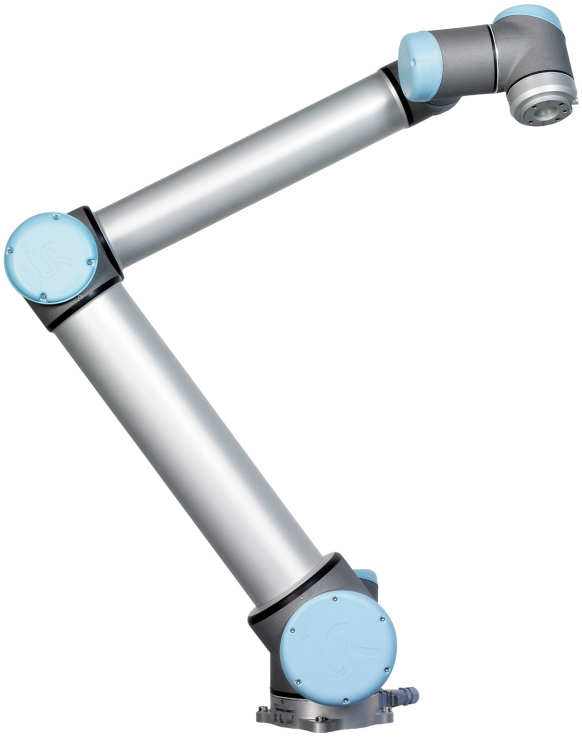
UNIVERSAL ROBOTS

Universal Robots
Benutzerhandbuch



UR10/CB3

Übersetzung der originalen Anleitungen (de)

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Die hier enthaltenen Informationen sind Eigentum von Universal Robots A/S und dürfen nur im Ganzen oder teilweise vervielfältigt werden, wenn eine vorherige schriftliche Genehmigung von Universal Robots A/S vorliegt. Diese Informationen können jederzeit und ohne vorherige Ankündigung geändert werden und sind nicht als Verbindlichkeit von Universal Robots A/S auszulegen. Dieses Dokument wird regelmäßig geprüft und überarbeitet.

Universal Robots A/S übernimmt keinerlei Verantwortung für jedwede Fehler oder Auslassungen in diesem Dokument.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S.

Das Logo von Universal Robots ist eine eingetragene Handelsmarke von Universal Robots A/S.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Inhalt

1. Vorwort **1**
1.1. Verpackungsinhalt 1
1.2. Wichtiger Sicherheitshinweis 1
1.3. Lesen dieses Handbuchs 2
1.4. Wo Sie weitere Informationen finden 2
1.4.1. UR+ 2
Teil I Hardware-Installationshandbuch **3**
1.5. Sicherheit 5
1.5.1. Vorwort 5
1.5.2. Gültigkeit und Verantwortung 5
1.5.3. Haftungsbeschränkung 6
1.5.4. Warnsymbole in diesem Handbuch 6
1.5.5. Allgemeine Warnungen und Sicherheitshinweise 7
1.5.6. Verwendungszweck 9
1.5.7. Risikobewertung 10
1.5.8. Notabschaltung 12
1.5.9. Bewegung mit und ohne Antriebsenergie 12
1.6. Sicherheitsrelevante Funktionen und Schnittstellen 15
1.6.1. Vorwort 15
1.6.2. Nachlaufzeiten des Sicherheitssystems 16
1.6.3. Begrenzungs-Sicherheitsfunktionen 16
1.6.4. Sicherheitsmodi 18
1.6.5. Sicherheitsrelevante elektrische Schnittstellen 19
1.7. Transport 23
1.8. Mechanische Schnittstelle 25
1.8.1. Vorwort 25
1.8.2. Wirkungsbereich des Roboters 25
1.8.3. Montage 26
1.8.4. Maximale Nutzlast 29
1.9. Elektrische Schnittstelle 31
1.9.1. Vorwort 31
1.9.2. Elektrische Warnungen und Sicherheitshinweise 31
1.9.3. Controller-E/A 33
1.9.4. Werkzeug E/A 43

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.9.5. Ethernet 47
1.9.6. Netzanschluss 48
1.9.7. Roboterverbindung 49
1.10. Wartung und Reparatur 51
1.10.1. Sicherheitsanweisungen 51
1.10.2. Reinigung 52
1.11. Entsorgung und Umwelt 55
1.12. Zertifizierungen 55
1.13. Gewährleistung 57
1.13.1. Produkt-Gewährleistung 57
1.13.2. Haftungsausschluss 58
1.14. Nachlaufzeit und -strecke 59
1.14.1. Stopp-Kategorie 0 Nachlaufzeiten und -strecken 59
1.15. Erklärungen und Zertifikate 59
1.16. Erklärungen und Zertifikate (übersetzung des Originals) 61
1.17. Angewandte Normen 73
1.18. Technische Spezifikationen 80
1.19. Tabellen zu Sicherheitsfunktionen 81
1.19.1. Table 1: Safety Functions (SF) Descriptions 81
1.20. Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information 86
Teil II PolyScope-Handbuch 89
1.21. Sicherheitskonfiguration 91
1.21.1. Vorwort 91
1.21.2. Änderung der Sicherheitskonfiguration 93
1.21.3. Sicherheitssynchronisation und Fehler 93
1.21.4. Toleranzen 94
1.21.5. Sicherheitsprüfsumme 95
1.21.6. Sicherheitsmodi 95
1.21.7. Freedrive-Modus 96
1.21.8. Passwortsperre 96
1.21.9. Übernehmen 97
1.21.10. Allgemeine Limits 97
Grundeinstellungen 98
Zu erweiterten Einstellungen wechseln 98
Erweiterte Einstellungen 99
Zu allgemeinen Grundeinstellungen wechseln 100

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.21.11. Gelenk- grenzen 100
Maximale Geschwindigkeit 101
Positionsbereich 101
1.21.12. Grenzen 102
Name 104
Koordinatensysteme kopieren 104
Sicherheitsmodus 105
Offset 105
Wirkung strenger Grenz-Ebenen 105
Wirkung Auslöser Reduzierter Modus-Ebenen 106
Winkel 107
Koordinatensysteme kopieren 107
Sicherheitsmodus 108
Wirkung 108
1.21.13. Sicherheits-E/A 109
System-NotHalt 109
Reduzierter Modus 110
Schutz-Reset 110
Drei-Stellungs-Zustimmschalter and Betriebsart 110
System Emergency Stop 111
Robot Moving 112
Robot Not Stopping 112
Reduced Mode 112
Not Reduced Mode 112
1.22. Programmierung starten 113
1.22.1. Vorwort 113
1.22.2. Erste Schritte 113
1.22.3. Das erste Programm 115
1.22.4. PolyScope-Programmierschnittstelle 116
1.22.5. Startbildschirm 118
1.22.6. Initialisierungsbildschirm 119
1.23. Bildschirm-Editoren 123
1.23.1. Ausdruckseditor auf dem Bildschirm 123
1.23.2. Bearbeitungsanzeige „Pose“ 123
1.24. Roboter-Steuerung 127

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.24.1. Register Move 127
1.24.2. E/A-Tab 130
1.24.3. MODBUS 131
1.24.4. AutoMove-Tab 131
1.24.5. Installation → Laden/Speichern 133
1.24.6. Installation → TCP konfigurieren 134
1.24.7. Installation → Montage 138
1.24.8. Installation → E/A-Einstellung 139
1.24.9. Installation → Sicherheit 141
1.24.10. Installation → Variablen 142
1.24.11. Installation → MODBUS-Client-E/A-Einstellung 143
1.24.12. Installation → Koordinatensysteme 148
1.24.13. Einstellungen für Förderbandverfolgung 156
1.24.14. Sanfter Übergang zwischen Sicherheitsmodi 157
1.24.15. Installation → Autostart-Programm 157
1.24.16. Der Tab „Protokoll“ 159
1.24.17. „Laden“ - Anzeige 161
Pfadhistorie 162
Dateiauswahlbereich 162
Dateifilter 162
Dateifeld 162
Schaltfläche „Öffnen“ 162
Schaltfläche „Abbrechen“ 162
Aktionsschaltflächen 162
1.24.18. Der Tab „Betrieb“ 163
1.25. Programmierung 165
1.25.1. Neues Programm 165
1.25.2. Programm - Tab 166
1.25.3. Variablen 169
1.25.4. Befehl: Bewegen 170
1.25.5. Befehl: Fixer Wegpunkt 173
Beispiel 174
Blending-Parameter 174
Bedingte Bewegungsabläufe im Blending-Bereich 176
Bewegungsarten in Kombinationen 177
1.25.6. Befehl: Relativer Wegpunkt 180
1.25.7. Befehl: Variabler Wegpunkt 181

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

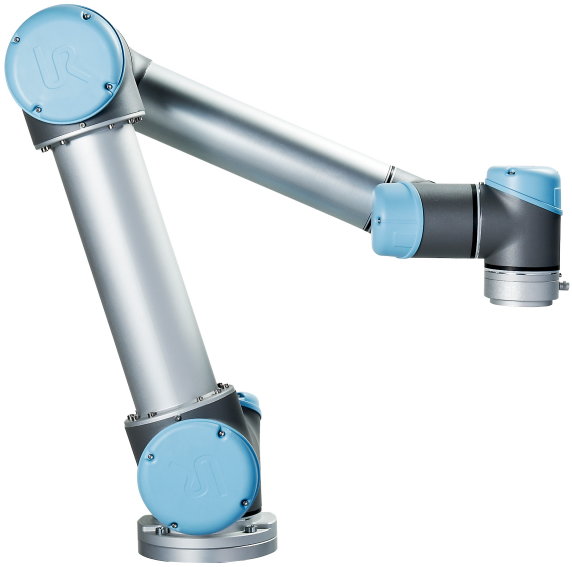
1.25.8. Befehl: Richtung 182
1.25.9. Befehl: Until 182
1.25.10. Befehl: Warten 184
1.25.11. Befehl: Einstellen 185
1.25.12. Befehl: Pop-up 186
1.25.13. Befehl: Halt 187
1.25.14. Befehl: Kommentar 188
1.25.15. Befehl: Ordner 188
1.25.16. Befehl: Schleife 189
1.25.17. Befehl: If 189
1.25.18. Command: Unterprogramm 191
1.25.19. Befehl: Zuweisung 193
1.25.20. Befehl: Script 194
1.25.21. Befehl: Event 195
1.25.22. Befehl: Thread 196
1.25.23. Command: Switch 197
1.25.24. Befehl: Muster 199
1.25.25. Befehl: Kraft 200
1.25.26. Auswahl des Kraftwertes 202
1.25.27. Grenzwertauswahl 203
1.25.28. Testeinstellungen für Kraft 203
1.25.29. Befehl: Palettierung 204
1.25.30. Befehl: Suchen 205
1.25.31. Command: Förderbandverfolgung 209
1.25.32. Befehl: Auskommentieren 209
1.25.33. Grafik-Tab 209
1.25.34. Struktur-Tab 211
1.25.35. Der „Variablen“ -Tab 212
1.25.36. Befehl: Variablen-Initialisierung 213
1.26. Set-up-Bildschirm 215
1.26.1. Sprachen und Einheiten 216
1.26.2. Roboter aktualisieren 217
1.26.3. Passwort festlegen 218
1.26.4. Bildschirm kalibrieren 219
1.26.5. Netzwerk einstellen 220
1.26.6. Uhrzeit einstellen 221
1.26.7. URCaps-Einstellung 222
2. Glossar 224

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

2.1. Index 225

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1. Vorwort



Herzlichen Glückwunsch zum Erwerb Ihres neuen Universal Robots -Roboters.

Der Roboter kann zur Bewegung eines Werkzeugs programmiert werden und mit anderen Maschinen über elektrische Signale kommunizieren. Sein Arm besteht aus stranggepressten Aluminiumrohren und Gelenken.

Über unsere patentierte Programmieroberfläche PolyScope ist die Programmierung des Roboters zur Bewegung eines Werkzeugs entlang eines gewünschten Weges einfach.

1.1. Verpackungsinhalt

Wenn Sie einen Roboter bestellen, erhalten Sie zwei Pakete. Eines beinhaltet den Roboterarm, das andere enthält die folgenden Komponenten:

- Control-Box mit Teach Pendant
- Montagevorrichtung für die Control-Box
- Montagevorrichtung für das Teach Pendant
- Schlüssel zum Öffnen der Control-Box
- Strom- bzw. Netzkabel für die jeweilige Region
- Stylus-Stift mit Laser
- Dieses Handbuch

1.2. Wichtiger Sicherheitshinweis

Der Roboter ist eine **unvollständige Maschine** (siehe) und daher ist für jede Installation des Roboters eine Risikobewertung erforderlich. Alle Sicherheitshinweise in Kapitel 1.5. Sicherheit auf Seite 5 sind unbedingt zu befolgen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.3. Lesen dieses Handbuchs

Dieses Handbuch enthält Anweisungen für die Installation und Programmierung des Roboters. Das Handbuch gliedert sich in zwei Teile:

Hardware-Installationshandbuch
Mechanische und elektrische Installation des Roboters.

PolyScope-Handbuch
Programmierung des Roboters.

Dieses Handbuch richtet sich an Roboter-Integratoren, die einfache mechanische und elektrische Schulungskenntnisse besitzen und die außerdem mit elementaren Programmierkonzepten vertraut sind.

1.4. Wo Sie weitere Informationen finden

Die Support-Webseite (http://www.universal-robots.com/support) enthält:

- Andere Sprachversionen dieses Handbuchs:
- **PolyScope-Handbuch**
- Das **Service-Handbuch** mit Anleitungen zur Fehlerbehebung, Instandhaltung und Instandsetzung des Roboters
- Das **Script-Handbuch** für erfahrene Benutzer

1.4.1. UR+

Die UR+-Seite (http://www.universal-robots.com/plus/) ist ein Online-Showroom für innovative Produkte, um Ihre UR-Roboter-Anwendung Ihren Bedürfnissen anzupassen. Sie finden alles Notwendige an einem Ort - von Anbaugeräten und Zubehör bis Vision-Kameras und Software. Alle Produkte sind für die Integration mit UR-Robotern getestet und genehmigt und garantieren einfache Inbetriebnahme, zuverlässigen Betrieb, ein tolles Bedienerlebnis und einfache Programmierung. Sie können die Webseite auch dazu nutzen, um dem UR + Entwicklerprogramm beizutreten und auf unsere neue Software-Plattform zuzugreifen, die es Ihnen ermöglicht, weitere benutzerfreundliche Produkte für UR-Roboter zu entwickeln.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Teil I

Hardware-Installationshandbuch

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.5. Sicherheit

1.5.1. Vorwort

Dieses Kapitel enthält wichtige Sicherheitsinformationen, die vom Integrator von UR gelesen und verstanden werden müssen, bevor der Roboter zum ersten Mal eingeschaltet wird.

In diesem Kapitel sind die ersten Teilabschnitte allgemein. In den sich anschließenden Teilabschnitten werden gezielt technische Angaben behandelt, die sich auf das Einstellen und Programmieren des Roboters beziehen. Kapitel 1.6. Sicherheitsrelevante Funktionen und Schnittstellen auf Seite 15 beschreibt und definiert sicherheitsrelevante Funktionen, die insbesondere für kollaborative Anwendungen relevant sind.
Die Anweisungen und Hinweise in Kapitel 1.6. Sicherheitsrelevante Funktionen und Schnittstellen auf Seite 15 sowie in Abschnitt 1.5.7. Risikobewertung auf Seite 10 sind von besonderer Bedeutung.

Es ist von großer Wichtigkeit, dass alle Montageanweisungen und Anleitungen der übrigen Kapitel und Handbuchteile beachtet und befolgt werden.

Insbesondere zu beachten sind Texte im Zusammenhang mit Warnsymbolen.

HINWEIS

Universal Robots schließt jedwede Haftung aus, wenn der Roboter (Arm-Kontrolleinheit und/oder Teach Pendant) beschädigt, verändert oder auf bestimmte Weise manipuliert wird. Universal Robots kann nicht für Schäden am Roboter oder anderen Geräten haftbar gemacht werden, wenn diese durch Programmierfehler oder eine Fehlfunktion des Roboters verursacht wurden.

1.5.2. Gültigkeit und Verantwortung

Die Informationen in diesem Handbuch decken jedoch nicht ab, wie eine vollständige Roboteranwendung konzipiert, installiert oder betrieben wird und darüber hinaus auch nicht alle peripheren Geräte, die die Sicherheit des kompletten Systems beeinflussen können. Das komplette System muss gemäß den Sicherheitsanforderungen aus den Normen und Vorschriften des Landes konzipiert und installiert werden, in dem der Roboter installiert wird.

Die Integratoren von UR Robotern sind verantwortlich dafür, sicherzustellen, dass die geltenden Sicherheitsbestimmungen und -vorschriften ihres Landes beachtet werden und dass hohe Gefährdungsrisiken in der kompletten Roboteranwendung vermieden werden.

Dies beinhaltet, beschränkt sich jedoch nicht auf:

- Durchführung einer Risikobewertung für das komplette Robotersystem
- Kopplung von anderen Maschinen und zusätzlichen Sicherheitsbauteilen, wenn durch Risikobewertung definiert
- Einrichtung der angemessenen Sicherheitseinstellungen in der Software

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

- Sicherstellung, dass der Benutzer keine Sicherheitsmaßnahmen verändert
- Validierung, dass das gesamte Robotersystem korrekt konzipiert und installiert ist
- Spezifizierung der Nutzungsanweisungen
- Kennzeichnung der Roboterinstallation mit relevanten Schildern und Angaben von Kontaktinformationen des Integrators
- Sammlung aller Unterlagen in einer technischen Dokumentation, einschließlich der Risikobewertung und dieses Handbuchs

1.5.3. Haftungsbeschränkung

Die Sicherheitsangaben in diesem Handbuch sind nicht als Zusicherung durch UR zu betrachten, dass der industrielle Manipulator keine Verletzungen oder Schäden verursachen wird, selbst wenn alle Sicherheitsanweisungen eingehalten werden.

1.5.4. Warnsymbole in diesem Handbuch

Die nachstehenden Symbole stehen für die Benennungen der unterschiedlichen Gefahrenebenen, die in diesem Handbuch vorkommen. Die gleichen Warnsignale werden auch am Produkt verwendet.

WARNUNG

Dies weist auf eine unmittelbare Gefährdungssituation durch Elektrizität hin, die, wenn nicht vermieden, zum Tod oder schweren Verletzungen führen kann.

WARNUNG

Dies weist auf eine unmittelbare Gefährdungssituation hin, die, wenn nicht vermieden, zum Tod oder schweren Verletzungen führen kann.

WARNUNG

Dies weist auf eine potentielle Gefährdungssituation durch Elektrizität hin, die, wenn nicht vermieden, zu Verletzungen oder größeren Geräteschäden führen kann.

WARNUNG

Dies weist auf eine potentielle Gefährdungssituation hin, die, wenn nicht vermieden, zu Verletzungen oder großen Geräteschäden führen kann.

WARNUNG

Dies weist auf eine potentiell gefährdende, heiße Oberfläche hin, die bei Berührung Verletzungen verursachen kann.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

VORSICHT

Dies weist auf eine Gefährdungssituation hin, die, wenn nicht vermieden, zu Geräteschäden führen kann.

1.5.5. Allgemeine Warnungen und Sicherheitshinweise

Dieser Abschnitt enthält allgemeine Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen, die in verschiedenen Teilen des Handbuchs erneut vorkommen und erklärt werden können. Wiederum andere Warnungen und Sicherheitshinweise finden sich im gesamten Handbuch wieder.

WARNUNG

Stellen Sie sicher, dass der Roboter und alle elektrischen Geräte den Spezifikationen und Warnungen entsprechend installiert werden, die in den Kapiteln 1.8. Mechanische Schnittstelle auf Seite 25 und 1.9. Elektrische Schnittstelle auf Seite 31 stehen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

WARNUNG

1. Vergewissern Sie sich, dass der Roboterarm und das Werkzeug/Anbauteil ordnungsgemäß und fest angeschraubt sind.
2. Gewährleisten Sie, dass ausreichend Platz vorhanden ist, damit sich der Roboterarm frei bewegen kann.
3. Stellen Sie sicher, dass die Sicherheitsmaßnahmen und / oder Roboter-Sicherheitskonfigurationsparameter, wie in der Risikobewertung festgelegt, eingestellt wurden, um die Programmierer, Anwender und umstehende Personen zu schützen.
4. Tragen Sie bei der Arbeit mit dem Roboter keine weite Kleidung oder Schmuck. Langes Haar muss bei der Arbeit mit dem Roboter zurückgebunden sein.
5. Verwenden Sie den Roboter niemals, falls er Beschädigungen aufweist. (z. B. bei gelösten, defekten oder entfernten Gelenkkappen).
6. Falls die Software einen Fehler meldet, drücken Sie sofort den Not-Aus-Schalter, notieren Sie die Umstände, die zu dem Fehler geführt haben, stellen Sie die zugehörigen Fehlercodes im Protokollbildschirm fest und wenden Sie sich an Ihre Lieferfirma.
7. Schließen Sie keine Sicherheitsausrüstung an Standard-E/A an. Verwenden Sie nur sicherheitsbezogene E/A.
8. Stellen Sie sicher, dass Sie die richtigen Installationseinstellungen verwenden (z. B. Roboterwinkel, Masse in TCP, TCP-Offset und Sicherheitskonfiguration). Speichern und laden Sie die Installationsdatei zusammen mit dem Programm.
9. Die Freedrive-Funktion (Impedanz/Backdrive) sollte nur bei Installationen verwendet werden, in denen die Risikobewertung dies zulässt. Werkzeuge/Anbauteile und Hindernisse dürfen keine scharfen Kanten oder Klemmpunkte haben.
10. Ermahnen Sie alle Personen, nicht mit den Händen und dem Gesicht in Reichweite eines in Betrieb befindlichen oder in Betrieb gesetzten Roboters zu gelangen.
11. Achten Sie auf Roboterbewegung, wenn Sie das Teach-Pendant verwenden.
12. Sofern durch die Risikobewertung entsprechend festgestellt, darf der Sicherheitsbereich des Roboters nicht betreten und der Roboter nicht berührt werden, wenn das System in Betrieb ist.
13. Kollisionen können hohe kinetische Energien freisetzen, die bei hohen Geschwindigkeiten und hohen Nutzlasten noch wesentlich höher sind. (Kinetische Energie = $\frac{1}{2}\mathrm{Mass} \cdot \mathrm{Speed}^2$)
14. Das Kombinieren verschiedener Maschinen kann Gefahren erhöhen oder neue Gefahren schaffen. Führen Sie stets eine Gesamtrisikobewertung für die komplette Installation durch. Abhängig vom bewerteten Risiko können

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

verschiedene Grade der funktionellen Sicherheit angesetzt werden; wenn in diesem Sinne unterschiedliche Sicherheits- und Not-Aus-Funktionsgrade notwendig sind, entscheiden Sie sich stets für den höchsten Funktionsgrad. Es ist stets erforderlich, die Handbücher für alle in der Installation verwendeten Geräte gelesen und verstanden zu haben.

15. Nehmen Sie am Roboter keine Veränderungen vor. Eine Veränderung kann Gefahren schaffen, die für den Integrator unkalkulierbar sind. Jeder autorisierte Wiederzusammenbau hat unter Einhaltung der neuesten Version aller relevanten Service-Handbücher zu erfolgen.
16. Wurde der Roboter mit einem zusätzlichen Modul (z. B. Euromap67-Schnittstelle) erworben, lesen Sie zunächst das jeweilige Handbuch zu dem Modul.

WARNUNG

1. Der Roboter und die Kontrolleinheit erzeugen während des Betriebs Wärme. Bedienen und berühren Sie den Roboter nicht, während er sich in Betrieb befindet oder unmittelbar nach dem Betrieb, da ein längerer Kontakt Unwohlsein hervorrufen kann. Schalten Sie den Roboter aus und warten Sie eine Stunde, damit er abkühlen kann.
2. Stecken Sie niemals einen Finger hinter die innere Abdeckung der Control-Box.

VORSICHT

1. Wenn der Roboter mit Maschinen kombiniert wird oder mit Maschinen arbeitet, die den Roboter beschädigen könnten, wird ausdrücklich empfohlen, alle Funktionen und das Roboterprogramm separat zu prüfen. Es wird außerdem empfohlen, das Roboterprogramm unter Verwendung temporärer Wegepunkte außerhalb des Arbeitsbereiches anderer Maschinen zu prüfen.
2. Setzen Sie den Roboter keinen permanenten Magnetfeldern aus. Sehr starke Magnetfelder können den Roboter beschädigen.

1.5.6. Verwendungszweck

UR-Roboter sind für die industrielle Handhabung von Werkzeugen/Anbaugeräten oder für die Verarbeitung oder Übergabe von Komponenten oder Produkten vorgesehen. Für Details zu den Umgebungsbedingungen, in denen der Roboter eingesetzt werden sollte, siehe Anhänge und .

UR Roboter sind mit speziellen sicherheitsrelevanten Funktionen ausgestattet, die für den kollaborativen Betrieb, also für den Betrieb des Roboters ohne Zäune und/oder zusammen mit einem Menschen konzipiert sind.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Der kollaborative Betrieb ist nur für ungefährliche Anwendungen vorgesehen, bei denen die komplette Anwendung einschließlich des Werkzeugs/Anbaugeräts, Werkstücks, der Hindernisse und anderer Maschinen laut Risikobewertung der jeweiligen Anwendung frei von erheblichen Gefahrenquellen ist.

Jede Nutzung oder Anwendung, die von dem vorgesehenen Verwendungszweck abweicht, wird als unzulässige Zweckentfremdung erachtet. Dies beinhaltet, beschränkt sich jedoch nicht auf:

- Nutzung in potentiell explosionsgefährdeten Umgebungen
- Nutzung in medizinischen und lebenswichtigen Anwendungen
- Nutzung vor der Durchführung einer Risikobewertung
- Nutzung außerhalb der technischen Spezifikationen
- Nutzung als Steighilfe
- Betrieb außerhalb der zulässigen Betriebsparameter

1.5.7. Risikobewertung

Zu den wichtigsten Aufgaben eines Integratorss gehört die Risikobewertung. In vielen Ländern ist dies gesetzlich vorgeschrieben. Der Roboter selbst ist eine unvollständige Maschine, da die Sicherheit der Roboterinstallation davon abhängt, wie der Roboter integriert wird (z. B. Werkzeug/Anbaugerät, Hindernisse und andere Maschinen).

Es wird empfohlen, dass der Integrator für die Durchführung der Risikobewertung ISO 12100 und ISO 10218-2 nutzt. Im Übrigen kann die technische Spezifikation ISO/TS 15066 als zusätzliche Orientierung verwendet werden.

Die Risikobewertung durch den Integrator hat alle Arbeitsabläufe über die gesamte Lebensdauer der Roboteranwendung hinweg zu berücksichtigen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf:

- Anlernen (Teaching) des Roboters während der Einrichtung und Entwicklung der Roboterinstallation
- Fehlersuche und Wartung
- Normalbetrieb der Roboterinstallation

Eine Risikobewertung muss durchgeführt werden, **bevor** der Roboterarm zum ersten Mal eingeschaltet wird. Ein Teil der durch den Integrator durchzuführenden Risikobewertung ist, die richtigen Sicherheitskonfigurationseinstellungen sowie die Notwendigkeit zusätzlicher Not-Aus-Schalter und/oder andere für die spezifische Roboteranwendung erforderlichen Schutzmaßnahmen zu identifizieren.

Die Festlegung der richtigen Sicherheitskonfigurationseinstellungen ist ein zentraler Inhalt bei der Entwicklung kollaborierender Roboteranwendungen. Siehe Kapitel 1.6. Sicherheitsrelevante Funktionen und Schnittstellen auf Seite 15 und Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89 für detaillierte Informationen.

Einige sicherheitsrelevante Funktionen sind speziell für kollaborative Roboteranwendungen ausgelegt. Diese Funktionen sind über die Sicherheitskonfigurationseinstellungen konfigurierbar und besonders relevant, wenn es um spezifische Risiken in der Risikobewertung durch den Integrator geht:

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

- **Kraft und Leistungsbegrenzung**: Diese wird verwendet, um Klemmkräfte und -spannungen in Bewegungsrichtung für den Fall einer Kollision zwischen dem Roboter und dem Bediener zu reduzieren.
- **Drehmomentbegrenzung**: Diese wird verwendet, um hohe Übergangsenergien und Stoßkräfte bei Kollisionen zwischen Roboter und Bediener durch Verringern der Robotergeschwindigkeit zu reduzieren.
- **Begrenzung der TCP- und Werkzeug-/Anbaugeräteposition**: Wird insbesondere dazu verwendet, um die Risiken für bestimmte Körperteile zu reduzieren. Zum Beispiel, um Bewegungen in Richtung Kopf und Hals zu vermeiden.
- **Begrenzung der TCP- und Werkzeug-/Anbaugeräteausrichtung**: Wird insbesondere dazu verwendet, um Risiken im Zusammenhang mit bestimmten Bereichen und Funktionen des Werkzeugs/Anbaugeräts oder Werkstücks zu verringern. Zum Beispiel, um zu vermeiden, dass scharfkantige Gegenstände den Bediener gefährden.
- **Geschwindigkeitsbegrenzung**: Wird insbesondere dazu verwendet, eine niedrigere Geschwindigkeit des Roboterarms zu gewährleisten.

Der Integrator ist gehalten, den unbefugten Zugang zu der Sicherheitskonfiguration durch einen Passwortschutz zu verhindern.
Eine Risikobewertung kollaborierender Roboteranwendungen ist für Kontaktpunkte erforderlich, die beabsichtigt sind und/oder bei denen die Gefahr einer relativ vorhersehbaren Zweckentfremdung besteht. In dieser Bewertung müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Schweregrad der einzelnen, möglichen Kollisionen
- Wahrscheinlichkeit des Auftretens einzelner, möglicher Kollisionen
- Möglichkeiten zur Vermeidung einzelner, möglicher Kollisionen

Ist der Roboter in einer nichtkollaborierenden Roboteranwendung installiert, bei der die Gefahrenquellen oder Risiken anhand der integrierten sicherheitsbezogenen Funktionen (z. B. bei Verwendung eines gefährlichen Werkzeugs/Anbaugeräts) nicht hinreichend beseitigt bzw. verringert werden können, so muss die Risikobewertung des Integrators auf die Notwendigkeit zusätzlicher Schutzmaßnahmen hinauslaufen (z. B. eine Sicherungsvorrichtung zum Schutz des Bedieners während der Einrichtung und Programmierung).

Universal Robots hat untenstehende, potentiell bedeutende Gefährdungen als Gefahren erkannt, die vom Integrator zu beachten sind.
Hinweis: Bei einer speziellen Roboterinstallation können andere erhebliche Risiken vorhanden sein.

1. Einklemmen von Fingern zwischen Kabelstecker und Basisgelenk (Gelenk 0) des Roboterarms.
2. Einklemmen von Fingern zwischen Roboterbasis und Basisgelenk (Gelenk 0).
3. Einklemmen von Fingern zwischen Roboter-Handgelenk 1 und 2 (Gelenk 3 und Gelenk 4).
4. Risiko von offenen Wunden durch scharfe Kanten oder Ecken am Werkzeug/Anbaugerät oder an der Werkzeug-/Anbaugeräteverbindung.
5. Risiko von offenen Wunden durch scharfe Kanten oder Ecken an Hindernissen in der Nähe des Roboters.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

6. Risiko von Blutergüssen durch Kontakt mit dem Roboter.
7. Risiko von Verstauchungen oder Knochenbrüchen zwischen einer schweren Nutzlast und einer harten Oberfläche.
8. Auswirkungen als Folge lockerer Schrauben, die den Roboterarm oder das Werkzeug/Anbauteil halten.
9. Risiko durch Teile, die aus dem Werkzeug/Anbaugerät fallen, beispielsweise aufgrund einer unzureichenden Klemmung oder Stromunterbrechung.
10. Fehler durch unterschiedliche Not-Aus-Schalter für unterschiedliche Maschinen.
11. Fehler durch nicht autorisierte Änderungen an den Sicherheitskonfigurationsparametern.

Informationen über Nachlaufzeiten und Nachlaufwege finden Sie in Kapitel 1.6. Sicherheitsrelevante Funktionen und Schnittstellen auf Seite 15 und in Anhang 1.14. Nachlaufzeit und -strecke auf Seite 59.

1.5.8. Notabschaltung

Betätigen Sie den Not-Aus-Schalter, um alle Roboterbewegungen unverzüglich zu stoppen.

Hinweis: Nach IEC 60204-1 und ISO 13850 gelten Not-Aus-Vorrichtungen nicht als Schutzausstattung. Sie sind vielmehr ergänzende Schutzmaßnahmen und nicht dafür gedacht, Verletzungen zu verhindern.

Aus der Risikobewertung der Roboter-Anwendung sollte hervorgehen, ob weitere Not-Aus-Schalter benötigt werden. Not-Aus-Schalter müssen den Anforderungen der IEC 60947-5-5-(siehe Abschnitt Sicherheits-E/A auf Seite 35) entsprechen.

1.5.9. Bewegung mit und ohne Antriebsenergie

Im unwahrscheinlichen Fall einer Notfallsituation, in der ein oder mehrere Robotergelenke bewegt werden müssen und die Stromzufuhr zum Roboter entweder nicht möglich oder nicht erwünscht ist, gibt es zwei unterschiedliche Möglichkeiten, um Robotergelenke in Bewegung zu versetzen:

HINWEIS

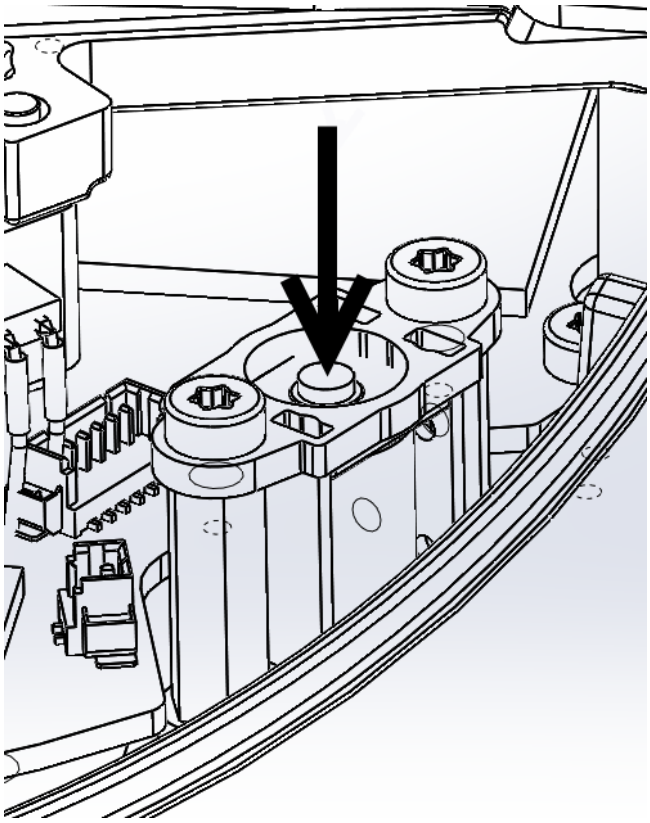
Hinweis: In Wartungssituationen kann die Bremse an den Gelenken ohne angeschlossene Stromversorgung gelöst werden.

1. Erzwungener Backdrive: Ziehen oder drücken Sie den Roboterarm kräftig, um ein Gelenk zu bewegen. Jede Gelenkbremse verfügt über eine Rutschkupplung, mit der eine Bewegung bei hohem Zwangsdrehmoment ermöglicht wird.
2. Manuelles Lösen der Bremsen: Entfernen Sie die Gelenkabdeckung, indem Sie die M3-Schrauben herausschrauben, mit denen diese gehalten wird. Lösen Sie die Bremse, indem Sie den Bolzen am kleinen Elektromagneten drücken, siehe untenstehende Abbildung.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

WARNUNG

1. Das manuelle Bewegen des Roboterarms ist nur für dringende Notfälle gedacht und kann zu Schäden an den Gelenken führen.
2. Das manuelle Lösen der Bremse kann aufgrund der Schwerkraft das Herabstürzen des Roboterarms bewirken. Sorgen Sie vor dem Lösen der Bremse immer für eine Abstützung des Roboterarms, Werkzeugs/Anbaugeräts und des Werkstücks.



Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.6. Sicherheitsrelevante Funktionen und Schnittstellen

1.6.1. Vorwort

UR Roboter sind mit einer Reihe von eingebauten, sicherheitsrelevanten Funktionen sowie mit sicherheitsrelevanten elektrischen Schnittstellen ausgestattet, die dem Anschluss an andere Geräte und an zusätzliche Sicherheitsgeräte dienen. Jede Sicherheitsfunktion und Schnittstelle wird gem. ISO13849-1:2008 (siehe Kapitel für Zertifizierungen): überwacht. Die Überwachung dieser Funktionen wird mit dem Performance Level d (PLd) sichergestellt.

WARNUNG

Andere Sicherheitskonfigurationsparametern als die in der Risikobewertung des Integrators festgelegten, können in Gefahren und Risiken resultieren, die sich nicht angemessen und hinreichend beseitigen bzw. verringern lassen.

Siehe Kapitel 1.21. Sicherheitskonfiguration auf Seite 91 in Abschnitt Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89 für die Konfiguration der Sicherheitsfunktionen sowie Ein- und Ausgänge in der Benutzerschnittstelle. Siehe Kapitel 1.9. Elektrische Schnittstelle auf Seite 31 für eine Anleitung zum Anschließen von Sicherheitsgeräten an die elektrische Schnittstelle.

HINWEIS

1. Die Verwendung und Konfiguration von sicherheitsrelevanten Funktionen und Schnittstellen muss gemäß der Risikobewertung erfolgen, die der Integrator für eine bestimmte Roboteranwendung durchführt (siehe Abschnitt 1.5.7. Risikobewertung auf Seite 10 in Kapitel 1.5. Sicherheit auf Seite 5).
2. Meldet der Roboter einen Fehler oder eine Überschreitung im Sicherheitssystem (z. B. ein durchtrenntes Kabel im Notabschaltungs-Stromkreis oder die Verletzung einer sicherheitsrelevanten Funktion), so wird ein Stopp der Kategorie 0 eingeleitet. Die ungünstigste Zeitspanne (Worst Case) im Falle einer Notabschaltung des Roboters finden Sie am Ende dieses Kapitels. Diese Zeitangabe sollte bei der Risikobewertung durch den Integrator berücksichtigt werden.

Der Roboter verfügt über eine Reihe von sicherheitsrelevanten Funktionen, die dazu verwendet werden können, die Bewegung der Gelenke und des *Tool Center Point* (TCP) des Roboters zu begrenzen. Der TCP ist der Mittelpunkt des Ausgangsflanschs inkl. TCP-Offset

Limitierungs-Sicherheitsfunktionen sind:

Begrenzungssicherheitsfunktion	Beschreibung
Gelenkposition	Min. und max. Winkelposition des Gelenks

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Begrenzungssicherheitsfunktion	Beschreibung
Gelenkgeschwindigkeit	Max. Winkelgeschwindigkeit des Gelenks
TCP-Position	Grenzebenen der TCP-Position des Roboters im kartes. Raum
TCP-Geschwindigkeit	Max. TCP-Geschwindigkeit des Roboters
TCP-Kraft	Max. TCP-Schubkraft des Roboters
Drehmoment	Max. Drehmoment des Roboterarms
Energie	Max. applied robot arm power

1.6.2. Nachlaufzeiten des Sicherheitssystems

Die Nachlaufzeit des Sicherheitssystems ist die Spanne, die der Roboter benötigt, bis er nach einem Fehler oder der Grenzwertüberschreitung einer sicherheitsrelevanten Funktion zum Stillstand kommt und die mechanischen Bremsen betätigt wurden.

Die maximalen Nachlaufzeiten in der Tabelle sind zu berücksichtigen, wenn die Sicherheit der Anwendung auf der Anhaltezeit des Roboters beruht. Zum Beispiel, wenn ein Fehler am Roboter zum kompletten Stillstand einer Produktionsstraße führt, wo unmittelbar bestimmte Maßnahmen erforderlich sind, sind die maximalen Nachlaufzeiten unbedingt zu berücksichtigen.

Die Messungen werden mit der folgenden Konfiguration des Roboters durchgeführt:

- Streckung: 100 % (der Roboterarm ist horizontal voll ausgestreckt).
- Geschwindigkeit: Die TCP-Geschwindigkeitsgrenze des Sicherheitssystems ist auf den beschriebenen Grenzwert gesetzt.
- Nutzlast: maximale am TCP befestigte Nutzlast, die vom Roboter bewegt wird (10 kg).

Die schlechteste Stoppzeit für Stoppkategorie[1] 0 Im Falle einer Verletzung der Sicherheitsgrenzen oder Schnittstellen ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

TCP-Geschwindigkeitsbegrenzung	Maximum Stopping Time
1.0 m/s	450 ms
1.5 m/s	500 ms
2.0 m/s	550 ms
1.5 m/s	600 ms
3.0 m/s	650 ms

1.6.3. Begrenzungs-Sicherheitsfunktionen

Die erweiterte Pfadsteuerungssoftware senkt die Geschwindigkeit oder veranlasst einen Programmausführungsstopp, wenn der Roboterarm sich einer sicherheitsrelevanten Grenze nähert. Überschreitungen der Grenzwerte treten daher nur in Ausnahmefällen auf. Sollte eine Sicherheitsgrenze überschritten werden, veranlasst das Sicherheitssystem einen Stopp der Kategorie 0.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

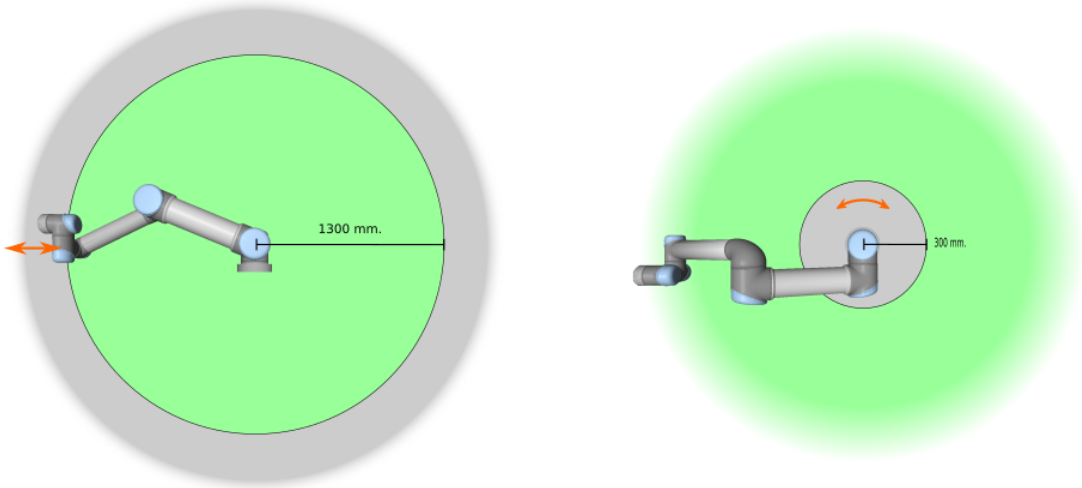
Das System gilt als *deaktiviert*, sobald die 48 V Bus-Spannung ein elektrisches Potential von weniger als 7,3 V hat. Die Abschaltzeit ist die Dauer zwischen der Erfassung eines Ereignisses und dem Zeitpunkt, ab dem das System als deaktiviert gilt.

WARNUNG

Bei der Kraftbegrenzungsfunktion gibt es zwei Ausnahmen, die beim Einrichten des Wirkungsbereichs des Roboters unbedingt zu beachten sind. Diese sind in Abbildung 4.1 dargestellt. Wenn sich der Roboter streckt, kann der Kniegelenk-Effekt bei niedrigen Geschwindigkeiten zu hohen Kräften in radialer Richtung vom Basisflansch führen. Auch wenn sich das Werkzeug in der Nähe des Basisflansches und tangential (um) den Basisflansch herum bewegt, können bei niedrigen Geschwindigkeiten hohe Kräfte wirken. Die Quetschgefahr kann beispielsweise dadurch verringert werden, dass Hindernisse in diesen Bereichen entfernt werden, der Roboter anders platziert wird oder eine Kombination von Sicherheitsebenen und Gelenkgrenzen festgelegt wird, die eine Bewegung des Roboters in diesem Teil seines Wirkungsbereichs verhindern.

WARNUNG

Wird der Roboter in Applikationen mit handgeführten Linearbewegungen verwendet, muss das Tempolimit für Gelenke auf maximal 40 Grad pro Sekunde bei Basis- und Schultergelenk festgeschrieben werden, es sei denn, eine Risikobewertung zeigt, dass Geschwindigkeiten über 40 Grad pro Sekunde akzeptabel sind. Dies verhindert schnelle Bewegungen des Roboter-Ellbogens in der Nähe von Singularitäten.



4.1: *Bestimmte Teile des Wirkungsbereichs bergen aufgrund der physikalischen Eigenschaften des Roboterarms erhöhte Quetschgefahr. Dazu gehört bei radialen Bewegungen das Handgelenk 1, wenn es mindestens 1300 mm vom Basisflansch des Roboters entfernt ist. Der andere Teil befindet sich bei Tangentialbewegung innerhalb von 300 mm vom Basisflansch des Roboters.*

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.6.4. Sicherheitsmodi

Normaler und reduzierter Modus

Das Sicherheitssystem verfügt über zwei konfigurierbare Modi: *Normal* und *Reduziert*. Für jeden dieser zwei Modi können Sicherheitsgrenzen konfiguriert werden. Der reduzierte Modus ist aktiv, wenn sich der TCP des Roboters hinter einer *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene befindet oder durch einen Sicherheitseingang ausgelöst wird. Der reduzierte Modus kann entweder anhand einer Ebene oder durch einen Eingang ausgelöst werden.

Verwendung einer Ebene zum Auslösen des reduzierten Modus: Bewegt sich der Roboter von der Seite des reduzierten Modus der Auslöserebene zurück zur „Normaler Modus“-Seite, gibt es eine 20-mm-Zone um die Auslöserebene, in der die Grenzwerte des normalen und des reduzierten Modus erlaubt sind. Das verhindert ein Flackern im Sicherheitsmodus, wenn sich der Roboter direkt an der Grenze befindet.

Verwendung eines Eingangs zum Auslösen des reduzierten Modus:: Wird ein Eingang verwendet (um den reduzierten Modus beispielsweise zu starten oder anzuhalten), können bis zu 500 ms verstreichen, bis die Grenzwerte des neuen Modus übernommen werden. Dies kann beim Wechsel vom reduzierten Modus zum Normalmodus oder beim Wechsel vom Normalmodus zum Reduzierten Modus passieren. Dadurch kann der Roboter beispielsweise die Geschwindigkeit der neuen Sicherheitsgrenzen übernehmen.

Wiederherstellungsmodus

Wird ein Sicherheitsgrenzwert überschritten, muss das Sicherheitssystem neu gestartet werden. Befindet sich das System beim Start jenseits einer Sicherheitsgrenze (z. B.jenseits der Positionsgrenze eines Gelenks), wird der besondere *Wiederherstellungsmodus* aktiviert. Im Wiederherstellungsmodus ist es nicht möglich, Programme für den Roboter auszuführen. Der Roboterarm kann jedoch mit dem *Freedrive*-Modus oder über den Bewegen-Tab in PolyScope (siehe Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89 „PolyScope-Handbuch“) von Hand wieder zurück in seinen zulässigen Wirkungsbereich bewegt werden. Die Sicherheitsgrenzwerte des *Wiederherstellungsmodus* sind:

Begrenzungssicherheitsfunktion	Grenzwert
Gelenkgeschwindigkeit	30 °/s
TCP-Geschwindigkeit	250 mm/s
TCP-Kraft	100 N
Drehmoment	10 kg m/s
Energie	80 W

Das Sicherheitssystem veranlasst einen Stopp der Kategorie 0, falls einer dieser Grenzwerte überschritten wird.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

WARNUNG

Beachten Sie, dass Grenzwerte für die *Gelenkposition*, *TCP-Position* und *TCP-Ausrichtung* im Wiederherstellungsmodus deaktiviert sind. Lassen Sie beim Zurückbewegen des Roboterarms in seinen zulässigen Wirkungsbereich äußerste Vorsicht walten.

1.6.5. Sicherheitsrelevante elektrische Schnittstellen

Der Roboter ist mit mehreren sicherheitsrelevanten elektrischen Ein- und Ausgängen ausgestattet. Alle sicherheitsrelevanten elektrischen Ein- und Ausgänge sind zweikanalig (redundant). Sie sind im sicheren Status, wenn sie „LOW“ sind. Das heißt, die Notabschaltung ist nicht aktiv, wenn das Signal HIGH ist (+24 V).

Sicherheitsrelevante elektrische Eingänge

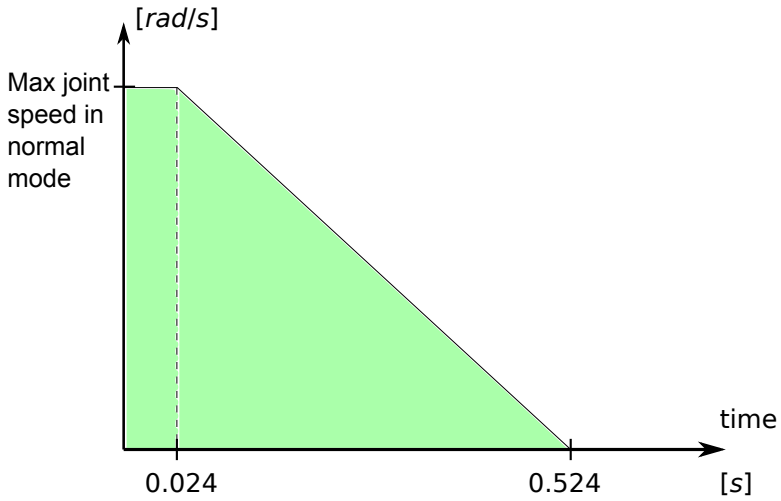
Die folgende Tabelle enthält einen Überblick über die sicherheitsrelevanten elektrischen Eingänge.

Sicherheitseingang	Beschreibung
Roboter-NotHalt	(Spezieller Eingang) Führt einen Stopp der Kategorie 1 aus, der an andere Maschinen über den Ausgang *System-Notabschaltung* weitergeleitet werden kann, wenn dies konfiguriert wurde.
Not-Aus-Schalter	(Teach Pendant-Taste). Führt einen Stopp der Kategorie 1 aus, der an andere Maschinen über den Ausgang *System-Notabschaltung* weitergeleitet werden kann, wenn dies konfiguriert wurde.
System-NotHalt	(Konfigurierbarer Eingang). Führt einen Stopp der Kategorie 1 aus. Um Blockierungen zu vermeiden, wird dieses Signal nicht über den Ausgang *System-Notabschaltung* an andere Maschinen weitergeleitet.
Schutzstopp	(Spezieller Eingang) Führt einen Stopp der Kategorie 2 aus.
Schutz-Reset	(Konfigurierbarer Eingang). Setzt den Roboterbetrieb aus dem *Schutzstopp-Status* fort, wenn eine Flanke im Schutz-Reset-Eingang auftritt.
Reduzierter Modus	(Konfigurierbarer Eingang). Das Sicherheitssystem übernimmt die Begrenzungswerte des *Reduzierten* Modus.
Drei-Stellungs-Zustimmschalter	(Konfigurierbarer Eingang). Wirkt als Schutzstopp-Eingang, wenn der Betriebsarten-Eingang HIGH ist.
Betriebsart	(Konfigurierbarer Eingang). Zu verwendende Betriebsart, wenn ein Drei-Stellungs-Zustimmschalter konfiguriert ist.

Stopps der Kategorie 1 und 2 bremsen den Roboter unter aktiver Antriebskraft ab, wodurch der Roboter stoppt, ohne von seiner Bahn abzuweichen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Überwachung der Sicherheitseingänge



4.2: *Der grüne Bereich unterhalb der Rampe markiert die zulässigen Geschwindigkeiten für ein Gelenk beim Bremsen. Zum Zeitpunkt 0 wird ein Ereignis (Notabschaltung oder Schutzstopp) am Sicherheitsprozessor erfasst. Der Abbremsvorgang beginnt nach 24 ms.*

Stopps der Kategorie 1 und 2 werden durch das Sicherheitssystem wie folgt überwacht:

1. Das Sicherheitssystem stellt fest, dass der Bremsvorgang innerhalb von 24 ms auslöst, siehe Abbildung 4.2.
2. Wenn ein Gelenk in Bewegung ist, wird seine Geschwindigkeit überwacht, um sicherzustellen, dass sie niemals höher ist als die Geschwindigkeit, die durch das ständige Abbremsen von der maximalen Geschwindigkeitsgrenze des Gelenks des *Normalen* Modus auf 0 rad/s in 500 ms erhalten wird.
3. Wenn sich ein Gelenk in Ruhe befindet (Geschwindigkeit des Gelenks kleiner als 0,2 rad/s), wird es überwacht, um sicherzustellen, dass es sich nicht mehr als 0,05 rad von der Position wegbewegt, an der eine Geschwindigkeit von weniger als 0,2 rad/s gemessen wurde.

Zusätzlich überwacht das Sicherheitssystem bei einem Stopp der Kategorie 1, dass der Abschaltvorgang innerhalb von 600 ms durchgeführt wird, nachdem der Roboterarm die Ruhestellung eingenommen hat. Ebenso ist nach einer Schutzstoppauslösung die Fortsetzung der Roboterarmbewegung nur möglich, nachdem eine positive Flanke am Schutzreset-Eingang auftrat. Ist eine dieser Eigenschaften nicht erfüllt, veranlasst das Sicherheitssystem einen Stopp der Kategorie 0.

Ein Übergang zum *Reduzierten* Modus, ausgelöst durch den Eingang des Reduzierten Modus, wird wie folgt überwacht:

1. Das Sicherheitssystem erlaubt die Festlegung beider Sätze von Sicherheitsgrenzwerten für den *Normalen* und den *Reduzierten* Modus für 500 ms, nachdem der Eingang des Reduzierten Modus ausgelöst wurde.
2. Nach 500 ms sind nur die Grenzwerte für den *Reduzierten* Modus wirksam.

Ist eine dieser Eigenschaften nicht erfüllt, veranlasst das Sicherheitssystem einen Stopp der Kategorie 0.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Das Sicherheitssystem führt einen Stopp der Kategorie 0 mit Wirkung wie in der folgenden Tabelle beschrieben aus: Die Reaktionszeit im Worst Case (maximale Reaktionszeit) ist die Zeit, die benötigt wird, um den Roboter bei maximaler Nutzlast von der maximalen Betriebsgeschwindigkeit zu stoppen und zu *deaktivieren* (d. h. ihn auf ein elektrisches Potential von weniger als 7,3 V zu bringen).

Sicherheitseingangsfunktion	Erkennungszeit	Abschaltzeit	Reaktionszeit
Roboter-NotHalt	250 ms	1000 ms	1250 ms
Not-Aus-Schalter	250 ms	1000 ms	1250 ms
System-NotHalt	250 ms	1000 ms	1250 ms
Schutzstopp	250 ms	1000 ms	1250 ms

Sicherheitsrelevante elektrische Ausgänge

Die folgende Tabelle enthält einen Überblick über die sicherheitsrelevanten elektrischen Ausgänge.

Sicherheitsausgang	Beschreibung
System-NotHalt	Logikpegel LOW, wenn der *Notabschaltungs-Eingang* LOW ist oder der Not-Aus-Schalter betätigt wird.
Roboter bewegt sich	Solange dieses Signal Logikpegel HIGH ist, bewegt sich kein Gelenk des Roboterarms um mehr als 0,1 rad.
Roboter stoppt nicht	Logikpegel HIGH, wenn der Roboter aufgrund einer Notabschaltung oder eines Schutzstopps angehalten wurde oder im Begriff ist anzuhalten. Ansonsten Logikpegel LOW.
Reduzierter Modus	Logic low when the safety system is in *Reduced* mode.
Nicht Reduzierter Modus	Negierter *Reduzierter Modus*-Ausgang.

Falls ein Sicherheitsausgang nicht ordnungsgemäß eingestellt wurde, veranlasst das Sicherheitssystem einen Stopp der Kategorie 0 mit folgenden Worst-Case-Reaktionszeiten:

Sicherheitsausgang	Worst Case-Reaktionszeit
System-NotHalt	1100 ms
Roboter bewegt sich	1100 ms
Roboter stoppt nicht	1100 ms
Reduzierter Modus	1100 ms
Nicht Reduzierter Modus	1100 ms

1. Die Stoppkategorien sind gemäß IEC 60204-1, siehe Glossar für weitere Details.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.7. Transport

Transportieren Sie den Roboter in der Originalverpackung. Bewahren Sie das Verpackungsmaterial an einem trockenen Ort auf, für den Fall dass Sie den Roboter vielleicht später noch einmal abbauen und transportieren.

Heben Sie beide Rohre des Roboterarms gleichzeitig an, wenn Sie ihn von der Verpackung zum Ort der Installation bewegen. Halten Sie den Roboter in Stellung, bis alle Montageschrauben am Fußflansch des Roboters sicher festgezogen sind.

Der Controller sollte am Griff angehoben und getragen werden.

WARNUNG

1. Achten Sie darauf, dass Sie Ihren Rücken etc. beim Heben der Geräte nicht überlasten. Verwenden Sie geeignete Hebegeräte. Alle regionalen und nationalen Richtlinien der Lastenhandhabung sind zu befolgen. Universal Robots kann nicht für Schäden haftbar gemacht werden, die durch den Transport der Geräte verursacht wurden.
2. Stellen Sie sicher, dass der Roboter gemäß der Montageanleitung in Kapitel 1.8. Mechanische Schnittstelle auf Seite 25 montiert wird.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

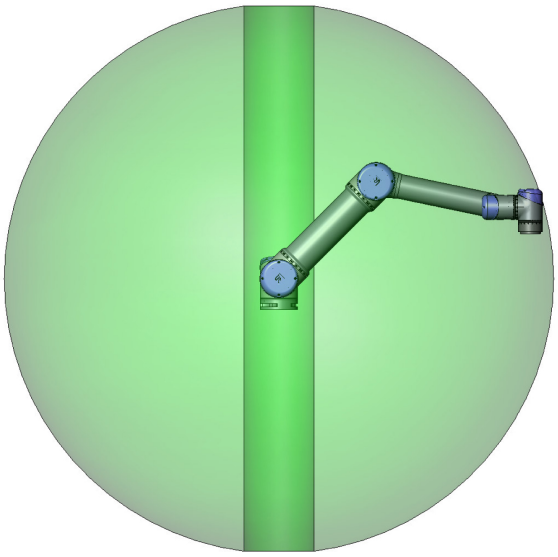
1.8. Mechanische Schnittstelle

1.8.1. Vorwort

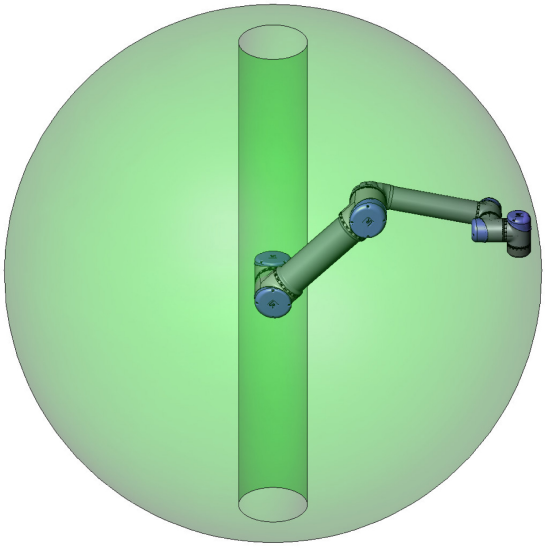
Dieser Abschnitt beschreibt die Grundlagen der Montage der verschiedenen Teile des Robotersystems. Die Anweisungen für die elektrische Installation in Kapitel 1.9. Elektrische Schnittstelle auf Seite 31 sind zwingend zu beachten.

1.8.2. Wirkungsbereich des Roboters

Der Wirkungsbereich des Roboters erstreckt sich bis zu 1300 mm vom Basisgelenk. Bitte beachten Sie bei der Auswahl eines Aufstellungsortes für den Roboter unbedingt das zylindrische Volumen direkt über und unter der Basis. Eine Bewegung des Werkzeugs in der Nähe des zylindrischen Volumens sollte möglichst vermieden werden, da sich die Robotergelenke schnell bewegen müssen, obwohl sich das Werkzeug langsam bewegt. Dadurch arbeitet der Roboter ineffizient und die Durchführung der Risikobewertung ist schwieriger.



Front



Geneigt

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.8.3. Montage

Roboterarm

WARNUNG

- Vergewissern Sie sich, dass der Roboterarm ordnungsgemäß und sicher verankert ist. Die Montageoberfläche sollte stabil sein.
- Vergessen Sie nicht, alle Gummistopfen in die Befestigungslöcher der Roboterbasis einzusetzen, um Quetschungen an den Fingern zu vermeiden.

Der Roboterarm wird mithilfe von vier M8 Schrauben montiert, die in den vier 8,5 mm Löchern der Roboterbasis befestigt werden. Es wird empfohlen, diese Schrauben mit 10 Nm Drehmoment festzuziehen. Für eine sehr genaue Neupositionierung des Roboterarms sind zwei Ø8 Löcher zur Verwendung mit einem Stift vorgesehen. Darüber hinaus ist ein genaues Gegenstück der Basis als Zubehörteil verfügbar. Abbildung 6.1 zeigt die Stelle, an der die Löcher zu bohren und die Schrauben zu montieren sind.
Das Roboter-Anschlusskabel kann durch die Seite oder durch die Basisunterseite montiert werden.
Montieren Sie den Roboter auf einer stabilen Oberfläche, die mindestens das Zehnfache des normalen Drehmoments des Basisflanschgelenks und mindestens das Fünffache des Gewichts des Roboterarms aushalten kann. Darüber hinaus sollte die Oberfläche vibrationsfrei sein.
Wird der Roboter auf einer linearen Achse oder einer sich bewegenden Plattform montiert, dann sollte die Beschleunigung der sich bewegenden Montagebasis sehr niedrig sein. Eine hohe Beschleunigung kann verursachen, dass der Roboter anhält, da er denkt, dass er mit etwas zusammengestoßen ist.

WARNUNG

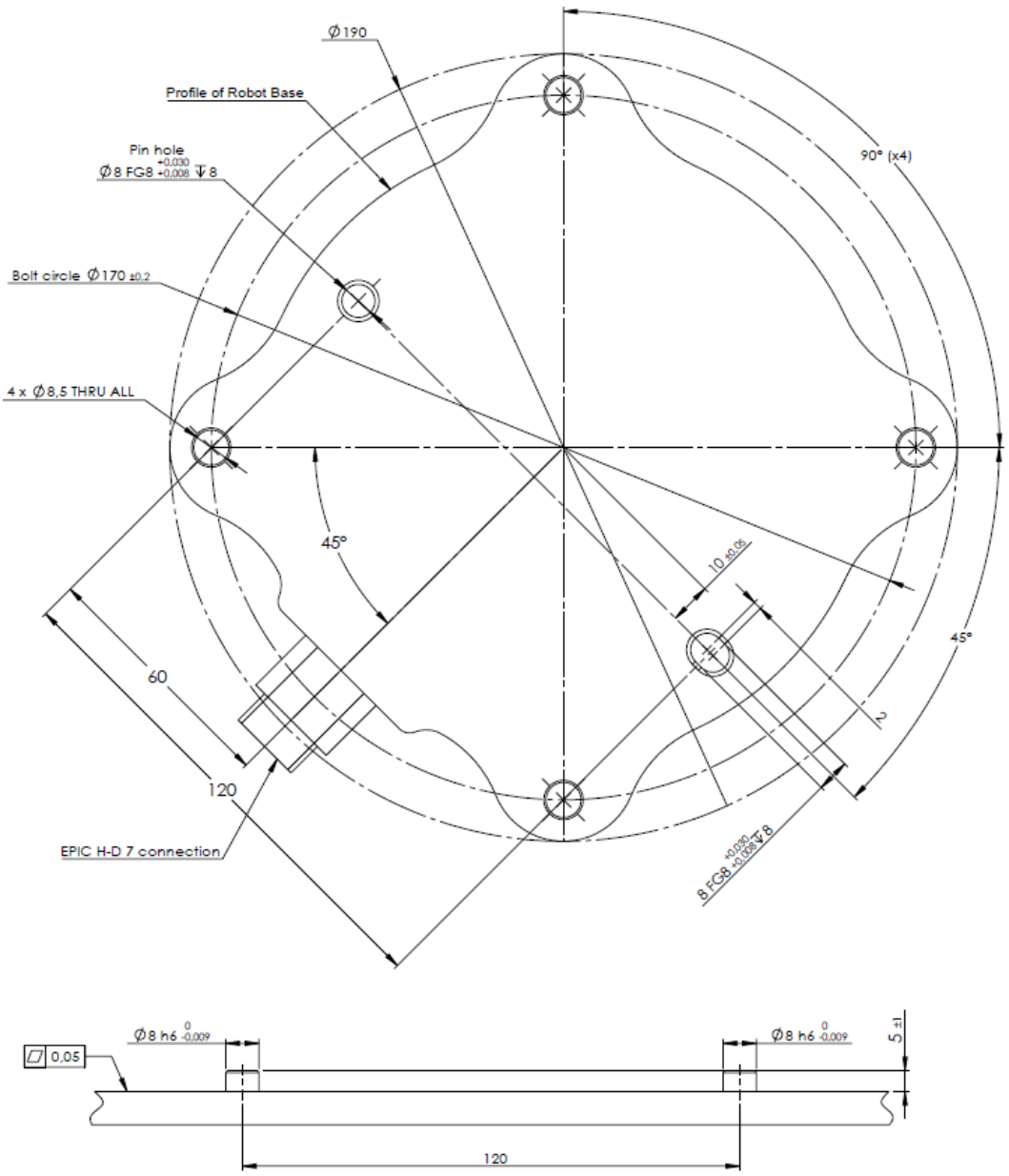
Schalten Sie den Roboterarm ab, um einen unerwarteten Start während der Montage und Demontage zu verhindern.
Um den Roboterarm abzuschalten:

1. Drücken Sie den Power-Knopf am Teach Pendant, um den Roboter auszuschalten.
2. Ziehen Sie den Stecker des Netzkabels aus der Steckdose.
3. Lassen Sie dem Roboter 30 Sekunden Zeit, um gespeicherte Energie zu entladen.

VORSICHT

Montieren Sie den Roboter in einer Umgebung, die der IP-Schutzart entspricht. Der Roboter darf nicht in einer Umgebung betrieben werden, die die IP-Schutzart für Roboter (IP54), Teach Pendant (IP54) oder Control-Box (IP20) überschreitet.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



6.1: *Löcher zur Montage des Roboters. Verwenden Sie vier M8 Schrauben. Alle Maßangaben sind in mm.*

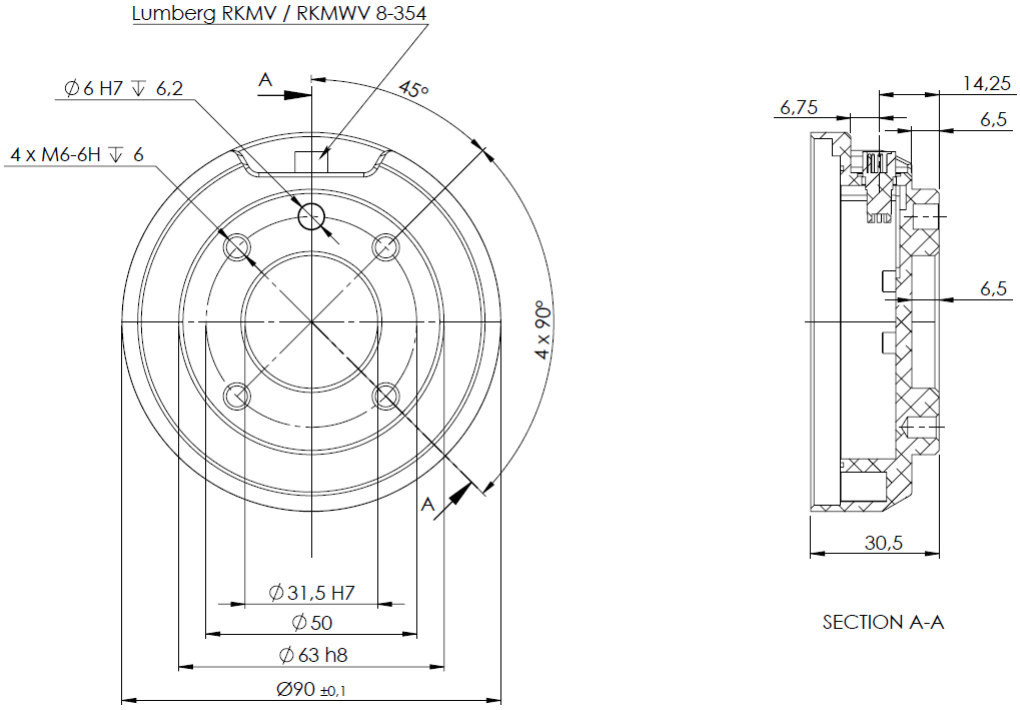
Werkzeug

Der Werkzeugflansch des Roboters verfügt über vier Löcher mit M6-Gewinde zur Befestigung des Werkzeugs am Roboter. Die M6-Schrauben müssen mit 9 Nm angezogen werden. Wenn eine sehr genaue Montage des Werkzeugs angestrebt wird, kann das Ø6-Loch mit einem Stift verwendet werden. Abbildung 6.2 zeigt die Stelle, an der die Löcher zu bohren und die Schrauben zu montieren sind.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

WARNUNG

1. Vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug ordnungsgemäß und sicher festgeschraubt ist.
2. Stellen Sie sicher, dass das Werkzeug so konstruiert ist, dass es keine Gefährdung darstellt, indem sich beispielsweise unerwartet ein Teil löst.



6.2: *Der Werkzeugflansch, ISO 9409-1-50-4-M6. Hier wird das Werkzeug an die Spitze des Roboters montiert. Alle Maßangaben sind in mm.*

Control-Box

Die Control-Box kann an der Wand angebracht oder auf den Boden gestellt werden. Für einen ausreichenden Luftstrom wird ein Abstand von 50 mm zu jeder Seite benötigt. Zusätzliche Halterungen zur Anbringung sind optional erhältlich.

Teach-Pendant

Das Teach Pendant kann an eine Wand oder an die Control-Box gehängt werden. Zusätzliche Halterungen zur Anbringung des Teach Pendant sind optional erhältlich. Stellen Sie sicher, dass niemand über das Kabel stolpern kann.

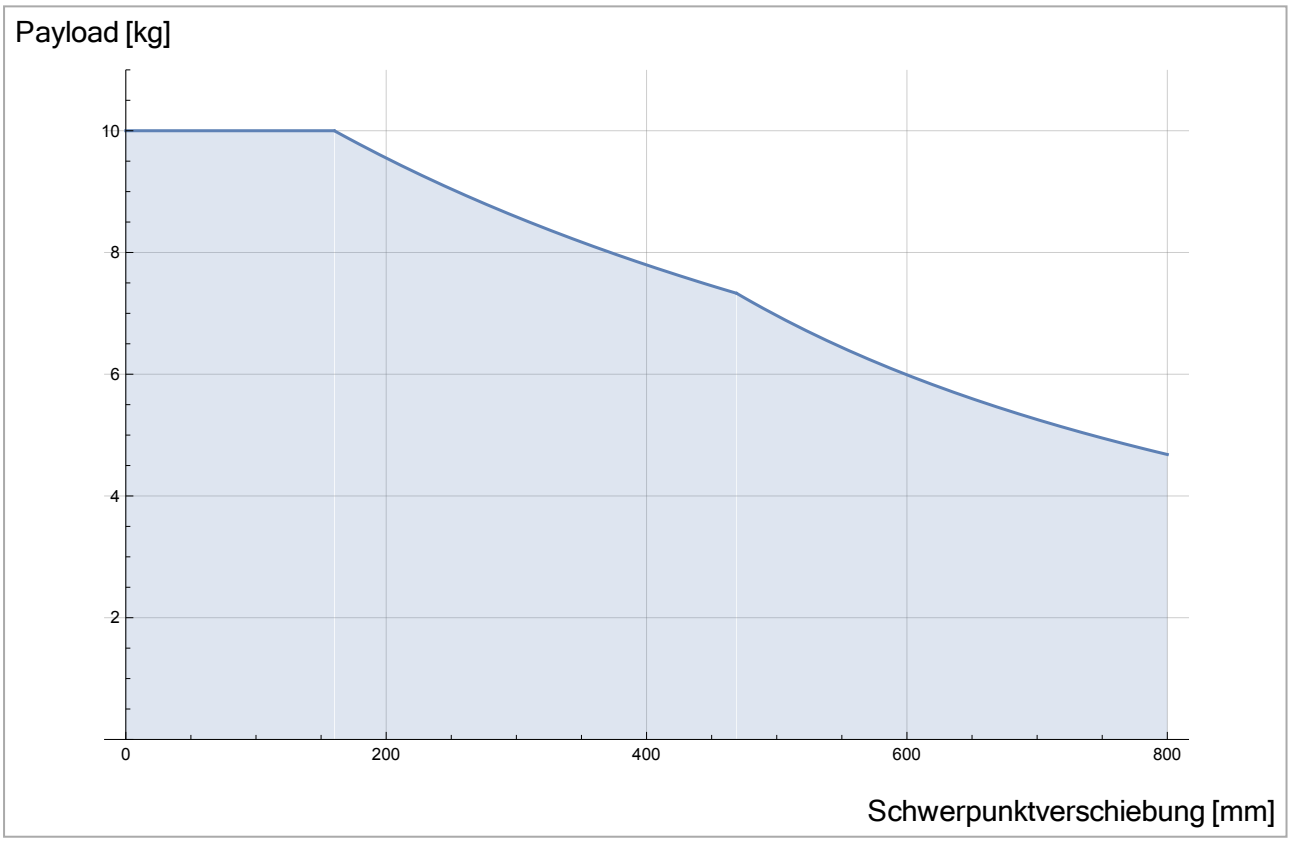
Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

WARNUNG

1. Stellen Sie sicher, dass die Control-Box, das Teach Pendant und die Kabel nicht in direkten Kontakt mit Flüssigkeit kommen. Eine nasse Control-Box kann tödliche Verletzungen zur Folge haben.
2. Die Control-Box und das Teach Pendant dürfen nicht in staubigen oder feuchten Umgebungen, die die Schutzart IP20 überschreiten, eingesetzt werden. Achten Sie auch besonders auf die Bedingungen in Umgebungen mit leitfähigem Staub.

1.8.4. Maximale Nutzlast

Die maximal zulässige Nutzlast des Roboterarms hängt von der **Schwerpunktverschiebung** ab, siehe Abbildung 6.3. Die Abweichung des Schwerpunktes ist definiert als der Abstand zwischen der Mitte des Werkzeugflanschs und dem Schwerpunkt.



6.3: *Beziehung zwischen der maximal zulässigen Nutzlast und der Schwerpunktverschiebung.*

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.9. Elektrische Schnittstelle

1.9.1. Vorwort

Dieses Kapitel beschreibt alle elektrischen Schnittstellen des Roboterarms und der Control-Box.

Die verschiedenen Schnittstellen sind je nach Zweck und Eigenschaften in fünf Gruppen unterteilt:

- Controller-E/A
- Werkzeug E/A
- Ethernet
- Netzanschluss
- Roboterverbindung

Der Begriff **E/A** bezieht sich sowohl auf digitale als auch analoge Steuersignale von oder zu einer Schnittstelle.

Die fünf Gruppen sind in den folgenden Abschnitten beschrieben. Für den Großteil der E/A sind Beispiele angegeben.

Die Warnungen und Sicherheitshinweise des folgenden Abschnitts gelten für alle fünf Gruppen und sind unbedingt zu beachten.

1.9.2. Elektrische Warnungen und Sicherheitshinweise

Die folgenden Warnungen und Sicherheitshinweise sind bei der Erstellung und Installation einer Roboteranwendung zu beachten. Die Warnungen und Sicherheitshinweise gelten auch für Wartungsarbeiten.

WARNUNG

1. Schließen Sie Sicherheitssignale niemals an eine SPS an, bei der es sich nicht um eine Sicherheits-SPS mit entsprechendem Sicherheitsniveau handelt. Eine Nichtbeachtung dieser Warnung kann schwere Verletzungen oder den Tod zur Folge haben, da die Sicherheitsfunktion umgangen werden kann. Sicherheitsschnittstellensignale sind von den normalen E/A-Schnittstellensignalen getrennt zu verlegen.
2. Alle sicherheitsrelevanten Signale sind redundant aufgebaut (zwei unabhängige Kanäle). Halten Sie die beiden Kanäle getrennt, damit eine einzelne Störung nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen kann.
3. Einige E/A innerhalb der Control-Box können entweder für normale oder sicherheitsrelevante E/A konfiguriert werden. Lesen und verstehen Sie den kompletten Abschnitt 1.9.3. Controller-E/A auf Seite 33.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

WARNUNG

1. Stellen Sie sicher, dass alle nicht wassergeschützten Geräte trocken bleiben. Sollte Wasser in das Produkt gelangt sein, trennen Sie alle Stromversorgungen bzw. schalten Sie sie ab. Kontaktieren Sie dann Ihren Händler oder Integrator.
2. Verwenden Sie nur die mit dem Roboter bereitgestellten Originalkabel. Setzen Sie den Roboter nicht für Anwendungen ein, bei denen die Kabel Biegungen ausgesetzt sind. Kontaktieren Sie Ihren Händler, sollten Sie längere oder biegsame Kabel benötigen.
3. Nullanschlüsse sind mit **GND (Erdung)** bezeichnet und werden an die Schirmung des Roboters und an die Control-Box angeklemmt. Alle markierten **Erdungsanschlüsse (GND)** sind nur für die Stromversorgung und Signalgebung konzipiert. Verwenden Sie die mit Erdungssymbolen gekennzeichneten M6-Schraubverbindungen als PE (Schutzerde) im Inneren der Control-Box. Die Nennstromstärke des Masseverbinders sollte nicht unter der höchsten Stromstärke des Systems liegen.
4. Bei der Anbringung von Schnittstellenkabeln zu den Roboter-E/A ist äußerste Sorgfalt geboten. Die Metallplatte im Boden ist für Schnittstellenkabel und Anschlüsse bestimmt. Entfernen Sie die Platte, bevor Sie die Löcher bohren. Stellen Sie sicher, dass vor der erneuten Montage der Platte alle Späne entfernt worden sind. Denken Sie daran, die korrekten Verschraubungsgrößen zu verwenden.

VORSICHT

1. Der Roboter wurde gemäß internationalen IEC-Standards auf EMV (elektromagnetische Verträglichkeit) getestet. Störsignale mit höheren Pegeln als denen, die in den spezifischen IEC-Normen angegeben sind, können ein unerwartetes Verhalten des Roboters verursachen. Sehr hohe Signalpegel oder übermäßige Aussetzung können den Roboter dauerhaft beschädigen. EMV-Probleme treten häufig bei Schweißvorgängen auf und werden in der Regel im Protokoll erfasst. Universal Robots kann nicht für Schäden haftbar gemacht werden, die im Zusammenhang mit EMV-Problemen verursacht wurden.
2. E/A-Kabel zwischen der Control-Box und anderen Maschinen/Geräten dürfen nicht länger als 30 m sein, es sei denn es werden erweiterte Prüfungen durchgeführt.

HINWEIS

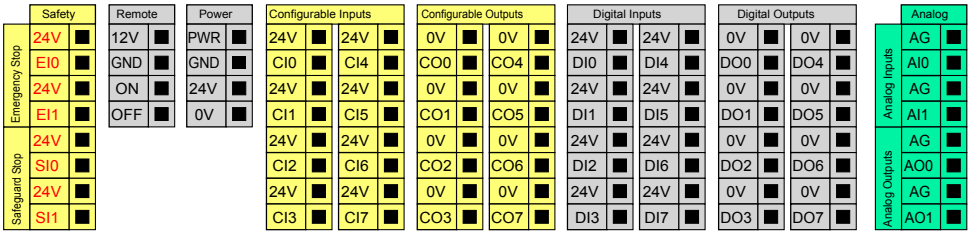
Alle Spannungen und Ströme sind DC (Gleichstrom), sofern nicht anders angegeben.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.9.3. Controller-E/A

Dieses Kapitel erklärt, wie Geräte am E/A in der Control-Box angeschlossen werden. Dieser E/A ist äußerst flexibel und kann für eine Vielzahl von verschiedenen Geräten verwendet werden, wie pneumatische Relais, SPS und Not-Aus-Schaltern.

Die folgende Abbildung zeigt die Anordnung der elektrischen Schnittstelle in der Control-Box.



Die Bedeutung der verschiedenen Farben ist zu beachten, siehe unten.

Gelb mit roter Schrift	Vorgesehen für Sicherheitssignale
Gelb mit schwarzer Schrift	Für die Sicherheit konfigurierbar
Grau mit schwarzer Schrift	Digital-E/A für allgemeine Zwecke
Grün mit schwarzer Schrift	Analog-E/A für allgemeine Zwecke

Der **konfigurierbare** E/A kann in der GUI entweder als sicherheitsrelevanter E/A oder als E/A für allgemeine Zwecke konfiguriert werden. Mehr dazu in Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89.

Wie Sie einen Digital-E/A verwenden, wird in den folgenden Unterabschnitten beschrieben. Beachten Sie den Abschnitt, der die gemeinsamen Spezifikationen beschreibt.

Gemeinsame Spezifikationen für alle Digital-E/A

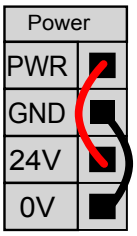
Dieser Abschnitt definiert die elektrischen Spezifikationen für den folgenden 24 V Digital-E/A der Control-Box.

- Sicherheits-E/A.
- Konfigurierbare E/A.
- Universal-E/A.

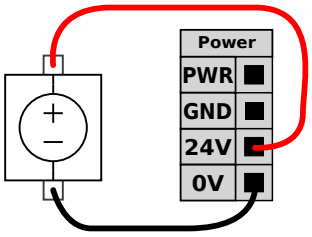
Es ist zwingend erforderlich, UR Roboter nach den für alle drei Eingangsarten gleichen, elektrischen Spezifikationen zu installieren.

Es ist möglich, den digitalen E/A mit einer internen 24-V-Spannungsversorgung oder mit einer externen Stromversorgung zu betreiben, indem der Klemmenblock **Spannung** entsprechend konfiguriert wird. Dieser Block besteht aus vier Klemmen. Die oberen beiden (PWR und GND) sind der 24-V- und Erdungsanschluss der internen 24-V-Stromversorgung. Die unteren beiden Klemmen (24V und 0V) des Blocks umfassen den 24V-Eingang der E/A-Versorgung. Die Standardkonfiguration verwendet die interne Spannungsversorgung (siehe unten).

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Falls die Stromstärke nicht ausreicht, kann eine externe Spannungsversorgung angeschlossen werden (siehe unten).



Die elektrischen Spezifikationen für eine interne und externe Spannungsversorgung sind unten angegeben.

Klemmen	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Interne 24-V-Spannungsversorgung					
[PWR - GND]	Spannung	23	24	25	V
[PWR - GND]	Strom	0	-	2	A
Externe 24 V Eingangsanforderungen					
[24V - 0V]	Spannung	20	24	29	V
[24V - 0V]	Strom	0	-	6	A

Die digitalen E/A erfüllen IEC 61131-2. Die elektrischen Spezifikationen sind unten angegeben.

Klemmen	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Digitalausgänge					
[COx / DOx]	Strom*	0	-	1	A
[COx / DOx]	Spannungsabfall	0	-	0.5	V
[COx / DOx]	Kriechstrom	0	-	0.1	mA
[COx / DOx]	Funktion	-	PNP	-	Typ
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	Typ
Digitaleingänge					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Spannung	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	AUS-Bereich	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	EIN-Bereich	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Strom (11 - 30 V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Funktion	-	PNP	-	Typ
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Typ

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Hinweis: *Für ohmsche Lasten oder induktive Lasten von maximal 1 H.

HINWEIS

Als **konfigurierbar** wird ein E/A bezeichnet, der entweder als sicherheitsrelevanter oder als allgemeiner E/A konfiguriert wird.

Sicherheits-E/A

Dieser Abschnitt beschreibt die speziellen Sicherheitseingänge (gelbe Klemmen mit roter Schrift) und als Sicherheits-E/A konfigurierte E/A. Die gemeinsamen Spezifikationen im Abschnitt Gemeinsame Spezifikationen für alle Digital-E/A auf Seite 33 sind zu beachten.

Sicherheitsausrüstung und -geräte müssen unter Einhaltung der Sicherheitsanweisungen und der Risikobewertung installiert werden, (siehe Kapitel 1.5. Sicherheit auf Seite 5).

Alle Sicherheits-E/A sind paarweise (redundant) angeordnet und müssen als zwei getrennte Systeme beibehalten werden. Eine einzelne Störung darf nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen.

Die beiden permanenten Sicherheitseingänge sind **Roboter-NotHalt** und die **Schutzstopp**. Der Eingang Roboter-NotHalt ist nur für Notabschaltungsgeräte. Der Eingang Schutzstopp gilt für sicherheitsrelevante Schutzausrüstung aller Art. Der funktionale Unterschied wird im Folgenden erklärt.

	Notabschaltung	Schutzstopp
Roboterbewegung stoppt	Ja	Ja
Programmausführung	Pausiert	Pausiert
Roboterstrom	Aus	Ein
Reset	Manuell	Automatisch oder manuell
Einsatzhäufigkeit	Nicht häufig	Jeder Durchlauf bis nicht häufig
Erfordert erneute Initialisierung	Nur Lösen der Bremse	Nein
Stoppkategorie (IEC 60204-1)	1	2
Performance Level der Überwachungsfunktion (ISO 13849-1)	PLd	PLd

Es besteht die Möglichkeit, den konfigurierbaren E/A dazu zu verwenden, zusätzliche E/A-Sicherheitsfunktionen wie z. B. einen Notabschaltungsausgang einzurichten. Das Einrichten konfigurierbarer E/A für Sicherheitsfunktionen erfolgt über die GUI, siehe Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89.

Beispiele zur Verwendung von Sicherheits-E/A finden Sie in den folgenden Abschnitten.

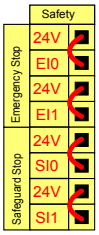
Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

WARNUNG

1. Schließen Sie Sicherheitssignale niemals an eine SPS an, bei der es sich nicht um eine Sicherheits-SPS mit entsprechendem Sicherheitsniveau handelt. Eine Nichtbeachtung dieser Warnung kann schwere Verletzungen oder den Tod zur Folge haben, da die Sicherheitsfunktion umgangen werden kann. Sicherheitsschnittstellensignale sind von den normalen E/A-Schnittstellensignalen getrennt zu verlegen.
2. Alle sicherheitsrelevanten E/A sind redundant aufgebaut (zwei unabhängige Kanäle). Halten Sie die beiden Kanäle getrennt, damit eine einzelne Störung nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen kann.
3. Sicherheitsfunktionen müssen vor der Inbetriebnahme des Roboters überprüft werden. Sicherheitsfunktionen sind regelmäßig zu überprüfen.
4. Die Roboterinstallation muss diesen Spezifikationen entsprechen. Eine Nichtbeachtung dieser Warnung kann schwere Verletzungen oder den Tod zur Folge haben, da die Sicherheitsfunktionen umgangen werden können.

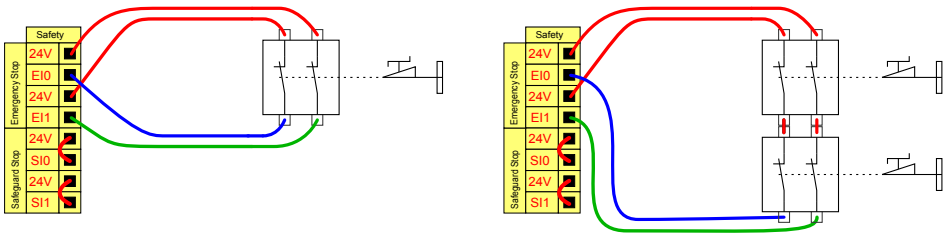
Standardmäßige Sicherheitskonfiguration

Der Roboter wird mit einer Standardkonfiguration für den Betrieb ohne zusätzliche Sicherheitsausstattung ausgeliefert (siehe Abbildung unten).



Not-Aus-Schalter anschließen

In den meisten Roboteranwendungen ist die Nutzung einer oder mehrerer zusätzlicher Not-Aus-Schalter erforderlich. Die folgende Abbildung veranschaulicht die Verwendung mehrerer Not-Aus-Schalter.



Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Notabschaltung mit mehreren Maschinen teilen

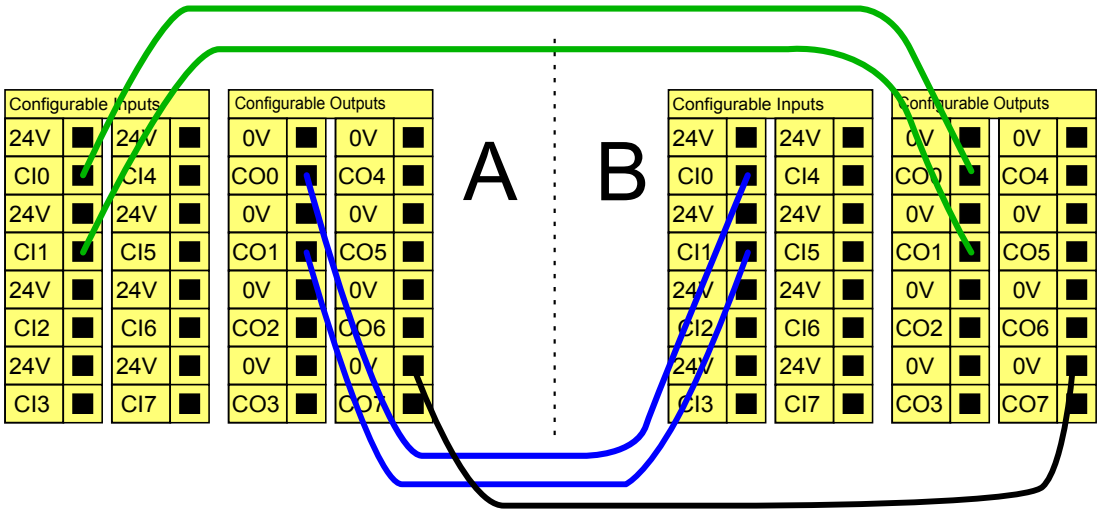
Bei der Nutzung des Roboters mit anderen Maschinen ist es oftmals erstrebenswert, einen gemeinsamen Notabschaltungsstromkreis einzurichten. Der Betreiber muss dann im Ernstfall keine Entscheidung darüber treffen, welche Not-Aus-Schalter zu betätigen sind.

Der Eingang Roboter-NotHalt kann nicht für die gemeinsame Nutzung verwendet werden, da beide Maschinen darauf warten würden, bis sich die jeweils andere nicht mehr im Notabschaltungsstatus befindet.

Um die Notabschaltungsfunktion mit anderen Maschinen zu teilen, müssen Sie die folgenden konfigurierbaren E/A-Funktionen über die GUI konfigurieren.

- Konfigurierbares Eingangspaar: Externe Notabschaltung.
- Konfigurierbares Eingangspaar: System-Notabschaltung.

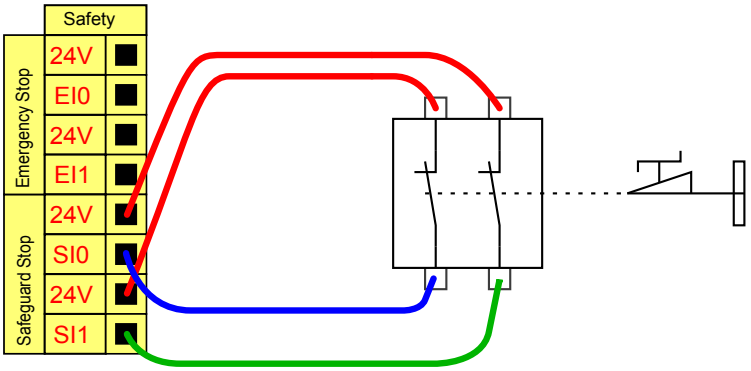
Die folgende Abbildung zeigt zwei UR Roboter, die sich die Notabschaltungsfunktion teilen. In diesem Beispiel wurden CI0-CI1 und CO0-CO1 als konfigurierte E/A verwendet.



Falls mehr als zwei UR Roboter oder andere Maschinen verbunden werden sollen, ist eine Sicherheits-SPS nötig, um die Notabschaltungssignale zu steuern.

Schutzstopp mit automatischer Wiederaufnahme

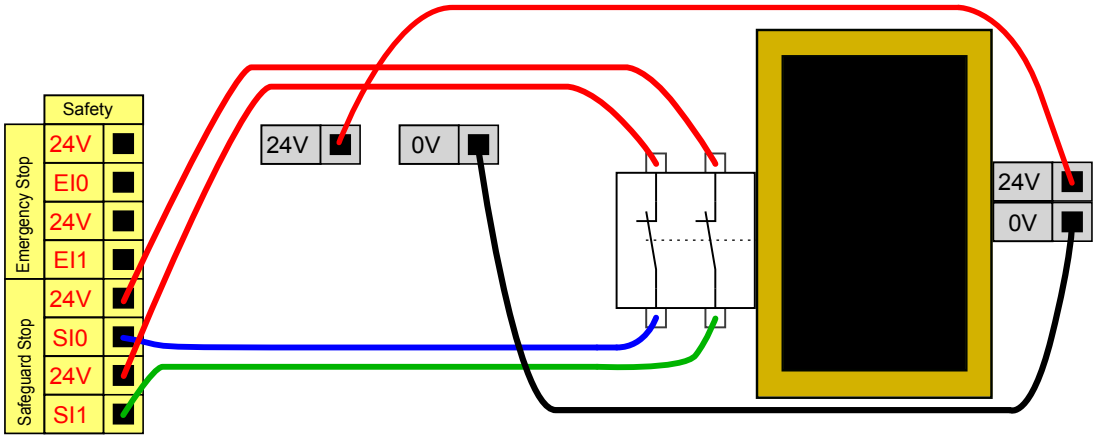
Ein Beispiel für ein einfaches Schutzstopp-Gerät ist ein Türschalter, der den Roboter stoppt, wenn die Tür geöffnet wird (siehe Abbildung unten).



Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Diese Konfiguration trifft nur auf Anwendungen zu, bei denen der Betreiber die Tür nicht passieren und hinter sich schließen kann. Mit dem konfigurierbaren E/A kann vor der Tür eine Reset-Taste eingerichtet werden, um den Roboterbetrieb fortzusetzen.

Ein weiteres Beispiel für eine automatische Fortsetzung ist die Verwendung einer Sicherheitsschaltmatte oder eines Sicherheits-Laser-Scanners, siehe unten.

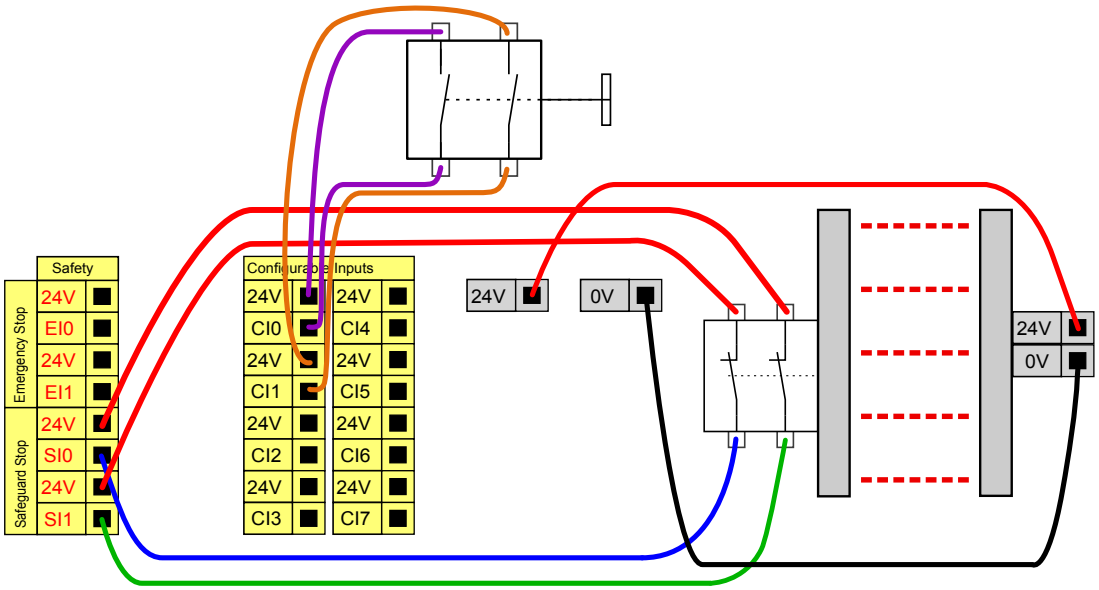


WARNUNG

1. Der Roboter setzt den Betrieb automatisch fort, sobald das Schutzstoppsignal wiederhergestellt ist. Verwenden Sie diese Konfiguration nicht, wenn das Signal von der Sicherheitszone aus wiederhergestellt werden kann.

Schutzstopp mit Reset-Taste

Ist die Schutzstopp-Schnittstelle mit einem Lichtvorhang verbunden, so ist ein Reset von außerhalb der Sicherheitszone erforderlich. Die Reset-Taste benötigt zwei Kanäle. In diesem Beispiel ist der E/A CI0-CI1 für die Reset-Taste konfiguriert, siehe unten.



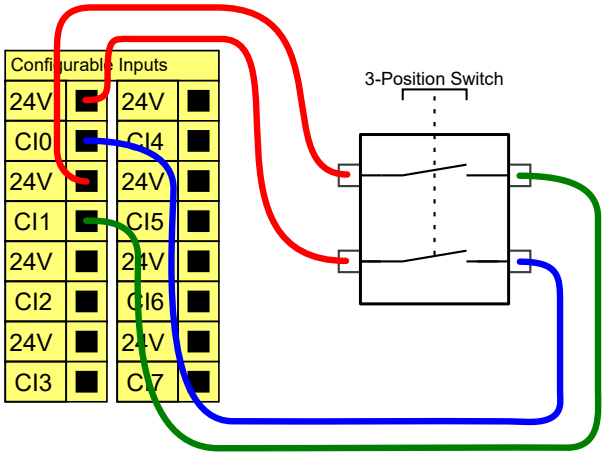
Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Dreistufiger Zustimmschalter

Die Abbildung unten zeigt, wie ein Drei-Stellungs-Zustimmschalter anzuschließen ist. Siehe Abschnitt Drei-Stellungs-Zustimmschalter and Betriebsart auf Seite 110 für weitere Informationen über Dreistufige Zustimmschalter.

HINWEIS

Das Sicherheitssystem von Universal Robots unterstützt keine mehrfachen 3-Stellungs-Zustimmschalter.



HINWEIS

Die beiden Eingangskanäle für den 3-Stellungs-Zustimmschalter haben eine Abweichungstoleranz von 1 s.

Digital-E/A für allgemeine Zwecke

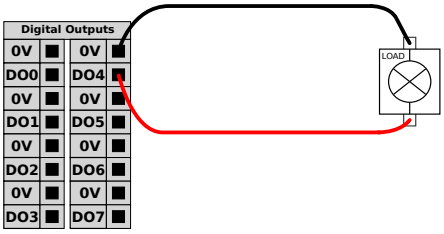
Dieser Abschnitt beschreibt die allgemeinen 24 V E/A (graue Klemmen) und die nicht fest als Sicherheits-E/A konfigurierten aber konfigurierbaren E/A (gelbe Klemmen mit schwarzer Schrift). Die gängigen Spezifikationen im Abschnitt Gemeinsame Spezifikationen für alle Digital-E/A auf Seite 33 sind zu beachten.

Die allgemeinen E/A können für die direkte Steuerung von Geräten wie pneumatischen Relais oder für die Kommunikation mit einer SPS verwendet werden. Alle Digitalausgänge können automatisch deaktiviert werden, wenn die Programmausführung gestoppt wird; mehr dazu im Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89. In diesem Modus ist der Ausgang immer LOW, wenn kein Programm läuft. Beispiele dafür finden Sie in den folgenden Unterabschnitten. In den Beispielen werden reguläre Digitalausgänge verwendet. Solange er nicht für eine Sicherheitsfunktion konfiguriert werden soll, kann jeder beliebige konfigurierbare Ausgang verwendet werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

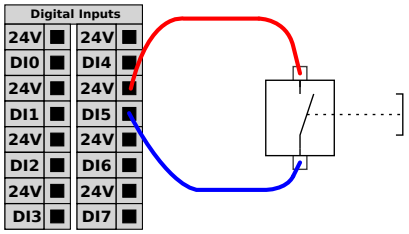
Last durch Digitalausgang gesteuert

Diese Abbildung zeigt, wie eine Last anzuschließen ist, die von einem Digitalausgang gesteuert wird, siehe unten.



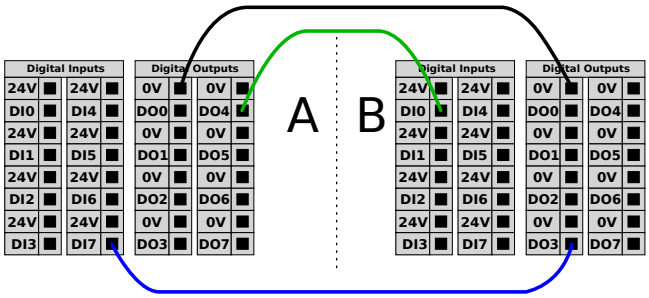
Digitaleingang durch eine Taste

Untenstehende Abbildung veranschaulicht den Anschluss einer einfachen Taste an einen Digitaleingang.



Kommunikation mit anderen Maschinen oder einer SPS

Der digitale E/A kann verwendet werden, um mit anderen Geräten zu kommunizieren, sofern ein gemeinsamer GND (0V) besteht und die Maschine PNP-Technologie verwendet, siehe unten.



Analog-E/A für allgemeine Zwecke

Die Analog-E/A-Schnittstelle ist die grüne Klemme. Sie kann verwendet werden, um die Spannung (0 – 10 V) oder den Strom (4 – 20 mA) von und zu anderen Geräten auszugeben oder zu erfassen.

Um höchste Genauigkeit zu erreichen, wird folgendes empfohlen:

- Verwenden Sie die AG-Klemme, die dem E/A am nächsten liegt. Das Paar teilt sich einen gemeinsamen Modus-Filter.
- Verwenden Sie denselben GND (0 V) für Geräte und die Control-Box. Der Analog E/A ist nicht

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

galvanisch von der Control-Box getrennt.

- Verwenden Sie ein abgeschirmtes Kabel oder verdrillte Doppelkabel. Schließen Sie die Schirmung an den GND-Anschluss der Klemme SPANNUNG an.
- Die Verwendung von Geräten im Strommodus. Stromsignale sind weniger anfällig für Störungen.

Eingangsmodi können in der GUI ausgewählt werden; siehe Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89. Die elektrischen Spezifikationen sind unten angegeben.

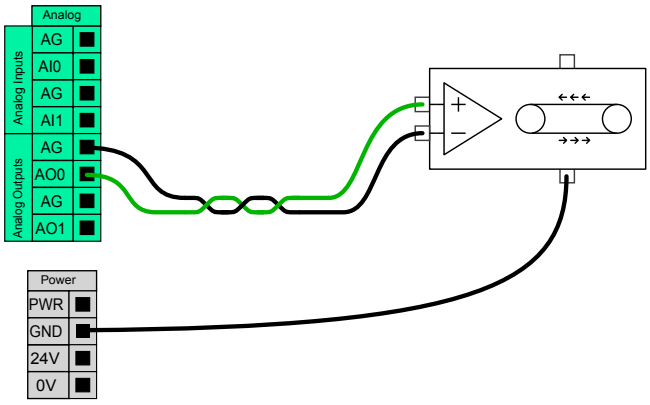
Klemmen	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Analogeingang im Strommodus					
[AIx - AG]	Strom	4	-	20	mA
[AIx - AG]	Widerstand	-	20	-	Ohm
[AIx - AG]	Auflösung	-	12	-	Bit
Analogeingang im Spannungsmodus					
[AIx - AG]	Spannung	0	-	10	V
[AIx - AG]	Widerstand	-	10	-	kOhm
[AIx - AG]	Auflösung	-	12	-	Bit
Analogausgang im Strommodus					
[AOx - AG]	Strom	4	-	20	mA
[AOx - AG]	Spannung	0	-	24	V
[AOx - AG]	Auflösung	-	12	-	Bit
Analogausgang im Spannungsmodus					
[AOx - AG]	Spannung	0	-	10	V
[AOx - AG]	Strom	-20	-	20	mA
[AOx - AG]	Widerstand	-	1	-	Ohm
[AOx - AG]	Auflösung	-	12	-	Bit

Die folgenden Beispiele veranschaulichen, wie die Analog-E/As verwendet werden.

Verwenden eines Analogausgangs

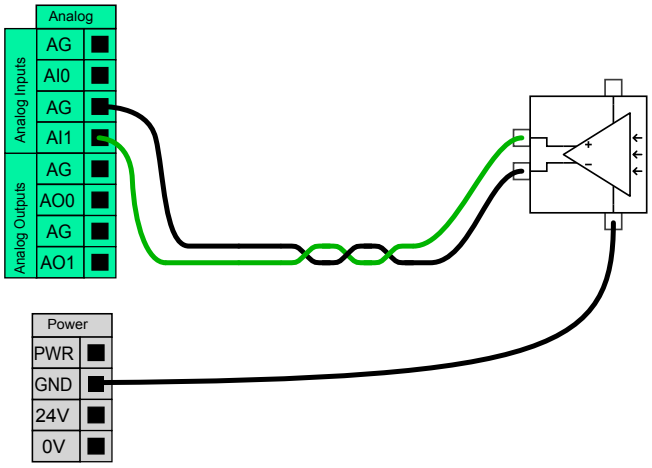
Im Folgenden finden Sie ein Beispiel dafür, wie ein Fließband mit einer analogen Drehzahlsteuereingabe gesteuert werden kann.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Verwenden eines Analogeingangs

Im Folgenden finden Sie ein Beispiel dazu, wie man einen analogen Sensor anschließt.



EIN-/AUS-Remote-Steuerung

Die EIN-/AUS-Remote-Steuerung kann verwendet werden, um die Control-Box ein- und auszuschalten, ohne das Teach Pendant zu verwenden. Sie wird normalerweise für folgende Anwendungen verwendet:

- Wenn das Teach Pendant nicht zugänglich ist.
- eine SPS-Anlage die volle Kontrolle benötigt
- mehrere Roboter gleichzeitig ein- oder ausgeschaltet werden müssen.

Die EIN-/AUS-Remote-Steuerung bietet eine kleine 12-V-Hilfsstromversorgung, die aktiv bleibt, wenn die Control-Box ausgeschaltet ist. Die EIN- und AUS-Eingänge sind nur für kurzzeitige Aktivierung gedacht. Der EIN--Eingang funktioniert genauso wie der Power-Knopf. Verwenden Sie stets den Aus-Eingang zum Ausschalten mit der Fernsteuerung, da dieses Signal das Speichern von Dateien und das problemlose Herunterfahren der Control-Box ermöglicht.

Die elektrischen Spezifikationen sind unten angegeben.

Klemmen	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
[12V - GND]	Spannung	10	12	13	V

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Klemmen	Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
[12V - GND]	Strom	-	-	100	mA
[ON / OFF]	Inaktive Spannung	0	-	0,5	V
[ON / OFF]	Aktive Spannung	5	-	12	V
[ON / OFF]	Eingangsstrom	-	1	-	mA
[ON]	Einschaltzeit	200	-	600	ms

Die folgenden Beispiele veranschaulichen, wie die EIN-/AUS-Remote-Steuerung funktioniert.

HINWEIS

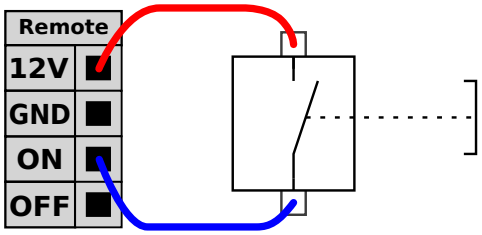
Eine spezielle Funktion der Software ermöglicht es, Programme automatisch zu laden und zu starten, siehe Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89.

VORSICHT

1. Verwenden Sie niemals den EIN-Eingang oder den Power-Knopf, um die Control-Box auszuschalten.

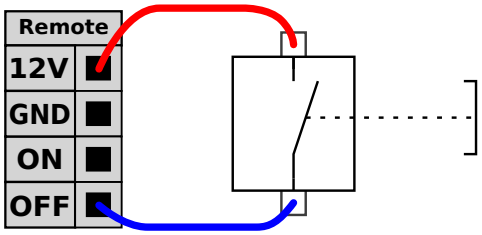
Remote-Taste „EIN“

Die Abbildung unten zeigt, wie eine Taste „Remote-EIN“ angeschlossen wird.



Remote-Taste „AUS“

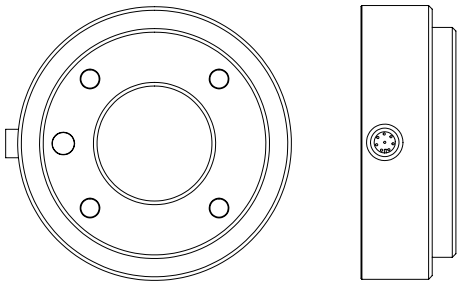
Die Abbildung unten zeigt, wie eine Taste „Remote-AUS“ angeschlossen wird.



1.9.4. Werkzeug E/A

An der Werkzeugseite des Roboters existiert ein kleiner Stecker mit acht Stiften, siehe Abbildung unten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Dieser Stecker liefert Leistungs- und Steuerungssignale für Greifer und Sensoren, die mit einem bestimmten Roboterwerkzeug verwendet werden. Die folgenden Industriekabel sind für die Anwendung geeignet:

- Lumberg RKMV 8-354.

HINWEIS

Der Werkzeuganschluss muss manuell bis auf ein Maximum von 0,4 Nm angezogen werden.

Die acht Adern des Kabels haben unterschiedliche Farben. Jede Farbe steht für eine gewisse Funktion, siehe Tabelle unten:

Farbe	Signal
Rot	0V (GND)
Grau	0V/+12V/+24V (SPANNUNG)
Blau	Werkzeugausgang 0 (TO0)
Pink	Werkzeugausgang 1 (TO1)
Gelb	Werkzeugeingang 0 (TI0)
Grün	Werkzeugeingang 1 (TI1)
Weiß	Analogeingang 2 (AI2)
Braun	Analogeingang 3 (AI3)

Die interne Spannungsversorgung kann im Tab E/A in der GUI auf 0 V, 12 V oder 24 V eingestellt werden, siehe Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89. Die elektrischen Spezifikationen sind unten angegeben:

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Versorgungsspannung im 24-V-Modus	-	24	-	V
Versorgungsspannung im 12-V-Modus	-	12	-	V
Versorgungsstrom in beiden Betriebsarten*	-	-	600	mA

Hinweis: * Es wird dringend empfohlen, eine Schutzdiode für induktive Lasten zu verwenden.
Die folgenden Abschnitte beschreiben die unterschiedlichen E/A des Werkzeugs.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

WARNUNG

1. Schließen Sie Werkzeuge und Greifer so an, dass eine Unterbrechung der Stromversorgung nicht zu einer Gefährdung führt, zum Beispiel durch das Herausfallen eines Werkstücks aus dem Werkzeug.
2. Verwenden Sie die Option 12 V vorsichtig, da ein Fehler durch den Programmierer einen Spannungswechsel auf 24 V verursachen kann, was zu Schäden an den Geräten und zu einem Brand führen kann.

HINWEIS

Der Werkzeugflansch wird an die Erdung (GND) angeschlossen (wie die rote Ader).

Digitalausgänge des Werkzeugs

Die digitalen Ausgänge werden als NPN umgesetzt. Wird ein Digitalausgang aktiviert, wird der entsprechende Anschluss auf Masse gelegt. Wird ein Digitalausgang deaktiviert, ist der entsprechende Anschluss offen (open collector/open drain). Die elektrischen Spezifikationen sind unten angegeben:

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Spannung, wenn offen	-0,5	-	26	V
Spannung beim Absinken 1 A	-	0,05	0.20	V
Strom beim Absinken	0	-	600	mA
Strom durch GND	0	-	600	mA

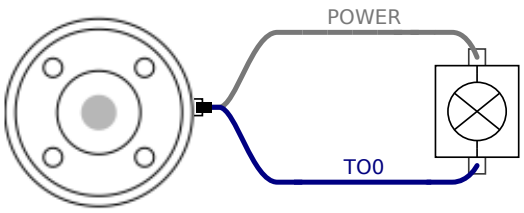
Ein Beispiel für die Verwendung eines Digitalausgangs finden Sie im folgenden Unterabschnitt.

VORSICHT

1. Die Digitalausgänge im Werkzeug sind nicht strombegrenzt und eine Überschreitung der vorgegebenen Daten kann zu dauerhaften Schäden führen.

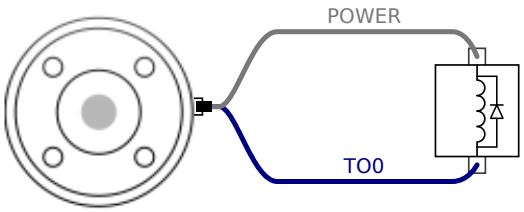
Verwendung der Digitalausgänge des Werkzeugs

Das untenstehende Beispiel zeigt die Aktivierung eines Verbrauchers mit Hilfe der internen 12-V- oder 24-V-Spannungsversorgung. Bitte bedenken Sie, dass Sie die Ausgangsspannung im Tab „E/A“ festlegen müssen. Bitte beachten Sie, dass zwischen dem Anschluss „SPANNUNG“ und der Schirmung/Erdung SPANNUNG anliegt, auch wenn der Verbraucher ausgeschaltet ist.



Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Hinweis: Es wird dringend empfohlen, eine Schutzdiode für induktive Lasten zu verwenden (s. unten).



Digitaleingänge des Werkzeugs

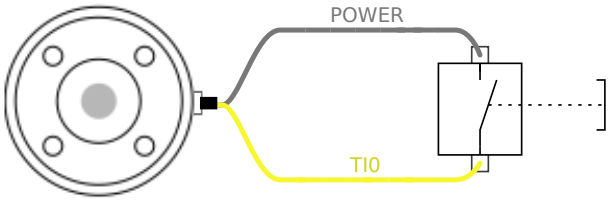
Die Digitaleingänge werden als PNP mit schwachen Pulldown-Widerständen umgesetzt. Dies bedeutet, dass ein potentialfreier Eingang immer einen niedrigen Wert anzeigt. Die elektrischen Spezifikationen sind unten angegeben.

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Eingangsspannung	-0,5	-	26	V
Logischer Pegel LOW	-	-	2,0	V
Logischer Pegel HIGH	5,5	-	-	V
Eingangswiderstand	-	47 k	-	Ω

Ein Beispiel für die Verwendung eines Digitaleingangs finden Sie im folgenden Unterabschnitt.

Verwendung der Digitaleingänge des Werkzeugs

Das untenstehende Beispiel zeigt, wie eine einfache Taste angeschlossen wird.



Analoge Werkzeugeingänge

Die Werkzeug-Analogeingänge sind nicht differenziell und können auf dem Tab E/A auf Spannung oder Strom eingestellt werden, siehe Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89. Die elektrischen Spezifikationen sind unten angegeben.

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Eingangsspannung im Spannungsmodus	-0,5	-	26	V
Eingangswiderstand im Bereich 0V bis 10V	-	15	-	kΩ
Auflösung	-	12	-	Bit
Eingangsspannung im Strommodus	-0,5	-	5,0	V
Eingangsstrom im Strommodus	-2,5	-	25	mA

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Eingangswiderstand im Bereich 4 mA bis 20 mA	-	200	-	Ω
Auflösung	-	12	-	Bit

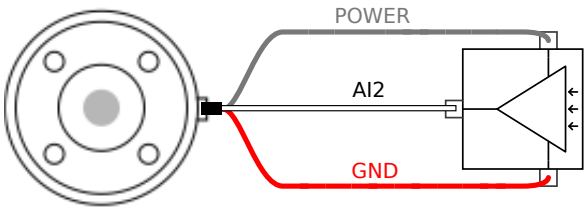
Zwei Beispiele für die Verwendung eines Digitaleingangs finden Sie im folgenden Unterabschnitt.

VORSICHT

1. Analogeingänge sind im Strommodus nicht gegen Überspannung geschützt. Überschreitung des in den elektrischen Spezifikationen angegebenen Grenzwertes kann zu dauerhaften Schäden am Eingang führen.

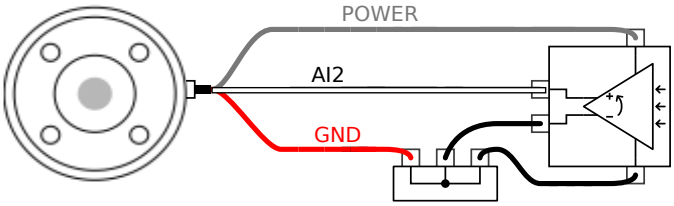
Verwendung der nicht differenziellen Analogeingänge des Werkzeugs

Das folgende Beispiel veranschaulicht das Anschließen eines analogen Sensors an einen nicht differenziellen Ausgang. Der Ausgang des Sensors kann entweder Strom oder Spannung sein, solange der Eingangsmodus dieses Analogeingangs im Tab „E/A“ entsprechend eingestellt ist. Bitte denken Sie daran, zu prüfen, ob der Sensor mit Spannungsausgang den internen Widerstand des Werkzeugs verfälschen kann. Andernfalls könnte die Messung ungültig sein.



Verwendung der differenziellen Analogeingänge des Werkzeugs

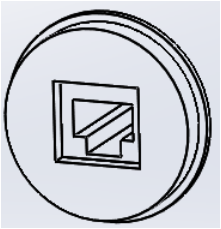
Das folgende Beispiel veranschaulicht das Anschließen eines analogen Sensors an einen differenziellen Ausgang. Verbinden Sie den negativen Teil des Ausgangs mit der Erdung (0 V); die Funktionsweise gleicht der eines nicht differenziellen Sensors.



1.9.5. Ethernet

An der Unterseite der Control-Box befindet sich ein Ethernet-Anschluss, siehe Abbildung unten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Die Ethernet-Schnittstelle kann für folgende Zwecke verwendet werden:

- MODBUS E/A Erweiterungsmodule. Mehr dazu in Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89.
- Remote-Zugriff und Remote-Steuerung.

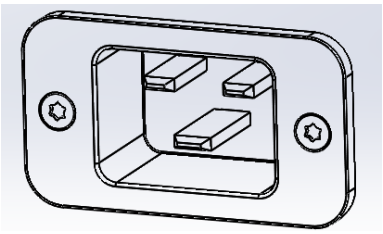
Die elektrischen Spezifikationen sind unten angegeben.

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Kommunikationsgeschwindigkeit	10	-	1000	MB/s

1.9.6. Netzanschluss

Das Netzkabel an der Control-Box verfügt am Ende über einen standardmäßigen IEC-Stecker. Verbinden Sie den IEC-Stecker mit einem länderspezifischen Netzstecker oder Netzkabel.

Um den Roboter zu aktivieren, muss die Control-Box an das Stromnetz angeschlossen sein. Dies muss über die IEC C20 Steckdose an der Unterseite der Control-Box mit einem entsprechenden IEC C19 Kabel geschehen, siehe Abbildung unten.



Die Spannungsversorgung muss mindestens folgende Parameter aufweisen:

- Verbindung mit Masse.
- Hauptsicherung.
- Fehlerstromeinrichtung.

Es wird empfohlen, einen Hauptschalter als einfaches Mittel zur Trennung und Abschaltung aller in der Roboterapplikation befindlichen Geräte zu installieren.

Die elektrischen Spezifikationen finden Sie in der untenstehenden Tabelle.

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Eingangsspannung	100	-	265	VAC
Externe Netzsicherung (@ 100-200 V)	15	-	16	A
Externe Netzsicherung (@ 200-265V)	8	-	16	A

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

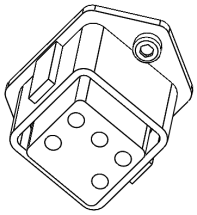
Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Eingangsfrequenz	47	-	63	Hz
Standby-Leistung	-	-	0,5	W
Nennbetriebsleistung	90	250	500	W

WARNUNG

1. Stellen Sie sicher, dass der Roboter korrekt geerdet ist (elektrische Verbindung zur Masse). Verwenden Sie die nicht genutzten Schauben, die zu den Erdungssymbolen in der Control-Box gehören, um eine gemeinsame Erdung aller Geräte im System zu schaffen. Die Nennstromstärke des Masseverbinders sollte nicht unter der höchsten Stromstärke des Systems liegen.
2. Stellen Sie sicher, dass der Eingangsstrom in der Control-Box mit einem Fehlerstromschutzschalter (FI) und einer ordnungsgemäßen Sicherung abgesichert ist.
3. Verriegeln Sie alle Stromversorgungen für die abgeschlossene Roboterinformation während des Betriebs und schalten Sie sie ab. Andere Geräte dürfen den Roboter-E/A nicht mit Strom versorgen, wenn das System abgeschaltet ist.
4. Stellen Sie sicher, dass alle Kabel korrekt angeschlossen sind, bevor die Control-Box angeschlossen wird. Verwenden Sie immer ein originales und ordnungsgemäßes Stromkabel.

1.9.7. Roboterverbindung

Das Kabel des Roboters muss in den Anschluss an der Unterseite der Control-Box gesteckt werden, siehe Abbildung unten. Stellen Sie vor dem Einschalten des Roboterarms sicher, dass der Kaltgerätestecker ordnungsgemäß eingerastet ist. Die Kabelverbindung zum Roboter darf erst getrennt werden, nachdem der Roboter ausgeschaltet wurde.



VORSICHT

1. Trennen Sie die Roboterkabelverbindung nicht, solange der Roboterarm eingeschaltet ist.
2. Das Originalkabel darf weder verlängert noch verändert werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.10. Wartung und Reparatur

Führen Sie alle Sicht- oder Betriebszustandskontrollen unter Einhaltung aller Sicherheitshinweise in diesem Handbuch durch.

Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten sowie Kalibrierungen und Inspektionen sind unter Zuhilfenahme der neuesten Versionen der Wartungshandbücher auf der Support-Website http://www.universal-robots.com/support durchzuführen.

Reparaturarbeiten dürfen nur von Universal Robots oder autorisierten Systemintegratoren durchgeführt werden. Vom Kunden designierte, geschulte Personen können auch Reparaturarbeiten durchführen, sofern sie den im Wartungshandbuch beschriebenen Inspektionsplan befolgen. Im Kapitel 5 des Wartungshandbuchs finden Sie einen vollständigen Inspektionsplan für geschulte Personen

Alle Rücksendungen von Zubehör an Universal Robots sind gemäß den Bedingungen im Wartungshandbuch durchzuführen.

1.10.1. Sicherheitsanweisungen

Im Anschluss an Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten sind Prüfungen durchzuführen, um den erforderlichen Sicherheitsstandard zu gewährleisten. Die gültigen nationalen oder regionalen Arbeitsschutzbestimmungen sind bei diesen Prüfungen zu beachten. Die korrekte Funktionsweise aller Sicherheitsfunktionen ist ebenfalls zu prüfen.

Der Zweck von Wartungs- und Reparaturarbeiten ist es, sicherzustellen, dass das System betriebsfähig bleibt oder, im Falle einer Störung, das System erneut in einen betriebsfähigen Status zu versetzen. Reparaturarbeiten umfassen die Fehlerbehebung und die eigentliche Reparatur selbst.

Bei Arbeiten am Roboterarm oder der Control-Box sind die folgenden Maßnahmen und Warnungen zu beachten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

WARNUNG

1. Nehmen Sie keine Änderungen an der Sicherheitskonfiguration der Software vor (z. B.der Kraftbegrenzung). Die Sicherheitskonfiguration wird im PolyScope-Handbuch beschrieben. Werden Sicherheitsparameter verändert, sollte das komplette Robotersystem neu betrachtet werden, d. h. der gesamte Sicherheitsgenehmigungsprozess, einschließlich Risikobewertung, sollte entsprechend aktualisiert werden.
2. Tauschen Sie defekte Komponenten mit neuen Komponenten mit denselben Artikelnummern oder gleichwertigen Komponenten aus, die zu diesem Zweck von Universal Robots genehmigt wurden.
3. Reaktivieren Sie alle deaktivierten Sicherheitsmaßnahmen unverzüglich nach Abschluss der Arbeit.
4. Dokumentieren Sie alle Reparaturen und speichern Sie diese Dokumentation in der technischen Datei für das komplette Robotersystem.

WARNUNG

1. Trennen Sie das Netzkabel von der Unterseite der Control-Box, um sicherzustellen, dass er vollständig ausgeschaltet ist. Schalten Sie jede andere Energiequelle ab, die an den Roboterarm oder die Control-Box angeschlossen ist. Ergreifen Sie die nötigen Vorkehrungen, um zu vermeiden, dass andere Personen das System während der Reparaturphase einschalten.
2. Prüfen Sie den Erdungsanschluss bevor Sie das System wieder einschalten.
3. Beachten Sie ESD-Vorschriften, wenn Teile des Roboterarms oder der Control-Box demontiert werden.
4. Vermeiden Sie die Demontage der Stromversorgungen in der Control-Box. In den Stromversorgungen können hohe Spannungen (bis zu 600 V) noch mehrere Stunden nach dem Ausschalten der Control-Box vorliegen.
5. Vermeiden Sie das Eindringen von Wasser oder Verunreinigungen in den Roboterarm oder die Control-Box.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.10.2. Reinigung

Alltägliche Reinigung

Sie können Staub/Schmutz/Öl am Roboterarm mit einem Tuch und einem der folgenden Reinigungsmittel abwischen: Wasser, Isopropylalkohol, 10 % Ethanolalkohol oder 10 % Naphtha. In seltenen Fällen können sehr kleine Fettmengen am Gelenk sichtbar sein. Dies hat keinen Einfluss auf die Funktion, Verwendung oder Lebensdauer des Gelenks.

Zusätzliche Reinigung

Aufgrund der zunehmenden Relevanz der Hygiene Ihres Roboters empfiehlt UR die Reinigung mit

70 % Isopropylalkohol (Reinigungsalkohol).

1. Wischen Sie den Roboter mit einem robusten Mikrofasertuch und 70 % Isopropylalkohol (Reinigungsalkohol) ab.
2. Lassen Sie den 70 %igen Isopropylalkohol 5 Minuten lang auf dem Roboter einwirken und reinigen Sie den Roboter dann mit dem Standardreinigungsverfahren.

KEIN BLEICHMITTEL VERWENDEN. Verwenden sie keine Bleichmittel in verdünnten Reinigungslösungen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

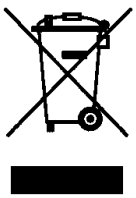
1.11. Entsorgung und Umwelt

UR sind in Einklang mit den geltenden nationalen Gesetzen, Bestimmungen und Normen zu entsorgen.

UR werden zum Schutze der Umwelt unter beschränkter Verwendung gefährlicher Stoffe hergestellt, wie in der europäischen RoHS-Richtlinie 2011/65/EU beschrieben. Zu diesen Stoffen zählen Quecksilber, Cadmium, Blei, Chrom VI, polybromierte Biphenyle und polybromierte Diphenylether.

Gebühren für die Entsorgung von und den Umgang mit Elektroabfall der UR, die auf dem dänischen Markt verkauft werden, werden von Universal Robots A/S vorab an das DPA-System entrichtet. Importeure in Ländern, die der europäischen WEEE-Richtlinie 2012/19/EU unterliegen, sind selbst für ihre Registrierung im nationalen WEEE-Register ihres Landes verantwortlich. Die Gebühr beträgt hierfür in der Regel weniger als 1 €/Roboter. Eine Liste der nationalen Register finden Sie hier: https://www.ewrn.org/national-registers.

Die folgenden Symbole sind am Roboter angebracht, um die Konformität mit den obenstehenden Rechtsvorschriften anzuzeigen:



1.12. Zertifizierungen

Zertifizierungen von Drittparteien sind freiwillig. Um jedoch Roboterintegratoren den besten Service zu bieten, hat sich Universal Robots dazu entschieden, seine Roboter durch die folgenden, anerkannten Prüfinstitute zertifizieren zu lassen.

Kopien aller Zertifizierungen finden Sie im Kapitel Zertifizierungen
.

	TÜV NORD	Universal Robots e-Series Roboter sind durch den TÜV NORD, einer nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG benannten Zertifizierungsstelle in der EU, sicherheitsgeprüft.
	TÜV Rheinland	Rheinland. URs Roboter sind durch den TÜV Rheinland, einer nach der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG benannten Zertifizierungsstelle in der EU, sicherheitsgeprüft.
	TÜV SÜD	URs Roboter sind vom TÜV SÜD reinraumgeprüft.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

	CHINA RoHS	Universal Robots e-Series-Roboter erfüllen China RoHS-Managementtechniken zur Begrenzung von Umweltverschmutzung durch elektronische Informationsprodukte.
	KCC Sicherheit	Universal Robots e-Series-Roboter wurden evaluiert und entsprechen den Sicherheitsstandards des KKC-Zeichens.
	KC-Register	Universal Robots e-Series-Roboter wurden auf ihren Sicherheitsstandard für den Einsatz in einer Arbeitsumgebung evaluiert. Beim Einsatz in häuslichen Umgebungen besteht daher die Gefahr von Funkstörungen.
	Delta	Universal Robots e-Series-Roboter sind von DELTA leistungsgeprüft.

Zertifizierungen von Drittanbietern		
	Umwelt	Die von unseren Anbietern zur Verfügung gestellten Versandpaletten für Universal Robots e-Series-Roboter erfüllen die dänischen ISMPM-15 Anforderungen an Holzverpackungsmaterial und sind gemäß dieser Bestimmungen gekennzeichnet.

Hersteller-Prüfzeugnis		
	Universal Robots	Universal Robots e-Series-Roboter unterliegen kontinuierlichen, internen Prüfungen und End-of-Line-Testverfahren. Die UR-Testverfahren werden stetigen Überprüfungen und Weiterentwicklungen unterzogen.

Erklärungen im Einklang mit EU-Richtlinien

Obwohl in erster Linie für Europa von Bedeutung, erkennen auch einige Länder außerhalb Europas EU-Erklärungen an oder fordern diese ein. Die europäischen Richtlinien finden Sie auf der offiziellen Homepage: http://eur-lex.europa.eu.
Gemäß der Maschinenrichtlinie werden Universal Robots-Roboter von Universal Robots als unvollständige Maschinen betrachtet und als solche ohne CE-Kennzeichnung ausgeliefert.
Sie finden die Einbauerklärung nach der Maschinenrichtlinie im Kapitel Erklärungen und Zertifikate

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.13. Gewährleistung

1.13.1. Produkt-Gewährleistung

Unbeschadet jeglicher Ansprüche, die der Benutzer (Kunde) gegenüber dem Vertriebshändler oder Einzelhändler geltend machen kann, wird dem Kunden eine Herstellergarantie entsprechend den unten stehenden Bedingungen gewährt:

Wenn neue Geräte und deren Komponenten innerhalb von 12 Monaten (maximal 15 Monate ab Versand) nach Inbetriebnahme Mängel aufgrund von Herstellungs- und/oder Materialfehlern aufweisen, stellt Universal Robots die erforderlichen Ersatzteile bereit, während der Benutzer (Kunde) die Arbeitsstunden für den Austausch der Ersatzteile bereitstellt, wobei Universal Robots das Bauteil entweder durch ein anderes Bauteil austauscht, das dem aktuellen Stand der Technik entspricht, oder repariert. Diese Gewährleistung verliert ihre Gültigkeit, wenn der Gerätedefekt auf eine unsachgemäße Behandlung und/oder die fehlende Einhaltung der Informationen in den Benutzerhandbüchern zurückzuführen ist. Diese Gewährleistung gilt nicht für und erstreckt sich nicht auf Leistungen, die durch den befugten Vertriebshändler oder den Kunden selbst durchgeführt werden (z. B. Aufbau, Konfiguration, Herunterladen von Software). Der Kaufbeleg, aus dem das Kaufdatum hervorgeht, ist als Nachweis für die Gewährleistung erforderlich. Ansprüche im Rahmen der Gewährleistung sind innerhalb von zwei Monaten einzureichen, nachdem der Gewährleistungsmangel aufgetreten ist. Das Eigentumsrecht an Geräten oder Komponenten, die durch Universal Robots ausgetauscht und an Universal Robots zurückgeschickt wurden, geht auf Universal Robots über. Diese Gewährleistung deckt jegliche anderen Ansprüche nicht ab, die durch das oder im Zusammenhang mit dem Gerät entstehen. Nichts in dieser Gewährleistung soll dazu führen, die gesetzlich festgeschriebenen Rechte des Kunden und die Herstellerhaftung für Tod oder Personenschaden durch die Verletzung der Sorgfaltspflicht zu begrenzen oder auszuschließen. Der Gewährleistungszeitraum wird nicht durch Leistungen verlängert, die gemäß den Bestimmungen der Gewährleistung erbracht werden. Sofern kein Gewährleistungsmangel besteht, behält sich Universal Robots das Recht vor, dem Kunden die Austausch- und Reparaturarbeiten in Rechnung zu stellen. Die oben stehenden Bestimmungen implizieren keine Änderungen hinsichtlich der Nachweispflicht zu Lasten des Kunden. Für den Fall, dass ein Gerät Mängel aufweist, haftet Universal Robots nicht für indirekte, zufällige, besondere oder Folgeschäden einschließlich - aber nicht beschränkt auf - Einkommensverluste, Nutzungsausfälle, Produktionsausfälle oder Beschädigungen an anderen Produktionsmaschinen.

Wenn ein Gerät Mängel aufweist, kommt Universal Robots nicht für Folgeschäden oder Verluste auf, wie zum Beispiel Produktionsausfall oder Beschädigungen an anderen Produktionsgeräten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

VORSICHT

Es wird generell empfohlen, höhere Beschleunigungen, als sie für eine bestimmte Anwendung erforderlich sind, zu vermeiden. Hohe Beschleunigungen, insbesondere in Verbindung mit hohen Lasten, können die Lebensdauer des Roboters verkürzen. Für Anwendungen mit kurzen Zykluszeiten und hohen Anforderungen an die Geschwindigkeit wird generell empfohlen, möglichst viele Überblendungen zu verwenden, um glatte Bahnkurven zu gewährleisten, ohne dass hohe Beschleunigungen erforderlich sind.

1.13.2. Haftungsausschluss

Universal Robots arbeitet weiter an der Verbesserung der Zuverlässigkeit und dem Leistungsvermögen seiner Produkte und behält sich daher das Recht vor, das Produkt ohne vorherige Ankündigung zu aktualisieren. Universal Robots unternimmt alle Anstrengungen, dass der Inhalt dieser Anleitung genau und korrekt ist, übernimmt jedoch keine Verantwortung für jedwede Fehler oder fehlende Informationen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.14. Nachlaufzeit und -strecke

Informationen über die Nachlaufzeiten und -wege sind für Stopps der Kategorie 0 und Kategorie [1] 1 verfügbar. Dieser Anhang enthält Informationen über Stopps der Kategorie 0. Informationen über Stopps der Kategorie 1 finden Sie unter http://universal-robots.com/support/.

1.14.1. Stopp-Kategorie 0 Nachlaufzeiten und -strecken

Die folgende Tabelle enthält die geltenden Nachlaufzeiten und -strecken, nachdem ein Stopp der KATEGORIE 0 ausgelöst wurde. Diese Messungen entsprechen der folgenden Konfiguration des Roboters:

- Streckung: 100 % (der Roboterarm ist horizontal voll ausgestreckt).
- Geschwindigkeit: 100 % (die allgemeine Geschwindigkeit des Roboters ist auf 100 % festgelegt und die Gelenke bewegen sich mit einer Geschwindigkeit von 183 °/s).
- Nutzlast: maximale am TCP befestigte Nutzlast, die vom Roboter bewegt wird (10 kg).

Der Test an Gelenk 0 wurde bei einer Horizontalbewegung durchgeführt, d. h. die Drehachse stand senkrecht zum Boden. Während der Tests der Gelenke 1 und 2 bewegte sich der Roboter auf einer vertikalen Bahn, d. h. die Drehachsen waren parallel zum Boden angeordnet. Der Stopp wurde durchgeführt, während der Roboter sich abwärts bewegte.

	Nachlaufweg (rad)	Nachlaufzeit (ms)
Gelenk 0 (BASIS)	0.98	750
Gelenk 1 (SCHULTER)	0.35	240
Gelenk 2 (ELLBOGEN)	0.38	280

1. Gemäß ISO 60204-1, siehe Glossar für weitere Details.

1.15. Erklärungen und Zertifikate

EU Declaration of Incoporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010	
Manufacturer	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Denmark
Person in the Community Authorized to Compile the Technical File	David Brandt Technology Officer, Research and Development Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Description and Identification of the Partially-Completed Machine(s) Product and Function	Industrial robot (multi-axis manipulator with Control Box and Teach Pendant). Function is determined by the completed machine (with end-effector and intended use).

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

EU Declaration of Incoporation in accordance with ISO/IEC 17050-1:2010	
Model	UR3, UR5, UR10 with CB3 control box (UR3/CB3, UR5/CB3, UR10/CB3)
Serial Number	Starting 20183000000 and higher --- Effective 1 January 2018
Incorporation:	Universal Robots (UR3, UR5, and UR10) shall only be put into service upon being integrated into a final complete machine (robot system, cell or application), which conforms with the provisions of the Machinery Directive and other applicable Directives.

It is declared that the above products, for what is supplied, fulfil the following Directives as Detailed Below:	
I Machine Directive 2006/42/EC	The following essential requirements have been fulfilled: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 It is declared that the relevant technical documentation has been compiled in accordance with Part B of Annex VII of the Machinery Directive.
II Low-voltage Directive 2014/35/EU	Reference the LVD and the harmonized standards used below.
III EMC Directive 2014/30/EU	Reference the EMC Directive and the harmonized standards used below.
IV RoHS Directive 2011/65/EU	Reference the RoHS Directive 2011/65/EU.
V WEEE Directive 2012/19/EU.	Reference the WEEE Directive 2012/19/EU.
Reference to Harmonized Standards Used:	(I) EN ISO 10218-1:2011 as applicable,(I) EN ISO 12100:2010 (I) EN ISO 13732-1:2008, (I) EN ISO 13849-1:2008 & 2015* *Note: From the 2008 to the 2015 editions, there are no changes relevant to our robots TUV Nord Certificate 4478014097602
	(I) EN ISO 13849-2:2012, (I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008, (I) EN ISO 13850:2015 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007, (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (II) EN 60529:1991/ A2:2013
	(II) EN 60664-1:2007, (II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (II) EN 61000-6-2:2005, (II) EN 61140:2002/ A1:2006 (III)EN 61000-6-4:2007/ A1:2011, (III)EN 61131-2:2007

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Reference to Other Technical Standards and Specifications Used:	(I) ISO/TS 15066 as applicable
	(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2] ISO 14664-1:2015 Class 5 for control assembly with enclosure and Class 5 for UR3, UR5 and UR10 manipulators (II) IEC 60664-5:2007
	(III) IEC 60068-2-27:2008, (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007, (III) IEC 61326-3-1:2008

The manufacturer, or his authorized representative, shall transmit relevant information about the partly completed machinery in response to a reasoned request by the national authorities.
Approval of full quality assurance system (ISO 9001), by the notified body Bureau Veritas, certificate #DK008850.

Odense Denmark, 27 September 2018

Name: Roberta Nelson Shea
Position/ Title Global Technical Compliance Officer

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60
Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989
info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

1.16. Erklärungen und Zertifikate (übersetzung des Originals)

EU-Konformitätserklärung gemäß ISO/IEC 17050-1:2010	
Hersteller	Universal Robots A/S Energivej 25 DK-5260 Odense S Dänemark
Person der Gemeinschaft, die für die Zusammenstellung der technischen Datei autorisiert ist	David Brandt Technologiebeauftragter, Forschung und Entwicklung Universal Robots A/S Energivej 25, DK-5260 Odense S
Beschreibung und Identifizierung der teilweise fertiggestellten Maschine(n) Produkt und Funktion	Industrieroboter (mehrachsiger Manipulator mit Control-Box und Teach-Pendant). Die Funktion wird durch die fertige Maschine (mit Anbaugerät und Verwendungszweck) bestimmt.
Modell	UR3, UR5, UR10 mit Control-Box CB3 (UR3/CB3, UR5/CB3, UR10/CB3)
Seriennummer	Beginnend bei 20183000000 und höher --- Gültig ab Montag, 1. Januar 2018

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

EU-Konformitätserklärung gemäß ISO/IEC 17050-1:2010	
Inkorporierung:	Universal Robots (UR3, UR5 und UR10) dürfen erst dann in Betrieb genommen werden, wenn sie in eine endgültige vollständige Maschine (Robotersystem, Zelle oder Anwendung) integriert sind, die den Bestimmungen der Maschinenrichtlinie und anderer anwendbarer Richtlinien entspricht.

Es wird erklärt, dass obenstehende Produkte entsprechend der Lieferung die unten ausgeführten Richtlinien erfüllen:	
I Maschinenrichtlinie 2006/42/EG	Die folgenden wesentlichen Anforderungen sind erfüllt: 1.1.2, 1.1.3, 1.1.5, 1.2.1, 1.2.4.3, 1.2.6, 1.3.4, 1.3.8.1, 1.5.1, 1.5.2, 1.5.6, 1.5.10, 1.6.3, 1.7.2, 1.7.4, 4.1.2.3 Es wird erklärt, dass die relevante technische Dokumentation in Übereinstimmung mit Teil B des Anhangs VII der Maschinenrichtlinie erstellt worden ist.
II Niederspannungsrichtlinie 2014/35/EU	Siehe die Niederspannungsrichtlinie und die verwendeten harmonisierten Normen unten.
III EMV-Richtlinie 2014/30/EU	Siehe die Niederspannungsrichtlinie und die verwendeten harmonisierten Normen unten.
IV RoHS-Richtlinie 2011/65/EU	Siehe die RoHS-Richtlinie 2011/65/EU.
V WEEE-Richtlinie 2012/19/EU.	Siehe die WEEE-Richtlinie 2012/19/EU.
Siehe die verwendeten harmonisierten Normen:	(I) EN ISO 10218-1:2011 soweit zutreffend, (I) EN ISO 12100:2010 (I) EN ISO 13732-1:2008, (I) EN ISO 13849-1:2008 & 2015* *Hinweis: Von Edition 2008 bis 2015 gibt es keine Änderungen, die für unsere Roboter relevant sind. TÜV Nord Zertifizierung 4478014097602
	(I) EN ISO 13849-2:2012, (I) EN ISO 13850:2015 (I) EN 1037:1995+A1:2008, (I) EN ISO 13850:2015 (II) EN 60320-1:2001/ A1:2007, (II) EN 60204-1:2006/ A1:2010 (II) EN 60529:1991/ A2:2013
	(II) EN 60664-1:2007, (II) EN 60947-5-5:1997/ A11:2013 (II) EN 61000-6-2:2005, (II) EN 61140:2002/ A1:2006 (III)EN 61000-6-4:2007/ A1:2011, (III)EN 61131-2:2007

Siehe die anderen verwendeten technische Normen und Spezifikationen:	(I) ISO/TS 15066 soweit anwendbar
	(II) IEC 61784-3:2010 [SIL2] ISO 14664-1:2015 Klasse 5 für Steuerungsbaugruppe mit Gehäuse und Klasse 5 für UR3-, UR5- und UR10-Manipulatoren (II) IEC 60664-5:2007
	(III) IEC 60068-2-27:2008, (III) IEC 60068-2-1:2007 (III) IEC 60068-2-2:2007, (III) IEC 61326-3-1:2008

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Der Hersteller oder sein autorisierter Vertreter muss auf begründetes Verlangen der nationalen Behörden einschlägige Informationen über die unvollständige Maschine übermitteln.
Genehmigung einer umfassenden Qualitätsmanagementnorm (ISO 9001) durch die benannte Stelle Bureau Veritas, Zertifizierung #DK008850.

Odense Denmark, 27 September 2018

Name: Roberta Nelson Shea
Position/ Title Global Technical Compliance Officer

Universal Robots A/S, Energivej 25, DK-5260 Odense S, Denmark
CVR-nr. 29 13 80 60
Phone +45 8993 8989
Fax +45 3879 8989
info@universal-robots.com
www.universal-robots.com

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Sicherheitszertifikat

TÜV NORD

ZERTIFIKAT
CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / *This certifies, that the company*

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.
is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated

Fertigungsstätte: *Manufacturing plant:*	**Universal Robots A/S** **Energivej 25** **5260 Odense S** **Denmark**
Beschreibung des Produktes: (Details s. Anlage 1) *Description of product:* *(Details see Annex 1)*	**Universal Robots Safety System UR Safety 3.1 for UR10, UR5 and UR3 robots**
Geprüft nach: *Tested in accordance with:*	**EN ISO 13849-1:2015, PL d**

TÜV NORD
TÜV NORD CERT GmbH
Approved Safety Function
acc. to applied safety standards
EN ISO 13849-1
PL 'd'

Registrier-Nr. / *Registered No.* 44 207 14097602
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3527 2426
Aktenzeichen / *File reference* 8003020361

Gültigkeit / Validity
von / *from* 2020-08-05
bis / *until* 2025-08-04

Zertifizierungsstelle der
TÜV NORD CERT GmbH

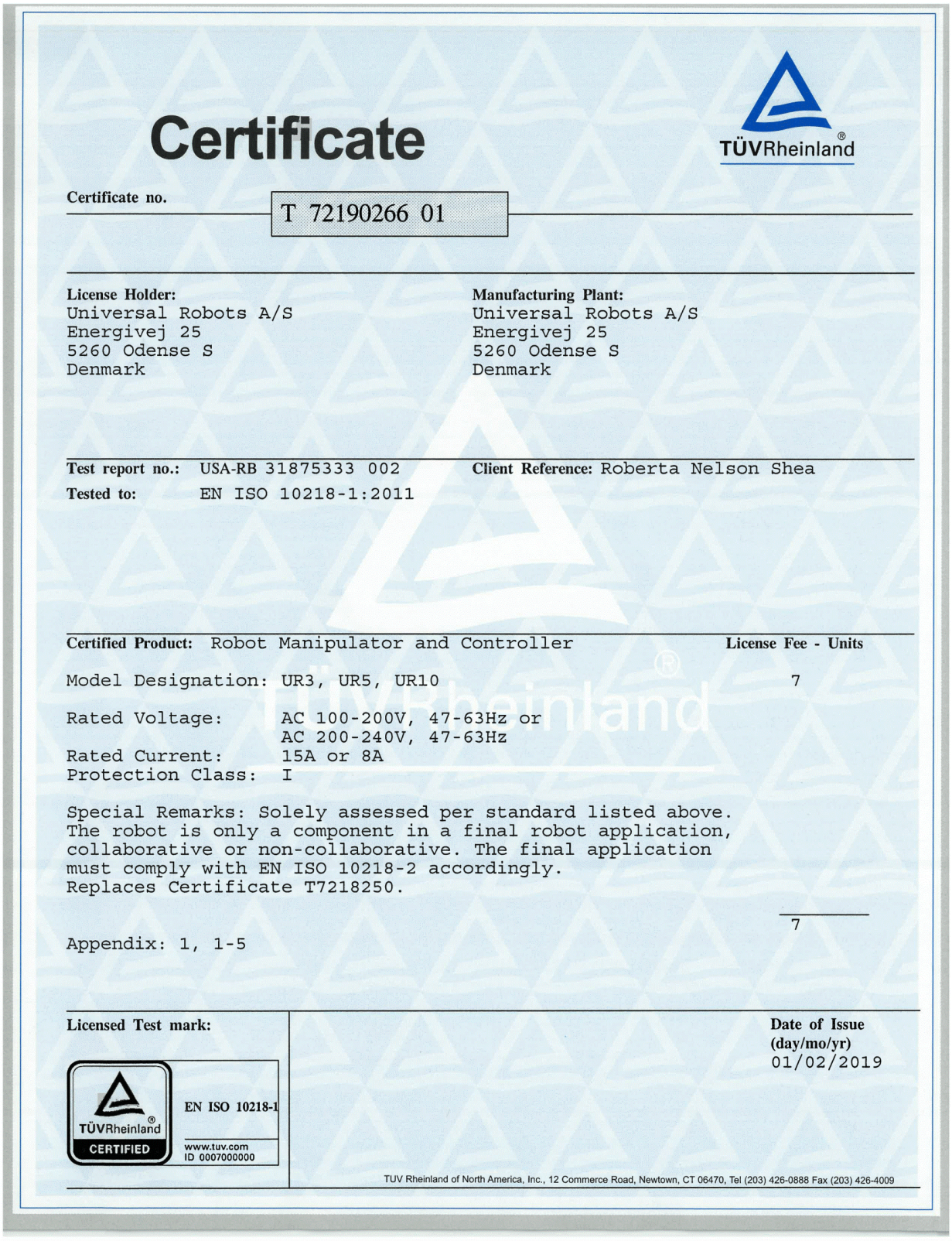
Essen, 2020-08-05

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen www.tuev-nord-cert.de technology@tuev-nord.de

Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise
Please also pay attention to the information stated overleaf

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

TÜV Rheinland



Certificate

TÜVRheinland®

Certificate no. T 72190266 01

License Holder:
Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Manufacturing Plant:
Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Test report no.: USA-RB 31875333 002
Client Reference: Roberta Nelson Shea
Tested to: EN ISO 10218-1:2011

Certified Product: Robot Manipulator and Controller
License Fee - Units

Model Designation: UR3, UR5, UR10 — 7

Rated Voltage: AC 100-200V, 47-63Hz or
AC 200-240V, 47-63Hz
Rated Current: 15A or 8A
Protection Class: I

Special Remarks: Solely assessed per standard listed above.
The robot is only a component in a final robot application,
collaborative or non-collaborative. The final application
must comply with EN ISO 10218-2 accordingly.
Replaces Certificate T7218250.

7

Appendix: 1, 1-5

Licensed Test mark:

TÜVRheinland® CERTIFIED
EN ISO 10218-1
www.tuv.com
ID 0007000000

Date of Issue (day/mo/yr)
01/02/2019

TUV Rheinland of North America, Inc., 12 Commerce Road, Newtown, CT 06470, Tel (203) 426-0888 Fax (203) 426-4009

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Reinraumprüfungszertifikat

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

ROBOTER, MODEL: UR10 / TYP INDUSTRIAL

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 5 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 3116016-03
Report-Nr.: 203195-3
Valid till: August 2023

Dipl.-Ing. Walter Ritz
Berlin, 29. August 2019
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

CONTROLLER for UR 3 / UR 5 / UR 10

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 6 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 3116016-04
Report-Nr.: 203195
Valid till: August 2023

Dipl.-Ing. Walter Ritz
Berlin, 29. August 2019
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

China RoHS

Management Methods for Controlling Pollution
by Electronic Information Products
Product Declaration Table
For Toxic or Hazardous Substances
表1 有毒有害物质或元素名称及含量标识格式

Product/Part Name 产品/部件名称	Toxic and Hazardous Substances and Elements 有毒有害物质或元素					
	铅 Lead (Pb)	汞 Mercury (Hg)	镉 Cadmium (Cd)	六价 Hexavalent Chromium (Cr+6)	多溴联苯 Polybrominated biphenyls (PBB)	多溴二苯醚 Polybrominated diphenyl ethers (PBDE)
UR Robots UR3 / UR5 / UR10 UR机器人 UR3/UR5/UR10	X	O	X	O	X	X

O: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in all of the homogeneous materials for this part is below the limit requirement in SJ/T11363-2006.
O: 表示该有毒有害物质在该部件所有均质材料中的含量均在SJ/T 11363-2006规定的限量要求以下。

X: Indicates that this toxic or hazardous substance contained in at least one of the homogeneous materials used for this part is above the limit requirement in SJ/T11363-2006.
X: 表示该有毒有害物质至少在该部件的某一均质材料中的含量超出SJ/T 11363-2006规定的限量要求。

（企业可在此处，根据实际情况对上表中打"X"的技术原因进行进一步说明。）

Items below are wear-out items and therefore can have useful lives less than environmental use period:
下列项目是损耗品,因而它们的使用寿命可能短于环境使用时间:

Drives, Gaskets, Probes, Filters, Pins, Cables, Stiffener, Interfaces
驱动器, 垫圈, 探针, 过滤器, 别针, 缆绳, 加强筋, 接口

Refer to product manual for detailed conditions of use.
详细使用情况请阅读产品手册.

Universal Robots encourages that all Electronic Information Products be recycled but does not assume responsibility or liability.
Universal Robots 鼓励回收再循环利用所有的电子信息产品, 但 Universal Robots 不负任何责任或义务

To the maximum extent permitted by law, Customer shall be solely responsible for complying with, and shall otherwise assume all liabilities that may be imposed in connection with, any legal requirements adopted by any governmental authority related to the Management Methods for Controlling Pollution by Electronic Information Products (Ministry of Information Industry Order #39) of the Peoples Republic of China otherwise encouraging the recycle and use of electronic information products. Customer shall defend, indemnify and hold Universal Robots harmless from any damage, claim or liability relating thereto. At the time Customer desires to dispose of the Products, Customer shall refer to and comply with the specific waste management instructions and options set forth at http://www.teradyne.com/about-teradyne/corporate-social-responsibility, as the same may be amended by Teradyne or Universal Robots.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

KCC Sicherheit

자율안전확인 신고증명서

신청인	사업장명	Universal Robots A/S	사업장관리번호	2016E110079
	사업자등록번호	016E110079	대표자 성명	Klaus Vestergaard
	소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		

자율안전인증대상 기계 · 기구명	산업용로봇		
형식(규격)	UR10	용량(등급)	6 axis
자율안전확인번호	16-AB2EQ-00924		
제조자	Universal Robots A/S		
소재지	Energivej 25, 5260 Odense S, Denmark		

「산업안전보건법」 제35조제1항 및 같은 법 시행규칙 제61조제3항에 따라
자율안전확인 신고증명서를 발급합니다.

2018년 11월 06일

한국산업안전보건공단 서울지역본부장

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

KC-Register

48B6-1E94-3375-0307

방송통신기자재등의 적합등록 필증

Registration of Broadcasting and Communication Equipments

상호 또는 성명 *Trade Name or Registrant*	Universal Robots A/S
기자재명칭(제품명칭) *Equipment Name*	산업용컴퓨터의 제어를 받는 플랜트 설비
기본모델명 *Basic Model Number*	UR10
파생모델명 *Series Model Number*	
등록번호 *Registration No.*	MSIP-REM-URK-UR10
제조자/제조(조립)국가 *Manufacturer/Country of Origin*	Universal Robots A/S / 덴마크
등록연월일 *Date of Registration*	2016-09-07
기타 *Others*	

위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.

It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.

2018년(Year) 10월(Month) 10일(Day)

국립전파연구원장 국립전파연구원장인

Director General of National Radio Research Agency

※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 **"적합성평가표시"** 를 부착하여 유통하여야 합니다.
위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Umweltverträglichkeitszertifikat

Climatic and mechanical assessment

Client	Force Technology project no.
Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	117-32120

Product identification

UR 3 robot arms
UR 3 control boxes with attached Teach Pendants.
UR 5 robot arms
UR5 control boxes with attached Teach Pendants.
UR10 robot arms:
UR10 control boxes with attached Teach Pendants.
See reports for details.

Force Technology report(s)

DELTA project no. 117-28266, DANAK-19/18069
DELTA project no. 117-28086, DANAK-19/17068

Other document(s)

Conclusion

The three robot arms UR3, UR5 and UR10 including their control boxes and Teach Pendants have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the Force Technology reports listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests were fulfilled in general terms with only a few minor issues (see test reports for details).

IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h
IEC 60068-2-2, Test Be; +35°C, 16h
IEC 60068-2-2, Test Be; +50°C, 16 h
IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 10 Hz: +12 dB/octave, 10-50 Hz 0.00042 g²/Hz, 50 – 100 Hz: -12 dB/octave, 1,66 grms, 3 x 1½ h
IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 11 g, 11 ms, 3 x 18 shocks

Date	Assessor
Hørsholm, 25 August 2017	Andreas Wendelboe Højsgaard M.Sc.Eng.

DELTA – a part of FORCE Technology - Venlighedsvej 4 - 2970 Hørsholm - Denmark - Tel. +45 72 19 40 00 - Fax +45 72 19 40 01 - www.delta.dk

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1549

DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Administration part of the Energy Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive. The attestation of conformity is in accordance with the essential requirements set out in Annex I.

DELTA client
Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)
UR robot generation 3, G3, including CB3/AE for models UR3, UR5 and UR10

Manufacturer
Universal Robots A/S

Technical report(s)
DELTA Project T207371, EMC Test of UR5 and UR10 - DANAK-19/13884, dated 26 March 2014
DELTA Project T209172, EMC Test of UR3 - DANAK-19/14667, dated 05 November 2014
UR EMC Test Specification G3 rev 3, dated 30 October 2014
EMC Assessment Sheet 1351

Standards/Normative documents
EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
EN/(IEC) 61326-3-1:2008, Industrial locations, SIL 2 applications
EN/(IEC) 61000-6-2:2005
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1

The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same EMC quality. The attestation does not contain any statements pertaining to the EMC protection requirements pursuant to other laws and/or directives other than the above mentioned if any.

DELTA
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Denmark

Tel. +45 72 19 40 00
Fax +45 72 19 40 01
www.delta.dk
VAT No. 12275110

Hørsholm, 08 August 2016

Knud A. Baltsen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.17. Angewandte Normen

Dieser Abschnitt beschreibt relevante Normen, die bei der Entwicklung des Roboterarms und der Control-Box angewendet wurden. Eine in Klammern stehende EU-Richtlinienbezeichnung bedeutet, dass die Norm gemäß dieser Richtlinie harmonisiert ist.

Ein Standard ist kein Gesetz, sondern ein von bestimmten Mitgliedern einer Branche verfasstes Dokument. Standards definieren die normalen Sicherheits- und Leistungsanforderungen für ein Produkt oder eine Produktgruppe.

Die Abkürzungen in diesem Dokument haben folgende Bedeutung:

ISO	International Standardization Organization
IEC	International Electrotechnical Commission
EN	European Norm
TS	Technical Specification
TR	Technical Report
ANSI	American National Standards Institute
RIA	Robotic Industries Association
CSA	Canadian Standards Association

Die Konformität mit den folgenden Standards ist nur dann gewährleistet, wenn die Montageanweisungen, die Sicherheitsanweisungen und andere Anleitungen in diesem Handbuch befolgt werden.

ISO 13849-1:2006 [PLd]
ISO 13849-1:2015 [PLd]
ISO 13849-2:2012
EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd - 2006/42/EC]
EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/EG)

Safety of machinery - Safety-related parts of control systems

Part 1: General principles for design

Part 2: Validation

Die Sicherheitssteuerung ist entsprechend den Anforderungen der Standards als Performance- Level D (PLd) ausgelegt.

ISO 13850:2006 [Stopp-Kategorie 1]
ISO 13850:2015 [Stopp-Kategorie 1]
EN ISO 13850:2008 (E) [Stopp-Kategorie 1 - 2006/42/EG]
EN ISO 13850:2015 [Stopp-Kategorie 1 - 2006/42/EG]

Maschinensicherheit - Notabschaltung - Design-Prinzipien

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Die Notabschaltungsfunktion ist nach diesem Standard als Stopp-Kategorie 1 ausgelegt. Stopp-Kategorie 1 beschreibt einen kontrollierten Stopp, bei dem die Motoren unter Stromzufuhr gestoppt werden und die Stromversorgung getrennt wird, nachdem der Stopp ausgeführt wurde.

ISO 12100:2010
EN ISO 12100:2010 (E) [2006/42/EG]

Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction

UR Roboter werden nach den Prinzipien dieses Standards beurteilt.

ISO 10218-1:2011
EN ISO 10218-1:2011(E) [2006/42/EG]

Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots

Part 1: Robots

Dieser Standard gilt für den Hersteller des Roboters und nicht für den Integrator. Der zweite Teil (ISO 10218-2) ist für den Roboter-Integrator bestimmt, da er sich mit der Installation und dem Design der Roboter-Anwendung befasst.

Die Autoren der Norm beziehen sich auf herkömmliche Industrieroboter, bei denen der Mensch üblicherweise durch Zäune und Lichtgitter geschützt ist. UR Roboter verfügen über ständig aktive Kraft- und Leistungsbegrenzungen. Daher werden im Folgenden einige Begriffe erläutert.

Falls ein UR Roboter in einer nicht sicheren Applikation verwendet wird, sind unter Umständen zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen erforderlich; siehe 1.5. Sicherheit auf Seite 5 dieses Handbuchs.

Klarstellung:

- „3.24.3 Gesicherter Bereich“ ist durch den Perimeterschutz definiert. Typischerweise befindet sich der gesicherte Bereich hinter einer Absperrung, die Menschen vor gefährlichen, herkömmlichen Robotern schützt. UR Roboter sind so ausgelegt, dass sie mit ihren leistungs- und kraftbegrenzenden, kollaborativen Sicherheitsfunktionen auch ohne Absperrung verwendet werden können und benötigen keinen durch eine Absperrung abgetrennten, gesicherten Gefahrenbereich.
- "5.4.2 Leistungsanforderung". Alle Sicherheitsfunktionen sind nach ISO 13849-1:2006 als PLd ausgelegt. Der Roboter verfügt in jedem Gelenk über redundante Encoder-Systeme und die sicherheitsrelevanten E/As sind mit einer Kategorie 3 [1] Struktur ausgelegt. Die sicherheitsrelevanten E/A müssen gemäß dieser Anleitung an Anlagen der Kategorie 3 angeschlossen werden, um eine PLD-Struktur der Kategorie 3 der gesamten Sicherheitsfunktion zu bilden.
- "5.7 Betriebsmodi". UR Roboter haben keine unterschiedlichen Betriebsmodi und haben daher auch keinen Betriebsart-Wählschalter.

[1] Gemäß ISO 13849-1, siehe Glossar für weitere Details.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

- "5.8 Pendant-Steuerung". Dieser Abschnitt definiert Schutzfunktionen des Teach Pendant für die Verwendung in einem gesicherten Gefahrenbereich. Da UR Roboter für den kollaborativen Betrieb entwickelt wurden, ist kein gesicherter Gefahrenbereich wie bei herkömmlichen Robotern erforderlich. Die Teach-Funktion ist bei UR Robotern sicherer als bei herkömmlichen Robotern. Anstatt einen Drei-Punkt-Schalter betätigen zu müssen, kann der Bediener den Roboter ganz einfach mit der Hand stoppen. Wird ein UR-Roboter in einem gefährdeten, abgesicherten Bereich installiert, ist die Anbindung an einen Drei-Punkt-Schalter als zusätzliche Schutzmaßnahme wie in der Anleitung beschrieben möglich. Beachten Sie auch die Aussage in ISO/TS 15066 Abschnitt 5.4.5.
- "5.10 Anforderungen für den kollaborativen Betrieb". Die leistungs- und kraftbegrenzenden, kollaborativen Sicherheitsfunktionen der UR Roboter sind stets aktiv. Das visuelle Design der UR Roboter unterstreicht deren Fähigkeit zum kollaborativen Betrieb. Die leistungs- und kraftbegrenzenden Sicherheitsfunktionen wurden in Übereinstimmung mit ISO 10218-1 Abschnitt 5.10.5 entwickelt. Beachten Sie auch die Erklärung in ISO/TS 15066 Abschnitt 5.4.5.
- "5.12.3 Sicherheitsrelevante weiche Achsen- und Raumbegrenzung". Diese Funktion ist eine von mehreren Sicherheitsfunktionen, die über die Software konfigurierbar sind. Ein Hash-Code wird aus den Einstellungen all dieser Sicherheitsfunktionen erzeugt und als Sicherheitsprüfungskennung in der grafischen Benutzeroberfläche dargestellt.

ISO/TS 15066:2016

Roboter und Roboter-Geräte – Sicherheitsanforderungen für industrielle Roboter – Kollaborativer Betrieb

Dies ist eine Technische Spezifikation (TS), **keine** Norm. Der Zweck einer TS ist es, neue Anforderungen vorzustellen, um Ihre Anwendbarkeit auf eine Branche zu prüfen. Per Definition ist eine TS nicht genug ausgereift, um sie im Rahmen der europäischen Richtlinien zu harmonisieren.

Diese TS ist sowohl für Hersteller als auch Integratoren von Robotersystemen gedacht. UR-Roboter entsprechen den Teilanforderungen, die für den reinen Roboter relevant sind, so dass es dem Integrator freisteht, die TS bei der Integration des Roboters zu verwenden.

Diese TS zeigt freiwillige Anforderungen und Leitlinien auf, welche die ISO 10218-Normen auf dem Gebiet von kollaborativen Robotern ergänzen. Neben dem Haupttext enthält die TS einen Anhang A mit einer Tabelle, welche Vorschläge für Kraft und Druckgrenzen aufzeigt, die sich an Schmerzgrenzen und **nicht** an Verletzungen orientieren. Es ist wichtig, die Hinweise unterhalb der Tabelle zu lesen und zu verstehen, da viele der Grenzwerte nur auf konservativen Schätzungen und Literaturstudien beruhen. Alle Angaben können sich in der Zukunft ändern, sobald neue Ergebnisse aus der wissenschaftlichen Forschung verfügbar sind. Der Anhang A ist ein informeller und freiwilliger Teil der TS. Eine Konformität mit der TS liegt daher auch ohne die Verwendung der in Anhang A aufgeführten Grenzwerte vor.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrielle Roboter und Robotersysteme – Sicherheitsanforderungen

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Dieser amerikanische Standard umfasst die ISO-Normen ISO 10218-1 und ISO 10218-2 in einem Dokument. Das britische Englisch des Originals wurde in amerikanisches Englisch umgeändert, der Inhalt bleibt jedoch gleich.

Der zweite Teil (ISO 10218-2) dieser Norm trifft auf den Integrator des Robotersystems und daher nicht auf Universal Robots zu.

CAN/CSA-Z434-14

Industrial Robots and Robot Systems - General Safety Requirements

Dieser kanadische Standard umfasst die ISO-Normen ISO 10218-1 (siehe oben) und -2 in einem Dokument. CSA hat zusätzliche Anforderungen an den Benutzer des Robotersystems hinzugefügt. Einige dieser Anforderungen müssen möglicherweise vom Roboter-Integrator beachtet werden.

Der zweite Teil (ISO 10218-2) dieser Norm trifft auf den Integrator des Robotersystems und daher nicht auf Universal Robots zu.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

IEC 61000-6-2:2005
IEC 61000-6-4/A1:2010
EN 61000-6-2:2005 [2004/108/EC]
EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/EG]

Electromagnetic compatibility (EMC)

Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments

Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments

Diese Standards definieren Anforderungen in Bezug auf elektrische und elektromagnetische Störungen. Die Konformität mit diesen Standards gewährleistet, dass UR Roboter in Industrieumgebungen gut funktionieren und dass sie keine anderen Geräte stören.

IEC 61326-3-1:2008
EN 61326-3-1:2008

Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements

Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) - General industrial applications

Dieser Standard definiert erweiterte EMV-Störfestigkeitsanforderungen für sicherheitsbezogene Funktionen. Die Konformität mit diesem Standard gewährleistet, dass die Sicherheitsfunktionen der UR-Roboter auch dann sicher arbeiten, wenn andere Geräte die in den IEC 61000 Normen definierten EMV-Grenzwerte überschreiten.

IEC 61131-2:2007 (E)
EN 61131-2:2007 [2004/108/EG]

Programmable controllers

Part 2: Equipment requirements and tests

Sowohl normale als auch sicherheitsrelevante 24 V E/A wurden gem. den Anforderungen dieser Norm entwickelt und konstruiert, um eine sichere Kommunikation mit anderen SPS-Systemen zu gewährleisten.

ISO 14118:2000 (E)
EN 1037/A1:2008 [2006/42/EG]

Safety of machinery - Prevention of unexpected start-up

Diese beiden Standards sind sich sehr ähnlich. Sie definieren Sicherheitsprinzipien zur Vermeidung eines unerwarteten Anlaufs als Folge einer unbeabsichtigten Wiederherstellung der Stromversorgung während der Wartung oder Reparatur oder aufgrund von unbeabsichtigten Anlaufbefehlen von Seiten der Steuerung.

IEC 60947-5-5/A1:2005
EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/EC]

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function

Die direkte Kontaktunterbrechung und der Sicherheitsverriegelungsmechanismus des Not-Aus-Schalters entsprechen den Anforderungen dieses Standards.

IEC 60529:2013
EN 60529/A2:2013

Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

Diese Norm legt Schutzarten hinsichtlich des Schutzes gegen Staub und Wasser fest. UR Roboter werden laut dieser Norm entwickelt und erhalten einen IP-Code (siehe Aufkleber auf dem Roboter).

IEC 60320-1/A1:2007
IEC 60320-1:2015
EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]
EN 60320-1:2015

Appliance couplers for household and similar general purposes

Part 1: General requirements

Das Netzkabel erfüllt diese Norm.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

ISO 9409-1:2004 [Typ 50-4-M6]

Manipulating industrial robots - Mechanical interfaces

Part 1: Plates

Die Werkzeugflansche der UR Roboter entsprechen Typ 50-4-M6 dieses Standards. Roboterwerkzeuge sollten ebenfalls laut diesem Standard konstruiert sein, um eine ordnungsgemäße Passform zu gewährleisten.

ISO 13732-1:2006
EN ISO 13732-1:2008 [2006/42/EG]

Ergonomics of the thermal environment - Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces

Part 1: Hot surfaces

Die UR Roboter sind so ausgelegt, dass ihre Oberflächentemperaturen stets unter dem in diesem Standard definierten, ergonomischen Grenzwert bleiben.

IEC 61140/A1:2004
EN 61140/A1:2006 [2006/95/EG]

Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment

UR Roboter werden gemäß diesem Standard konstruiert, um vor Stromschlägen zu schützen. Ein Erdungs-/Masseanschluss gemäß Teil I Hardware-Installationshandbuch auf Seite 3 ist zwingend erforderlich.

IEC 60068-2-1:2007
IEC 60068-2-2:2007
IEC 60068-2-27:2008
IEC 60068-2-64:2008
EN 60068-2-1:2007
EN 60068-2-2:2007
EN 60068-2-27:2009
EN 60068-2-64:2008

Environmental testing

Part 2-1: Tests - Test A: Cold

Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat

Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock

Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, broadband random and guidance

UR Roboter werden nach den in diesen Normen definierten Testmethoden geprüft.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

IEC 61784-3:2010
EN 61784-3:2010 [SIL 2]

Industrial communication networks - Profiles

Part 3: Functional safety fieldbuses - General rules and profile definitions

Diese Standards legen Anforderungen an sicherheitsbewertete Kommunikationsbusse fest.

IEC 61784-3:2010
EN 61784-3:2010 [SIL 2]

Safety of machinery - Electrical equipment of machines

Part 1: General requirements

Die allgemeinen Grundlagen dieser Norm sind erfüllt.

IEC 60664-1:2007
IEC 60664-5:2007
EN 60664-1:2007 [2006/95/EC]
EN 60664-5:2007

Insulation coordination for equipment within low-voltage systems

Part 1: Principles, requirements and tests

Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

Die elektrischen Schaltkreise der UR Roboter erfüllen diese Norm.

EUROMAP 67:2015, V1.11

Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot

UR Roboter, die mit dem E67 Zusatzmodul zur Verwendung mit Spritzgießmaschinen ausgestattet sind, entsprechen dieser Norm.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.18. Technische Spezifikationen

Robotertyp	UR10
Gewicht	28,9 kg / 63,7 lb
Maximale Nutzlast	10 kg / 22 lb
Reichweite	1300 mm / 51,2 in
Gelenkreichweite	± 360 ° for all joints
Speed	Basis und Schultergelenke: Max 120 °/s. Alle anderen Gelenke: Max 180 °/s.Tool: Approx. 1 $^{m}/_{s}$ / Approx. 39,4 $^{in}/_{s}$.
Pose-Wiederholgenauigkeit	± 0,1 mm / ± 0,0039 in (4 mils) nach ISO 9283
Grundfläche	Ø190 mm / 7,5 in
Freiheitsgrad	6 rotating joints
Größe der Control-Box (B × H × T)	462 mm × 418 mm × 268 mm / 18,2 in × 16,5 in × 10,6 in
E/A-Anschlüsse Control-Box	16 Digitaleingänge, 16 Digitalausgänge, 2 Analogeingänge, 2 Analogausgänge
E/A-Anschlüsse Werkzeug	2 Digitaleingänge, 2 Digitalausgänge, 2 Analogeingänge
E/A-Stromversorgung	24 V 2 A in Control Box
Kommunikation	TCP/IP 1000 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-T Ethernet-Buchse, Modbus-TCP & EtherNet/IP-Adapter, Profinet
Programmierung	PolyScope graphical user interface on 12" touchscreen
Störung	72 dB(A)
IP-Klassifizierung	IP54
Reinraumklassifizierung	Roboterarm: ISO Klasse 5, Control-Box: ISO Klasse 6
Maximale mittlere Leistung	585 W
Stromverbrauch	Ca. 350 W mit einem typischen Programm
Short-Circuit Current Rating (SCCR)	200A
Kollaborierender Betrieb	15 erweiterte Sicherheitsfunktionen. Gemäß: EN ISO 13849-1:2008, PLd und EN ISO 10218-1:2011, Abschnitt 5.10.5
Materialien	Aluminium, PP plastic
Temperatur	The robot can work in an ambient temperature range of 0-50 °C
Stromversorgung	100-240 VAC, 50-60 Hz

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

TP Cable: Teach Pendant to Control Box	4.5 m / 177 in
Roboterkabel: Roboterarm zu Control-Box (Optionen)	Standard (PVC) 6 m/236 Zoll x 13,4 mm Standard (PVC) 12 m/472.4 Zoll x 13,4 mm HiFlex (PUR) 6 m/236 Zoll x 12,1 mm HiFlex (PUR) 12 m/472.4 Zoll x 12,1 mm

1.19. Tabellen zu Sicherheitsfunktionen

1.19.1. Table 1: Safety Functions (SF) Descriptions

HINWEIS

Die in diesem Kapitel vorgestellten Tabellen zu den Sicherheitsfunktionen sind vereinfacht. Die umfassenden Versionen finden Sie hier: https://www.universal-robots.com/support

All safety functions are individual safety functions.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF0 and SF1 Internal	Emergency Stop There are two separate Emergency Stop safety functions	Pressing the Estop PB on the pendant1 or the External Estop (if using the Estop Safety Input configured for Estop) results in both a Cat 0 and a Cat 1 stop according to IEC 60204-1 (NFPA79) . These are SF0 and SF1 respectively. SF0: 524ms timer setting in each safety controller's microprocessor. At the end of the 524ms, Cat 0 stop3 (IEC 60204-1) is initiated by each microprocessor. SF1: Command1 all joints to stop and upon all joints coming to a standstill state, power is removed. This is a Cat 1 stop per IEC 60204-1. The stopping times of the SF0 and SF1 Estop safety functions differ. • SFO has a functional safety rating of PLd Cat3 with the worst-case stopping time, as if all joint monitoring failed at the same time and after 524ms, then power is immediately removed while the robot is going the maximum speed. This could result in a worst case stopping time of 1250ms. • SF1 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a reliable and realistic maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for specific information. The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9) settings and the use of the stop time information provided in the manual.	Robot Arm
SF2 Logic and outputs INTERNAL	Safeguard stop (Protective Stop)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which will initiate a Cat 2 stop per IEC 60204-1. For the functional safety rating of the complete integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of SF2. If a PLd Cat3 stop is needed for protective devices, connect the protective device and configure the input as if it were an external Estop input (See SF0).	Robot Arm
SF3 Internal	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Exceeding the joint position limit results in a Cat 0 stop (IEC 60204-1). Each joint can have its own limit. Directly limits the set of allowed joint positions that the joints can move to. It is set directly in the safety setup part of the UI where you can enter values. It is a means of safety-rated soft axis limiting and space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.	Joint (each)

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF4 Internal	Joint Speed Limit	Exceeding a joint speed limit results in a Cat 0 stop5 per IEC 60204-1. Each joint can have its own limit. Directly limits the set of allowed joint speeds which the joints are allowed to perform. It is set directly in the safety setup part of the User Interface where you can enter values. It can be used to limit fast joint movements, for instance to limit risks related to singularities.	Joint (each)
SF5 Internal	Joint Torque Limit	Exceeding the joint torque limit (each joint) results in a Cat 0 stop5 (per IEC 60204-1). This is not accessible to the user as it is a factory setting, part of the force limiting safety function.	Joint (each)

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF6 Internal	TCP Pose Limit	Monitors the TCP Pose (position and orientation), any violation of a safety plane or TCP Pose Limit will result in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). This safety function consists of two parts. One is the safety planes for limiting the possible TCP positions. The second is the TCP orientation limit, which is entered as an allowed direction and a tolerance. This provides TCP inclusion/ exclusion zones due to the safety planes. When a limit (plane or TCP pose) is violated, a Cat 0 stop is initiated.	TCP
SF7 Internal	TCP Speed Limit	Exceeding the TCP speed limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1).	TCP
SF8 Internal	TCP Force Limit	Exceeding the TCP force limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). Limits the external clamping force exerted by the robot. See also Joint Torque Limit (SF5).	TCP
SF9 Internal	Joint Speed Limit	Exceeding the momentum limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). The momentum limit is very useful for limiting transient impacts. The Momentum Limit affects the entire robot arm.	Robot Arm
SF10 Internal	Power Limit	Exceeding the power limit results in a Cat 0 stop5 (IEC 60204-1). This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot, which also affects the current to the robot arm as well as the speed of the robot arm. This function dynamically limits the current/torque but maintain the speed.	Robot Arm

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

SF#	Safety Function	Description	What is controlled?
SF11 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Estop Output	When configured for Estop output and there is an Estop condition (see SF1), the dual outputs are LOW. If there is no Estop condition, dual outputs are high. Pulses are not used but they are tolerated. For the integrated functional safety rating with an external Estop device, add the PFHd of the UR Estop function (SF0 or SF1) to the PFHd of the external logic (if any) and its components (e.g. Estop pushbutton).	External connection to logic and/or equipment
SF12 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving (motion underway), the dual digital outputs are LOW. Outputs are HIGH when no movement. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic and/or equipment
SF13 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (in process of stopping or in a stand-still condition) the dual digital outputs are HIGH. When outputs are LOW, robot is NOT in the process or stopping and NOT in a stand-still condition. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic and/or equipment
SF14 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is in reduced mode, the dual digital outputs are LOW. See Robot Reduced Mode below. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic and/or equipment
SF15 Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is NOT in reduced mode, the dual digital outputs are LOW. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic and/or equipment

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Description	What is controlled?
Robot Reduced Mode	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Reduced Mode can be initiated by a safety plane/ boundary (starts when at 2cm of the plane and reduced mode settings are achieved within 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms). When the external connections are Low, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL reduced mode limits are ACTIVE Reduced mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: SF3 joint position, SF4 joint speed, SF6 TCP pose limit, SF7 TCP speed, SF8 TCP force, SF9 momentum, and SF10 power.	Robot Arm
Safeguard Reset	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	When configured for Safeguard Reset and the external connections transition from low to high, the safeguard stop RESETS Safety input to initiate a reset of safeguard stop safety function SF2.	Robot
Enabling Device	External Enabling Device as input to UR Robot logic	When the external Enabling Device connections are Low, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the User Interface. If the User Interface is in: • “run mode”, the enabling device will not be active. • “programming mode”, the enabling device will be active. It is possible to use password protection for changing the mode by the User Interface.	Robot
Mode Selection	External Mode Switch using dual Inputs (1 through 4) and internal logic	When the external connections are Low, Operation Mode (running) is in effect. When High, the mode is programming or teach. Must be used with an Enabling Device as a safety input. When in Teach/Program (Mode switch inputs high), enabling device is required for operation. When in teach/program, initially the TCP speed will be limited to 250mm/s. The speed can manually be increased by using the pendant user interface “speed-slider”, but upon activation of the enabling device, the speed limitation will reset to 250mm/s.	Robot

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.20. Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF0	Emergency Stop There are two separate Emergency Stop safety functions: SF0 and SF1	No	Cat 1 Stop 524ms time-delay before Cat 0 stop is initiated	NA	3	4.38E-8
SF1	Emergency Stop There are two separate safety functions: SF0 and SF1	No	Cat 1 Stop when at SS1 standstill, Cat 0 stop initiated	SS1 when at SS1 standstill, Cat 0 stop initiated	2	3.16E-07
SF2	Safeguard stop (Protective Stop)	No	Cat 2	SS2	2	3.15E-07
SF3	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF4	Joint Speed Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF5	Joint Torque Limit internal factory setting	factory setting	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF6	TCP Pose Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF7	TCP Speed Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF8	TCP Force Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
SF9	Momentum Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF10	Power Limit	Limits	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF11	UR RINPUTobot Estop Output	Output & I/O Configuration	See Estop SF1	See Estop SF1	2	4.41E-08
SF12	UR Robot Moving: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF13	UR Robot Not stopping: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0	NA	2	3.15E-07
SF14	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0 if fault detected	NA	2	3.15E-07
SF15	UR Robot Not Reduced Mode: Digital Output	Output & I/O Configuration	Cat 0 (immediate stop)	NA	2	3.15E-07

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1	IEC 61800-5-2 Stop: power to final switching devices retained for Category 2 stop	PLd Cat	PFHd UR 3/5/10
Robot Reduced Mode	Reduced Mode INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Safeguard Reset	Safeguard Reset INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Enabling Device	3 Position Enabling Device INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07
Mode Selection	Mode switch INPUT	Input & I/O Configuration	Cat2	SS2	2	3.15E-07

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Teil II

PolyScope-Handbuch

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.21. Sicherheitskonfiguration

1.21.1. Vorwort

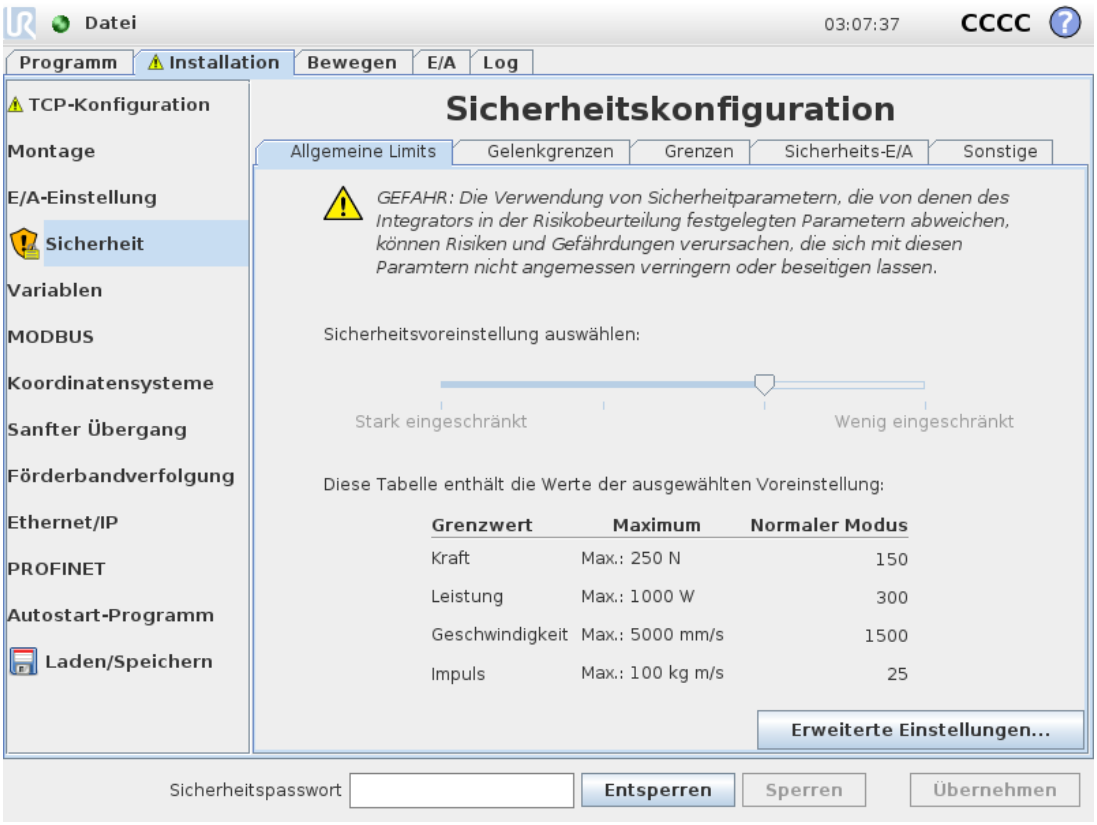
Der Roboter ist mit einem fortschrittlichen Sicherheitssystem ausgestattet. Abhängig von den bestimmten Charakteristiken seines Wirkungsbereichs sind die Einstellungen für das Sicherheitssystem so zu konfigurieren, dass die Sicherheit des Personals und der Geräte im Umfeld des Roboters garantiert werden kann. Das Übernehmen von Einstellungen, die durch die Risikobewertung definiert wurden, gehört zu den ersten Handlungen des Integrators. Einzelheiten zum Sicherheitssystem finden Sie im Hardware-Installationshandbuch.

WARNUNG

1. Die Verwendung und Konfiguration von sicherheitsrelevanten Funktionen und Schnittstellen muss gemäß der Risikobewertung erfolgen, die der Integrator für eine bestimmte Roboteranwendung durchführt (siehe Hardware-Installationshandbuch).
2. Die Sicherheitskonfigurationseinstellungen für Set-up und Teaching müssen gemäß der Risikobewertung des Integrators vorgenommen werden, bevor der Roboterarm zum ersten Mal eingeschaltet wird.
3. Alle Sicherheitskonfigurationseinstellungen, auf die über diesen Bildschirm zugegriffen werden kann, sowie deren Unter-Tabs müssen entsprechend der Risikobewertung des Integrators vorgenommen werden.
4. Der Integrator muss sicherstellen, dass alle Änderungen an den Sicherheitseinstellungen entsprechend seiner Risikobewertung durchgeführt werden.
5. Der Integrator hat dafür zu sorgen (z.B. durch Installation eines Passwortschutzes), dass es Unbefugten nicht möglich ist, Änderungen an der Sicherheitskonfiguration vorzunehmen.

Auf den Sicherheitskonfigurations-Bildschirm können Sie vom Startbildschirm aus zugreifen, indem Sie auf „Roboter programmieren“ drücken, den Tab „Installation“ auswählen und „Sicherheit“ anklicken. Die Sicherheitskonfiguration ist passwortgeschützt; siehe 1.21.8. Passwortsperre auf Seite 96.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Die Sicherheitseinstellungen bestehen aus einer Anzahl von Grenzwerten, die verwendet werden, um die Bewegungen des Roboterarms zu beschränken, und den Sicherheitsfunktionseinstellungen für die konfigurierbaren Ein- und Ausgänge. Sie werden in den folgenden Unter-Tabs auf dem Sicherheitsbildschirm definiert:

- Der Unter-Tab „Allgemeine Limits“ definiert die maximale *Kraft*, *Leistung*, *Geschwindigkeit* und das maximale *Drehmoment* des Roboterarms. Wenn das Risiko besonders hoch ist, dass der Roboterarm mit einer Person oder mit Teilen seiner Umgebung kollidieren könnte, müssen diese Einstellungen auf niedrige Werte festgelegt werden. Wenn das Risiko niedrig ist, ermöglichen es höhere allgemeine Grenzen dem Roboter, sich schneller zu bewegen und mehr Kraft auf seine Umgebung auszuüben. Für weitere Details, siehe 1.21.10. Allgemeine Limits auf Seite 97.
- Der Unter-Tab „Gelenkgrenzen“ besteht aus den Grenzen für die *Gelenkgeschwindigkeit* und *Gelenkposition*. Die Grenzen für die *Gelenkgeschwindigkeit* definieren die maximale Winkelgeschwindigkeit individueller Gelenke und dienen der weiteren Beschränkung der Geschwindigkeit des Roboterarms. Die Grenzen für die *Gelenkposition* definieren den zulässigen Positionsbereich der individuellen Gelenke (im Gelenkraum). Für weitere Details, siehe 1.21.11. Gelenk- grenzen auf Seite 100.
- Der Unter-Tab „Grenzen“ definiert die Sicherheitsebenen (im kartesischen Raum) und eine Werkzeugausrichtungsgrenze für den Roboter-TCP. Die Sicherheitsebenen können entweder als harte Grenzen für die Position des Roboter-TCP oder als Auslöser für die Sicherheitsgrenzen des *Reduzierten Modus* konfiguriert werden (siehe 1.21.12. Grenzen auf Seite 102.1.21.6. Sicherheitsmodi auf Seite 95). Die Werkzeugausrichtungsgrenze setzt eine harte Grenze für die Ausrichtung des Roboter-TCPs. Für weitere Details, siehe

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

- Der Unter-Tab „Sicherheits-E/A“ definiert Sicherheitsfunktionen für konfigurierbare Ein- und Ausgänge (siehe 1.24.2. E/A-Tab auf Seite 130). Zum Beispiel kann *Notabschaltung* als ein Eingang konfiguriert werden. Für weitere Details, siehe 1.21.13. Sicherheits-E/A auf Seite 109.

1.21.2. Änderung der Sicherheitskonfiguration

Änderungen bei Sicherheitskonfigurationseinstellungen sind nur gemäß der Risikobewertung des Integrators vorzunehmen.

Die empfohlene Prozedur zum Ändern der Sicherheitskonfiguration ist wie folgt:

1. Stellen Sie sicher, dass die Änderungen im Einklang mit der Risikobewertung des Integrators durchgeführt werden.
2. Passen Sie die Sicherheitseinstellungen an die Risikobewertung des Integrators an.
3. Stellen Sie sicher, dass die Sicherheitseinstellungen aktiv sind.
4. Fügen Sie den folgenden Text in das Bedienerhandbuch ein: ,,Stellen Sie vor jeglichen Arbeiten in der Nähe des Roboters sicher, dass die Sicherheitskonfiguration wie erwartet agiert. Dies kann beispielsweise getestet werden, indem Sie die Prüfsumme in der oberen rechten Ecke des PolyScope überprüfen (siehe 1.21.5. Sicherheitsprüfsumme auf Seite 95 im PolyScope-Handbuch).

1.21.3. Sicherheitssynchronisation und Fehler

Der Status der aktiven Sicherheitskonfiguration im Vergleich zu der aktuell in der GUI mit der Installationsdatei geladenen Konfiguration, wird durch das Schild-Symbol neben dem Text „Sicherheit“ auf der linken Seite des Bildschirms angezeigt. Diese Symbole bieten eine unkomplizierte Anzeige des aktuellen Status. Sie sind wie folgt definiert:

Konfiguration synchronisiert
: Zeigt an, dass die GUI-Installation mit der derzeit aktiven Sicherheitskonfiguration übereinstimmt. Es wurden keine Änderungen vorgenommen.

Konfiguration geändert
: Zeigt an, dass die GUI-Installation mit der derzeit aktiven Sicherheitskonfiguration NICHT übereinstimmt.

Bei der Bearbeitung der Sicherheitskonfiguration zeigt das Schild-Symbol an, ob die aktuellen Einstellungen übernommen wurden.

Wenn eines der Textfelder im Tab „Sicherheit“ eine ungültige Eingabe enthält, befindet sich die Sicherheitskonfiguration im Fehlerstatus. Dies wird auf mehrere Arten angezeigt:

1. Ein rotes Fehlersymbol erscheint neben dem Text „Sicherheit“ auf der linken Seite des Bildschirms.
2. Fehler enthaltende Unter-Tabs sind oben mit einem roten Fehlersymbol markiert.
3. Textfelder, die Fehler enthalten, werden mit einem roten Hintergrund markiert.

Wenn Fehler vorhanden sind und Sie versuchen, den Tab „Installation“ zu verlassen, erscheint ein Dialog mit den folgenden Optionen:

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1. Lösen Sie das Problem, um alle Fehler zu beseitigen. Dies wird sichtbar wenn das rote Fehlersymbol neben dem Text „Sicherheit“ auf der linken Seite des Bildschirms verschwunden ist.
2. Zuvor aktive Sicherheitskonfiguration wieder übernehmen. Verwirft jegliche Änderungen und lässt Sie nach Belieben fortfahren.

Wenn keine Fehler vorhanden sind und Sie versuchen, den Tab zu verlassen, erscheint ein Dialog mit diesen Optionen:

1. Änderungen übernehmen und das System neu starten. Übernimmt die Sicherheitskonfigurationsänderungen und startet das System neu. Hinweis: Dies bedeutet nicht, dass alle Änderungen gespeichert wurden; Herunterfahren des Roboters zu diesem Zeitpunkt macht alle Änderungen an der Roboterinstallation, einschließlich der Sicherheitskonfiguration, rückgängig.
2. Zuvor aktive Sicherheitskonfiguration wieder übernehmen. Verwirft jegliche Änderungen und lässt Sie nach Belieben fortfahren.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.21.4. Toleranzen

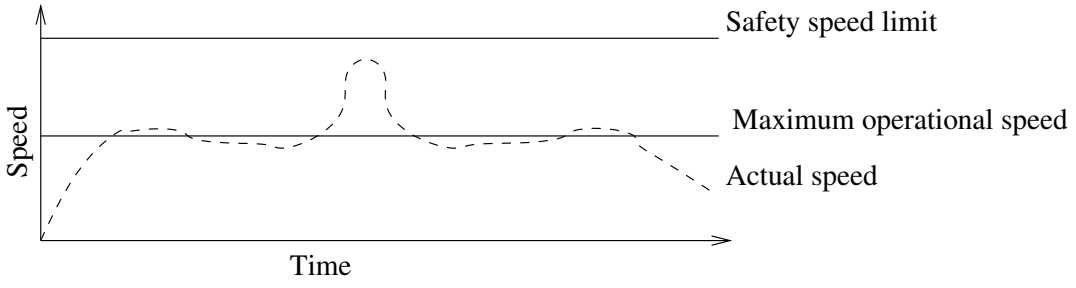
Der *Roboterarm* verwendet integrierte Toleranzen, die Sicherheitsübertretungen verhindern. Eine Sicherheitstoleranz ist die Differenz zwischen einer Sicherheitsgrenze und dem maximalen, operativen Wert. So beträgt zum Beispiel die allgemeine Geschwindigkeitstoleranz -150*mm*/*s*. Konfiguriert der Benutzer demnach eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 250*mm*/*s*, so beläuft sich die maximale Betriebsgeschwindigkeit auf 250 - 150 = 100*mm*/*s*. Sicherheitstoleranzen verhindern Schutzverletzungen aber ermöglichen Fluktuationen im Programmverhalten. So kann es zum Beispiel eine Situation erfordern, dass der *Roboterarm* für die Handhabung einer schweren Nutzlast kurzzeitig über die normale, maximale Betriebsgeschwindigkeit hinausgehen muss, um einer programmierten Bahn zu folgen. Ein Beispiel für einen solchen Fall finden Sie in der Abbildung 12.1.

WARNUNG

Eine Risikobewertung mit den Grenzwerten und ohne Toleranzen ist stets erforderlich.

WARNUNG

Toleranzen sind von der Softwareversion abhängig. Beim Aktualisieren der Software werden die Toleranzen u. U. geändert. Toleranzänderungen sind stets in den Änderungsbeschreibungen neuer Versionen enthalten.



12.1: *Beispiel für Sicherheitstoleranz*

1.21.5. Sicherheitsprüfsumme

Der Text in der Ecke rechts oben auf dem Bildschirm bietet eine Kurzfassung der Sicherheitskonfiguration, die der Roboter derzeit nutzt. Wenn sich der Text ändert, zeigt dies an, dass sich auch die Sicherheitskonfiguration geändert hat. Durch einen Klick auf die Prüfsumme werden die Details zur aktuell aktiven Sicherheitskonfiguration angezeigt.

1.21.6. Sicherheitsmodi

Unter normalen Bedingungen, d. h. wenn kein Sicherheitsstopp aktiv ist, befindet sich das Sicherheitssystem in einem der folgenden *Sicherheitsmodi*, von denen jeder über einen eigenen Satz von Sicherheitsgrenzen verfügt:

Normaler Modus
: Der Sicherheitsmodus, der standardmäßig aktiv ist

Reduzierter Modus
: Ist aktiv, wenn sich der TCP des Roboters in einer *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene befindet (siehe 1.21.13. Sicherheits-E/A auf Seite 109) oder bei Auslösung durch einen konfigurierbaren Eingang (siehe 1.21.12. Grenzen auf Seite 102).

Wiederherstellungsmodus
: Kam es durch den Roboterarm zu einer Grenzwertüberschreitung eines der anderen Modi (d. h. des *Normalen* oder des *Reduzierten* Modus) und wurde ein Stopp der Kategorie 0 durchgeführt, [1] so wird der Roboterarm im **Wiederherstellungsmodus** gestartet. In diesem Modus kann der Roboter mittels dem **Bewegen-Tab** oder **Freedrive** langsam wieder in den zulässigen Bereich zurückgefahren werden. In diesem Modus ist es nicht möglich, Programme für den Roboter auszuführen.

WARNUNG

Die Grenzwerte für die *Gelenkposition*, *Werkzeugposition* und *Werkzeugausrichtung* sind im *Wiederherstellungsmodus* deaktiviert. Lassen Sie daher beim Bewegen des Roboterarms äußerste Vorsicht walten.

Die Unter-Tabs des Sicherheitskonfigurations-Bildschirms ermöglichen es dem Benutzer, separate Sätze von Sicherheitsgrenzen für den *Normalen* und den *Reduzierten* Modus festzulegen. Die Werkzeug- und Gelenkgrenzwerte müssen im *Reduzierten* Modus bei Geschwindigkeit und Drehmoment restriktiver sein als im *Normalen* Modus.

Wenn eine Sicherheitsgrenze des aktiven Grenzwertsatzes überschritten wird, führt der Roboterarm einen Stopp der Kategorie 0 aus. Wenn eine aktive Sicherheitsgrenze wie eine Gelenkpositionsgrenze oder eine Sicherheitsebene bereits beim Einschalten des Roboterarms überschritten ist, wird er im *Wiederherstellungsmodus* gestartet. So kann er leicht in den Bereich innerhalb der Sicherheitsgrenzen bewegt werden. Im *Wiederherstellungsmodus* ist die Bewegung des Roboterarms auf einen festen Bereich beschränkt, der vom Benutzer nicht angepasst werden kann. Details zu den Grenzwerten des *Wiederherstellungsmodus* befinden sich hier Hardware-Installationshandbuch.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1. Gemäß ISO 60204-1, siehe Glossar für weitere Details.

1.21.7. Freedrive-Modus

Wenn sich im *Freedrive*-Modus (siehe Freedrive auf Seite 129) die Bewegung des Roboterarms bestimmten Grenzen annähert, fühlt der Benutzer einen Widerstand. Diese Kraft wird für die Grenzen auf Position, Ausrichtung und Geschwindigkeit des Roboter-TCPs sowie die Position und die Geschwindigkeit der Gelenke generiert.

Der Zweck dieses Widerstandes ist es, den Benutzer darüber zu informieren, dass sich die aktuelle Position oder Geschwindigkeit einem Grenzwert annähert und um zu vermeiden, dass der Roboter diese Grenze überschreitet. Wird jedoch ausreichend Kraft auf den Roboterarm durch den Benutzer ausgeübt, kann es zu einer Grenzwertüberschreitung kommen. Der Widerstand wird größer, je näher der Roboterarm sich der Grenze annähert.

Backdrive

Im *Freedrive*-Modus können die Robotergelenke mit relativ wenig Kraft bewegt werden, da die Bremsen gelöst sind. Während der Initialisierung des Roboterarms können kleinere Vibrationen auftreten, wenn die Roboterbremsen gelöst werden. In bestimmten Situationen, wenn z. B. der Roboter kurz vor einer Kollision steht, sind diese Erschütterungen nicht erwünscht. Mit der Funktion *Backdrive* (Freifahren) kann dann erzwungen werden, dass bestimmte Gelenke in die gewünschte Position gebracht werden, ohne alle Bremsen im Roboterarm lösen zu müssen.

Um *Freifahren* zu aktivieren:

1. Drücken Sie auf EIN, um die Gelenke mit Strom zu versorgen. Drücken Sie auf EIN, um die Gelenke mit Strom zu versorgen. Geben Sie die Bremsen **nicht** frei (d. h.: Geben Sie die Bremsen nicht frei (d. h.: drücken Sie nicht auf START).
2. Drücken und halten Sie die *Freedrive*-Schaltfläche. Der Roboterstatus wechselt zu ,,Backdrive".
3. Die Bremsen werden nur in den Gelenken gelöst, auf die erheblicher Druck angewendet wird, solange die *Freedrive*-Schaltfläche betätigt wird/gedrückt ist. Wenn *Freifahren* verwendet wird, ist der Roboter schwer zu bewegen.

1.21.8. Passwortsperre

Alle Einstellungen auf diesem Bildschirm sind gesperrt, bis das korrekte Sicherheitspasswort (siehe 1.26.3. Passwort festlegen auf Seite 218) in das weiße Textfeld unten im Bildschirm eingegeben und die Taste „Entsperren" auf der linken Seite des Bildschirms ein Schlosssymbol angezeigt. Der Tab „Sicherheit" wird automatisch gesperrt, wenn der Sicherheitskonfigurations-Bildschirm verlassen wird. Ein entsprechendes Symbol wird angezeigt, wenn die Einstellungen freigegeben sind.

HINWEIS

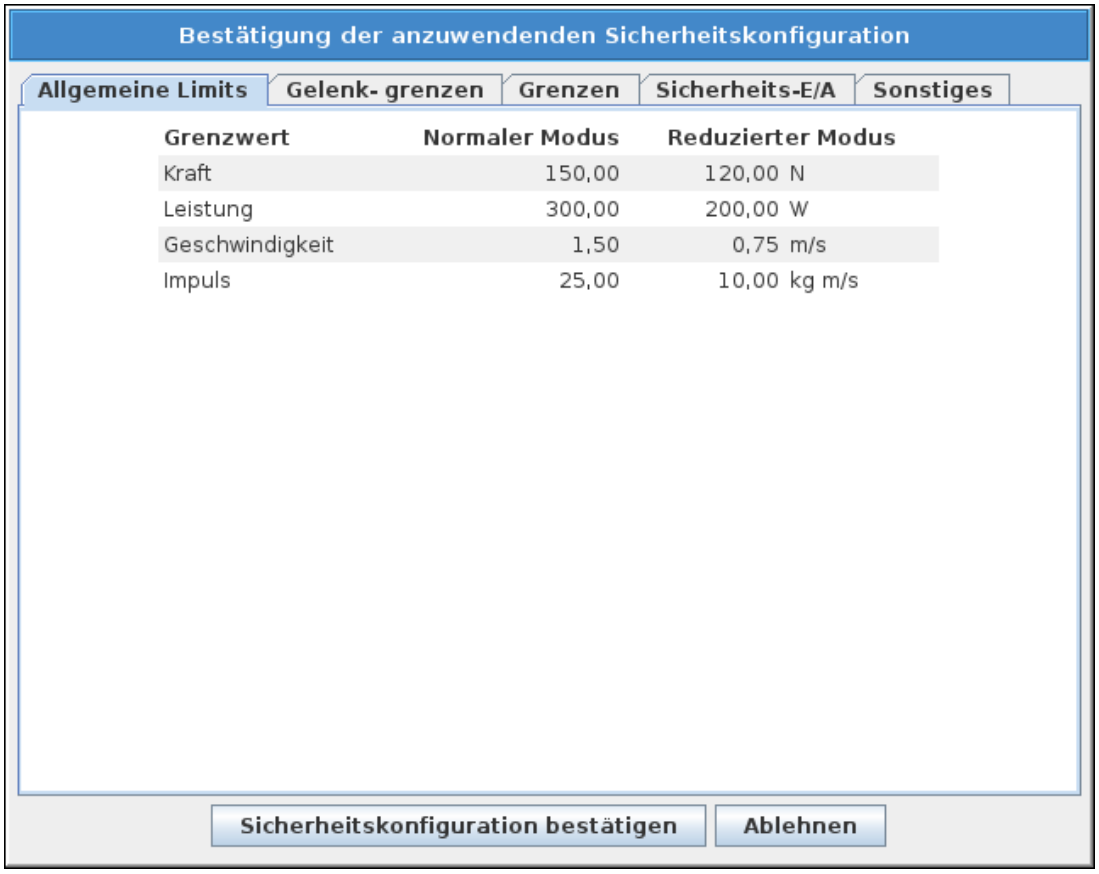
Beachten Sie, dass der Roboterarm ausgeschaltet ist, solange der Sicherheitskonfigurations-Bildschirm freigegeben ist.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.21.9. Übernehmen

Beim Freigeben der Sicherheitskonfiguration ist der Roboterarm ausgeschaltet, solange Änderungen vorgenommen werden. Der Roboterarm kann vor dem Übernehmen oder dem Abbrechen der Änderungen nicht eingeschaltet werden. Danach ist ein manuelles Einschalten des Initialisierungsbildschirms erforderlich.

Alle Änderungen an der Sicherheitskonfiguration müssen vor dem Verlassen des Installations-Tab übernommen oder rückgängig gemacht werden. Diese Änderungen treten *nicht* in Kraft, bevor die Schaltfläche „Übernehmen“ gedrückt wurde und dies bestätigt wurde. Die Bestätigung erfordert eine Sichtprüfung der Änderungen am Roboterarm. Aus Sicherheitsgründen sind die Informationen in SI-Einheiten angegeben. Ein Beispiel des Bestätigungsdialogs finden Sie untenstehend.



Darüber hinaus werden die Änderungen bei der Bestätigung automatisch als Teil der aktuellen Roboterinstallation gespeichert. Siehe 1.24.5. Installation → Laden/Speichern auf Seite 133 für weitere Informationen zum Speichern der Roboterinstallation.

1.21.10. Allgemeine Limits

Die allgemeinen Sicherheitsgrenzen dienen der Begrenzung der linearen Geschwindigkeit des Roboter-TCPs und der Kraft, die dieser auf die Umgebung ausüben kann. Sie setzen sich aus den folgenden Werten zusammen:

Kraft
: Eine Grenze für die maximale Kraft, die der Roboter-TCP auf die Umgebung ausübt.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Leistung
Eine Grenze für die maximale mechanische Arbeit, die vom Roboter in der Umgebung produziert wird, wobei berücksichtigt wird, dass die Nutzlast Teil des Roboters und nicht der Umgebung ist.

Geschwindigkeit
Eine Grenze für die maximale lineare Geschwindigkeit des Roboter-TCPs.

Impuls
Eine Grenze für das Maximale Drehmoment des Roboters.

Es gibt zwei Wege zur Konfiguration der allgemeinen Sicherheitsgrenzen in der Installation; *Grundlegende Einstellungen* und *Erweiterte Einstellungen*, die nachstehend ausführlicher beschrieben werden.

Die Definition der allgemeinen Sicherheitsgrenzen legt nur die Grenzen für das Werkzeug, jedoch nicht die allgemeinen Grenzen des Roboterarms fest. Dies bedeutet, dass trotz spezifizierter Geschwindigkeitsgrenze *nicht* garantiert ist, dass andere Teile des Roboterarms dieselbe Grenze einhalten.

Nähert sich die aktuelle Geschwindigkeit des Roboter-TCP im *Freedrive*-Modus (siehe Freedrive auf Seite 129) zu sehr dem Grenzwert der *Geschwindigkeit*, fühlt der Benutzer einen Widerstand, der mit zunehmender Annäherung an die Geschwindigkeitsgrenze stärker wird. Die Kraft wird generiert, wenn die aktuelle Geschwindigkeit sich innerhalb von etwa 250 mm/s von der Grenze bewegt.

Grundeinstellungen

Das Unterfeld der allgemeinen Grundeinstellungen (angezeigt als Standardbildschirm) verfügt über einen Schieber mit vordefinierten Wertesätzen für Kraft, Leistung, Geschwindigkeit und Drehmoment sowie die allgemeinen Begrenzungen im *Normalen* und *Reduzierten* Modus.

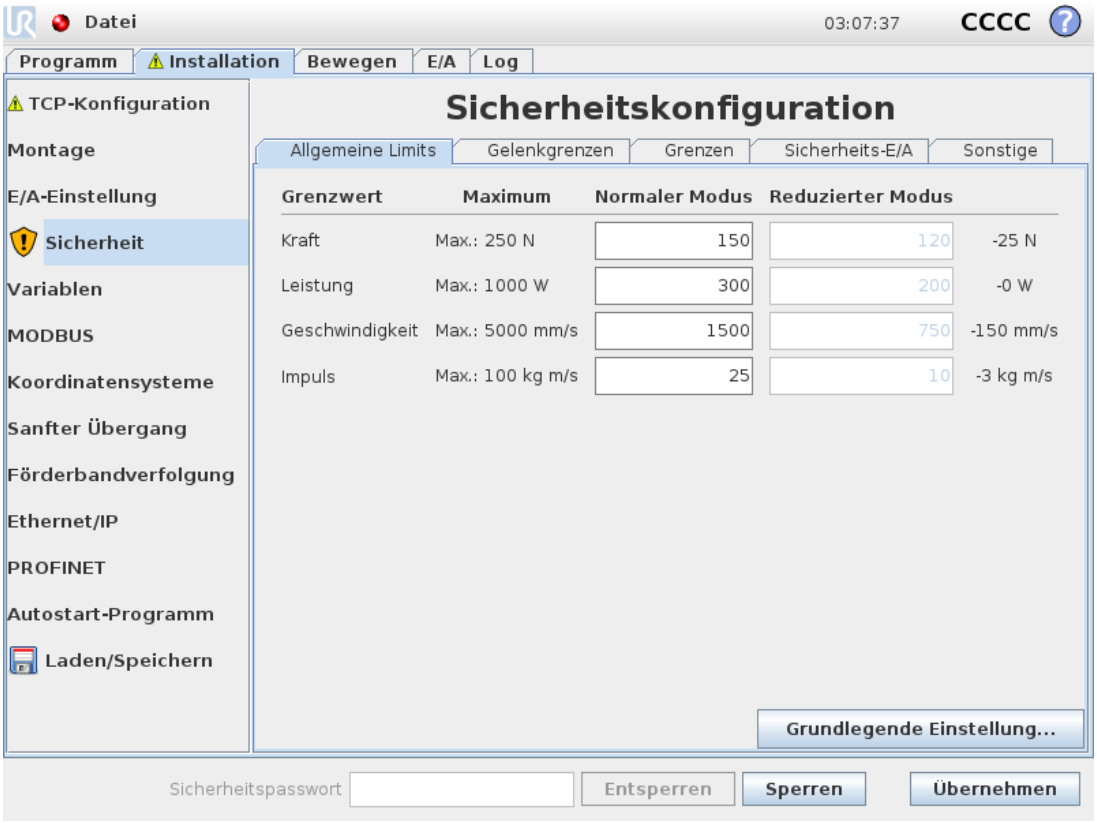
Die bestimmten Wertesätze sind in der GUI dargestellt. Vordefinierte Wertesätze sind nur Vorschläge und kein Ersatz für eine ordnungsgemäße Risikobewertung.

Zu erweiterten Einstellungen wechseln

Sollte *keiner* der vordefinierten Wertesätze befriedigend sein, kann „Erweiterte Einstellungen...“ gedrückt werden, um zum Bildschirm für erweiterte allgemeine Grenzwerte zu gelangen. gedrückt werden, um zum Bildschirm für erweiterte allgemeine Grenzwerte zu gelangen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Erweiterte Einstellungen



Hier kann jede der allgemeinen Grenzen, die in 1.21.10. Allgemeine Limits auf Seite 97 definiert sind, unabhängig von den anderen geändert werden. Dies erfolgt, indem das entsprechende Textfeld angetippt und der neue Wert eingegeben wird. Der höchste akzeptierte Wert für jede der Grenzen ist in der Spalte mit dem Namen `Maximum` aufgelistet.

die Kraftgrenze kann auf einen Wert zwischen 100 N und 250 N eingestellt werden, und die Energiebegrenzung lässt sich auf einen Wert zwischen 80 W und 1000 W einstellen.

Hinweis: Beachten Sie, dass die Felder für Begrenzungen im *Reduzierten Modus* deaktiviert sind, wenn weder eine Sicherheitsebene noch ein konfigurierbarer Eingang für die Auslösung eingestellt sind (siehe 1.21.13. Sicherheits-E/A auf Seite 109 für weitere Details). Weiterhin dürfen die *Geschwindigkeits*- und *Drehmoment*-Grenzen im Modus *Reduziert* nicht höher als ihre Gegenstücke im Modus *Normal* sein.

Die Toleranz und Einheit der Grenzen sind jeweils am Ende der zugehörigen Zeile aufgelistet. Wenn ein Programm ausgeführt wird, wird die Geschwindigkeit des Roboterarms automatisch angepasst, damit keiner der eingegebenen Werte abzüglich der Toleranz überschritten wird (siehe 1.21.4. Toleranzen auf Seite 94). Beachten Sie, dass das Minuszeichen vor den Toleranzwerten lediglich angibt, dass die Toleranz vom eingegebenen Wert abgezogen wird. Das Sicherheitssystem führt einen Stopp der Kategorie 0 durch, falls der Roboterarm die Grenze (ohne Toleranz) überschreitet.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

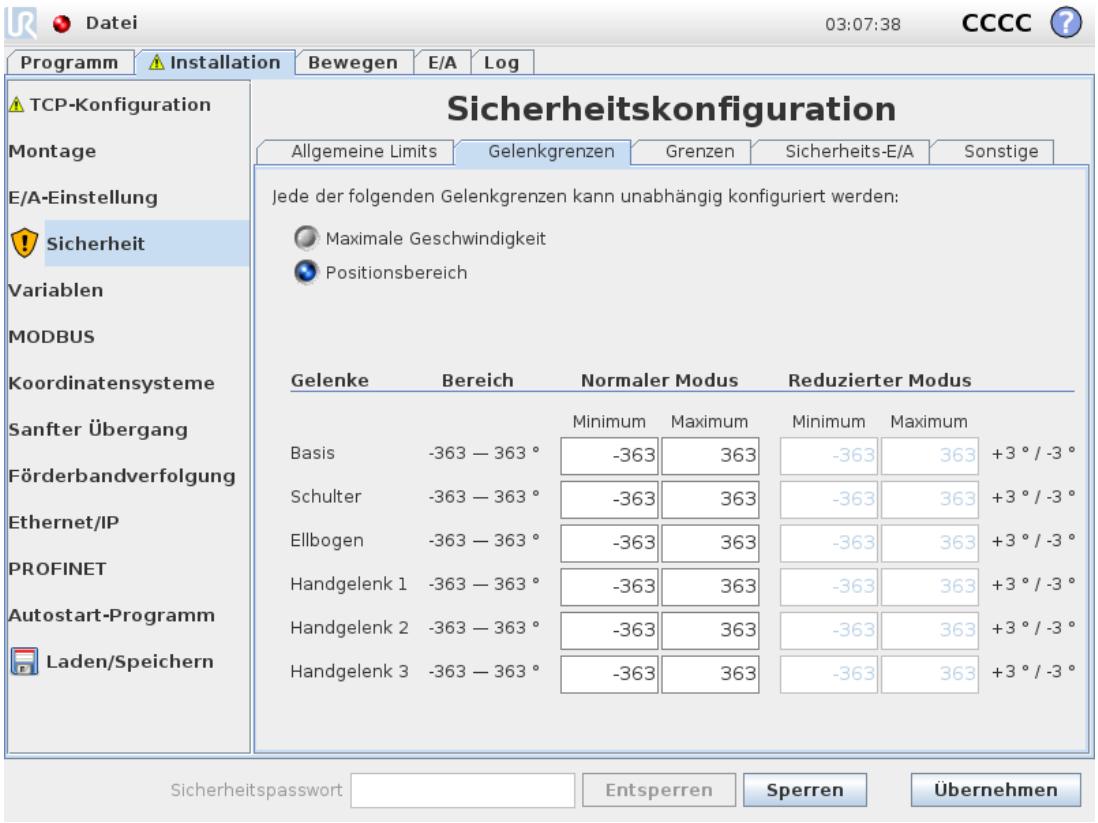
WARNUNG

Die Geschwindigkeitsgrenze trifft nur auf den Roboter-TCP zu. Daher können sich andere Teile des Roboterarms schneller bewegen, als durch den definierten Wert vorgegeben.

Zu allgemeinen Grundeinstellungen wechseln

Durch Drücken der „Grundlegende Einstellungen...“ Schaltfläche wird wieder zurück zum Bildschirm für allgemeine Grenzen gewechselt, und alle allgemeinen Grenzen werden auf ihren vordefinierten *Standard* zurückgesetzt. Sollten dadurch angepasste Werte verloren gehen, wird ein Pop-up-Dialog zum Bestätigen der Aktion angezeigt.

1.21.11. Gelenk- grenzen



Gelenkgrenzen beschränken die Bewegung einzelner Gelenke im Gelenkraum, d.h. Sie beziehen sich nicht auf den kartesischen Raum, sondern auf die interne (Drehungs-)Position der Gelenke und deren Drehgeschwindigkeit. Die Optionsschaltflächen im oberen Bereich des Unterfelds ermöglichen eine unabhängige Einstellung der Maximalen Geschwindigkeit und des Positionsbereichs für die Gelenke.

Wenn sich die aktuelle Position oder die Geschwindigkeit eines Gelenks im *Freedrive*-Modus (siehe Freedrive auf Seite 129) den Grenzwerten zu sehr nähert, fühlt der Benutzer einen Widerstand, der immer stärker wird, je mehr sich das Gelenk der Grenze annähert. Die Kraft wird generiert, wenn die Gelenkgeschwindigkeit sich in etwa 20 °/s von der Geschwindigkeitsgrenze oder die Gelenkposition sich in etwa 8 ° der Positionsgrenze befindet.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Der Positionsbereich von Handgelenk 3 ist standardmäßig unbegrenzt. Wenn die am Roboter angebrachten Kabel verwendet werden, muss zunächst das Kontrollkästchen *Endlosrotation für Handgelenk 3 aktivieren* deaktiviert werden, um Spannungen auf den Kabeln sowie Sicherheitsstopps zu vermeiden.

Maximale Geschwindigkeit

Diese Position definiert die maximale Winkelgeschwindigkeit für jedes Gelenk. Dies erfolgt, indem das entsprechende Textfeld angetippt und der neue Wert eingegeben wird. Der höchste akzeptierte Wert ist in der Spalte mit dem Namen `Maximum` aufgelistet. Keiner der Werte kann unter den Toleranzwert gesetzt werden.

Beachten Sie, dass die Felder für Begrenzungen im *Reduzierten Modus* deaktiviert sind, wenn weder eine Sicherheitsebene noch ein konfigurierbarer Eingang für die Auslösung eingestellt sind (siehe 1.21.13. Sicherheits-E/A auf Seite 109 für weitere Details). Weiterhin dürfen die Grenzen für Geschwindigkeit und Schwung im Modus *Reduziert* nicht höher als ihre Gegenstücke im Modus *Normal* sein.

Die Toleranzen und Einheit der Grenzen sind jeweils am Ende der zugehörigen Zeile aufgelistet. Wenn ein Programm ausgeführt wird, wird die Geschwindigkeit des Roboterarms automatisch angepasst, damit keiner der eingegebenen Werte abzüglich der Toleranz überschritten wird (siehe 1.21.4. Toleranzen auf Seite 94). Beachten Sie, dass das Minuszeichen vor den Toleranzwerten lediglich angibt, dass die Toleranz vom eingegebenen Wert abgezogen wird. Sollte die Winkelgeschwindigkeit eines Gelenks den eingegebenen Wert (ohne Toleranz) dennoch überschreiten, führt das Sicherheitssystem einen Stopp der Kategorie 0 aus.

Positionsbereich

Dieser Bildschirm definiert den Positionsbereich für jedes Gelenk. Dies erfolgt, indem das entsprechende Textfeld angetippt wird und die neuen Werte für die Ober- und Untergelenkpositionsgrenze eingegeben werden. Das eingegebene Intervall muss sich innerhalb der Werte, die in der Spalte namens „Bereich“ aufgelistet sind, bewegen und die Untergrenze darf die Obergrenze nicht überschreiten.

Hinweis: Beachten Sie, dass die Felder für Begrenzungen im *Reduzierten Modus* deaktiviert sind, wenn weder eine Sicherheitsebene noch ein konfigurierbarer Eingang für die Auslösung eingestellt sind (siehe 1.21.13. Sicherheits-E/A auf Seite 109 für weitere Details).1.21.12. Grenzen auf der nächsten Seite und

Die Toleranzen und Einheit der Grenzen sind jeweils am Ende der zugehörigen Zeile aufgelistet. Der erste Toleranzwert gilt für den Mindestwert, der zweite für den Maximalwert. Die Programmausführung wird abgebrochen, sobald die Position eines Gelenkes den Bereich, der sich aus der Addition der ersten Toleranz zum eingegebenen Mindestwert und Subtraktion der zweiten Toleranz vom eingegebenen Maximalwert errechnet, verlässt, falls es sich weiterhin entlang der voraussichtlichen Bahn fortbewegt. Beachten Sie, dass das Minuszeichen vor den Toleranzwerten lediglich angibt, dass die Toleranz vom eingegebenen Wert abgezogen wird. Sollte die Position des Gelenkes den eingegebenen Bereich dennoch verlassen, führt das Sicherheitssystem einen Stopp der Kategorie 0 aus.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.21.12. Grenzen

In diesem Tab können Sie Grenzwerte bestehend aus Sicherheitsebenen und ein Limit auf der maximal zulässigen Abweichung der Roboterwerkzeugausrichtung konfigurieren. Es ist auch möglich, Ebenen zu definieren, die einen Übergang in den *Reduzierten Modus* auslösen.

Sicherheitsebenen können verwendet werden, um den zulässigen Wirkungsbereich des Roboters zu beschränken, indem erzwungen wird, dass der Roboter-TCP auf der richtigen Seite der definierten Ebenen bleibt und diese nicht durchquert. Es können bis zu acht Sicherheitsebenen konfiguriert werden. Die Beschränkung der Ausrichtung des Werkzeugs kann verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Ausrichtung des Roboterwerkzeugs nicht um mehr als den spezifizierten Wert von einer gewünschten Ausrichtung abweicht.

WARNUNG

Das Definieren von Sicherheitsebenen begrenzt nur den TCP, jedoch nicht die allgemeinen Grenzen des Roboterarms. Dies bedeutet, dass trotz spezifizierter Sicherheitsebene *nicht* garantiert ist, dass andere Teile des Roboterarms dieselbe Grenze einhalten.

Die Konfiguration jedes Grenzlimits basiert auf einer der Funktionen, die in der aktuellen Roboterinstallation definiert sind (siehe 1.24.12. Installation → Koordinatensysteme auf Seite 148).

HINWEIS

Es wird dringend empfohlen, dass Sie vor der Bearbeitung der Sicherheitskonfiguration alle erforderlichen Funktionen für die Konfiguration der gewünschten Grenzlimits erstellen und ihnen entsprechende Namen zuordnen. Beachten Sie, dass mit dem Entsperren des Tab *Sicherheit* auch der Roboterarm abgeschaltet wird. Damit ist die `Tool`-Funktion (die die aktuelle Position und Ausrichtung des Roboter-TCP beinhaltet) sowie der *Freedrive*-Modus (siehe Freedrive auf Seite 129) nicht mehr verfügbar.

Wenn sich im Modus *Freedrive* (siehe Freedrive auf Seite 129) die aktuelle Position des Roboter-TCP einer Sicherheitsebene zu sehr nähert oder sich die Ausrichtung des Roboterwerkzeugs zu sehr an die spezifizierte, maximale Abweichung annähert, fühlt der Benutzer einen Widerstand, der zunimmt, je mehr sich der TCP der Grenze annähert. Der Widerstand wird generiert, wenn sich der TCP in etwa 5 cm Abstand zu einer Sicherheitsebene befindet oder die Ausrichtungsabweichung des Werkzeugs etwa 3 ° von der spezifizierten maximalen Abweichung beträgt.

Wenn eine Ebene als *Auslöser Reduzierter Modus* definiert ist und der TCP sich über den Grenzwert hinaus bewegt, wird der *Reduzierte Modus* aktiv, der wiederum die Sicherheitseinstellungen des *Reduzierten Modus* aktiviert. Auslöseebenen folgen denselben Regeln wie normale Sicherheitsebenen, abgesehen davon, dass sie zulassen, dass der Roboterarm sie durchquert.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Auswählen einer zu konfigurierenden Grenze

Das Feld „Sicherheitsgrenzen“ auf der linken Seite des Tab wird verwendet, um ein zu konfigurierendes Grenzlimit auszuwählen.

Um eine Sicherheitsebene einzurichten, tippen Sie auf einen der acht oberen Einträge, die in dem Feld aufgelistet sind. Wenn die ausgewählte Sicherheitsebene bereits konfiguriert wurde, wird die zugehörige 3D-Darstellung der Ebene im `3D View` (see 3D-Visualisierung unten) to the right of this panel. The safety plane can be set up in the `Safety Plane Properties` Abschnitt (siehe Sicherheitsebenenkonfiguration unten) ganz unten hervorgehoben.

Klicken Sie auf den Abschnitt `Tool Boundary` entry to configure the orientation boundary limit for the robot tool. The configuration of the limit can be specified in the `Tool Boundary Properties` (siehe Werkzeuggrenzkonfiguration auf Seite 107) ganz unten in der Registerkarte.

Klicken Sie auf die Taste / , um die 3D-Visualisierung des Grenzlimits ein-/auszuschalten. Falls ein Grenzlimit aktiv ist, wird der *Sicherheitsmodus* (siehe Sicherheitsmodus auf Seite 108) durch eines der folgenden Symbole angezeigt / / / .

3D-Visualisierung

Die 3D-Ansicht zeigt die konfigurierten Sicherheitsebenen und das Limit der Ausrichtungsgrenze für das Roboterwerkzeug zusammen mit der aktuellen Position des Roboterarms an. Im Abschnitt Sicherheitsgrenzen werden alle konfigurierten Grenzeinträge, bei denen die Sichtbarkeitsschaltung ausgewählt ist (d. h. das Symbol wird angezeigt), zusammen mit dem aktuell ausgewählten Grenzlimit angezeigt.

Die (aktiven) Sicherheitsebenen werden in Gelb und Schwarz zusammen mit einem kleinen Pfeil angezeigt, der für die Normalebene steht, was angibt, auf welcher Seite der Ebene der Roboter-TCP positioniert werden darf. Auslöseebenen werden in blau und grün dargestellt. Ein kleiner Pfeil veranschaulicht die Seite der Ebene, die *nicht* den Übergang in den *Reduzierten* Modus auslöst. Wenn eine Sicherheitsebene im Feld auf der linken Seite des Tab ausgewählt wurde, wird die zugehörige 3D-Darstellung hervorgehoben.

Das Limit der Werkzeugausrichtungsgrenze wird anhand eines sphärischen Kegels visualisiert, wobei ein Vektor die aktuelle Ausrichtung des Roboterwerkzeugs anzeigt. Das Innere des Kegels repräsentiert den zulässigen Bereich für die Werkzeugausrichtung (Vektor).

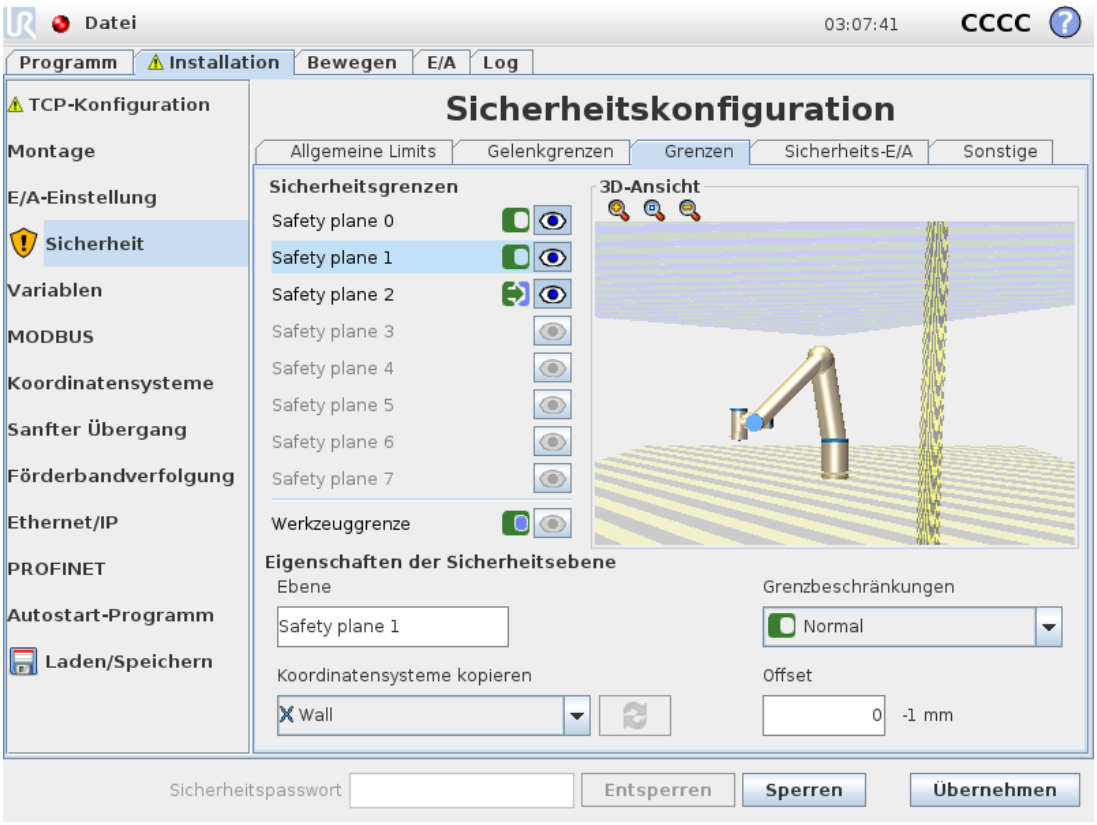
Wenn eine Ebene oder das Limit der Werkzeugausrichtungsgrenze konfiguriert, jedoch nicht aktiv ist, ist die Visualisierung grau.

Betätigen Sie die Lupensymbole, um hinein-/herauszuzoomen oder ziehen Sie einen Finger darüber, um die Ansicht zu ändern.

Sicherheitsebenenkonfiguration

Der Abschnitt „Eigenschaften der Sicherheitsebene“ im unteren Teil des Tab definiert die Konfiguration der ausgewählten Sicherheitsebene im Feld „Sicherheitsgrenzen“ im oberen linken Tab-Bereich.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Name

Das Textfeld „Name“ ermöglicht es dem Benutzer, der ausgewählten Sicherheitsebene einen Namen zuzuweisen. Dieser Name kann durch Tippen auf das Textfeld und Eingabe eines neuen Namens geändert werden.

Koordinatensysteme kopieren

Die Position und die Normale der Sicherheitsebene werden mithilfe einer Funktion (siehe 1.24.12. Installation → Koordinatensysteme auf Seite 148) von der aktuellen Roboterinstallation spezifiziert. Nutzen Sie die Dropdown-Box auf der unteren linken Seite des Abschnitts Eigenschaften der Sicherheitsebene, um eine Funktion auszuwählen. Nur die Punkt- und Ebenentyp-Funktionen sind verfügbar. Wenn Sie den Punkt <Nicht definiert> wählen, wird die Konfiguration der Ebene gelöscht.

Die z-Achse der ausgewählten Funktion zeigt auf den verweigerten Bereich und die Normale der Ebene in die entgegengesetzte Richtung, mit der Ausnahme, dass die Funktion `Base` ausgewählt wird, in welchem Fall die Normale der Ebene in dieselbe Richtung zeigt. Falls die Ebene als *Auslöser Reduzierter Modus* konfiguriert ist (siehe Sicherheitsmodus auf der gegenüberliegenden Seite), zeigt die Normale der Ebene die Seite an, die *nicht* den Übergang in den *Reduzierten Modus* auslöst.

Es ist zu beachten, dass die Positionsinformationen bei der Konfiguration einer Sicherheitsebene durch Auswahl einer Funktion nur in die Sicherheitsebene *kopiert* werden; die Ebene ist *nicht* mit dieser Funktion verknüpft. Dies bedeutet, dass die Sicherheitsebene bei Änderungen an der Position oder Ausrichtung einer Funktion, die zur Konfiguration einer Sicherheitsebene genutzt wurde, nicht automatisch aktualisiert wird.

Wenn sich die Funktion verändert hat, wird dies durch ein ⚠ Symbol angezeigt, das sich über dem Funktionseinsteller befindet.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Klicken Sie die Taste neben der Auswahlfunktion, um das Limit mit der aktuellen Position und Ausrichtung der Funktion zu aktualisieren.

Das Symbol wird auch angezeigt, wenn die ausgewählte Funktion von der Installation gelöscht wurde.

Sicherheitsmodus

Mit dem Dropdown-Menü auf der rechten Seite des Felds „Sicherheitsebenen“ wird der *Sicherheitsmodus* der Sicherheitsebene ausgewählt. Dabei stehen folgende Modi zur Auswahl:

	`Disabled`	Die Sicherheitsebene ist zu *keiner Zeit aktiv*.
	`Normal`	Wenn sich das Sicherheitssystem im *Normalen Modus* befindet, ist eine „Normale“-Modus-Ebene *aktiv* und agiert als *strenge Begrenzung* der TCP-Position des Roboters.
	`Reduced`	Wenn sich das Sicherheitssystem im *Reduzierten Modus* befindet, ist eine „Reduzierte“-Modus-Ebene *aktiv* und agiert als *strenge Begrenzung* der TCP-Position des Roboters.
	`Normal & Reduced`	Wenn sich das Sicherheitssystem entweder im *Normalen Modus* oder im *Reduzierten Modus* befindet, ist eine „Normale & Reduzierte“-Modus-Ebene *aktiv* und agiert als *strenge Begrenzung* der TCP-Position des Roboters.
	`Trigger Reduced mode`	Wenn sich das Sicherheitssystem im *Normalen* oder *Reduzierten* Modus befindet, ist eine *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene *aktiv*, die bewirkt, dass das Sicherheitssystem im *Reduzierten Modus* bleibt, solange sich der TCP des Roboters außerhalb dieser Ebene befindet.

Der ausgewählte *Sicherheitsmodus* wird durch ein Symbol im zugehörigen Eintrag im Feld Sicherheitsgrenzen angezeigt. Ist der Sicherheitsmodus deaktiviert, wird kein Symbol angezeigt.

Offset

Wenn eine Funktion in der Dropdown-Box auf der linken Seite des Felds Eigenschaften der Sicherheitsebene ausgewählt wurde, kann die Sicherheitsebene seitlich bewegt werden, indem das Textfeld Verdrängung im unteren rechten Bereich dieses Felds angetippt und ein Wert eingegeben wird. Durch die Eingabe eines positiven Werts wird der zulässige Wirkungsbereich des Roboters erhöht, indem die Ebene in die entgegengesetzte Richtung der Ebenennormalen bewegt wird. Durch die Eingabe eines negativen Werts wird der zulässige Bereich verringert, indem die Ebene in Richtung der Ebenennormalen bewegt wird.

Die Toleranz und Einheit für die Verdrängung der Grenzebene wird rechts neben dem Textfeld angezeigt.

Wirkung *strenger Grenz*-Ebenen

Die Programmausführung wird abgebrochen, wenn die TCP-Position die Grenze einer aktiven, strengen Sicherheitsebene abzüglich der Toleranz überschreitet (siehe 1.21.4. Toleranzen auf Seite 94), wenn sie sich weiter entlang der voraussichtlichen Bahn fortbewegt. Beachten Sie, dass das

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Minuszeichen vor den Toleranzwerten lediglich angibt, dass die Toleranz vom eingegebenen Wert abgezogen wird. Das Sicherheitssystem führt einen Stopp der Kategorie 0 durch, falls die TCP-Position die festgelegte Grenze einer Sicherheitsebene (ohne Toleranz) überschreitet.

Wirkung *Auslöser Reduzierter Modus*-Ebenen

Wenn kein Sicherheitsstopp aktiv ist und das Sicherheitssystem sich nicht in dem besonderen *Wiederherstellungsmodus* befindet (siehe 1.21.6. Sicherheitsmodi auf Seite 95), ist es entweder im *Normalen* oder im *Reduzierten* Modus und die Bewegungen des Roboterarms sind durch die jeweiligen Grenzwerte beschränkt.

Standardmäßig befindet sich das Sicherheitssystem im *Normalen Modus*. Es wechselt in den *Reduzierten Modus*, sobald eine der folgenden Situationen eintritt:

1. Der TCP des Roboters wird außerhalb einer *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene positioniert, d. h. er befindet sich auf der Seite der Ebene, die der Richtung des kleinen Pfeils in der Ebenendarstellung *gegenüber liegt*.
2. Die Sicherheitseingangsfunktion „Reduzierter Modus“ ist konfiguriert und die Eingangssignale sind LOW (siehe 1.21.13. Sicherheits-E/A auf Seite 109 für weitere Details).

Wenn keiner der oben genannten Fälle mehr vorliegt, wechselt das Sicherheitssystem in den *Normalen Modus* zurück.

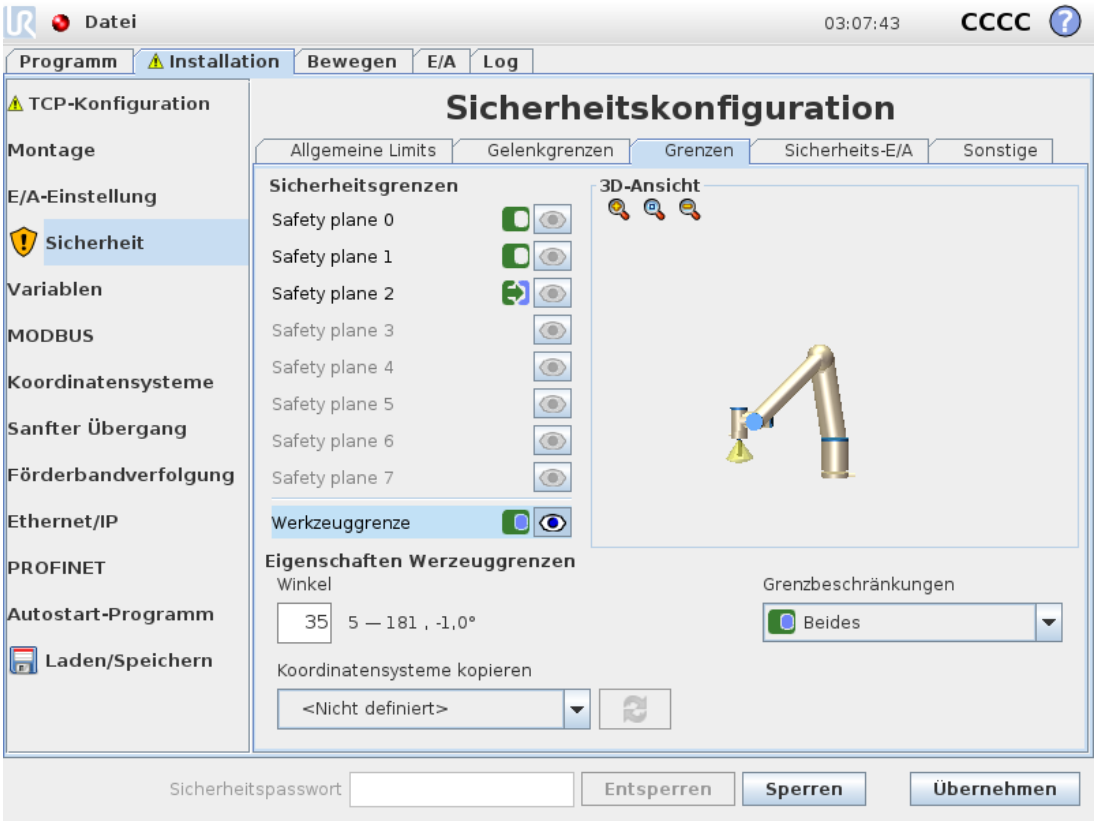
Wenn der Übergang vom *Normalen* in den *Reduzierten* Modus durch das Übergeben einer *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene ausgelöst wird, wechselt das System von den Grenzwerten des *Normalen Modus* zu denen des *Reduzierten Modus*. Sobald sich der TCP des Roboters 20 mm oder näher an der *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene (jedoch noch auf der *Normalen Modus*-Seite) befindet, werden die toleranteren Grenzen des *Normalen* und *Reduzierten* Modus für die Grenzwerte angewendet. Sobald sich der TCP des Roboters durch die *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene bewegt, werden die Grenzen des *Normalen Modus* deaktiviert und die des *Reduzierten Modus* aktiviert.

Wenn ein Übergang vom *Reduzierten* in den *Normalen* Modus durch das Übergeben einer *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene ausgelöst wird, wechselt das System von den Grenzwerten des *Reduzierten Modus* zu denen des *Normalen Modus*. Sobald sich der TCP des Roboters in die *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene bewegt, werden die toleranteren Grenzen des *Normalen* und *Reduzierten* Modus für die Grenzwerte angewendet. Sobald sich der TCP des Roboters 20 mm oder weiter von der *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene entfernt (auf der *Normalen Modus*-Seite) befindet, sind die Grenzen des *Reduzierten Modus* nicht mehr aktiv und die des *Normalen Modus* werden aktiviert.

Wenn die voraussichtliche Bahn des TCP durch eine *Reduzierten Modus auslösen*-Ebene verläuft, wird der Roboterarm bereits vor dem Eindringen in die Ebene abgebremst, falls er sonst die Grenzwerte der Gelenkgeschwindigkeit, der Werkzeuggeschwindigkeit oder des Drehmoments dieser Ebene überschreiten würde. Beachten Sie, dass dieser Abbremsvorgang aufgrund der geringeren Grenzwerte im *Reduzierten Modus* nur beim Übergang vom *Normalen* in den *Reduzierten* Modus möglich ist.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Werkzeuggrenzkonfiguration



Das Feld „Eigenschaften Werzeuggrenzen“ im unteren Bereich des Tab definiert ein Limit für die Ausrichtung des Roboterwerkzeugs, das sich aus der gewünschten Werkzeugausrichtung und einem Wert für die maximal zulässige Abweichung von dieser Ausrichtung zusammensetzt.

Winkel

Das Textfeld „Winkel“ zeigt den Wert für die maximal zulässige Abweichung der Ausrichtung des Roboterwerkzeugs von der gewünschten Position. Ändern Sie diesen Wert, indem Sie das entsprechende Textfeld anklicken und den neuen Wert eingeben.

Der zulässige Wertebereich zusammen mit der Toleranz und Einheit der Abweichung sind neben dem Feld aufgelistet.

Koordinatensysteme kopieren

Die gewünschte Ausrichtung des Roboterwerkzeugs wird mithilfe einer Funktion (siehe 1.24.12. Installation → Koordinatensysteme auf Seite 148) von der aktuellen Roboterinstallation spezifiziert. Die z-Achse der ausgewählten Funktion wird als Vektor für die gewünschte Werkzeugausrichtung für dieses Limit verwendet.

Nutzen Sie die Dropdown-Box auf der unteren linken Seite des Abschnitts Eigenschaften der Sicherheitsebene, um eine Funktion auszuwählen. Nur die Punkte und die Ebenentypenfunktionen sind verfügbar. Durch Auswahl des Elements <Nicht definiert> wird die Konfiguration der Ebene gelöscht.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Es ist zu beachten, dass bei der Konfiguration eines Limits durch Auswahl einer Funktion die Ausrichtungsinformationen nur in das Limit *kopiert* werden; das Limit ist *nicht* mit dieser Funktion verknüpft. Das bedeutet, dass wenn Änderungen an der Position und Ausrichtung einer Funktion, die zur Konfiguration des Limits genutzt wurde, gemacht wurden, das Limit nicht automatisch aktualisiert wird. Wenn sich die Funktion verändert hat, wird dies durch ein ⚠-Symbol angezeigt, das sich über dem Funktionseinsteller befindet. Das Symbol wird auch angezeigt, wenn die ausgewählte Funktion von der Installation gelöscht wurde. Schaltfläche neben der Auswahlfunktion, um das Limit mit der aktuellen Ausrichtung der Funktion zu aktualisieren. Wenn sich die Funktion verändert hat, wird dies durch ein Symbol angezeigt, das sich über dem Funktionseinsteller befindet. Klicken Sie die

Sicherheitsmodus

Mit dem Dropdown-Menü auf der rechten Seite des Felds „Eigenschaften Werkzeuggrenzen“ wird der *Sicherheitsmodus* der Werkzeugausrichtungsgrenze ausgewählt. Die verfügbaren Optionen sind:

`Disabled`	Das Werkzeuggrenzlimit ist niemals aktiv.
`Normal`	Das Werkzeuggrenzlimit ist aktiv, wenn sich das Sicherheitssystem in *Normaler Modus* befindet.
`Reduced`	Das Werkzeuggrenzlimit ist aktiv, wenn sich das Sicherheitssystem in *Reduzierten Modus* befindet.
`Normal & Reduced`	Das Werkzeuggrenzlimit ist aktiv, wenn sich das Sicherheitssystem im *Normalen* oder im *Reduzierten* Modus befindet.

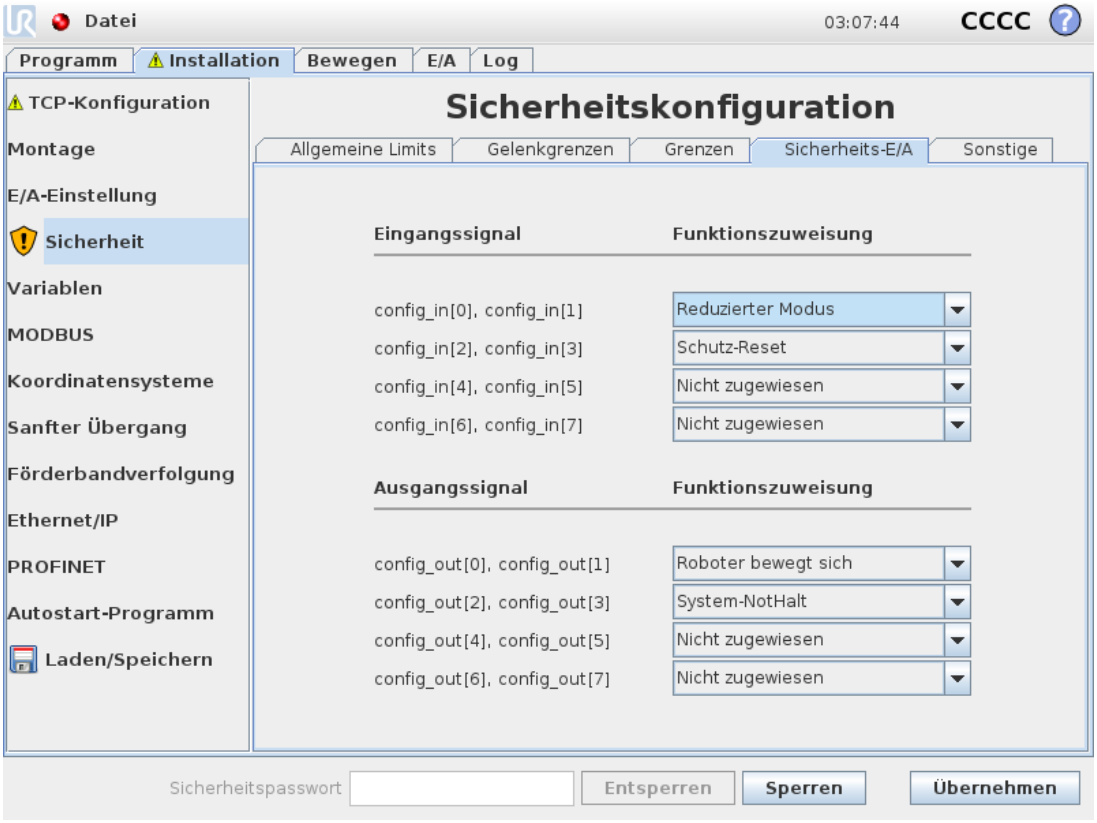
Der ausgewählte *Sicherheitsmodus* wird durch ein Symbol im zugehörigen Eintrag im Feld Sicherheitsgrenzen angezeigt. Ist der Sicherheitsmodus deaktiviert, wird kein Symbol angezeigt.

Wirkung

Die Programmausführung wird abgebrochen, wenn die Abweichung der Werkzeugausrichtung die eingegebene maximale Abweichung abzüglich der Toleranz überschreitet (siehe 1.21.4. Toleranzen auf Seite 94) und der Roboter sich weiter entlang der voraussichtlichen Bahn fortbewegt. Beachten Sie, dass das Minuszeichen vor den Toleranzwerten lediglich angibt, dass die Toleranz vom eingegebenen Wert abgezogen wird. Das Sicherheitssystem führt einen Stopp der Kategorie 0 durch, falls die Abweichung der Werkzeugausrichtung die Grenze (ohne Toleranz) überschreitet.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.21.13. Sicherheits-E/A



Dieser Bildschirm definiert die *Sicherheitsfunktionen* für konfigurierbare Ein- und Ausgänge (E/A). Die E/A sind zwischen den Eingängen und Ausgängen aufgeteilt und werden paarweise so zusammengefasst, dass jede Funktion eine Kategorie [1] 3 und PLd E/A bereitstellt.

Jede *Sicherheitsfunktion* kann jeweils nur ein E/A-Paar steuern. Wenn Sie versuchen, dieselbe Sicherheitsfunktion ein zweites Mal auszuwählen, wird sie aus dem ersten Paar der zuvor definierten E/A entfernt. Es gibt 5 *Sicherheitsfunktionen* für Eingangssignale und 5 für Ausgangssignale.

Hinweis: Die Anwendung einer Sicherheitsfunktion bei einer Pin-Kontaktreihe überschreibt alle E/A-Aktionen für Pins in der E/A-Konfiguration (siehe 1.24.8. Installation → E/A-Einstellung auf Seite 139).

Eingangssignale

Für Eingangssignale können die folgenden *Sicherheitsfunktionen* ausgewählt werden: System-Nothalt, Reduzierter Modus, Schutz-Reset, Drei-Stellungs-Zustimmschalter und Betriebsart.

`System-NotHalt`

Wenn konfiguriert, ermöglicht dies einen weiteren Not-Aus-Schalter neben dem auf dem Teach Pendant. Diese Funktion erfordert die Verwendung eines ISO 13850-kompatiblen Geräts.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Reduzierter Modus

Alle Sicherheitsgrenzen haben zwei Modi, in denen sie angewandt werden können: *Normaler Modus* (gibt die standardmäßige Sicherheitskonfiguration an) und *Reduzierter Modus* (siehe 1.21.6. Sicherheitsmodi auf Seite 95 für weitere Details). Wenn diese Eingangs-Sicherheitsfunktion gewählt ist, bewirkt ein niedriges Signal an die Eingänge, dass das Sicherheitssystem in den *Reduzierten Modus* übergeht. Wenn nötig, bremst der Roboterarm anschließend ab, um die Grenzen des *Reduzierten Modus* einzuhalten. Sollte der Roboterarm eine der Grenzen des *Reduzierten Modus* weiterhin überschreiten, führt er einen Stopp der Kategorie 0 aus. Der Wechsel zurück in den *Normalen Modus* geschieht auf gleiche Weise. Beachten Sie, dass Sicherheitsebenen auch einen Wechsel in den *Reduzierten Modus* bewirken können (siehe Sicherheitsebenenkonfiguration auf Seite 103 für weitere Details).

Schutz-Reset

Wenn „Schutzstopp“ in den Sicherheits-E/A verkabelt ist, kann dieser Eingang verwendet werden, um sicherzustellen, dass der Schutzstopp-Status beibehalten wird, bis ein Reset ausgelöst wird. Der Roboterarm bewegt sich solange nicht, wie er sich im Schutzstopp-Status befindet.

WARNUNG

Standardmäßig ist die -Funktion für die Eingangs-Pins 0 und 1 konfiguriert. Vollständiges Deaktivieren bedeutet, dass der Roboterarm per Schutzstopp nicht länger deaktiviert bleibt, sobald der -Eingabewert ansteigt. Mit anderen Worten bedeutet das, dass standardmäßig die Schutzstopp-Eingänge SI0 und SI1 ohne eine -Eingabe ermitteln, ob der Schutzstopp-Status aktiv ist oder nicht (siehe Hadware-Installationshandbuch).

Drei-Stellungs-Zustimmschalter and Betriebsart

Diese ermöglichen die Verwendung eines 3-Punkt-Schalters als zusätzliche Schutzmaßnahme während der Installation und Programmierung des Roboters. Nachdem der Drei-Stellungs-Zustimmschalter-Eingang konfiguriert wurde, befindet sich der Roboter entweder im Aktivbetrieb oder Programmiermodus. Ein Symbol in der rechten oberen Ecke zeigt die aktuelle Betriebsart an:

- *Aktivbetrieb*: Der Roboter kann nur vordefinierte Aufgaben ausführen. Der „Move“ -Tab und der Freedrive-Modus stehen nicht zur Verfügung.
- *Programmiermodus*: Die Einschränkungen aus dem *Aktivbetrieb* sind außer Kraft. Immer wenn der Drei-Stellungs-Zustimmschalter-Eingang LOW ist, wird der Roboter sicher gestoppt und der Geschwindigkeitsschieber auf einen Anfangswert gesetzt, der 250 mm/s im normalen Modus entspricht.

  Im reduzierten Modus bleibt die Skalierung jedoch die gleiche wie im normalen Modus, so dass der Geschwindigkeitsschieberegler nicht immer 250 mm/s erreicht; stattdessen kann er auf einen niedrigeren Prozentsatz des normalen Modus skaliert werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Der Geschwindigkeitsschieberegler kann inkrementell erhöht werden, um eine höhere Geschwindigkeit zu erreichen. Der Geschwindigkeitsregler wird stets auf den niedrigen Wert zurückgesetzt, wenn der Drei-Stellungs-Zustimmschalter-Eingang von LOW auf HIGH geht.

Es gibt zwei Verfahren zur Konfigurierung der Wahl der Betriebsart:

1. Um die Betriebsart mit Hilfe eines externen Modusauswahlgeräts auszuwählen, konfigurieren Sie den Betriebsart-Eingang. Die Option, mit der er konfiguriert wird, erscheint im Dropdown-Menü, sobald der Eingang für den dreistufigen Zustimmschalter eingestellt ist. Der Roboter befindet sich im Aktivbetrieb wenn der -Eingang LOW ist und im *Programmiermodus*, wenn er HIGH ist.
2. Um die Betriebsart von Polyscope auszuwählen, darf nur der `Drei-Stellungs-Zustimmschalter`-Eingang konfiguriert sein und in der Sicherheitskonfiguration angewendet werden. In diesem Fall ist der Standardmodus der *Aktivbetrieb*. Um zum *Programmiermodus* zu wechseln, wählen Sie „Roboter programmieren“ auf dem Begrüßungsbildschirm. Um zum *Aktivbetrieb* zurückzukehren, verlassen Sie einfach den „Roboter programmieren“-Bildschirm.

HINWEIS

- Nachdem die Sicherheitskonfiguration für E/A mit dem aktivierten Drei-Stellungs-Zustimmschalter bestätigt wurde, wird automatisch der Begrüßungsbildschirm angezeigt. Der Startbildschirm wird ebenso automatisch angezeigt, wenn sich die Betriebsart von *Programmierung* zu *Aktivbetrieb* ändert.
- Der physische Modusauswahlschalter, wenn verwendet, muss sich für die Auswahl vollständig an den Standard ISO 10218-1: Artikel 5.7.1 halten.
- Der 3-Stufenschalter inkl. Verhalten, Schaltcharakteristiken und Betrieb muss in allen Punkten ISO 10218-1: Artikel 5.8.3 für Freigabeschalter erfüllen.

Ausgangssignale

Für Ausgangssignale können die folgenden *Sicherheitsfunktionen* angewandt werden: Alle Signale werden wieder LOW, wenn der Status, der das HIGH-Signal ausgelöst hat, beendet ist:

`System Emergency Stop`

Das Signal ist LOW, wenn das Sicherheitssystem ausgelöst wurde und über den Eingang Roboter-Not-Aus oder mittels Not-Aus-Schalter in einen Not-Aus-Status gewechselt hat. Um Blockierungen zu vermeiden, wird kein LOW-Signal ausgegeben, wenn der Not-Aus-Status durch den Eingang System-Not-Aus ausgelöst wird.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

HINWEIS

Externe Maschinen, die den per Schutz-Aus-Status vom Roboter über den Ausgang System-Notabschaltung erhalten, müssen die Vorgaben der ISO 13850 erfüllen. Dies ist insbesondere bei Installationen erforderlich, bei denen der Notaus-Eingang des Roboters mit einer externen Notaus-Vorrichtung verbunden ist. In solchen Fällen wird der Ausgang System-Not-Aus HIGH, wenn die externe Not-Aus-Vorrichtung auslöst. Dies bedeutet, dass der Status der Notabschaltung bei der externen Maschine ohne manuelles Eingreifen durch den Roboterbediener zurückgesetzt wird. Um die Sicherheitsnormen zu erfüllen, muss die externe Maschine für einen weiteren Betrieb manuell bedient werden.

`Robot Moving`

Ein LOW-Signal wird ausgegeben, wenn sich der Roboterarm in einem Bewegungsstatus befindet. Befindet sich der Roboterarm in einer fixen Position, wird ein HIGH-Signal ausgegeben.

`Robot Not Stopping`

Das Signal ist HIGH, wenn der Roboter aufgrund einer Notabschaltung oder eines Schutzstopps angehalten wurde oder im Begriff ist anzuhalten. Andernfalls ist das Signal logisch LOW.

`Reduced Mode`

Sendet ein LOW-Signal, wenn sich der Roboterarm im *Reduzierten Modus* befindet oder wenn der Sicherheitseingang mit einem „Reduzierter Modus“-Eingang konfiguriert ist und das Signal derzeit LOW ist. Andernfalls ist das Signal HIGH.

`Not Reduced Mode`

Dies ist das Gegenstück zum oben definierten Reduzierten Modus.

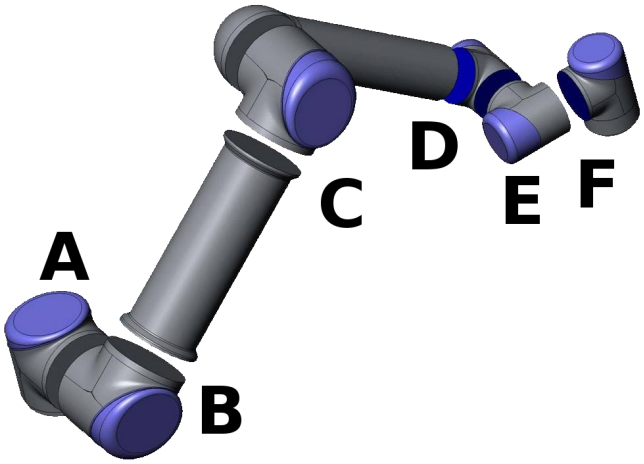
---

1. Gemäß ISO 13849-1, siehe Glossar für weitere Details.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.22. Programmierung starten

1.22.1. Vorwort



13.1: *Gelenke des Roboters. A: Basis, B: Schulter, C: Ellenbogen und D, E, F: Handgelenk 1, 2, 3*

Der Universal Robot-Arm besteht aus Rohren und Gelenken. Die Gelenke und ihre üblichen Bezeichnungen sind in Abbildung 13.1 dargestellt. An der **Basis** ist der Roboter montiert und am anderen Ende (**Handgelenk 3**) ist das Roboterwerkzeug befestigt. Indem die Bewegung jedes der Gelenke koordiniert wird, kann der Roboter sein Werkzeug, abgesehen von dem Bereich direkt über und direkt unterhalb der Basis, frei umherbewegen.

PolyScope ist die grafische Benutzeroberfläche (GUI), mit der Sie den Roboterarm und die Control-Box bedienen, Roboterprogramme ausführen oder einfach neue Programme erstellen können.

Im folgenden Abschnitt finden Sie die ersten Schritte für den Betrieb des Roboters. Danach werden die Bildschirme und Funktionen von PolyScope detaillierter beschrieben.

WARNUNG

1. Das Hardware-Installationshandbuch enthält wichtige Sicherheitsinformationen, die vom Integrator von UR-Robotern gelesen und verstanden werden müssen, bevor der Roboter zum ersten Mal eingeschaltet wird.
2. Der Integrator muss die aus der Risikobewertung definierten Sicherheitskonfigurationsparameter einstellen, bevor der Roboterarm zum ersten Mal eingeschaltet wird, siehe Kapitel 1.21. Sicherheitskonfiguration auf Seite 91.

1.22.2. Erste Schritte

Vor der Verwendung von PolyScope müssen der Roboterarm und der Controller installiert und der Controller eingeschaltet werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Installation des Roboterarms und des Controllers

Um den Roboterarm und den Controller zu installieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Entpacken Sie den Roboterarm und die Control-Box.
2. Montieren Sie den Roboter auf einer stabilen Oberfläche, die mindestens das Zehnfache des normalen Drehmoments des Basisflanschgelenks und mindestens das Fünffache des Gewichts des Roboterarms aushalten kann. Die Fläche muss vibrationsfrei sein.
3. Stellen Sie die Control-Box auf ihren Fuß.
4. Verbinden Sie den Roboter und den Controller durch Anschluss des Roboterkabels.
5. Schließen Sie den Netzstecker der Control-Box an.

WARNUNG

Kippgefahr. Wird der Roboter nicht sicher auf einer stabilen Oberfläche platziert, kann er umfallen und Verletzungen verursachen.

Detaillierte Installationsanweisungen finden Sie hier: Hardware-Installationshandbuch. Beachten Sie, dass eine Risikobewertung erforderlich ist, bevor der Roboterarm für Arbeiten eingesetzt wird.

Control-Box ein- und ausschalten

Der Controller wird mit Hilfe der Power-Taste eingeschaltet. Diese befindet sich an der Vorderseite des Feldes mit dem Touch-Screen. Dieses Feld wird in der Regel *Teach Pendant* genannt. Ist der Controller eingeschaltet, erscheint Text vom zugrundeliegenden Betriebssystem auf dem Touch-Screen. Nach etwa einer Minute erscheinen einige Schaltflächen auf dem Bildschirm und ein Pop-up-Fenster leitet den Benutzer zum Initialisierungsbildschirm (siehe 1.22.6. Initialisierungsbildschirm auf Seite 119).

Um den Controller auszuschalten, drücken Sie den grünen Ein/Aus-Schalter auf dem Bildschirm oder verwenden Sie die Schaltfläche **Roboter abschalten** auf dem Startbildschirm (siehe 1.22.5. Startbildschirm auf Seite 118).

WARNUNG

Eine Abschaltung durch Herausziehen des Netzkabels aus der Steckdose kann das Dateisystem des Roboters beschädigen und zu einer Fehlfunktion des Roboters führen.

Roboterarm ein- und ausschalten

Der Roboterarm kann eingeschaltet werden, wenn der Controller eingeschaltet und kein Not-Aus-Schalter betätigt ist. Der Roboterarm wird über den Initialisierungsbildschirm (siehe 1.22.6. Initialisierungsbildschirm auf Seite 119) eingeschaltet, indem die Schaltfläche **EIN** auf dem Bildschirm und anschließend die Schaltfläche **Start** betätigt wird. Der Start eines Roboters ist mit einem Geräusch und leichter Bewegung während des Lösens der Bremsen verbunden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Die Stromversorgung zum Roboterarm kann über die Schaltfläche **AUS** auf dem Initialisierungsbildschirm unterbrochen werden. Der Roboter schaltet sich automatisch aus, wenn der Controller ausgeschaltet wird.

1.22.3. Das erste Programm

Ein Programm ist eine Liste von Befehlen, die dem Roboter Anweisungen erteilt. PolyScope ermöglicht es Personen mit nur wenig Programmiererfahrung, den Roboter zu programmieren. Für die meisten Aufgaben erfolgt die Programmierung ausschließlich mit dem TouchScreen, ohne dabei kryptische Befehle eingeben zu müssen.

Die Werkzeugbewegung ist ein Teil des Roboterprogramms, dass dem Roboterarm die Bewegungen beibringt. In PolyScope werden Werkzeugbewegungen mithilfe einer Reihe von **Wegpunkten** festgelegt. Die kombinierten Wegepunkte bilden einen Weg, dem der Roboterarm folgt. Ein Wegepunkt kann über den Move-Tab bestimmt werden, indem man den Roboter manuell in eine bestimmte Position bewegt (Teaching) oder indem man diesen durch die Software berechnen lässt. Klicken Sie auf den Bewegen-Tab (siehe 1.24. Roboter-Steuerung auf Seite 127), um den Roboterarm in eine gewünschte Position zu bewegen oder programmieren Sie die Position, indem Sie den Roboterarm in die richtige Position ziehen, während Sie die Taste Freedrive hinter dem Teach Pendant gedrückt halten.

Neben der Bewegung entlang verschiedener Wegpunkte kann das Programm an bestimmten Stellen entlang des Weges des Roboters E-/A-Signale an andere Maschinen senden, und – basierend auf Variablen und E-/A-Signale – Befehle ausführen, wie beispielsweise **if...then** und **loop**.

Das folgende ist ein einfaches Programm, mit dem ein hochgefahrener Roboterarm zwischen zwei Wegepunkten bewegt werden kann.

1. Tippen Sie auf **Programm-Roboter** und wählen Sie **Neues Programm**.
2. Tippen Sie auf **Weiter** (unten rechts), sodass die Zeile **<Leer>** in der Baumstruktur auf der linken Bildschirmseite gewählt wird.
3. Gehen Sie zum Tab **Struktur**.
4. Tippen Sie auf **Hierher bewegen**.
5. Gehen Sie zum Tab **Befehl**.
6. Tippen Sie auf **Weiter**, um die **Wegpunkt**-Einstellungen zu öffnen.
7. Tippen Sie auf **Wegpunkt festlegen** neben dem "?"-Symbol.
8. Bewegen Sie den Roboter im **Move**-Bildschirm, indem Sie die verschiedenen blauen Pfeile drücken oder indem Sie die Taste **Freedrive** auf der Rückseite des Teach Pendants gedrückt halten, während Sie den Arm des Roboters von Hand bewegen.
9. Drücken Sie **OK**.
10. Drücken Sie auf **Wegpunkt davor hinzufügen**.
11. Tippen Sie auf **Wegpunkt festlegen** neben dem Bild "?".
12. Bewegen Sie den Roboter im **Move**-Bildschirm, indem Sie die verschiedenen blauen Pfeile drücken oder indem Sie die Taste **Freedrive** gedrückt halten, während Sie den Arm des

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Roboters von Hand bewegen.

13. Drücken Sie **OK**.
14. Ihr Programm ist fertig. Der Roboter wird sich zwischen den beiden Wegpunkten bewegen, wenn Sie das Symbol „Abspielen“ drücken. Treten Sie zurück und halten Sie eine Hand an der Not-Aus-Taste. Drücken Sie anschließend auf „Abspielen“.
15. Herzlichen Glückwunsch! Sie haben Ihr erstes Roboterprogramm erstellt, welches den Roboter zwischen zwei vorgegebenen Wegepunkten bewegt.

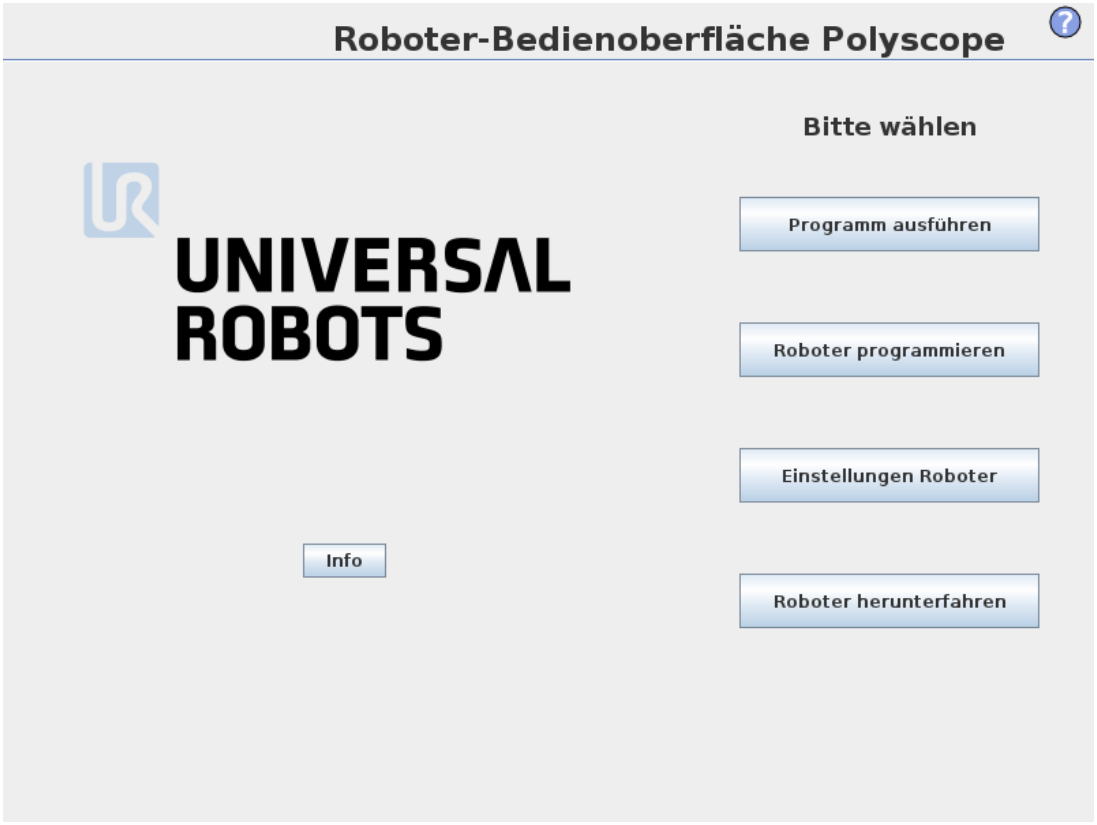
WARNUNG

1. Bewegen Sie den Roboter nicht gegen sich selbst oder andere Dinge, da dies den Roboter beschädigen kann.
2. Halten Sie Ihren Kopf und Oberkörper vom Wirkungsbereich des Roboters fern. Halten Sie Finger fern von Bereichen, in denen sie sich verfangen können.
3. Dies ist nur eine Schnellstartanleitung, um zu demonstrieren, wie einfach es ist, einen UR Roboter zu verwenden. Dabei wurde von einer gefährdungsfreien Umgebung und einem sehr vorsichtigen Benutzer ausgegangen. Erhöhen Sie nicht die Geschwindigkeit oder die Beschleunigung über die Standardwerte hinaus. Führen Sie immer eine Risikobewertung durch, bevor Sie den Roboter in Betrieb nehmen.

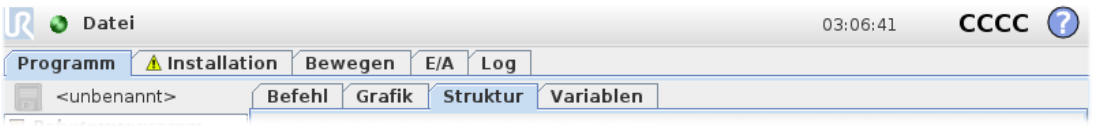
1.22.4. PolyScope-Programmierschnittstelle

PolyScope läuft auf dem Touch-Screen der Control-Box.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Die oben stehende Abbildung zeigt den Startbildschirm. Die bläulichen Bereiche des Bildschirmes sind Schaltflächen, die mit dem Finger oder der Rückseite eines Stiftes betätigt werden können. PolyScope verfügt über eine hierarchische Bildschirmstruktur. Für einen leichteren Zugriff sind die Bildschirme in der Programmierumgebung in *Tabs* angeordnet.



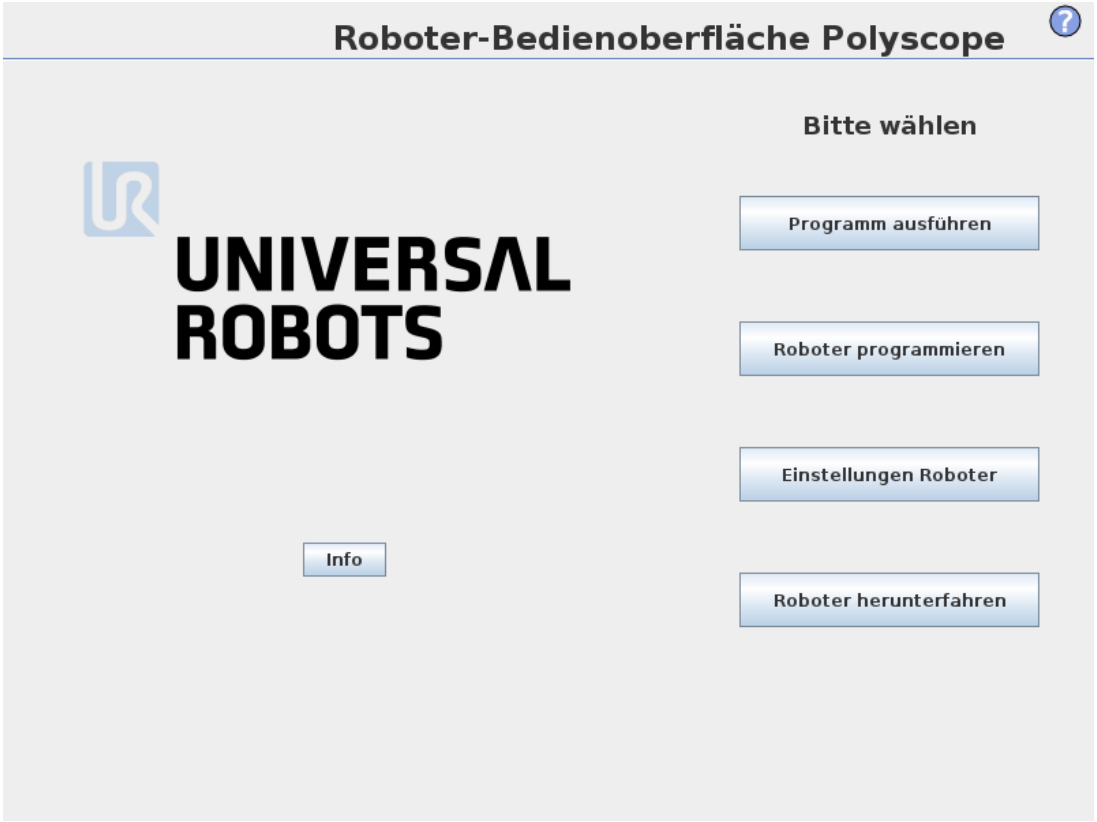
In diesem Beispiel ist der Tab **Programm** auf der obersten Ebene, und der Tab **Struktur** darunter ist ausgewählt. Der Tab **Programm** enthält Informationen zum aktuell geladenen Programm. Wird der Tab **Bewegen** ausgewählt, so wechselt der Bildschirm zum **Bewegen**-Bildschirm, von wo aus der Roboter bewegt werden kann. Durch die Auswahl des Tab **E/A** wird gleichzeitig der aktuelle Status der elektrischen Ein- und Ausgänge überwacht und geändert.

Der Anschluss einer Maus oder einer Tastatur an die Control-Box bzw. das Teach Pendant ist möglich, wird jedoch nicht benötigt. Fast alle Textfelder sind durch Berührung aktivierbar, sodass eine Berührung der Felder einen Nummernblock oder eine Tastatur auf dem Bildschirm anzeigt.

Die verschiedenen Bildschirme von PolyScope werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.22.5. Startbildschirm

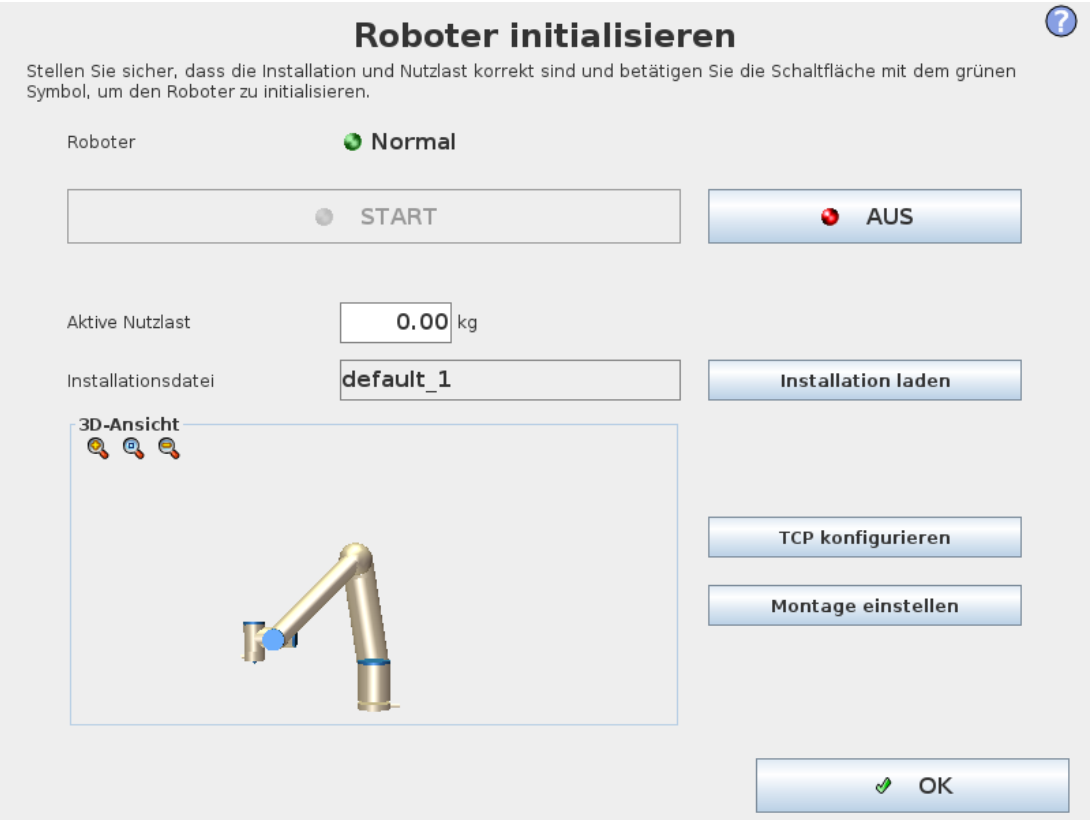


Nach dem Starten des Steuerungscomputers wird der Startbildschirm angezeigt. Der Bildschirm bietet die folgenden Optionen:

- **Programm ausführen:** Vorhandenes Programm auswählen und ausführen. Dies ist der einfachste Weg, den Roboterarm und die Control-Box zu bedienen.
- **Roboter programmieren:** Programm ändern oder neues Programm erstellen.
- **Einstellungen Roboter:** Ändern der Sprache, Passwörter, Software-Upgrade usw.
- **Roboter Herunterfahren:** Schaltet den Roboterarm und die Control-Box aus.
- **Info:** Enthält Details zu Software-Versionen, Hostname, IP-Adresse, Seriennummer und rechtliche Informationen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.22.6. Initialisierungsbildschirm



Mit diesem Bildschirm steuern Sie die Initialisierung des Roboterarms.

Roboterarm-Statusanzeige

[TEXLABELgui:initialization_screen_led] Diese Status-LED zeigt den aktuellen Status des Roboterarms an:

- Eine helle, rote LED zeigt an, dass sich der Roboterarm derzeit im Stopp-Status befindet, wofür es mehrere Gründe geben kann.
- Eine helle, gelbe LED zeigt an, dass der Roboterarm eingeschaltet ist, jedoch nicht für den normalen Betrieb bereit ist.
- Eine grüne LED zeigt an, dass der Roboterarm eingeschaltet und für den normalen Betrieb bereit ist.

Der neben der LED erscheinende Text beschreibt den aktuellen Status des Roboterarms näher.

Aktive Nutzlast und Installation

Wenn der Roboterarm eingeschaltet ist, wird die Nutzlastmasse, die vom Controller beim Bedienen des Roboterarms verwendet wird, in dem kleinen, weißen Textfeld angezeigt. Dieser Wert kann durch Antippen des Textfeldes und Eingabe eines neuen Werts geändert werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Hinweis: Das Festlegen dieses Werts ändert nicht die Nutzlast in der Installation des Roboters (siehe 1.24.6. Installation → TCP konfigurieren auf Seite 134). Nur die von der Control-Box verwendete Nutzlast wird festgelegt.

Gleichermaßen wird der Name der aktuell geladenen Installationsdatei in dem grauen Textfeld angezeigt. Eine andere Installation kann durch Tippen auf das Textfeld oder mithilfe der danebenliegenden Schaltfläche **Laden** geladen werden. Alternativ kann die geladene Installation mithilfe der Tasten neben der 3D-Ansicht im unteren Bereich des Bildschirms angepasst werden.

Vor dem Starten des Roboterarms ist es sehr wichtig, zu verifizieren, dass sowohl die aktive Nutzlast als auch die aktive Installation zu der Situation gehören, in der sich der Roboterarm derzeit befindet.

Initialisierung des Roboterarms

WARNUNG

Stellen Sie stets sicher, dass die tatsächliche Nutzlast und Installation korrekt ist, bevor Sie den Roboterarm starten. Wenn diese Einstellungen falsch sind, funktionieren der Roboter und die Control-Box nicht korrekt und können eine Gefährdung für Menschen oder Geräte in ihrem Umfeld darstellen.

VORSICHT

Besondere Aufmerksamkeit sollte der Vermeidung jeglicher Berührung des Roboterarms mit einem Hindernis oder Tisch gelten, da ein Gelenkgetriebe beschädigt werden kann, wenn der Roboterarm in ein Hindernis gesteuert wird.

Die große Taste mit dem grünen Symbol dient zur Durchführung der eigentlichen Initialisierung des Roboterarms. Der Text darauf und die Aktion, die sie ausführt, verändern sich je nach Lage, in welcher sich der Roboterarm aktuell befindet.

- Nachdem der Controller-PC hochgefahren ist, muss die Taste einmal angetippt werden, um den Roboterarm einzuschalten. Der Roboterarm-Status wechselt dann zu**Einschalten** (Power on) und anschließend in den **Leerlauf**. Bitte beachten Sie, dass der Roboterarm nicht eingeschaltet werden kann, wenn ein Not-Aus vorliegt - daher wird die Taste deaktiviert.
- Ist der Roboterarm im **Leerlauf**, muss die Schaltfläche noch einmal angetippt werden, um den Roboterarm zu starten. Nun werden die Sensordaten hinsichtlich der Konfiguration des Roboterarms geprüft. Wird eine fehlende Übereinstimmung entdeckt (mit einer Toleranz von 30°), wird die Schaltfläche deaktiviert und unter ihr eine Fehlermeldung angezeigt.

  Ist die Montageprüfung bestanden, werden durch Antippen der Taste alle Gelenkbremsen gelöst und der Roboterarm ist bereit für den normalen Betrieb. Bitte beachten Sie, dass der Roboter nun ein Geräusch von sich gibt und sich ein wenig bewegt, während er die Bremsen entriegelt.
- Überschreitet der Roboterarm eine der Sicherheitsgrenzen nachdem er gestartet wurde, arbeitet er in einem besonderen **Wiederherstellungsmodus**. In diesem Modus wird durch Antippen der Schaltfläche in einen Wiederherstellungsmodus gewechselt, in dem der

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Roboterarm in die Sicherheitsgrenzen zurückbewegt werden kann.

- Tritt eine Störung auf, kann der Controller mithilfe der Taste neu gestartet werden.
- Falls der Controller momentan nicht läuft, kann durch Antippen der Taste gestartet werden.

Die kleinere Taste mit dem roten Symbol dient zum Ausschalten des Roboterarms.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.23. Bildschirm-Editoren

1.23.1. Ausdruckseditor auf dem Bildschirm

Während der Ausdruck selbst als Text bearbeitet wird, verfügt der Ausdruckseditor über eine Vielzahl von Schaltflächen und Funktionen zur Eingabe der speziellen Ausdruckssymbole, wie zum Beispiel * zur Multiplikation und ≤ für kleiner gleich. Die Tastatursymbol-Schaltfläche oben links im Bildschirm schaltet auf Textbearbeitung des Ausdrucks um. Alle definierten Variablen befinden sich im `Variable` selector, while the names of the input and output ports can be found in the `Input` and `Output` selectors. Some special functions are found in `Function`.

<p>Der Ausdruck wird auf grammatische Fehler überprüft, wenn Sie die Schaltfläche <code>OK</code> betätigen. Mit der Schaltfläche <code>Abbrechen</code> verlassen Sie den Bildschirm und verwerfen alle Änderungen.

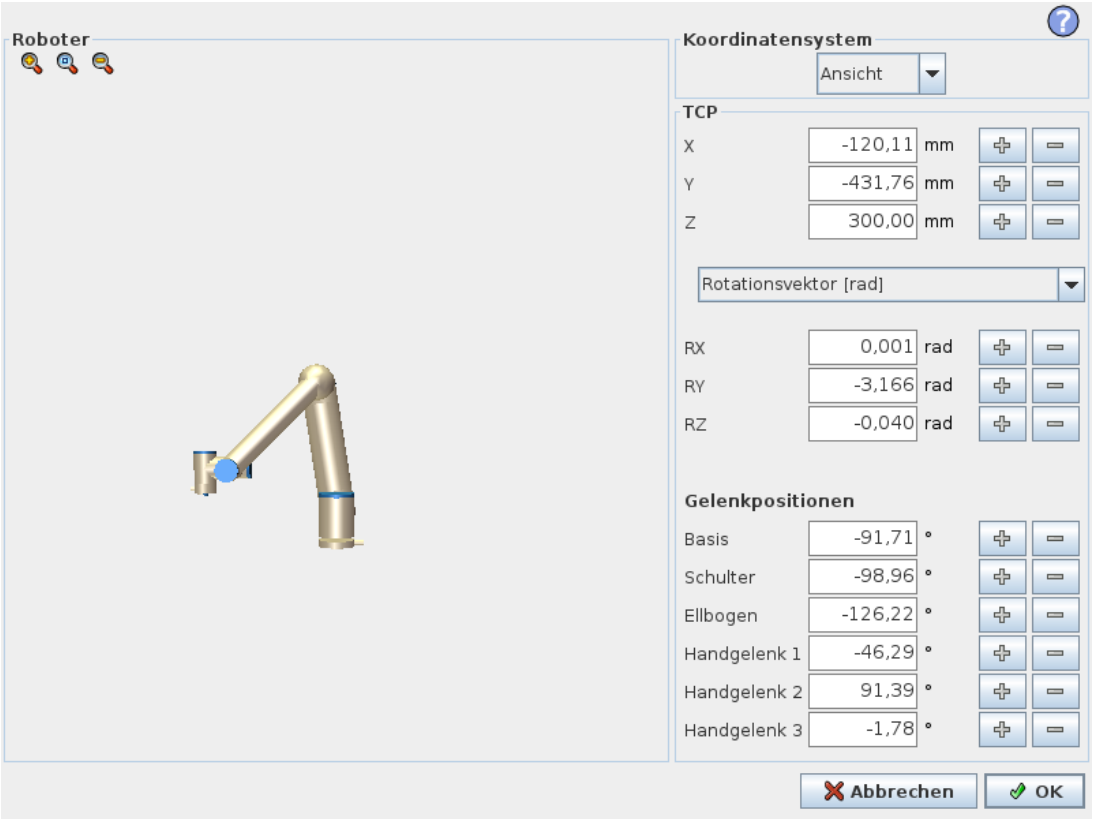
Ein Ausdruck kann wie folgt aussehen:

`digital_in[1]`$\stackrel{?}{=}$`True and analog_in[0]<0.5`

1.23.2. Bearbeitungsanzeige „Pose“

Auf diesem Bildschirm können Sie die Zielpositionen der Gelenke oder eine Zielpose (Position und Ausrichtung) des Roboterwerkzeugs festlegen. Diese Anzeige ist „offline“ und steuert den Roboterarm nicht direkt.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Roboter

Die aktuelle Position des Roboterarms und die festgelegte neue Zielposition werden in 3D-Grafiken angezeigt. Die 3D-Zeichnung des Roboterarms zeigt die aktuelle Position des Roboterarms an, während der „Schatten“ des Roboterarms die Zielposition des Roboterarms angibt, die durch die festgelegten Werte auf der rechten Bildschirmseite gesteuert wird. Betätigen Sie die Lupensymbole, um hinein-/herauszuzoomen oder ziehen Sie einen Finger darüber, um die Ansicht zu ändern.

Wenn die spezifizierte Zielposition des Roboter-TCP einer Sicherheits- oder Auslöserebene nahe ist oder die Ausrichtung des Roboterwerkzeugs sich nahe am Limit der Werkzeugausrichtungsgrenze (siehe 1.21.12. Grenzen auf Seite 102) befindet, wird eine 3D-Darstellung des Näherungslimits der Grenze angezeigt.

Sicherheitsebenen werden in Gelb und Schwarz zusammen mit einem kleinen Pfeil angezeigt, der für die Normal-Ebene steht, was angibt, auf welcher Seite der Ebene der Roboter-TCP positioniert werden darf. Auslöserebenen werden in Blau und Grün zusammen mit einem kleinen Pfeil angezeigt, der auf die Seite der Ebene zeigt, auf der die Grenzen des *Normalen* Modus (siehe 1.21.6. Sicherheitsmodi auf Seite 95) aktiv sind. Das Limit der Werkzeugausrichtungsgrenze wird anhand eines sphärischen Kegels visualisiert, wobei ein Vektor die aktuelle Ausrichtung des Roboterwerkzeugs anzeigt. Das Innere des Kegels repräsentiert den zulässigen Bereich für die Werkzeugausrichtung (Vektor).

Wenn der Zielroboter-TCP sich nicht mehr in Nähe zum Limit befindet, verschwindet die 3D-Darstellung. Wenn der Ziel-TCP ein Grenzlimit überschreitet oder dem sehr nahe ist, ändert sich die Limitanzeige zu rot.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Funktion und Werkzeugposition

Oben rechts auf dem Bildschirm ist der Funktionseinsteller zu finden. Er legt fest, welche Funktion des Roboterarms angesteuert wird.

Der Name des aktuell aktiven Tool Center Point (TCP) wird unterhalb des Funktionseinstellers angezeigt. Weitere Informationen zur Konfigurationen mehrerer benannter TCPs finden Sie hier 1.24.6. Installation → TCP konfigurieren auf Seite 134. Die Textfelder zeigen die vollständigen Koordinatenwerte dieses TCPs relativ zur ausgewählten Funktion an. x, y und z steuern die Position des Werkzeugs, während rx, ry und rz die Ausrichtung des Werkzeugs koordinieren.

Verwenden Sie das Auswahlmenü über den Feldern rx, rx und rz, um die Ausrichtungsdarstellung auszuwählen. Die folgenden Typen stehen zur Verfügung:

- **Rotationsvektor [rad]** Die Ausrichtung wird als *Rotationsvektor* angegeben. Die Länge der Achse entspricht dem zu drehenden Winkel in Radianten, und der Vektor selbst gibt die Achse an, um die die Drehung erfolgt. Dies ist die Standardeinstellung.
- **Rotationsvektor [°]** Die Ausrichtung wird als *Rotationsvektor* angegeben, wobei die Länge des Vektors der Rotationswinkel in Grad ist.
- **RPY [rad]** *Roll*-, *Nick*- und *Gier*-Winkel (*RPY*), die als Radianten angegeben werden. Die RPY-Rotationsmatrix (X-, Y'-, Z''-Rotation) ist bestimmt durch:

  $$Rrpy(\gamma, \beta, \alpha) = RZ(\alpha) \cdot RY(\beta) \cdot RX(\gamma)$$

- **RPY [°]** *Roll*-, *Nick*- und *Gier*-Winkel (*RPY*), die in Grad angegeben werden.

Die Werte können bearbeitet werden, indem Sie auf die Koordinaten tippen. Durch Klicken auf die Schaltflächen + und - rechts neben einem Feld können Sie den aktuellen Wert um einen Betrag erhöhen oder verringern. Durch Gedrückthalten einer Schaltfläche wird der Wert direkt erhöht/verringert. Je länger Sie die Schaltfläche gedrückt halten, desto mehr wird der Wert erhöht oder verringert.

Gelenkpositionen

Ermöglicht die direkte Festlegung der einzelnen Gelenkpositionen. Jede Gelenkposition kann einen Gelenkgrenzbereich von -360° bis +360° besitzen, was die *Gelenkgrenzen* festlegt. Die Werte können bearbeitet werden, indem Sie auf die Gelenkposition tippen. Durch Klicken auf die Schaltflächen + und - rechts neben einem Feld können Sie den aktuellen Wert um einen Betrag erhöhen oder verringern. Durch Gedrückthalten einer Schaltfläche wird der Wert direkt erhöht/verringert. Je länger Sie die Schaltfläche gedrückt halten, desto mehr wird der Wert erhöht oder verringert.

Schaltfläche „OK“

Wird dieser Bildschirm vom Bewegen-Bildschirm aktiviert, gelangen Sie durch Antippen der Schaltfläche OK zurück zum Bewegen-Bildschirm, auf dem sich der Roboterarm in die festgelegte Zielposition bewegt. Wenn der zuletzt festgelegte Wert eine Werkzeugkoordinate war, bewegt sich der Roboterarm mithilfe der Bewegungsart *Fahrelinear* in die Zielposition. Im Gegensatz dazu bewegt sich

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

der Roboterarm mithilfe der Bewegungsart *FahreAchse* in die Zielposition, wenn zuletzt eine Gelenkposition festgelegt wurde. Die unterschiedlichen Bewegungsarten werden erklärt im Bewegungsarten auf Seite 170.

Schaltfläche „Abbrechen“

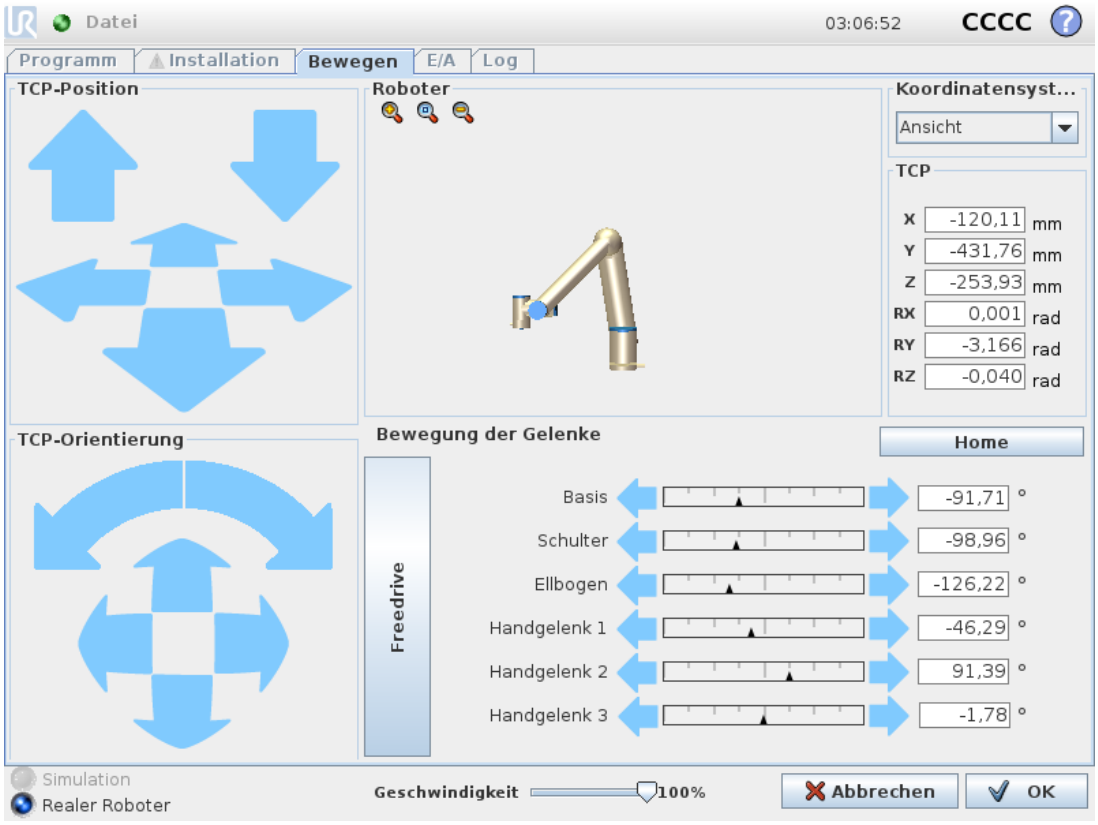
Mit der Schaltfläche „Abbrechen“ verlassen Sie den Bildschirm und verwerfen alle Änderungen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.24. Roboter-Steuerung

1.24.1. Register Move

Mit diesem Bildschirm können Sie den Roboterarm immer direkt bewegen (Joystick-Steuerung), entweder durch Versetzung/Drehung des Roboterwerkzeugs oder durch Bewegung der einzelnen Robotergelenke.



Roboter

Die aktuelle Position des Roboterarms wird mit einer 3D-Grafik angezeigt. Tippen Sie auf die Lupensymbole, um hinein-/herauszuzoomen oder ziehen Sie einen Finger darüber, um die Ansicht zu ändern. Um das beste Gefühl für die Steuerung des Roboterarms zu bekommen, wählen Sie die Funktion **Ansicht** und drehen Sie den Blickwinkel der 3D-Zeichnung, damit dieser Ihrer Ansicht des echten Roboterarms entspricht.

Nähert sich die aktuelle Position des Roboter-TCP einer Sicherheits- oder Auslöseebene oder befindet sich die Ausrichtung des Roboterwerkzeugs nahe einer (siehe 1.21.12. Grenzen auf Seite 102), so wird eine 3D-Darstellung der nächsten Bewegungsgrenze angezeigt. Beachten Sie, dass die Visualisierung der Grenzlimits deaktiviert wird, während der Roboter ein Programm ausführt.

Sicherheitsebenen werden in Gelb und Schwarz zusammen mit einem kleinen Pfeil angezeigt, der für die Normal-Ebene steht, was angibt, auf welcher Seite der Ebene der Roboter-TCP positioniert werden darf. Auslöserebenen werden in Blau und Grün zusammen mit einem kleinen Pfeil angezeigt, der auf die Seite der Ebene zeigt, auf der die Grenzen des **Normalen** Modus (siehe 1.21.6.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Sicherheitsmodi auf Seite 95) aktiv sind. Das Limit der Werkzeugausrichtungsgrenze wird anhand eines sphärischen Kegels visualisiert, wobei ein Vektor die aktuelle Ausrichtung des Roboterwerkzeugs anzeigt. Das Innere des Kegels repräsentiert den zulässigen Bereich für die Werkzeugausrichtung (Vektor).

Wenn der Roboter-TCP sich nicht mehr in Nähe zum Limit befindet, verschwindet die 3D-Darstellung. Wird eine Bewegungsgrenze durch den TCP überschritten oder ist kurz vor der Überschreitung, wird die Darstellung der Bewegungsgrenze rot.

Funktion und Werkzeugposition

Oben rechts auf dem Bildschirm ist der Funktionseinsteller zu finden. Er legt fest, welche Funktion des Roboterarms angesteuert wird.

Der Name des aktuell aktiven Tool Center Point (TCP) wird unterhalb des Funktionseinstellers angezeigt. Die Textfelder zeigen die vollständigen Koordinatenwerte des TCP relativ zur ausgewählten Funktion an. Weitere Informationen zur Konfigurationen mehrerer benannter TCPs finden Sie hier (siehe 1.24.6. Installation → TCP konfigurieren auf Seite 134).

Werte können manuell durch Anklicken der Koordinaten oder der Gelenkpositionen bearbeitet werden. Dies führt Sie auf den Posenbearbeitungsbildschirm (siehe 1.23.2. Bearbeitungsanzeige „Pose“ auf Seite 123), auf dem Sie eine Zielposition und die Ausrichtung des Werkzeugs oder der Zielgelenkpositionen angeben können.

Bewegung des Werkzeuges

- Das Gedrückthalten eines Bewegungspfeils (oben) bewegt die Werkzeugspitze des Roboters in die angegebene Richtung.
- Das Gedrückthalten eines Drehungspfeils (unten) dreht die Ausrichtung der Werkzeugspitze des Roboters in die angegebene Richtung. Der Drehpunkt ist der Werkzeugmittelpunkt (TCP), d. h.der Punkt am Ende des Roboterarms, der einen charakteristischen Punkt des Roboterwerkzeugs darstellt. Mit den (unteren) Drehungspfeilen wird die Ausrichtung des Roboterwerkzeugs in die angegebene Richtung gelenkt. Der TCP wird kleine blaue Kugel dargestellt.

Hinweis: Lassen Sie die Taste los, um die Bewegung jederzeit zu stoppen!

Bewegung der Gelenke

Ermöglicht die direkte Steuerung der einzelnen Gelenke. Jede Gelenkposition kann sich von -360° bis +360° bewegen, was die *Gelenkgrenzen* festlegt, die für jedes Gelenk durch die horizontale Leiste veranschaulicht werden. Wenn ein Gelenk seine Grenze erreicht, kann es sich nicht weiter weg bewegen. Wurden die Grenzen für ein Gelenk mit einem Positionsbereich konfiguriert, der sich vom Standard (siehe 1.21.11. Gelenk- grenzen auf Seite 100) unterscheidet, wird dieser Bereich auf der horizontalen Leiste rot dargestellt.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Freedrive

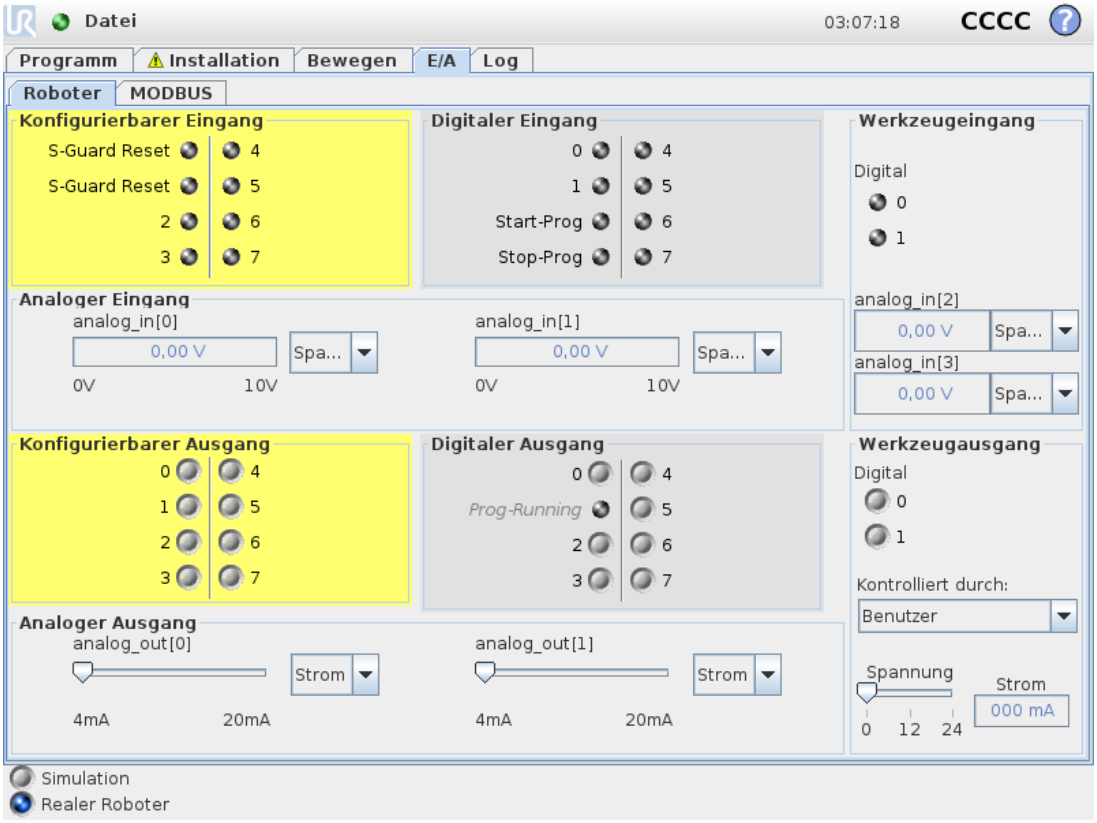
Während die *Freedrive*-Schaltfläche gedrückt ist, kann der Roboterarm festgehalten und an die gewünschte Stelle gezogen werden. Ist die Gravitationseinstellung (siehe 1.24.7. Installation → Montage auf Seite 138) im Tab **Einstellung** falsch oder trägt der Roboterarm eine schwere Last, kann sich der Roboterarm bewegen/herabfallen, wenn die **Freedrive**-Schaltfläche gedrückt wird. Lassen Sie die **Freedrive**-Schaltfläche in diesem Fall einfach los.

WARNUNG

1. Stellen Sie sicher, dass Sie die richtigen Installationseinstellungen verwenden (z. B. Robotermontagewinkel, Gewicht in TCP, TCP-Ausgleich). Speichern und laden Sie die Installationsdateien zusammen mit dem Programm.
2. Stellen Sie sicher, dass die TCP-Einstellungen und die Robotermontageeinstellungen korrekt eingestellt sind, bevor die **Freedrive**-Schaltfläche bedient wird. Sind diese Einstellungen falsch, bewegt sich der Roboterarm, sobald **Freedrive** aktiviert wird.
3. Die Freedrive-Funktion (**Impedanz/Freifahren**) sollte nur bei Installationen verwendet werden, in denen die Risikobewertung dies zulässt. Werkzeuge und Hindernisse sollten keine scharfen Kanten oder Quetschpunkte aufweisen. Stellen Sie sicher, dass sich niemand in der Reichweite des Roboterarms befindet.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.24.2. E/A-Tab



In diesem Bildschirm können Sie die spannungsführenden E/A-Signale von/zur Control-Box stets überwachen und einstellen. Der Bildschirm zeigt den aktuellen Status der Ein- und Ausgänge an, auch während der Programmausführung. Werden während der Ausführung des Programms Änderungen vorgenommen, so stoppt das Programm. Wenn ein Programm stoppt, behalten alle Ausgangssignale ihren Status bei. Der Bildschirm wird bei nur 10 Hz aktualisiert, sodass ein sehr schnelles Signal eventuell nicht richtig angezeigt wird.

Konfigurierbare E/A können für spezielle Sicherheitseinstellungen reserviert werden, die im Abschnitt Sicherheits-E/A-Konfiguration der Installation definiert sind (siehe 1.21.13. Sicherheits-E/A auf Seite 109). Reservierte E/A tragen den Namen der Sicherheitsfunktion statt des Standardnamens oder eines benutzerdefinierten Namens. Konfigurierbare Ausgänge, die für Sicherheitseinstellungen reserviert sind, können nicht bedient werden und werden nur als LEDs angezeigt.
Die elektrischen Angaben der Signale sind im Kapitel 1.9.3. Controller-E/A auf Seite 33 beschrieben.

Spannung

Unter Werkzeugausgang kann Spannung nur dann konfiguriert werden, wenn der Werkzeugausgang vom Benutzer gesteuert wird. Die Auswahl eines URCap unterbindet den Zugriff auf die Spannung.

Einstellung Analogdomäne

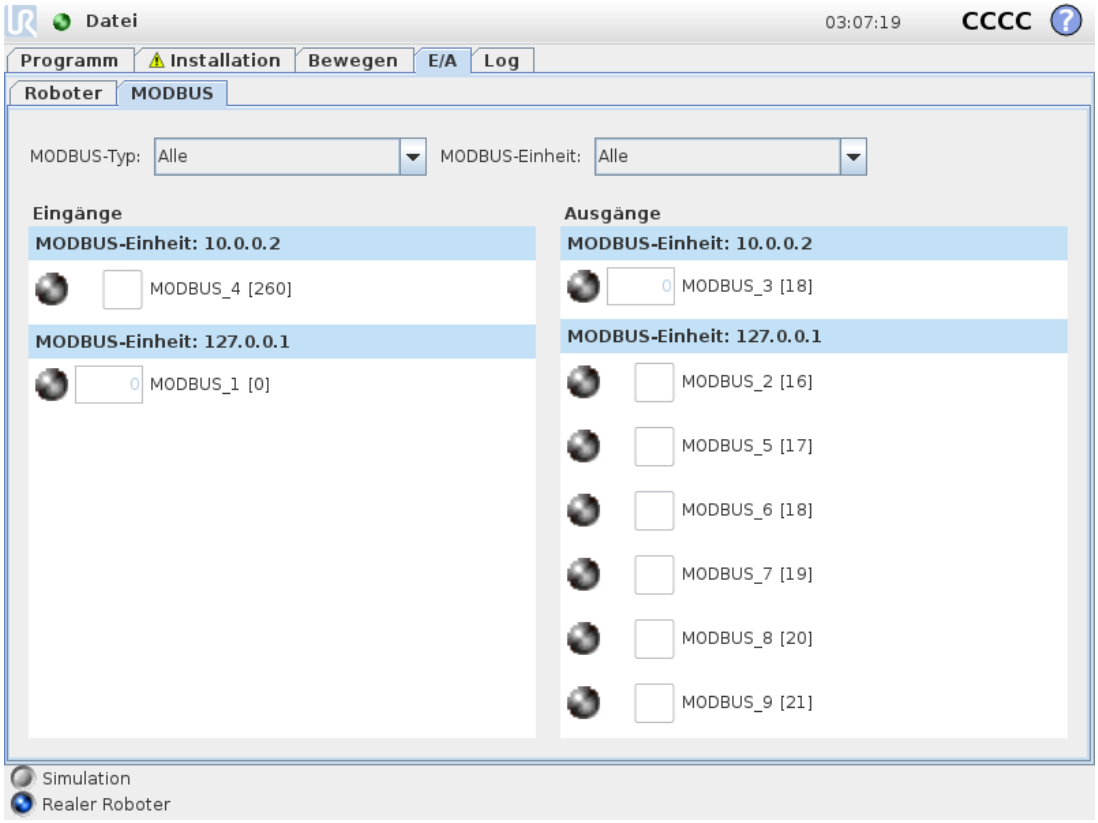
Die analogen E/A können entweder auf Stromausgang [4-20 mA] oder Spannungsausgang [0-10 V] eingestellt werden. Die Einstellungen werden für mögliche spätere Neustarts des Controllers bei der Speicherung eines Programms gespeichert. Die Auswahl eines URCap in Werkzeugausgang

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

unterbindet den Zugriff auf die Domäneneinstellung für die analogen Werkzeugeingänge.

1.24.3. MODBUS

Der Screenshot unten zeigt die E/A-Signale des MODBUS-Clients, wie sie bei der Installation eingerichtet werden. Mithilfe der Dropdownmenüs am oberen Rand des Bildschirms können Sie die angezeigten Inhalte basierend auf Signaltyp und MODBUS-Einheit ändern, wenn mehr als eine konfiguriert sind. Jedes Signal in der Listen enthält seinen Verbindungsstatus, Wert, Name, seine Adresse und sein Signal. Die Ausgangssignale können umgeschaltet werden, wenn der Status der Verbindung und die Wahl für die E/A-Tab-Steuerung es erlauben (siehe 1.24.8. Installation → E/A-Einstellung auf Seite 139).



1.24.4. AutoMove-Tab

Der Tab „AutoMove“ wird eingesetzt, wenn sich der Roboter in eine bestimmte Position innerhalb seines Wirkungsbereichs bewegen muss. Dazu gehört beispielsweise, wenn sich der Roboterarm laut Programm in eine Startposition bewegen muss, um dieses auszuführen oder wenn er sich während einer Programmänderung zu einem Wegepunkt bewegt.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Animation

Die Animation zeigt die Bewegung, die der Roboterarm ausführen wird.

VORSICHT

Vergleichen Sie die Animation mit der Position des echten Roboterarms und stellen Sie sicher, dass der Roboterarm die Bewegung sicher ausführen kann, ohne auf Hindernisse zu treffen.

VORSICHT

Mit der AutoMove-Funktion wird der Roboter entlang der Schattenbahn bewegt. Kollisionen können den Roboter oder andere Geräte beschädigen.

Auto

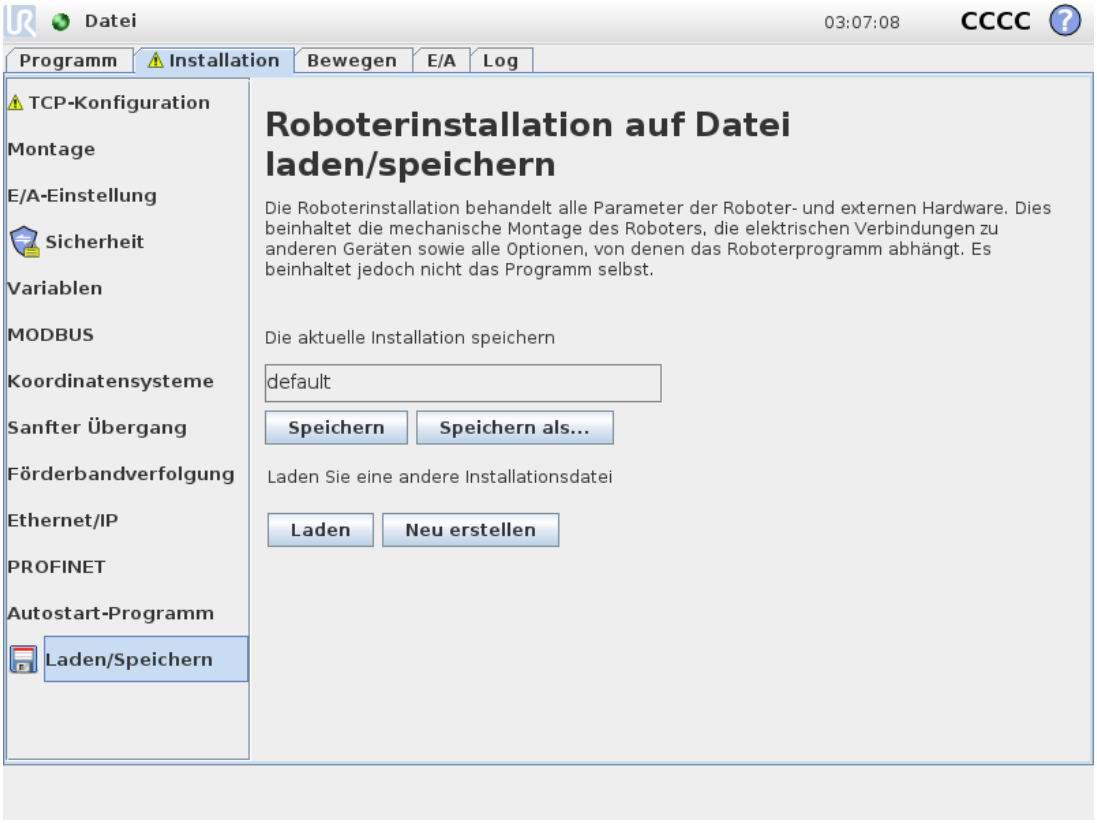
Halten Sie die Schaltfläche **Auto** gedrückt, um den Roboterarm wie in der Animation zu bewegen.
Hinweis: Die Schaltfläche können Sie jederzeit loslassen, um die Bewegung anzuhalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Manuell

Drücken Sie die Schaltfläche **Manuell**, um zum **Bewegen**-Tab zu gelangen, wo der Roboter manuell bewegt werden kann. Dies ist nur erforderlich, wenn eine andere Bewegung als die der Animation gewünscht ist.

1.24.5. Installation → Laden/Speichern



Die Roboterinstallation deckt alle Aspekte dessen ab, wie der Roboterarm und die Control-Box in ihrem Arbeitsumfeld platziert werden. Dies beinhaltet die mechanische Befestigung des Roboterarms, die elektrischen Verbindungen zu anderen Geräten sowie alle Optionen, von denen das Roboterprogramm abhängt. Es beinhaltet jedoch nicht das Programm selbst.

Diese Einstellungen können mithilfe der verschiedenen Bildschirme unter dem Register **Installation** vorgenommen werden. Davon ausgenommen sind die E/A-Bereiche, die im Register **E/A** festgelegt werden (siehe 1.24.2. E/A-Tab auf Seite 130).

Es ist möglich, mehr als eine Installationsdatei für den Roboter zu haben. Die erstellten Programme verwenden die aktive Installation und laden diese automatisch, wenn sie verwendet wird.

Alle Änderungen an einer Installation müssen gespeichert werden, um nach dem Herunterfahren erhalten zu bleiben. Wenn es während der Installation nicht gespeicherte Änderungen gibt, wird ein Diskettensymbol neben dem **Laden/Speichern**-Text auf der linken Seite des Tab **Installation** angezeigt.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

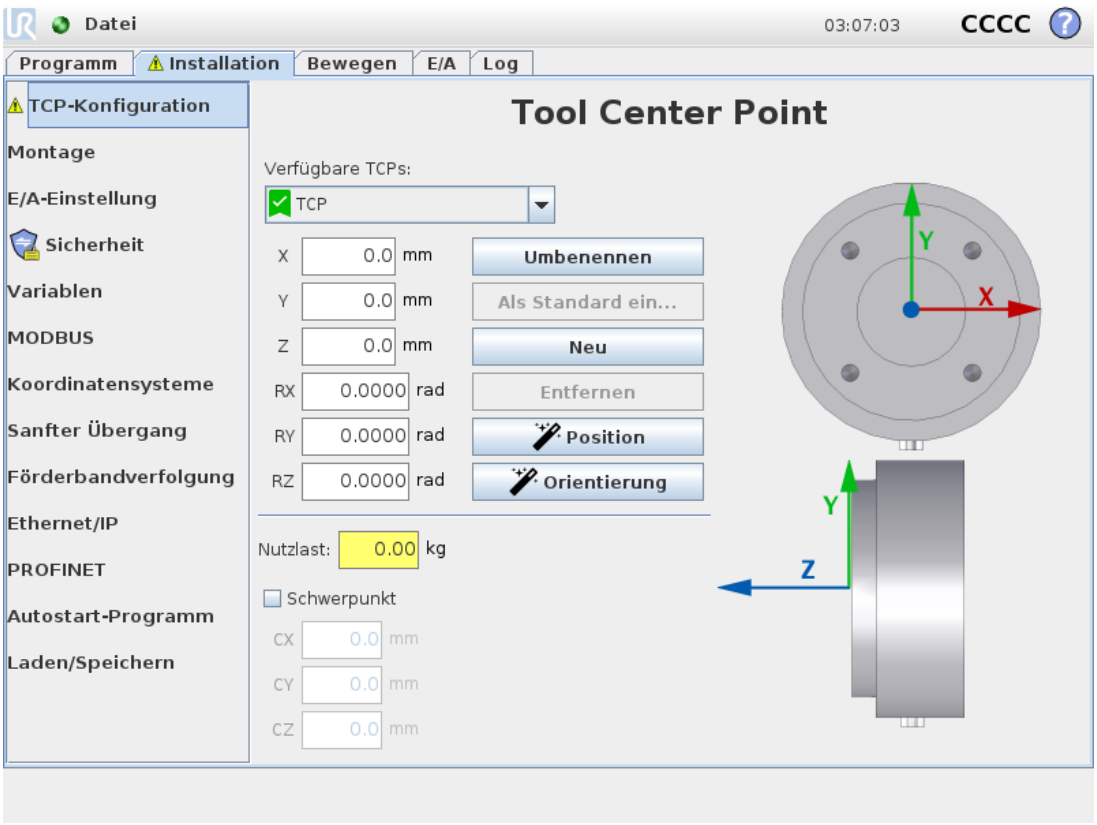
Eine Installation kann durch Drücken der Schaltflächen **Speichern** oder **Speichern als** gespeichert werden. Alternativ wird die aktive Installation durch das Speichern eines Programms gespeichert. Nutzen Sie die Schaltfläche **Laden**, um eine andere Installationsdatei zu laden. Mit dem Befehl **Neu erstellen** in der Roboter-Installation werden alle Einstellungen wieder auf die Werksvorgaben zurückgestellt.

VORSICHT

Die Verwendung des Roboters mit einer von einem USB-Laufwerk geladenen Installation wird nicht empfohlen. Zur Verwendung einer Installation, die auf einem USB-Laufwerk gespeichert ist, laden Sie sie zuerst und speichern Sie sie dann im lokalen **Programmordner** mit dem Befehl **Speichern als**.

1.24.6. Installation → TCP konfigurieren

Ein **Werkzeugmittelpunkt** (TCP) ist ein Punkt auf dem Roboterwerkzeug. Jeder TCP enthält eine Verschiebung und Drehung bezogen auf die Mitte des Werkzeugausgangsflanschs.
Bei der Programmierung zur Rückkehr zu einem zuvor gespeicherten Wegepunkt bewegt ein Roboter den TCP zu der Position und Orientierung, die im Wegepunkt gespeichert ist. Wenn der TCP für lineare Bewegungen programmiert ist, bewegt er sich linear.



Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Position

Die Koordinaten X, Y, Z geben die TCP-Position an. Wenn alle Werte (auch die Ausrichtung) Null sind, liegt der TCP auf dem Mittelpunkt des Werkzeugflanschs und nimmt das auf dem Bildschirm dargestellte Koordinatensystem an.

Orientierung

Die Koordinatenfelder RX, RY und RZ geben die TCP-Ausrichtung an. Wählen Sie die Ausrichtungskoordinaten (siehe 1.23.2. Bearbeitungsanzeige „Pose“ auf Seite 123) wie im „Bewegen“-Tab aus dem Einheiten-Dropdown-Menü über den Feldern RX, RY, RZ aus.

Hinzufügen, Umbenennen, Ändern und Entfernen von TCPs

Sie können die Konfiguration eines neuen TCP mit den folgenden Aktionen beginnen:

- Tippen Sie auf , um einen neuen TCP mit einem eindeutigen Namen zu definieren. Der neue TCP ist im Dropdownmenü verfügbar.
- Tippen Sie auf , um ein TCP umzubenennen.
- Tippen Sie auf , um einen ausgewählten TCP zu entfernen. Sie können den letzten TCP nicht entfernen.

Aktive TCP

Bei einer linearen Bewegung verwendet der Roboter bei der Bestimmung des TCP-Abstands stets den aktiven TCP. Mit den Befehlen „Bewegen“ (siehe 1.25.4. Befehl: Bewegen auf Seite 170) oder „Einstellen“ kann der aktive TCP geändert werden.

Standard-TCP

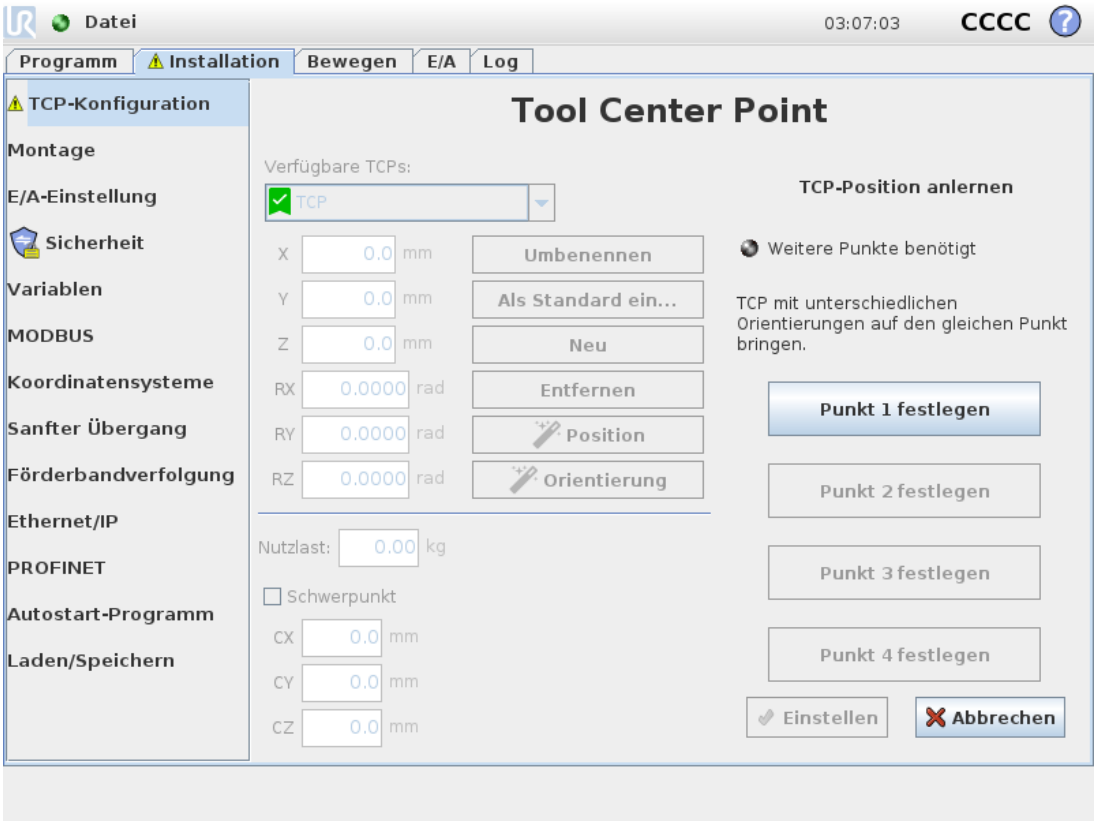
Bevor ein Programm ausgeführt wird, muss der Standard-TCP als Aktiver TCP festgelegt werden.

- Wählen Sie den gewünschten TCP aus und tippen Sie auf **Als Standard festlegen**, um einen TCP als Standard festzulegen.

Der als Standard konfigurierte TCP wird im Dropdown-Menü mit einem grünen Symbol markiert.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Anlernen (Teaching) der TCP-Position



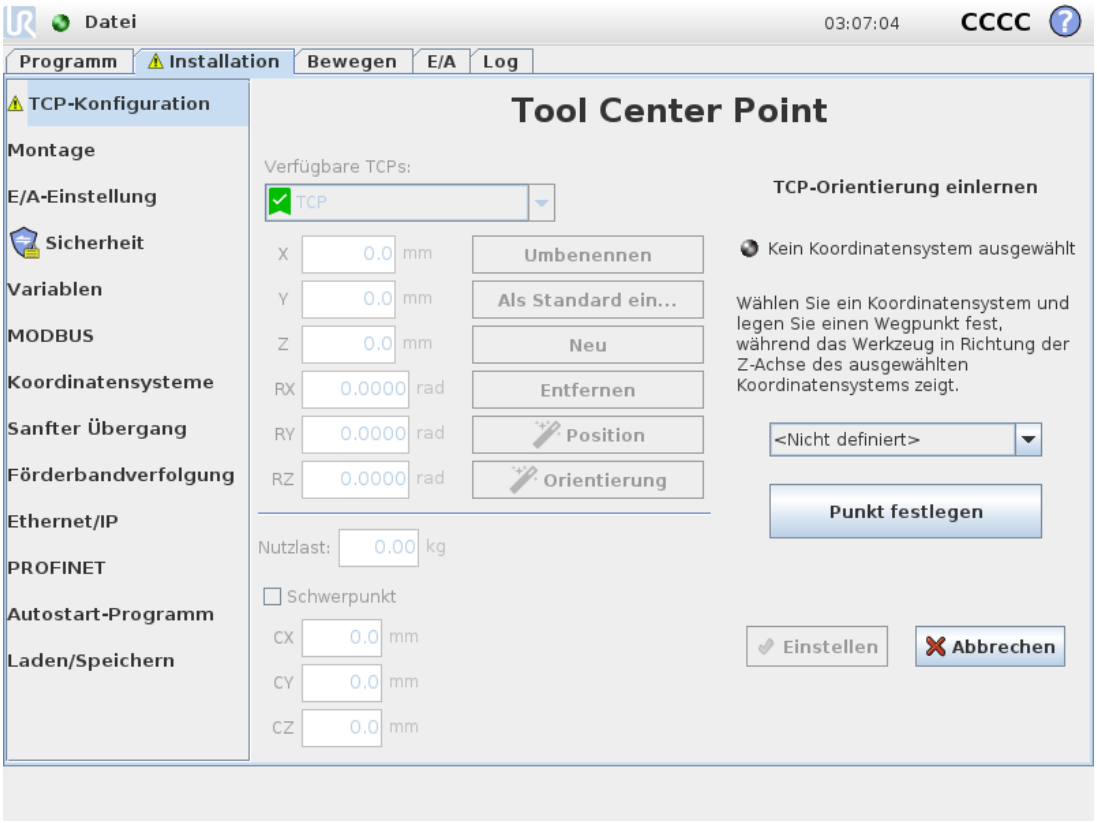
TCP-Positionskoordinaten können wie folgt automatisch berechnet werden:

1. Tippen Sie auf **Messung**.
2. Wählen Sie einen fixen Punkt im Wirkungsbereich des Roboters.
3. Verwenden Sie die Positionspfeile auf der rechten Seite des Bildschirms, um den TCP aus mindestens drei verschiedenen Winkeln zu bewegen, und um die entsprechenden Positionen des Werkzeugausgangsflanschs zu speichern.
4. Verwenden Sie die Schaltfläche **Einstellen**, um die verifizierten Koordinaten auf den entsprechenden TCP anzuwenden. Die Positionen müssen ausreichend vielfältig sein, damit die Berechnung richtig funktioniert. Sind sie nicht ausreichend vielfältig, leuchtet eine rote Status-LED über den Tasten.

Obwohl drei Positionen ausreichend sind, um den TCP zu bestimmen, kann die vierte Position dazu beitragen, sicherzustellen, dass die Berechnung korrekt ist. Die Qualität jedes gespeicherten Punktes in Bezug auf den berechneten TCP wird mit einer grünen, gelben oder roten LED auf der jeweiligen Taste signalisiert.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Anlernen (Teaching) der TCP-Ausrichtung



1. Tippen Sie auf **Messung**.
2. Wählen Sie eine Funktion aus der Dropdown-Liste. Siehe 1.24.12. Installation → Koordinatensysteme auf Seite 148 für weitere Informationen über das Definieren von neuen Funktionen
3. Klicken Sie auf **Punkt festlegen** und navigieren Sie mit den **Pfeilen zum Werkzeug bewegen** zu einer Position, in der die Ausrichtung des Werkzeugs und der entsprechende TCP im ausgewählten Bezugs-Koordinatensystem zusammenfallen.
4. Überprüfen Sie die berechnete TCP-Ausrichtung und übertragen Sie diese auf den ausgewählten TCP durch Anklicken der Schaltfläche **Einstellen**.

Nutzlast

Das Gewicht des Roboterwerkzeugs wird im unteren Teil des Bildschirms angezeigt. Um diese Einstellung zu ändern, tippen Sie einfach in das weiße Textfeld und geben Sie ein neues Gewicht ein. Die Einstellung gilt für alle definierten TCPs. Weitere Informationen zur maximal zulässigen Nutzlast finden Sie im Hardware-Installationshandbuch.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Schwerpunkt

Der Schwerpunkt wird mit Hilfe der Felder `CX`, `CY` und `CZ` festgelegt. Die Einstellungen gelten für alle definierten TCPs. Installationen vor Version 3.8 unterstützen das Einstellen des Schwerpunkts auf den TCP, wenn sie vorher festgelegt wurden. Wenn der Schwerpunkt (in 3.8 oder höher) manuell eingestellt wird, ist die Möglichkeit, den Schwerpunkt für den TCP festzulegen, dauerhaft beseitigt.

Sie können **Benutzerdefinierte Trägheitsmatrix verwenden** auswählen, um die Trägheitswerte festzulegen.

Die Trägheit wird in einem Koordinatensystem angegeben, dessen Ursprung im Schwerpunkt (CoG) der Nutzlast liegt und dessen Achsen auf die Werkzeugflanschachsen ausgerichtet sind.

Die Standardträgheit wird als die Trägheit einer Kugel mit der vom Benutzer angegebenen Masse und einer Massendichte von 1 g/cm^3 berechnet

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.24.7. Installation → Montage

Die Angabe der Befestigung des Roboterarms dient zwei Zwecken:

1. Die richtige Darstellung des Roboterarms auf dem Bildschirm.
2. Der Controller wird über die Richtung der Gravitationskraft informiert.

Ein erweitertes dynamisches Modell gibt dem Roboterarm glatte und präzise Bewegungen und ermöglicht es dem Roboterarm, sich selbst im Modus **Freedrive** zu halten. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass die Montage des Roboters korrekt erfolgt.

WARNUNG

Werden die Einstellungen des Roboterarms nicht richtig durchgeführt, kann dies zu häufigen Schutzstopps führen und/oder eine Bewegung des Roboterarms beim Drücken der **Freedrive**-Schaltfläche zur Folge haben.

Wenn der Roboterarm auf einem flachen Tisch oder Untergrund montiert ist, sind keine Änderungen auf diesem Bildschirm erforderlich werden. Wird der Roboterarm jedoch an der **Decke**, an der **Wand** oder in einem **Winkel** montiert, muss dies mithilfe der Schaltflächen angepasst werden.

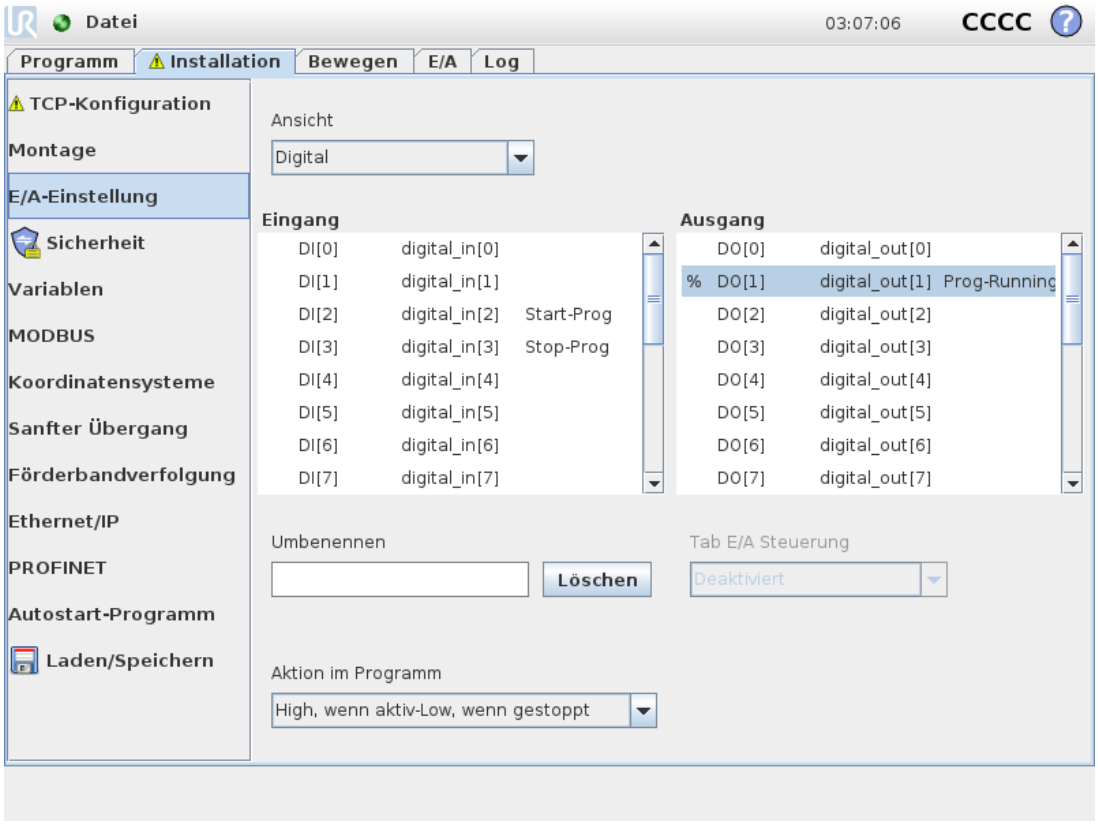
Die Schaltflächen auf der rechten Seite des Bildschirms dienen der Einstellung des Winkels der Roboterarmmontage. Die drei Schaltflächen auf der rechten oberen Seite stellen den Winkel auf **Decke** (180°), **Wand** (90°), **Boden** (0°). Die Schaltflächen **Neigung** stellen einen willkürlichen Winkel ein.

Die Schaltflächen im unteren Teil des Bildschirms werden zur Drehung der Montage des Roboterarms eingesetzt, um der eigentlichen Montage zu entsprechen.

WARNUNG

Verwenden Sie die korrekten Installationseinstellungen. Speichern und laden Sie die Installationsdateien zusammen mit dem Programm.

1.24.8. Installation → E/A-Einstellung



Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Auf dem E/A-Einrichtungsbildschirm kann der Benutzer E/A-Signale und Aktionen mit der E/A-Tab-Steuerung definieren.

Die Spalten **Eingang** und **Ausgang** beinhalten folgende Typen von E/A-Signalen:

- Digitalstandard, Mehrzweck, konfigurierbar und Werkzeug
- Analogstandard, Mehrzweck und Werkzeug
- MODBUS
- Allgemeine Tabs (Boole, Integer und Float) Auf die allgemeinen Tabs kann von einem Feldbus zugegriffen werden (wie z. B. Profinet und EtherNet/IPEtherNet/IP).

E/A Signaltyp

Um die Anzahl der unter **Eignang** und **Ausgang** aufgelisteten Signale zu begrenzen, verwenden Sie oben das Dropdown-Menü **Ansicht**, um den angezeigten Inhalt je nach Signaltyp zu ändern.

Zuordnen von benutzerdefinierten Namen

Um sich einfach an das zu erinnern, was die Signale bei der Arbeit mit dem Roboter bewirken, können Benutzer den Eingangs- und Ausgangssignalen Namen zuordnen.

1. Wählen Sie das gewünschte Signal
2. Tippen Sie auf das Textfeld im unteren Teil des Bildschirms, um den Namen festzulegen.
3. Um die Namen auf die Standardeinstellungen zurückzusetzen, tippen Sie auf **Löschen**.

Einem allgemeinen Tab muss ein benutzerdefinierter Name zugeordnet werden, um ihn im Programm verfügbar zu machen (d.h. für einen **Warten** Befehl oder den bedingten Ausdruck eines **If**-Befehls). Die Befehle **Warten** und **If** sind in 1.25.10. Befehl: Warten auf Seite 184 und 1.25.17. Befehl: If auf Seite 189 beschrieben. Sie finden benannte allgemeine Tabs in der **Eingabe-** oder **Ausgabe-**Auswahl im **Ausdruck-Editor**.

E/A-Aktionen und E/A-Tabsteuerung

Eingabe- und Ausgabe-Aktionen

Physikalische und digitale Feldbus-E/As können zum Auslösen von Aktionen bzw. Reagieren auf den Status eines Programms verwendet werden. Verfügbare Eingangs-Aktionen:

- Start: Startet oder setzt das aktuelle Programm auf steigender Flanke fort.
- Stopp: Stoppt das aktuelle Programm auf steigender Flanke.
- Pause: Pausiert das aktuelle Programm auf steigender Flanke.
- Freedrive: Wenn der Eingang HIGH (hoch) ist, befindet sich der Roboter im Freedrive (ähnlich der Freedrive-Schaltfläche). Der Eingang wird ignoriert, wenn ein Programm ausgeführt wird oder andere Bedingungen den Freedrive nicht zulassen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

WARNUNG

Wenn der Roboter während der Start-Eingangsaktion gestoppt wird, fährt er langsam zum ersten Wegpunkt des Programms, bevor dieses Programm ausgeführt wird. Wenn der Roboter während der Start-Eingangsaktion angehalten wird, verfährt er langsam zu der Stelle, an der er angehalten wurde, bevor dieses Programm fortgesetzt wird.

Verfügbare Ausgangs-Aktionen:

Aktion	Ausgangsstatus	Programmstatus
Low, wenn Prog. nicht aktiv	Low	Gestoppt oder pausiert
High, wenn Prog. nicht aktiv	High	Gestoppt oder pausiert
High, wenn aktiv-Low, wenn gestoppt	Low High	Läuft Gestoppt oder pausiert
Low bei ungeplantem Stopp	Low	Programm außerplanmäßig beendet
Low bei ungeplantem Stopp, ansonsten High	Low High	Programm außerplanmäßig beendet Läuft, gestoppt oder pausiert
Kontinuierlicher Takt	Wechselt zwischen High und Low	Läuft (unterbrechen oder stoppen Sie das Programm, um den Impulsstatus zu erhalten)

HINWEIS

Ein Programm wird außerplanmäßig beendet, wenn eines der folgenden Ereignisse eintritt:

- Sicherheitsstopp
- Störung
- Verletzung
- Laufzeitausnahme

E/A-Tab-Steuerung

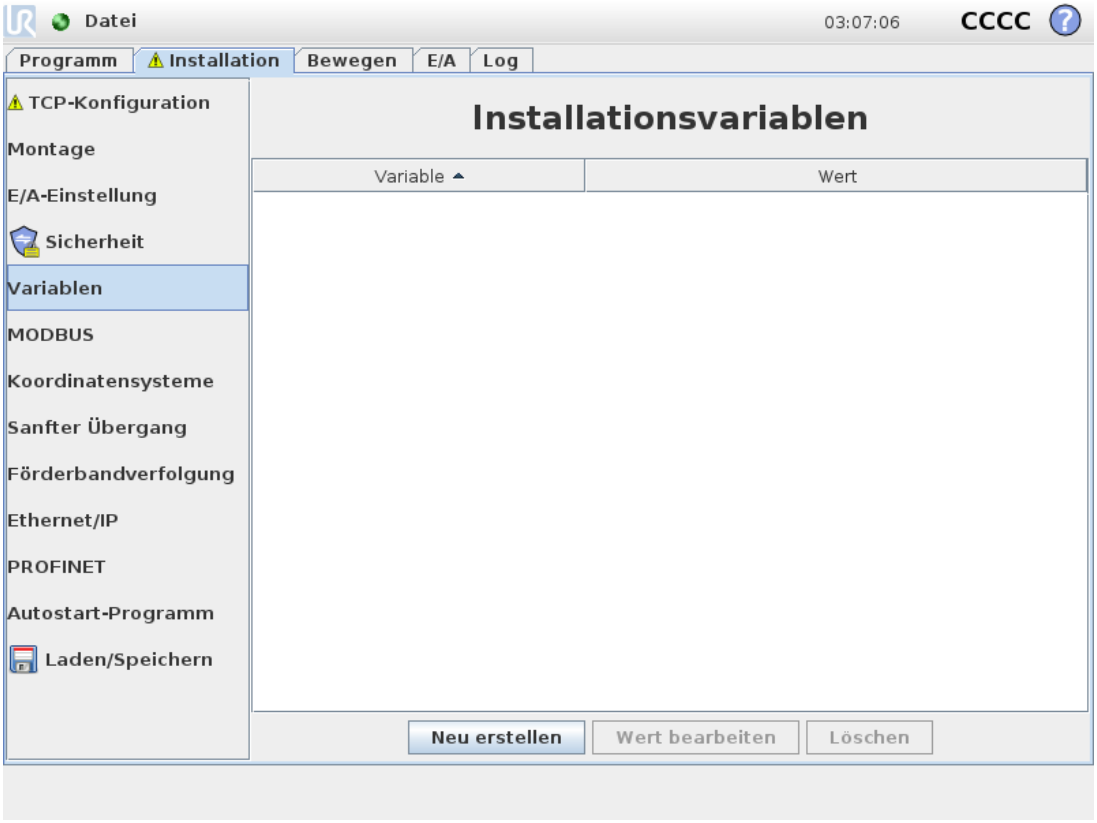
Geben Sie an, ob ein Ausgang über den Tab E/A (entweder von Programmierern oder von Bedienern und Programmierern) gesteuert werden kann oder nur durch Roboterprogramme gesteuert werden darf.

1.24.9. Installation → Sicherheit

Siehe Kapitel 1.21. Sicherheitskonfiguration auf Seite 91.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

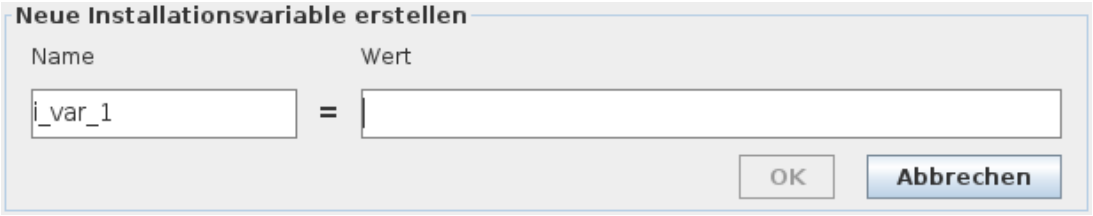
1.24.10. Installation → Variablen



Auf dem **Installationsvariablen**-Bildschirm erstellte Variablen werden Installationsvariablen genannt und können wie normale Programmvariablen verwendet werden. Installationsvariablen sind eindeutig, da sie ihren Wert beibehalten, selbst wenn ein Programm gestoppt und dann wieder gestartet wird, und wenn der Roboterarm und/oder die Control-Box aus- und dann wieder eingeschaltet wird.

Namen und Werte der Installationsvariablen werden mit der Installation gespeichert. Deshalb ist es möglich, die gleiche Variable in mehreren Programmen zu verwenden.

Installationsvariablen und deren Werte werden während der Programmausführung etwa alle 10 Minuten automatisch gespeichert, aber auch, wenn das Programm gestoppt oder unterbrochen wird.



Erstellen einer Variable

1. Tippen Sie auf **Neu erstellen**, um auf das Feld **Create new Installation variable** mit einem Namensvorschlag für die neue Variable zuzugreifen.
2. Tippen Sie auf das Feld **Neue Installationsvariable erstellen**, um den Namen der Variable zu ändern.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

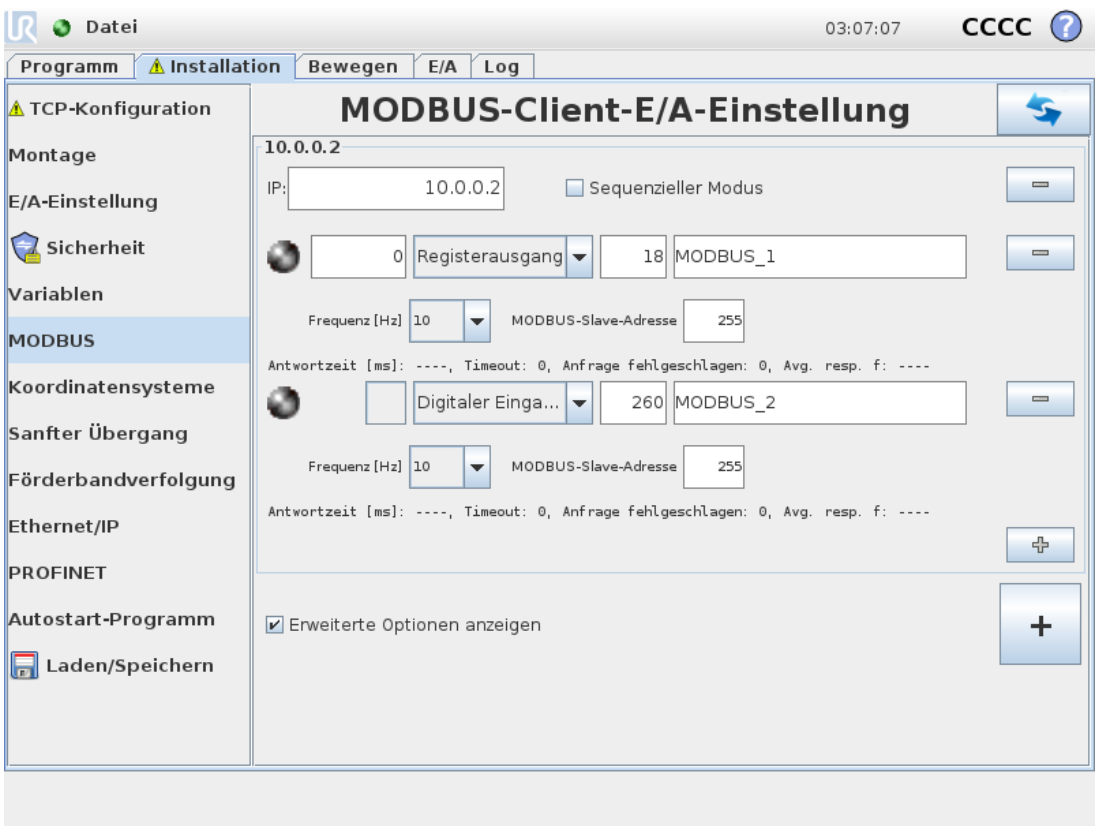
3. Tippen Sie auf **OK**, wenn der neue Name der Variable nicht bereits in dieser Installation verwendet wird.
4. Wählen Sie die Variable in der Liste aus und tippen Sie auf **Wert bearbeirten**, um den Wert der Installationsvariable zu ändern.
5. Sobald die Variable konfiguriert ist, muss die Installation selbst gespeichert werden, um so die Konfiguration zu erhalten.

Variable löschen

1. Wählen Sie die Variable aus und tippen Sie auf **Löschen**.

Wenn ein geladenes Programm denselben Namen hat wie eine Programmvariable oder wenn eine geladene Installation denselben Namen hat wie die Installationsvariable, werden Ihnen die folgenden Optionen angeboten: Sie können entweder die Installationsvariablen desselben Namens anstelle der Programmvariablen verwenden oder die in Konflikt stehenden Variablen automatisch umbenennen lassen.

1.24.11. Installation → MODBUS-Client-E/A-Einstellung



Hier können die Signale des MODBUS-Client (Master) eingestellt werden. Verbindungen zu MODBUS-Servern (oder Slaves) auf angegebenen IP-Adressen können mit Eingangs-/Ausgangssignalen (Register oder digital) erstellt werden. Jedes Signal hat einen einmaligen Namen, damit es in Programmen verwendet werden kann.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Aktualisieren

Drücken Sie auf diese Schaltfläche, um alle MODBUS-Verbindungen zu aktualisieren. Das Aktualisieren trennt alle Modbus-Einheiten und verbindet sie erneut. Alle Statistik wird gelöscht.

Einheit hinzufügen

Drücken Sie auf diese Schaltfläche, um eine neue MODBUS-Einheit hinzuzufügen.

Einheit löschen

Drücken Sie auf diese Schaltfläche, um die MODBUS-Einheit und alle Signale dieser Einheit zu löschen.

Einstellung IP-Adresse Einheit

Hier wird die IP-Adresse der MODBUS-Einheit angezeigt. Drücken Sie auf die Schaltfläche, um diese zu ändern.

Sequenzieller Modus

Nur verfügbar, wenn „Erweiterte Optionen anzeigen“ (siehe Erweiterte Optionen anzeigen auf Seite 146) ausgewählt ist. Dieses Kontrollkästchen zwingt den Modbus-Client auf eine Antwort zu warten, bevor er die nächste Anforderung sendet. Dieser Modus ist für einige Feldbus-Einheiten erforderlich. Das Aktivieren dieser Option kann bei Mehrfach-Signalen hilfreich sein und steigende Anfragehäufigkeit resultiert in Signaltrennungen.

Beachten Sie, dass die tatsächliche Signalfrequenz möglicherweise niedriger als angefordert sein könnte, wenn mehrere Signale im sequenziellen Modus definiert sind. Die tatsächliche Signalfrequenz kann in Signalstatistiken festgestellt werden (siehe Abschnitt Erweiterte Optionen auf Seite 146). Die Signalanzeige wird gelb, wenn die tatsächliche Signalfrequenz weniger als die Hälfte des aus der Dropdown-Liste **Frequenz** ausgewählten Wertes beträgt.

Signal hinzufügen

Drücken Sie auf diese Schaltfläche, um der entsprechenden MODBUS-Einheit ein Signal hinzuzufügen.

Signal löschen

Drücken Sie auf diese Schaltfläche, um ein MODBUS-Signal der entsprechenden MODBUS-Einheit zu löschen.

Signaltyp einstellen

Verwenden Sie dieses Auswahlmenü, um den Signaltyp auszuwählen. Die folgenden Typen stehen zur Verfügung:

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Digitaleingang

Ein digitaler Eingang (Coil) ist eine Ein-Bit-Menge, die von der MODBUS-Einheit aus dem Coil abgelesen wird und im Adressfeld des Signals angegeben ist. Funktionscode 0x02 (diskrete Ausgänge lesen) wird eingesetzt.

Digitalausgang

Ein digitaler Ausgang (Coil) ist eine Ein-Bit-Menge, die auf HIGH oder LOW eingestellt werden kann. Bevor der Wert dieses Ausgangs durch den Benutzer eingestellt wurde, wird der Wert von der dezentralen MODBUS-Einheit abgelesen. Das bedeutet, dass der Funktionscode 0x01 (Read Coils) verwendet wird. Wenn der Ausgang entweder durch ein Roboterprogramm oder durch Betätigung der Schaltfläche **Signalwert bestimmen** festgelegt wurde, wird ab diesem Zeitpunkt der Funktionscode 0x05 (Write Single Coil) eingesetzt.

Registereingang

Ein Registereingang ist eine 16-Bit-Menge, die von der Adresse abgelesen wird, die im Adressfeld angegeben ist. Der Funktionscode 0x04 (Read Input Registers) wird eingesetzt.

Registerausgang

Ein Registerausgang ist eine 16-Bit-Menge, die durch den Benutzer eingestellt werden kann. Bevor der Wert dieses Registers eingestellt wurde, wird der Wert von der dezentralen MODBUS-Einheit abgelesen. Das bedeutet, dass der Funktionscode 0x03 (Read Holding Registers) verwendet wird. Wenn der Ausgang entweder durch ein Roboterprogramm oder durch Betätigung der Schaltfläche **Signalwert bestimmen** festgelegt wurde, wird der Funktionscode 0x06 (Einzelnes Register schreiben) eingesetzt, um den Wert auf der dezentralen MODBUS-Einheit festzulegen.

Signaladresse einstellen

Dieses Feld zeigt die Adresse des dezentralen MODBUS-Servers. Verwenden Sie die Bildschirmtastatur, um eine andere Adresse auszuwählen. Gültige Adressen hängen von Hersteller und Konfiguration der dezentralen MODBUS-Einheit ab.

Signalname einstellen

Durch Verwendung der Bildschirmtastatur kann der Benutzer das Signal benennen. Dieser Name wird verwendet, wenn das Signal in Programmen eingesetzt wird.

Signalwert

Hier wird der Istwert des Signals angezeigt. Bei Registersignalen wird der Wert als vorzeichenlose ganze Zahl ausgedrückt. Bei Ausgangssignalen kann der gewünschte Signalwert mit der Schaltfläche eingestellt werden. Für den Registerausgang muss der an die Einheit zu schreibende Wert als vorzeichenlose ganze Zahl bereitgestellt werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Status Signalkonnektivität

Dieses Symbol zeigt an, ob das Signal korrekt gelesen/geschrieben (grün) werden kann oder ob die Einheit unerwartet antwortet oder nicht erreichbar ist (grau). Wird eine MODBUS-Ausnahmeantwort empfangen, wird der Antwortcode angezeigt. Die MODBUS-TCP-Ausnahmeantworten lauten wie folgt:

E1
UNZULÄSSIGE FUNKTION (0x01) Der in der Abfrage empfangene Funktionscode ist keine zulässige Aktion für den Server (oder Slave).

E2
UNZULÄSSIGE DATENADRESSE (0x02) Der in der Abfrage empfangene Funktionscode ist keine zulässige Aktion für den Server (oder Slave). Prüfen Sie, ob die eingegebenen Signaladressen mit der Einstellung des dezentralen MODBUS-Servers übereinstimmen.

E3
UNZULÄSSIGER DATENWERT (0x03) Ein im Abfragedatenfeld enthaltener Wert ist für den Server (oder Slave) unzulässig. Prüfen Sie, ob der eingegebene Signalwert für die angegebenen Adressen auf dem dezentralen MODBUS-Server gültig ist.

E4
FEHLER IM SLAVE-GERÄT (0x04) Ein nicht wiederherstellbarer Fehler ist aufgetreten, während der Server (oder Slave) versucht hat, die angeforderte Aktion auszuführen.

E5
BESTÄTIGEN (0x05) Spezielle Verwendung in Verbindung mit Programmierbefehlen, die an die dezentrale MODBUS-Einheit gesendet werden.

E6
SLAVE-GERÄT MOMENTAN NICHT VERFÜGBAR (0x06) Spezielle Verwendung in Verbindung mit Programmierbefehlen, die an die dezentrale MODBUS-Einheit gesendet werden; der Slave (Server) kann im Moment nicht antworten.

Erweiterte Optionen anzeigen

Dieses Kontrollkästchen zeigt die erweiterten Optionen für jedes Signal bzw. blendet diese aus.

Erweiterte Optionen

Update-Häufigkeit
Mit diesem Menü kann die Aktualisierungsfrequenz des Signals geändert werden. Dies gilt für die Frequenz, mit der Anfragen an die dezentrale MODBUS-Einheit geschickt werden, um den Signalwert entweder zu lesen oder zu schreiben. Ist die Frequenz auf 0 gesetzt, so werden Modbus-Anfragen auf Anforderung unter Verwendung von *Modbus_erhalte_Signal_Status*, *Modbus_setze_Ausgangs-_Register* und *Modbus_setze_Ausgangs_-Signal-Scriptfunktionen* angestoßen.

Slave-Adresse

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Textfeld kann verwendet werden, um eine spezifische Slave-Adresse für Anfragen im Zusammenhang mit einem spezifischen Signal einzustellen. Der Wert muss im Bereich von 0-255 liegen. Der Standardwert ist 255. Wenn Sie diesen Wert ändern, wird empfohlen, das Handbuch des dezentralen MODUS-Geräts hinzuzuziehen, um seine Funktion zu prüfen, wenn die Slave-Adresse geändert wird.

Zählvariable neu verbinden
Anzahl der beendeten und neu hergestellten TCP-Verbindungen

Verbindungsstatus
TCP-Verbindungsstatus

Antwortzeit [ms]
Zeitspanne zwischen gesendeter Modbus-Anforderung und empfangener Antwort wird nur bei aktiver Kommunikation aktualisiert.

Modbus-Paket-Fehler
Anzahl der empfangenen Pakete, die Fehler enthielten (z. B. ungültige Länge, fehlende Daten, TCP-Socket-Fehler).

Timeout
Anzahl der Modbus-Anfragen ohne Antwort.

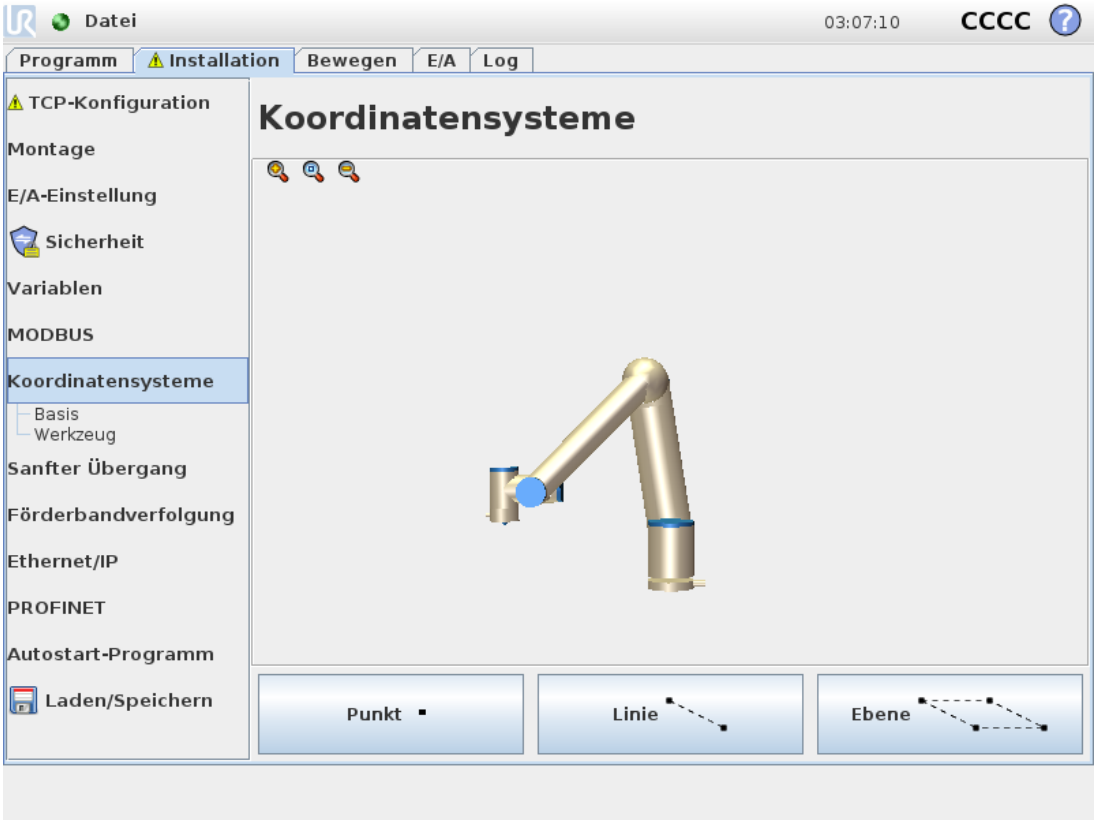
Anfrage fehlgeschlagen
Anzahl der Pakete, die aufgrund eines ungültigen Socket-Status nicht gesendet werden konnten.

IstFrequenz
Die durchschnittliche Häufigkeit von Client (Master)-Signal-Status-Updates. Dieser Wert wird jedes Mal neu berechnet, wenn das Signal eine Antwort vom Server (oder Slave) erhält.

Alle Zähler zählen bis 65535 und springen dann wieder auf 0.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.24.12. Installation → Koordinatensysteme



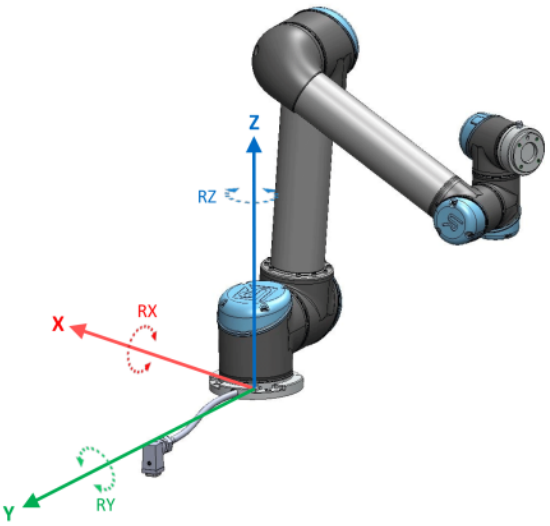
Ein **Koordinatensystem** stellt ein Objekt dar, das durch eine sechsdimensionale Pose (Position und Orientierung) relativ zur Roboterbasis definiert ist. Sie können ein Koordinatensystem für zukünftige Referenzen benennen.

Einige Unterkomponenten eines Roboterprogramms bestehen aus Bewegungen, die sich nicht auf die Basis des Roboterarms beziehen, sondern relativ zu bestimmten Punkten auszuführen sind. Dabei kann es sich um Tische, andere Maschinen, Werkstücke, Förderbänder, Paletten, Kamerasysteme, Rohteile oder Begrenzungen handeln, die in der Umgebung des Roboterarms vorhanden sind.

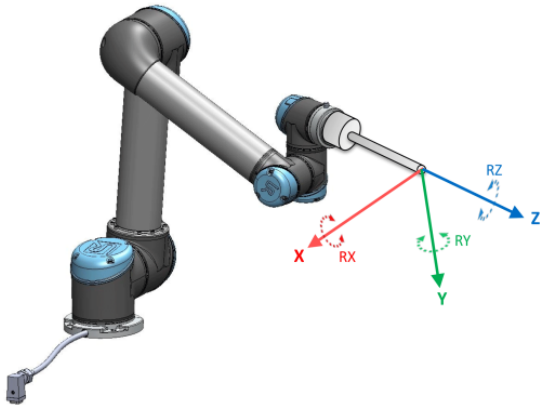
Der Roboter verfügt über zwei vordefinierte Koordinatensysteme, die unten aufgeführt sind, mit Posen, die durch die Konfiguration des Roboterarms selbst definiert sind:

- Das Basis-Koordinatensystem hat seinen Ursprung im Zentrum der Roboterbasis (siehe Abbildung 15.1).
- Das Werkzeug-Koordinatensystem hat seinen Ursprung im Zentrum des aktuellen TCP (siehe Abbildung 15.2).

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



15.1: *Basisfunktion*



15.2: *Tool (TCP)-Funktion*

Verwenden Sie das Punkt-, Linien-und/oder Ebenen-Koordinatensystem, um eine Pose zu definieren.

Benutzerdefinierte Koordinatensysteme werden über eine Methode positioniert, die die aktuelle Pose des TCP im Arbeitsbereich verwendet. Der Benutzer kann also mithilfe des Freedrive-Modus oder „Jogging“ den Roboter in die gewünschte Position bringen.

Die Auswahl eines Koordinatensystems hängt von der Art des verwendeten Objekts und den Genauigkeitsanforderungen ab. Verwenden Sie nach Möglichkeit das Linien- und das Ebenen-Koordinatensystem, da diese auf mehr Eingabepunkten basieren. Mehr Eingabepunkte bedeuten höhere Präzision.

Um die Richtung eines Linear-Förderbands genau definieren zu können, definieren Sie zwei Punkte einer Linienfunktion mit möglichst hohem physikalischen Abstand. Die Punktfunktion kann auch verwendet werden, um ein Linear-Förderband zu definieren, allerdings muss der Anwender den TCP in die Richtung der Bandbewegung weisen.

Werden mehr Punkte für die Definition von Position und Lage z. B. eines Tisches verwendet, bedeutet dies, dass die Ausrichtung eher auf Positionen anstatt auf der Ausrichtung eines einzelnen TCP

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

basiert. Eine einzelne TCP-Ausrichtung ist mit hoher Präzision schwerer zu konfigurieren.
Weitere Informationen zum Hinzufügen von Koordinatensystemen finden Sie unter Abschnitt auf der gegenüberliegenden Seite, auf Seite 152 und Funktion Ebene auf Seite 153.

Verwenden einer Funktion

Wurde ein Koordinatensystem bei der Installation definiert, können Sie diesem Roboterbewegungen aus dem Roboterprogramm zuweisen (z. B. **FahreLinear** und **FahreP** Befehle) (siehe Abschnitt 1.25.4. Befehl: Bewegen auf Seite 170).

Dies ermöglicht eine einfache Anpassung eines Roboterprogramms (z. B. bei mehreren Roboterstationen oder wenn ein Objekt während der Programmlaufzeit verschoben oder permanent in der Szene verschoben wird). Durch einfaches Anpassen der Funktion (des „Koordinatensystems“) eines Objekts, werden alle Bewegungen innerhalb des Programms relativ mit dem Objekt verschoben. Weitere Beispiele finden Sie unter Abschnitte Beispiel: Manuelle Anpassung einer Funktion zur Anpassung eines Programms auf Seite 154 und Beispiel: Dynamisches Aktualisieren einer Funktion auf Seite 154. Funktionen mit aktivierbarem Kontrollfeld „Tippbetrieb“ sind auch ein nützliches Tool, wenn der Roboter im Bewegen-Tab (Abschnitt 1.24. Roboter-Steuerung auf Seite 127) oder **Posen-Editor**-Bildschirm (siehe 1.23.2. Bearbeitungsanzeige „Pose“ auf Seite 123) manuell bewegt wird. Ist eine Funktion als Bezug ausgewählt, werden die Tasten für die Bewegung des Werkzeugs für Translationen und Rotationen im Bezugs-Koordinatensystem angewendet (siehe Funktion und Werkzeugposition auf Seite 128 und Bewegung des Werkzeuges auf Seite 128), ebenso wie die aktuelle Anzeige der TCP-Koordinaten. Wenn z. B. ein Tisch als eine Funktion definiert und als Referenz im Tab „Move“ ausgewählt ist, bewegen die Pfeile (nach oben/unten, links/rechts, vorwärts/rückwärts) den Roboter in diese Richtungen relativ zum Tisch. Zusätzlich befinden sich die TCP-Koordinaten im Rahmen des Tisches.

Umbenennen

Diese Taste benennt eine Funktion um.

Löschen

Diese Schaltfläche löscht ein Bezugs-Koordinatensystem und alle Unterfunktionen.

Achsen zeigen

Wählen Sie, ob die Koordinatenachsen des Bezugs-Koordinatensystems in der 3D-Grafik sichtbar sein sollen. Die Auswahl gilt für diese Anzeige und den Bewegen-Bildschirm.

Ändern des Punkts

Verwenden Sie die Schaltfläche **Diesen Punkt ändern**, um das Bezugs-Koordinatensystem zu erstellen oder zu ändern. Der **Bewegen**-Tab (Abschnitt 1.24. Roboter-Steuerung auf Seite 127) erscheint und eine neue Position der Funktion kann eingestellt werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Tippbetrieb

Wählen Sie, ob eine Tippfunktion für das Bezugs-Koordinatensystem möglich sein soll. Dadurch wird festgelegt, ob die jeweilige Funktion auch im Bewegen-Bildschirm als auswählbare Referenzfunktion für manuelle Bewegungen angezeigt wird.

Verwenden von: Roboter hierher bewegen

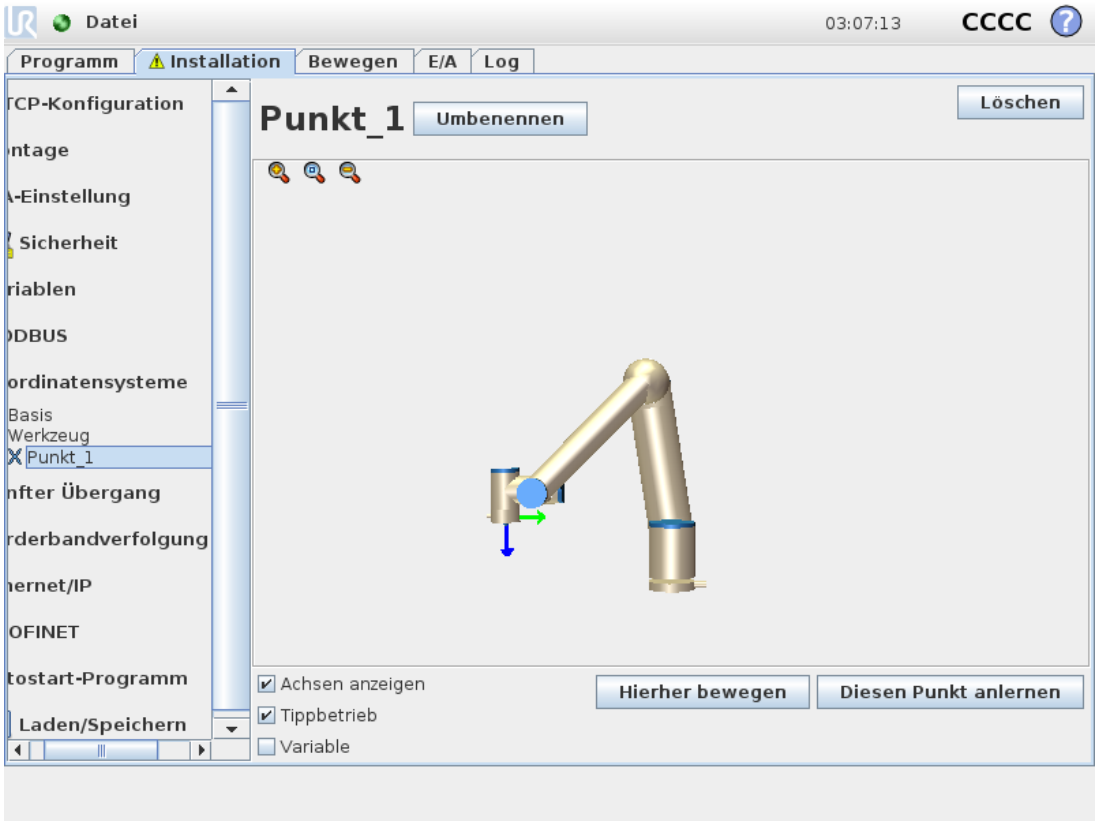
Drücken Sie die Schaltfläche **Hierher bewegen**, um den Roboterarm in Richtung des Bezugs-Koordinatensystems zu bewegen. Am Ende dieser Bewegung stimmen die Koordinatensysteme der Funktion und des TCP überein.

Punkt-Funktion

Die Punkt-Funktion definiert Sicherheitsgrenzen oder eine globalen Grundposition des Roboterarms. Die Punkt-Funktion Pose wird als die Position und Ausrichtung des TCP definiert.

Neuen Punkt hinzufügen

1. Tippen Sie unter „Installation“ auf **Koordinatensysteme**.
2. Tippen Sie unter „Koordinatensysteme“ auf **Punkt**.



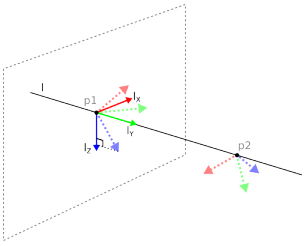
Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Linien-Funktion

Die Linienfunktion definiert Linien, denen der Roboter folgen muss. (z. B. bei Fließband-Tracking). Eine Linie *l* ist als eine Achse zwischen zwei Punkt-Funktionen *p1* und *p2* definiert, wie in Abbildung 15.3 gezeigt.

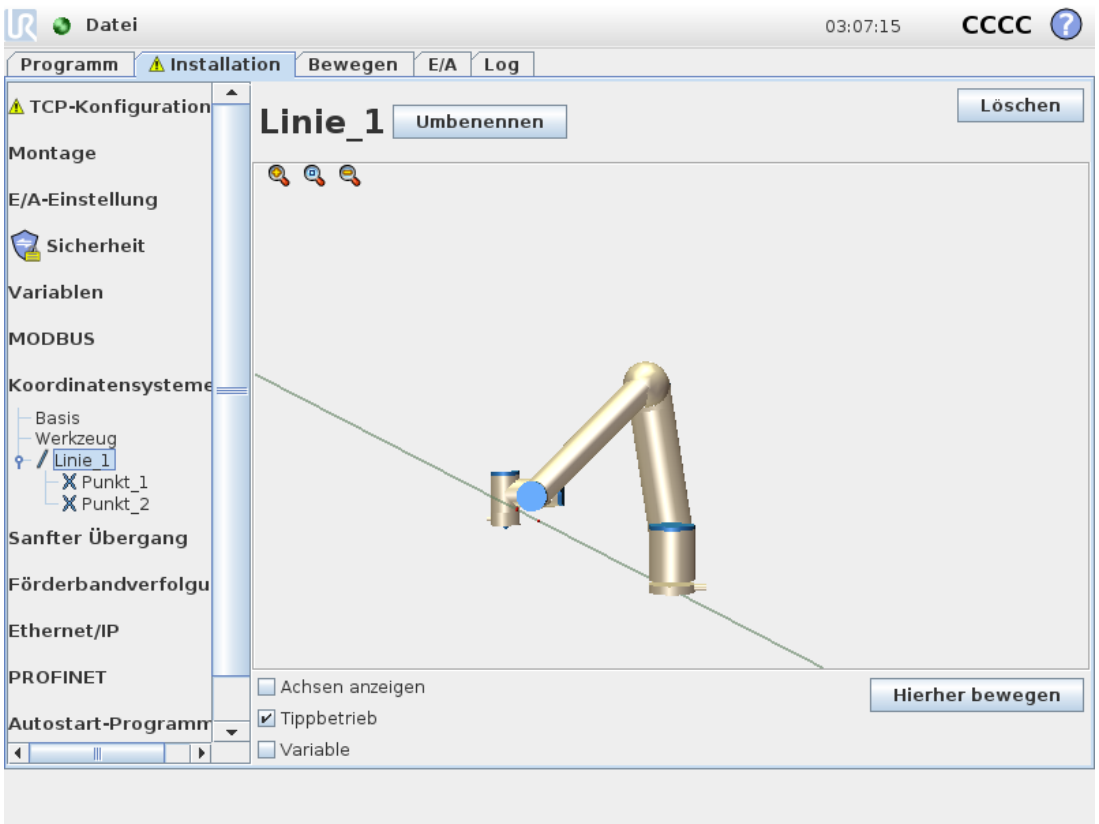
Hinzufügen einer Linie

1. Tippen Sie unter „Installation“ auf **Koordinatensysteme**.
2. Tippen Sie unter „Koordinatensysteme“ auf **Linie**.



15.3: *Definition of the line feature*

In Abbildung 15.3 ist die Achse vom ersten zum zweiten Punkt gerichtet und beschreibt die y-Achse des Koordinatensystems der Linienfunktion. Die z-Achse wird durch die Orientierung der z-Achse von *p1*definiert und steht senkrecht auf der Linie. Die Position des Koordinatensystems der Linie ist dieselbe wie die Position von *p1*.



Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Funktion Ebene

Wählen Sie die Ebenenfunktion, wenn ein Koordinatensystem mit hoher Präzision erforderlich ist, z. B. bei der Arbeit mit einem Sichtsystem oder bei Bewegungen relativ zu einem Tisch.

Hinzufügen einer Ebene

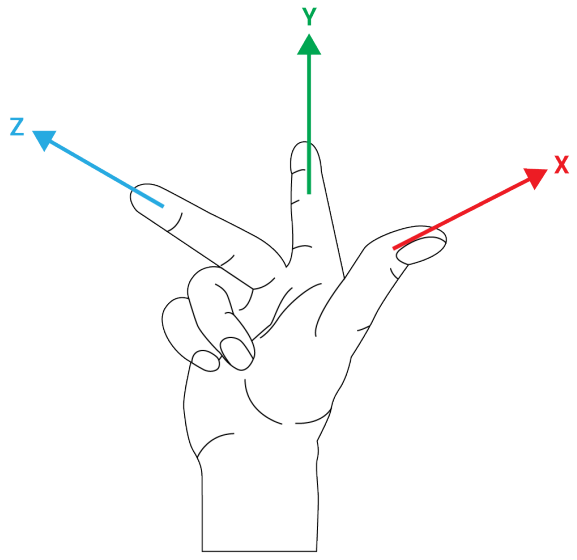
1. Tippen Sie unter „Installation“ auf **Koordinatensysteme**.
2. Tippen Sie unter „Koordinatensysteme“ auf **Ebene**.

Anlernen (Teaching) einer Ebene

Wenn Sie die Schaltfläche Ebene zum Erstellen einer neuen Ebene antippen, führt Sie der Assistent auf dem Bildschirm durch das Erstellen einer Ebene.

1. Wählen Sie Origo
2. Bewegen Sie den Roboter, um die Richtung der positiven X-Achse der Ebene zu definieren
3. Bewegen Sie den Roboter, um die Richtung der positiven Y-Achse der Ebene zu definieren

Die Ebene wird mit der Regel der rechten Hand definiert, sodass die Z-Achse das Kreuzprodukt der X-Achse und der Y-Achse ist, wie unten dargestellt.



HINWEIS

Sie können die Ebene erneut in entgegengesetzter Richtung der X-Achse anlernen, wenn Sie wollen, dass die Ebene in entgegengesetzter Richtung normal ist.

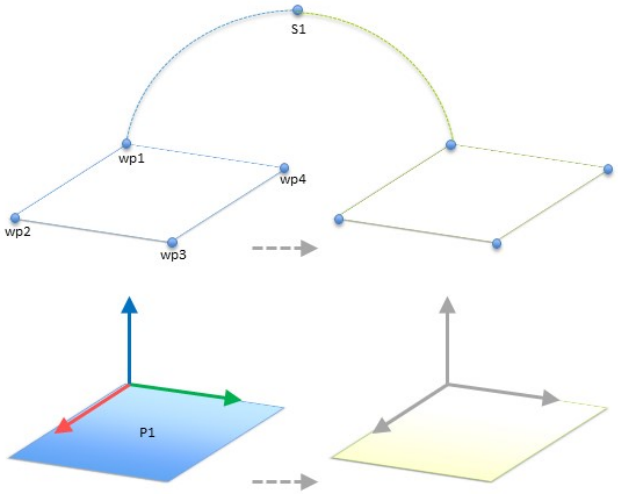
Ändern Sie eine vorhandene Ebene durch die Auswahl einer Ebene und drücken Sie „Ebene ändern“. Damit verwenden Sie den gleichen Leitfaden wie für das Anlernen einer neuen Ebene.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Beispiel: Manuelle Anpassung einer Funktion zur Anpassung eines Programms

Stellen Sie sich eine Anwendung vor, in welcher mehrere Teile eines Roboterprogramms relativ zu einem Tisch definiert sind. In Abbildung 15.4 wird dies als Bewegung der Wegpunkte wp1 bis wp4 dargestellt.

```
Robot Program
    MoveJ
        S1
    MoveL # Feature: P1_var
        wp1
        wp2
        wp3
        wp4
```



15.4: *Einfaches Programm mit vier Wegepunkten in Relation zu einer Funktionsebene, manuell aktualisiert durch Ändern der Funktion*

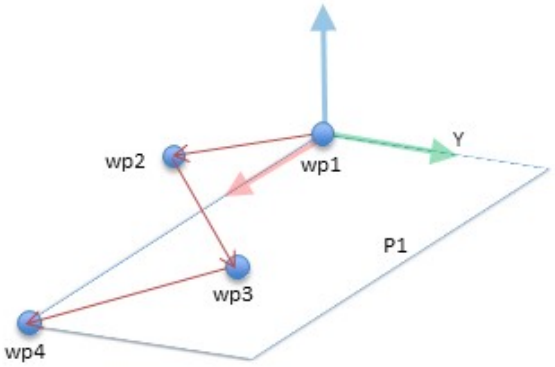
Die Anwendung erfordert, dass das Programm für mehrere Roboterinstallationen verwendet werden soll, in welchen nur die Positionen des Tisches leicht variieren. Die Bewegung relativ zum Tisch ist identisch. Durch Definition der Tischposition als Funktion *PI* in der Installation kann das Programm mit einem FahreLinear-Befehl, welcher relativ zu Ebene konfiguriert ist, einfach für weitere Roboter angewendet werden, indem lediglich die Installation mit der tatsächlichen Position des Tisches aktualisiert wird.

Das Konzept gilt für eine beliebige Anzahl von Funktionen einer Applikation, um ein flexibles Programm zu erhalten, welches die gleiche Aufgabe auf mehreren Robotern ausführen kann. Und dies selbst dann, wenn andere Bereiche der Arbeitsfläche zwischen den Installationen variieren.

Beispiel: Dynamisches Aktualisieren einer Funktion

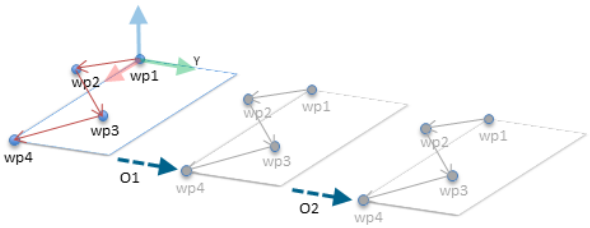
Stellen Sie sich eine ähnliche Anwendung vor, in welcher der Roboter seinen TCP ebenfalls in einem bestimmten Muster über den Tisch bewegt, um eine spezifische Aufgabe zu lösen (wie in Abbildung 15.5 gezeigt).

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



15.5: *Ein MoveL Befehl mit vier Wegpunkten relativ zu einer Ebenenfunktion*

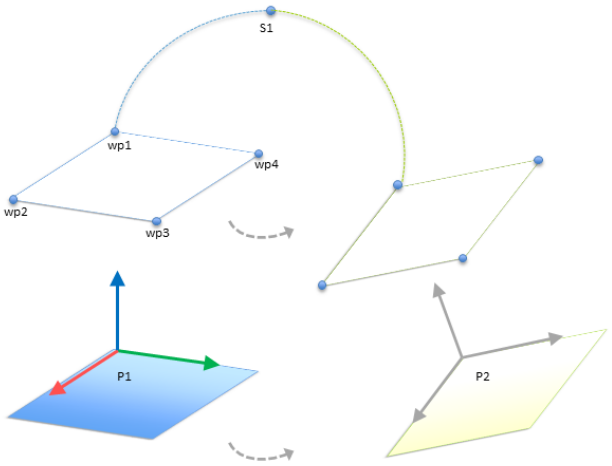
```
Robot Program
    MoveJ
        wp1
    y = 0.01
    o = p[0,y,0,0,0,0]
    P1_var = pose_trans(P1_var, o)
    MoveL # Feature: P1_var
        wp1
        wp2
        wp3
        wp4
```



15.6: *Anwenden einer Verschiebung bei der Ebenenfunktion*

```
Robot Program
    MoveJ
        S1
    if (digital_input[0]) then
        P1_var = P1
    else
        P1_var = P2
    MoveL # Feature: P1_var
        wp1
        wp2
        wp3
        wp4
```

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



15.7: *Umschalten von einer Ebenenfunktion zu einer anderen*

Die Bewegung relativ zu *P1* wird mehrmals wiederholt, jeweils durch einen Offset *o*. In diesem Beispiel ist der Offset auf 10 cm in Y-Richtung festgelegt (siehe Abbildung 15.6, Offsets *O1* und *O2*). Dies kann mit den Script-Funktionen *pose_add()* oder *pose_trans()* erreicht werden, mit denen die Variable beeinflusst wird. Anstelle eines Offset ist es auch möglich, auf eine andere Funktion zu wechseln. Dies wird im Beispiel unten gezeigt (siehe Abbildung 15.7), in dem die Bezugsfunktion für den *FahreLinear*-Befehl *P1_var* zwischen zwei Ebenen *P1* und *P2* wechseln kann.

1.24.13. Einstellungen für Förderbandverfolgung

Die Einstellungen für Förderbandverfolgung ermöglichen die Konfiguration der Bewegung von bis zu zwei separaten Fließbändern. Die Fließbandverfolgung-Einrichtung bietet Robotereinstelloptionen für den Betrieb mit absoluten bzw. relativen Encodern sowie einem linearen oder kreisförmigen Fließband.

Förderband-Parameter

Zunehmend

Encoder können an die digitalen Eingänge 0 bis 3 angeschlossen werden. Encoder können an die digitalen Eingänge Das Decodieren von digitalen Signalen läuft mit 40 kHz. Mit einem **Quadratur**-Encoder (erfordert zwei Eingänge) ist der Roboter in der Lage, die Geschwindigkeit sowie Richtung des Förderbands zu bestimmen. Ist die Richtung des Förderbands konstant, kann ein einzelner Eingang dazu verwendet werden, die Geschwindigkeit des Fließbandes über die Erkennung einer *Steigenden*, *Fallenden* oder *Steigenden und Fallenden* Signalflanken zu bestimmen.

Absolut

Encoder können über ein MODBUS-Signal verbunden werden. Dies erfordert eine Vorkonfigurierung des digitalen MODBUS-Ausgangsregisters (Abschnitt 1.24.11. Installation → MODBUS-Client-E/A-Einstellung auf Seite 143).

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Parameter für Förderbandsbandverfolgung

Linear-Fließband

Wurde ein lineares Förderband ausgewählt, muss in der Installation unter **Funktionen** eine Linienfunktion konfiguriert werden, um die Richtung des Förderbands zu ermitteln. Achten Sie auf Genauigkeit, indem Sie die Linien-Funktion parallel zu der Richtung des Fließbands platzieren, mit einem großen Abstand zwischen den beiden Punkten, die die Linie definieren. Konfigurieren Sie die Linienfunktion so, dass Sie das Werkzeug beim Anlernen fest gegen die Seite des Fließbands stemmen. Verläuft die Richtung der Linienfunktion entgegen der Förderbandbewegung, verwenden Sie die Schaltfläche **Richtung umkehren**. Das Feld **Ticks per meter (Passmarken pro Meter)** zeigt die Anzahl der Inkremente, die der Encoder während eines Meters Fahrstrecke des Förderbands erzeugt.

Kreisförmige Fließbänder

Beim Tracking eines kreisförmigen Fließbands, muss der Mittelpunkt des Fließbands definiert sein.

1. Definieren Sie den Mittelpunkt im Teil **Funktionen** der Installation. Der Wert für die **Inkremente pro Umdrehung** muss der Anzahl der Inkremente entsprechen, die der Encoder während einer vollen Umdrehung des Förderbands erzeugt.

2. Wählen Sie das Kontrollkästchen **Werkzeug mit Fließband drehen**, damit die Werkzeugorientierung die Förderbanddrehung verfolgt.

1.24.14. Sanfter Übergang zwischen Sicherheitsmodi

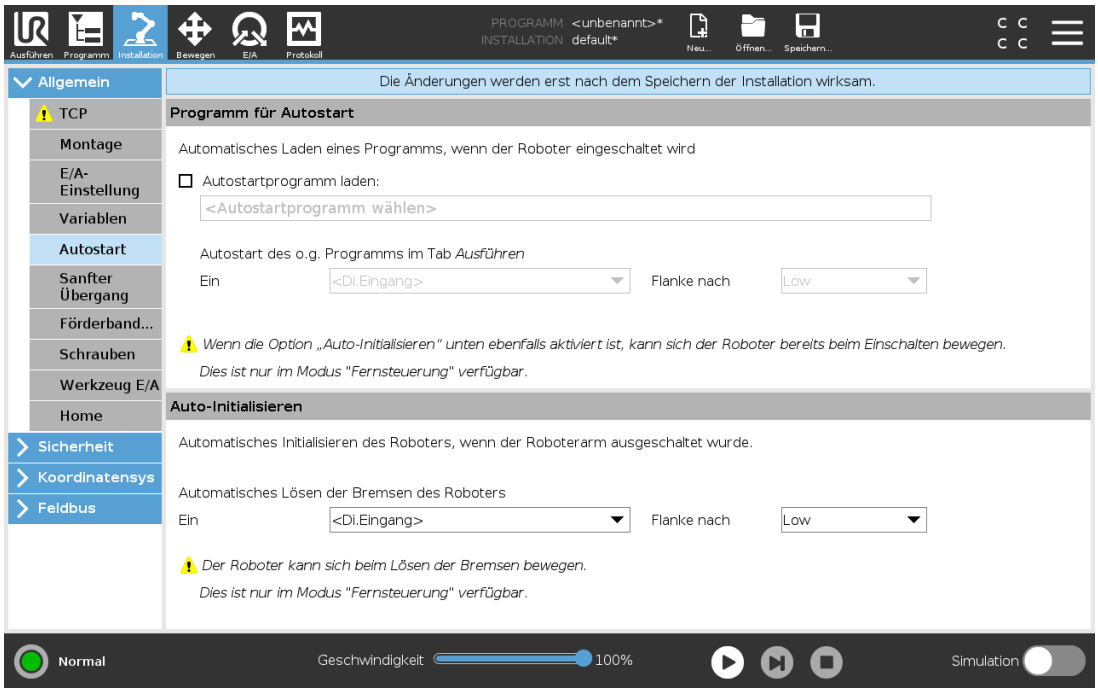
Beim Umschalten zwischen Sicherheitsmodi bei Ereignissen (z. B. Eingang Reduzierter Modus, Auslöseebenen für Reduzierter Modus, Schutzstopp und Dreistufiger Zustimmschalter) ist der Roboterarm bestrebt, einen sanften Übergang mit 0,4 s zu bewerkstelligen. Vorhandene Anwendungen bleiben davon unberührt, was einer „harten“ Einstellung entspricht. Neue Installationsdateien erhalten standardmäßig die sanfte Einstellung.

Einstellungsänderungen für Beschleunigung/Verlangsamung

- Drücken Sie den Tab Installation.
- Im Menü links wählen Sie „Sanfter Übergang“.
- Wählen Sie Hart für eine höhere Beschleunigung/Verzögerung oder wählen Sie Sanft für die glattere Standardübergang-Einstellung.

1.24.15. Installation → Autostart-Programm

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Dieser Startbildschirm enthält Einstellungen für das automatische Laden und Starten eines Standardprogramms und für die Auto-Initialisierung des Roboterarms beim Einschalten.

WARNUNG

1. Sind automatisches Laden, automatisches Starten und automatisches Initialisieren aktiviert, führt der Roboter das Programm aus, sobald die Control-Box eingeschaltet ist und solange die Eingangssignale mit dem gewählten Signalpegel übereinstimmen. Der Flankenübergang für den gewählten Signalpegel ist in diesem Fall beispielsweise nicht erforderlich.
2. Seien Sie vorsichtig, wenn der Signalpegel auf LOW eingestellt ist. Eingangssignale sind standardmäßig LOW, sodass das Programm automatisch ausgeführt wird, ohne durch ein externes Signal ausgelöst zu werden.

Laden eines Standardprogramms

Ein Standard-Programm wird geladen, nachdem die Control-Box eingeschaltet wurde. Darüber hinaus wird das Standardprogramm auch automatisch geladen, wenn die **Programm ausführen**-Anzeige (siehe Programm ausführen: Vorhandenes Programm auswählen und ausführen. Dies ist der einfachste Weg, den Roboterarm und die Control-Box zu bedienen. auf Seite 118) geöffnet wird und kein Programm geladen ist.

Starten eines Standardprogramms

Das Standardprogramm kann auf dem Bildschirm **Programm ausführen** automatisch gestartet werden. Wird das Standardprogramm geladen und der spezifizierte Flankenübergang eines externen Eingangssignals erkannt, startet das Programm automatisch.
Beim Programmstart ist das aktuelle Eingangssignal nicht definiert. Das Wählen eines Übergangs, der

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

dem Signalpegel beim Start entspricht, startet das Programm sofort. Darüber hinaus wird die Auto-Startfunktion beim Verlassen des Bildschirms **Programm ausführen** oder beim Anklicken der Stopptaste im Dashboard solange deaktiviert, bis die Taste „Ausführen“ noch einmal gedrückt wird.

Auto-Initialisierung

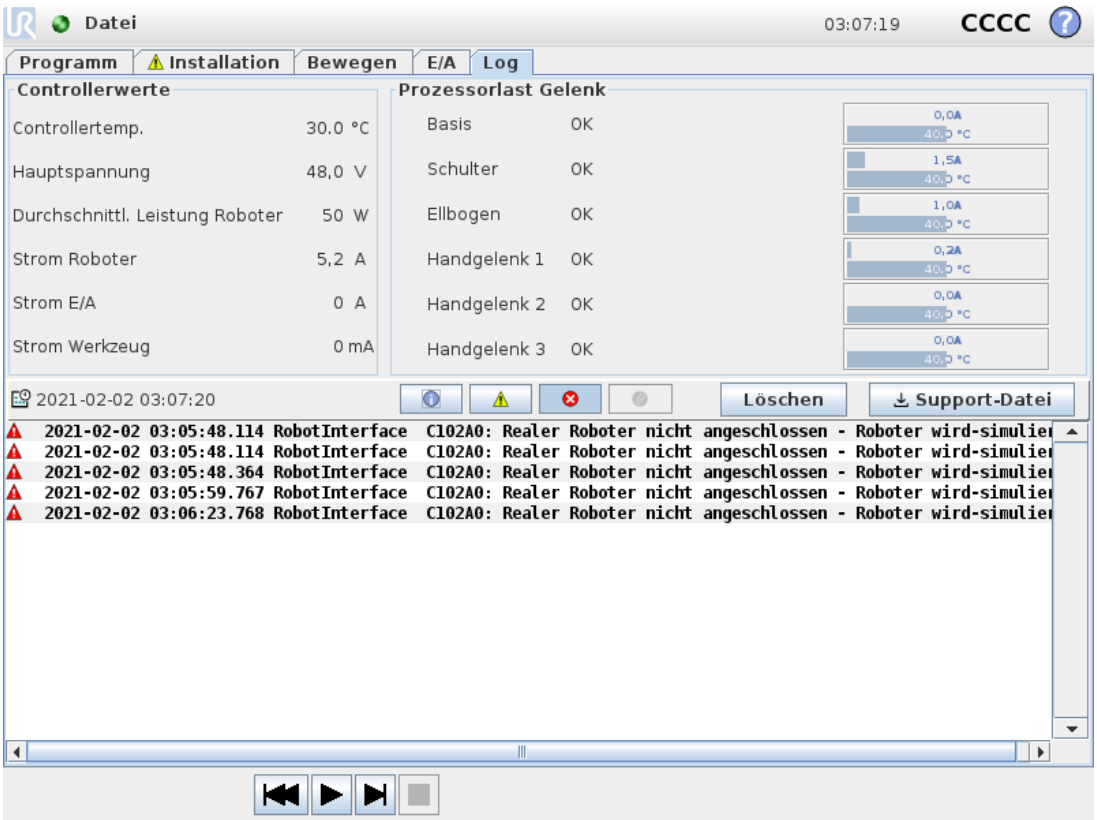
Der Roboterarm wird automatisch initialisiert. Auf dem spezifizierten Flankenübergang eines externen Eingangssignals wird der Roboterarm vollständig initialisiert, unabhängig vom sichtbaren Bildschirm.

Das Lösen der Bremse ist die endgültige Initialisierungsphase. Beim Lösen der Bremse macht der Roboterarm eine kleine Bewegung und ein klickendes Geräusch. Darüber hinaus können die Bremsen nicht automatisch freigegeben werden, wenn die Konfiguration nicht dem erkannten Aufbau (basierend auf den Sensordaten) entspricht. In diesem Fall muss der Roboter auf dem Initialisierungsbildschirm manuell initialisiert werden (siehe 1.22.6. Initialisierungsbildschirm auf Seite 119).

Beim Programmstart ist das aktuelle Eingangssignal nicht definiert. Das Wählen eines Übergangs, der dem Signalpegel beim Start entspricht, initialisiert den Roboterarm sofort.

Das automatische Initialisierungsmerkmal funktioniert nur bei ausgeschaltetem Roboterarm.

1.24.16. Der Tab „Protokoll“



Roboter-Status

Die obere Hälfte des Bildschirms zeigt den Status des Roboterarms und der Control-Box an.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Der linke Teil des Bildschirms zeigt Informationen im Zusammenhang mit der Control-Box an, während auf der rechten Bildschirmseite Informationen zu den Robotergelenken angezeigt werden. Jedes Robotergelenk zeigt Informationen zur Motortemperatur und Elektronik, zur Last am Gelenk und zur elektrischen Spannung an.

Roboterprotokoll

In der unteren Bildschirmhälfte werden Meldungen angezeigt. Die erste Spalte kategorisiert den Schweregrad des Protokolleintrags. In der zweiten Spalte ist der Zeitpunkt des Eintreffens der jeweiligen Meldungen eingetragen. Die folgende Spalte zeigt den Sender einer Meldung. Die letzte Spalte zeigt die eigentliche Meldung. Meldungen können durch Auswahl der Schaltflächen, die zu dem Schweregrad des Protokolleintrags gehören, gefiltert werden. Die Abbildung oben zeigt, dass Fehler angezeigt werden, während Informations- und Warnmeldungen gefiltert werden. Einige Protokollmeldungen sind darauf ausgelegt, weitere Informationen zu bieten, auf die durch Auswahl des Protokolleintrags zugegriffen werden kann.

Fehlerberichte speichern

Tritt in PolyScope ein Fehler auf, wird ein Protokolleintrag für den Fehler generiert. Im Register „Log“ können Sie generierte Berichte nachverfolgen und/oder an ein USB-Laufwerk exportieren (siehe 1.24.16. Der Tab „Protokoll“ auf der vorherigen Seite). Die folgende Liste mit Fehlern kann nachverfolgt und exportiert werden:

- Fehler
- Interne PolyScope Ausnahmen
- Sicherheitsstopp
- Nicht abgefangener Ausnahmefehler in URCap
- Verstoß

Der exportierte Bericht enthält ein Benutzerprogramm, ein Journalprotokoll, eine Installation und eine Liste mit ausgeführten Diensten.

Fehlerbericht

Erscheint ein Büroklammer-Symbol in der Protokollzeile, so steht ein ausführlicher Statusbericht zur Verfügung.

- Wählen Sie eine Protokollzeile aus und tippen Sie auf die Option Bericht speichern, um den Bericht auf einem USB-Laufwerk zu speichern.
- Der Bericht kann bei laufendem Programm gespeichert werden.

HINWEIS

Der jeweils älteste Bericht wird gelöscht wenn ein neuer generiert wird. Nur die aktuellsten fünf Berichte werden gespeichert.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.24.17. „Laden“ - Anzeige

Mithilfe dieses Bildschirms wählen Sie, welches Programm Sie laden wollen. Es gibt zwei Versionen dieses Bildschirms: eine, die verwendet wird, wenn Sie ein Programm laden und ausführen möchten und eine, die verwendet wird, wenn Sie ein Programm bearbeiten möchten.

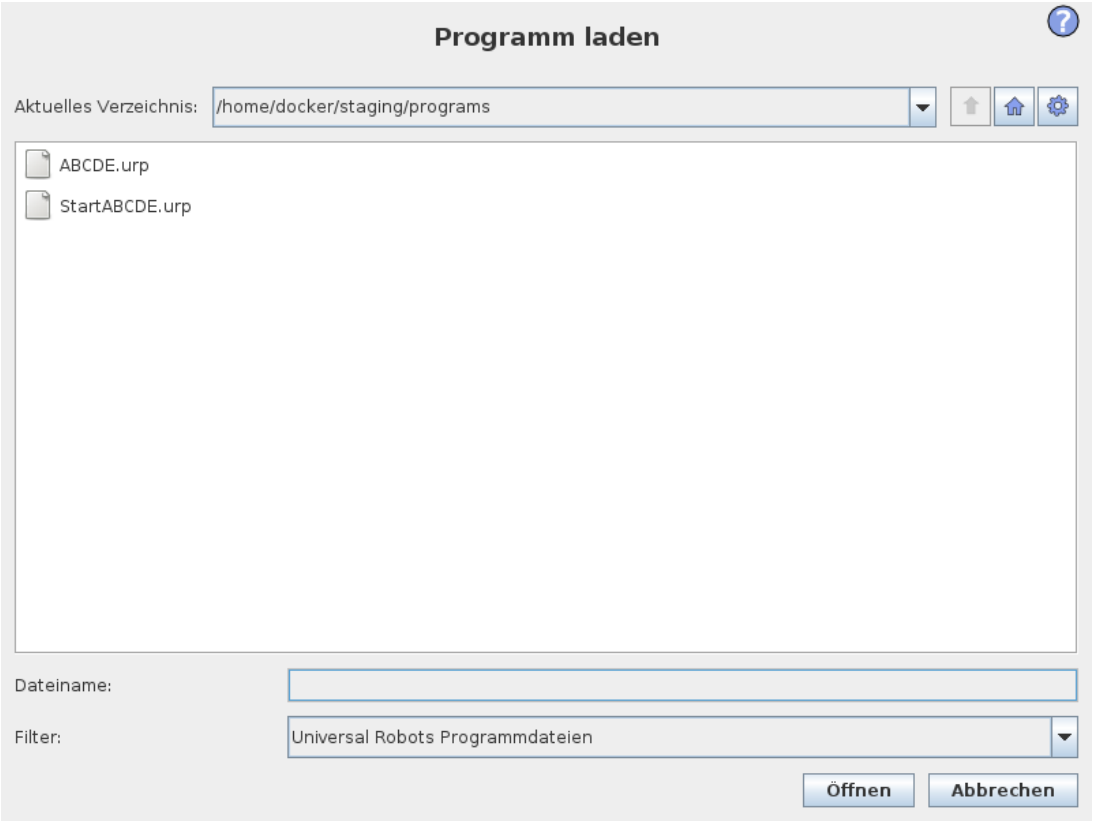
HINWEIS

Das Ausführen eines Programms von einem USB-Laufwerk aus wird nicht empfohlen. Zur Verwendung eines Programms, das auf einem USB-Laufwerk gespeichert ist, laden Sie es zuerst und speichern Sie es dann im lokalen `programs`-Ordner mit dem Befehl **Save As...** (im Menü **File**) ab.

Der Hauptunterschied liegt darin, welche Aktionen dem Benutzer zur Verfügung stehen. Im Grundbildschirm „Laden“ kann der Benutzer lediglich auf Dateien zugreifen, sie jedoch nicht bearbeiten oder löschen. Weiterhin kann der Benutzer die Verzeichnisstruktur, die vom Ordner `programs` folder. The user can descend to a sub-directory, but he cannot get any higher than the `programs` ausgeht, nicht verlassen.

Deshalb sind alle Programme in den Ordner „Programme“ und/oder in Unterordner unter dem Ordner „Programme“ zu speichern.

Layout des Bildschirmes



Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Die Abbildung zeigt den eigentlichen Bildschirm „Laden“. Er besteht aus den folgenden wichtigen Bereichen und Schaltflächen:

Pfadhistorie

Die Pfadhistorie zeigt eine Liste der Pfade, die zum aktuellen Ort führen. Das bedeutet, dass alle übergeordneten Verzeichnisse bis zum Root-Verzeichnis des Computers angezeigt werden. Sie werden hier feststellen, dass Sie vielleicht nicht auf alle Verzeichnisse über dem Ordner „Programme“ zugreifen können.

Mit der Auswahl eines Ordnernamens in der Liste, wechselt der Ladedialog zu diesem Verzeichnis und zeigt es im Dateiauswahlbereich (siehe Dateiauswahlbereich unten) an.

Dateiauswahlbereich

In diesem Bereich des Dialogfensters werden die Inhalte des eigentlichen Bereiches angezeigt. Es gibt dem Benutzer die Möglichkeit, eine Datei durch einfachen Klick auf ihren Namen auszuwählen oder eine Datei durch Doppelklick auf ihren Namen zu öffnen.

Verzeichnisse werden durch längeres Drücken von ungefähr 0,5 Sek. ausgewählt. Zugriff auf einen Ordner und seinen Inhalt erfolgt durch Einzelklick.

Dateifilter

Durch die Verwendung des Dateifilters kann man die angezeigten Dateien so begrenzen, dass nur die gewünschten Dateitypen angezeigt werden. Durch Auswahl von **Backup-Dateien** erscheint die Anzeige des Dateiauswahlbereichs der neuesten 10 gespeicherten Versionen der einzelnen Programme, wobei .old0 die neueste und .old9 die älteste ist.

Dateifeld

Hier wird die aktuell ausgewählte Datei angezeigt. Der Benutzer hat die Option, den Dateinamen per Hand einzugeben, indem er auf das Tastatursymbol rechts auf dem Feld klickt. Dadurch wird eine Bildschirmtastatur angezeigt, mit der man den Dateinamen direkt auf dem Bildschirm eingeben kann.

Schaltfläche „Öffnen“

Durch Antippen der Schaltfläche „Öffnen“ öffnet sich die aktuell ausgewählte Datei und das System kehrt zum vorhergehenden Bildschirm zurück.

Schaltfläche „Abbrechen“

Durch Antippen der Schaltfläche „Abbrechen“ wird der aktuelle Ladevorgang abgebrochen und der Bildschirm wechselt auf die vorhergehende Ansicht.

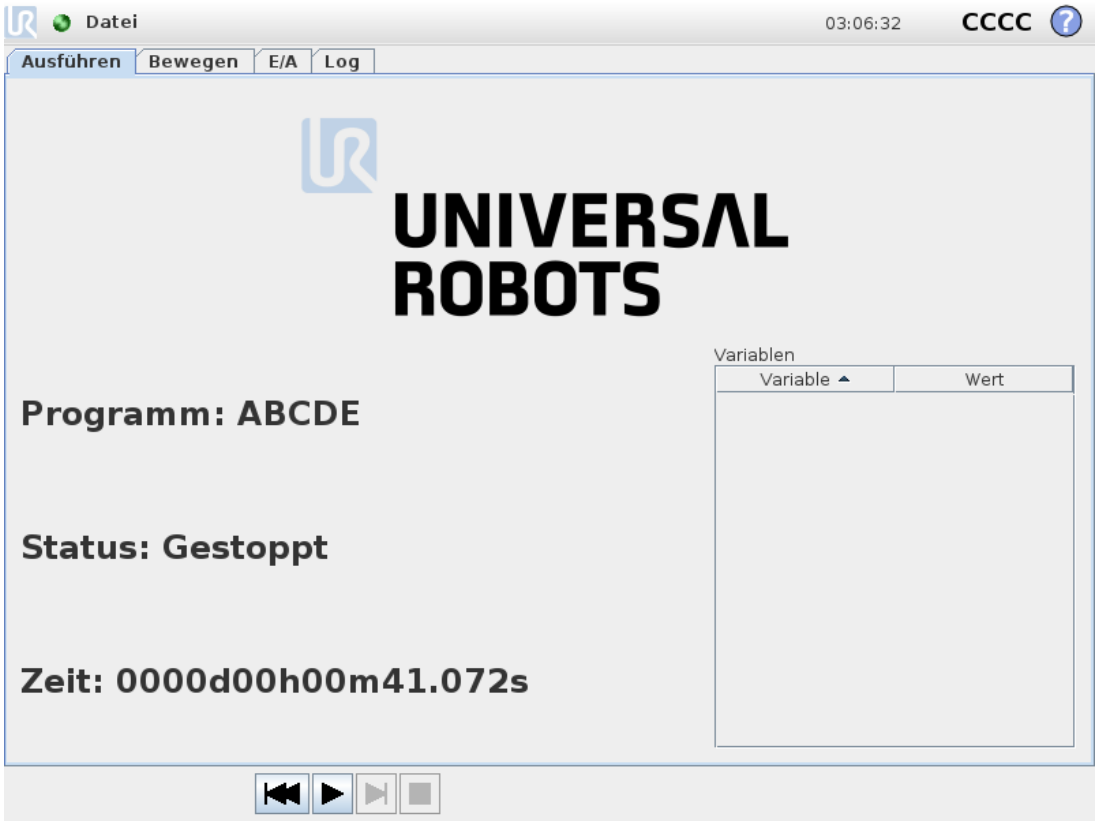
Aktionsschaltflächen

Eine Reihe von Schaltflächen bietet dem Benutzer die Möglichkeit, die Handlungen vorzunehmen, die in der Regel durch Rechtsklick auf einen Dateinamen in einem herkömmlichen Dateidialog verfügbar sind. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit zum Wechsel nach oben in die Verzeichnisstruktur und direkt in den Ordner „Programme“.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

- Übergeordnet: Wechsel nach oben in der Verzeichnisstruktur. Die Schaltfläche ist in zwei Fällen nicht aktiviert: wenn das aktuelle Verzeichnis das oberste Verzeichnis ist oder wenn der Bildschirm im begrenzten Modus läuft und das aktuelle Verzeichnis der Ordner „Programm“ ist.
- Zum Programmordner: Zum Ausgangsbildschirm zurückkehren
- Aktionen: Aktionen wie beispielsweise Verzeichnis erstellen, Datei löschen usw.

1.24.18. Der Tab „Betrieb“



Dieser Tab bietet einen sehr einfachen Weg zur Bedienung des Roboterarms und der Control-Box mit so wenig Schaltflächen und Optionen wie möglich. Dies kann sinnvoll mit einem Passwort kombiniert werden, das den Programmierteil von PolyScope schützt (siehe 1.26.3. Passwort festlegen auf Seite 218), um den Roboter zu einem Werkzeug zu machen, das ausschließlich vorab geschriebene Programme ausführt.

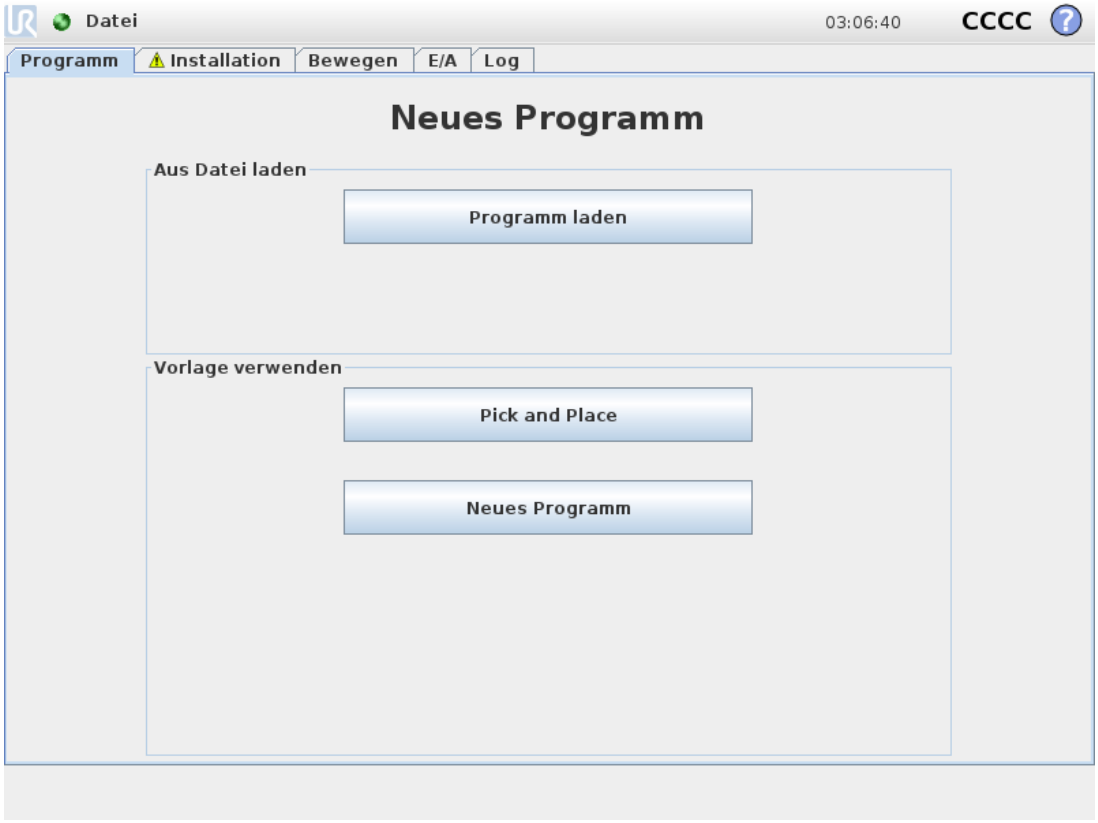
Des Weiteren kann ein Standardprogramm in diesem Tab, basierend auf dem Flankenübergang eines externen Eingangssignals, automatisch geladen und gestartet werden (siehe 1.24.15. Installation → Autostart-Programm auf Seite 157). Die Kombination von automatischem Laden und Starten eines Standardprogramms und der Auto-Initialisierung beim Einschalten kann beispielsweise verwendet werden, um den Roboterarm in andere Maschinen zu integrieren.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25. Programmierung

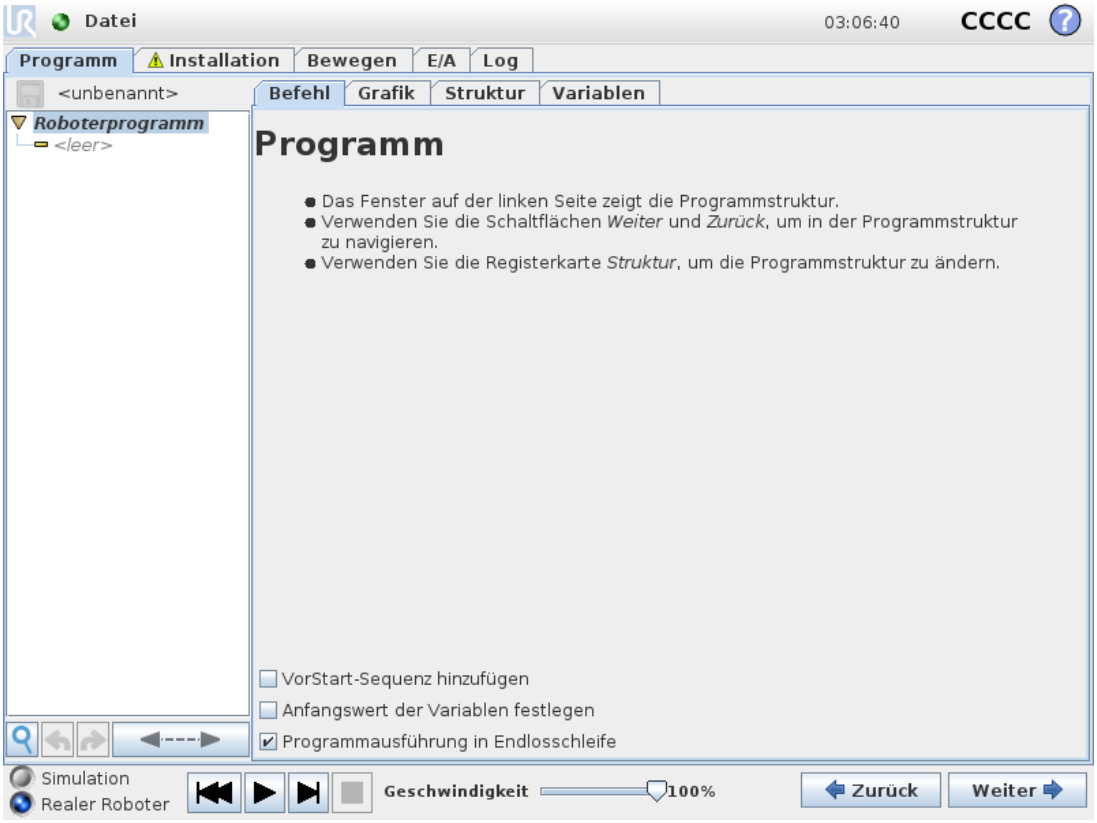
1.25.1. Neues Programm



Ein neues Roboterprogramm kann entweder von einer *Vorlage* oder von einem vorhandenen (gespeicherten) Roboterprogramm aus gestartet werden. Eine *Vorlage* kann die Gesamtprogrammstruktur bieten, sodass nur die Details des Programms ausgefüllt werden müssen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.2. Programm - Tab



Der Tab „Programm“ zeigt das aktuell bearbeitete Programm an.

Programmstruktur

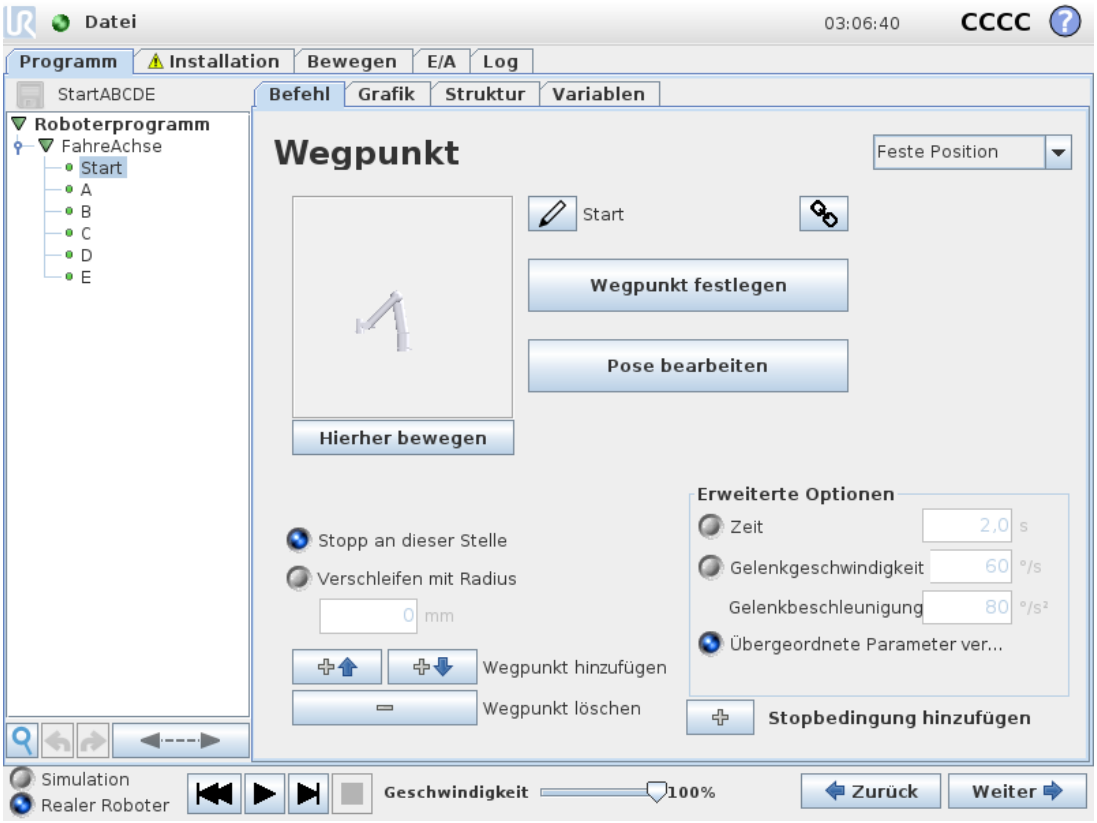
Die **Programmstruktur** auf der linken Bildschirmseite zeigt das Programm als Auflistung von Befehlen, während der Bereich auf der rechten Bildschirmseite Informationen im Zusammenhang mit dem aktuellen Befehl anzeigt.

Der aktuelle Befehl wird durch Anklicken der Befehlsliste bzw. über die Schaltflächen **Zurück** und **Weiter** unten rechts auf dem Bildschirm ausgewählt. Befehle können mithilfe des Tab **Struktur** eingegeben oder entfernt werden. Der Programmname erscheint direkt über der Befehlsliste mit einem kleinen Symbol, das zur schnellen Speicherung des Programms angeklickt werden kann.

In der Programmstruktur ist der Befehl markiert, der gerade ausgeführt wird (wie in Programmausführungsanzeige auf der gegenüberliegenden Seite beschrieben).

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Programmausführungsanzeige



Die **Programmstruktur** enthält visuelle Hinweise hinsichtlich des Befehls, den der Controller des Roboters gerade ausführt. Ein kleines Anzeigesymbol auf der linken Seite des Befehlssymbols wird angezeigt und der Name des gerade ausgeführten Befehls inkl. aller Befehle, von denen dieser Befehl ein Teilbefehl ist (in der Regel durch die Befehlssymbole ▶/▼ erkennbar), ist blau markiert. Dies hilft dem Anwender den ausgeführten Programmbefehl in der Struktur zu identifizieren. Bewegt sich beispielsweise der Roboterarm in Richtung eines Wegpunktes, so wird der entsprechende Teilbefehl des Wegpunkts mit dem -Symbol markiert und sein Name wird, zusammen mit dem zugehörigen Namen des „Bewegen“-Befehls (siehe 1.25.4. Befehl: Bewegen auf Seite 170) blau angezeigt. Wenn das Programm angehalten wird, markiert die Programmausführungsanzeige den letzten Befehl, der gerade durchgeführt wurde. Durch Klicken auf die untere Schaltfläche mit dem Symbol springt die Programmstruktur auf den aktuell oder zuletzt ausgeführten Befehl in der Struktur. Wenn ein Befehl angeklickt wird, während ein Programm läuft, zeigt der Befehl-Tab die Information zu dem ausgewählten Befehl an. Durch Drücken der Schaltfläche zeigt der „Befehl“-Tab weitere fortlaufende Informationen über die aktuell ausgeführten Befehle.

Schaltfläche Suchen

Tippen Sie auf , um eine Suche in der Programmstruktur durchzuführen. Nach einem Klick kann ein Suchtext eingegeben werden, woraufhin die relevanten Programmknoten gelb hervorgehoben erscheinen. Zusätzlich stehen Schaltflächen zur Verfügung, um durch die Treffer zu navigieren. Drücken Sie das Symbol , um die Suche zu verlassen. Hinweis: Die Programmstruktur muss erweitert werden, um auf die zusätzlichen Navigationsschaltflächen zuzugreifen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Rückgängig/Erneut ausführen - Taste

Die Tasten mit den Symbolen und in der Werkzeugleiste unterhalb der Programmstruktur dienen dazu, in der Programmstruktur vorgenommene Änderungen und darin enthaltene Befehle rückgängig zu machen bzw. erneut auszuführen.

Programm-Dashboard

Der unterste Teil des Bildschirms ist das *Dashboard*. Das *Dashboard* verfügt über Schaltflächen, die einem traditionellen Kassettenrekorder ähneln, mit denen Programme gestartet und gestoppt, einzeln durchgegangen und neu gestartet werden können. Der *Geschwindigkeitsregler* ermöglicht Ihnen die Anpassung der Programmgeschwindigkeit zu jeder Zeit, was sich direkt auf die Geschwindigkeit auswirkt, mit der sich der Roboterarm bewegt. Zusätzlich zeigt der *Geschwindigkeitsregler* in Echtzeit und unter Einbeziehung der Sicherheitseinstellungen die relative Geschwindigkeit an, in der sich der Roboterarm bewegt. Der angezeigte Prozentsatz im laufenden Programm zeigt die maximal mögliche Geschwindigkeit an, ohne die Grenzwerte des Sicherheitssystems zu überschreiten.

Mit den Tasten links vom *Dashboard* kann zwischen der Ausführung des Programms in einer Simulation oder dem echten Roboter hin- und hergeschaltet werden. Bei einer Simulation bewegt sich der Roboterarm nicht und kann deshalb keinerlei Schäden verursachen. Verwenden Sie die Simulationsfunktion zum Testen von Programmen, wenn Sie sich bzgl. der Bewegungen des Roboterarms unsicher sind.

WARNUNG

1. Stellen Sie sicher, dass Sie sich außerhalb des Wirkungsbereichs des Roboters befinden, wenn die Abspielen-Taste gedrückt wird. Die von Ihnen programmierte Aktivität könnte von der erwarteten Bewegung abweichen.
2. Verwenden Sie die Schritt-Taste nur, wenn absolut notwendig.
3. Stellen Sie sicher, dass Sie Ihr Programm immer prüfen, indem Sie die Geschwindigkeit mithilfe des Geschwindigkeitsreglers reduzieren. Logische Programmierfehler des Integrators können unerwartete Bewegungen des Roboterarms verursachen.
4. Nachdem eine Notabschaltung oder ein Schutzstopp aufgetreten ist, stoppt das Roboterprogramm. Es kann fortgesetzt werden, solange sich kein Gelenk mehr als 10° bewegt hat. Mit dem Fortsetzen fährt der Roboter langsam auf seine Bahn zurück und führt das Programm fort.

Während das Programm geschrieben wird, wird die daraus folgende Bewegung des Roboterarms mithilfe einer 3D-Zeichnung im Tab Grafik dargestellt (wie in 1.25.33. Grafik-Tab auf Seite 209 beschrieben).

Neben jedem Programmbefehl befindet sich ein kleines rotes, gelbes oder grünes Symbol. Ein rotes Symbol deutet auf einen Fehler in diesem Befehl, gelb weist darauf hin, dass der Befehl nicht abgeschlossen ist und grün steht für eine ordnungsgemäße Eingabe. Ein Programm kann erst ausgeführt werden, wenn alle Befehle grün angezeigt sind.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.3. Variablen

Ein Roboterprogramm kann Variablen nutzen, um während der Laufzeit verschiedene Werte zu aktualisieren. Es stehen zwei Arten von Variablen zur Verfügung:

Installationsvariablen
Diese können von mehreren Programmen verwendet werden und ihre Namen und Werte bleiben zusammen mit der Roboterinstallation bestehen (siehe 1.24.10. Installation → Variablen auf Seite 142). Installationsvariablen behalten ihren Wert, auch nachdem Roboter und die Control-Box neu gestartet wurden.

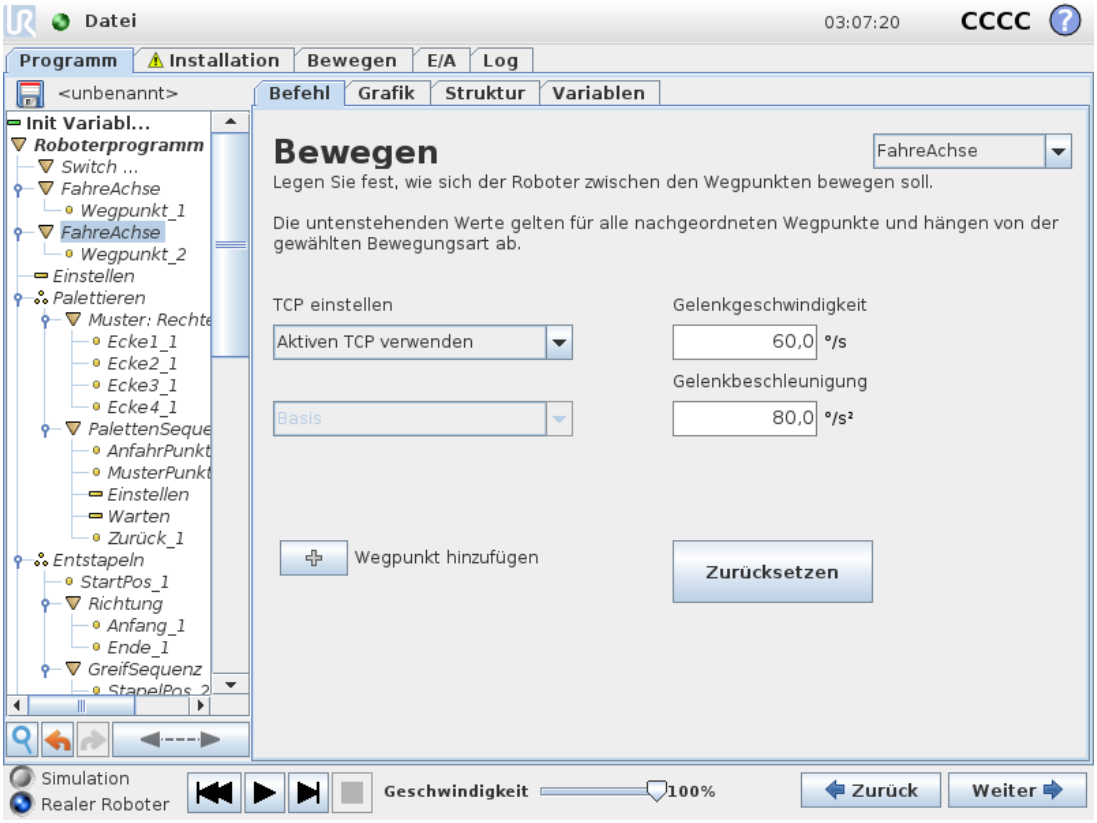
Regelmäßige Programmvariablen
Diese stehen nur dem laufenden Programm zur Verfügung und ihre Werte gehen verloren, sobald das Programm gestoppt wird.

Variablentypen

Boole	Eine Boole'sche Variable, deren Wert entweder True oder False (wahr oder falsch) ist.
int	Eine Ganzzahl im Bereich von − 2147483648 bis 2147483647 (32 Bit).
Float	Eine Gleitkommazahl (dezimal) (32 Bit).
String	Eine Sequenz von Zeichen.
pose	Ein Vektor, der die Lage und Ausrichtung im Kartesischen Raum beschreibt. Er ist eine Kombination aus einem Positionsvektor (*x*, *y*, *z*) und einem Rotationsvektor (*rx*, *ry*, *rz*), der die Ausrichtung darstellt; Schreibweise ist `p[x, y, z, rx, ry, rz]`.
liste	Eine Sequenz von Variablen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.4. Befehl: Bewegen



Der **Bewegen**-Befehl steuert die Roboterbewegung durch die zugrunde liegenden Wegpunkte. Wegpunkte müssen unter einem Bewegen-Befehl vorhanden sein. Der Befehl „Move“ definiert die Beschleunigung und die Geschwindigkeit, mit der sich der Roboterarm zwischen diesen Wegepunkten bewegen wird.

Bewegungsarten

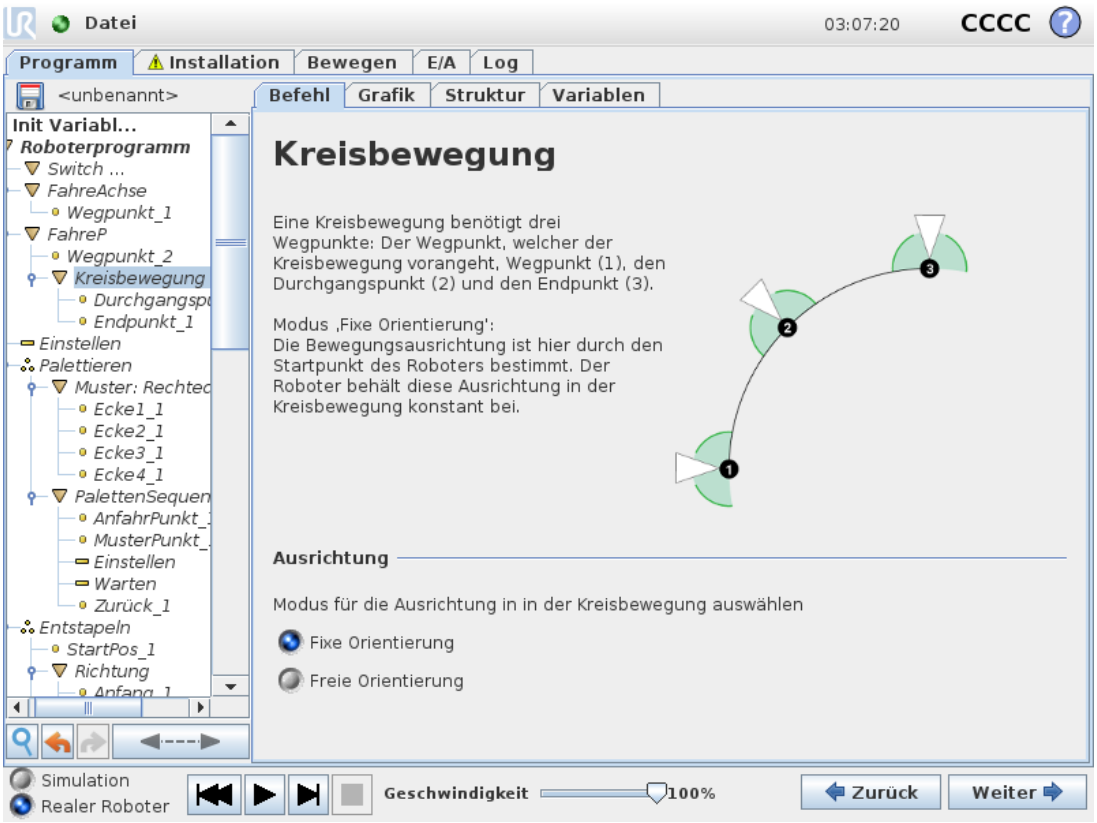
Folgende drei Bewegungsarten stehen zur Auswahl: **FahreAchse**, **FahreLinear** und **FahreP**. Jede Bewegungsart wird weiter unten erklärt.

- **FahreAchse** führt Bewegungen aus, die im **Gelenkraum** des Roboterarms berechnet werden. Jedes Gelenk wird so gesteuert, dass alle Gelenke die gewünschte Stellung gleichzeitig erreichen. Diese Bewegungsart sorgt für eine gekrümmte Bewegung des Werkzeugs. Die gemeinsamen Parameter, die für diese Bewegungsart gelten, sind die maximale Gelenkgeschwindigkeit und die Gelenkbeschleunigung und werden in deg/s bzw. deg/s^2 angegeben. Wird gewünscht, dass sich der Roboterarm (ungeachtet der Bewegung des Werkzeugs zwischen diesen Wegepunkten) zwischen Wegepunkten schneller bewegt, ist diese Bewegungsart zu bevorzugen.
- **FahreLinear** sorgt für eine lineare Bewegung des Werkzeugmittelpunkts (TCP) zwischen Wegpunkten. Dies bedeutet, dass jedes Gelenk eine komplexere Bewegung ausführt, um die lineare Bewegung des Werkzeugs sicherzustellen. Die gemeinsamen Parameter, die für diese Bewegungsart eingestellt werden können, sind die gewünschte Werkzeuggeschwindigkeit und

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

die Werkzeugbeschleunigung, angegeben in *mm/s* bzw. mm/s^2, und auch eine Funktion.

- **FahreP** bewegt das Werkzeug linear bei konstanter Geschwindigkeit und kreisrunden Blending-Bewegungen und ist für Abläufe wie beispielsweise Kleben oder Ausgeben konzipiert. Die Größe des Blending-Radius ist standardmäßig ein gemeinsamer Wert zwischen allen Wegepunkten. Ein kleinerer Wert sorgt für eine engere Kurve, ein größerer Wert für eine länger gezogene Kurve. Während sich der Roboterarm bei konstanter Geschwindigkeit durch die Wegepunkte bewegt, kann die Control-Box weder auf die Betätigung eines E/A, noch auf eine Eingabe durch den Bediener warten. Dadurch kann die Bewegung des Roboterarms eventuell angehalten oder ein Schutzstopp ausgelöst werden.
- **Kreisbewegung** kann zu einem **FahreP** hinzugefügt werden, um eine Kreisbewegung zu bewirken. Der Roboter beginnt die Bewegung von seiner aktuellen Position oder seinem Startpunkt aus, bewegt sich durch einen auf der Kreisbahn definierten **Durchgangspunkt** und einen **Endpunkt**, der die Kreisbewegung vollendet.
  Ein Modus wird verwendet, um die Werkzeugausrichtung durch den Kreisbogen zu berechnen. Mögliche Moduseinstellungen:
  - Fixe Orientierung: Werkzeugausrichtung wird nur durch den Startpunkt definiert
  - Freie Orientierung: Der Startpunkt geht in den **Endpunkt** über, um die Werkzeugausrichtung festzulegen



Gemeinsame Parameter

Die Einstellungen der gemeinsamen Parameter unten rechts auf dem Bewegen-Bildschirm gelten für den Weg zwischen der vorherigen Position des Roboterarms und dem ersten Wegpunkt unter dem Befehl und von dort zu jedem weiteren der nachfolgenden Wegpunkte. Die Einstellungen des

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Bewegen-Befehls gelten nicht für den Weg *vom* letzten Wegpunkt unter diesem „Move“ -Befehl.

TCP-Auswahl

Der für die Wegepunkte im Rahmen dieses Fahrbefehls verwendete TCP kann aus dem Dropdown-Menü ausgewählt werden. Es können benutzerdefinierte TCPs aus der Installation, der aktive TCP oder einfach der Werkzeugflansch ausgewählt werden. Wenn ein benutzerdefinierter TCP oder der aktive TCP ausgewählt ist, wird die Bewegung im Rahmen dieses Fahrbefehls entsprechend angepasst. Wird **Werkzeugflansch verwenden** ausgewählt, so wird kein TCP verwendet und die Bewegung im Rahmen dieses Fahrbefehls erfolgt in Bezug auf den Werkzeugflansch (d. h. es erfolgt keine Anpassung der Bewegung).

Wird der aktive TCP für diese Bewegung während der Laufzeit des Programms festgelegt, muss er über den Einstellen-Befehl dynamisch eingestellt werden (siehe 1.25.11. Befehl: Einstellen auf Seite 185) oder mittels Verwendung von Script-Befehlen. Weitere Informationen zur Konfigurationen mehrerer benannter TCPs finden Sie hier 1.24.6. Installation → TCP konfigurieren auf Seite 134.

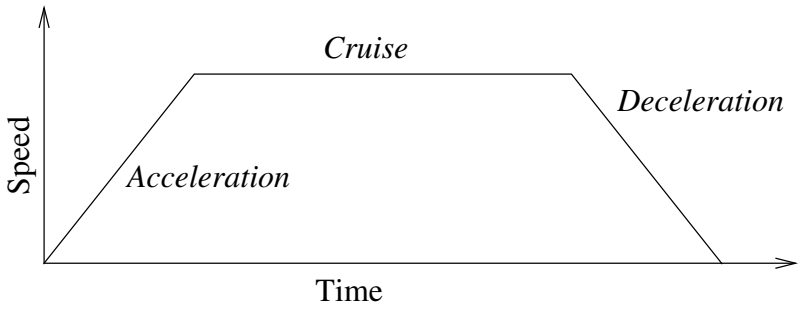
Auswahl von Funktionen

Die Funktion vergibt die abzubildenden Wegpunkte unter dem Befehl „Bewegen“, wenn diese Wegpunkte festlegt werden (siehe Abschnitt 1.24.12. Installation → Koordinatensysteme auf Seite 148). Dies bedeutet, dass sich das Programm bei der Bestimmung eines Wegepunkts an die Werkzeugkoordinaten im Bezugs-Koordinatensystem erinnert. Es gibt nur einige wenige Umstände, die einer detaillierteren Erläuterung bedürfen:

Die ausgewählte Funktion hat keinen Einfluss auf die relativen Wegpunkte. Die relative Bewegung ist immer hinsichtlich der Orientierung zur **Basis** ausgerichtet.

Bewegt sich der Roboterarm zu einem variablen Wegpunkt, wird der Werkzeugmittelpunkt (TCP) als die Koordinaten der Variablen im Raum der ausgewählten Funktion berechnet. Deshalb ändert sich die Roboterarmbewegung für einen variablen Wegepunkt, sobald eine andere Funktion ausgewählt wird.

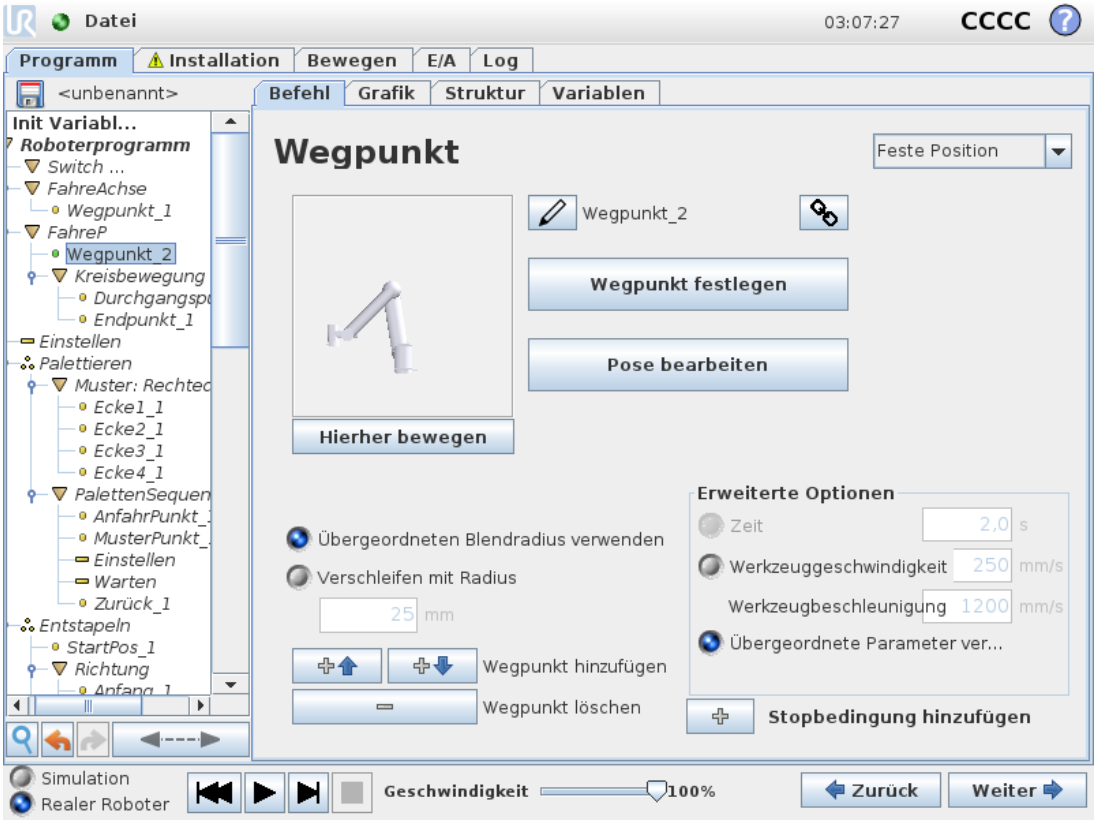
Wird eine der Funktionen in der aktuell geladenen Installation als variabel ausgewählt, sind die entsprechenden Variablen ebenfalls im Menü zur Auswahl der Funktion wählbar. Wird eine Funktionsvariable (bezeichnet mit dem Namen der Funktion und nachgestelltem „_var“) ausgewählt, sind die Roboterarmbewegungen (ausgenommen von **relativen Wegpunkten**) relativ zum Istwert der Variablen, solange das Programm läuft. Der Anfangswert einer Funktionsvariablen ist der Wert der eigentlichen Funktion, wie bei der Installation konfiguriert. Wenn dieser Wert verändert wird, ändern sich auch die Bewegungen des Roboters.



Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

16.1: *Geschwindigkeitsprofil für eine Bewegung. Die Kurve wird in drei Segmente unterteilt: Beschleunigung (Acceleration), konstante Bewegung (Cruise) und Verlangsamung (Deceleration). Die Ebene der konstanten Bewegung wird durch die Geschwindigkeitseinstellung der Bewegung vorgegeben, während der Anstieg und Abfall der Phasen in Beschleunigung und Verlangsamung durch den Beschleunigungsparameter vorgegeben wird.*

1.25.5. Befehl: Fixer Wegpunkt



Ein Punkt auf der Bahn des Roboters. Wegpunkte sind der wichtigste Faktor eines Roboterprogramms, da sie die Positionen des Roboterarms bestimmen. Ein Wegepunkt mit einer fixen Position wird angelernt, indem der Roboterarm physisch in die entsprechende Position bewegt wird.

Festlegung des Wegpunktes

Betätigen Sie diese Schaltfläche, um zum Bewegen-Bildschirm zu gelangen, über den Sie die Roboterarm-Position für diesen Wegpunkt vorgeben können. Wird der Wegpunkt unter einen „Bewegen“-Befehl (**FahreLinear** oder **FahreP**) im linearen Raum gesetzt, muss eine gültige Funktion für diesen Befehl ausgewählt werden, damit diese Schaltfläche betätigt werden kann.

Namen der Wegepunkte

Wegepunkte erhalten automatisch einen eindeutigen Namen. Der Name kann durch den Benutzer geändert werden. Wenn Sei ein Link-Symbol auswählen, werden Wegepunkte verknüpft und Positionsinformationen geteilt. Andere Wegepunktinformationen wie Blending-Radius, Werkzeug-/Gelenkgeschwindigkeit und Werkzeug-/Gelenkbeschleunigung werden für jeden einzelnen Wegepunkt konfiguriert, auch wenn sie verknüpft sein könnten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

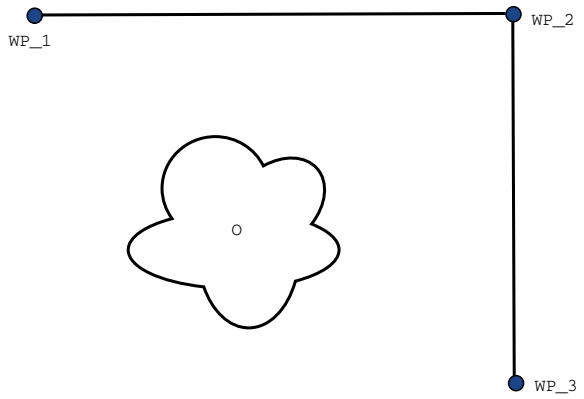
Blending

Blending ermöglicht dem Roboter einen sanften Übergang zwischen zwei Bewegungsabläufen ohne am dazwischenliegenden Wegpunkt anzuhalten.

Beispiel

Betrachten wir beispielsweise eine Pick-and-Place-Anwendung (siehe Abbildung 16.2), bei der sich der Roboter aktuell am Wegpunkt 1 `(WP_1)` befindet und ein Objekt am Wegpunkt 3 greifen `(WP_3)` soll. Um Kollisionen mit dem Objekt und anderen Hindernissen `(O)` zu vermeiden, muss sich der Roboter `(WP_3)` aus der Richtung von Wegpunkt 2 kommend `(WP_2)` nähern.

Es werden also drei Wegpunkte für die Bahn einbezogen, um die Anforderungen zu erfüllen.



16.2: *`(WP_1)` : Ausgangsstellung, `(WP_2)` : Zwischenziel, `(WP_3)` : Aufnahmeposition, `(O)` : Hindernis.*

Ohne die Konfiguration weiterer Einstellungen führt der Roboter an jedem Wegpunkt einen Stopp aus, bevor er seinen Bewegungsablauf fortsetzt. Für diese Aufgabenstellung ist ein Stopp bei `(WP_2)` nicht erwünscht, da mit einer reibungslosen Bewegung Zeit und Energie eingespart und die Anforderungen dennoch erfüllt werden. Es ist sogar zulässig, dass der Roboter `(WP_2)` nicht genau erreicht, solange der Übergang von Bewegungsablauf eins zu zwei nahe dieser Position stattfindet.

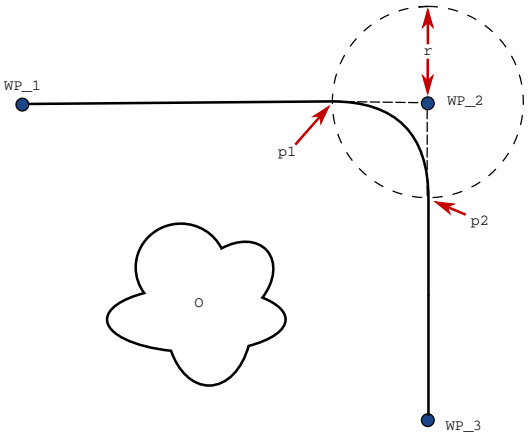
Der Stopp bei `(WP_2)` kann durch Konfigurieren eines Blending für den Wegpunkt vermieden werden und ermöglicht dem Roboter die Berechnung für einen reibungslosen Übergang zur nächsten Bewegung. Der primäre Parameter für das Blending ist ein Radius. Wenn sich der Roboter innerhalb des Blending-Radius des Wegpunktes befindet, kann er von der ursprünglichen Bahn abweichen. Dies ermöglicht schnellere und gleichmäßigere Bewegungen, da der Roboter weder abbremsen noch beschleunigen muss.

Blending-Parameter

Neben den Wegpunkten beeinflussen mehrere Parameter den Bewegungsablauf im Blending-Bereich (siehe Abbildung 16.3):

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

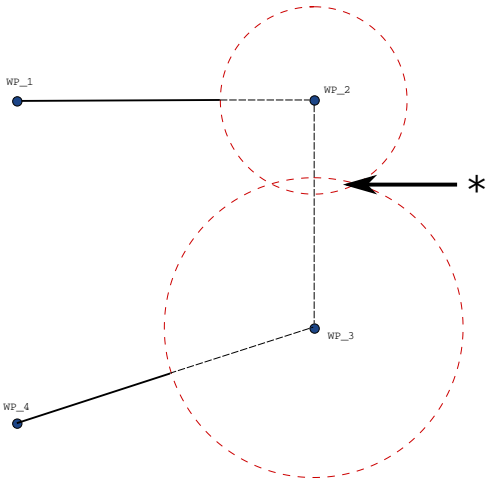
- der Blend-Radius (`r`)
- die Anfangs- und Endgeschwindigkeit des Roboters (an Position `p1` und `p2`)
- die Bewegungsdauer (z. B. wenn eine bestimmte Dauer für einen Bewegungsablauf vorgegeben wird, beeinflusst dies die Anfangs-/Endgeschwindigkeit des Roboters)
- die Bewegungsart im Blending von bzw. zu (`MoveL`, `MoveJ`)



16.3: *Blending über `(WP_2)` mit Radius `r`, ursprüngl. Blending-Position bei `p1` und letzte Blending-Position bei `p2`. `(O)` ist ein Hindernis.*

Wird ein Blending-Radius eingestellt, so wird der Roboterarm um den Wegpunkt geführt, so dass der Roboterarm an dem Punkt nicht anhalten muss.

Blending-Bereiche können nicht überlappen, womit ausgeschlossen wird, dass ein eingestellter Blending-Radius mit einem Blending-Radius für einen vorhergehenden oder nachfolgenden Wegpunkt überlappt (siehe Abb. 16.4).



16.4: *Blending-Radius-Überlappung nicht zulässig (*).*

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

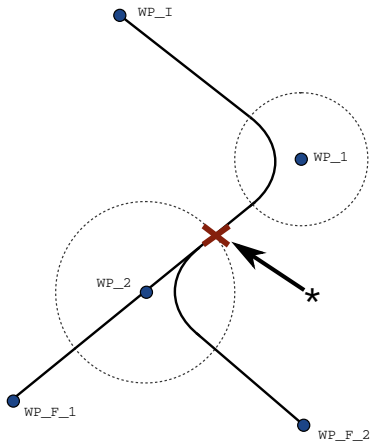
Bedingte Bewegungsabläufe im Blending-Bereich

Bewegungsabläufe im Blending-Bereich sind sowohl vom Wegpunkt, in dem der Blending-Radius festgelegt ist, als auch dem in der Programmstruktur nachfolgenden Wegpunkt abhängig. Das heißt im Programm in Abbildung 16.5 wird der Blending-Radius `(WP_1)` von `(WP_2)` beeinflusst. Die Folge davon wird offensichtlicher, wenn das Blending wie in diesem Beispiel um `(WP_2)` stattfindet.

Es gibt zwei mögliche Endpositionen. Um den nächsten Wegpunkt für das Blending zu bestimmen, muss der Roboter den aktuellen Wert von `digital_input[1]` bereits beim Eintritt in den Blending-Radius berechnen.

Dies bedeutet, dass der Ausdruck **if...then** oder andere notwendige Anweisungen, die den folgenden Wegpunkt bestimmen (z. B. variable Wegpunkte) bereits ausgewertet werden, bevor wir bei `(WP_2)` tatsächlich ankommen. Bei Betrachtung des Programmablaufs klingt dies ein wenig unlogisch. Wenn es sich bei einem Wegpunkt um einen Wegpunkt ohne Blendingradius handelt auf welchen beispielsweise einem If-else-Befehl folgt durch welchen (z. B. mit einem E/A-Befehl) der nächste Wegpunkt bestimmt wird, so wird die Prüfung ausgeführt, sobald der Roboterarm am Wegpunkt anhält.

```
MoveL
    WP_I
    WP_1 (blend)
    WP_2 (blend)
    if (digital_input[1]) then
        WP_F_1
    else
        WP_F_2
```



16.5: *`WP_I` ist der Ausgangswegpunkt und es gibt zwei mögliche endgültige Wegpunkte, `WP_F_1` und `WP_F_2`, je nach bedingtem Ausdruck (if ... then). Die Bedingung `if` wird ausgewertet, sobald der Roboterarm den zweiten Übergang (*) erreicht.*

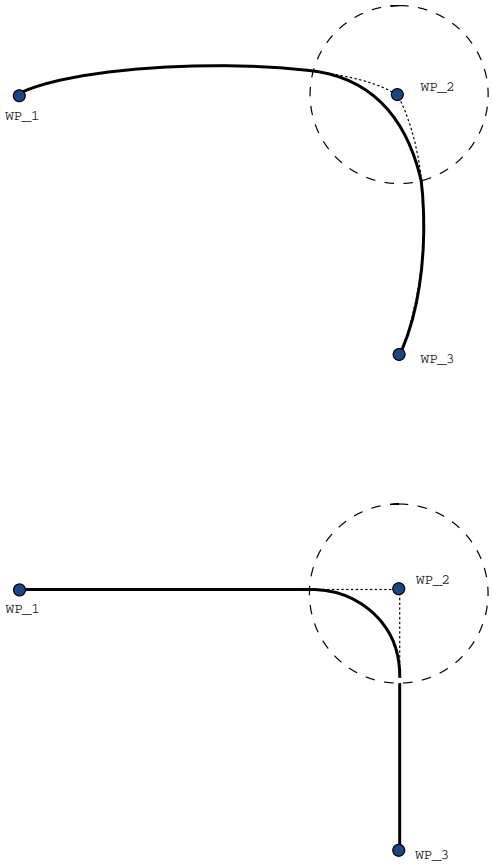
Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Bewegungsarten in Kombinationen

Es ist möglich, alle vier Bewegungsarten von **FahreAchse**und **FahreLinear** beim Blending zu kombinieren. Hierbei hat die spezifische Kombination die entscheidende Auswirkung auf den berechneten Bewegungsablauf im Blending. Es gibt vier mögliche Kombinationen:

1. **FahreAchse** zu **FahreAchse** (Reines Blending im Gelenkraum)
2. **FahreAchse** zu **FahreLinear**
3. **FahreLinear** to **FahreLinear** (Reines Blending im kartesischen Raum)
4. **FahreLinear** zu **FahreAchse**

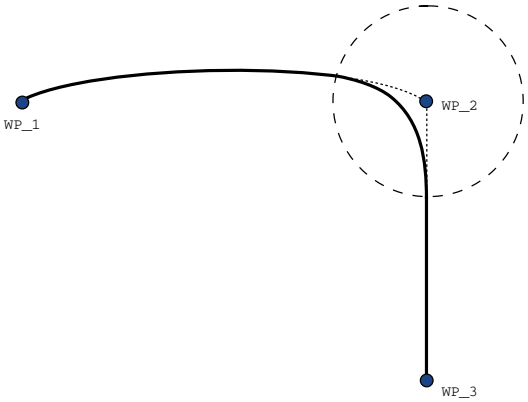
Ein reines Blending im Gelenkraum (Punkt 1) im Vergleich zu einem auf den kartesischen Raum beschränkten Blending (Punkt 3) ist in Abbildung 16.6 dargestellt. Sie zeigt zwei mögliche Bahnen des Werkzeugs für jeweils identische Reihen von Wegpunkten auf.



16.6: *Gelenkraum (**MoveJ**) im Vgl. zum kartesischen Raum (**MoveL**) Bewegung und Blending.*

Von den verschiedenen Kombinationen führen die Punkte 2, 3 und 4 zu Bewegungsabläufen, die innerhalb der Grenzen der ursprünglichen Bahn im kartesischen Koordinatensystem erfolgen. Ein Beispiel für ein Blending zwischen verschiedenen Bewegungsarten (Punkt 2) ist in Abbildung 16.7 zu sehen.

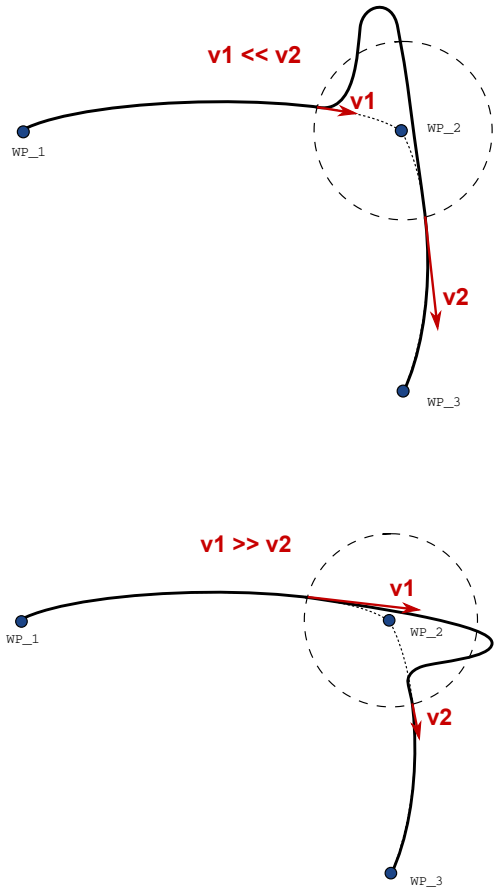
Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



16.7: *Blending von einer Bewegung im Gelenkraum (**MoveJ**) zu linearer Werkzeugbewegung (**MoveL**).*

Ein Blending im Gelenkraum (Punkt 1) verhält sich jedoch in einer weniger intuitiven Weise, da der Roboter versuchen wird, der reibungslosesten Bahn im Gelenkraum unter Berücksichtigung von Geschwindigkeit und zeitlichen Anforderungen zu folgen. Aus diesem Grund können Bewegungen vom Kurs abweichen, der durch die Wegpunkte vorgeben ist. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn erhebliche Unterschiede zwischen den Gelenkgeschwindigkeiten der beiden Bewegungsabläufe bestehen. *Vorsicht:* Wenn sich die Geschwindigkeiten stark unterscheiden (z. B. durch die Angabe erweiterter Einstellungen von Geschwindigkeit oder Zeit für einen bestimmten Wegpunkt) so können dadurch größere Abweichungen vom ursprünglichen Bewegungsablauf (wie in Abbildung 16.8 dargestellt) die Folge sein. Falls verschiedene Geschwindigkeiten im Blending-Bereich erforderlich aber Bahnabweichungen nicht akzeptabel sind, sollte das Blending im kartesischen Raum mittels **FahreLinear** erfolgen.

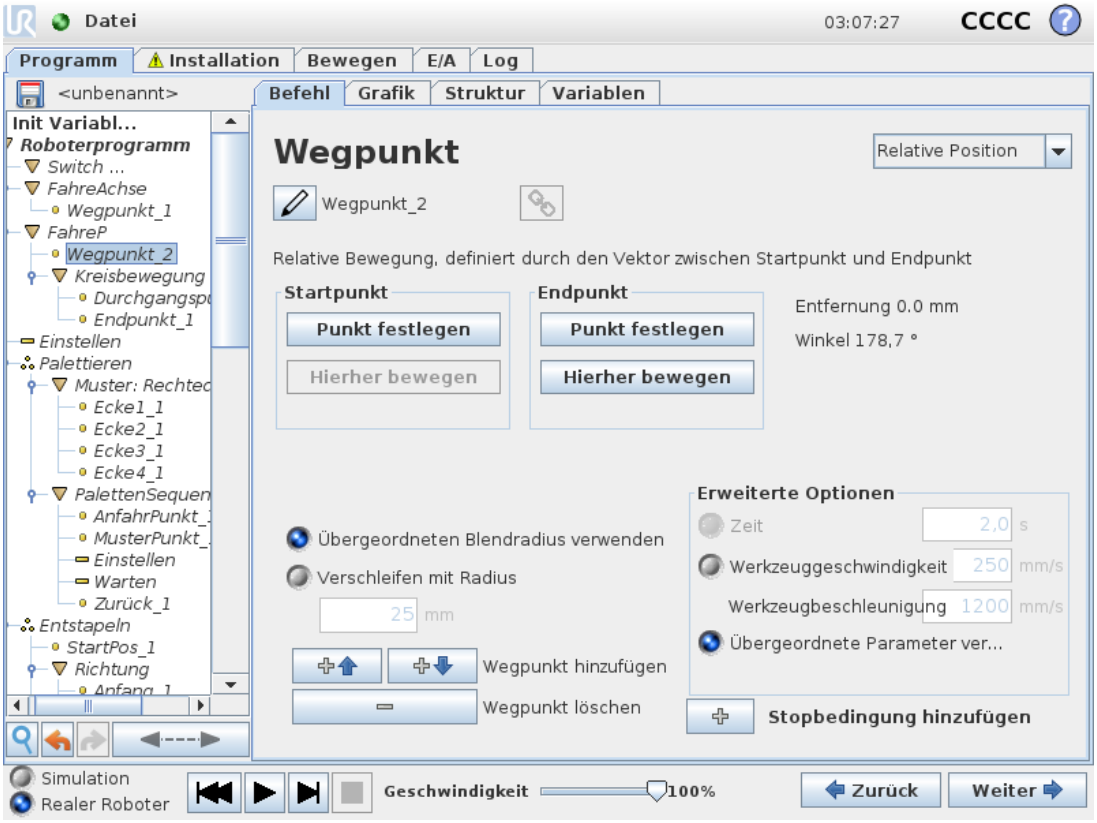
Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



16.8: *Joint space blending when initial velocity **v1** is significantly smaller than final velocity **v2** or the opposite.*

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.6. Befehl: Relativer Wegpunkt

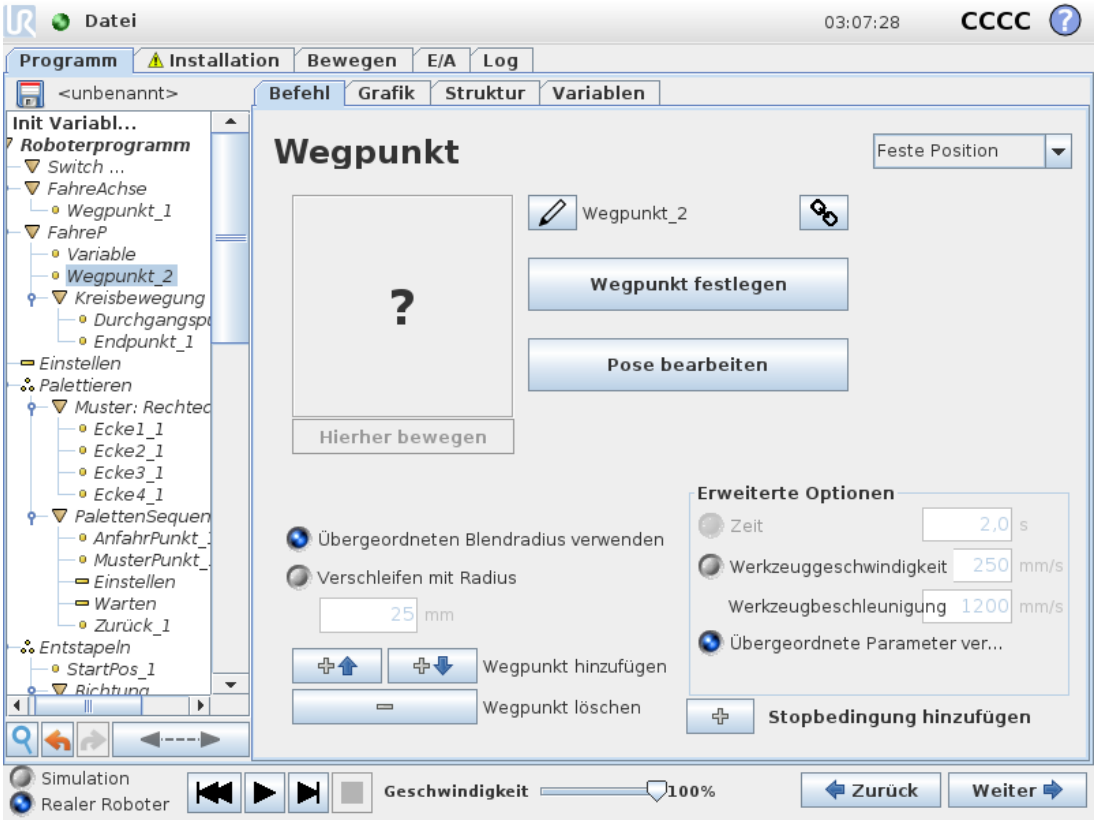


Ein Wegpunkt, dessen Position in Relation zur vorhergehenden Position des Roboterarms angegeben wird, wie z. B. „zwei Zentimeter nach links“. Die relative Position wird als Unterschied zwischen den beiden gegebenen Positionen festgelegt (links nach rechts).
Hinweis: Hinweis: Bitte beachten Sie, dass wiederholte relative Positionen den Roboterarm aus dessen Wirkungsbereich heraus bewegen können.

Der Abstand hier ist der kartesische Abstand zwischen dem TCP an beiden Positionen. Der Winkel gibt an, wie sehr die Ausrichtung des TCP sich zwischen beiden Positionen ändert. Genauer gesagt handelt es sich um die Länge des Rotationsvektors, welche die Ausrichtungsänderung angibt.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.7. Befehl: Variabler Wegpunkt



Ein Wegpunkt, dessen Position durch eine Variable angegeben wird, in diesem Fall berechnete_Pos. Die Variable muss eine *Pose* sein, wie beispielsweise var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]. Die ersten drei sind *x,y,z* und die letzten drei beschreiben die Ausrichtung als *Rotationsvektor*, der durch den Vektor *rx,ry,rz* vorgegeben wird. Die Länge der Achse entspricht dem zu drehenden Winkel in Radianten, und der Vektor selbst gibt die Achse an, um die die Drehung erfolgt. Die Position wird immer in Bezug auf einen Bezugsrahmen oder ein Koordinatensystem angegeben, definiert durch die ausgewählte Funktion. Wird ein Blending-Radius auf einen festen Wegpunkt gelegt, wobei der vorangegangene und nachfolgende Wegpunkt variabel ist, oder wird ein Blending-Radius auf einen Variable Wegpunkt gelegt, so wird der Radius nicht auf Überschneidungen geprüft (siehe Blending-Parameter auf Seite 174). Überschneidet der Übergangsradius bei der Ausführung des Programms einen Punkt, so ignoriert der Roboter diesen und bewegt sich zum nächsten Punkt.

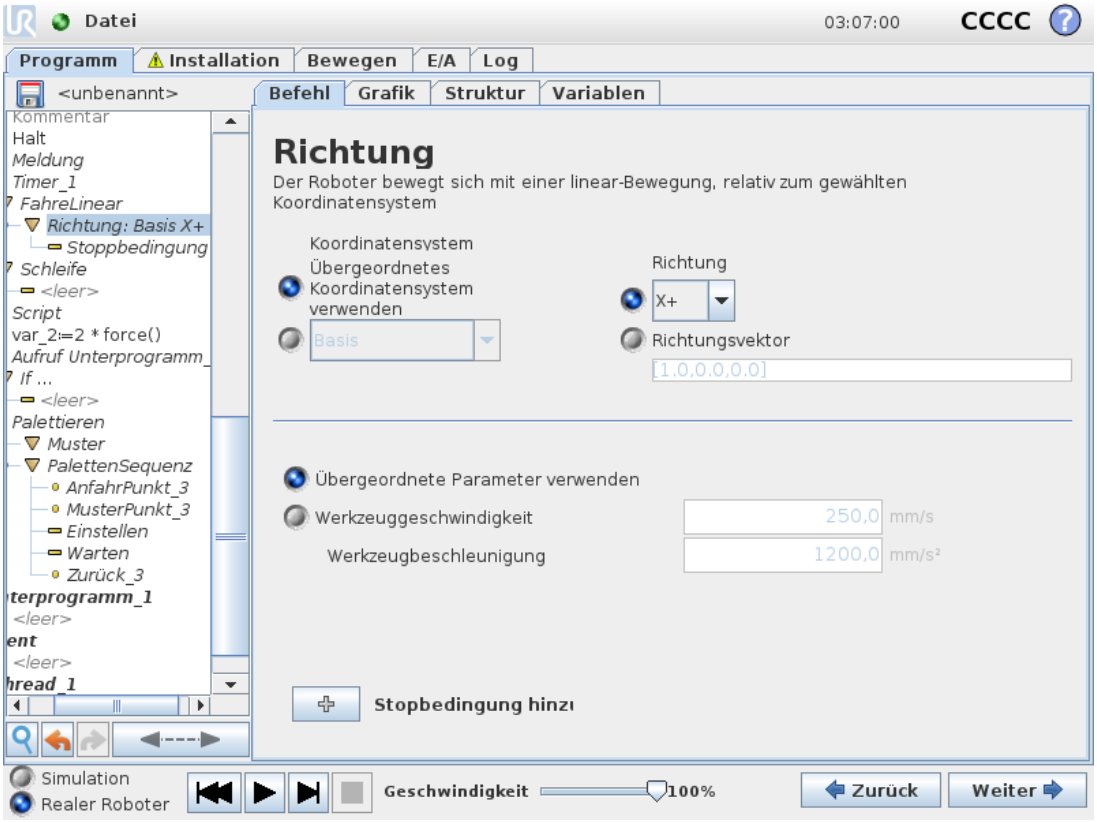
Beispielsweise, um den Roboter 20*mm* entlang der z-Achse des Werkzeugs zu bewegen:

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Movel
  Waypoint_1 (variable position):
    Use variable=var_1, Feature=Tool
```

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.8. Befehl: Richtung

Der Programmknoten *Richtung* gibt eine Bewegung relativ zu den Funktionsachsen oder TCPs an. Der Roboter bewegt sich entlang des im Richtung-Programmknoten angegebenen Pfads, bis die Bewegung durch eine *Stoppbedingung* gestoppt wird. Zum Stoppen einer Richtungsbewegung müssen Stoppbedingungen eingerichtet sein. Tippen Sie auf die Schaltfläche *Stoppbedingung hinzufügen*, um die Stoppkriterien zu definieren.



Stoppen einer Richtungsbewegung

Sie können Richtungsvektor-Einstellungen für **Werkzeuggeschwindigkeit** und **Werkzeugbeschleunigung** hinzufügen, um die Vektorrichtung für die lineare Bewegung zu definieren. Dies ermöglicht eine erweiterte Verwendung für:

- Definieren einer linearen Bewegung relativ zu mehreren Funktionsachsen
- Berechnung der Richtung als mathematischer Ausdruck

Die Richtungsvektoren definieren einen benutzerdefinierten Code-Ausdruck, der in einen Einheitsvektor aufgelöst wird. Zum Beispiel für einen Vektor von [2,1,0] bewegt sich der Roboter relativ zu der festgelegten Geschwindigkeit 2 Einheiten in der x-Richtung für jede 1 Einheit in der y-Richtung.

1.25.9. Befehl: Until

Der Programmknoten **Stoppbedingung** definiert ein Stoppkriterium für eine Bewegung. Der Roboter verfährt entlang eines Pfades und stoppt, wenn ein Kontakt erkannt wird.

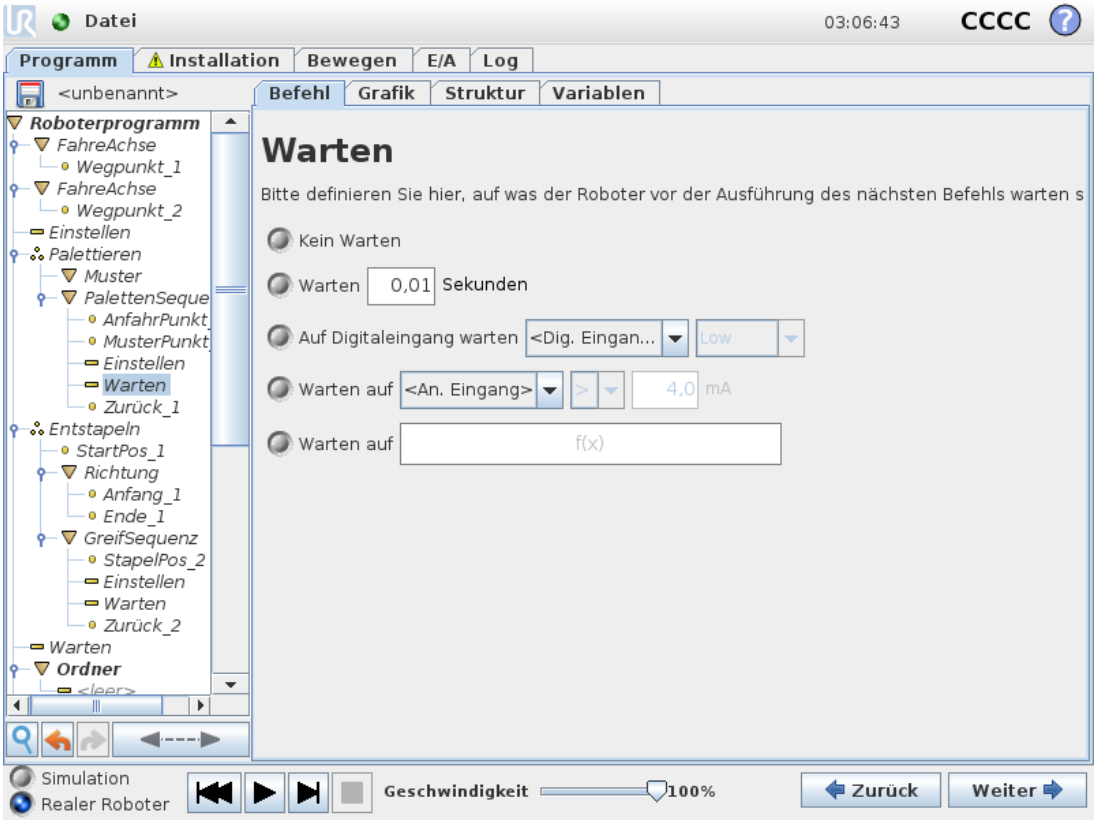
Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Im Feld **Stoppbedingung** können Sie die folgenden Stoppkriterien definieren:

- **Aktion hinzufügen** Fügt Programmknoten hinzu, wenn eine bestimmte Stoppbedingung erfüllt ist. Wenn z. B. ein Fehlerzustand erkannt wird, kann das Programm mit einem Popup-Knoten angehalten werden.
- **Distanz** Mit diesem Knoten kann eine Richtungsbewegung gestoppt werden, wenn der Roboter eine bestimmte Entfernung zurückgelegt hat. Die Geschwindigkeit wird verlangsamt, so dass der Roboter genau nach der Entfernung stoppt.
- **Ausdruck** Mit diesem Knoten kann die Bewegung an einem benutzerdefinierten Programmausdruck gestoppt werden. Zum Angeben der Stoppbedingung können Sie E/As, Variablen oder Scriptfunktionen verwenden.
- **E/A-Input** Mit diesem Knoten kann eine signalgesteuerte Bewegung an einem E/A-Eingang gestoppt werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

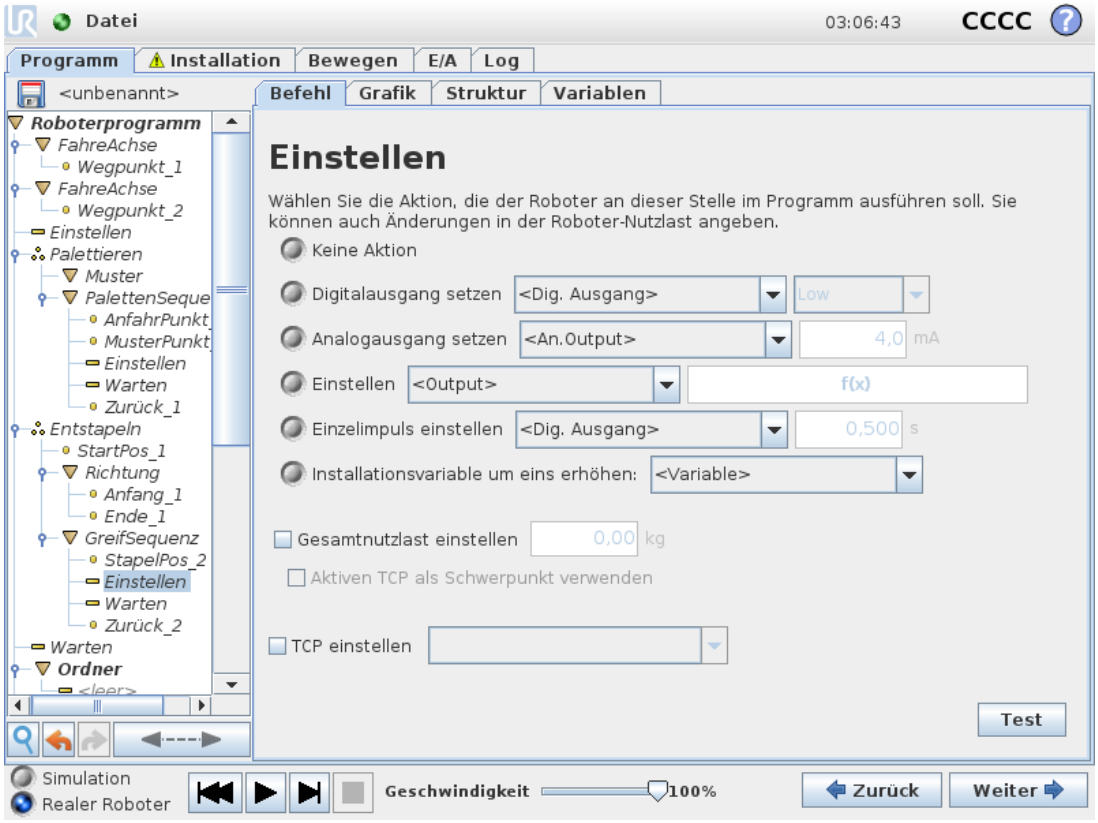
1.25.10. Befehl: Warten



Warten unterbricht das E/A-Signal oder den Ausdruck für eine bestimmte Zeit. Wird **Kein Warten** ausgewählt, erfolgt keine Maßnahme.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.11. Befehl: Einstellen



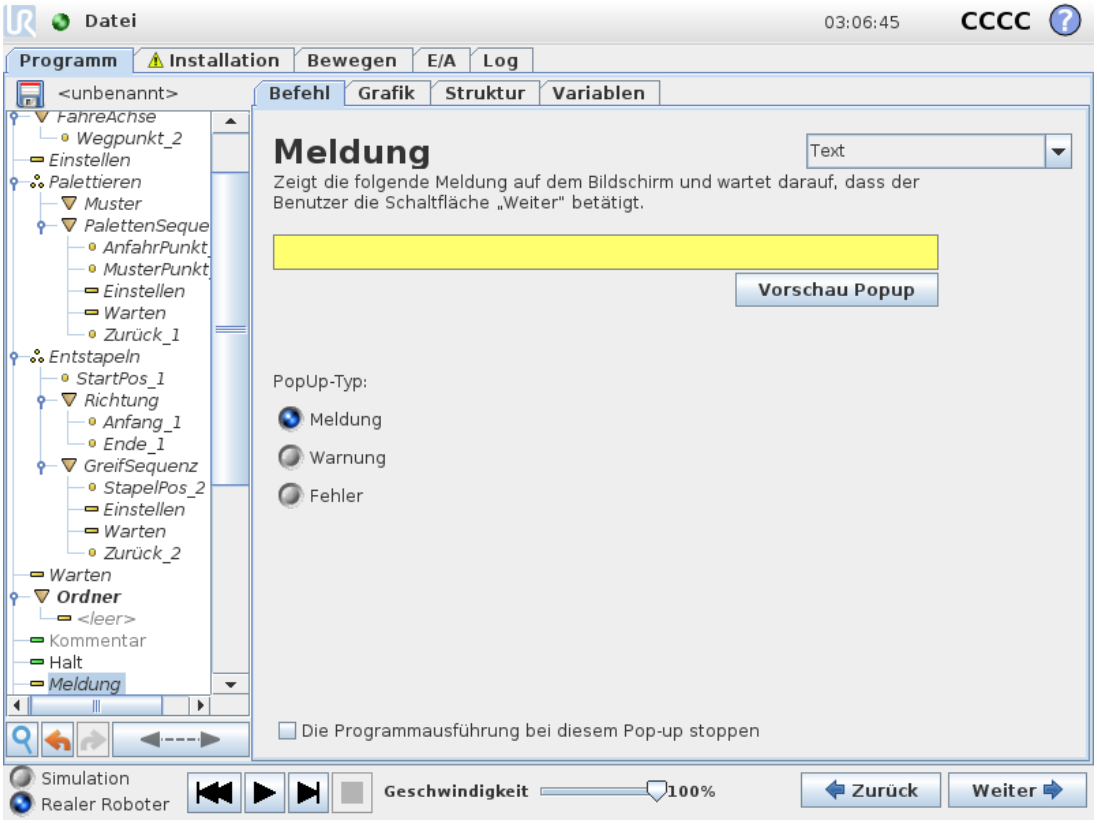
Setzt entweder digitale oder analoge Ausgänge auf einen vorgegebenen Wert. Digitale Ausgänge können auch so eingestellt werden, dass sie einen einzelnen Impuls senden.

Legen Sie die Tragfähigkeit des Roboterarms mit dem Befehl Einstellen fest. Sie können die Tragfähigkeit anpassen, um zu verhindern, dass der Roboter einen Schutzstopp auslöst, falls das Gewicht am Werkzeug vom erwarteten Gewicht abweicht. Soll der aktive TCP nicht den Schwerpunkt ausmachen, ist der Haken aus dem Kontrollkästchen zu entfernen.
Der aktive TCP kann ebenfalls mit einem **Einstellen**-Befehl geändert werden. Aktivieren Sie dazu das Kontrollkästchen und wählen Sie einen der TCP-Offsets aus dem Menü.

Ist der aktive TCP für eine bestimmte Bewegung zum Zeitpunkt der Programmierung bekannt, können Sie stattdessen die Verwendung der TCP-Auswahl auf der **Bewegen**-Karte in Betracht ziehen (siehe 1.25.4. Befehl: Bewegen auf Seite 170). Weitere Informationen zur Konfigurationen mehrerer benannter TCPs finden Sie hier 1.24.6. Installation → TCP konfigurieren auf Seite 134.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.12. Befehl: Pop-up



Ein Pop-up ist eine Meldung, die auf dem Bildschirm angezeigt wird, wenn das Programm den Pop-up-Knoten in der Programmstruktur erreicht. Tippen Sie im Befehl-Tab auf das leere Feld und verwenden Sie die Bildschirmtastatur, um Textinhalt für die Popup-Meldung einzugeben. Nachrichten werden auf maximal 255 Zeichen beschränkt.

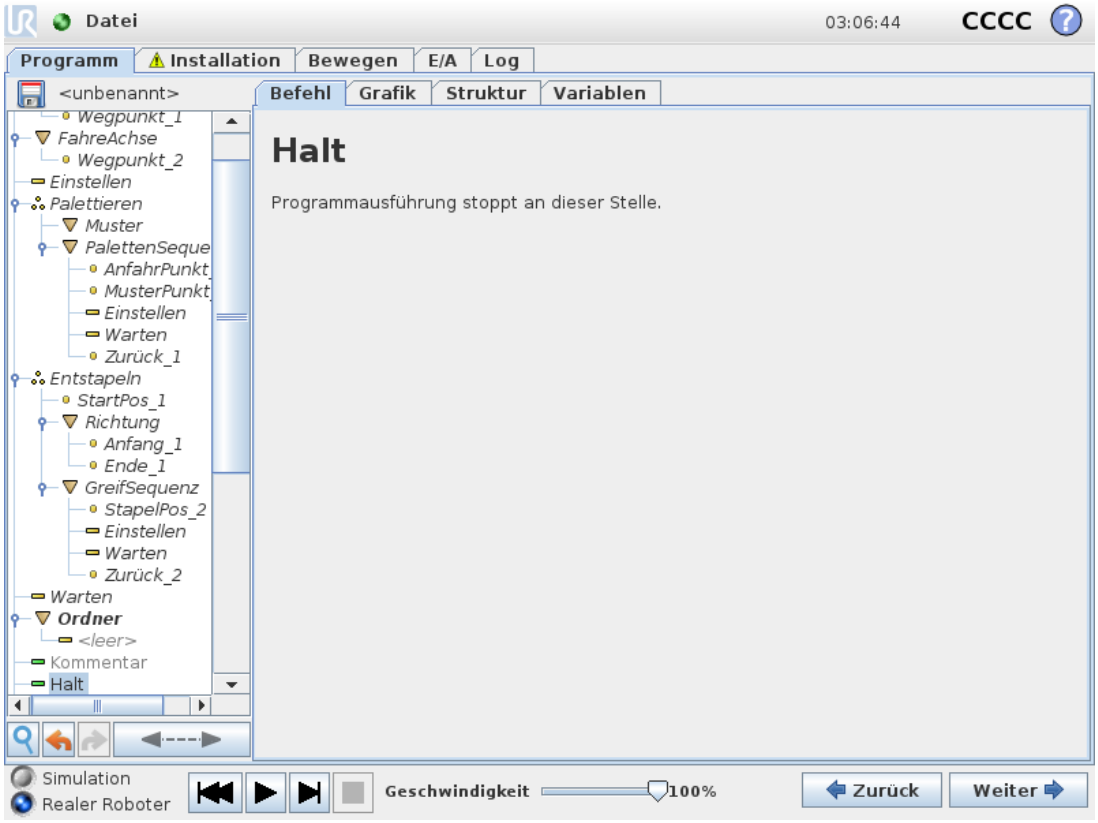
Sie können das Dropdown **Text** auswählen, wenn Sie es vorziehen, dass in Ihrer Popup-Nachricht anstelle von Text eine Variable angezeigt wird.

Sie können auch **Die Programmausführung bei diesem Pop-up stoppen** auswählen, damit das Programm stoppt, wenn das Popup angezeigt wird.

Wenn während der Programmausführung die Popup-Meldung erscheint, tippen Sie im Popup-Dialogfeld auf **OK**, um das Programm fortzusetzen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

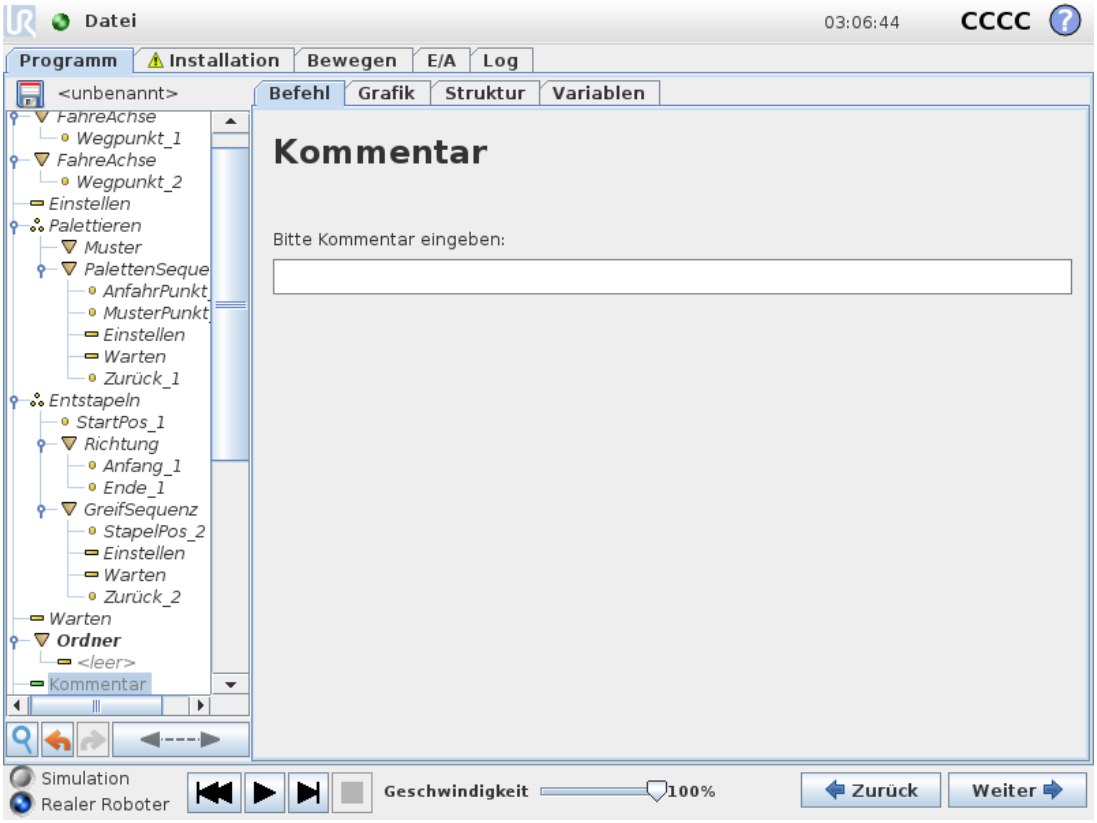
1.25.13. Befehl: Halt



Die Ausführung des Programms wird an dieser Stelle angehalten.

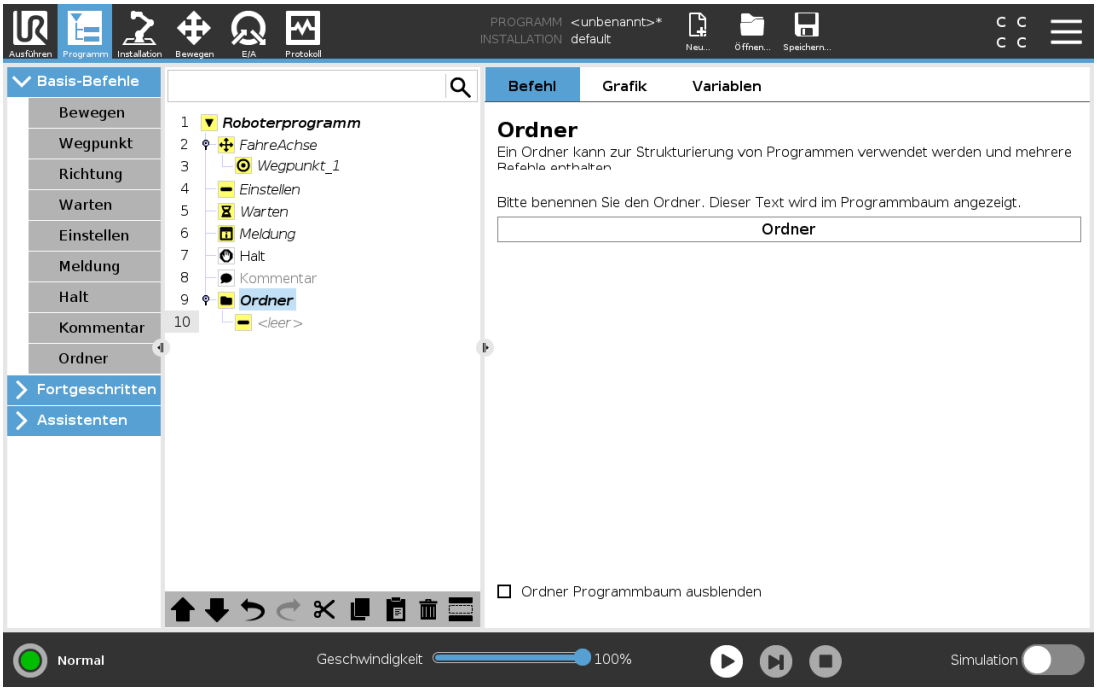
Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.14. Befehl: Kommentar



Hier erhält der Programmierer die Möglichkeit, das Programm durch eine Textzeile zu ergänzen. Diese Textzeile hat auf die Ausführung des Programms keinerlei Auswirkung.

1.25.15. Befehl: Ordner

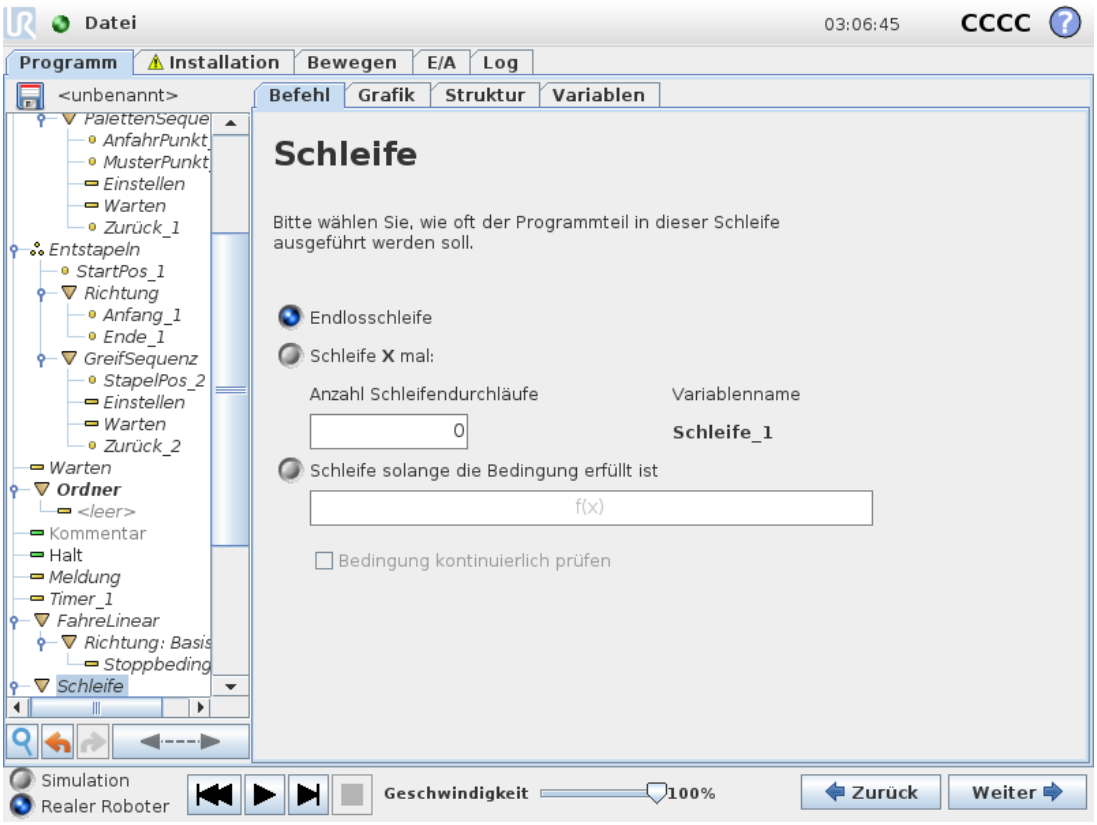


Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Ein **Ordner**wird zur Organisation und Kennzeichnung bestimmter Programmteile, zur Bereinigung der Programmstruktur und zur Vereinfachung des Lesens und Navigierens im Programm eingesetzt.

Ordner haben keine Auswirkungen auf das Programm und seine Ausführung.

1.25.16. Befehl: Schleife



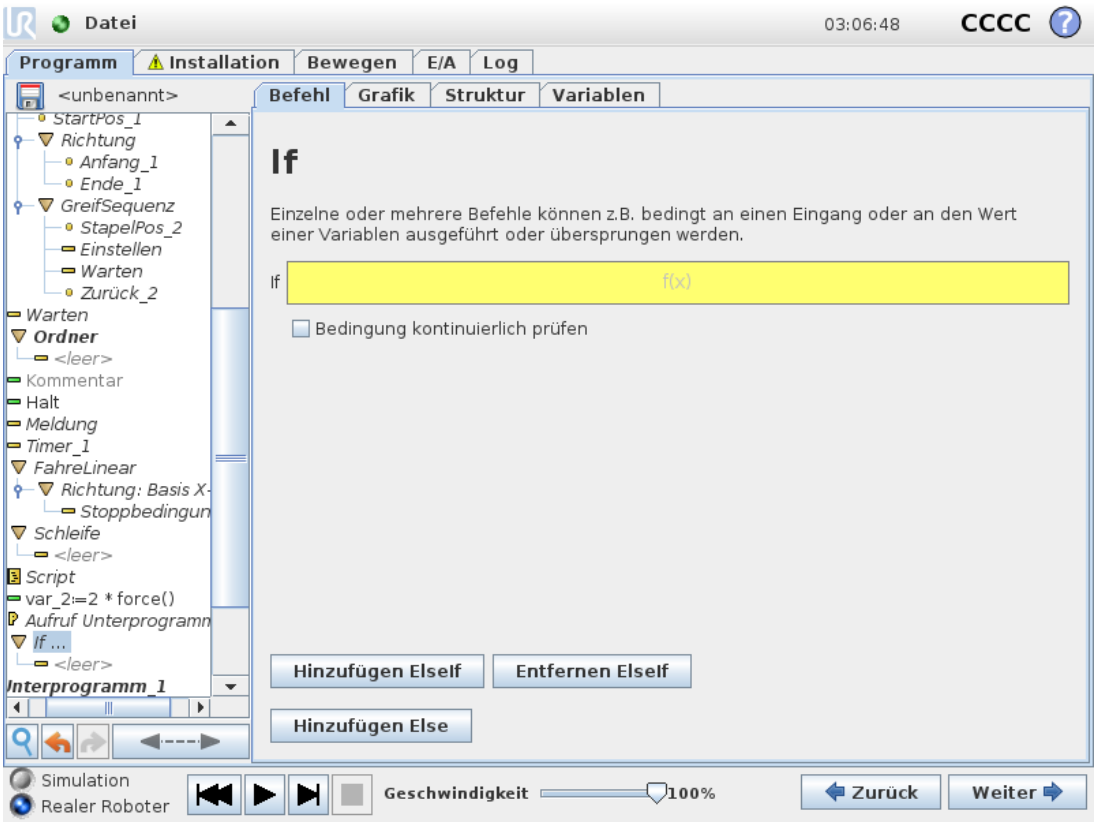
Die zugrunde liegenden Programmbefehle befinden sich in einer Schleife. In Abhängigkeit von der Auswahl werden die zugrunde liegenden Befehle entweder unbegrenzt, eine gewisse Anzahl oder solange wiederholt wie die vorgegebene Bedingung wahr ist. Bei der Wiederholung für eine bestimmte Anzahl wird eine fest zugeordnete Schleifenvariable (im vorherigen Screenshot `loop_1` genannt) erstellt, die in Ausdrücken innerhalb der Schleife eingesetzt werden kann. Die Schleifenvariable zählt von 0 bis *N* - 1.

Bei der Erstellung von Schleifen mit einem Ausdruck als Endbedingung bietet PolyScope eine Option zur kontinuierlichen Bewertung dieses Ausdrucks, sodass die Schleife jederzeit während der Ausführung (statt nach jedem Durchlauf) unterbrochen werden kann.

1.25.17. Befehl: If

If und If...Else Anweisungen ändern das Verhalten des Roboter aufgrund von Sensoreingängen oder Variablenwerten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



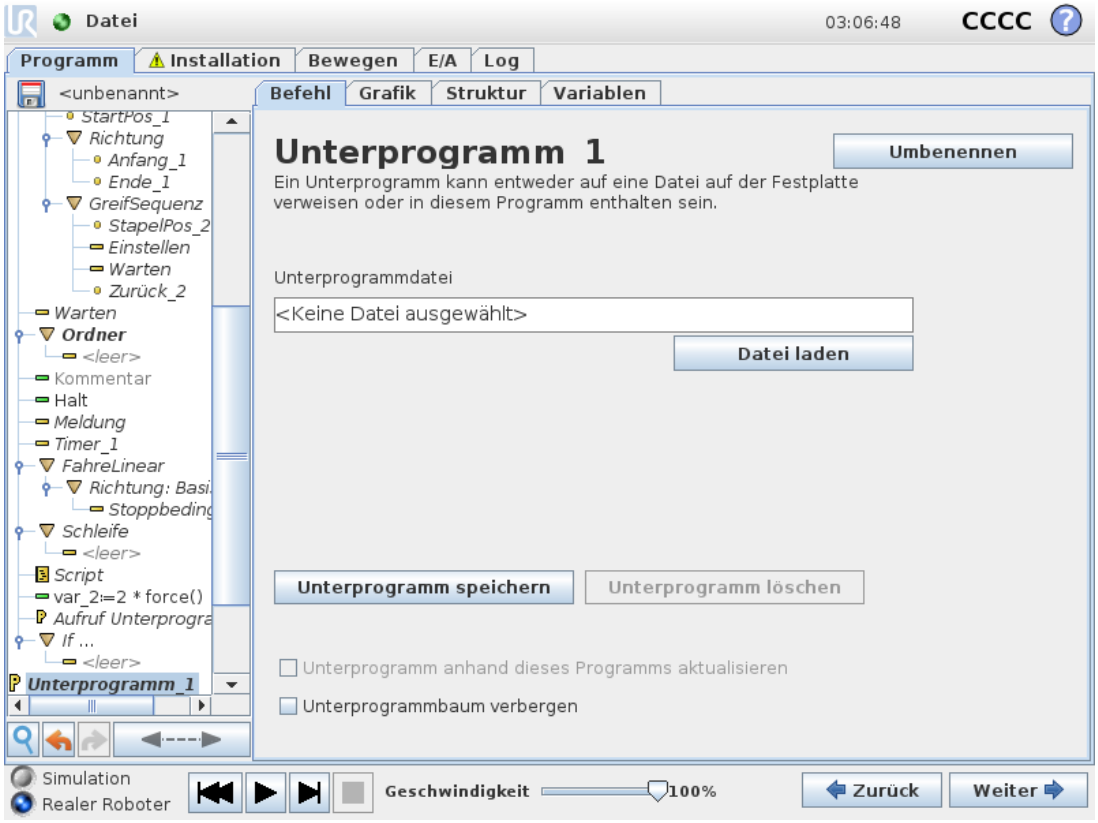
Im Ausdruck-Editor können Sie die Bedingungen auswählen, die Ausdrücke mit einer If-Anweisung bilden. Wenn eine Bedingung mit True (wahr) bewertet wird, werden die Anweisungen in diesem If-Befehl ausgeführt. Eine If-Anweisung kann nur eine Else-Anweisung enthalten. Mit Add Elself und Remove Elself können Sie Elself-Ausdrücke hinzufügen oder entfernen. Wählen Sie Ausdruck ständig prüfen, um zu ermöglichen, dass If, Elself und Loop Anweisungen ausgewertet werden, während die enthaltenen Programmzeilen ausgeführt werden. Wird ein Ausdruck innerhalb einer If-Anweisung Mit False (falsch) bewertet, werden die Anweisungen Elself oder Else befolgt.

HINWEIS

Befinden sich in einem If-Ausdruck oder einem Loop-Ausdruck Wegpunkte, dann können Sie mit der Option Ausdruck ständig prüfen einen stopj() oder einen stopl() nach dem Ausdruck einfügen, um den Roboterarm sanft zu verzögern. Dies gilt sowohl für If- als auch für Loop-Befehle (siehe Abschnitt 1.25.16. Befehl: Schleife auf der vorherigen Seite).

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

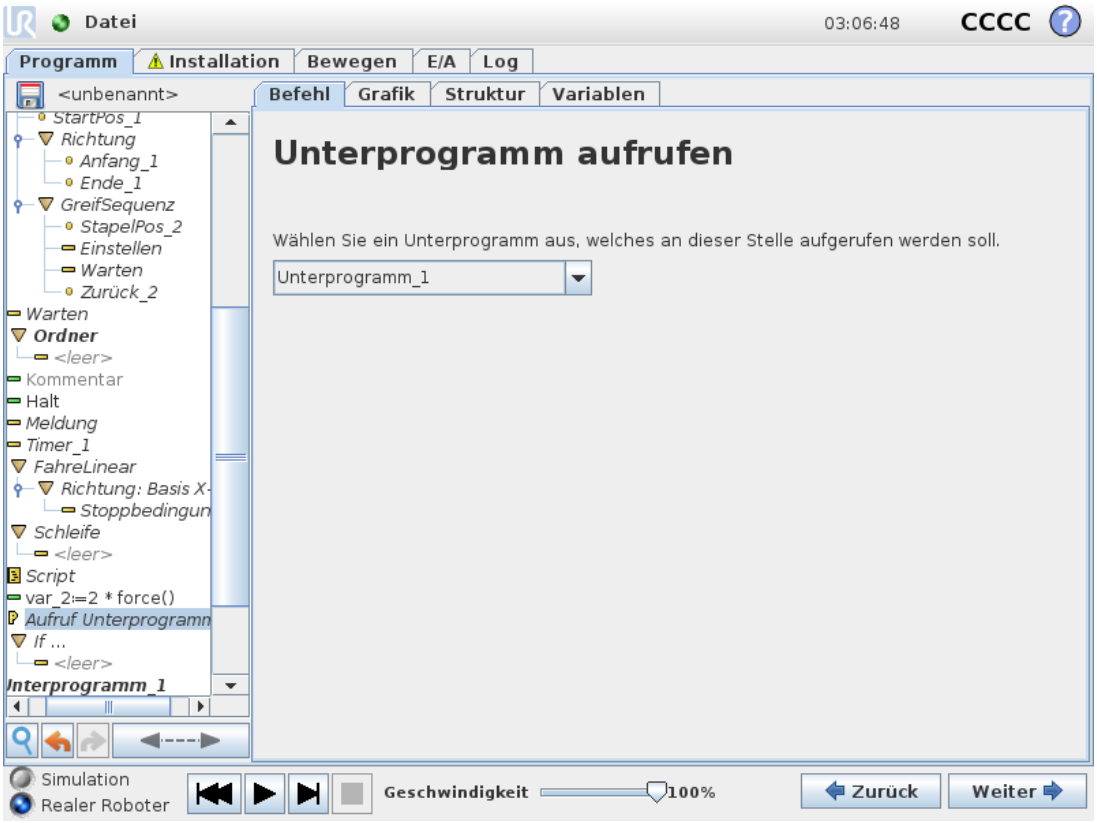
1.25.18. Command: Unterprogramm



Ein Unterprogramm kann Programmteile enthalten, die an mehreren Stellen erforderlich sind. Ein Unterprogramm kann eine separate Datei auf der Diskette oder auch versteckt sein, um sie gegen ungewollte Änderungen am Unterprogramm zu schützen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Befehl: Unterprogramm aufrufen



Wenn Sie ein Unterprogramm aufrufen, werden die Programmzeilen im Unterprogramm ausgeführt, bevor zur nächsten Zeile übergegangen wird.

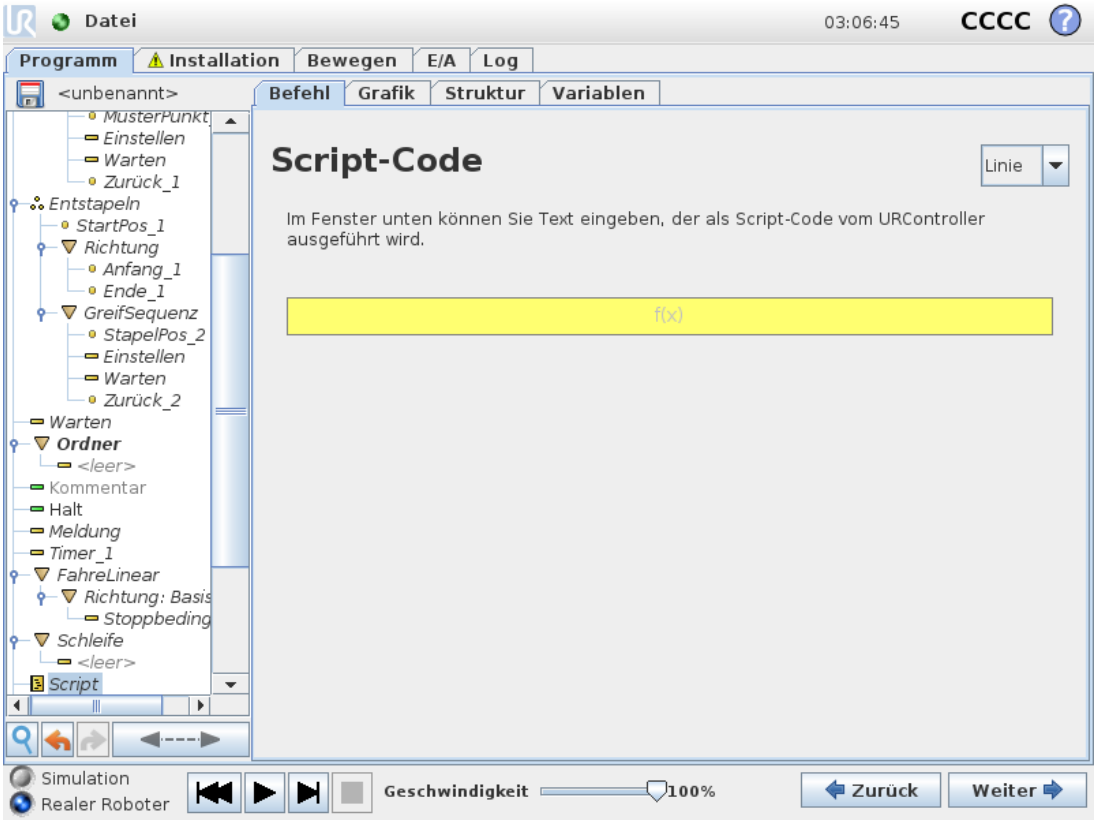
Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.19. Befehl: Zuweisung

Weist den Variablen Werte zu. Der berechnete Wert auf der rechten Seite wird der Variablen auf der linken Seite zugeordnet. Dies kann sich bei komplexen Programmen als nützlich erweisen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.20. Befehl: Script



Die folgenden Optionen sind in der Dropdownliste unter Befehl verfügbar:

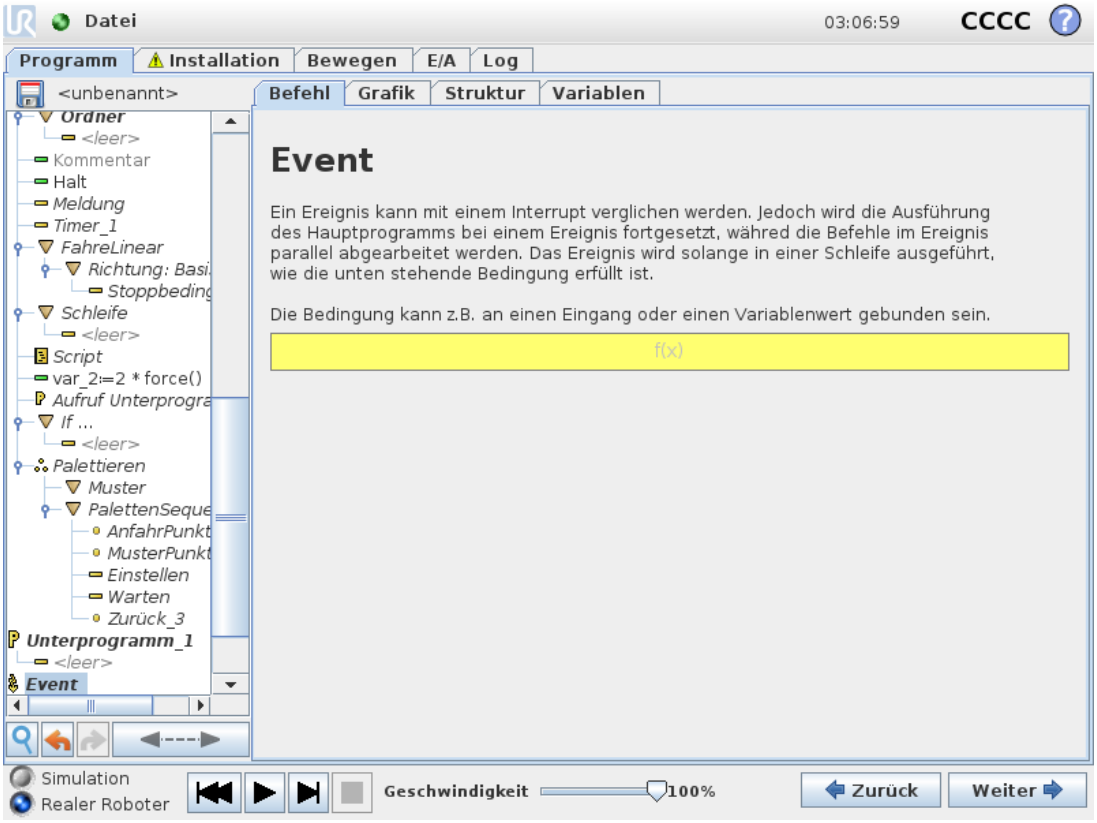
- **Zeile** ermöglicht Ihnen das Schreiben einer einzelnen Zeile von URscript-Code mithilfe des Ausdruck-Editors (1.23.1. Ausdrucksеditor auf dem Bildschirm auf Seite 123)
- **Datei** ermöglicht Ihnen das Schreiben, Bearbeiten bzw. Laden von URscript-Dateien.

Sie können Anweisungen zum Schreiben von URscript im Script-Handbuch auf der Support-Website (http://www.universal-robots.com/support) finden.

Funktionen und Variablen in einer URscript-Datei sind für den Einsatz im Programm in PolyScope verfügbar.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

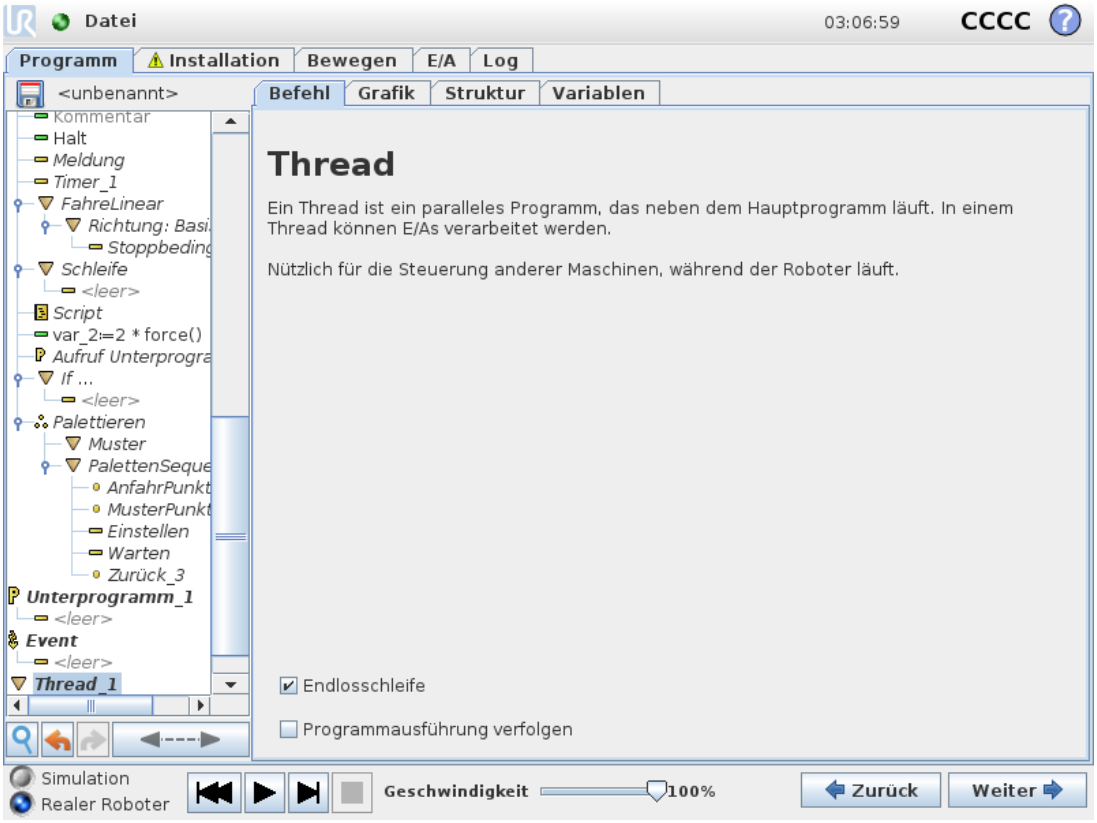
1.25.21. Befehl: Event



Ein Ereignis kann zur Überwachung eines Eingangssignals eingesetzt werden und eine Maßnahme durchführen oder eine Variable einstellen, wenn dieses Eingangssignal auf HIGH wechselt Wechselt beispielsweise ein Ausgangssignal auf HIGH, kann das Ereignisprogramm 200 ms warten, bevor es das Signal anschließend wieder auf LOW zurücksetzt. Dadurch kann der Hauptprogrammcode erheblich vereinfacht werden, falls eine externe Maschine durch eine ansteigende Flanke anstelle eines HIGH-Levels ausgelöst wird. Ein Event wird einmal pro Kontrollzyklus (8 ms) überprüft.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

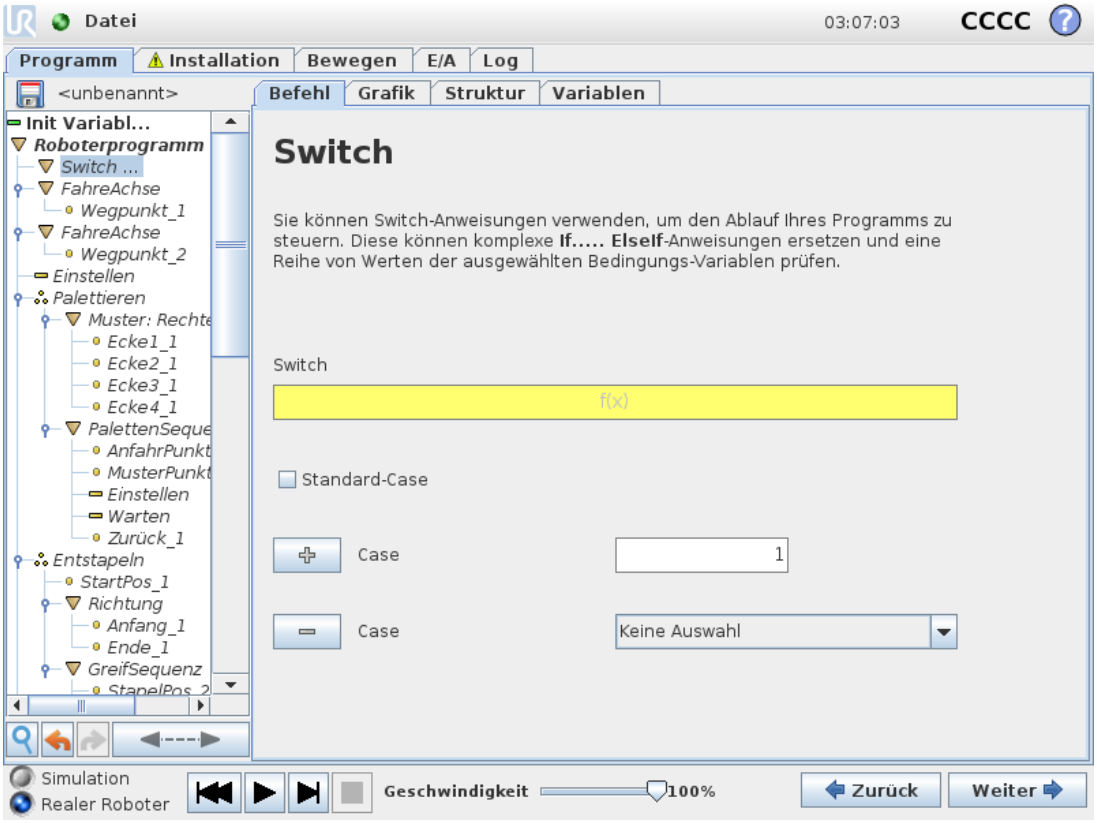
1.25.22. Befehl: Thread



Ein Thread ist ein paralleler Prozess zum Roboterprogramm. Ein Thread kann zur Steuerung einer externen Maschine, unabhängig vom Roboterarm, eingesetzt werden. Ein Thread kann mithilfe von Variablen und Ausgangssignalen mit dem Roboterprogramm kommunizieren.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.23. Command: Switch

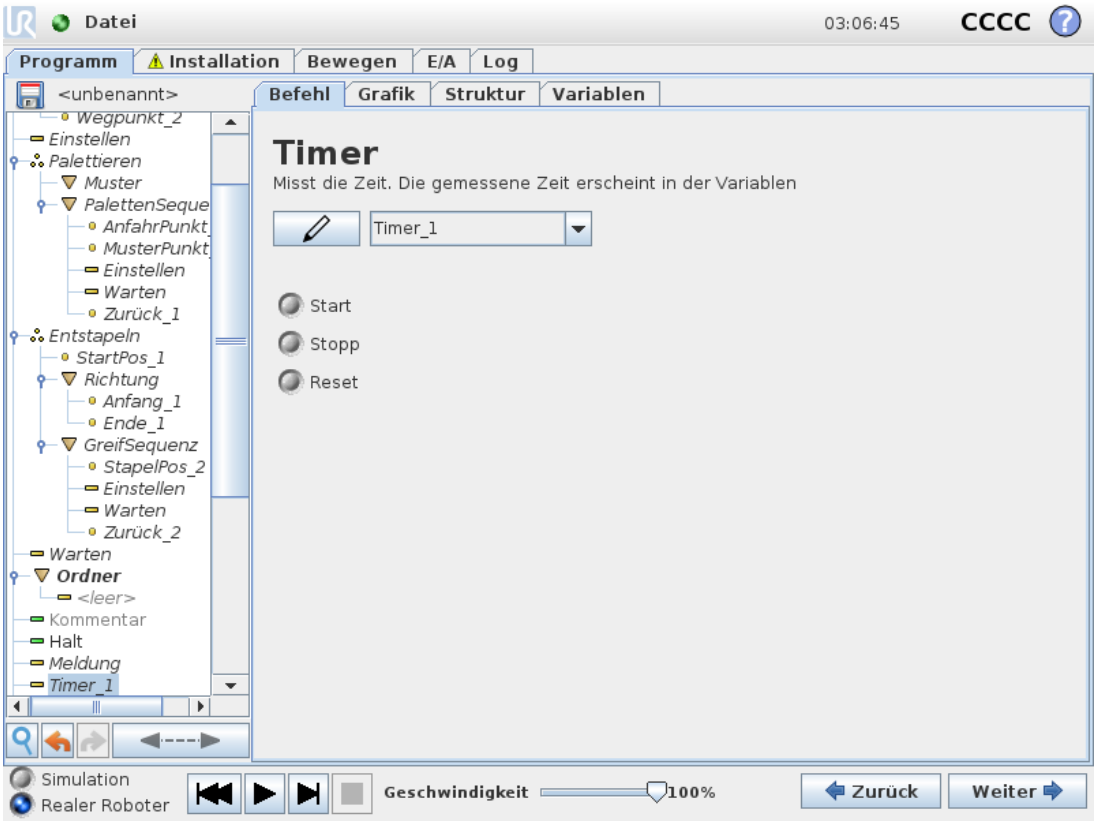


Eine **Switch Case**-Konstruktion bewirkt eine Änderung des Roboterverhaltens basierend auf Sensoreingänge oder Variablenwerte. Verwenden Sie den **Ausdruckseditor**, um die Bedingung zu beschreiben, in welcher der Roboter mit den Unterbefehlen dieses Switch fortfahren soll. Wenn die Bedingung einen dieser Fälle erfüllt, werden die Zeilen in dem jeweiligen Case ausgeführt. Wurde ein „Default Case“ festgelegt, werden die Linien nur dann ausgeführt, wenn keine anderen passenden Fälle wurden gefunden.

Jeder Switch kann mehrere Cases sowie einen Default Case haben. In einem Switch kann immer nur eine Instanz pro Case-Wert definiert sein. Cases können mithilfe der Schaltflächen auf dem Bildschirm hinzugefügt werden. Ein Case-Befehl kann für diesen Switch vom Bildschirm entfernt werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

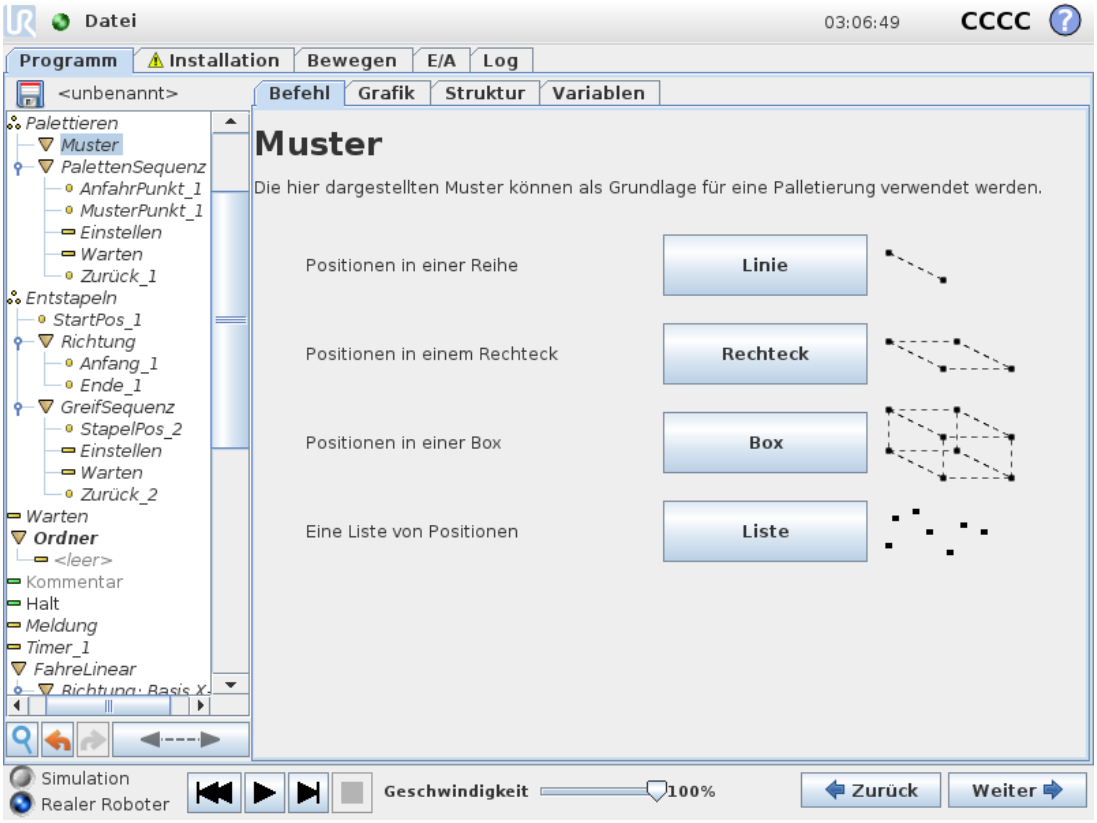
Timer



Ein Timer misst die benötigte Zeitdauer, die bestimmte Teile des Programms für die Ausführung benötigen. Eine Programmvariable enthält die Zeit, die seit dem Start eines Timers verstrichen ist, und ist auf der Registerkarte „Variablen“ und der Registerkarte „Befehl“ zu sehen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.24. Befehl: Muster



Der Befehl **Muster** kann eingesetzt werden, um die Positionen im Roboterprogramm zu durchlaufen. Der Befehl **Muster** entspricht bei jeder Ausführung einer Position.

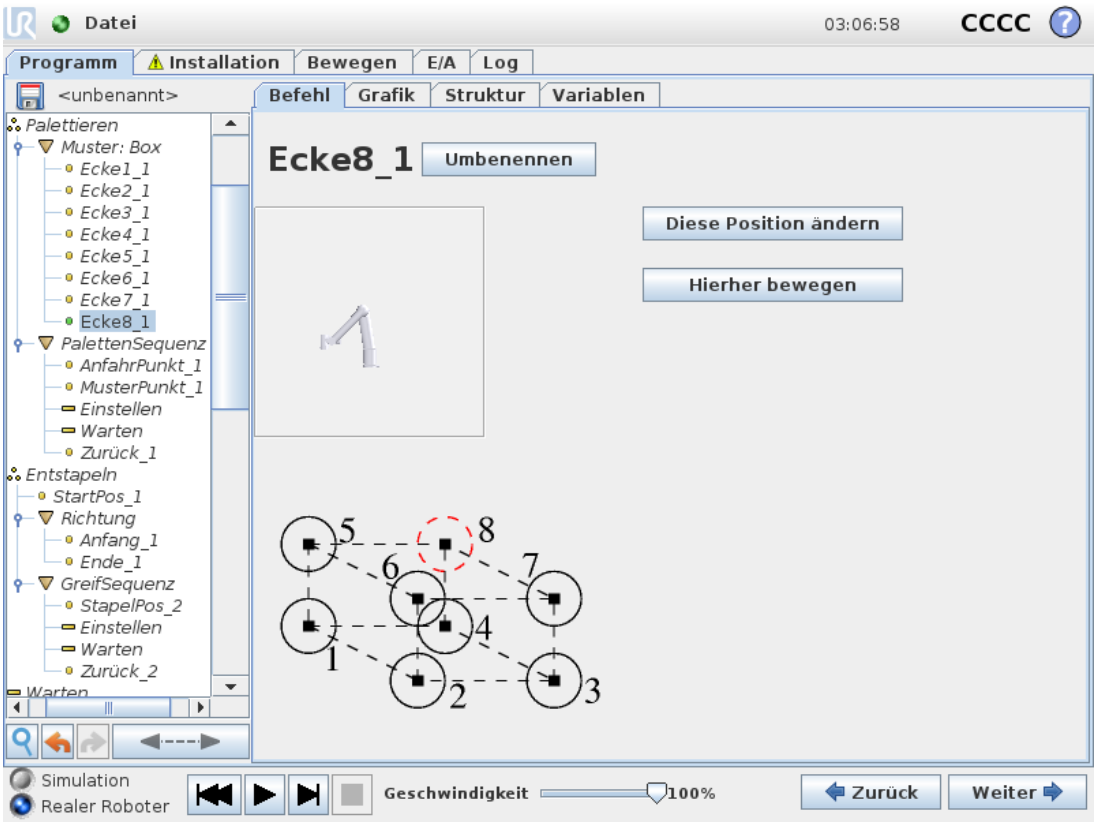
Ein Muster kann aus Punkten in einer Linie, in einem Quadrat, in einer Box oder nur aus einer Liste aus Punkten bestehen. Die ersten drei, nämlich **Linie**, **Quadrat** oder **Box** können für Positionen in einem regelmäßigen Muster verwendet werden. Die regelmäßigen Muster werden von einer Anzahl an charakteristischen Punkten definiert, wobei die Punkte die Kanten/Ecken des Musters definieren. Für **Linie** sind dies die beiden Endpunkte, für **Quadrat** sind es drei der vier Eckpunkte, während es für **Box** vier der acht Eckpunkte sind. Der Programmierer gibt die Anzahl der Positionen entlang jeder der Ecken im Muster ein. Die Robotersteuerung errechnet dann die einzelnen Musterpositionen, indem die Kantenvektoren proportional addiert werden.

Fallen die durchlaufenen Positionen nicht in ein regelmäßiges Muster, können Sie die Option **Liste** wählen und sich der von den Programmierern bereitgestellten Positionen bedienen. Auf diese Weise kann jede Art von Positionierung realisiert werden.

Muster definieren

Bei Wahl des **Box**-Musters wechselt der Bildschirm zu dem unten gezeigten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Ein **Box**-Muster verwendet drei Vektoren, um die Seiten der Box zu definieren. Diese drei Vektoren sind als vier Punkte gegeben, wobei der erste Vektor von Punkt ein bis Punkt zwei, der zweite von Punkt zwei bis Punkt drei und der dritte von Punkt drei bis Punkt vier geht. Jeder Vektor wird durch die Anzahl der Punkte in dem angegebenen Intervall dividiert. Jede Position im Muster wird durch das proportionale Addieren der Intervektoren berechnet.

Das **Linien-** und **Quadrat**-Muster funktioniert ähnlich.

Eine Zähler-Variable wird beim Durchgehen der Positionen im Muster verwendet. Der Name der Variablen wird auf dem Befehlsbildschirm für **Muster** angezeigt. Die Variable durchläuft die Zahlen von 0 bis $X * Y * Z - 1$, die Anzahl der Punkte in den Mustern. Diese Variable kann mit Zuweisungen manipuliert und in Ausdrücken verwendet werden.

1.25.25. Befehl: Kraft

HINWEIS

Die gleichzeitige Verwendung dieser Funktion mit der Fließbandverfolgung kann zu einem Programmkonflikt führen.

- Verwenden Sie diese Funktion nicht zusammen mit der Fließbandverfolgung.

Der **Kraftmodus** eignet sich für Anwendungen, bei denen die eigentliche TCP-Position entlang einer vorgegebenen Achse keine ausschlaggebende Bedeutung hat, sondern eher eine bestimmte Kraft entlang dieser Achse benötigt wird. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn der Roboter-TCP auf eine gekrümmte Oberfläche trifft oder beim Schieben oder Ziehen eines Werkstücks.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

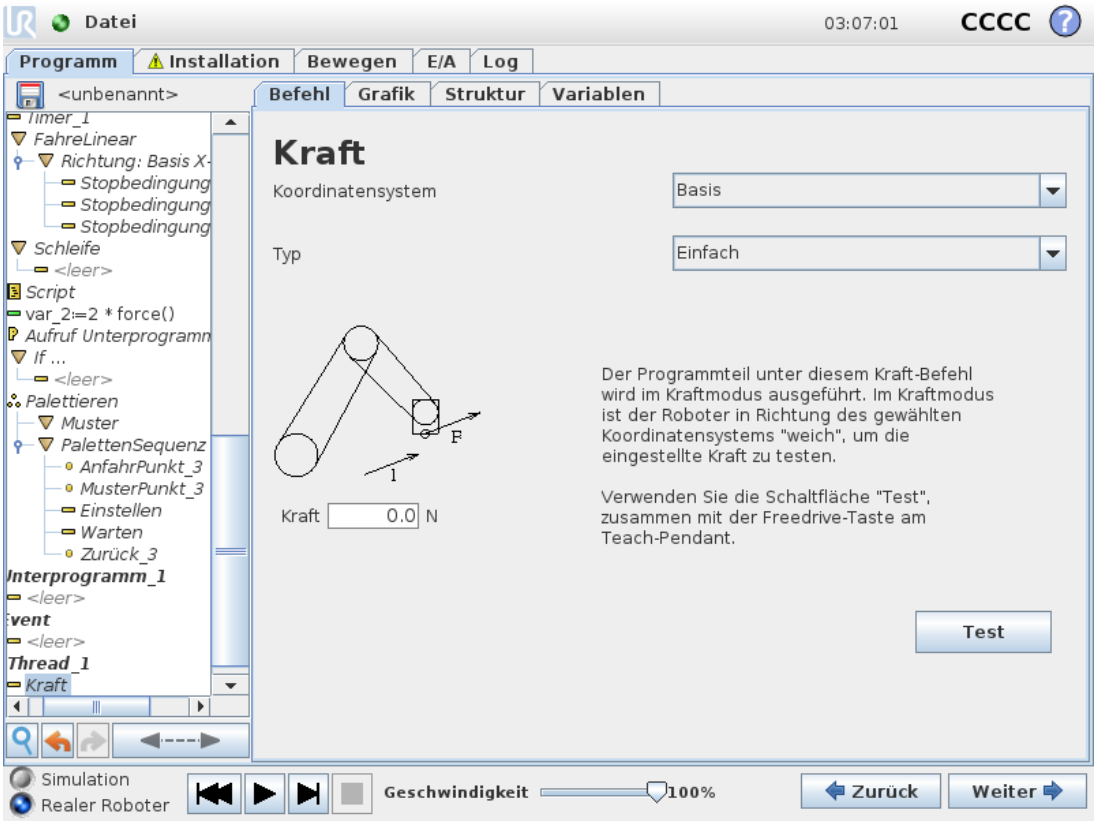
Der **Kraftmodus** lässt sich auch auf bestimmte Drehmomente um vorgegebene Achsen anwenden. Trifft der Roboterarm auf einer Achse mit Krafteinstellung ungleich Null auf keinerlei Hindernis, so tendiert er entlang/an dieser Achse zur Beschleunigung. Auch wenn eine Achse als konform ausgewählt wurde, versucht das Roboterprogramm den Roboter entlang dieser Achse zu bewegen. Mithilfe der Kraftregelung ist jedoch sichergestellt, dass der Roboterarm die vorgegebene Kraft dennoch erreicht.

HINWEIS

Wenn sich ein Kraftmodus innerhalb von If, Elself oder Loop befindet und die Option „Bedingung kontinuierlich prüfen“ ausgewählt ist, können Sie am Ende des Ausdrucks ein endforcemode()-Script hinzufügen, um die Kraftregelung zu beenden.

WARNUNG

1. Vermeiden Sie zu starke Verlangsamung kurz vor Eintritt in den Kraftmodus.
2. Vermeiden Sie zu starke Beschleunigung im Kraftmodus, da dies zu Genauigkeitsverlusten bei der Kraftregelung führt.
3. Vermeiden Sie parallele Bewegungen zu konformen Achsen vor Eintritt in den Kraftmodus.



Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Auswahl von Funktionen

Im **Funktionsmenü** wird das vom Roboter während des Betriebs im Kraftmodus zu verwendende Koordinatensystem (Achsen) ausgewählt. Die im Menü enthaltenen Funktionen sind diejenigen, die bei der Installation festgelegt wurden (siehe 1.24.12. Installation → Koordinatensysteme auf Seite 148).

Kraftmodustyp

Die unten aufgeführten Kraftmodustypen bestimmen, wir die ausgewählte Funktion zu interpretieren ist.

- **Einfach** : In diesem Kraftmodus ist nur eine Achse konform. Die Kraftanwendung entlang dieser Achse ist anpassbar. Die gewünschte Kraft wird immer entlang der z-Achse des Bezugs-Koordinatensystems angewendet. Bei Linienfunktionen geschieht dies entlang der y-Achse.
- **Rahmen** : Der Rahmen-Modus ermöglicht eine fortgeschrittenere Anwendung. Die Positionsanpassung und die Kräfte in allen sechs Freiheitsgraden können hier unabhängig voneinander eingestellt werden.
- **Punkt** : Bei Auswahl des Punkt-Modus verläuft die y-Achse des Task-Rahmens vom Roboter-TCP zum Ursprung des Bezugs-Koordinatensystems. Der Abstand zwischen dem Roboter-TCP und dem Ursprung des Bezugs-Koordinatensystems muss mindestens 10 mm betragen. Der Task-Rahmen ändert sich während der Ausführung mit der Position des Roboter-TCPs. Die x- und z-Achse des Task-Rahmens sind von der ursprünglichen Ausrichtung des Bezugs-Koordinatensystems abhängig.
- **Bewegung** : Bewegung bedeutet, dass sich der Task-Rahmen mit der Richtung der TCP-Bewegung verändert. Die x-Achse des Task-Rahmens ist eine Projektion der TCP-Bewegungsrichtung auf der Ebene zwischen x- und y-Achse des Bezugs-Koordinatensystems. Die y-Achse ist orthogonal zur Bewegung des Roboterarms ausgerichtet und liegt in der x-y-Ebene des Bezugs-Koordinatensystems. Dies kann beim Entgraten entlang eines komplexen Pfades hilfreich sein, bei dem eine zur TCP-Bewegung senkrechte Kraft benötigt wird.

  Wird in den Kraftmodus übergegangen, wenn der Roboterarm stillsteht, so gibt es keine konformen Achsen bis die TCP-Geschwindigkeit über Null liegt. Wenn der Roboterarm später (immer noch im Kraftmodus) wieder stillsteht, hat der Task-Rahmen die gleiche Ausrichtung wie zu dem Zeitpunkt, als die TCP-Geschwindigkeit das letzte Mal über Null lag.

Für die letzten drei Kraftmodustypen wird der tatsächliche Task-Rahmen während der Ausführung im Tab (siehe 1.25.33. Grafik-Tab auf Seite 209) angezeigt, wenn der Roboter im Kraftmodus betrieben wird.

1.25.26. Auswahl des Kraftwertes

- Der Kraft- oder Drehmomentwert kann für konforme Achsen eingestellt werden, so dass der Roboterarm seine Position anpasst, um die ausgewählte Kraft zu erreichen.
- Bei nichtkonformen Achsen folgt der Roboterarm der Bahn, die mit dem Programm festgelegt

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

wurde.

Für Übersetzungsparameter wird die Kraft in Newton [N] angegeben, für Rotationsparameter wird das Drehmoment in Newtonmeter [Nm] angegeben.

HINWEIS

Folgende Schritte sind erforderlich:

- Verwenden Sie die Scriptfunktion `get_tcp_force()` in einem separaten Thread, um Ist-Kraft und -Drehmoment auszulesen.
- Korrigieren Sie den Vektor für den Schlüssel, falls die tatsächliche Kraft und/oder Drehmoment niedriger sein sollte als benötigt.

1.25.27. Grenzwertauswahl

Für alle Achsen können Grenzwerte eingegeben werden, die allerdings, je nach Konformität der Achse, verschiedene Bedeutung haben.

- **Konform**: Der Grenzwert gibt die maximal zulässige Geschwindigkeit des TCP entlang/an der Achse an. Die Einheiten sind [mm/s] und [°/s].
- **Nicht konform**: Der Grenzwert gibt die maximal zulässige Abweichung von der vom Programm vorgegebenen Bahn an, über welcher ein Sicherheitsstopp des Roboters ausgelöst wird. Die Einheiten sind [mm] und [°].

1.25.28. Testeinstellungen für Kraft

Über den als **Test** gekennzeichneten Ein-/Aus-Schalter wird die **Freedrive**-Taste hinten am Teach Pendant vom normalen Freedrive-Modus auf das Testen der Kraft umgeschaltet.

Wird bei eingeschalteter **Test-Schaltfläche** die **Freedrive**-Taste hinten am Teach Pendant gedrückt, führt der Roboter den Kraftbefehl ohne Durchlauf des Programms direkt aus, sodass die Einstellungen vor der eigentlichen Ausführung des Programms geprüft werden können. Diese Funktion ist besonders nützlich, um sicherzustellen, dass konforme Achsen und Kräfte korrekt ausgewählt und eingestellt wurden. Halten Sie den Roboter-TCP einfach mit einer Hand, drücken Sie mit der anderen Hand die **Freedrive-Taste** und beobachten Sie, in welche Richtungen der Roboterarm bewegt oder nicht bewegt werden kann.

Nach Verlassen dieses Bildschirms wird die Test-Schaltfläche automatisch abgeschaltet, so dass **die Freedrive**-Taste hinten am Teach Pendant wieder für den regulären **Freedrive**-Modus genutzt werden kann.

Die **Freedrive**-Schaltfläche ist nur wirksam, wenn eine gültige Funktion für den Kraft-Befehl ausgewählt wurde.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.29. Befehl: Palettierung

Ein Palettierbetrieb kann eine Reihe von Bewegungen an bestimmten Stellen beinhalten, die als Muster vorgegeben sind (siehe 1.25.24. Befehl: Muster auf Seite 199). An jeder Stelle im Muster wird die Abfolge von Bewegungen in Relation zur Position im Muster durchgeführt.

Programmierung eines Palettierbetriebs

1. Festlegung eines Musters.
2. Führen Sie eine **PalettenSequenz**für die Aufnahme/das Ablegen an jeder einzelnen Stelle durch. Die Abfolge beschreibt, was an jeder Position im Muster durchzuführen ist.
3. Verwenden Sie das Auswahlwerkzeug im Sequenz-Bildschirm um festzulegen, welcher der Wegpunkte in der Sequenz welcher Position im Muster entsprechen soll.

Palettenabfolge/Verankerbare Abfolge

In einer **Palettensequenz** sind die Bewegungen des Roboterarms auf die Position der Palette bezogen. Das Verhalten einer Sequenz ist so, dass sich der Roboterarm an der durch das Muster vorgegebenen **Referenz-Position bzw. am Musterpunkt** befinden wird. Damit diese übereinstimmen, werden alle verbleibenden Positionen verschoben. Verwenden Sie bitte NICHT den Befehl **Bewegen** innerhalb einer Sequenz, da dieser nicht relativ zur Referenz-Position erfolgen wird.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

“VorStart”

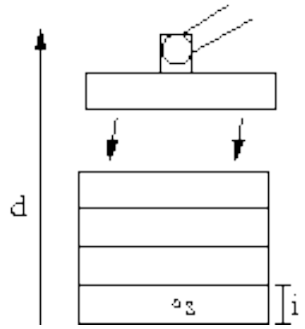
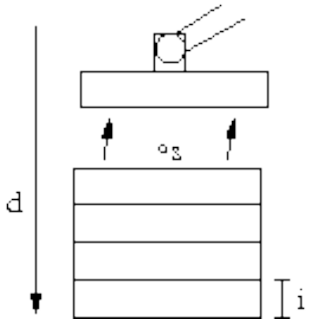
Die optionale **VorStart**-Sequenz wird kurz vor Beginn des Vorgangs ausgeführt. Dies kann genutzt werden, um auf Freigabesignale zu warten.

“NachEnde”

Die optionale **NachEnde**-Sequenz wird kurz vor Beginn des Vorgangs ausgeführt. Diese kann dafür eingesetzt werden, um zu signalisieren, dass die Bewegung des Fließbandes in Vorbereitung auf die nächste Palette beginnen kann.

1.25.30. Befehl: Suchen

Die Suchfunktion verwendet einen Sensor, um zu bestimmen, wann die korrekte Position erreicht ist, um ein Element zu fassen oder loszulassen. Der Sensor kann ein Drucktastenschalter, ein Drucksensor oder ein kapazitiver Sensor sein. Diese Funktion ist für Arbeiten an Stapeln aus Artikeln mit unterschiedlicher Stärke konzipiert, oder wenn die genauen Positionen der Artikel nicht bekannt oder schwierig zu programmieren sind.

Stapeln	Entstapeln
	

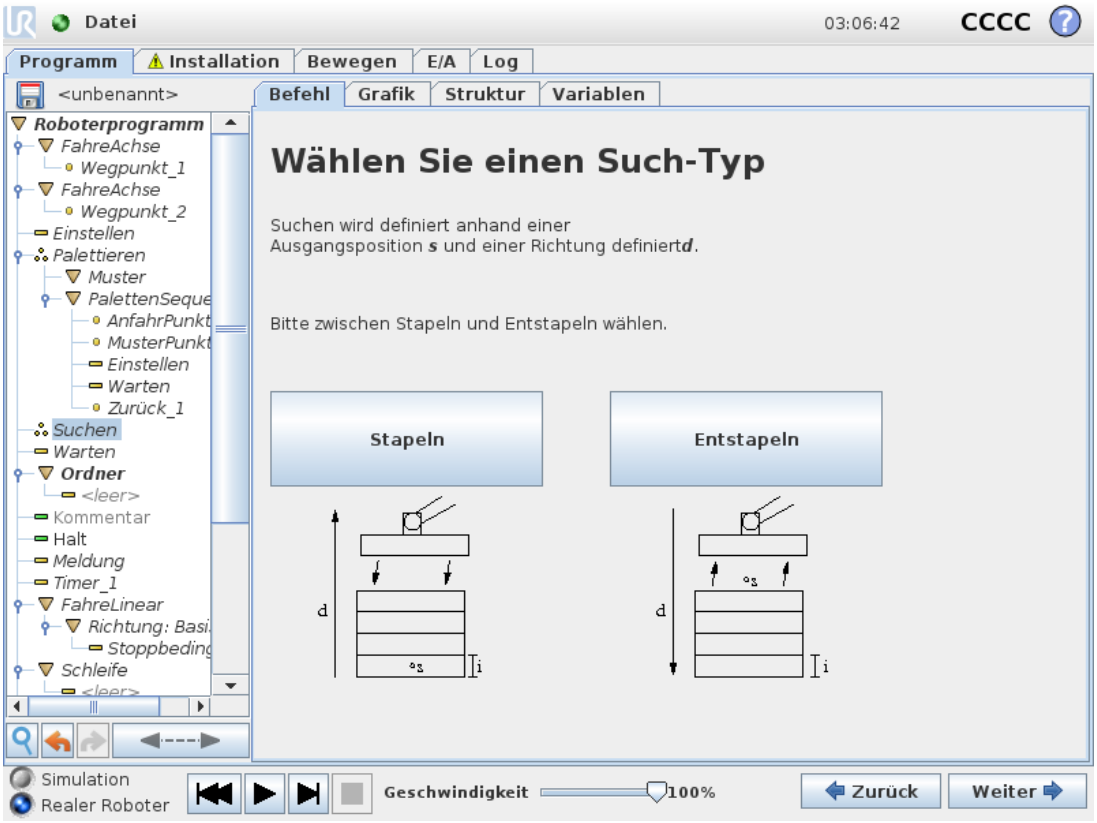
Bei der Programmierung eines Stapelvorgangs ist der Ausgangspunkt:

- *s* - der Ausgangspunkt.
- *d* - die Stapelrichtung.
- *i* - die Stärke der Artikel auf dem Stapel.

Dazu ist die Voraussetzung für die nächste Stapelposition sowie eine spezielle Programmabfolge, die an jeder Stapelposition ausgeführt wird, zu definieren. Auch Geschwindigkeit und Beschleunigungen müssen für die Bewegung im Stapel bestimmt werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

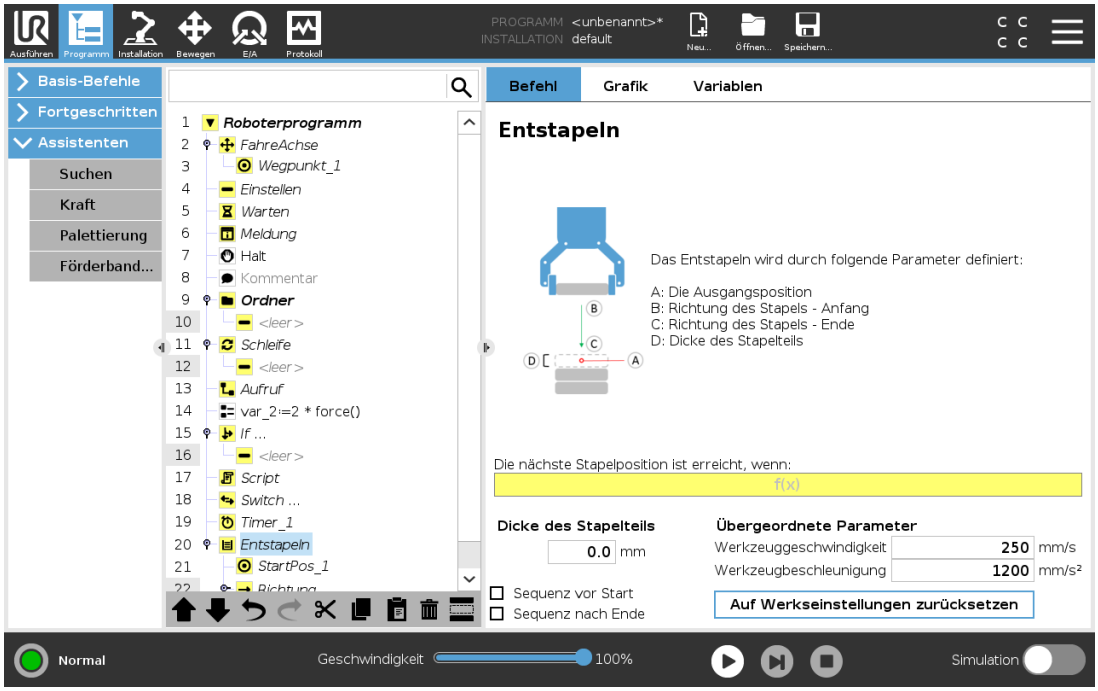
Stapeln



Beim Stapeln bewegt sich der Roboterarm in die Ausgangsposition und dann in die *Gegenrichtung*, um die nächste Stapelposition zu suchen. Wenn gefunden, merkt sich der Roboter die Position und führt die spezielle Abfolge aus. Das nächste Mal startet der Roboter die Suche aus dieser Position, erweitert um die Stärke des Elements in der Stapelrichtung. Das Stapeln ist beendet, wenn die Stapelhöhe eine bestimmte Anzahl erreicht hat oder der Sensor ein Signal gibt.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Entstapeln



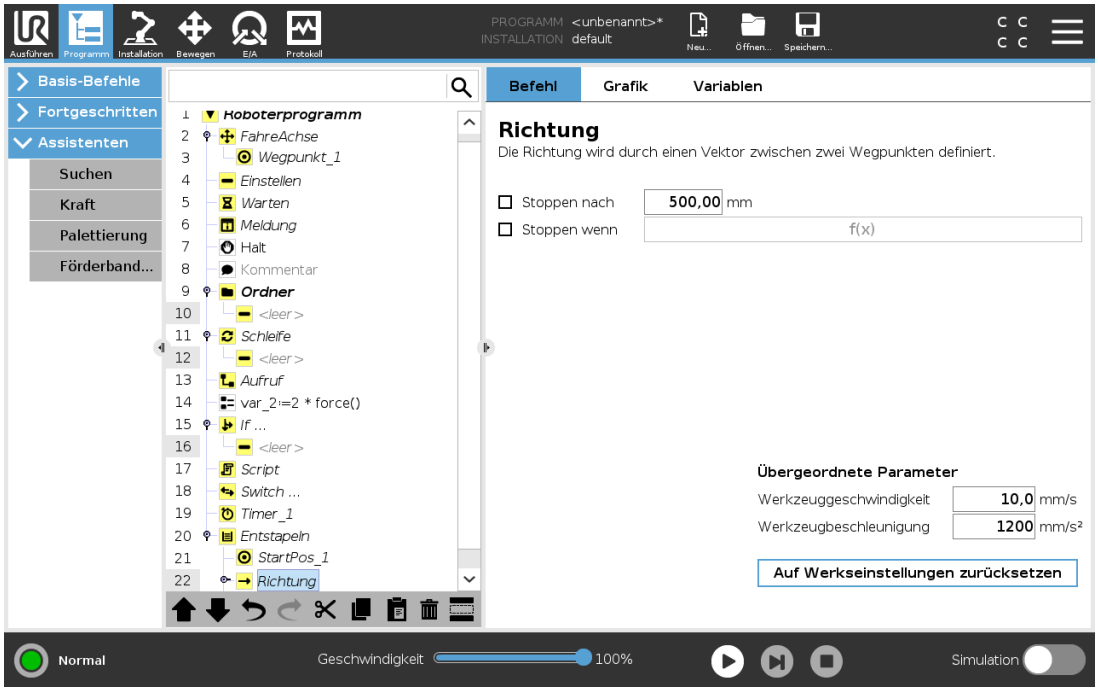
Beim Abstapeln bewegt sich der Roboterarm von der Ausgangsposition in die angegebene Richtung, um nach dem nächsten Element zu suchen. Die Voraussetzung auf dem Bildschirm bestimmt, wann das nächste Element erreicht wird. Wenn die Voraussetzung erfüllt wird, merkt sich der Roboter die Position und führt die spezielle Abfolge aus. Das nächste Mal startet der Roboter die Suche aus dieser Position, erweitert um die Stärke des Elements in der Stapelrichtung.

Ausgangsposition

Das Stapeln beginnt mit der Ausgangsposition. Wird die Ausgangsposition weggelassen, fängt das Stapeln an der aktuellen Position des Roboterarms an.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Richtung



Die Richtung wird durch zwei Punkte angezeigt und wird als Differenz der TCP-Punkt 1 und 2 ermittelt. Hinweis: Eine Richtung berücksichtigt nicht die Ausrichtung der Punkte.

Ausdruck der nächsten Stapel-Position

Der Roboterarm bewegt sich entlang des Richtungsvektors, während er fortlaufend bewertet, ob die nächste Stapel-Position erreicht worden ist. Wenn der Ausdruck als True (wahr) bewertet wird, wird die spezielle Sequenz ausgeführt.

“VorStart”

Die optionale VorStart-Sequenz wird kurz vor Beginn des Vorgangs ausgeführt. Dies kann genutzt werden, um auf Freigabesignale zu warten.

“NachEnde”

Die optionale NachEnde-Sequenz wird kurz nach Ende des Vorgangs ausgeführt. Dies kann genutzt werden, um ein Signal für Fließbandbewegung zur Vorbereitung auf den nächsten Stapel zu geben.

Einlege/Entnahme-Sequenz

Die „Pick and Place“-Sequenz (Einlege/Entnahme) ist eine spezielle Programmsequenz, die bei jeder Stapelposition ausgeführt wird, ähnlich dem Palettiervorgang (siehe 1.25.29. Befehl: Palettierung auf Seite 204).

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.31. Command: Förderbandverfolgung

HINWEIS

Die gleichzeitige Verwendung dieser Funktion mit „Kraft“ kann zu einem Programmkonflikt führen.

- Verwenden Sie diese Funktion nicht zusammen mit Force.

Der Roboter kann so konfiguriert werden, dass er die Bewegungen eines konfigurierten Fließbands (Fließband 1) verfolgt. Ist das **Förderbandverfolgung** in der Installation korrekt konfiguriert, folgt der Roboter mit seinen Bewegungsabläufen dem Band. Der Programmknoten **Förderbandverfolgung** steht im Tab **Assistenten** unter dem Tab Struktur zur Verfügung. Alle Bewegungen unter diesem Knoten sind beim Fließband-Tracking erlaubt, stehen aber im Verhältnis zu der Fließbandbewegung. Die **Förderbandverfolgung**-Einstellung im Tab **Installation** (siehe Abschnitt 1.24.13. Einstellungen für Förderbandverfolgung auf Seite 156) enthält Optionen, mit denen der Roboter für den Einsatz absoluter und relativer Encoder sowie linearer oder kreisförmiger Fließbänder eingestellt werden kann.

HINWEIS

Die Control-Box kann nur einen relativen Encoder aufnehmen, der mit einem Förderband (Conveyor 1) verwendet werden muss.

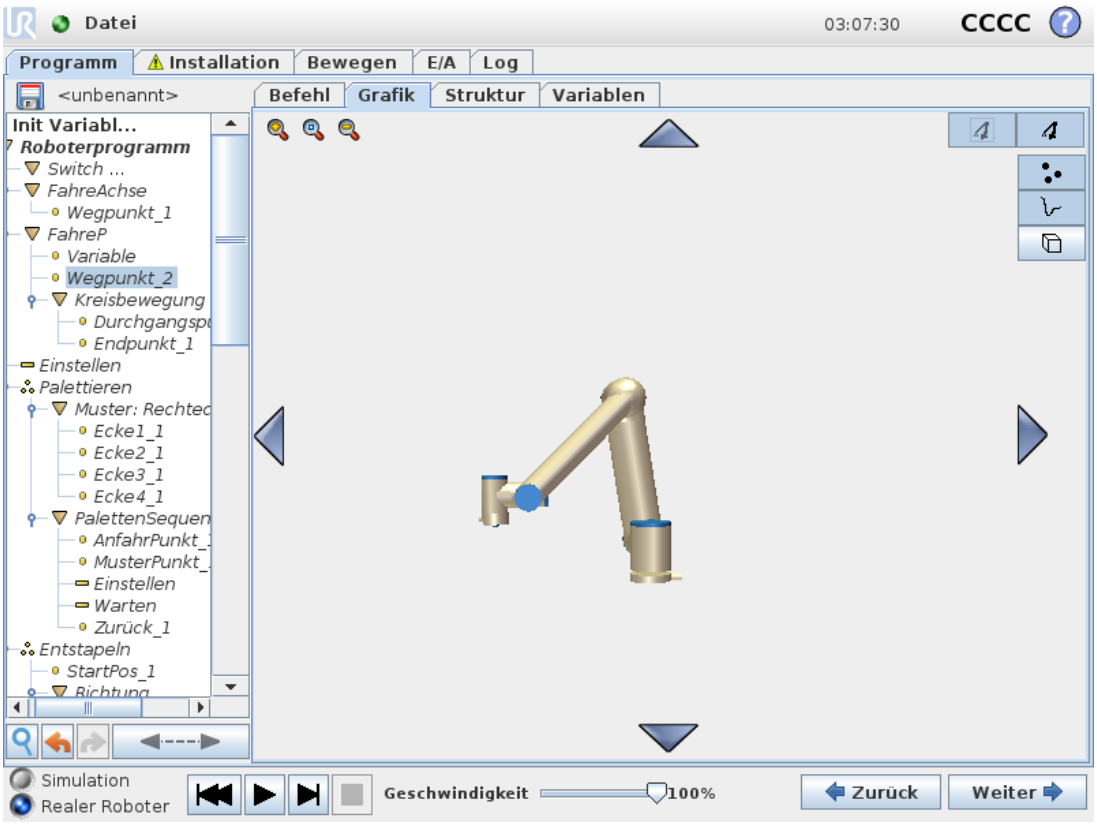
1.25.32. Befehl: Auskommentieren

Unterdrückte Programmzeilen werden bei der Programmausführung übersprungen. Die Unterdrückung einer Zeile kann zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufgehoben werden. Dies ist eine einfache Methode, um Änderungen an einem Programm vorzunehmen, ohne die ursprünglichen Inhalte zu zerstören.

1.25.33. Grafik-Tab

Grafische Darstellung des aktuellen Roboterprogramms. Der Weg des TCP wird in einer 3D-Ansicht gezeigt, mit schwarzen Bewegungssegmenten und grünen Übergangssegmenten (Übergänge zwischen den Bewegungssegmenten). Die grünen Punkte bestimmen die Positionen des TCP an jedem der Wegepunkte im Programm. Die 3D-Zeichnung des Roboterarms zeigt die aktuelle Position des Roboterarms, während der *Schatten* verdeutlicht, wie der Roboterarm beabsichtigt, die auf der linken Bildschirmseite gewählten Wegpunkte zu erreichen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



Nähert sich die aktuelle Position des Roboter-TCP einer Sicherheits- oder Auslöseebene oder befindet sich die Ausrichtung des Roboterwerkzeugs nahe einer (siehe 1.21.12. Grenzen auf Seite 102), so wird eine 3D-Darstellung der Bewegungsgrenze angezeigt.

Beachten Sie, dass die Visualisierung der Begrenzungen deaktiviert wird, während der Roboter ein Programm ausführt.

Sicherheitsebenen werden in Gelb und Schwarz zusammen mit einem kleinen Pfeil angezeigt, der für die Normal-Ebene steht, was angibt, auf welcher Seite der Ebene der Roboter-TCP positioniert werden darf.

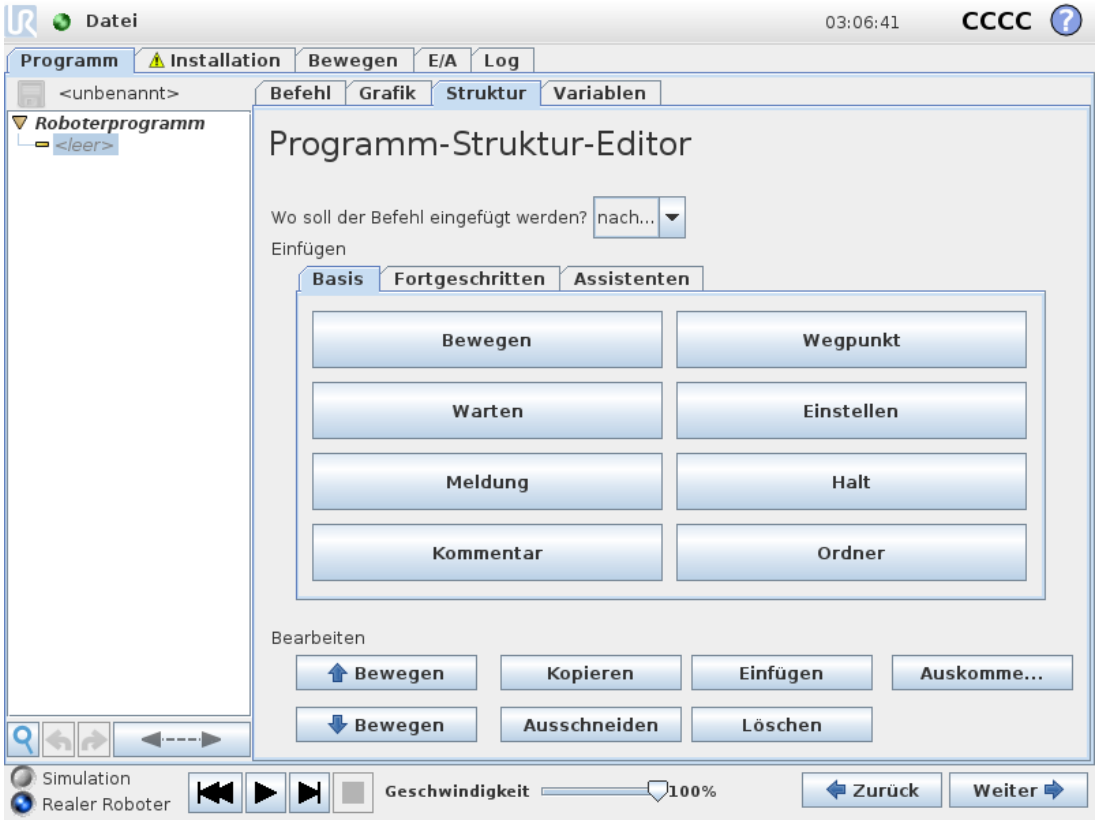
Auslöserebenen werden in Blau und Grün zusammen mit einem kleinen Pfeil angezeigt, der auf die Seite der Ebene zeigt, auf der die Grenzen des Normal-Modus (siehe 1.21.6. Sicherheitsmodi auf Seite 95) aktiv sind.
Das Limit der Werkzeugausrichtungsgrenze wird anhand eines sphärischen Kegels visualisiert, wobei ein Vektor die aktuelle Ausrichtung des Roboterwerkzeugs anzeigt. Das Innere des Kegels repräsentiert den zulässigen Bereich für die Werkzeugausrichtung (Vektor).

Wenn der Zielroboter-TCP sich nicht mehr in Nähe zum Limit befindet, verschwindet die 3D-Darstellung. Wird eine Bewegungsgrenze durch den TCP überschritten oder ist kurz vor der Überschreitung, wird die Darstellung der Bewegungsgrenze rot.

Die 3D-Ansicht kann vergrößert und gedreht werden, um den Roboterarm besser sehen zu können. Die Schaltflächen oben rechts im Bildschirm können die verschiedenen grafischen Komponenten in der 3D-Ansicht deaktivieren. Die Schaltfläche unten schaltet die Visualisierung von Limits von Näherungsgrenzen ein/aus. Die gezeigten Bewegungssegmente hängen vom gewählten Programmknoten ab. Wenn ein Move-Knoten (Bewegen-Knoten) ausgewählt wird, ist der angezeigte Pfad die mit diesem Befehl definierte Bewegung. Wird ein **Wegpunkt**-Knoten gewählt, zeigt das Display die folgenden ~ 10 Bewegungsschritte.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.34. Struktur-Tab



Im Tab „Struktur“ kann man die verschiedenen Befehlsarten einfügen, verschieben, kopieren und/oder entfernen.

Um neue Befehle einzufügen, gehen Sie wie folgt vor:

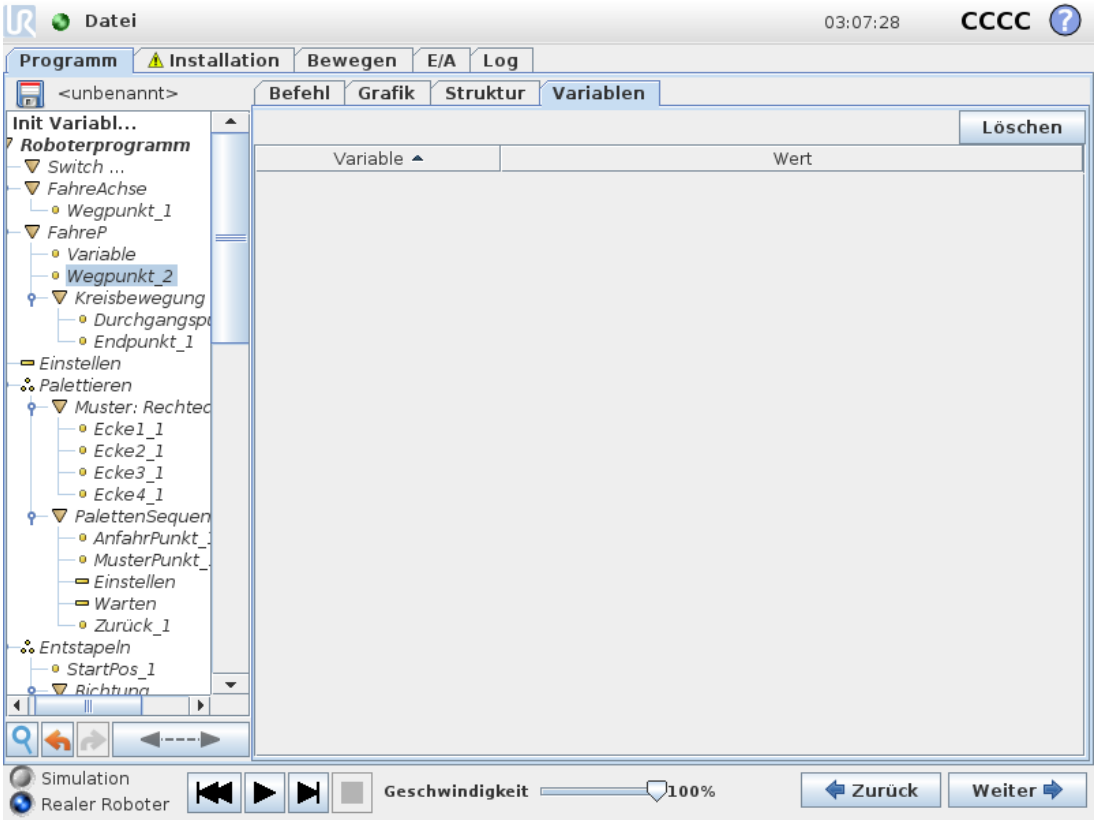
1. Wählen Sie einen vorhandenen Programmbefehl.
2. Wählen Sie, ob der neue Befehl über oder unter dem gewählten Befehl eingefügt werden soll.
3. Drücken Sie die Schaltfläche für die Befehlsart, die Sie einfügen möchten. Öffnen Sie zur Einstellung der Details des neuen Befehls den Befehl-Tab.

Befehle können mit Hilfe der Schaltflächen im Bearbeitungsrahmen verschoben/kopiert/gelöscht werden. Wenn ein Befehl über Unterbefehle verfügt (ein Dreieck neben dem Befehl) werden alle Unterbefehle ebenfalls verschoben/kopiert/gelöscht.

Nicht alle Befehle passen an alle Stellen in einem Programm. Im Allgemeinen kann das Hin- und Herschieben von Elself-Befehlen zu Verwirrungen führen. Variablen müssen Werte zugeordnet werden, bevor diese verwendet werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

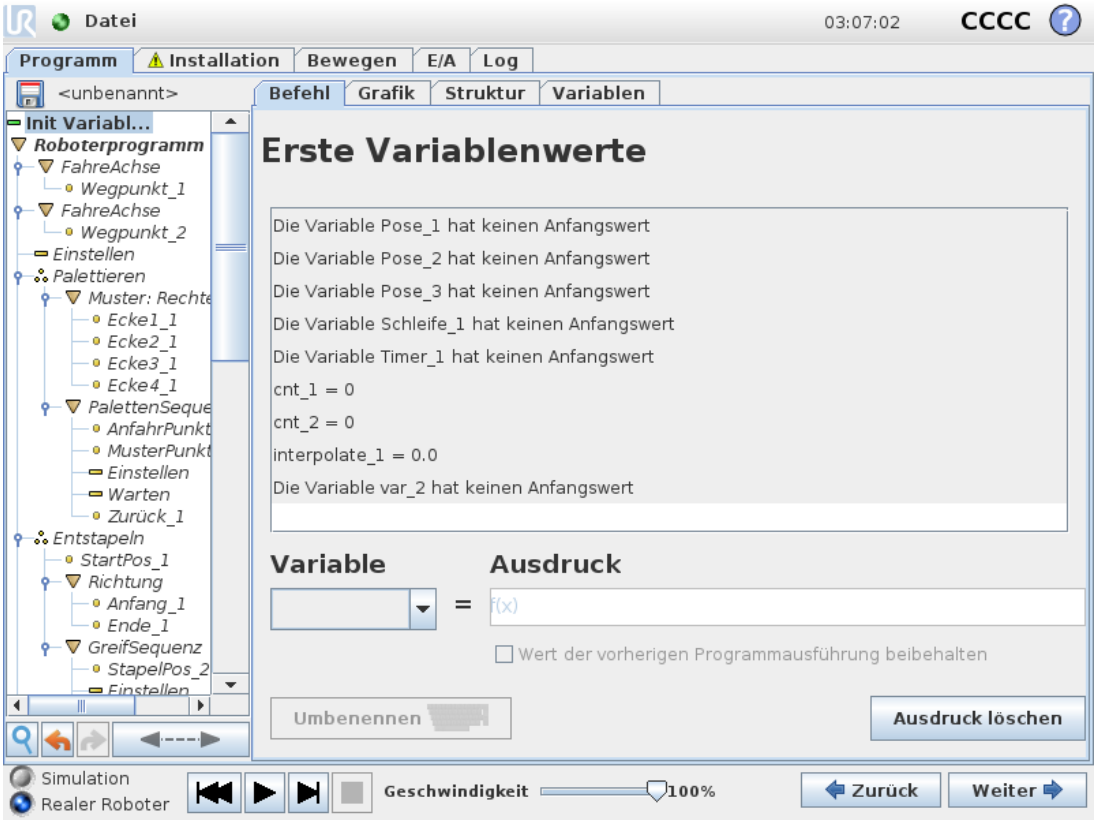
1.25.35. Der „Variablen“ -Tab



Der **Variablen**-Tab zeigt die aktuellen Werte von Variablen im laufenden Programm und führt eine Liste von Variablen und Werten zwischen Programmverläufen auf. Er erscheint, wenn er anzuzeigende Informationen enthält. Alle Variablen sind alphabetisch nach ihren Namen geordnet. Die Variablenbezeichnungen werden in diesem Bildschirm mit höchstens 50 Zeichen und die Variablenwerte mit höchstens 500 Zeichen angezeigt.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.25.36. Befehl: Variablen-Initialisierung



Dieser Bildschirm ermöglicht die Einstellung von Variablen-Werten, bevor das Programm (mit einem Thread) ausgeführt wird.

Wählen Sie eine Variable aus der Liste der Variablen, indem Sie darauf tippen oder indem Sie die Variablen-Auswahlbox verwenden. Für eine ausgewählte Variable kann ein Ausdruck eingegeben werden, mit dem der Variablen-Wert bei Programmanfang festgelegt wird.

Bei Wahl des Kontrollkästchens **Wert der vorherigen Programmausführung beibehalten** wird die Variable mit dem Wert aus dem Tab **Variablen** initialisiert (siehe 1.25.35. Der „Variablen“ -Tab auf der vorherigen Seite). So können Variable ihre Werte zwischen Programmausführungen beibehalten. Die Variable erhält ihren Wert von dem Ausdruck bei erstmaliger Ausführung des Programms oder wenn der Tab-Wert gelöscht wurde.

Eine Variable kann aus dem Programm gelöscht werden, indem ihr Namensfeld leer gelassen wird (nur Leerschritte).

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.26. Set-up-Bildschirm

- **Roboter initialisieren** Führt Sie zum Initialisierungsbildschirm, siehe 1.22.6. Initialisierungsbildschirm auf Seite 119.
- **Sprache und Einheiten** Konfigurieren Sie die Sprache und die Maßeinheiten der Benutzeroberfläche, siehe 1.26.1. Sprachen und Einheiten auf der nächsten Seite.
- **Roboter aktualisieren** Aktualisiert die Robotersoftware auf eine neuere Version, siehe 1.26.2. Roboter aktualisieren auf Seite 217.
- **Passwort festlegen** Bietet die Möglichkeit zur Sperrung des Programmierteils des Roboters für Personen ohne Passwort, siehe 1.26.3. Passwort festlegen auf Seite 218.
- **Bildschirm kalibrieren** Kalibriert die Oberfläche des Touchscreens, siehe 1.26.4. Bildschirm kalibrieren auf Seite 219.
- **Netzwerk einrichten** Öffnet eine Schnittstelle zur Einrichtung des Ethernet-Netzwerks für die Control-Box, siehe 1.26.5. Netzwerk einstellen auf Seite 220.
- **Uhrzeit einstellen** Stellt die Uhrzeit und das Datum für das System ein und konfiguriert die Anzeigeformate für die Uhr, siehe 1.26.6. Uhrzeit einstellen auf Seite 221.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

- **URCaps-Einstellung** Übersicht über die installierten URCaps sowie Optionen für die Installation und Deinstallation, siehe 1.26.7. URCaps-Einstellung auf Seite 222.
- **Zurück** Führt Sie zum Startbildschirm zurück.

1.26.1. Sprachen und Einheiten

Auf diesem Bildschirm können die in PolyScope verwendeten Sprachen, Einheiten und die Tastatursprache ausgewählt werden.

Die ausgewählte Sprache wird für den sichtbaren Text auf den verschiedenen Bildschirmen von PolyScope sowie in der eingebetteten Hilfe verwendet. Aktivieren Sie „English programming“, damit die Befehle in den Roboterprogrammen auf Englisch angezeigt werden. PolyScope muss neu gestartet werden, um Änderungen wirksam zu machen.

Die ausgewählte Tastatursprache wird dann in allen Pop-up-Tastaturen in PolyScope verwendet.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.26.2. Roboter aktualisieren

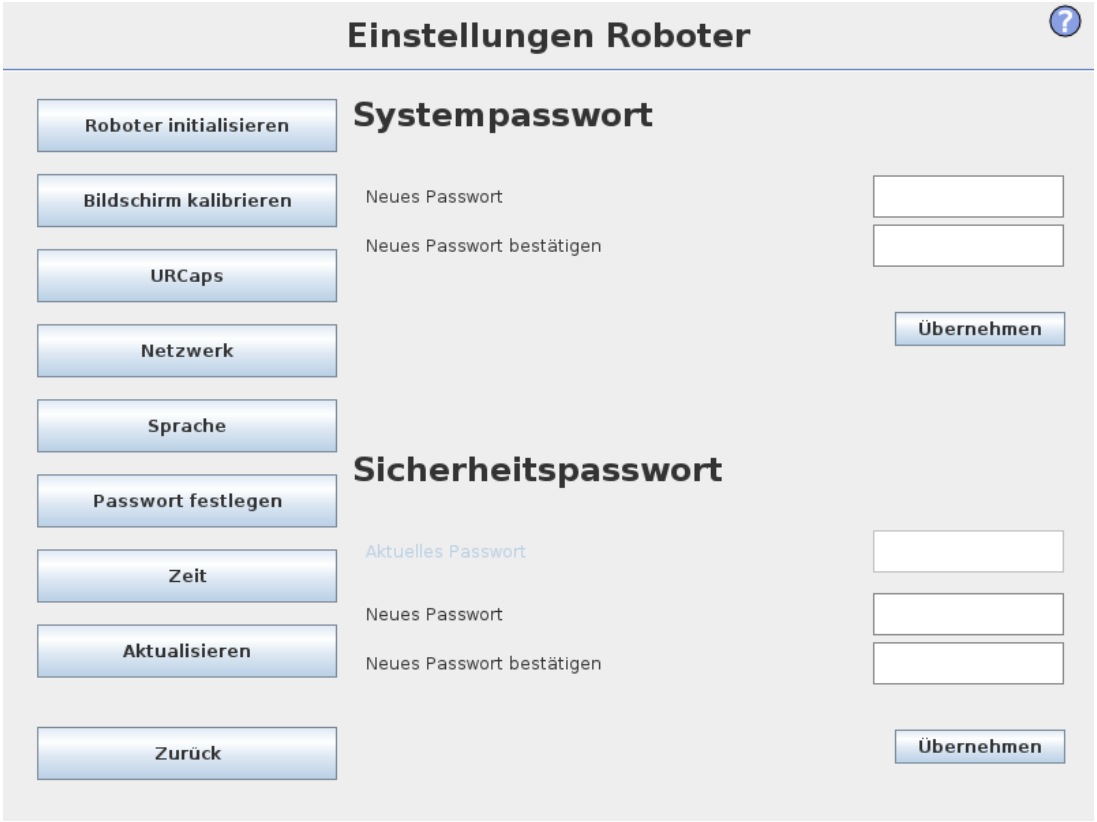
Softwareaktualisierungen können über USB-Sticks installiert werden. Stecken Sie einen USB-Stick ein und klicken Sie auf **Suchen**, um dessen Inhalt anzuzeigen. Um eine Aktualisierung durchzuführen, wählen Sie eine Datei, klicken Sie auf **Aktualisieren** und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.

WARNUNG

Prüfen Sie nach einer Softwareaktualisierung stets Ihre Programme. Die Aktualisierung könnte Bahnen in Ihrem Programm verändert haben. Die aktualisierten Softwarespezifikationen können durch Drücken der Schaltfläche „?“ rechts oben in der Benutzeroberfläche aufgerufen werden. Hardwarespezifikationen bleiben unverändert und können dem Originalhandbuch entnommen werden.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.26.3. Passwort festlegen



Zwei Passwörter sind verfügbar. Das erste ist ein *optionales* Systempasswort, das die Konfiguration des Roboters vor nicht autorisierten Änderungen schützt. Wenn ein Systempasswort eingerichtet ist, können Programme zwar ohne Passwort geladen und ausgeführt werden, aber zur Erstellung und Änderung von Programmen muss das Passwort eingegeben werden.

Das zweite ist ein *erforderliches* Sicherheitspasswort, das eingegeben werden muss, um die Sicherheitseinstellungen ändern zu können.

HINWEIS

Um die Sicherheitskonfiguration ändern zu können, muss das Sicherheitspasswort festgelegt sein.

WARNUNG

Fügen Sie ein Systempasswort hinzu, um zu verhindern, dass nicht autorisiertes Personal Änderungen an den Einstellungen des Roboters vornimmt.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.26.4. Bildschirm kalibrieren

Kalibrieren des Touchscreens. Befolgen Sie die Anleitung auf dem Bildschirm zur Kalibrierung des Touchscreens. Verwenden Sie vorzugsweise einen spitzen, nicht metallischen Gegenstand, beispielsweise einen geschlossenen Stift. Durch Geduld und Sorgfalt lässt sich ein besseres Ergebnis erzielen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.26.5. Netzwerk einstellen

Fenster zur Einrichtung des Ethernet-Netzwerkes. Für die grundlegenden Roboterfunktionen ist keine Ethernet-Verbindung erforderlich, sodass diese standardmäßig deaktiviert ist.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.26.6. Uhrzeit einstellen

Stellen Sie die Uhrzeit und das Datum für das System ein und konfigurieren Sie die Anzeigeformate für die Uhr. Die Uhr wird im oberen Bereich der Bildschirme *Programm ausführen* und *Roboter programmieren* angezeigt. Wenn Sie die Uhr antippen, wird das Datum kurz eingeblendet. Die GUI muss neu gestartet werden, um Änderungen wirksam zu machen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

1.26.7. URCaps-Einstellung

In der oberen Liste finden Sie eine Übersicht über alle installierten *URCaps*. Ein Klick auf ein URCap zeigt dessen Meta-Informationen (einschließlich des URCap-Namens, Version, Lizenz usw.) im Bereich „URCap-Informationen“ unterhalb der Liste.

Tippen Sie auf die Schaltfläche + am unteren Bildschirmrand, um ein neues URCap zu installieren. Eine Dateiauswahl wird da angezeigt, wo .urcap-Dateien ausgewählt werden können. Tippen Sie auf Öffnen und PolyScope kehrt zum Einrichtungsbildschirm zurück. Das ausgewählte URCap wird installiert und ein entsprechender Eintrag erscheint kurz danach in der Liste. Neu installierte oder deinstallierte URCaps erfordern einen Neustart von PolyScope. Dazu wird die Schaltfläche Neustart aktiviert.

Um ein URCap zu deinstallieren, wählen Sie es einfach in der Liste aus und klicken Sie auf die Schaltfläche −. Auch wenn das URCap jetzt bereits aus der Liste entfernt ist, muss dennoch anschließend ein Neustart durchgeführt werden.

Das Symbol neben einem Eintrag in der Liste zeigt den Status des URCap. Die verschiedenen Zustände sind nachstehend beschrieben:

- *URCap o.k.*
  Das URCap ist installiert und läuft ordnungsgemäß.

  URCap-Fehler
  Das URCap ist installiert, aber kann nicht ausgeführt werden. Kontaktieren Sie den Entwickler des URCaps.
- *URCap-Neustart erforderlich*

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Das URCap wurde gerade installiert und ein Neustart ist erforderlich.

Fehlermeldungen und Informationen über das URCap erscheinen im Feld **URCap-Informationen**. Je nach Art der festgestellten Fehler erscheinen unterschiedliche Fehlermeldungen.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

2. Glossar

Stoppkategorie 0

Die Roboterbewegung wird durch die sofortige Trennung der Stromversorgung zum Roboter gestoppt. Es ist ein ungesteuerter Stopp, bei dem der Roboter vom programmierten Pfad abweichen kann, da jedes Gelenk unvermittelt bremst. Dieser Sicherheitsstopp wird verwendet, wenn ein sicherheitsrelevanter Grenzwert überschritten wird oder eine Störung in den sicherheitsrelevanten Teilen des Steuersystems auftritt. Weitere Informationen finden Sie **unter ISO 13850** oder **IEC 60204-1**.

Stoppkategorie 1

Die Roboterbewegung wird gestoppt, indem der dem Roboter verbleibende Strom zum Erzielen des Stopps eingesetzt wird und die Stromversorgung getrennt wird, wenn der Stopp erzielt wurde. Es ist ein gesteuerter Stopp, bei dem der Roboter dem programmierten Pfad weiterhin folgt. Die Stromversorgung wird getrennt, sobald der Roboter still steht. Weitere Informationen finden Sie **unter ISO 13850** oder **IEC 60204-1**.

Stoppkategorie 2

Ein gesteuerter Stopp, bei dem dem Roboter weiterhin Strom zur Verfügung steht. Das sicherheitsrelevante Steuersystem überwacht, dass der Roboter in der Stopp-Position verbleibt. Weitere Informationen finden Sie **unter IEC 60204-1**.

Stoppkategorie 3

Der Begriff *Kategorie* ist nicht mit dem Begriff *Stoppkategorie* zu verwechseln. *Kategorie* bezieht sich auf den Architekturtyp, der als Grundlage für einen bestimmten *Performance Level* verwendet wird. Eine wesentliche Eigenschaft einer *Kategorie 3*-Architektur ist es, dass ein einzelner Fehler nicht zum Verlust der Sicherheitsfunktion führen kann. Weitere Informationen finden Sie **unter ISO 13849-1**.

Performance Level (PL)

Der Performance Level ist eine diskrete Stufe, die genutzt wird, um die Fähigkeit von sicherheitsrelevanten Teilen des Steuersystems zur Ausführung von Sicherheitsfunktionen unter vorhersehbaren Bedingungen auszudrücken. PLd ist die zweithöchste Zuverlässigkeitsklassifikation und steht für eine extrem zuverlässige Sicherheitsfunktion. Weitere Informationen finden Sie **unter ISO 13849-1**.

Der Diagnosedeckungsgrad (DC)

gibt die Wirksamkeit der Diagnose an, die für das Erreichen des angegebenen Performance Level implementiert ist. Weitere Informationen finden Sie **unter ISO 13849-1**.

MTTFd

Die Mittlere Zeit bis zu einem gefährlichen Ausfall (MTTFd) ist ein Wert auf Basis von Berechnungen und Tests, der dazu verwendet wird, den angegebenen Performance Level zu erreichen. Weitere Informationen finden Sie **unter ISO 13849-1**.

Integrator

Der Integrator legt die endgültige Roboterinstallation aus. Der Integrator ist für die abschließende Risikobewertung verantwortlich und muss sicherstellen, dass die endgültige Installation den örtlichen Gesetzen und Bestimmungen entspricht.

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Risikobewertung
Eine Risikobewertung umfasst den gesamten Vorgang der Identifizierung aller Risiken und deren Reduzierung auf ein angemessenes Niveau. Eine Risikobewertung sollte stets dokumentiert werden. Siehe **ISO 12100** für weitere Informationen.

Kooperative Roboteranwendung
Der Begriff *kollaborativ* bezieht sich auf das Zusammenwirken von Bediener und Roboter in einer Roboteranwendung. Für genaue Definitionen und Beschreibungen, siehe ISO 10218-1 und ISO 10218-2.

Sicherheitskonfiguration
Sicherheitsrelevante Funktionen und Schnittstellen sind durch Sicherheitskonfigurationsparameter konfigurierbar. Diese werden über die Softwareschnittstelle definiert, siehe Teil Teil II PolyScope-Handbuch auf Seite 89.

2.1. Index

A

add Action 183
AfterEnd 205
Anchor Position 204

B

Base 113, 172
Base feature 148
BeforeStart 205
Blend parameters 174
Blending 174
Box pattern 199-200

C

Configurable I/O 33
control box 31, 33, 49, 73, 118, 130, 159
Control Box 1, 142, 209
Conveyor Tracking 209

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Conveyor Tracking Setup 156

D

Direction Vector 182

E

Ethernet 47
EtherNet/IP 140
Expression Editor 197

F

Feature 148, 157
Feature menu 202
Folder 189
Frame 202
Freedrive 138, 149, 203

G

General purpose I/O 33

I

I/O 31, 33, 35, 117, 130, 140-141
Installation 209
Installation variables 142
integrator 10

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

J

Joint load 160

joint space 170

L

Line pattern 199-200

List (pattern) 199

M

MODBUS 131, 143, 146, 156

Motion 202

Mounting bracket 1

Move 117, 150, 170-171, 173, 185, 204

MoveJ 170

MoveL 150, 170

MoveP 150, 170

N

Normal mode 210

P

Pallet Sequence 204

Pattern 199-200

Point 202

PolyScope 1, 113, 115, 117, 189

popup 186

Pose Editor 150

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Program 117
Program Tree 166-167

R

Recovery mode 120
Relative waypoint 172
risk assessment 1, 5, 10, 12
robot arm 142, 202, 206
Robot arm 31, 73, 159, 207

S

Safety Configuration 10
Safety I/O 33, 35
Safety instructions 51
Safety Settings 5
Script manual 2
Service manual 2
Set 185
Simple 202
Square pattern 199-200
standard 73
Standard 74, 76
Structure 209
Switch Case construction 197

T

Teach Pendant 1, 203
Test button 203
Tool Center Point 134, 172
Tool feature 148

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Tool I/O 43

U

Until 182
Until Distance 183
Until Expression 183
UR+ 2

V

Variable feature 172
Variable waypoint 172
Variables 169, 212
Voltage 130

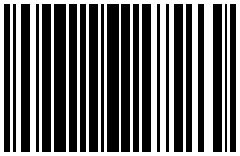
W

Wait 184
Warning signs 6
Warranty 57
Waypoint 170, 172-174, 180, 204, 210
Waypoints 115
Wizards 209
Wrist 3 113

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

Softwareversion: 3.15
Dokumentversion: 9.3.123

Copyright © 2009-2021 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.



99235