschriften entsprechen.
- Demontieren Sie den Roboter nicht eigenständig, da dies zu einem Stromschlag führen kann.
- Stellen Sie sicher, dass das Gerät ordnungsgemäß geerdet ist.
- Vermeiden Sie ein scharfes Abknicken der Kabel, da dies zu schlechten Kontakten oder Kabelbruch führen kann.
- Stellen Sie vor dem Anschluss externer Geräte sicher, dass die Stromzufuhr zum Steuerungssystem unterbrochen ist. Andernfalls besteht die Gefahr eines Stromschlags oder Geräteschadens.
- Zur Gewährleistung der Geräte- und Personensicherheit sind die mitgelieferten Kabel zu verwenden.
- Vergewissern Sie sich nach der Verkabelung, dass sich keine lockeren Schrauben oder freiliegenden Kabel im Gerät befinden.
- Stecken oder ziehen Sie während des Normalbetriebs keine Netzkabel oder Kommunikationskabel.
- Das Gerät muss vollständig verkabelt sein, bevor es eingeschaltet wird.
- Stellen Sie sicher, dass die Kabel korrekt angeschlossen sind, um Schäden an internen Modulen oder externen Geräten zu vermeiden.
- Überprüfen Sie vor dem Anschluss, ob die Isolierung und Abschirmung der externen Kabel nicht beschädigt sind.

Falls der Verriegelungshebel des Hochlaststeckers beim Entfernen des Hochlastkabels zu fest sitzt und sich nicht lösen lässt, gehen Sie wie in der folgenden Abbildung gezeigt vor: Drücken Sie mit einem Sechskantschlüssel gegen den Hebel und schieben Sie ihn weg.

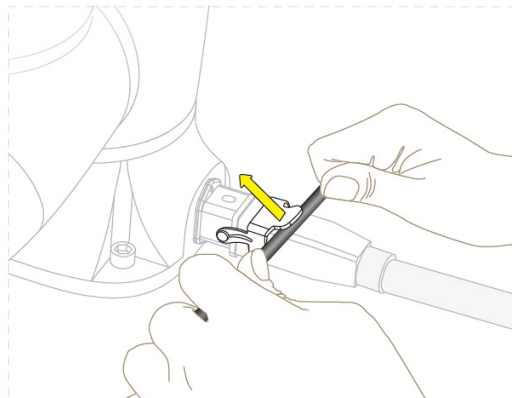


Abb. 7.10 Hochlaststecker entriegeln

7.5 Einschalten und Inbetriebnahme

Nachdem Sie die externe Stromversorgung eingeschaltet haben, drücken Sie den Schalter über der Stromanschlussbuchse auf „I“. Drücken Sie anschließend die runde Taste auf der Oberseite des Schaltschranks 0,5 Sekunden lang (falls der Zugang zur runden Taste ungünstig ist, können Sie die [Fernschalter-Schnittstelle](#) verwenden).

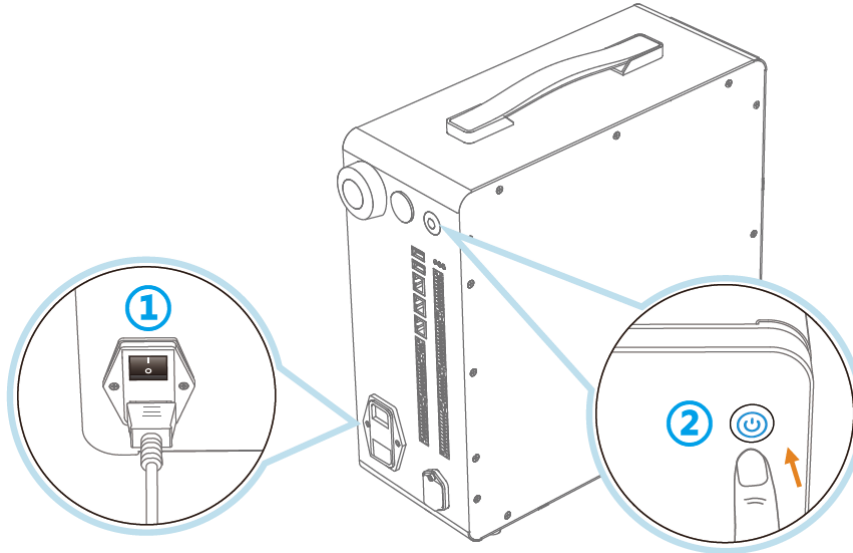


Abb. 7.11 Einschalten

Sobald die Statusleuchten am Endeffektor des Roboterarms und an der runden Taste des Schaltschranks dauerhaft blau leuchten, können Sie über das Bedienterminal eine Verbindung zum Roboter herstellen, ihn freigeben und ihn zur Inbetriebnahme joggen.

Bei Verwendung des DC-Schaltschranks müssen Sie in DobotStudio Pro den Eingangsspannungsbereich einstellen. Dieser Spannungsbereich steht in Zusammenhang mit der Energierückgewinnungsfunktion (die dazu dient, die beim Abbremsen des Roboters entstehende elektromotorische Kraft abzuleiten). Stellen Sie die Spannung entsprechend dem tatsächlichen Bereich der Eingangsspannung ein, um eine Abschaltung durch Überspannungsschutz oder eine Beschädigung des Schaltschranks zu vermeiden.

Detaillierte Bedienhinweise finden Sie im DobotStudio Pro Benutzerhandbuch. Beim Verbinden mit DobotStudio Pro sind folgende Hinweise zu beachten:

- **Kabelgebundene Verbindung:** Für die Verbindung zwischen dem Roboter und der Steuerungssoftware DobotStudio Pro wird eine kabelgebundene Verbindung empfohlen. Diese erhöht die Kommunikationssicherheit, reduziert die Latenzzeit, verhindert Beeinträchtigungen durch andere Geräte im Intranet und stellt sicher, dass Daten nicht von unbefugten Geräten abgefangen werden.
- **Netzwerkisolierung:** Bei der Nutzung von Intranet-Diensten sollten nur die unbedingt erforderlichen Geräte im Netzwerk verbleiben. Das vom Roboter genutzte Netzwerk muss strikt von Büro- oder Heimnetzwerken isoliert werden.

**ACHTUNG**

Ist das Netzwerk nicht isoliert, ist der Roboter einer komplexen Intranet-Umgebung ausgesetzt und könnte Ziel von Cyberangriffen werden, was zu schwerwiegenden Vorfällen wie Datenlecks oder Systemausfällen führen kann.

- **Firewall-Konfiguration:** Es wird empfohlen, ein Gateway mit integrierter Firewall zu verwenden. Durch eine angemessene Firewall-Konfiguration kann die Kommunikation zwischen externen Geräten und dem Roboter eingeschränkt werden. Stellen Sie sicher, dass nur Geräte auf der „Whitelist“ mit dem Roboter kommunizieren dürfen, um die Sicherheit des Roboternetzwerks zu erhöhen.

**ACHTUNG**

Fehlen solche Schutzmaßnahmen wie eine Firewall, ist der Roboter einer noch komplexeren Netzwerkumgebung und somit einem höheren Risiko ausgesetzt.

- **Passwortschutz:** Um Passwortlecks zu verhindern, wird empfohlen, das Sicherheitsbewusstsein der Benutzer durch interne Schulungen zu stärken. Wichtige Informationen wie SSH-Passwörter oder WLAN-Passwörter dürfen niemals über soziale Netzwerke oder E-Mails übermittelt oder gespeichert werden.
- **Sicherheitsvorkehrungen und Incident-Response:** Die Fähigkeit der Benutzer, Phishing-Angriffe und verdächtige Links zu erkennen, sollte geschult werden. Erstellen Sie einen Notfallplan (Incident-Response-Plan) und legen Sie klare Prozesse für die Meldung von Sicherheitslücken fest. Wenn eine Sicherheitslücke entdeckt wird, setzen Sie sich bitte umgehend mit dem DOBOT Technical Support in Verbindung, teilen Sie die Details mit und suchen Sie zeitnah nach einer Lösung.

Wenn der Roboter nicht genutzt wird, drücken Sie die runde Taste auf der Oberseite des Schaltschranks 3 Sekunden lang, um ihn auszuschalten. Warten Sie, bis die Statusleuchten am Endeffektor des Roboterarms und an der runden Taste des Schaltschranks erloschen sind. Drücken Sie dann den Schalter über der Stromanschlussbuchse auf „O“, um die Stromversorgung zu trennen.

**ACHTUNG**

Wenn der Roboter erstmalig verwendet wird oder längere Zeit nicht in Betrieb war, können unmittelbar nach dem Einschalten ausgeführte hochgeschwindige, hoch belastete Bewegungen zu Fehlalarmen führen. Es wird empfohlen, vor dem normalen Betrieb einige Minuten lang Bewegungen mit niedriger Geschwindigkeit auszuführen, um den Roboter aufzuwärmen.

8. Wartung und Pflege

Wartungs- und Reparaturarbeiten müssen unter Beachtung aller Sicherheitshinweise in diesem Dokument durchgeführt werden.

Zweck von Wartung und Reparatur ist es, den Betriebszustand des Systems zu erhalten oder es im Falle eines Fehlers wieder in einen betriebsbereiten Zustand zu versetzen. Die Reparatur umfasst neben der eigentlichen Instandsetzung auch die Fehlerdiagnose.

Reparaturen dürfen ausschließlich von einem autorisierten Systemintegrator oder Dobot-Personal durchgeführt werden.

Für die Rücksendung von Robotern oder Teilen an Dobot sind folgende Hinweise zu beachten:

- Entfernen Sie alle Teile, die nicht von Dobot stammen.
- Erstellen Sie vor der Rücksendung bitte eine Sicherungskopie Ihrer Dateien. Dobot übernimmt keine Verantwortung für den Verlust von Programmen, Daten oder Dateien, die im Roboter gespeichert sind.
- Der Roboter sollte vor der Rücksendung an Dobot in den Verpackungspunkt fahren.

8.1 Sicherheitshinweise

Bei der Bedienung des Roboters oder Schaltschranks sind folgende Sicherheitsverfahren und Warnungen zwingend zu beachten.



ACHTUNG

- Ersetzen Sie defekte Komponenten durch neue Bauteile des gleichen Modells oder durch von Dobot genehmigte gleichwertige Komponenten.
- Reaktivieren Sie alle deaktivierten Sicherheitsmaßnahmen unmittelbar nach Abschluss der Wartungsarbeiten.
- Dokumentieren Sie alle Reparaturen und bewahren Sie die Aufzeichnungen in der dem Robotersystem zugehörigen technischen Dokumentation auf.
- Ziehen Sie das Hauptstromkabel an der Rückseite des Roboters ab, um sicherzustellen, dass er vollständig stromlos ist. Treffen Sie die notwendigen Vorkehrungen, um zu verhindern, dass andere Personen während der Wartung die Systemstromversorgung wieder anschließen.
- Beachten Sie die ESD-Vorschriften beim Zerlegen des Roboters.
- Verhindern Sie das Eindringen von Wasser oder Staub in das Innere des Roboters.

8.2 Roboterwartung

Um eine langfristig hohe Leistung des Roboters zu gewährleisten, müssen regelmäßige Wartungsprüfungen durchgeführt werden. Die für die Wartung verantwortliche Person muss einen Wartungsplan erstellen und die notwendigen Arbeiten ausführen. Die Prüfpunkte sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 8.1 Prüfpunkte

Intervall			Prüfpunkt	Prüfdetails
Täglich	3 Monate	6 Monate		
✓			Roboterreinigung	Reinigen Sie den Roboterarm mit einem mit Wasser oder 10%igem Ethanol angefeuchteten Tuch von sichtbarem Staub, Schmutz oder Ölrückständen.
		✓	Gelenkschrauben	Überprüfen Sie anhand der Schrauben-Anzugsdrehmoment-Tabelle das Drehmoment der sichtbaren Schrauben an jedem Gelenk.
	✓		Werkzeugmontage-Schrauben	Prüfen Sie, ob das Werkzeug sicher mit dem Endflansch verbunden ist.
✓			Gelenkmodul	Prüfen Sie beim Betrieb des Roboters, ob von den Gelenken keine abnormalen Geräusche oder Vibrationen ausgehen. Berühren Sie nach dem Betrieb das Gelenkgehäuse, um auf übermäßige Hitze zu prüfen.
✓			Bremse	Prüfen Sie bei deaktiviertem Roboter, ob kein Teil der Roboter-Gelenke oder des Werkzeugs herunterfällt.
		✓	Kabel	Inspizieren Sie Stromkabel, Hochlastkabel und E/A-Kabel auf stabile Verbindungen und prüfen Sie die Kabelummantelung auf Verschleiß oder Beschädigung.
	✓		Not-Halt-Schalter	Betätigen Sie den Not-Halt-Schalter während des

Intervall			Prüfpunkt	Prüfdetails
Täglich	3 Monate	6 Monate		
				Roboterbetriebs und beobachten Sie, ob der Roboter sofort stoppt.
	✓		Schaltschrank-Reinigung	Entfernen Sie bei getrennter Stromversorgung die Seitenabdeckung des Schaltschranks und reinigen Sie angesammelten Staub im Inneren.

Die erforderlichen Anzugsdrehmomente für Schrauben sind in Tabelle 8.2 aufgeführt.

Tabelle 8.2 Anzugsdrehmomente für Schrauben

Neendurchmesser Gewinde	Außensechskantsschraube (Gelenk)	Innensechskantsschraube (12,9)	Innensechskantsschraube (Rückabdeckung)
3 mm / 0,118 in	2 Nm	2,4 Nm	0,7 Nm
4 mm / 0,157 in	4 Nm	4,5 Nm	-
5 mm / 0,197 in	7,5 Nm	9 Nm	-
6 mm / 0,236 in	15 Nm	18 Nm	-
8 mm / 0,32 in	-	37 Nm	-

Die Anzugsdrehmomente variieren je nach Schraubentyp oder Grundmaterial. Wenn Werte nicht in der Tabelle aufgeführt sind, wenden Sie sich bitte an den Dobot-Technical-Support.



ACHTUNG

Die Liste der Verschleißteile erhalten Sie bei Rücksprache mit dem DOBOT Kundendienst.

9. Entsorgung und Umweltschutz

DOBOT-Roboter müssen gemäß den geltenden nationalen Gesetzen, Vorschriften und Normen entsorgt werden.

Das folgende Symbol kennzeichnet, dass das Produkt nicht als Hausmüll entsorgt werden darf.



10. Garantie

10.1 Produktgarantie

Unbeschadet etwaiger Vereinbarungen, die der Nutzer (Kunde) mit dem Vertriebshändler oder Einzelhändler treffen kann, garantiert der Hersteller dem Kunden die Qualität der Produkte nach Maßgabe der nachstehenden Bedingungen:

Treten an einem neuen Gerät und seinen Komponenten innerhalb von 12 Monaten (maximal 15 Monaten bei Einrechnung der Versandzeit) nach Inbetriebnahme des Geräts Mängel auf, die durch Fertigung und/oder ungeeignetes Material verursacht werden, stellt DOBOT das erforderliche Ersatzteil bereit. Der Nutzer (Kunde) stellt das Personal für den Einbau des Ersatzteils, wobei ein Teil, das den neuesten technologischen Stand repräsentiert, zur Ersetzung oder Reparatur des betreffenden Teils verwendet wird.

Sind Gerätemängel auf unsachgemäße Handhabung und/oder die Nichtbeachtung der relevanten Informationen im Benutzerhandbuch zurückzuführen, erlischt die Garantie.

Diese Garantie gilt nicht für und erstreckt sich nicht auf Wartungsarbeiten (z. B. Installation, Konfiguration, Software-Download), die vom autorisierten Vertriebshändler oder Kunden durchgeführt werden.

Der Nutzer (Kunde) muss den Kaufbeleg und das Kaufdatum als gültigen Nachweis für die Garantie vorlegen. Ansprüche aus dieser Garantie müssen innerhalb von zwei Monaten nach dem offenkundigen Leistungsveragen im Rahmen der Produktgarantie geltend gemacht werden.

Das Eigentum an Geräten oder Komponenten, die ersetzt oder an DOBOT zurückgesandt werden, verbleibt bei DOBOT. Alle anderen Ansprüche, die sich aus dem Gerät ergeben oder in Bezug zu diesem stehen, sind von dieser Garantie nicht erfasst.

Keine Bestimmung dieser Produktgarantie bezweckt, die gesetzlichen Rechte des Kunden einzuschränken oder auszuschließen oder die Haftung des Herstellers für Personenschäden, die auf sein Verschulden zurückzuführen sind, zu begrenzen oder auszuschließen. Die Dauer dieser Produktgarantie verlängert sich nicht aufgrund der im Rahmen der Garantiebedingungen erbrachten Leistungen. Unter Wahrung der Garantie behält sich DOBOT das Recht vor, dem Kunden die Ersatz- oder Wartungsleistung in Rechnung zu stellen. Das Vorstehende bedeutet keine Änderung der Beweislast zum Nachteil des Kunden. Bestehen Mängel an dem Gerät, haftet DOBOT nicht für daraus entstehende Schäden oder Verluste, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Produktionsausfall oder Schäden an anderen Produktionseinrichtungen.

10.2 Haftungsausschluss

DOBOT ist bestrebt, die Zuverlässigkeit und Leistung seiner Produkte stetig zu verbessern und behält sich daher das Recht vor, Produkte ohne vorherige Ankündigung zu aktualisieren. DOBOT bemüht sich, die Inhalte des Benutzerhandbuchs genau und zuverlässig zu gestalten, übernimmt jedoch keine Verantwortung für etwaige Fehler oder fehlende Informationen.

11. Compliance Statements

11.1 FCC Compliance Statements

This device complies with Part 15 of the FCC Rules. Operation is subject to the following two conditions: (1) this device may not cause harmful interference, and (2) this device must accept any interference received, including interference that may cause undesired operation.

Note: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class B digital device, pursuant to Part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference in a residential installation. This equipment generates, uses and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instructions, may cause harmful interference to radio communications. However, there is no guarantee that interference will not occur in a particular installation.

If this equipment does cause harmful interference to radio or television reception, which can be determined by turning the equipment off and on, the user is encouraged to try to correct the interference by one or more of the following measures:

- Reorient or relocate the receiving antenna.
- Increase the separation between the equipment and receiver.
- Connect the equipment into an outlet on a circuit different from that to which the receiver is connected.
- Consult the dealer or an experienced radio/TV technician for help.

Caution: Changes or modifications not expressly approved by the party responsible for compliance could void the user's authority to operate the equipment.

This transmitter must not be co-located or operating in conjunction with any other antenna or transmitter. This equipment should be installed and operated with minimum distance 20cm between the radiator and your body.

11.2 ISED Compliance Statements

This device contains licence-exempt transmitter(s)/receiver(s) that comply with Innovation, Science and Economic Development Canada's licence-exempt RSS(s). Operation is subject to the following two conditions:

- (1) This device may not cause interference.
- (2) This device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

This equipment complies with IC RSS-102 radiation exposure limits set forth for an uncontrolled environment.

This equipment should be installed and operated with minimum distance 20cm between the radiator and your body.

L'émetteur/récepteur exempt de licence contenu dans le présent appareil est conforme aux CNR d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada applicables aux appareils radio exempts de licence. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes :

- (1) L'appareil ne doit pas produire de brouillage;
- (2) L'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

Cet équipement est conforme aux limites d'exposition aux radiations IC CNR-102 établies pour un environnement non contrôlé. Haut - parleurs et subwoofer doit être installé et utilisé avec une distance minimale de 20cm entre le radiateur et votre corps.

Anhang Technische Spezifikationen

Anhang A: Technische Spezifikationen der Roboter

Tabelle 1: CR3/5/7A

Produktname		DOBOT CR3A	DOBOT CR5A	DOBOT CR7A
Gewicht		17,5 kg (38,6 lb)	25 kg (55,1 lb)	24 kg (52,9 lb)
Max. Nutzlast		3 kg (6,6 lb)	5 kg (11 lb)	7 kg (15,4 lb)
Arbeitsradius		620 mm (24,4 Zoll)	900 mm (35,4 Zoll)	800 mm (31,5 Zoll)
Max. Bahngeschwindigkeit		2 m/s (78,7 Zoll/s)		
Gelenk- Arbeitsbereich	J1	$\pm 360^\circ$		
	J2	$\pm 360^\circ$		
	J3	$\pm 155^\circ$	$\pm 160^\circ$	$\pm 160^\circ$
	J4	$\pm 360^\circ$		
	J5	$\pm 360^\circ$		
	J6	$\pm 360^\circ$		
Max. Gelenk- geschwindigkeit	J1	180°/s		
	J2	180°/s		
	J3	223°/s	180°/s	180°/s
	J4	223°/s		
	J5	223°/s		
	J6	223°/s		
Werkzeug-E/A	DI	2		
	DO	2		
	AI	2		
	RS485	Unterstützt (2 AIs im Multiplex)		
Wiederholgenauigkeit		$\pm 0,02$ mm		

Produktname	DOBOT CR3A	DOBOT CR5A	DOBOT CR7A
Schutzart (IP)	IP54		
Geräuschpegel	70 dB(A)		
Temperaturbereich	0 °C – 50 °C  ACHTUNG Wenn die Umgebungstemperatur unter 10 °C liegt, erhöht sich die Viskosität des Schmiermittels. Dies kann zu Fehlalarmen führen, wenn der Roboter unmittelbar nach dem Einschalten hochgeschwindige und hoch belastete Bewegungen ausführt. Es wird empfohlen, zunächst einige Minuten lang Bewegungen mit niedriger Geschwindigkeit auszuführen, um das Gerät aufzuwärmen.		
Luftfeuchtigkeit	≤ 95 %, kein Kondenswasser		
Typische Leistungsaufnahme	120 W	150 W	150 W
Montageweise	Beliebiger Winkel		
Kabellänge (Roboter – Schaltschrank)	5 m (16,4 Fuß)		
Material	Aluminiumlegierung, ABS		
Nutzlebensdauer	5 Jahre		

Tabelle 2: CR10/12/16A

Produktname		DOBOT CR10A	DOBOT CR12A	DOBOT CR16A
Gewicht		40 kg (88,2 lb)	38,5 kg (84,9 lb)	38 kg (83,8 lb)
Max. Nutzlast		10 kg (22 lb)	12 kg (26,5 lb)	16 kg (35,3 lb)
Arbeitsradius		1300 mm (51,2 Zoll)	1200 mm (47,2 Zoll)	1000 mm (39,4 Zoll)
Max. Bahngeschwindigkeit		2 m/s (78,7 Zoll/s)		
Gelenk- Arbeitsbereich	J1	$\pm 360^\circ$		
	J2	$\pm 360^\circ$		
	J3	$\pm 160^\circ$		
	J4	$\pm 360^\circ$		
	J5	$\pm 360^\circ$		
	J6	$\pm 360^\circ$		
Max. Gelenk- geschwindigkeit	J1	150°/s		
	J2	150°/s		
	J3	180°/s		
	J4	223°/s		
	J5	223°/s		
	J6	223°/s		
Werkzeug-E/A	DI	2		
	DO	2		
	AI	2		
	RS485	Unterstützt (2 AIs im Multiplex)		
Wiederholgenauigkeit		$\pm 0,03$ mm		
Schutzart (IP)		IP54		
Geräuschpegel		70 dB(A)		

Produktname	DOBOT CR10A	DOBOT CR12A	DOBOT CR16A
Temperaturbereich	0 °C – 50 °C  ACHTUNG Wenn die Umgebungstemperatur unter 10 °C liegt, erhöht sich die Viskosität des Schmiermittels. Dies kann zu Fehlalarmen führen, wenn der Roboter unmittelbar nach dem Einschalten hochgeschwindige und hoch belastete Bewegungen ausführt. Es wird empfohlen, zunächst einige Minuten lang Bewegungen mit niedriger Geschwindigkeit auszuführen, um das Gerät aufzuwärmen.		
Luftfeuchtigkeit	≤ 95 %, kein Kondenswasser		
Typische Leistungsaufnahme	350 W		
Montageweise	Beliebiger Winkel		
Kabellänge (Roboter – Schaltschrank)	5 m (16,4 Fuß)		
Material	Aluminiumlegierung, ABS		
Nutzlebensdauer	5 Jahre		

Tabelle 3: CR6/16AL

Produktname		DOBOT CR6AL	DOBOT CR16AL
Gewicht		41.5kg (91.5lb)	40kg (88.2lb)
Max. Nutzlast		6kg (13.2lb)	16kg (35.3lb)
Arbeitsradius		1800mm (70.9inch)	1300mm (51.12inch)
Max. Bahngeschwindigkeit		2m/s (78.7inch/s)	2m/s (78.7inch/s)
Gelenk-Arbeitsbereich	J1	$\pm 360^\circ$	
	J2	$\pm 360^\circ$	
	J3	$\pm 170^\circ$	$\pm 160^\circ$
	J4	$\pm 360^\circ$	
	J5	$\pm 360^\circ$	
	J6	$\pm 360^\circ$	
Max. Gelenk-geschwindigkeit	J1	150°/s	110°/s
	J2	150°/s	110°/s
	J3	180°/s	110°/s
	J4	223°/s	180°/s
	J5	223°/s	180°/s
	J6	223°/s	180°/s
Werkzeug-E/A	DI	2	
	DO	2	
	AI	2	
	RS485	Unterstützt (2 AIs im Multiplex)	
Wiederholgenauigkeit		$\pm 0,05$ mm	± 0.04 mm
Schutzart (IP)		IP54	
Geräuschpegel		70 dB(A)	
Temperaturbereich		0 °C – 50 °C	

Produktname	DOBOT CR6AL	DOBOT CR16AL
	 ACHTUNG Wenn die Umgebungstemperatur unter 10 °C liegt, erhöht sich die Viskosität des Schmiermittels. Dies kann zu Fehlalarmen führen, wenn der Roboter unmittelbar nach dem Einschalten hochgeschwindige und hoch belastete Bewegungen ausführt. Es wird empfohlen, zunächst einige Minuten lang Bewegungen mit niedriger Geschwindigkeit auszuführen, um das Gerät aufzuwärmen.	
Luftfeuchtigkeit	≤ 95 %, kein Kondenswasser	
Typische Leistungsaufnahme	350 W	
Montageweise	Beliebiger Winkel	
Kabellänge (Roboter – Schaltschrank)	5m (16.4foot)	
Material	Aluminiumlegierung, ABS	
Nutzlebensdauer	5 Jahre	

Tabelle 4: CR20/30A

Produktname		DOBOT CR20A	DOBOT CR30A
Gewicht		73kg (160.9lb)	70kg (154.3lb)
Max. Nutzlast		20kg (44.1lb)	30kg (66.1lb)
Arbeitsradius		1700mm (66.9inch)	1300mm (51.2inch)
Max. Bahngeschwindigkeit		2m/s (78.7inch/s)	2m/s (78.7inch/s)
Gelenk-Arbeitsbereich	J1	$\pm 360^\circ$	
	J2	$\pm 360^\circ$	
	J3	$\pm 168^\circ$	$\pm 160^\circ$
	J4	$\pm 360^\circ$	
	J5	$\pm 360^\circ$	
	J6	$\pm 360^\circ$	
Max. Gelenk-geschwindigkeit	J1	120°/s	
	J2	120°/s	
	J3	150°/s	
	J4	180°/s	
	J5	180°/s	
	J6	180°/s	
Werkzeug-E/A	DI	4	
	DO	4	
	AI	4	
	RS485	Unterstützt (4 AIs im Multiplex)	
Wiederholgenauigkeit		$\pm 0,05$ mm	
Schutzart (IP)		IP54	
Geräuschpegel		70 dB(A)	
Temperaturbereich		0 °C – 50 °C	

Produktname	DOBOT CR20A	DOBOT CR30A
	 ACHTUNG Wenn die Umgebungstemperatur unter 10 °C liegt, erhöht sich die Viskosität des Schmiermittels. Dies kann zu Fehlalarmen führen, wenn der Roboter unmittelbar nach dem Einschalten hochgeschwindige und hoch belastete Bewegungen ausführt. Es wird empfohlen, zunächst einige Minuten lang Bewegungen mit niedriger Geschwindigkeit auszuführen, um das Gerät aufzuwärmen.	
Luftfeuchtigkeit	≤ 95 %, kein Kondenswasser	
Typische Leistungsaufnahme	500 W	
Montageweise	Beliebiger Winkel	
Kabellänge (Roboter – Schaltschrank)	6 m (19,7 Fuß)	
Material	Aluminiumlegierung, ABS	
Nutzlebensdauer	5 Jahre	
Sicherheitsnormen	UL1740: 2018 UL Standard for Safety Robots and Robotic Equipment; CSA Z434-14 (R2019) Industrial robots and robot systems; CSA C22.2 NO. 14-13 Industrial Control Equipment; NFPA 79:2018 Electrical Standard for Industrial Machinery; EN ISO 10218-1:2011 Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 1: Robots; EN 60204-1:2018 Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements; EN ISO 12100:2010 Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction; ISO/TS 15066:2016 Robot and Robotic Devices - Collaborative Robots; EN ISO 13849-1:2015 Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design	

Produktname	DOBOT CR20A	DOBOT CR30A
EMV-Normen (EMC standard)	EN IEC 61000-6-2:2019 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity standard for industrial environments; EN IEC 61000-6-4:2019 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments	

Tabelle 5: CR5/10/20AF

Produktname		DOBOT CR5AF	DOBOT CR10AF	DOBOT CR20AF
Gewicht		25,5 kg (56,2 lb)	40,5 kg (89,3 lb)	74 kg (163,1 lb)
Max. Nutzlast		5 kg (11 lb)	10 kg (22 lb)	20 kg (44,1 lb)
Arbeitsradius		900 mm (35,4 Zoll)	1300 mm (51,2 Zoll)	1700 mm (66,9 Zoll)
Max. Bahngeschwindigkeit		2 m/s (78,7 Zoll/s)		
Gelenk-Arbeitsbereich	J1	$\pm 360^\circ$		
	J2	$\pm 360^\circ$		
	J3	$\pm 160^\circ$	$\pm 160^\circ$	$\pm 165^\circ$
	J4	$\pm 360^\circ$		
	J5	$\pm 360^\circ$		
	J6	$\pm 360^\circ$		
Max. Gelenkgeschwindigkeit	J1	180°/s	150°/s	120°/s
	J2	180°/s	150°/s	120°/s
	J3	180°/s	180°/s	150°/s
	J4	223°/s	223°/s	180°/s
	J5	223°/s	223°/s	180°/s
	J6	223°/s	223°/s	180°/s
Kraftsensor	Messbereich	Kraft (Fx/Fy/Fz):	Kraft (Fx/Fy/Fz):	Kraft (Fx/Fy/Fz):

Produktname		DOBOT CR5AF	DOBOT CR10AF	DOBOT CR20AF
		150 N Drehmoment (Mx/My/Mz): 15 Nm	300 N Drehmoment (Mx/My/Mz): 30 Nm	500 N Drehmoment (Mx/My/Mz): 50 Nm
	Überlastfähigkeit	500 % F.S.		
	Genauigkeit	1 % F.S.		
	Präzision	0,5 % F.S.		
Werkzeug-E/A	DI	2	2	4
	DO	2	2	4
	AI	2 (Multiplex mit RS485)	2 (Multiplex mit RS485)	4 (Multiplex mit RS485)
	RS485	Unterstützt		
Wiederholgenauigkeit		±0,02 mm	±0,03 mm	±0,05 mm
Schutzart (IP)		IP54		
Geräuschpegel		70 dB(A)		
Temperaturbereich		0 °C – 50 °C		
		 ACHTUNG Wenn die Umgebungstemperatur unter 10 °C liegt, erhöht sich die Viskosität des Schmiermittels. Dies kann zu Fehlalarmen führen, wenn der Roboter unmittelbar nach dem Einschalten hochgeschwindige und hoch belastete Bewegungen ausführt. Es wird empfohlen, zunächst einige Minuten lang Bewegungen mit niedriger Geschwindigkeit auszuführen, um das Gerät aufzuwärmen.		
Luftfeuchtigkeit		≤ 95 %, kein Kondenswasser		
Typische Leistungsaufnahme		150 W	350 W	500 W
Montageweise		Standard-Montagewinkel		

Produktname	DOBOT CR5AF	DOBOT CR10AF	DOBOT CR20AF
Kabellänge (Roboter – Schaltschrank)	5 m (16,4 Fuß)	5 m (16,4 Fuß)	6 m (19,7 Fuß)
Material	Aluminiumlegierung, ABS		
Nutzlebensdauer	5 Jahre		

Anhang B: Technische Spezifikationen des Schaltschranks

Produktname		DOBOT CC262	
		AC-Version	DC-Version
Schaltschrank-Abmessungen		345 mm × 345 mm × 145 mm (13,6 Zoll × 13,6 Zoll × 5,7 Zoll)	
Gewicht		9,5 kg (20,9 lb)	8,5 kg (18,7 lb)
Eingangsspannung		100 – 240 V, 47 – 63 Hz	30 – 60 V
E/A-Versorgung		24 V, max. 3 A, max. 0,5 A pro Kanal	
Maximale Leistung		680W	
E/A-Schnittstellen	DI	24 (PNP oder NPN)	
	DO	24 (PNP oder NPN)	
	AI	2, Spannungs-/Strom-Modus, 0 V – 10 V, 4 mA – 20 mA	
	AO	2, Spannungs-/Strom-Modus, 0 V – 10 V, 4 mA – 20 mA	
Kommunikationsschnittstellen	Ethernet-Port	2, für TCP/IP, Modbus TCP, Ethernet/IP, Profinet	
	USB	2, zum Importieren/Exportieren von Dateien	
	RS485	1, für RS485, Modbus RTU	
	Encoder	1, für ABZ-Inkrementalgeber	
Schutzart (IP)		IP20 (IP54 optional)	
Programmier-/Teach-Methode		PC, APP (Android), Teach Pendant	
Kompatible Modelle		CR3A – CR16A, CR5AF, CR10AF	

Produktname		DOBOT CC263	
		AC-Version	DC-Version
Schaltschrank-Abmessungen		400mm×400mm×175mm (15,7 Zoll × 15,8 Zoll × 6,9 Zoll)	400mm×320mm×175mm (15,7 Zoll × 12,6 Zoll × 6,9 Zoll)
Gewicht		15,5 kg (34,2 lb)	11,5 kg (25,4 lb)
Eingangsspannung		100 – 240 V, 47 – 63 Hz	40 – 60 V
E/A-Versorgung		24 V, max. 3 A, max. 0,5 A pro Kanal	
Maximale Leistung		1330W	
E/A-Schnittstellen	DI	24 (PNP oder NPN)	
	DO	24 (PNP oder NPN)	
	AI	2, Spannungs-/Strom-Modus, 0 V – 10 V, 4 mA – 20 mA	
	AO	2, Spannungs-/Strom-Modus, 0 V – 10 V, 4 mA – 20 mA	
Kommunikationsschnittstellen	Ethernet-Port	2, für TCP/IP, Modbus TCP, Ethernet/IP, Profinet	
	USB	2, zum Importieren/Exportieren von Dateien	
	RS485	1, für RS485, Modbus RTU	
	Encoder	1, für ABZ-Inkrementalgeber	
Schutzart (IP)		IP20 (IP54 optional)	
Programmier-/Teach-Methode		PC, APP (Android), Teach Pendant	
Kompatible Modelle		CR20A, CR20AF, CR30A	

Anhang C Funktionale Sicherheit

C.1 Sicherheitsanforderungen

Die Sicherheitsfunktionen entsprechen insgesamt der Norm EN ISO 10218-1 und erfüllen im Einzelnen die folgenden Anforderungen.

Wenn ein sicherheitsbezogenes Steuerungssystem erforderlich ist, muss die Auslegung sicherheitsbezogener Komponenten wie folgt erfolgen:

- Ein Einzelausfall einer Komponente darf nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.
- Soweit vernünftigerweise praktikabel, muss ein Einzelausfall bei der nächsten Anforderung an die Sicherheitsfunktion oder davor erkannt werden.
- Bei Auftreten eines Einzelausfalls muss die Sicherheitsfunktion stets im Ausführungsstatus bleiben und bis zur Behebung des erkannten Ausfalls einen sicheren Zustand aufrechterhalten.
- Alle vernünftigerweise vorhersehbaren Ausfälle müssen erkannt werden.

Diese Anforderung wird als gleichwertig mit der in ISO 13849-1 beschriebenen Kategorie 3 Struktur angesehen. Kategorie 3 wird in der Regel durch redundante Schaltungen wie z. B. Zweikanaligkeit realisiert. Die Sicherheitsfunktionen und der Robotersteuerung erfüllen den in ISO 13849-1 festgelegten Performance Level (PL) PLd.

C.2 Stopp-Kategorien

Gemäß der Norm IEC 60204-1 bietet die CRA-Serie drei Arten von Stopp-Funktionen: Stopp-Kategorie 0, Stopp-Kategorie 1 und Stopp-Kategorie 2. Dabei handelt es sich bei Stopp-Kategorie 0 um einen ungesteuerten Stopp, während Stopp-Kategorie 1 und Stopp-Kategorie 2 gesteuerte Stopps sind.

- Bei Auslösung der Stopp-Kategorie 0 wird die Roboterstromversorgung sofort abgeschaltet und der Roboter stoppt unverzüglich.
- Bei Auslösung der Stopp-Kategorie 1 wird der Roboter sofort bis zum Stillstand abgebremst. Nach dem Stillstand wird die Roboterstromversorgung abgeschaltet.
- Bei Auslösung der Stopp-Kategorie 2 wird der Roboter entlang der Programmbahn bis zum Stillstand abgebremst. Nach dem Stillstand bleibt der Roboter im eingeschalteten (Enable-)Zustand.

C.3 Übersicht

Das Robotersystem der CRA-Serie verfügt über 20 Sicherheitsfunktionen. Das Design und die Tests basieren auf den folgenden Normen:

- IEC 60204-1:2018+A1:2025
- ISO 13849-1: 2023
- ISO 13849-2:2012

SF	Bezeichnung	Stopp-Kategorie	Reaktionszeit	Stoppweg	Bewertungsergebnis
SF1	System-Notstopp	Kategorie 1	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF2	Benutzer-Notstopp	Kategorie 1	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF3	Notstopp-Statusausgang	Ausgabe von Low-Level-Signal	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF4	Schutzstopp	Kategorie 2	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF5	Schutzstopp-Reset	Ausgabe von Low-Level-Signal	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF6	Schutzstopp-Statusausgang	Ausgabe von Low-Level-Signal	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF7	Gelenkpositionsbeschränkung	Kategorie 1	Siehe Anhang A		PLd/Cat. 3
SF8	Gelenkgeschwindigkeitsbegrenzung	Kategorie 1	Siehe Anhang A		PLd/Cat. 3
SF9	TCP-Geschwindigkeitsbegrenzung	Kategorie 1	Siehe Anhang A		PLd/Cat. 3
SF10	Gelenkgeschwindigkeitsbegrenzung im Teach-Modus	Kategorie 1	Siehe Anhang A		PLd/Cat. 3
SF11	TCP-Geschwindigkeitsbegrenzung im Teach-Modus	Kategorie 1	Siehe Anhang A		PLd/Cat. 3
SF12	Drehmomentbegrenzung	Kategorie 1	Siehe Anhang A		PLd/Cat. 3
SF13	TCP-Drehmomentbegrenzung	Kategorie 1	Siehe Anhang A		PLd/Cat. 3
SF14	Posenbegrenzung A (Sicherheitsebenen)	Kategorie 1	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF15	Posenbegrenzung B (Sicherheitsebenen)	Reduzierter Modus	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF16	Eingang für reduzierten Modus	Reduzierter Modus	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF17	Statusausgang für reduzierten Modus	Ausgabe von Low-Level-Signal	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF18	Sichere Home-Position-Ausgang	Ausgabe von Low-Level-Signal	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF19	Bewegungsstatusausgang	Ausgabe von Low-Level-Signal	460ms	840mm	PLd/Cat. 3
SF20	Nicht-Stopp-Statusausgang	Ausgabe von Low-Level-Signal	460ms	840mm	PLd/Cat. 3

C.4 Detaillierte Beschreibung

- **SF1 System-Notstopp**

Wenn der Notstopp-Schalter am Teach Pendant (wenn verdrahtet) oder der Hardware-Notstopp-Knopf gedrückt wird, geht der Roboter in den Notstopp-Zustand über. In diesem Fall führt der Roboter einen Stopp der Kategorie 1 aus.

- **SF2 Benutzer-Notstopp**

Wenn das Notstopp-Eingangssignal Low-Level ist, geht der Roboter in den Notstopp-Zustand über. In diesem Fall führt der Roboter einen Stopp der Kategorie 1 aus. Der Roboter wird deaktiviert und die Motorstromversorgung wird abgeschaltet.

- **SF3 Notstopp-Statusausgang**

Wenn sich der Roboter im Notstopp-Zustand befindet und normal gestoppt hat, ist das Ausgangssignal für den Notstopp-Status Low-Level; andernfalls ist das Ausgangssignal High-Level.

- **SF4 Schutzstopp**

Wenn das Schutzstopp-Eingangssignal Low-Level ist, wird der Roboter in den Schutzstopp-Zustand versetzt. In diesem Fall führt der Roboter einen Stopp der Kategorie 2 aus.

- Wenn eine Schutzstopp-Reset-Schnittstelle konfiguriert ist, kann dieser Zustand nur durch gleichzeitiges Wiederherstellen des Schutzstopp-Eingangssignals und Auslösen des Schutzstopp-Reset-Eingangs aufgehoben werden. Anschließend muss die Fortsetzung des Betriebs in der Host-Software bestätigt werden, damit der Roboter die Arbeit wieder aufnehmen kann.
- Wenn keine Schutzstopp-Reset-Eingangsschnittstelle konfiguriert ist, kann der Zustand durch bloßes Wiederherstellen des Schutzstopp-Eingangssignals aufgehoben werden und der Roboter nimmt den Betrieb wieder auf.

- **SF5 Schutzstopp-Reset**

Der Schutzstopp-Reset-Eingang ist eine Schnittstelle zum Aufheben des Schutzstopp-Zustands und wird durch ein Steigende-Flanken-Signal (Rising Edge) getriggert.

- **SF6 Schutzstopp-Statusausgang**

Wenn sich der Roboter im Schutzstopp-Zustand befindet und normal gestoppt hat, ist das Ausgangssignal für den Schutzstopp-Status Low-Level; andernfalls ist das Ausgangssignal High-Level.

- **SF7 Gelenkpositionsbeschränkung**

Legt die sichere Position für den Betrieb jedes Gelenks fest und verbietet dem Roboter, diese sichere Position zu überschreiten. Bei Überschreitung wird ein Stopp der Kategorie 1 ausgeführt.

- **SF8 Gelenkgeschwindigkeitsbegrenzung**

Legt die maximale Geschwindigkeit jedes Gelenks fest und verbietet jedem Gelenk des Roboters, die maximale Geschwindigkeit zu überschreiten. Bei Überschreitung wird ein Stopp der Kategorie 1 ausgeführt.

- **SF9 TCP-Geschwindigkeitsbegrenzung**

Legt die maximale Sicherheitsgeschwindigkeit des Tool Center Points (TCP) fest und verbietet dem Roboter, die maximale Sicherheitsgeschwindigkeit zu überschreiten. Bei Überschreitung wird ein Stopp der Kategorie 1 ausgeführt.

- **SF10 Gelenkgeschwindigkeitsbegrenzung im Teach-Modus**
Legt die maximale Geschwindigkeit jedes Gelenks im Teach-Modus fest und verbietet jedem Gelenk des Roboters, die maximale Geschwindigkeit im Teach-Modus zu überschreiten. Bei Überschreitung wird ein Stopp der Kategorie 1 ausgeführt.
- **SF11 TCP-Geschwindigkeitsbegrenzung im Teach-Modus**
Legt die maximale Sicherheitsgeschwindigkeit des Tool Center Points (TCP) im Teach-Modus fest und verbietet dem Roboter, die maximale Sicherheitsgeschwindigkeit zu überschreiten. Bei Überschreitung wird ein Stopp der Kategorie 1 ausgeführt.
- **SF12 Drehmomentbegrenzung**
Legt das maximale Drehmoment jedes Gelenks fest und verbietet jedem Gelenk des Roboters, das maximale Drehmoment zu überschreiten. Bei Überschreitung wird ein Stopp der Kategorie 1 ausgeführt.
- **SF13 TCP-Drehmomentbegrenzung**
Legt das maximale Drehmoment des TCP fest und verbietet dem TCP des Roboters, das maximale Drehmoment zu überschreiten. Bei Überschreitung wird ein Stopp der Kategorie 1 ausgeführt.
- **SF14 Posenbegrenzung A (Sicherheitsebenen)**
Eine der Funktionen der Sicherheitswand. Durch das Einstellen von Sicherheitswänden kann ein sicherer Arbeitsbereich für den Roboter eingerichtet werden, und der Betrieb des Roboters außerhalb dieses Bereichs ist verboten. Wenn der Roboter den sicheren Arbeitsbereich überschreitet, wird ein Stopp der Kategorie 1 ausgeführt. Es kann eingestellt werden, ob nur der TCP oder sowohl TCP als auch Ellenbogen (Elbow) erkannt werden sollen. Außerdem kann der Werkzeugradius eingestellt werden, um die Erkennungsempfindlichkeit anzupassen.
- **SF15 Posenbegrenzung B (Sicherheitsebenen)**
Eine der Funktionen der Sicherheitswand. Durch das Einstellen von Sicherheitswänden kann ein sicherer Arbeitsbereich für den Roboter eingerichtet werden. Wenn der Roboter den sicheren Arbeitsbereich überschreitet, wechselt er in den reduzierten Modus. Der Werkzeugradius kann eingestellt werden, um die Erkennungsempfindlichkeit anzupassen.
- **SF16 Eingang für reduzierten Modus**
Der Eingang für den reduzierten Modus ist eine Schnittstelle zur Steuerung des Roboters in den reduzierten Modus. Im reduzierten Modus werden die Bewegungsparameter des Roboterarms (Gelenkgeschwindigkeit, TCP-Geschwindigkeit) auf den im reduzierten Modus festgelegten Bereich beschränkt. Wenn das konfigurierte Eingangssignal für den reduzierten Modus Low-Level ist, wird der Roboter in den reduzierten Modus getriggert.
- **SF17 Statusausgang für reduzierten Modus**
Wenn sich der Roboter im reduzierten Modus befindet, ist der Statusausgang für den reduzierten Modus Low-Level; andernfalls ist der Ausgang High-Level.
- **SF18 Sichere Home-Position-Ausgang**
Wenn sich der Roboter in der Ausgangsposition befindet, ist der Ausgang für die Ausgangsposition High-Level; andernfalls ist der Ausgang Low-Level.
- **SF19 Bewegungsstatusausgang**

Wenn sich ein oder mehrere Gelenke des Roboters mit mehr als $1^\circ/\text{s}$ bewegen (außer im Drag-Modus), befindet er sich im Betriebszustand und der Ausgang ist Low-Level; andernfalls ist der Ausgang High-Level.

- **SF20 Nicht-Stopp-Statusausgang**

Wenn sich der Roboter im Nicht-Stopp-Zustand befindet, ist der Nicht-Stopp-Statusausgang Low-Level; andernfalls ist der Ausgang High-Level.

Wenn sich der Roboter im Betriebszustand befindet (einschließlich Skriptausführung und Bahnwiedergabe) und ein Stopp der Kategorie 2 oder höher auftritt, befindet sich der Roboter im Stopp-Zustand; andernfalls befindet sich der Roboter im Nicht-Stopp-Zustand.

Anhang D Anwendbare Normen

Sicherheitsnormen	UL 1740 4th Edition, Revised August 11, 2023: Standard for Safety for Robots and Robotic Equipment NFPA 79-2024, Dated December 21, 2023: Electrical Standard for Industrial Machinery CAN/CSA Z434-14 (R2019), Reaffirmed 2019: Industrial robots and robot systems ANSI/RIA R15.06-2012: American National Standard for Industrial Robots and Robot Systems - Safety Requirements CSA C22.2 No. 301:23, Rev. September 2023: Industrial electrical machinery EN ISO 10218-1:2011 Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots - Part 1: Robots; EN IEC 60204-1:2018+A1:2025 Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements; EN ISO 12100:2010 Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction; ISO/TS 15066:2016 Robot and Robotic Devices - Collaborative Robots; EN ISO 13849-1:2023 Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design ISO 13849-2:2012 Safety of machinery - Safety-related parts of control systems Part 2: Validation
EMV-Normen	EN IEC 61000-6-2:2019 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standards - Immunity standard for industrial environments; EN IEC 61000-6-4:2019 Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments EN 55011:2016+A1:2017+A2:2021: Industrial, scientific and medical equipment - Radio-frequency disturbance characteristics - Limits and methods of measurement