



# UNIVERSAL ROBOTS

## PolyScope-Handbuch



**Version 3.0 (rev. 15965)**

Übersetzung der Originalanweisungen (de)

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 Handbuch wird regelmäßig geprüft und überarbeitet.

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

Copyright © 2009-2014 by Universal Robots A/S

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

# Inhaltsverzeichnis

<b>II</b>	<b>PolyScope-Handbuch</b>	<b>II-1</b>
<b>9</b>	<b>Einleitung</b>	<b>II-3</b>
9.1	Erste Schritte . . . . .	II-3
9.1.1	Installation des Roboterarms und des Steuergeräts . . . . .	II-3
9.1.2	Ein- und Ausschalten des Steuergeräts . . . . .	II-4
9.1.3	Ein- und Ausschalten des Roboterarms. . . . .	II-4
9.1.4	Schnellstart . . . . .	II-4
9.1.5	Das erste Programm . . . . .	II-5
9.2	PolyScope-Programmierschnittstelle . . . . .	II-7
9.3	Startbildschirm . . . . .	II-8
9.4	Initialisierungsbildschirm . . . . .	II-9
<b>10</b>	<b>Bildschirm Editoren</b>	<b>II-13</b>
10.1	Bildschirmnummernblock . . . . .	II-13
10.2	Bildschirmtastatur . . . . .	II-14
10.3	Ausdruckseditor auf dem Bildschirm . . . . .	II-14
10.4	Posenbearbeitungsbildschirm . . . . .	II-15
<b>11</b>	<b>Roboter Steuerung</b>	<b>II-19</b>
11.1	Registerkarte „Bewegen“ . . . . .	II-19
11.1.1	Roboter . . . . .	II-19
11.1.2	Funktion und Werkzeugposition . . . . .	II-20
11.1.3	Bewegung des Werkzeuges . . . . .	II-20
11.1.4	Bewegung der Gelenke . . . . .	II-20
11.1.5	Teach . . . . .	II-20
11.2	Registerkarte E/A . . . . .	II-21
11.3	MODBUS-Client-E/A. . . . .	II-22
11.4	Registerkarte „AutoMove“ . . . . .	II-23
11.5	Installation → Laden/Speichern . . . . .	II-24
11.6	Installation → TCP-Konfiguration . . . . .	II-25
11.7	Installation → Montage . . . . .	II-26
11.8	Installation → E/A-Einstellung . . . . .	II-27
11.9	Installation → Sicherheit. . . . .	II-28
11.10	Installation → Variablen . . . . .	II-28
11.11	Installation → MODBUS-Client-E/A-Einstellung. . . . .	II-29
11.12	Installation → Funktionen . . . . .	II-32
11.13	Installation → Standardprogramm . . . . .	II-37
11.13.1	Laden eines Standardprogramms . . . . .	II-37
11.13.2	Starten eines Standardprogramms . . . . .	II-37
11.13.3	Auto-Initialisierung. . . . .	II-38

11.14	Registerkarte „Protokoll“ . . . . .	II-38
11.15	Bildschirm „Laden“ . . . . .	II-39
11.16	Registerkarte „Laufen“ . . . . .	II-42
<b>12</b>	<b>Programmierung</b>	<b>II-43</b>
12.1	Neues Programm . . . . .	II-43
12.2	Registerkarte „Programm“ . . . . .	II-44
12.3	Variablen . . . . .	II-45
12.4	Befehl: Leer . . . . .	II-46
12.5	Befehl: Bewegen. . . . .	II-47
12.6	Befehl: Fester Wegpunkt . . . . .	II-50
12.7	Einstellung des Wegpunktes . . . . .	II-50
12.8	Befehl: Relativer Wegpunkt. . . . .	II-52
12.9	Befehl: Variabler Wegpunkt. . . . .	II-53
12.10	Befehl: Warten . . . . .	II-54
12.11	Befehl: Einstellen . . . . .	II-54
12.12	Befehl: Meldung. . . . .	II-55
12.13	Befehl: Halt . . . . .	II-56
12.14	Befehl: Kommentar. . . . .	II-56
12.15	Befehl: Ordner . . . . .	II-57
12.16	Befehl: Schleife . . . . .	II-58
12.17	Befehl: Unterprogramm . . . . .	II-59
12.18	Befehl: Zuweisung . . . . .	II-60
12.19	Befehl: Wenn . . . . .	II-61
12.20	Befehl: Script . . . . .	II-62
12.21	Befehl: Ereignis . . . . .	II-63
12.22	Befehl: Thread . . . . .	II-64
12.23	Befehl: Muster . . . . .	II-65
12.24	Befehl: Kraft . . . . .	II-66
12.25	Befehl: Palettieren . . . . .	II-69
12.26	Befehl: Suchen . . . . .	II-70
12.27	Befehl: Unterdrücken . . . . .	II-74
12.28	Registerkarte „Grafik“ . . . . .	II-74
12.29	Registerkarte „Struktur“ . . . . .	II-75
12.30	Registerkarte „Variablen“ . . . . .	II-76
12.31	Befehl: Variablen Initialisierung . . . . .	II-77
<b>13</b>	<b>Setup-Bildschirm</b>	<b>II-79</b>
13.1	Sprachen und Einheiten . . . . .	II-80
13.2	Roboter aktualisieren . . . . .	II-81
13.3	Passwort festlegen . . . . .	II-82
13.4	Bildschirm kalibrieren . . . . .	II-83
13.5	Netzwerk einstellen . . . . .	II-84
13.6	Uhrzeit einstellen . . . . .	II-84

<b>14 Sicherheitskonfiguration</b>	<b>II-87</b>
14.1 Änderung der Sicherheitskonfiguration . . . . .	II-89
14.2 Sicherheitssynchronisation und Fehler. . . . .	II-89
14.3 Toleranzen. . . . .	II-90
14.4 Sicherheitsprüfsumme . . . . .	II-91
14.5 Sicherheitsmodi . . . . .	II-91
14.6 Teach-Modus . . . . .	II-92
14.7 Passwortsperrung . . . . .	II-92
14.8 Übernehmen . . . . .	II-92
14.9 Allgemeine Grenzen . . . . .	II-93
14.10 Gelenkgrenzen . . . . .	II-96
14.11 Grenzen. . . . .	II-97
14.11.1 Auswählen einer zu konfigurierenden Grenze . . . . .	II-98
14.11.2 3D-Visualisierung . . . . .	II-99
14.11.3 Sicherheitsebenenkonfiguration . . . . .	II-99
14.11.4 Werkzeuggrenzkonfiguration . . . . .	II-103
14.12 Sicherheits-E/A . . . . .	II-105



**Teil II**

**PolyScope-Handbuch**



# 9 Einleitung

Der Universal Robot Arm besteht aus stranggepressten Aluminiumrohren und Gelenken. Die Gelenke und ihre üblichen Bezeichnungen sind in Abbildung 9.1 dargestellt. Am *Fußflansch* ist der Roboter montiert und auf der anderen Seite (*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 unter des Fußflanschs, frei umherbewegen. Die Reichweite des Roboters beträgt 800 mm vom Zentrum des Fußflanschs.

PolyScope ist eine grafische Benutzeroberfläche (GUI), mit der Sie den Roboterarm und das Steuergerät bedienen, Roboterprogramme ausführen und 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.

## 9.1 Erste Schritte

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

### 9.1.1 Installation des Roboterarms und des Steuergeräts

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

1. Packen Sie den Roboter und das Steuergerät aus.
2. Montieren Sie den Roboter auf einer stabilen, vibrationsfreien Oberfläche.
3. Positionieren Sie das Steuergerät auf dessen Fuß.

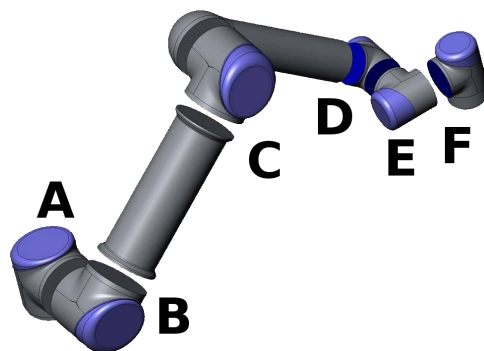


Abbildung 9.1: Gelenke des Roboters. A: *Fußflansch*, B: *Schulter*, C: *Ellbogen* und D, E, F: *Handgelenk 1, 2, 3*

4. Verbinden Sie den Roboter und das Steuergerät durch Anschließen des Roboterkabels.
5. Stecken Sie den Netzstecker des Steuergerätes ein.



**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.

### 9.1.2 Ein- und Ausschalten des Steuergeräts

Das Steuergerät wird mit Hilfe der Taste Power eingeschaltet. Diese befindet sich an der Vorderseite des Felds mit dem Touch-Screen. Dieses Feld wird in der Regel *Teach Pendant* genannt. Wenn das Steuergerät eingeschaltet ist, 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 9.4).

Um das Steuergerät auszuschalten, drücken Sie den grünen an/aus Schalter auf dem Bildschirm oder nutzen Sie die Schaltfläche *Roboter abschalten* auf dem Startbildschirm (siehe 9.3).



**WARNUNG:**

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

### 9.1.3 Ein- und Ausschalten des Roboterarms

Der Roboterarm kann eingeschaltet werden, wenn das Steuergerät eingeschaltet ist und keine Not-Aus-Tasten aktiviert sind. Der Roboterarm wird über den Initialisierungsbildschirm (siehe 9.4) eingeschaltet, indem die Schaltfläche *Ein* auf dem Bildschirm und anschließend die Schaltfläche *Start* betätigt werden. Wenn ein Roboter gestartet wird, gibt er ein Geräusch von sich und bewegt sich leicht während der Freigabe der Bremsen.

Die Stromversorgung zum Roboterarm kann über die Schaltfläche *Aus* auf dem Initialisierungsbildschirm unterbrochen werden. Der Roboter schaltet sich auch automatisch aus, wenn das Steuergerät ausgeschaltet wird.

### 9.1.4 Schnellstart

Um den Roboter schnell zu starten, nachdem er installiert wurde, befolgen Sie die folgenden Schritte:

1. Drücken Sie den Not-Aus-Taster an der Vorderseite des Handprogrammiergerätes.
2. Drücken Sie den an/aus Schalter am Teach Pendant.
3. Warten Sie eine Minute, während das System hochfährt und Text auf dem Touch-Screen angezeigt wird.
4. Wenn das System bereit ist, erscheint ein Pop-up-Fenster auf dem Touch-Screen, das Ihnen mitteilt, dass der Roboter initialisiert werden muss.
5. Tippen Sie auf die Schaltfläche OK im Pop-up-Dialog. Sie werden nun zum Initialisierungsbildschirm geleitet.
6. Warten Sie auf den Bestätigung der angewandten Sicherheitskonfiguration Pop-up-Dialog und tippen Sie auf die Schaltfläche Sicherheitskonfiguration bestätigen. Dies bestätigt eine erste Serie von Sicherheits-Parameter, die angepasst werden müssen auf grund einer Risikobewertung.
7. Entriegeln Sie den Not-Aus-Schalter. Der Roboterzustand ändert sich nun von Notabschaltung auf Roboterspannung aus.
8. Gehen Sie außer Reichweite (aus dem Arbeitsbereich) des Roboters.
9. Tippen Sie auf die Schaltfläche Ein auf dem Touchscreen. Warten Sie einige Sekunden bis sich der Roboterzustand zu Leerlauf ändert.
10. Prüfen Sie, dass die Nutzlastmasse und die gewählte Montage korrekt sind. Sie werden benachrichtigt, wenn die anhand von Sensordaten erkannte Montage nicht der ausgewählten Montage entspricht.
11. Tippen Sie auf die Schaltfläche Start auf dem Touchscreen. Der Roboter gibt nun ein Geräusch von sich und bewegt sich ein wenig, während er die Bremsen entriegelt.
12. Berühren Sie die Schaltfläche OK, wodurch der Startbildschirm erscheint.

### 9.1.5 Das erste Programm

Ein Programm ist eine Auflistung von Befehlen, die dem Roboter vorgeben, was dieser zu tun hat. PolyScope ermöglicht die Programmierung des Roboters auch durch Personen mit wenig Programmiererfahrung. Für die meisten Aufgaben erfolgt die Programmierung ausschließlich mit dem Touch-Screen, ohne dabei kryptische Befehle eingeben zu müssen.

Da die Werkzeugbewegung ein wichtiger Teil eines Roboterprogramms ist, ist eine Methode wichtig, mit der man dem Roboter die Bewegungen beibringt. In PolyScope sind die Bewegungen des Werkzeugs mithilfe einer Reihe von *Wegpunkten* vorgegeben, z. B. Punkte im Arbeitsbereich des Roboters. Ein Wegpunkt kann vorgegeben werden, indem man den Roboter in eine bestimmte Position bewegt, oder indem man diesen durch die Software berechnen lässt. Um den Roboterarm in eine bestimmte Position zu bewegen, nutzen Sie entweder die Registerkarte *Bewegen* (siehe 11.1) oder positionieren Sie den Roboterarm per Hand, während Sie die *Teach-Taste* an der Hinterseite des Teach Pendants gedrückt halten.

Neben der Bewegung entlang verschiedener Wegpunkte kann das Programm an bestimmten Stellen entlang des Weges des Roboters E-/A-Signale an andere Ma-

schinen senden und aufgrund von Variablen und E-/A-Signalen Befehle ausführen, beispielsweise `if...then` und `loop`.

Um auf einem hochgefahrenen Roboter ein einfaches Programm zu erstellen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Tippen Sie auf die Schaltfläche `Roboter programmieren` und wählen Sie `Neues Programm`.
2. Berühren Sie die Schaltfläche `Weiter` (unten rechts), so dass die `<leere>` Ziele in der Baumstruktur auf der linken Bildschirmseite gewählt wird.
3. Öffnen Sie die Registerkarte `Struktur`.
4. Tippen Sie auf die Schaltfläche `Bewegen`.
5. Öffnen Sie die Registerkarte `Befehl`.
6. Tippen Sie auf die Schaltfläche `Weiter`, um die `Wegpunkt-Einstellungen` zu öffnen.
7. Berühren Sie die Schaltfläche `Wegpunkt festlegen` neben dem Symbol `?`.
8. Bewegen Sie den Roboter im Bildschirm `Bewegen`, indem Sie die verschiedenen blauen Pfeile drücken, oder bewegen Sie den Roboter, indem Sie die Taste `Teach` auf der Rückseite des Handprogrammiergerätes gedrückt halten, während Sie den Arm des Roboters ziehen.
9. Drücken Sie `OK`.
10. Drücken Sie `Wegpunkt davor`.
11. Berühren Sie die Schaltfläche `Wegpunkt festlegen` neben dem Symbol `?`.
12. Bewegen Sie den Roboter im Bildschirm `Bewegen`, indem Sie die verschiedenen blauen Pfeile drücken, oder bewegen Sie den Roboter, indem Sie die Taste `Teach` gedrückt halten während Sie den Arm des Roboters ziehen.
13. Drücken Sie `OK`. Mit
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 am Not-Aus-Schalter und drücken Sie anschließend auf 'Abspielen'.
15. Herzlichen Glückwunsch! Sie haben Ihr erstes Roboterprogramm erstellt, das den Roboter zwischen zwei vorgegebenen Wegpunkten bewegt.

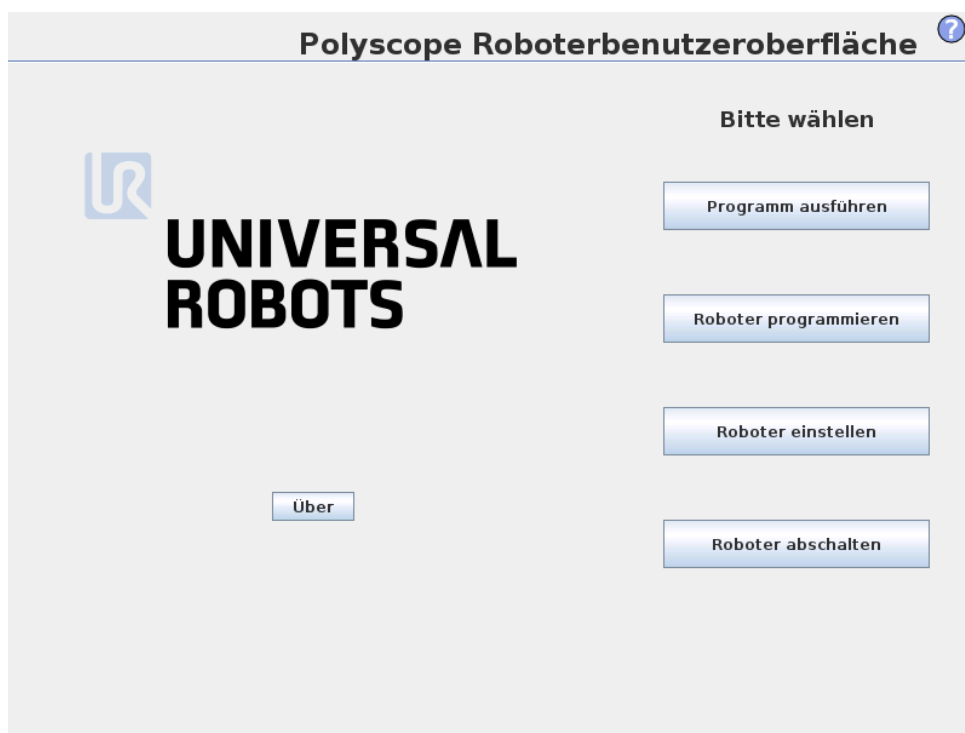


**WARNUNG:**

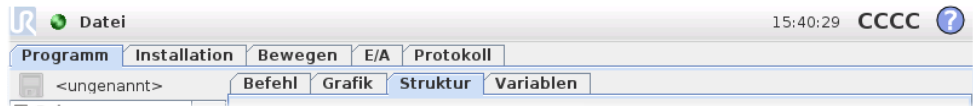
1. Bewegen Sie den Roboter nicht in sich selbst oder andere Dinge, da dies den Roboter beschädigen kann.
2. Halten Sie Ihren Kopf und Oberkörper vom Arbeitsbereich des Roboters fern. Halten Sie Finger fern von Bereichen, in denen sie sich verfangen können.
3. Dies ist nur eine Schnellstartanleitung, um zu demonstrieren, wie einfach es ist, einen UR Roboter zu verwenden. Es wird von einer ungefährlichen 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 setzen.

## 9.2 PolyScope-Programmierschnittstelle

PolyScope läuft auf dem Touch-Screen am Steuergerät.



Die oben stehende Abbildung zeigt den Startbildschirm. Die bläulichen Bereiche des Bildschirms sind Schaltflächen, die mit dem Finger oder der Rückseite eines Stiftes betätigt werden können. PolyScope verfügt über eine hierarchische Bildschirmstruktur. In der Programmierumgebung sind die Bildschirme für einen leichten Zugang in *Registerkarten* angeordnet.



In diesem Beispiel ist die Registerkarte `Programm` auf der obersten Ebene gewählt und darunter ist die Registerkarte `Struktur` ausgewählt. Die Registerkarte `Programm` enthält Informationen zum aktuell geladenen Programm. Wenn die Registerkarte `Bewegen` ausgewählt wird, wechselt der Bildschirm zum Bildschirm `Bewegen`, von wo aus der Roboter bewegt werden kann. Durch die Auswahl der Registerkarte `E/A` wird gleichzeitig der aktuelle Zustand der elektrischen Ein- und Ausgänge überwacht und geändert.

Der Anschluss einer Maus oder einer Tastatur an das Steuergerät 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. Textfelder, die nicht durch Berührung aktiviert werden können, verfügen über ein Editor-Symbol, über das der entsprechende Eingangs-Editor gestartet wird.

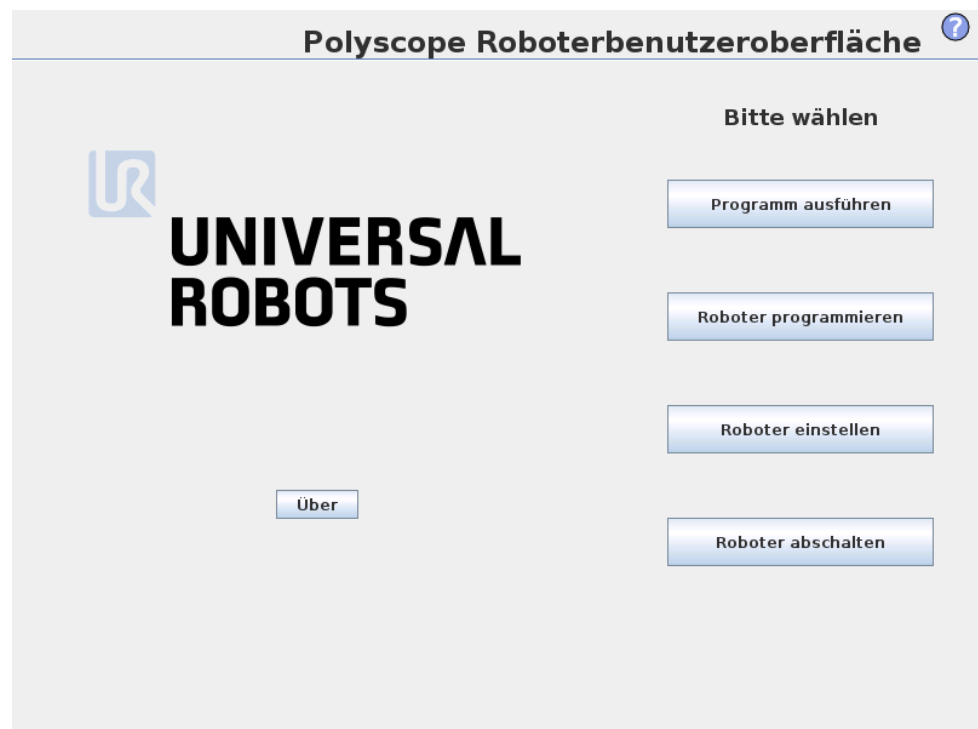


Die Symbole auf dem Nummernblock, der Tastatur und dem Funktionseditor auf dem Bildschirm finden Sie oben stehend.

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

Copyright © 2009-2014 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

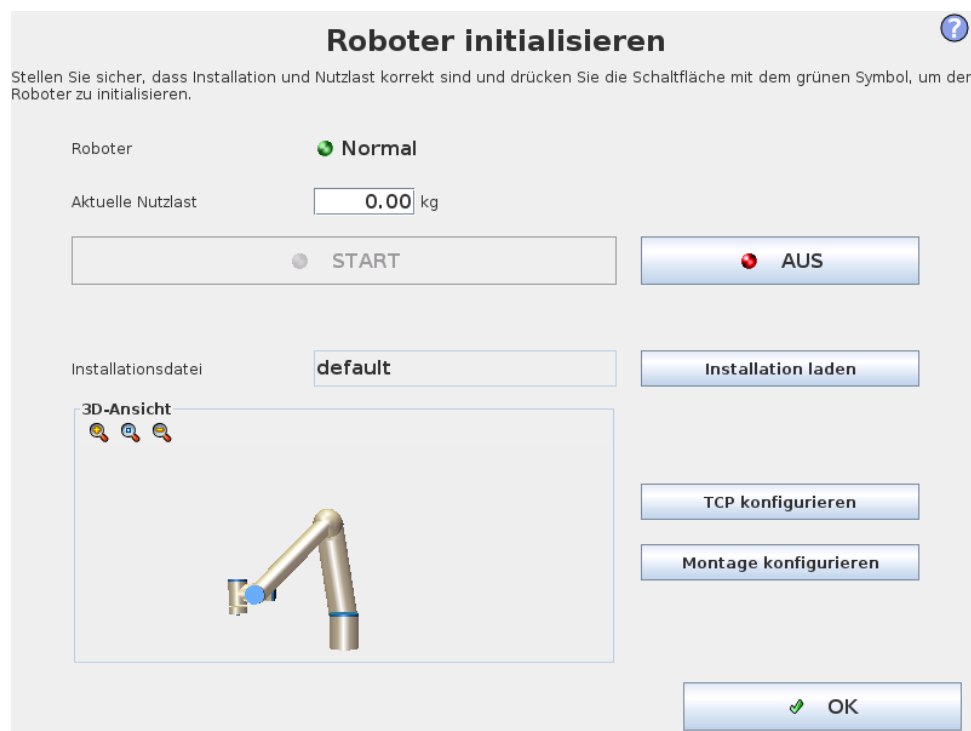
### 9.3 Startbildschirm



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

- **Programm ausführen:** Vorhandenes Programm auswählen und ausführen. Dies ist die einfachste Art, den Roboterarm und das Steuergerät zu bedienen.
- **Roboter programmieren:** Ändern Sie ein Programm oder erstellen Sie ein neues Programm.
- **Roboter einstellen:** Richten Sie Passwörter ein, aktualisieren Sie die Software, fordern Sie Unterstützung an, kalibrieren Sie den Touchscreen usw.
- **Roboter abschalten:** Schaltet den Roboterarm und das Steuergerät aus.

## 9.4 Initialisierungsbildschirm



Mit diesem Bildschirm steuern Sie die Initialisierung des Roboterarms.

## Roboterarm-Statusanzeige

Diese Status-LED zeigt den Laufstatus des Roboterarms an:

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

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

## Aktive Nutzlast und Installation

Wenn der Roboterarm eingeschaltet ist, wird die Nutzlastmasse, die vom Steuergerät beim Bedienen des Roboterarms genutzt wird, in dem kleinen, weißen Textfeld angezeigt. Dieser Wert kann durch Tippen auf das Textfeld und Eingabe eines neuen Werts geändert werden. Beachten Sie, dass das Festlegen dieses Werts nicht die Nutzlast in der Installation des Roboters (siehe 11.6) ändert. Nur die vom Steuergerät verwendete Nutzlastmasse 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 Taste **Laden** daneben 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



### GEFAHR:

Verifizieren Sie immer, dass die tatsächliche Nutzlast und Installation korrekt sind, bevor Sie den Roboterarm starten. Wenn diese Einstellungen falsch sind, funktionieren der Roboter und das Steuergerät nicht korrekt und können eine Gefahr für Menschen oder Geräte in ihrem Umfeld werden.



### VORSICHT:

Sie sollten besonders vorsichtig sein, wenn der Roboterarm ein Hindernis oder einen Tisch berührt, da ein Gelenkgetriebe beschädigt werden kann, wenn der Roboterarm in das 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 nachdem, in welchem Status sich der Roboterarm aktuell befindet.

- Nachdem der Steuerungscomputer hochgefahren ist, muss die Taste einmal angetippt werden, um den Roboterarm einzuschalten. Der Roboterarmstatus wechselt dann zu „*Roboterspannung ein*“ und anschließend zu „*Leerlauf*“. Bitte beachten Sie, dass der Roboterarm nicht eingeschaltet werden kann, wenn ein Not-Aus vorliegt; daher wird die Taste deaktiviert.
- Wenn der Status des Roboterarms „*Leerlauf*“ ist, muss die Taste noch einmal angetippt werden, um den Roboterarm zu starten. Nun werden Sensordaten

## 9.4 Initialisierungsbildschirm

---

gegen die konfigurierte Montage des Roboterarms geprüft. Wird eine fehlende Übereinstimmung entdeckt (mit einer Toleranz von 30°), wird die Taste deaktiviert und unter ihr eine Fehlermeldung angezeigt.

Ist die Montageverifizierung bestanden, werden durch Tippen auf die 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.

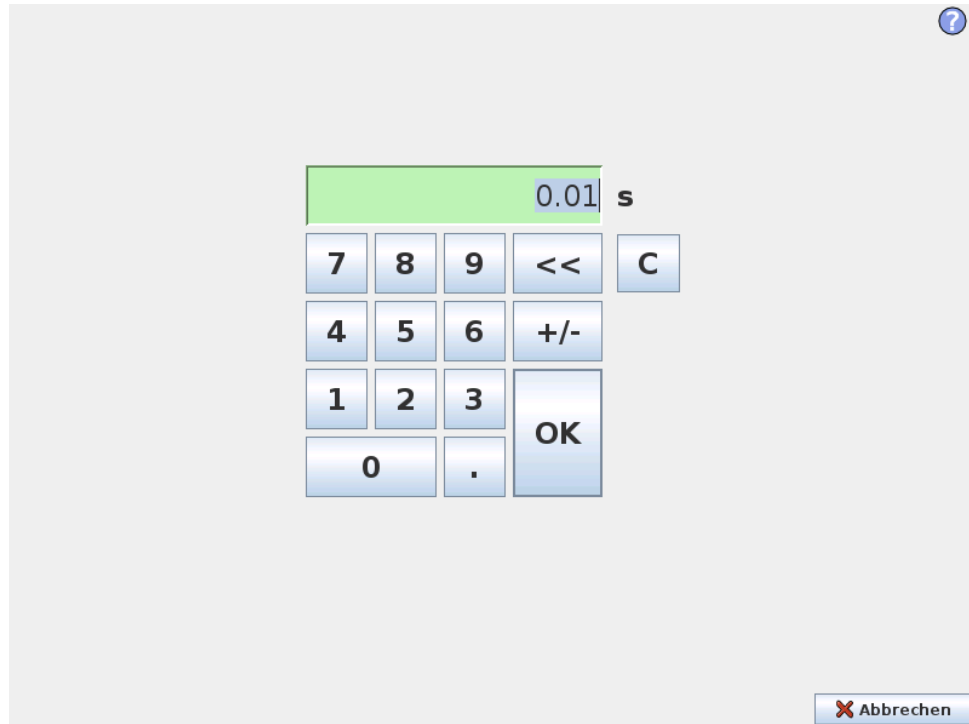
- Verletzt der Roboterarm eine der Sicherheitsgrenzen, nachdem er gestartet wird, arbeitet er in einem speziellen *Wiederherstellungsmodus*. In diesem Modus wird durch Tippen auf die Taste in einen Wiederherstellungsmodus gewechselt, in dem der Roboterarm in die Sicherheitsgrenzen zurückbewegt werden kann.
- Tritt eine Störung auf, kann das Steuergerät mithilfe der Taste neugestartet werden.
- Wenn das Steuergerät momentan nicht läuft, wird es durch Tippen auf die Taste gestartet.

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



# 10 Bildschirm Editoren

## 10.1 Bildschirmnummernblock



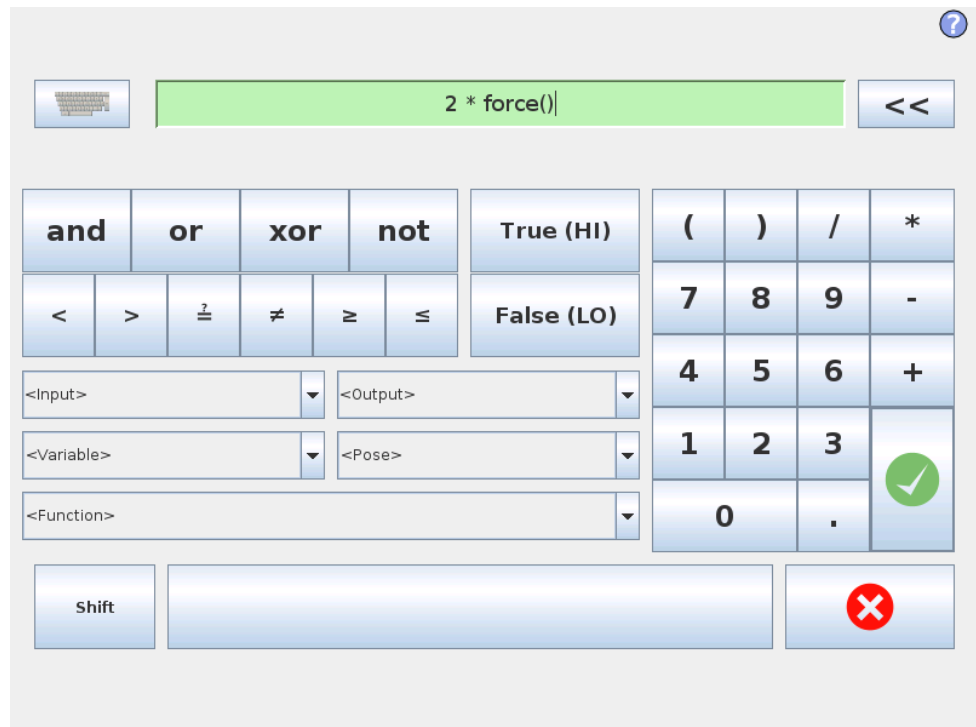
Einfache Zifferneingabe- und Bearbeitungsfunktion. In vielen Fällen wird die Einheit des eingegebenen Wertes neben dem Zahlenwert angezeigt.

## 10.2 Bildschirmtastatur



Einfache Texteingabe- und Bearbeitungsfunktion. Die Umschalt-Taste kann verwendet werden, um zusätzliche Sonderzeichen zu erhalten.

## 10.3 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  $\leq$  für kleiner gleich. Die Tastatursymbolschaltfläche oben rechts im Bildschirm schaltet auf Textbearbeitung des Ausdruckes um. Alle definierten Variablen sind in der Variablen enthalten, während die Namen der Ein- und Ausgangsanschlüsse in den Auswahl-funktionen Eingang und Ausgang zu finden sind. Einige Sonderfunktionen finden Sie unter Funktion.

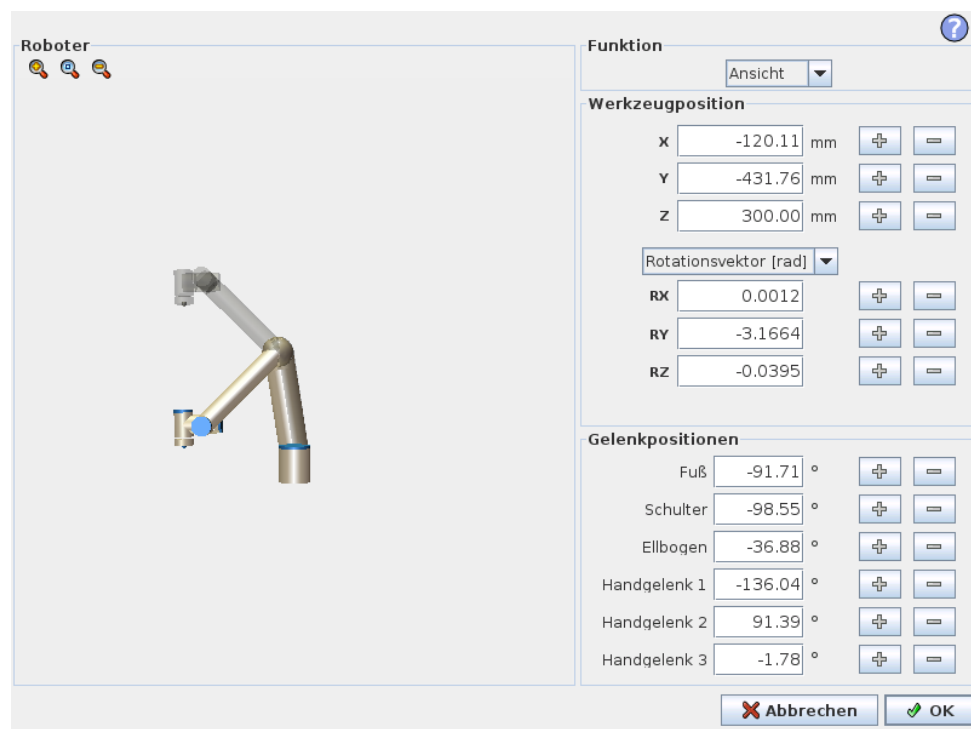
Der Ausdruck wird auf grammatische Fehler überprüfen, wenn Sie die Schaltfläche OK betätigen. Mit der Schaltfläche Abbrechen verlassen Sie den Bildschirm und verwerfen alle Änderungen.

Ein Ausdruck kann wie folgt aussehen:

```
digital.in[1] = True and analog.in[0] < 0.5
```

## 10.4 Posenbearbeitungsbildschirm

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



### 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, und der „Schatten“ des Roboterarms zeigt die Zielposition des Roboterarms, die durch die festgelegten Werte auf der rechten Bild-

schirmseite 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 Auslöseebene nahe ist oder die Ausrichtung des Roboterwerkzeugs sich nahe am Limit der Werkzeugausrichtungsgrenze (siehe 14.11) 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 Ebene Normal steht, was angibt, auf welcher Seite der Ebene der Roboter-TCP positioniert werden darf. Auslöseebenen werden in Blau und Grün zusammen mit einem kleinen Pfeil angezeigt, der auf die Seite der Ebene zeigt, auf der die Grenzen des Modus *Normal* (siehe 14.5) 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 Grenzlimes verletzt oder dem sehr nahe ist, wird die Visualisierung des Limits rot.

## Funktion und Werkzeugposition

Oben rechts im Bildschirm ist die Auswahlfunktion für die Funktionen zu finden. Die Funktion zur Auswahl von Merkmalen legt fest, auf welches Merkmal der Roboterarm gesteuert wird, während die darunter angeordneten Kästen den vollständigen Koordinatenwert für das Werkzeug in Relation zum ausgewählten Merkmal anzeigen. 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, RY und RZ, um die Ausrichtungsdarstellung auszuwählen. Die folgenden Typen stehen zur Verfügung:

- **Rotationvektor [rad]** Die Ausrichtung wird als *Rotationsvektor* angegeben. Die Länge der Achse entspricht dem zu drehenden Winkel in Radianen, 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]** *Rollen-, Anstellen- und Gieren-Winkel (RPY)*, die als Radianen angegeben werden. Die RPY-Rotationsmatrix (X-, Y-, Z"-Rotation) wird angegeben durch:

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- **RPY [°]** *Rollen-, Anstellen- und Gieren-Winkel (RPY)*, die in Grad angegeben werden.

Die Werte können bearbeitet werden, indem Sie auf die Koordinate klicken. 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, umso mehr wird der Wert erhöht oder verringert.

---

## Gelenkpositionen

Ermöglicht die direkte Festlegung der einzelnen Gelenkpositionen. Jede Gelenkposition kann einen Wert im Bereich von  $-360^\circ$  bis  $+360^\circ$  aufweisen, wobei es sich um die *Gelenkgrenzen* handelt. Die Werte können bearbeitet werden, indem Sie auf die Gelenkposition klicken. 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, umso mehr wird der Wert erhöht oder verringert.

---

## Schaltfläche „OK“

Wenn dieser Bildschirm auf der Registerkarte „Bewegen“ aktiviert wurde (siehe 11.1), gelangen Sie durch Klicken auf die Schaltfläche „OK“ zurück auf die Registerkarte „Bewegen“, auf der 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 der Roboterarm mithilfe der Bewegungsart *FahreAchse* in die Zielposition, wenn zuletzt eine Gelenkposition festgelegt wurde. Die unterschiedlichen Bewegungsarten werden im Abschnitt 12.5 erklärt.

---

## Schaltfläche „Abbrechen“

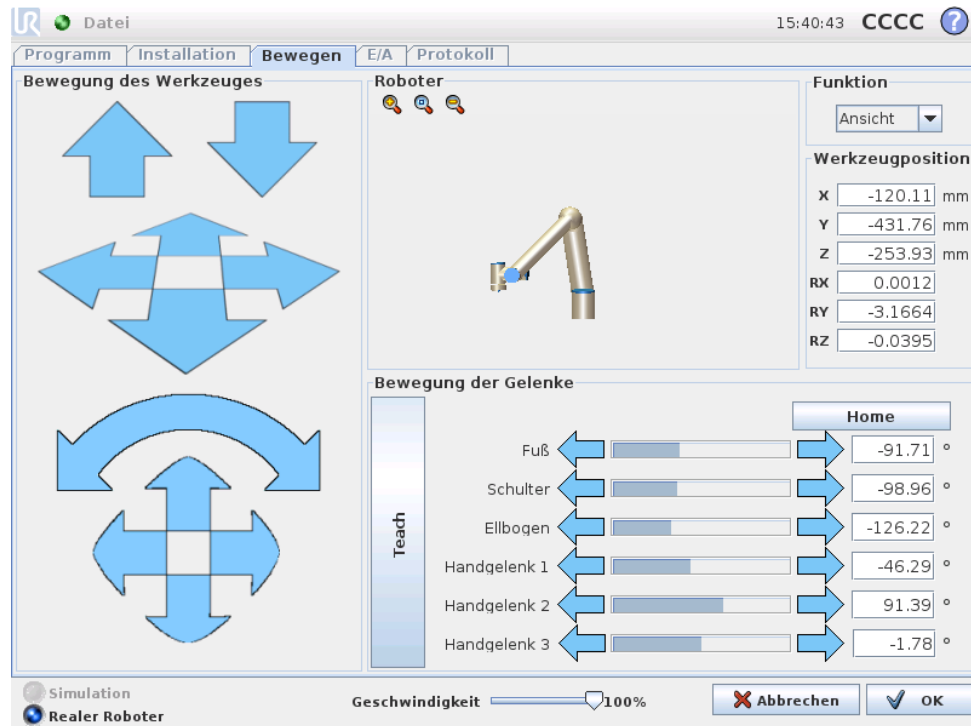
Mit der Schaltfläche „Abbrechen“ verlassen Sie den Bildschirm und verwerfen alle Änderungen.



# 11 Roboter Steuerung

## 11.1 Registerkarte „Bewegen“

Mit diesem Bildschirm können Sie den Roboterarm immer direkt bewegen (ruckweise einstellen), entweder durch Versetzung/Drehung des Roboterwerkzeugs oder durch Bewegung der einzelnen Roboterelkenke.



### 11.1.1 Roboter

Die aktuelle Position des Roboterarms wird mit einer 3D-Grafik angezeigt. Betätigen Sie 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.

Wenn die aktuelle Position des Roboter-TCP sich einer Sicherheits- oder Auslöseebene nähert oder die Ausrichtung des Roboterwerkzeugs sich nahe am Limit der Werkzeugausrichtungsgrenze (siehe 14.11) befindet, wird eine 3D-Darstellung des Näherungslimits der Grenze 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 Ebene Normal steht, was angibt, auf welcher Seite der Ebene der Roboter-TCP positioniert werden darf. Auslöseebenen werden in Blau und Grün zusammen mit einem kleinen Pfeil angezeigt, der auf die Seite der Ebene

zeigt, auf der die Grenzen des Modus *Normal* (siehe 14.5) 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. Wenn der TCP ein Grenzlimit verletzt oder dem sehr nahe ist, wird die Visualisierung des Limits rot.

---

### 11.1.2 Funktion und Werkzeugposition

Oben rechts im Bildschirm ist die Auswahlfunktion für die Funktionen zu finden. Sie legt fest, auf welches Merkmal der Roboterarm gesteuert wird, während die darunter angeordneten Kästen den vollständigen Koordinatenwert für das Werkzeug in Relation zum ausgewählten Merkmal anzeigen.

Werte können manuell durch Anklicken der Koordinaten oder der Gelenkpositionen bearbeitet werden. Dies führt Sie auf den Posenbearbeitungsbildschirm (siehe 10.4), auf dem Sie eine Zielposition und die Ausrichtung des Werkzeugs oder der Zielgelenkpositionen angeben.

---

### 11.1.3 Bewegung des Werkzeuges

- Das Gedrückthalten eines Bewegungspfeils (oben) bewegt die Werkzeugspitze des Roboters in die angegebene Richtung.
- Das Gedrückthalten eines Drehungspfeils (Taste) 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 auf dem Roboterwerkzeug ergibt. Der TCP wird kleine blaue Kugel dargestellt.

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

---

### 11.1.4 Bewegung der Gelenke

Ermöglicht die direkte Steuerung der einzelnen Gelenke. Jedes Gelenk kann sich von  $-360^\circ$  bis  $+360^\circ$  bewegen. Dies sind die standardmäßigen *Gelenkgrenzen*, die für jedes Gelenk durch eine horizontale Leiste dargestellt werden. Wenn ein Gelenk seine Grenze erreicht, kann es sich nicht weiter weg bewegen. Wenn die Grenzen für ein Gelenk mit einem Positionsbereich konfiguriert wurden, der sich vom Standard (siehe 14.10) unterscheidet, wird dieser Bereich auf der horizontalen Leiste in Rot angezeigt.

---

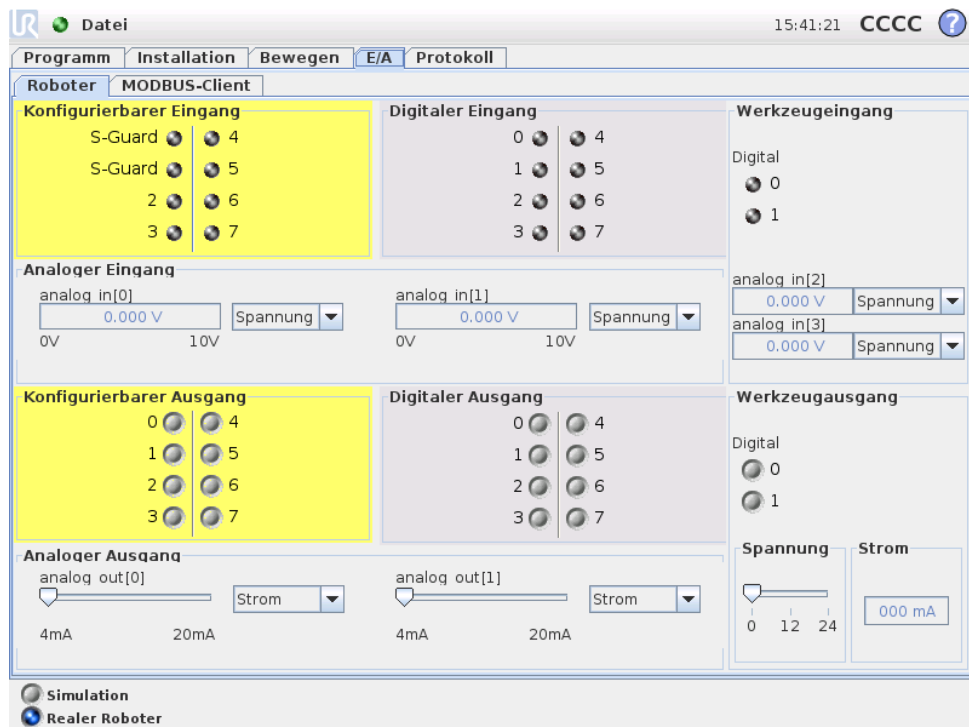
### 11.1.5 Teach

Wenn die Schaltfläche *Teach*-Taste gedrückt wird, kann der Roboterarm angefasst und an die gewünschte Stelle gezogen werden. Wenn die Gravitationseinstellung (siehe 11.7) auf der Registerkarte *Setup* falsch ist oder wenn der Roboterarm eine schwere Last trägt, kann sich der Roboter bewegen (fallen), wenn die *Teach*-Taste gedrückt wird. Lassen Sie die *Teach*-Taste 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 Teach-Taste bedient wird. Sind diese Einstellungen falsch, wird sich der Roboterarm bewegen, wenn die Teach-Taste aktiviert wird.
3. Die Teach-Funktion (Impedanz/Zurückfahren) sollte nur bei Installationen verwendet werden, in denen die Risikobewertung dies zulässt. Werkzeuge und Hindernisse sollten keine scharfen Kanten oder Klemmpunkte haben. Stellen Sie sicher, dass sich niemand in der Reichweite des Roboterarms befindet.

## 11.2 Registerkarte E/A



In diesem Bildschirm können Sie die spannungsführenden E/A-Signale vom/zum Robotersteuergerät stets überwachen und einstellen. Der Bildschirm zeigt den aktuellen Zustand der Ein- und Ausgänge an, einschließlich während der Programmausführung. Wenn sich während der Ausführung des Programms Änderungen ergeben, hält das Programm an. Wenn ein Programm anhält, behalten alle Ausgangs-

signale ihren Status bei. Der Bildschirm wird bei nur 10 Hz aktualisiert, sodass ein sehr schnelles Signal eventuell nicht richtig angezeigt wird.

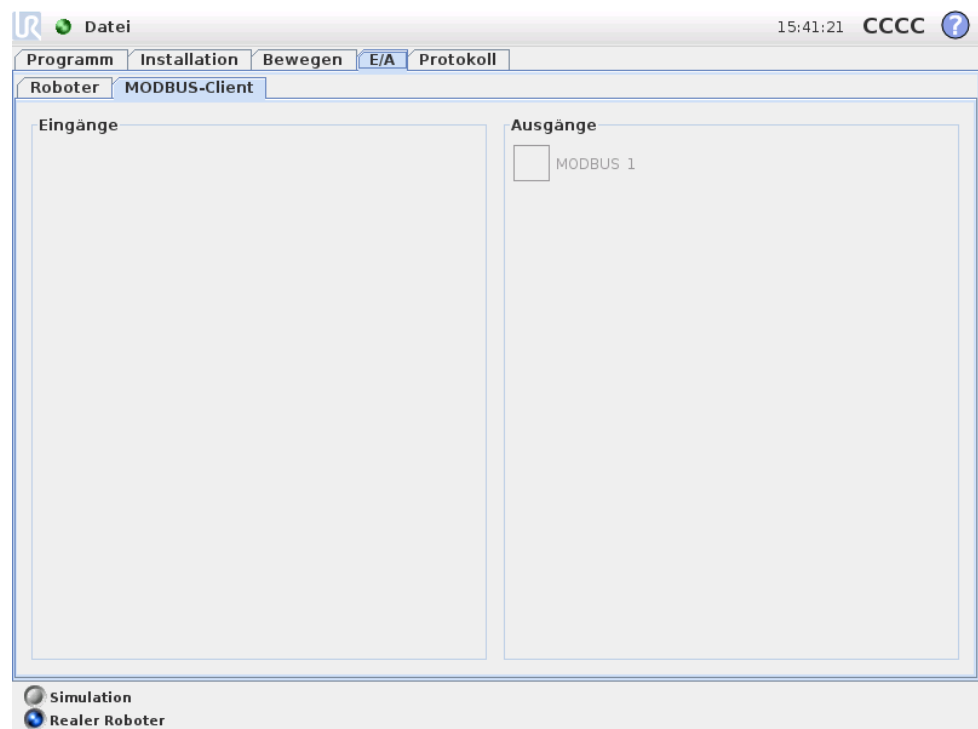
Konfigurierbare E/A können reserviert werden für spezielle Sicherheitseinstellungen, die im Abschnitt Sicherheits-E/A-Konfiguration der Installation (siehe 14.12) definiert sind; reservierte E/A tragen den Namen der Sicherheitsfunktion anstatt dem Namen des Standards oder einen benutzerdefinierten Namen. Konfigurierbare Ausgänge, die für Sicherheitseinstellungen reserviert sind, können nicht bedient werden und werden nur als LEDs angezeigt.

Die elektrischen Angaben der Signale sind im Benutzerhandbuch beschrieben.

**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 Steuergeräts des Roboters bei der Speicherung eines Programms gespeichert.

## 11.3 MODBUS-Client-E/A

Hier werden die digitalen E/A-Signale des MODBUS-Client angezeigt, wie sie in der Installation eingegeben wurden. Bei einem Verlust der Signalverbindung wird der entsprechende Eintrag auf dem Bildschirm deaktiviert.



### Eingänge

Rufen Sie den Status der digitalen MODBUS-Eingänge auf.

### Ausgänge

Rufen Sie den Status der digitalen MODBUS-Ausgänge auf und schalten Sie zwischen ihnen um. Ein Signal kann nur umgeschaltet werden, wenn die Auswahl für

die Steuerung durch die Registerkarte „E/A“ (beschrieben unter 11.8) dies zulässt.

## 11.4 Registerkarte „AutoMove“

Die Registerkarte „AutoMove“ wird eingesetzt, wenn sich der Roboter in eine bestimmte Position innerhalb seines Arbeitsbereiches bewegen muss. Beispielsweise wenn der Roboterarm sich in die Startposition eines Programms bewegen muss, bevor es ausgeführt wird, oder wenn er sich während des Ändern eines Programms zu einem Wegpunkt begibt.



### 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 Hindernisse zu treffen.



#### VORSICHT:

Die AutoMove-Funktion bewegt sich im Gelenkraum, nicht im linearen (Kartesischen) Raum. Kollisionen können den Roboter oder andere Geräte beschädigen.

### Auto

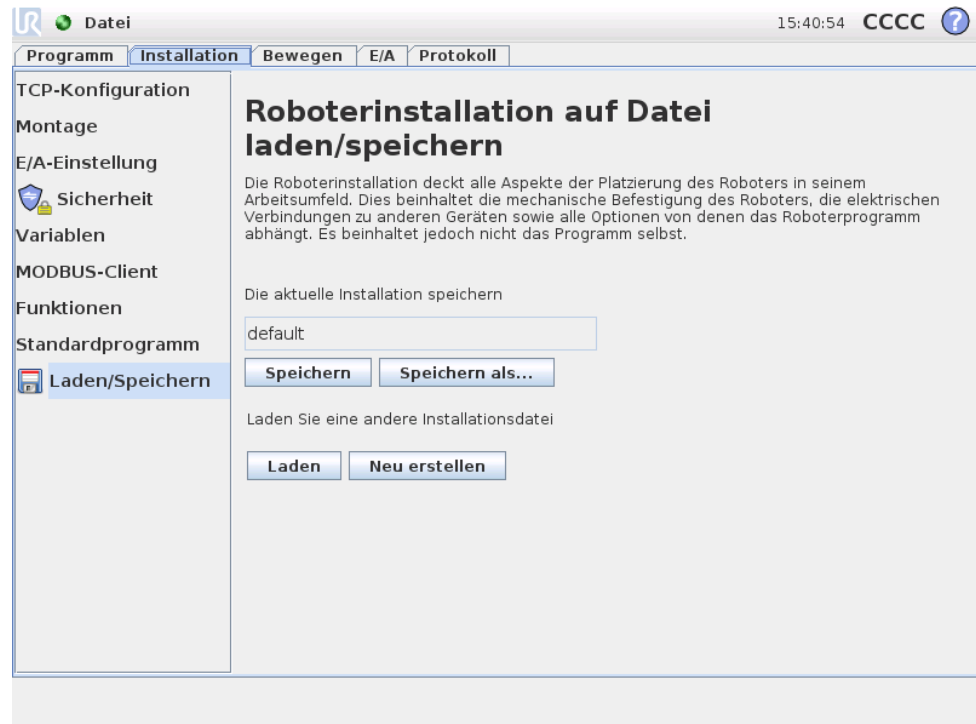
Halten Sie die Schaltfläche **Auto** gedrückt, um den Roboterarm wie in der Animation zu bewegen. Hinweis: *Lassen Sie die Schaltfläche los, um die Bewegung jederzeit zu*

stoppen!

## Manuell

Drücken Sie die Schaltfläche **Manuell**, um zur Registerkarte **„Bewegen“** zu gelangen, wo der Roboter manuell bewegt werden kann. Dies ist nur erforderlich, wenn die Bewegung in der Animation nicht bevorzugt wird.

## 11.5 Installation → Laden/Speichern



Die Roboterinstallation deckt alle Aspekte dessen ab, wie der Roboterarm und das Steuergerät 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 der Registerkarte **Installation** vorgenommen werden. Einstellungen für die **E/A**-Domänen werden in der Registerkarte **E/A** gemacht werden (siehe 11.2).

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

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

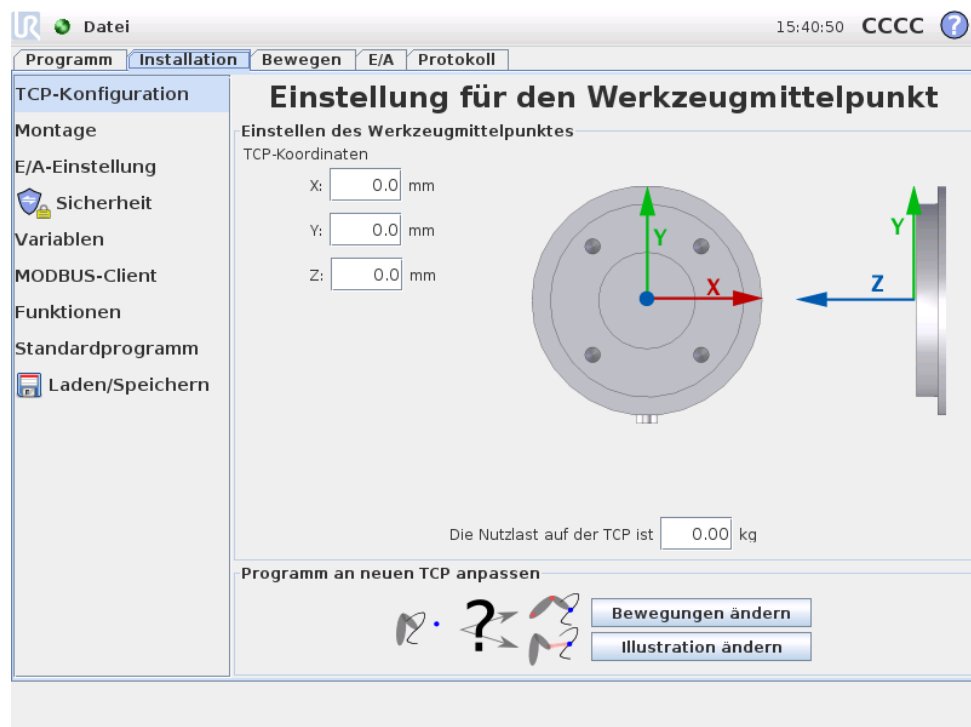
Eine Installation kann durch Drücken der Tasten **Speichern** oder **Speichern als...** gespeichert werden. Alternativ wird die aktive Installation durch das **Spei-**

chern eines Programms gespeichert. Nutzen Sie die Taste **Laden**, um eine andere Installationsdatei zu laden. Die Taste **Neu erstellen** setzt alle Einstellungen in der Roboterinstallation auf Werkstandard zurück.

**VORSICHT:**

Die Verwendung des Roboters mit einer von einem USB-Laufwerk geladenen Installation wird nicht empfohlen. Um eine Installation, die auf einem USB-Laufwerk gespeichert ist, auszuführen, laden Sie sie zuerst und speichern Sie sie dann im lokalen Ordner **Programme** mithilfe der Schaltfläche **Speichern als...**

## 11.6 Installation → TCP-Konfiguration



Der *Werkzeugmittelpunkt* (TCP) ist der Punkt am Ende des Roboterarms, der einen charakteristischen Punkt auf dem Roboterwerkzeug ergibt. Wenn sich der Roboterarm linear bewegt, bewegt sich dieser Punkt auf einer geraden Linie. Darüber hinaus ist die Bewegung des TCP auf der Registerkarte „Grafik“ visualisiert. Der TCP wird bezogen auf die Mitte des Werkzeugausgangsflansches angegeben (siehe Informationen auf den Bildschirmgrafiken).

**WARNUNG:**

Vergewissern Sie sich, dass Sie die korrekten Installationseinstellungen verwenden. Speichern und laden Sie die Installationsdateien zusammen mit dem Programm.

Die beiden Schaltflächen unten im Bildschirm sind wichtig, wenn der TCP verändert wird.

- Die Option „Bewegungen ändern“ berechnet alle Positionen im Roboterprogramm neu, sodass diese dem neuen TCP entsprechen. Dies ist wichtig, wenn die Form oder die Größe der Werkzeuge geändert wurde.
- Die Option „Grafiken ändern“ zeichnet die Grafiken des Programms neu, sodass diese dem neuen TCP entsprechen. Dies ist wichtig, wenn der TCP ohne physikalische Änderungen am Werkzeug geändert wurde.

## 11.7 Installation → Montage



Hier kann die Montage des Roboterarms vorgegeben werden. Dies dient zwei Zwecken:

1. Die richtige Darstellung des Roboterarms auf dem Bildschirm.
2. Das Steuergerät wird über die Richtung der Gravitationskraft informiert.

Das Steuergerät verwendet ein erweitertes Dynamikmodell, um dem Roboterarm fließende und genaue Bewegungen zu verleihen und den Roboterarm sich im Modus *Lernen* selbst halten zu lassen. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, dass die Montage des Roboterarms korrekt eingestellt ist.



### WARNUNG:

Wenn die Montage des Roboterarms nicht richtig eingestellt wird, kann dies zu häufigen Sicherheitsstopps führen und/oder eine Bewegung des Roboterarms beim Drücken der „Teach“ Taste zur Folge haben.

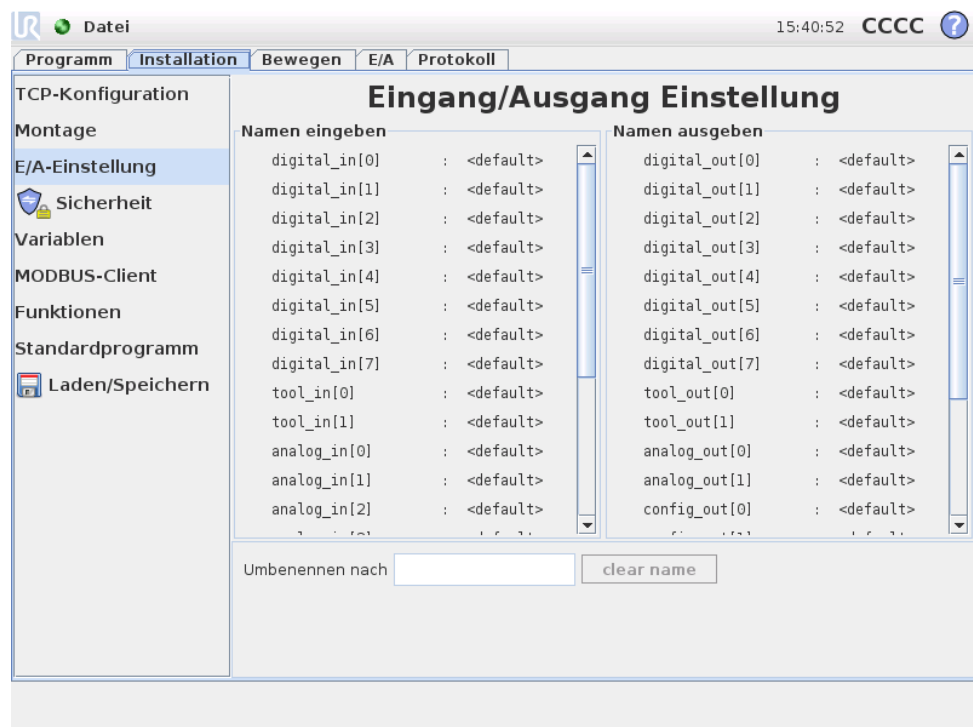
Standardmäßig wird der Roboterarm auf einem flachen Tisch oder Untergrund montiert, wobei keine Änderungen in diesem Bildschirm erforderlich werden. Wenn der Roboterarm jedoch *an der Decke*, *an der Wand* oder in einem Winkel montiert wird, muss dies mithilfe der Tasten angepasst werden. Die Schaltflächen auf der rechten Seite des Bildschirms dienen der Einstellung des Winkels der Roboterarmmontage. Die drei Schaltflächen auf der rechten oberen Seite stellen den Winkel für *Decke* (180°), *Wand* (90°), *Boden* (0°). Die Schaltflächen *Neigen* können zur Einstellung eines willkürlichen Winkels eingesetzt werden. Die Schaltflächen im unteren Teil des Bildschirms werden zur Drehung der Montage des Roboterarms eingesetzt, um der eigentlichen Montage zu entsprechen.



**WARNUNG:**

Vergewissern Sie sich, dass Sie die korrekten Installationseinstellungen verwenden. Speichern und laden Sie die Installationsdateien zusammen mit dem Programm.

## 11.8 Installation → E/A-Einstellung



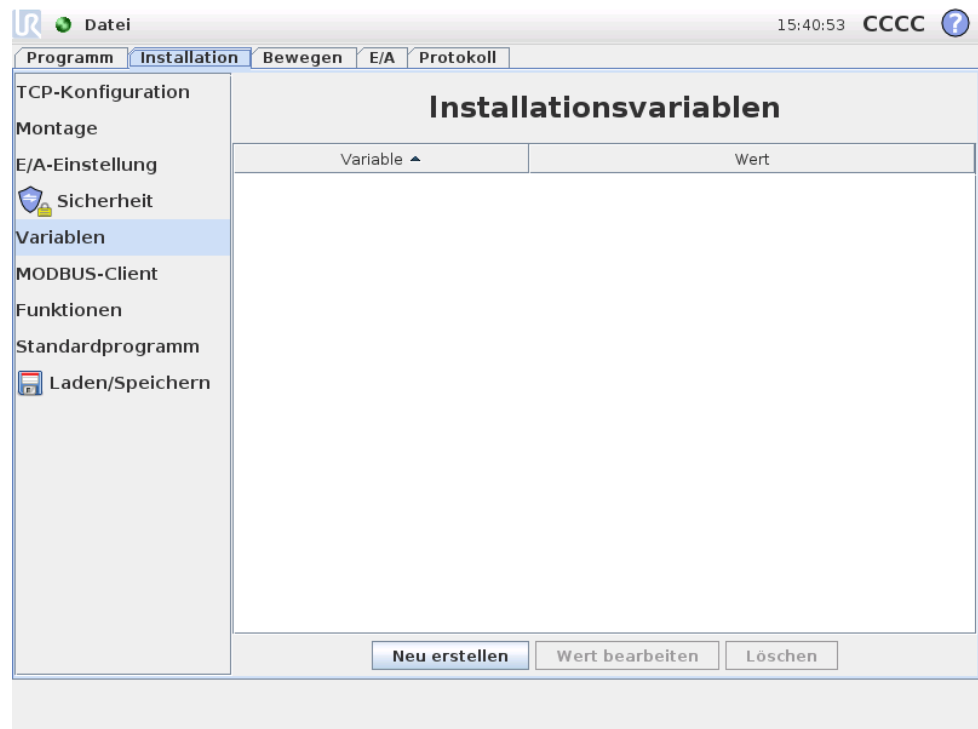
Eingangs- und Ausgangssignalen können Namen gegeben werden. So ist es bei der Arbeit mit dem Roboter einfacher zu erkennen, wofür das Signal verwendet wird. Wählen Sie einen E/A, indem Sie auf ihn klicken, und legen Sie den Namen über die Bildschirmtastatur fest. Sie können den Namen zurücksetzen, indem Sie nur Leerzeichen eingeben.

Wenn ein Ausgang ausgewählt wird, werden einige Optionen aktiviert. Mithilfe des Kontrollkästchens kann der Standardwert für den Ausgang entweder auf niedrig oder hoch gesetzt werden. Das bedeutet, dass der Ausgang auf diesen Wert gesetzt wird, wenn ein Programm nicht läuft. Wenn das Kontrollkästchen nicht aktiviert wird, behält der Ausgang nach Programmende seinen aktuellen Zustand bei. Es kann darüber hinaus vorgegeben werden, ob ein Ausgang über die Registerkarte „E/A“ gesteuert (entweder durch Programmierer oder Bediener und Programmierer) oder ob der Ausgangswert nur durch Roboterprogramme geändert werden kann.

## 11.9 Installation → Sicherheit

Siehe Kapitel 14.

## 11.10 Installation → Variablen



Hier erstellte Variablen werden Installationsvariablen genannt und können wie normale Programmvariablen verwendet werden. Installationsvariablen sind speziell, da sie ihren Wert beibehalten, selbst wenn ein Programm gestoppt und dann wieder gestartet wird und wenn der Roboterarm/das Steuergerät aus- und dann wieder eingeschaltet wird. Ihre Namen und Werte werden mit der Installation gespeichert. Deshalb ist es möglich, die gleiche Variable in mehreren Programmen zu verwenden.

**Neue Installationsvariable erstellen**

Name	=	Wert
i_Var_1	=	

Durch Betätigen von **Neu erstellen** wird ein Feld mit einem Namensvorschlag für die neue Variable geöffnet. Der Name kann geändert bzw. sein Wert eingegeben werden, indem das Textfeld berührt wird. Die Taste **OK** kann nur geklickt werden, wenn der neue Name nicht bereits in dieser Installation verwendet wird.

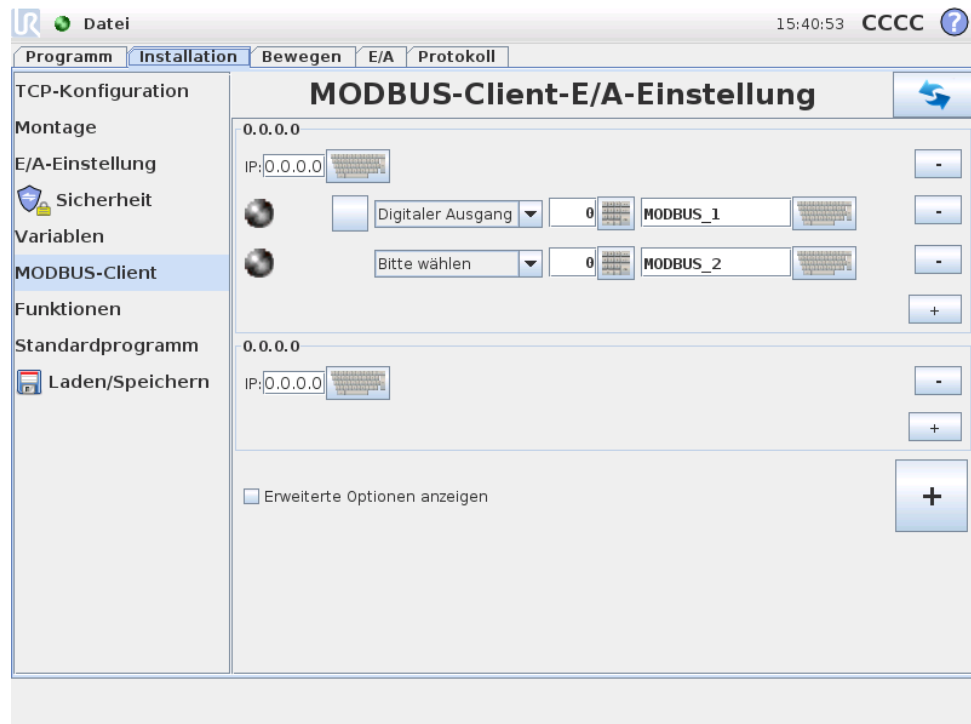
Es ist möglich, den Wert einer Installationsvariable zu ändern, indem die Variable in der Liste markiert und dann auf **Wert bearbeiten** geklickt wird.

Wählen Sie zum Löschen einer Variable diese aus der Liste aus, und klicken Sie auf **Löschen**.

Nach dem Konfigurieren der Installationsvariablen muss die Installation selbst gespeichert werden, um diese Konfiguration beizubehalten. Siehe 11.5. Die Installationsvariablen und deren Werte werden so alle 10 Minuten automatisch gespeichert.

Wenn ein Programm oder eine Installation geladen wird und eine oder mehrere der Programmvariablen denselben Namen wie die Installationsvariablen haben, werden dem Benutzer zwei Optionen zur Behebung dieses Problems angeboten: er kann entweder die Installationsvariablen desselben Namens anstelle der Programmvariable verwenden oder die in Konflikt zueinander stehenden Variablen automatisch umbenennen lassen.

## 11.11 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 (Registern oder digital) erstellt werden. Jedes Signal hat einen einmaligen Namen, damit es in Programmen verwendet werden kann.

---

## Aktualisieren

Drücken Sie auf diese Schaltfläche, um alle MODBUS-Verbindungen zu aktualisieren.

---

## Einheit hinzu

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.

---

## Signal hinzu

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 Auswahlménü, um den Signaltyp auszuwählen. Die folgenden Typen stehen zur Verfügung:

- **Digitaleingang:** Ein digitaler Eingang ist eine Ein-Bit-Menge, die von der MODBUS-Einheit an der Spule abgelesen wird, die im Adressfeld des Signals angegeben ist. Funktionscode 0x02 (diskrete Ausgänge lesen) wird eingesetzt.
- **Digitalausgang:** Ein digitaler Ausgang (Spule) ist eine Ein-Bit-Menge, die auf hoch oder niedrig 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 (Spulen lesen) verwendet wird. Wenn der Ausgang entweder durch ein Roboterprogramm oder durch Betätigung der Schaltfläche „Signalwert setzen“ gesetzt wurde, wird ab dann der Funktionscode 0x05 (Einzelne Spule schreiben) eingesetzt.

- **Registereingang:** Ein Registereingang ist eine 16-Bit-Menge, die von der Adresse abgelesen wird, die im Adressfeld angegeben ist. Der Funktionscode 0x04 (Eingangsverzeichnisse lesen) 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 (Halteverzeichnisse lesen) verwendet wird. Wenn der Ausgang entweder durch ein Roboterprogramm oder durch Betätigung der Schaltfläche „Signalwert setzen“ gesetzt wurde, wird der Funktionscode 0x06 (Einzelnes Register schreiben) eingesetzt, um den Wert auf der dezentralen MODBUS-Einheit zu setzen.

---

## 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.

---

## 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). Wenn eine MODBUS-Ausnahmeantwort empfangen wird, 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.

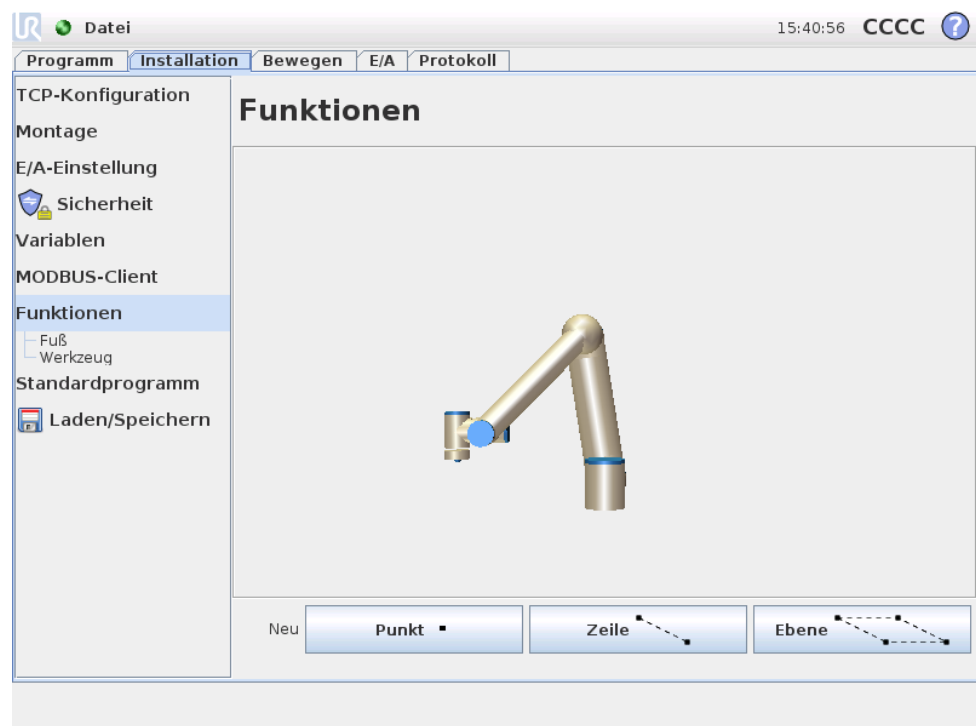
### Erweiterte Optionen anzeigen

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 das dezentrale MODBUS-Steuengerät geschickt werden, um den Signalwert entweder zu lesen oder zu schreiben.
- **Slave-Adresse:** 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 MODBUS-Geräts zu konsultieren, um seine Funktion zu prüfen, wenn die Slave-Adresse geändert wird.

## 11.12 Installation → Funktionen



Kunden, die Industrieroboter kaufen, möchten allgemein in der Lage sein, einen Roboterarm zu steuern oder zu betätigen und den Roboterarm in Relation zu verschiedenen Objekten und Grenzen in der Umgebung des Roboterarms zu programmieren, wie beispielsweise Maschinen, Objekte oder Formlinge, Aufsätze, Förderer, Paletten oder Sichtsysteme. Traditionell erfolgt dies durch die Definition von „Rahmen“ (Koordinatensysteme), die einen Bezug zwischen dem internen Koordinatensystem des Roboterarms (das grundlegende Koordinatensystem) und dem Koordinatensystem des relevanten Objektes herstellen. Ein Bezug kann sowohl zu „Werkzeugkoordinaten“ als auch zu den „Grundkoordinaten“ des Roboterarms hergestellt werden.

Ein Problem bei solchen Rahmen ist, dass ein bestimmtes Niveau an mathematischen Kenntnissen erforderlich ist, um solche Koordinatensysteme zu definieren, und dass dies mit erheblichem Zeitaufwand verbunden ist, selbst für einen Fachmann im Bereich Roboterprogrammierung und -installation. Oftmals umfasst diese Aufgabe die Berechnung von 4x4-Grundgerüsten. Insbesondere ist die Darstellung der Ausrichtung für eine Person schwierig, der es an der Erfahrung fehlt, die zum Verstehen dieses Problems erforderlich ist.

Häufig seitens der Kunden gestellte Fragen lauten beispielsweise:

- Ist es möglich, den Roboter um 4 cm vom Greifer meiner computergestützten numerisch gesteuerten (CNC) Maschine wegzubewegen?
- Ist es möglich, das Werkzeug des Roboters um 45 Grad bezogen auf den Tisch zu drehen?
- Können wir den Roboterarm vertikal nach unten mit dem Objekt bewegen, das Objekt loslassen und den Roboterarm anschließend wieder vertikal nach oben bewegen?

Die Bedeutung dieser und ähnlicher Fragen ist für einen durchschnittlichen Kunden sehr unkompliziert, der einen Roboter beispielsweise an verschiedenen Stationen einer Fertigungsanlage einsetzen will, und es erscheint einem Kunden mitunter Nerv tötend oder unverständlich, wenn man diesem erklärt, dass es auf solche *wichtigen* Fragen mitunter keine einfache Antwort gibt. Es gibt mehrere komplizierte Gründe dafür und um diese Probleme anzusprechen, hat Universal Robots einzigartige und einfache Wege entwickelt, mit denen ein Kunde den Standort mehrerer Objekte in Relation zum Roboterarm vorgeben kann. Mit weniger Schritten ist es daher möglich, genau das auszuführen, was in den oben stehenden Fragen gefragt wurde.

---

## Umbenennen

Diese Schaltfläche ermöglicht die Umbenennung einer Funktion.

---

## Löschen

Diese Schaltfläche löscht die ausgewählte Funktion und alle Unterfunktionen, sofern vorhanden.

## Achsen zeigen

Wählen Sie, ob die Koordinatenachsen der ausgewählten Funktion in der 3D-Grafik sichtbar sein sollen. Die Auswahl gilt für diesen Bildschirm und den Bildschirm „Bewegen“.

---

## Tippbetrieb

Wählen Sie, ob ein Tippbetrieb für die gewählte Funktion möglich sein soll. Dadurch wird festgelegt, ob die Funktion im Funktionsmenü im Bildschirm „Bewegen“ angezeigt wird.

---

## Variable

Wählen Sie, ob das ausgewählte Merkmal als Variable eingesetzt werden kann. Wenn diese Option gewählt ist, wird eine nach dem Namen des Merkmals benannte Variable gefolgt von „\_var“ bei der Bearbeitung von Roboterprogrammen verfügbar, und dieser Variablen kann ein neuer Wert in einem Programm zugewiesen werden, der dann zur Steuerung von Wegpunkten eingesetzt werden kann, die vom Wert des Merkmals abhängig sind.

---

## Position einstellen oder ändern

Verwenden Sie diese Schaltfläche, um die ausgewählte Funktion einzustellen oder zu ändern. Der Bildschirm „Bewegen“ erscheint und eine neue Position der Funktion kann eingestellt werden.

---

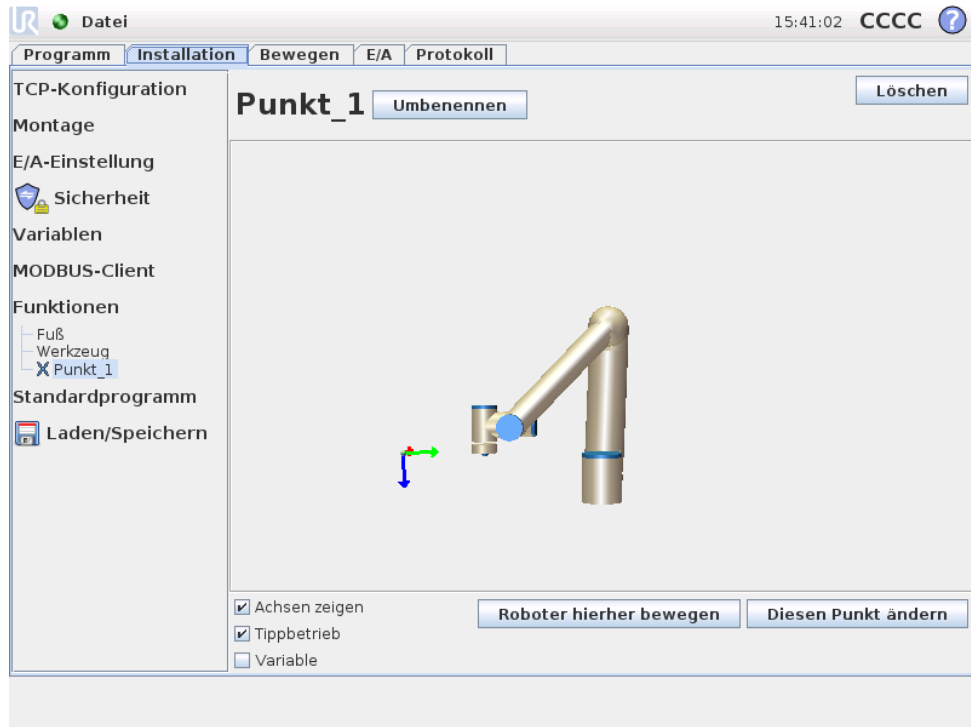
## Roboter auf Funktion bewegen

Wenn Sie diese Schaltfläche betätigen, bewegt sich der Roboterarm in Richtung der ausgewählten Funktion. Am Ende dieser Bewegung stimmen die Koordinatensysteme der Funktion und des TCP überein, ausgenommen einer Drehung um 180 Grad um die x-Achse.

---

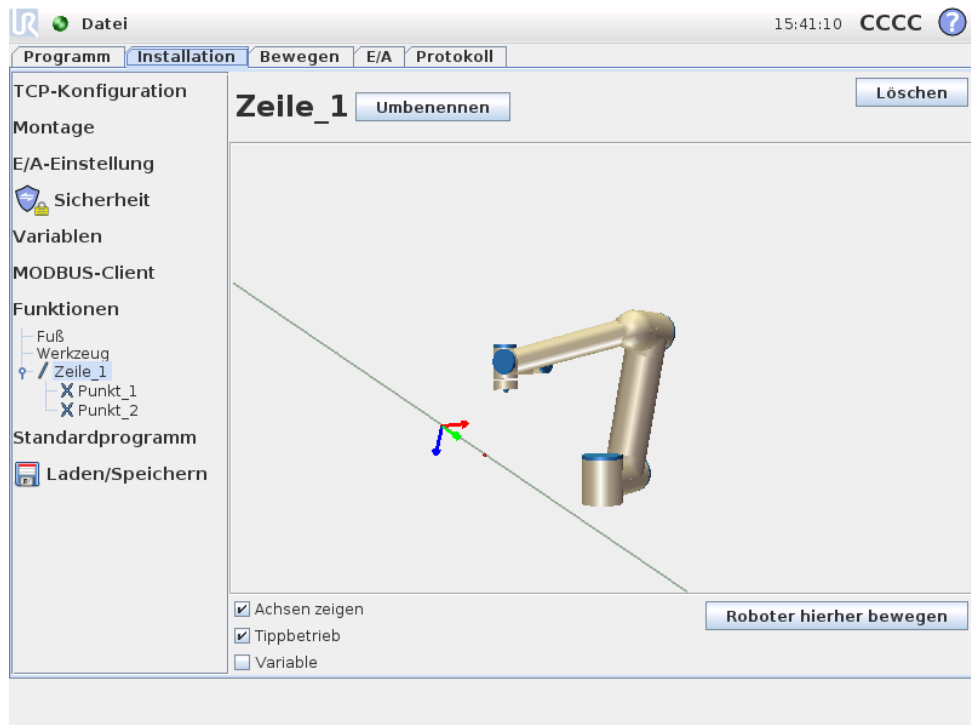
## Punkt hinzufügen

Betätigen Sie diese Schaltfläche, um eine Punktfunktion zur Installation hinzuzufügen. Die Position einer Punktfunktion wird als die Position des TCP dieses Punktes definiert. Die Ausrichtung der Punktfunktion ist dieselbe wie die TCP-Ausrichtung, mit der Ausnahme, dass das Koordinatensystem der Funktion um 180 Grad um seine x-Achse gedreht ist. Dadurch ist die z-Achse der Punktfunktion in die Gegenrichtung zur z-Achse des TCP an diesem Punkt ausgerichtet.



### Linie hinzufügen

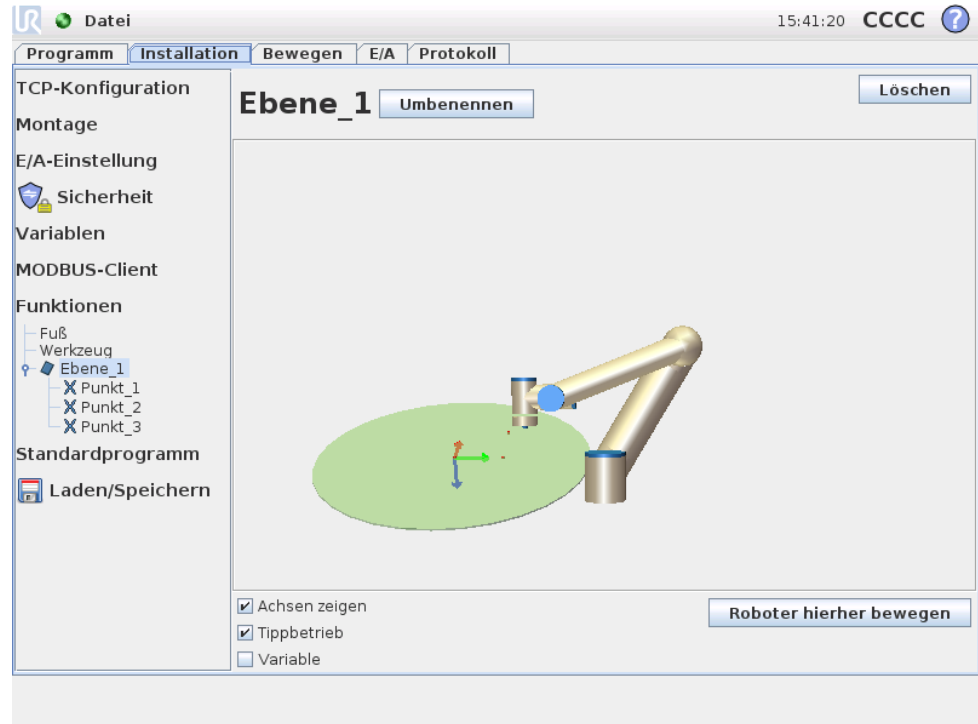
Betätigen Sie diese Schaltfläche, um eine Linienfunktion zur Installation hinzuzufügen. Eine Linie ist als eine Achse zwischen zwei Punktfunktionen definiert. Diese Achse ist vom ersten zum zweiten Punkt gerichtet und beschreibt die y-Achse des Koordinatensystems der Linie. Die z-Achse wird durch die Projektion der z-Achse des ersten Unterpunktes auf die senkrecht auf der Linie stehende Ebene definiert. Die Position des Koordinatensystems der Linie ist dieselbe wie die Position für den ersten Unterpunkt.



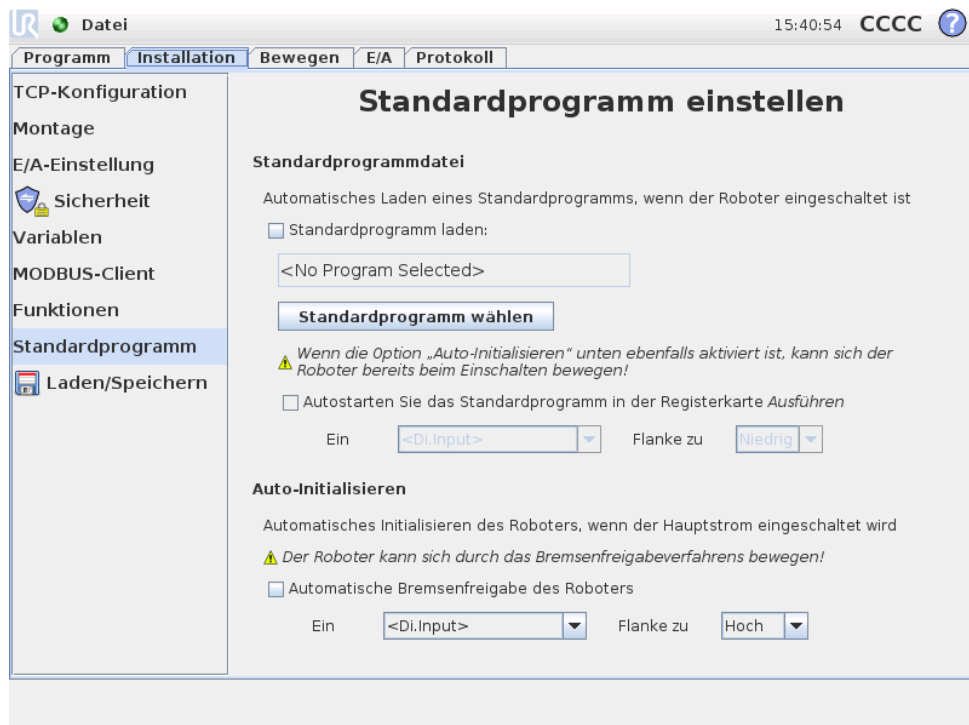
Copyright © 2009-2014 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

## Ebene hinzufügen

Betätigen Sie diese Schaltfläche, um eine Ebenenfunktion zur Installation hinzuzufügen. Eine Ebene ist durch drei Unterpunktfunktionen definiert. Die Position des Koordinatensystems ist dieselbe wie die Position für den ersten Unterpunkt. Die Z-Achse ist die Ebenennormale und die Y-Achse verläuft vom ersten Punkt in Richtung des zweiten Punktes. Die positive Richtung der Z-Achse ist so eingestellt, dass der Winkel zwischen der Z-Achse der Ebene und der Z-Achse des ersten Punktes kleiner als 180 Grad ist.



## 11.13 Installation → Standardprogramm



Dieser Bildschirm enthält Einstellungen für das automatische Laden und Starten eines Standardprogramms und für die Auto-Initialisierung des Roboterarms beim Einschalten.



### WARNUNG:

Wenn die drei Optionen Auto-Laden, Auto-Start und Auto-Initialisieren aktiviert sind, wird der Roboter mit der Ausführung des ausgewählten Programms beginnen, sobald das Steuergerät eingeschaltet wird.

### 11.13.1 Laden eines Standardprogramms

Ein Standardprogramm kann ausgewählt werden, das geladen werden soll, wenn das Steuergerät eingeschaltet wird. Darüber hinaus wird das Standardprogramm auch automatisch geladen, wenn der Bildschirm *Programm ausführen* (siehe 9.3) geöffnet wird und kein Programm geladen ist.

### 11.13.2 Starten eines Standardprogramms

Das Standardprogramm kann auf dem Bildschirm *Programm ausführen* automatisch gestartet werden. Wenn das Standardprogramm geladen wird und der spezifizierte Flankenübergang eines externen Eingangssignals erkannt wird, wird das Programm automatisch gestartet.

Bitte beachten Sie, dass beim Start die Ebene des Stromeingangssignals nicht definiert ist und das Programm sofort gestartet wird, sobald ein Übergang gewählt

wurde, der der Signalebene beim Start entspricht. Darüber hinaus wird die Auto-Startfunktion beim Verlassen des Bildschirms *Programm ausführen* oder beim Drücken der Stoptaste im *Dashboard* deaktiviert, bis die Taste „Ausführen“ noch einmal gedrückt wird.

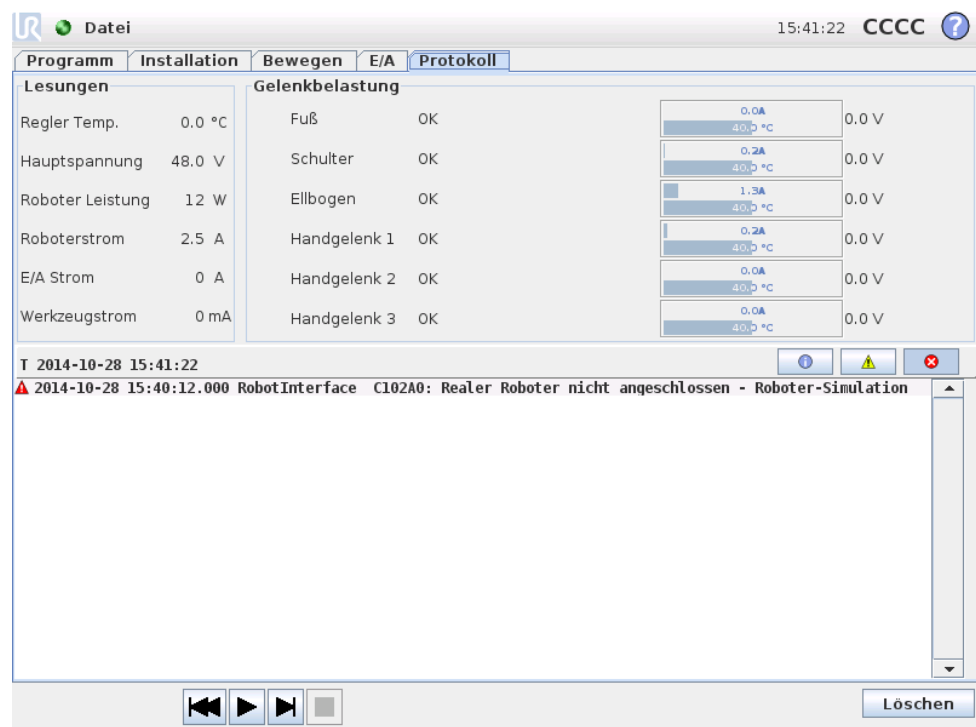
### 11.13.3 Auto-Initialisierung

Der Roboterarm kann automatisch initialisiert werden, zum Beispiel wenn das Steuergerät eingeschaltet ist. Auf dem spezifizierten Flankenübergang eines externen Eingangssignals wird der Roboterarm vollständig initialisiert, unabhängig vom sichtbaren Bildschirm.

Der letzte Schritt der Initialisierung ist die *Bremsenfreigabe*. Wenn der Roboter die Bremsen freigibt, bewegt er sich leicht und gibt ein Geräusch von sich. Darüber hinaus können die Bremsen nicht automatisch freigegeben werden, wenn die konfigurierte Montage nicht der erkannten Montage basierend auf den Sensordaten entspricht. In diesem Fall muss der Roboter auf dem Initialisierungsbildschirm manuell initialisiert werden (siehe 9.4).

Bitte beachten Sie, dass beim Start die Ebene des Stromeingangssignals nicht definiert ist und der Roboterarm sofort initialisiert wird, sobald ein Übergang gewählt wurde, der der Signalebene beim Start entspricht.

## 11.14 Registerkarte „Protokoll“



**Gesundheit des Roboters** Die obere Hälfte des Bildschirms zeigt die Gesundheit des Roboterarms und des Steuergeräts an. Der linke Teil zeigt Informationen im Zusammenhang mit dem Steuergerät des Roboters, während der rechte Teil Informationen zu jedem Roboterarmgelenk anzeigt. Jedes Roboterarmgelenk zeigt Informa-

tionen über die Motortemperatur und zur Elektronik, zur Belastung des Gelenkes und zur Spannung am Gelenk.

**Roboterprotokoll** In der unteren Hälfte des Bildschirms werden Protokollmeldungen angezeigt. Die erste Spalte kategorisiert den Schweregrad des Protokolleintrags. Die zweite Spalte zeigt die Eingangszeit einer Meldung. 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 gehören, gefiltert werden. Die Abbildung oben zeigt nun, 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.

---

## 11.15 Bildschirm „Laden“

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.



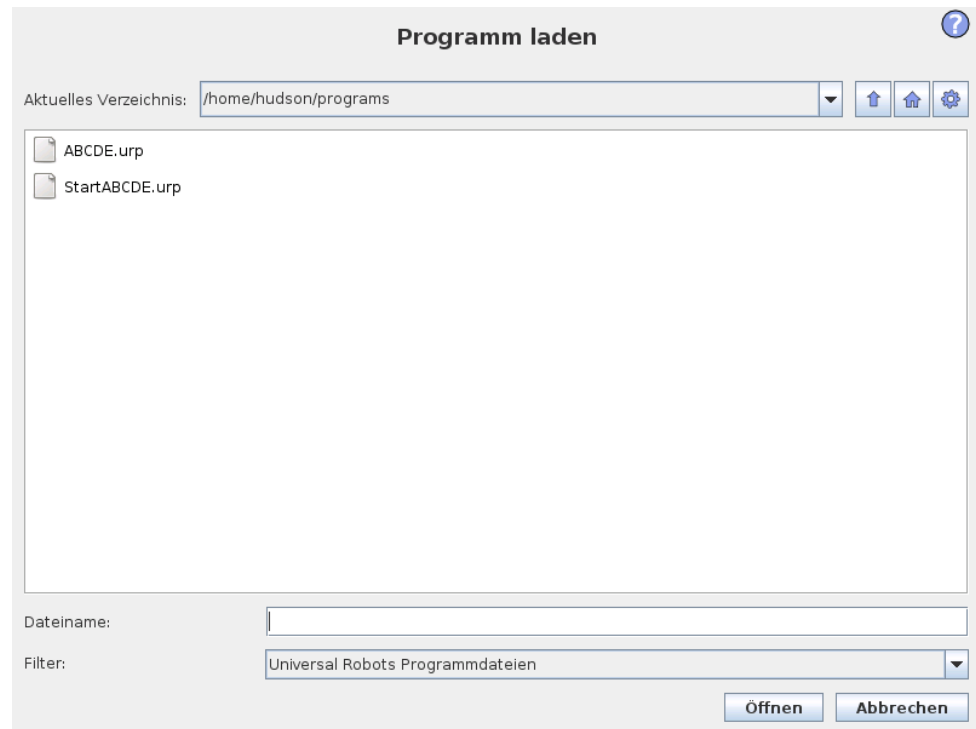
### HINWEIS:

Das Ausführen eines Programms von einem USB-Laufwerk aus wird nicht empfohlen. Um ein Programm, das auf einem USB-Laufwerk gespeichert ist, auszuführen, laden Sie es zuerst und speichern Sie es dann im lokalen Ordner `Programme` mithilfe der Option `Speichern als...` im Menü `Datei`.

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 `Programme` ausgeht, nicht verlassen. Der Benutzer kann in ein Unterverzeichnis wechseln, aber er kann nicht über den Ordner `Programme` hinaus gelangen.

Deshalb sind alle Programme in den Ordner „Programme“ und/oder in Unterordner unter dem Ordner „Programme“ zu speichern.

## Layout des Bildschirmes



Die Abbildung zeigt den eigentlichen Bildschirm Laden. Er besteht aus den folgenden wichtigen Bereichen und Schaltflächen:

**Pfadgeschichte** Die Pfadgeschichte 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.

Wenn in der Liste ein Ordnername ausgewählt wird, wechselt der Ladedialog zu diesem Verzeichnis und zeigt es im Dateiauswahlbereich 11.15 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.

Wenn der Benutzer doppelt auf ein Verzeichnis klickt, wechselt das Dialogfenster in diesen Ordner und zeigt die Inhalte an.

**Dateifilter** Durch die Verwendung des Dateifilters kann man die angezeigten Dateien so begrenzen, dass nur die gewünschten Dateitypen angezeigt werden. Durch Wahl von „Backup-Dateien“ zeigt die Dateiauswahlbereichsanzeige die 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.

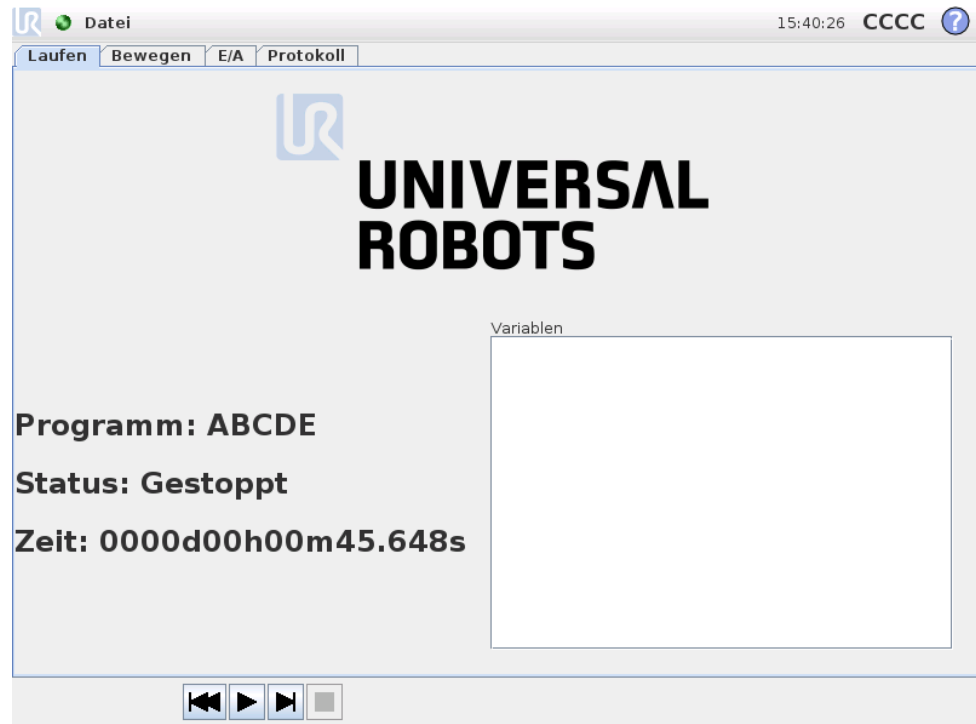
**Schaltfläche „Öffnen“** Durch Anklicken der Schaltfläche „Öffnen“ öffnet sich die aktuell ausgewählte Datei und das System kehrt zum vorhergehenden Bildschirm zurück.

**Schaltfläche „Abbrechen“** Durch Anklicken 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 der Verzeichnisstruktur und direkt in den Ordner „Programme“.

- Parent: 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.
- Gehe zu Ordner „Programme“: Zum Ausgangsbildschirm zurück
- Aktionen: Aktionen wie beispielsweise Verzeichnis erstellen, Datei löschen, usw.

## 11.16 Registerkarte „Laufen“



Diese Registerkarte bietet einen sehr einfachen Weg zur Bedienung des Roboterarms und des Steuergeräts, mit so wenig Schaltflächen und Optionen wie möglich. Dies kann sinnvoll mit einem Passwort kombiniert werden, das den Programmiererteil von PolyScope schützt (siehe 13.3), um den Roboter zu einem Werkzeug zu machen, das ausschließlich vorher geschriebene Programme ausführt.

Weiterhin kann in dieser Registerkarte, basierend auf dem Flankenübergang eines externen Eingangssignals, ein Standardprogramm automatisch geladen und gestartet werden (siehe 11.13). 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.

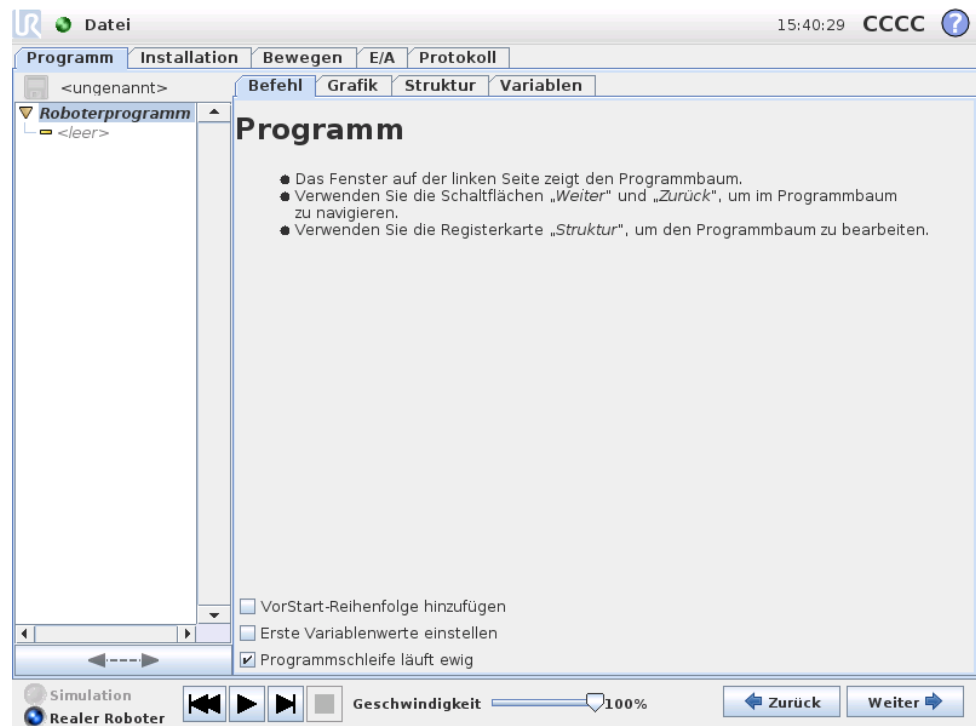
# 12 Programmierung

## 12.1 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.

## 12.2 Registerkarte „Programm“



Die Registerkarte „Programm“ zeigt das aktuell bearbeitete Programm.

Der *Programmbaum* 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 der Registerkarte *Struktur* eingegeben oder entfernt werden, wie beschrieben in 12.29. Der Programmname erscheint direkt über der Befehlsliste mit einem kleinen Symbol, das zur schnellen Speicherung des Programms angeklickt werden kann.

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 ist die erreichbare Höchstgeschwindigkeit für die Ausführung des Programms, ohne dass das Sicherheitssystem gestört wird.

Links vom *Dashboard* *Simulation* und *Real Robot* zwischen der Ausführung des Programms in einer Simulation oder am echten Roboter hin und her. Bei der Ausführung einer Simulation bewegt sich der Roboterarm nicht und kann deshalb

sich selbst und Geräte in der Nähe bei Zusammenstößen nicht beschädigen. Verwenden Sie die Simulationsfunktion zum Testen von Programmen, wenn Sie sich bzgl. der Bewegungen des Roboterarms unsicher sind.

**GEFAHR:**

1. Stellen Sie sicher, dass Sie sich außerhalb des Arbeitsbereichs des Roboters befinden, wenn die Taste `Abspielen` gedrückt wird. Die von Ihnen programmierte Bewegung könnte anders als erwartet sein.
2. Stellen Sie sicher, dass Sie sich außerhalb des Arbeitsbereichs des Roboters befinden, wenn die Taste `Schritt` gedrückt wird. Die Funktion der Taste `Schritt` kann schwer zu verstehen sein. Verwenden Sie sie nur, wenn es absolut notwendig ist.
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.

Während das Programm geschrieben wird, wird die daraus folgende Bewegung des Roboterarms mithilfe einer 3D-Zeichnung in der Registerkarte `Grafik` dargestellt, wie beschrieben in 12.28.

Neben jedem Programmbefehl befindet sich ein kleines Symbol, das entweder rot, gelb oder grün ist. Ein rotes Symbol bedeutet, dass ein Fehler in diesem Befehl vorliegt, gelb bedeutet, dass der Befehl nicht abgeschlossen ist, und grün bedeutet, dass alles in Ordnung ist. Ein Programm kann erst ausgeführt werden, wenn alle Befehle grün sind.

---

## 12.3 Variablen

Ein Roboterprogramm kann Variablen nutzen, um während der Laufzeit verschiedene Werte zu aktualisieren. Es stehen zwei Arten von Variablen zur Verfügung:

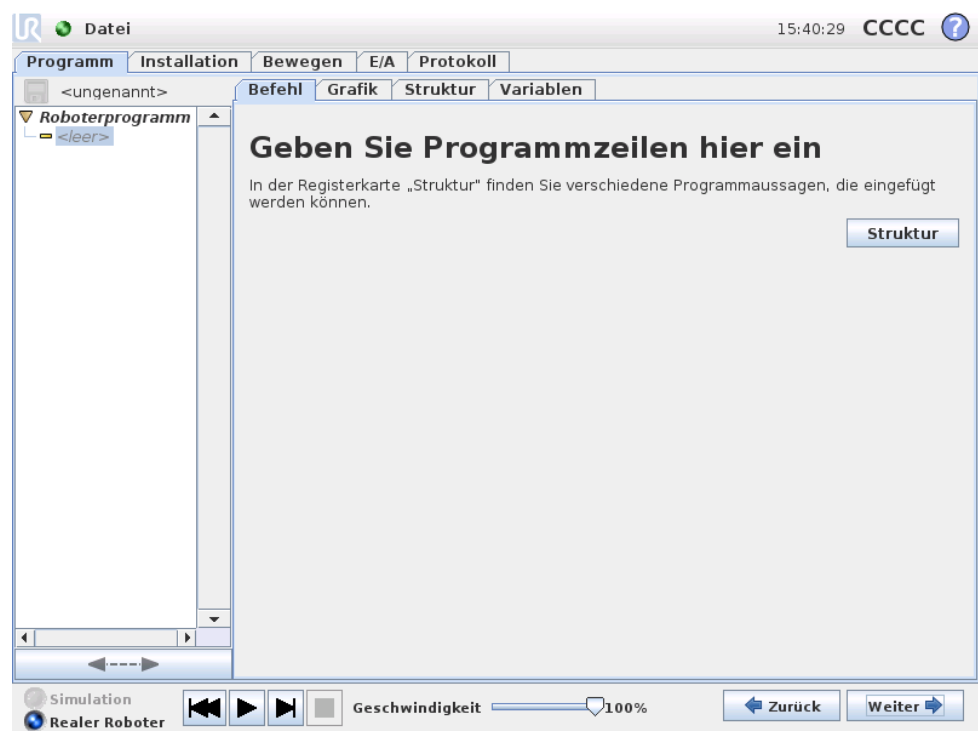
*Installationsvariablen:* Diese können von mehreren Programmen verwendet werden und ihre Namen und Werte werden zusammen mit der Roboterinstallation beibehalten (siehe 11.10 für weitere Details).

*Normale Programmvariablen:* Diese stehen nur dem laufenden Programm zur Verfügung und ihre Werte gehen verloren, sobald das Programm angehalten wird.

Die folgenden Arten von Variablen stehen zur Verfügung:

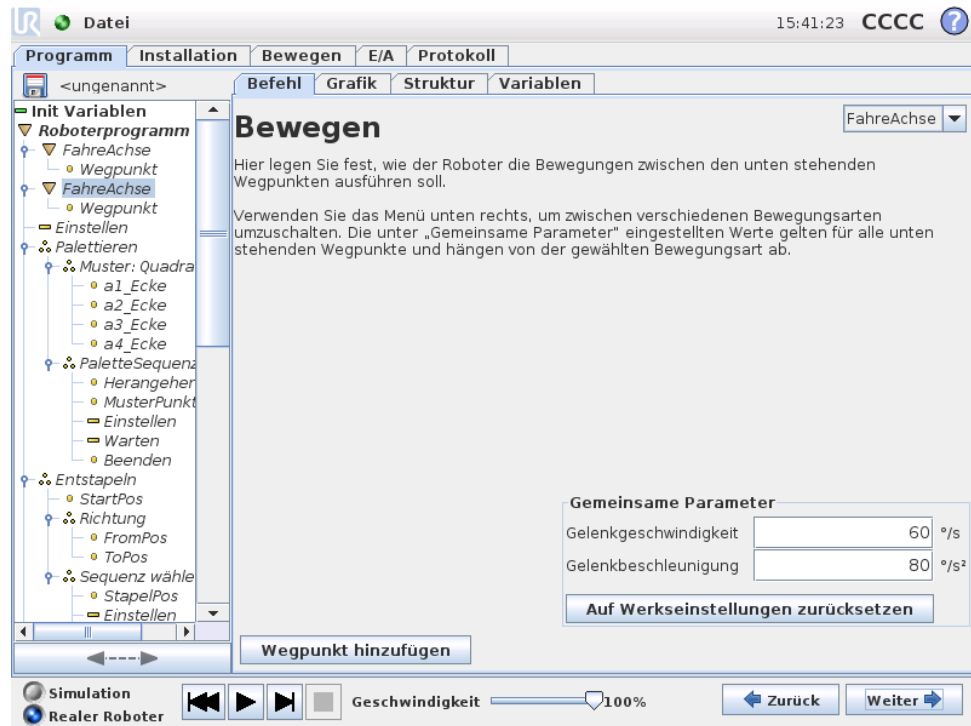
<i>bool</i>	Eine boolesche Variable, deren Wert entweder True (wahr) oder False (falsch) ist.
<i>int</i>	Eine Ganzzahl im Bereich von $-32768$ bis $32767$ .
<i>float</i>	Eine Gleitkommazahl (dezimal).
<i>string</i>	Eine Sequenz von Zeichen.
<i>pose</i>	Ein Vektor, der die Lage und Ausrichtung im Kartesischen Raum beschreibt. Er ist eine Kombination aus einem Positionsvektor $(x, y, z)$ und einem Rotationsvektor $(rx, ry, rz)$ , der die Ausrichtung darstellt; Schreibweise ist $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ .
<i>list</i>	Eine Sequenz von Variablen.

## 12.4 Befehl: Leer



Programmbefehle müssen hier eingegeben werden. Drücken Sie auf die Schaltfläche „Struktur“, um zur Registerkarte qStruktur zu gelangen, in der die verschiedenen auswählbaren Programmzeilen zu finden sind. Ein Programm kann erst ausgeführt werden, wenn alle Zeilen vorgegeben und festgelegt sind.

## 12.5 Befehl: Bewegen



Der Befehl „Bewegen“ steuert die Roboterbewegung durch die zugrunde liegenden Wegpunkte. Wegpunkte müssen unter einem Bewegen-Befehl vorhanden sein. Der Befehl „Bewegen“ definiert die Beschleunigung und die Geschwindigkeit, mit denen sich der Roboterarm zwischen diesen Wegpunkten bewegen wird.

### Bewegungsarten

Es ist möglich, eine der drei Bewegungsarten auszuwählen: „FahreAchse“, „FahreLinear“ und „FahreP“ wobei zu jeder Art unten eine Erläuterung zu finden ist.

- „FahreAchse“ führt Bewegungen aus, die im *Gelenkspalt* 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 für die Berechnungen der Bewegung und werden in *deg/s* bzw. *deg/s²* angegeben. Wenn es gewünscht ist, dass sich der Roboterarm ungeachtet der Bewegung des Werkzeugs zwischen diesen Wegpunkten schneller bewegt, ist diese Bewegungsart auszuwählen.
- „FahreLinear“ sorgt dafür, dass sich das Werkzeug zwischen Wegpunkten linear bewegt. Das 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 die Werkzeugbeschleunigung, angegeben in *mm/s* bzw. *mm/s²*, und auch ein Merkmal. Das ausgewählte Merkmal bestimmt, in welchem Merkmalsraum die Werkzeugposi-

tionen der Wegpunkte dargestellt werden. Variable Merkmale und variable Wegpunkte sind von besonderem Interesse im Hinblick auf Merkmalsräume. Variablen Merkmale können eingesetzt werden, wenn die Werkzeugposition eines Wegpunkts durch den Istwert des variablen Merkmals bei laufendem Roboterprogramm bestimmt werden muss.

- **Die Art „FahreP“** bewegt das Werkzeug linear bei konstanter Geschwindigkeit und kreisrunden Biegungen und ist für einige Abläufe konzipiert, wie beispielsweise Kleben oder Ausgeben. Die Größe des Kurvenradius ist standardmäßig ein gemeinsamer Wert zwischen allen Wegpunkten. Ein kleinerer Wert sorgt für eine schärfere Kurve und ein größerer Wert sorgt für eine länger gezogene Kurve. Während sich der Roboterarm bei konstanter Geschwindigkeit durch die Wegpunkte bewegt, kann das Robotersteuergerät 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 Schutz-Aus ausgelöst werden.

Eine **Kreisbewegung** kann einem „FahreP“-Befehl hinzugefügt werden, der aus zwei Wegpunkten besteht: Der erste legt einen Durchgangspunkt auf dem Kreisbogen fest und der zweite ist der Endpunkt der Bewegung. Der Roboter beginnt die Kreisbewegung an seiner aktuellen Position und führt sie durch die beiden festgelegten Wegpunkte. Die Ausrichtungsänderung des Werkzeugs im Verlauf der Kreisbewegung wird nur durch die Ausrichtung am Startpunkt und die Ausrichtung am Endpunkt bestimmt. Die Ausrichtung des Durchgangspunktes hat keinen Einfluss auf die Kreisbewegung. Einer Kreisbewegung muss immer ein Wegpunkt unter dem gleichen FahreP vorausgehen.

---

## Auswahl von Merkmalen

Bei *FahreLinear* und *FahreP* ist es möglich, bei der Festlegung der Wegpunkte auszuwählen, in welchem Merkmalsraum diese Wegpunkte unter dem Bewegen-Befehl dargestellt werden sollen. Das bedeutet, dass sich das Programm bei der Einstellung eines Wegpunkts an die Werkzeugkoordinaten im Merkmalsraum des gewählten Merkmals erinnert. Es gibt einige wenige Umstände, die einer detaillierten Erläuterung bedürfen.

- **Festes Merkmal:** Wenn ein festes Merkmal, wie beispielsweise *Unterteil*, ausgewählt wird, wirkt sich dies nicht auf die *festen* und relativen Wegpunkte aus. Das Verhalten für *variable* Wegpunkte ist unten stehend beschrieben.
- **Variables Merkmal:** Wenn eines der Merkmale in der aktuell geladenen Installation als variabel ausgewählt wird, werden die entsprechenden Variablen ebenfalls im Menü zur Auswahl der Merkmale wählbar. Wenn eine Merkmalsvariable (benannt nach dem Namen des Merkmals und mit vorangestelltem „\_var“) ausgewählt wird, hängen die Roboterarmbewegungen (ausgenommen von *relativen* Wegpunkten) vom Istwert der Variablen ab, wenn das Programm läuft. Der Anfangswert einer Merkmalsvariablen ist der Wert des eigentlichen Merkmals. Das bedeutet, dass sich die Bewegungen nur ändern, wenn die Merkmalsvariable aktiv durch das Roboterprogramm geändert wird.

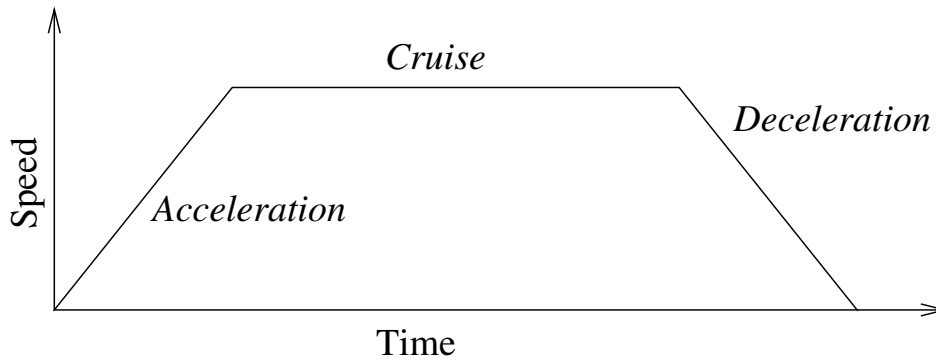
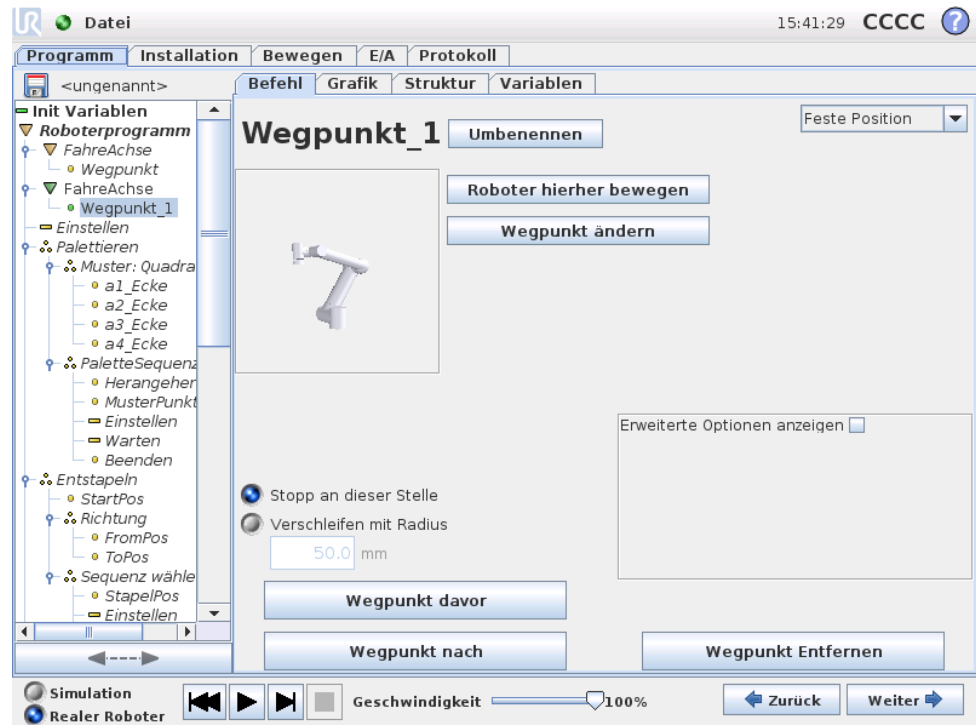


Abbildung 12.1: Geschwindigkeitsprofil für eine Bewegung. Die Kurve wird in drei Segmente unterteilt: *Beschleunigung*, *gleichbleibend* und *Verzögerung*. Die Höhe der *gleichbleibenden* Phase wird durch die Geschwindigkeitseinstellung der Bewegung vorgegeben, während die Steilheit der Phasen *Beschleunigung* und *Verzögerung* durch den Beschleunigungsparameter vorgegeben wird.

- **Variabler Wegpunkt:** Wenn sich der Roboterarm zu einem variablen Wegpunkt bewegt, wird die Zielposition des Werkzeugs immer als die Koordinaten der Variable im Raum des ausgewählten Merkmals berechnet. Deshalb ändert sich die Roboterarmbewegung für einen variablen Wegpunkt immer, wenn ein anderes Merkmal ausgewählt wird.

Die Einstellungen der gemeinsamen Parameter eines Bewegung-Befehls gelten für den Weg zwischen der aktuellen Position des Roboterarms und dem ersten Wegpunkt unter dem Befehl, und von dort zu jedem weiteren der folgenden Wegpunkte. Die Einstellungen des Bewegung-Befehls gelten nicht für den Weg *vom* letzten Wegpunkt unter diesem Bewegung-Befehl.

## 12.6 Befehl: Fester Wegpunkt



Ein Punkt entlang des Weges des Roboters. Wegpunkte sind der wichtigste Teil eines Roboterprogramms, denn durch sie weiß der Roboterarm wo er sein muss. Ein Wegpunkt mit einer festen Position wird vorgegeben, indem der Roboterarm physisch in die entsprechende Position bewegt wird.

## 12.7 Einstellung des Wegpunktes

Betätigen Sie diese Taste, um zum Bildschirm „Bewegen“ zu gelangen, über den Sie die Roboterarmposition für diesen Wegpunkt vorgeben können. Wenn der Wegpunkt unter einen Bewegen-Befehl im linearen Raum gesetzt wird (FahreLinear oder FahreP), muss ein gültiges Merkmal für diesen Bewegen-Befehl ausgewählt werden, damit diese Schaltfläche betätigt werden kann.

### Namen der Wegpunkte

Die Namen der Wegpunkte sind veränderlich. Zwei Wegpunkte mit demselben Namen sind immer ein und derselbe Wegpunkt. Die Wegpunkte werden mit ihrer Festlegung nummeriert.

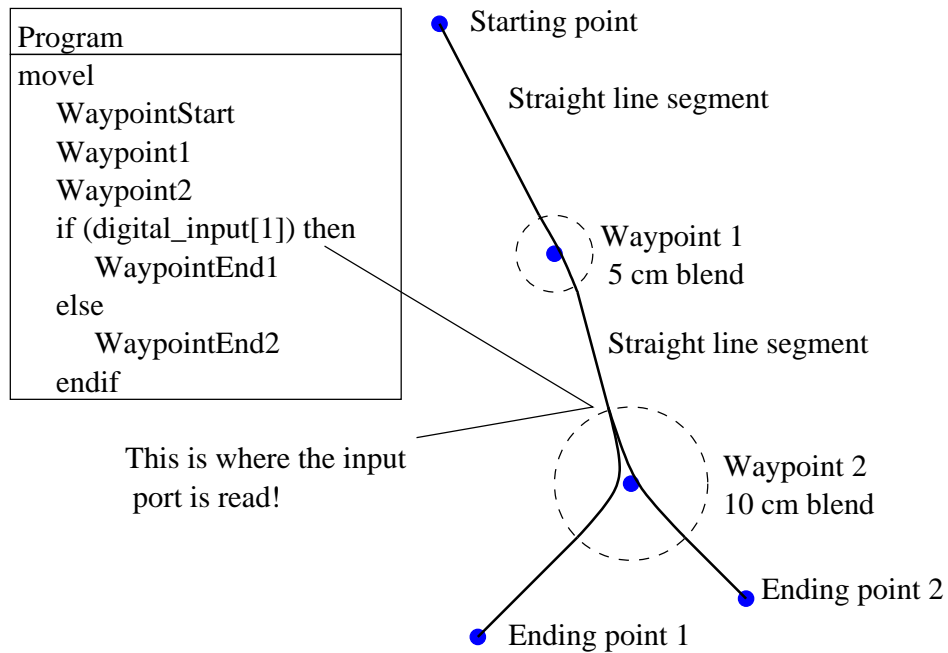
### Verschnitttradius

Wenn ein Verschnitttradius eingestellt wird, wird der Roboterarm um den Wegpunkt geführt, sodass der Roboterarm an dem Punkt nicht anhalten muss. Verschnitte dürfen nicht überlappen, sodass es nicht möglich ist, einen Verschnitttradius einzustellen, der einen Verschnitttradius für einen vorhergehenden oder nachfolgenden Punkt überlappt. Ein Stoppunkt ist ein Wegpunkt mit einem Verschnitttradius von 0,0 mm.

## Hinweis zum E/A-Timing

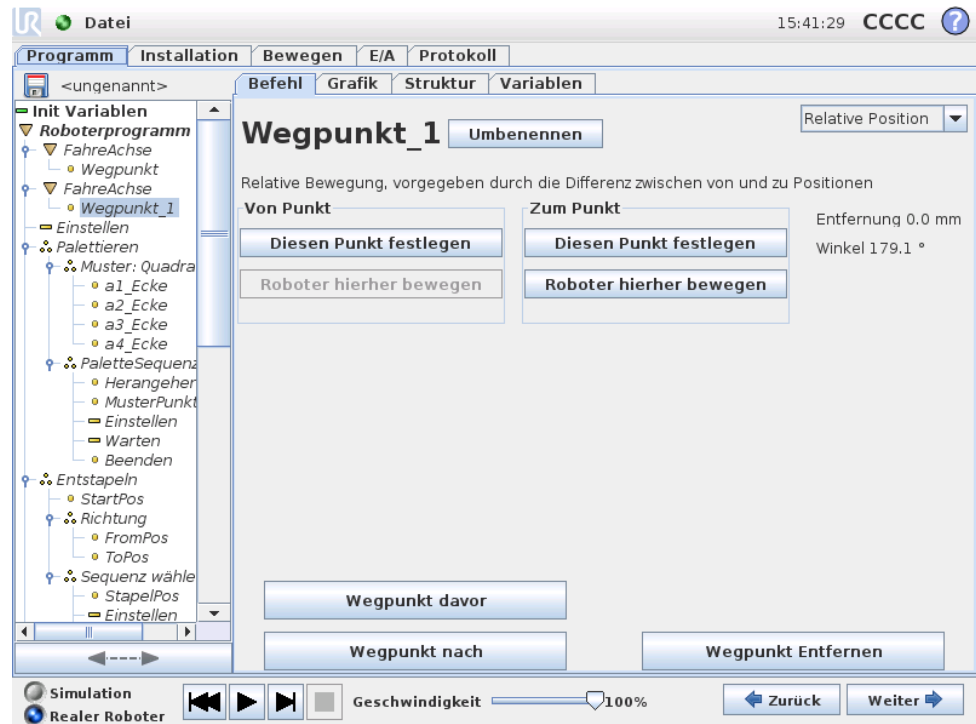
Wenn es sich bei einem Wegpunkt um einen Stoppunkt mit einem E/A-Befehl als nächsten Befehl handelt, wird der E/A-Befehl ausgeführt, wenn der Roboterarm am Wegpunkt anhält. Wenn der Wegpunkt jedoch über einen Verschnittradius verfügt, wird der folgende E/A-Befehl ausgeführt, wenn der Roboterarm in den Verschnittbereich gelangt.

## Beispiel



Ein kleines Beispiel, in dem ein Roboterprogramm ein Werkzeug von einer Ausgangslage in eine von zwei Endlagen bewegt, in Abhängigkeit vom Zustand des `digitalen.Eingang[1]`. Bitte beachten Sie, dass sich die Werkzeugbahn (dicke schwarze Linie) in geraden Linien außerhalb der Verschnittbereiche bewegt (gestrichelte Kreise), während die Werkzeugbahn in den Verschnittbereichen von der geraden Linienführung abweicht. Achten Sie bitte außerdem darauf, dass der Zustand des Sensors `digitalen.Eingang[1]` erst abgelesen wird, wenn der Roboterarm kurz davor ist, in den Verschnittbereich um `textttWegpunkt 2` zu gelangen, auch wenn der Befehl `Wenn . . . sonst` nach `Wegpunkt 2` in der Programmfolge steht. Dies ist ein wenig gegen das Empfindungsbewusstsein, aber ist notwendig, um den richtigen Verschnittweg zu wählen.

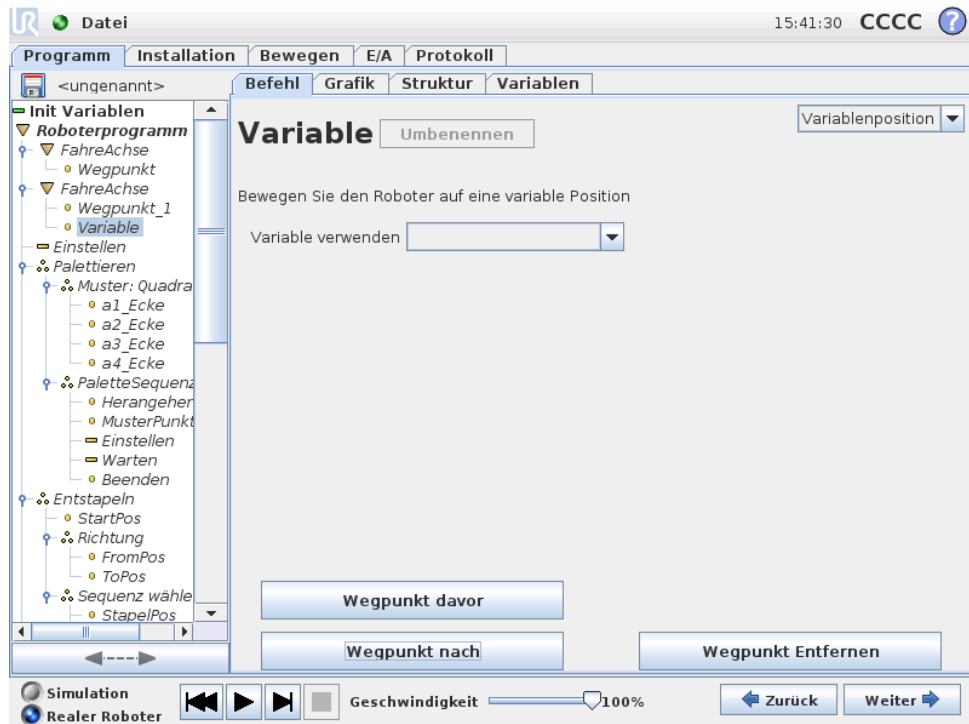
## 12.8 Befehl: Relativer Wegpunkt



Ein Wegpunkt, dessen Position in Relation zur vorhergehenden Position des Roboterarms angegeben wird, wie zum Beispiel „zwei Zentimeter nach links“. Die relative Position wird als Unterschied zwischen den beiden gegebenen Positionen festgelegt (links nach rechts). Bitte beachten Sie, dass wiederholte relative Positionen den Roboterarm aus dessen Arbeitsbereich 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.

## 12.9 Befehl: Variabler Wegpunkt

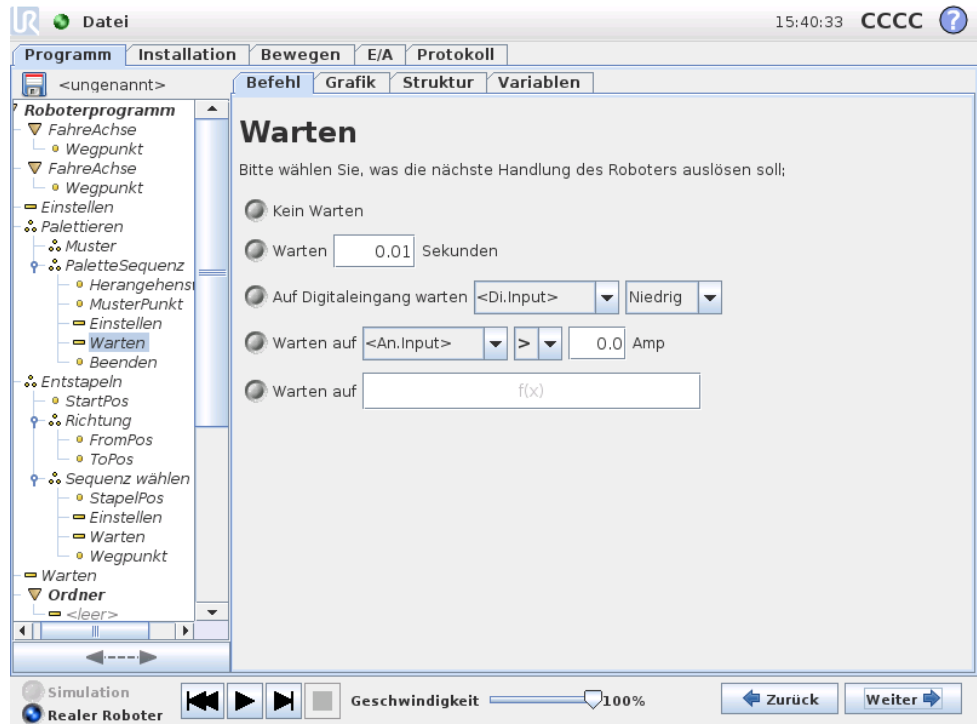


Ein Wegpunkt, dessen Position durch eine Variable angegeben wird, in diesem Fall `calculated_pos`. Die Variable muss eine *Pose* sein, wie beispielsweise `var=p[0.5,0.0,0.0,3.14,0.0,0.0]`. Die ersten drei sind  $x,y,z$  und die letzten drei beschreiben die Ausrichtung als *Rotationsvektor*, der durch 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. Der Roboterarm bewegt sich immer linear zu einem variablen Wegpunkt.

Beispielsweise, um den Roboter 20 mm entlang der z-Achse des Werkzeugs zu bewegen:

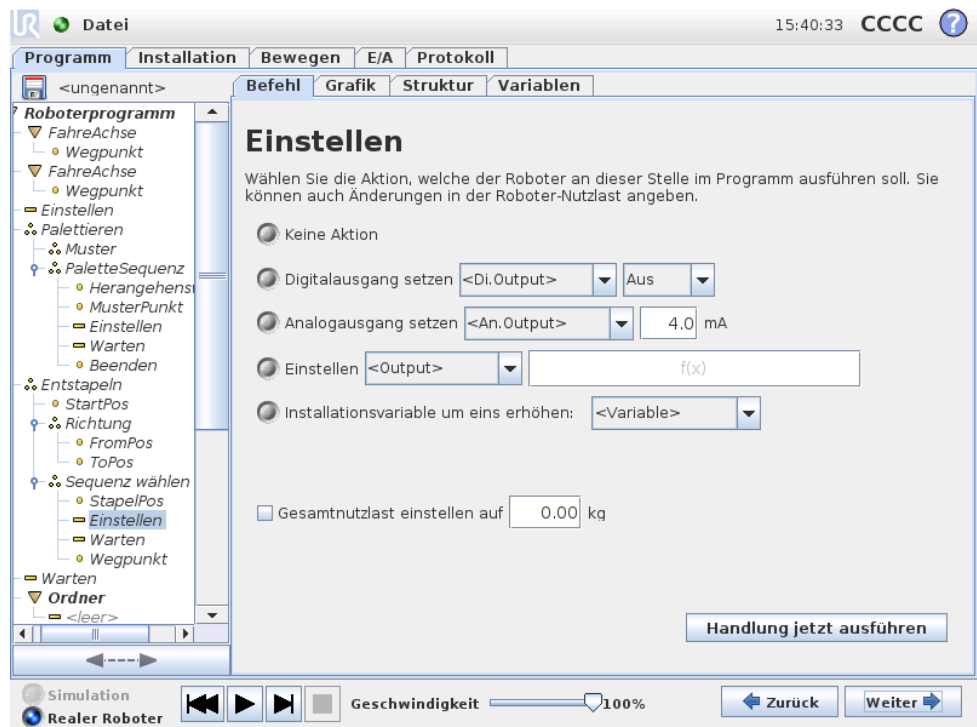
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
FahreLinear
  Wegpunkt_1 (Variable Position):
    Verwenden Sie Variable=var_1, Funktion=Werkzeug
```

## 12.10 Befehl: Warten



Wartet eine bestimmte Zeit oder wartet auf ein E/A-Signal.

## 12.11 Befehl: Einstellen

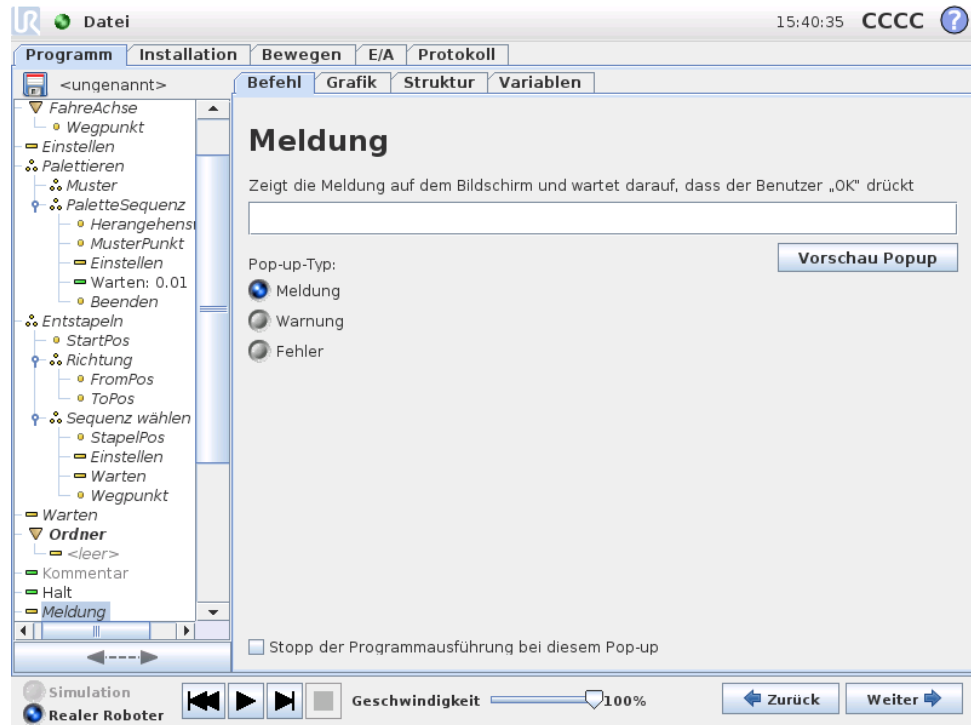


Setzt entweder digitale oder analoge Ausgänge auf einen vorgegebenen Wert. Kann ebenfalls zur Einstellung der Tragfähigkeit des Roboterarms eingesetzt werden,

## 12.12 Befehl: Meldung

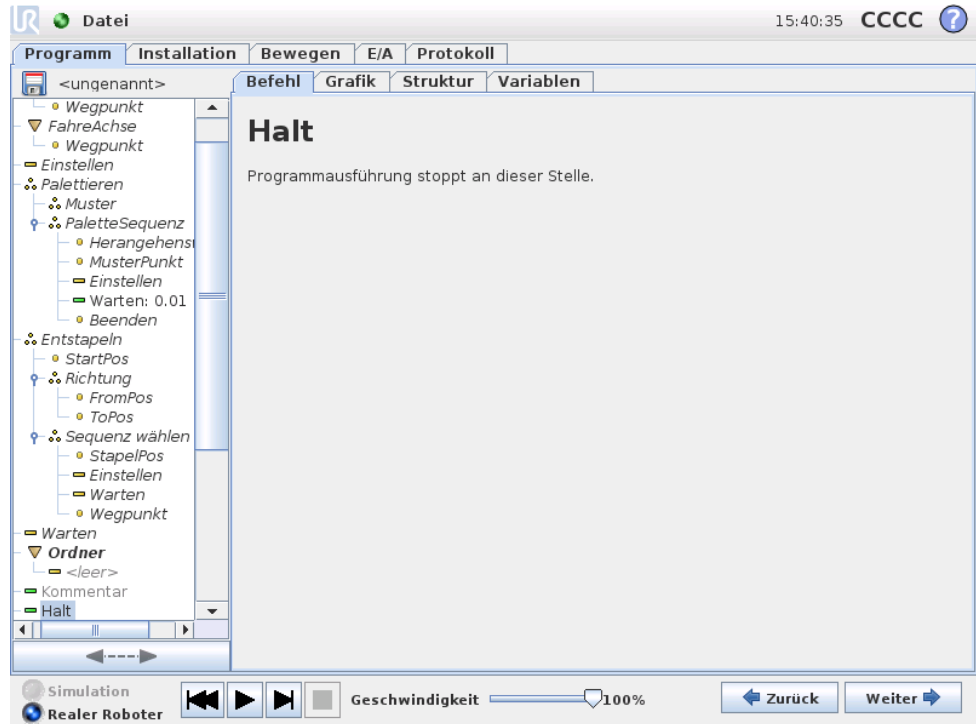
beispielsweise das Gewicht, das durch diese Maßnahme aufgenommen wird. Die Einstellung des Gewichts kann notwendig sein, um zu verhindern, dass der Roboter aus Gründen der Sicherheit plötzlich anhält, wenn sich das Gewicht am Werkzeug vom erwarteten Gewicht unterscheidet.

## 12.12 Befehl: Meldung



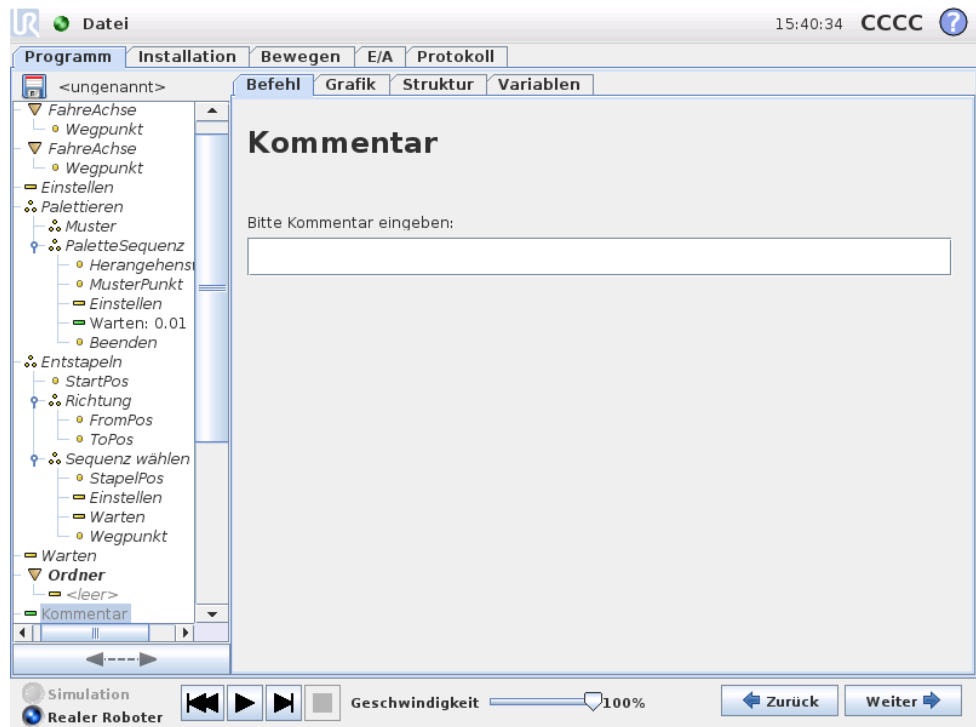
Eine Meldung ist ein Pop-up, das auf dem Bildschirm angezeigt wird, wenn das Programm diesen Befehl erreicht. Der Stil der Meldung ist wählbar und der Text kann mithilfe der Tastatur auf dem Bildschirm eingegeben werden. Der Roboter wartet, bis der Benutzer/Bediener die Schaltfläche „OK“ unter dem Pop-up betätigt, bevor er mit dem Programm fortfährt. Wenn der Punkt „Stopp die Programmausführung“ gewählt ist, hält das Programm bei dieser Meldung an.

## 12.13 Befehl: Halt



Die Ausführung des Programms wird an dieser Stelle angehalten.

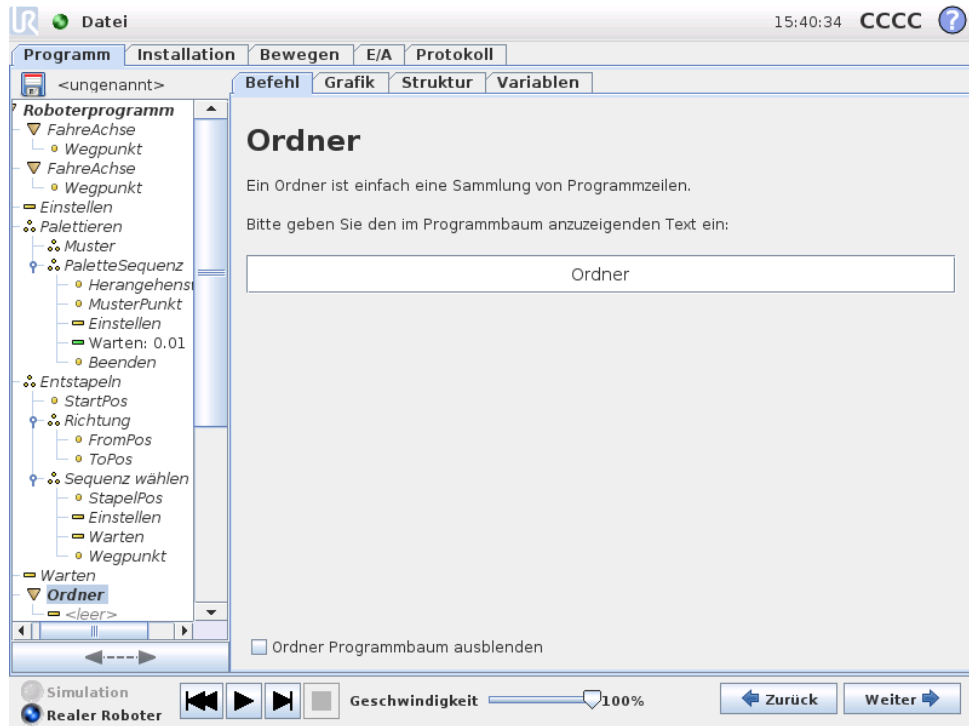
## 12.14 Befehl: Kommentar



Hier erhält der Programmierer die Möglichkeit, das Programm durch eine Textzeile zu ergänzen. Diese Textzeile hat während der Ausführung des Programms keiner-

lei Wirkung.

## 12.15 Befehl: Ordner



Ein Ordner wird zur Organisation und Kennzeichnung bestimmter Programmteile, zur Bereinigung des Programmbaumes und zur Vereinfachung des Lesens und Navigierens im Programm eingesetzt.

Der Ordner selbst führt keine Maßnahmen durch.

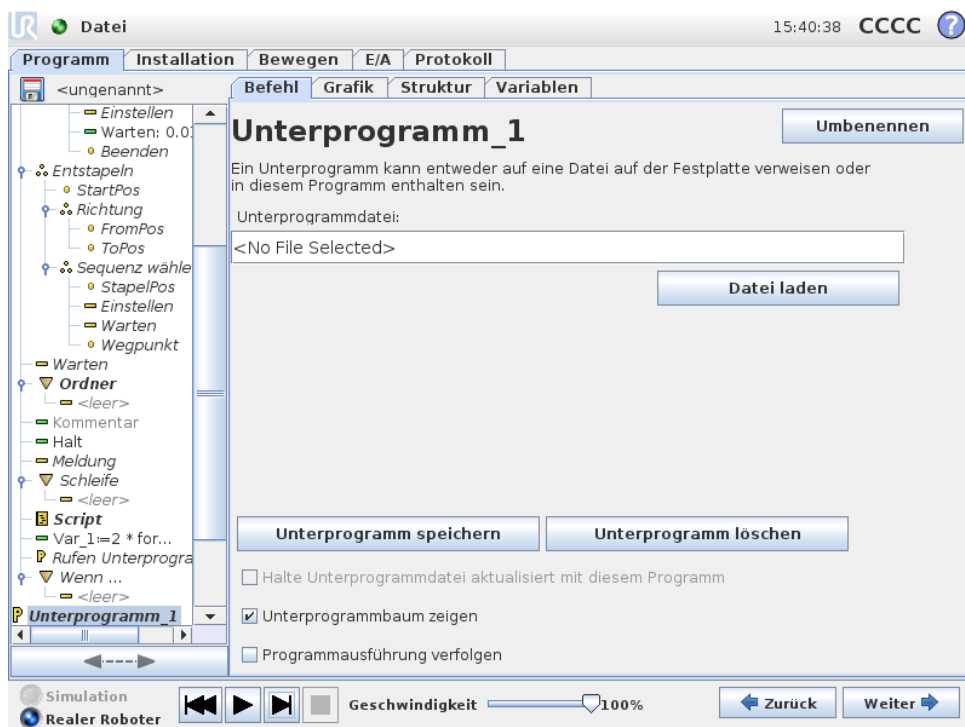
## 12.16 Befehl: Schleife



Schleifen sind zugrunde liegende Programmbefehle. In Abhängigkeit von der Auswahl werden die zugrunde liegenden Befehle entweder unbegrenzt, eine gewisse Anzahl oder solange wiederholt wie die vorgegebene Bedingung war 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  $N - 1$ .

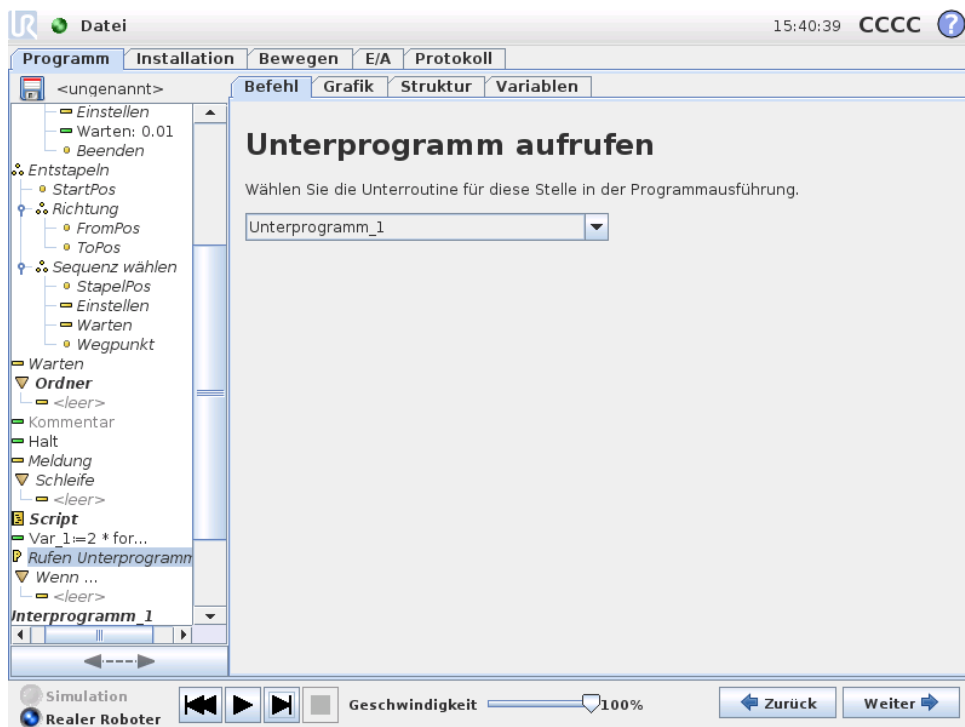
Bei der Erstellung von Schleifen mit einem Ausdruck als Endbedingung bietet PolyScope eine Option zur kontinuierlichen Bewertung dieses Ausdrucks, sodass die „Schleife“ jederzeit während der Ausführung unterbrochen werden kann, anstelle nach jedem Durchlauf.

## 12.17 Befehl: Unterprogramm



Ein Unterprogramm kann Programmteile enthalten, die an mehreren Stellen erforderlich sind. Ein Unterprogramm kann eine separate Datei auf der Diskette und kann auch versteckt sein, um sie gegen ungewollte Änderungen am Unterprogramm zu schützen.

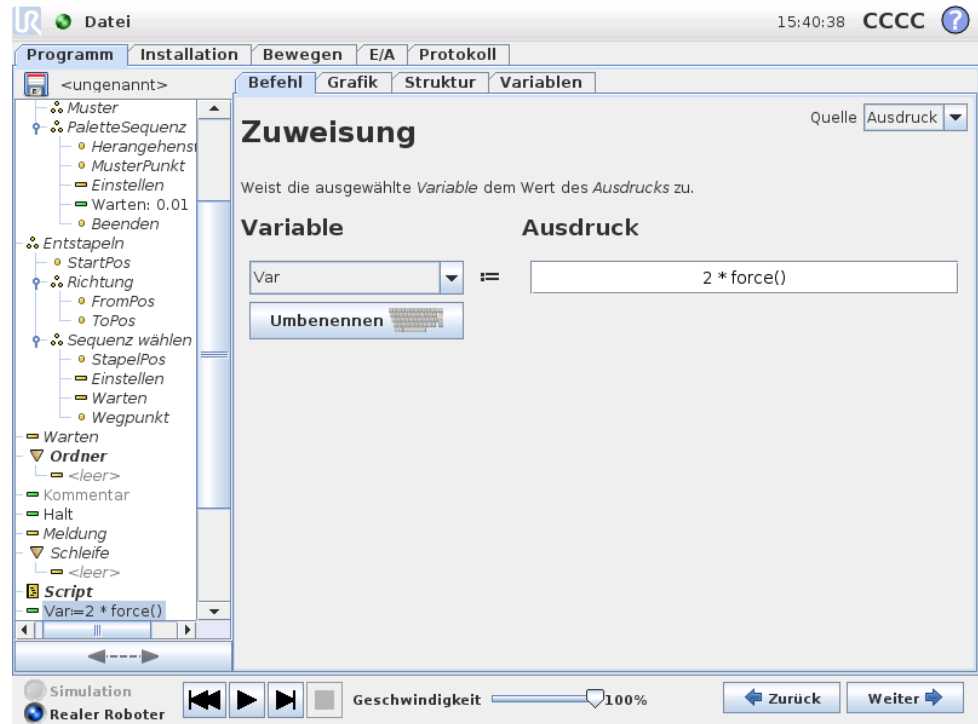
### Befehl: Unterprogramm aufrufen



Copyright © 2009-2014 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

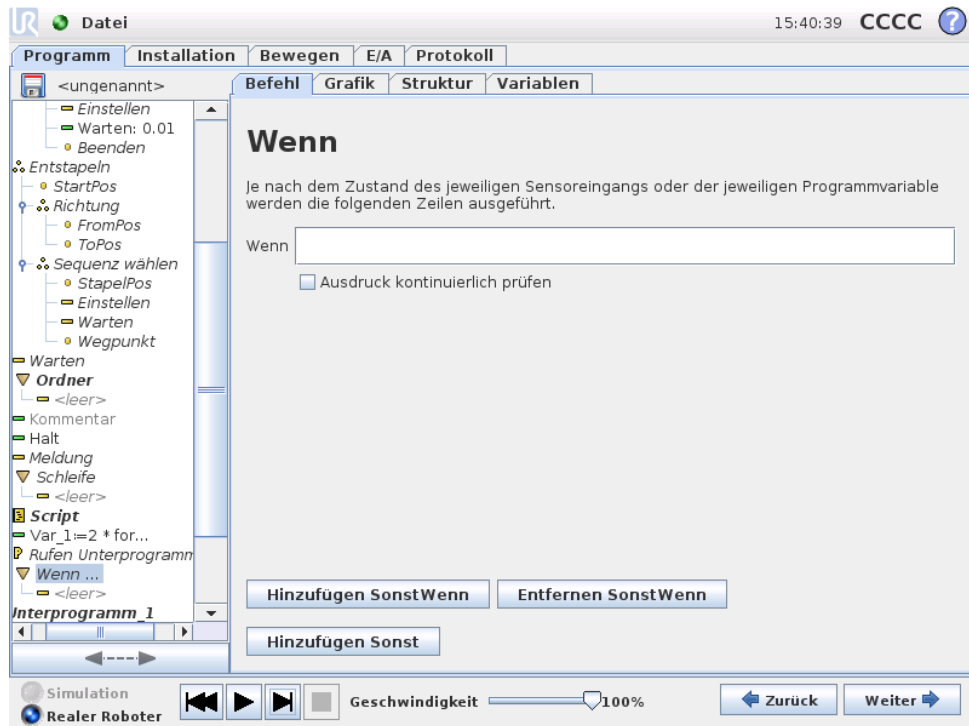
Wenn Sie ein Unterprogramm aufrufen, werden die Programmzeilen im Unterprogramm ausgeführt, und anschließend geht es in der nächsten Zeile weiter.

## 12.18 Befehl: Zuweisung



Weist Variablen Werte zu. Eine Zuweisung bringt den berechneten Wert auf der rechten Seite zur Variablen auf der linken Seite. Dies kann bei komplexen Programmen hilfreich sein.

## 12.19 Befehl: Wenn

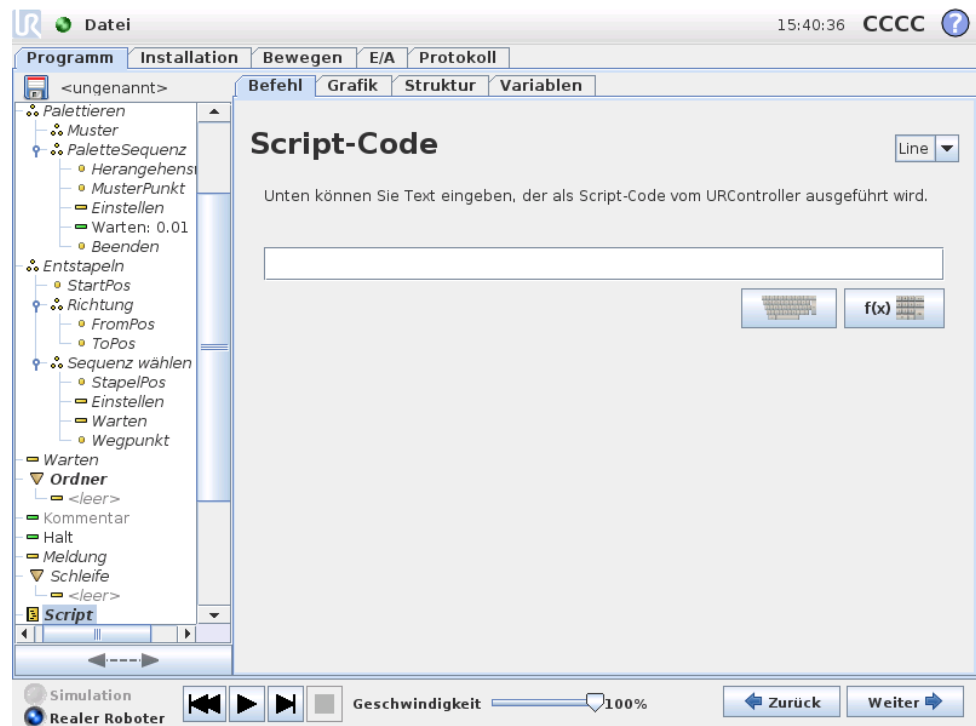


Durch eine „Wenn...sonst“-Struktur (if...else) kann der Roboter sein Verhalten aufgrund von Sensoreingängen oder Variablenwerten ändern. Verwenden Sie den Ausdruckseditor, um die Bedingung zu beschreiben, in der der Roboter mit den Unterbefehlen dieses Wenn fortfahren soll. Wenn die Bedingung mit `True` bewertet wird, werden die Zeilen in diesem Wenn ausgeführt.

Jedes Wenn kann mehrere SonstWenn-Befehle und einen Sonst-Befehl haben. Diese können mithilfe der Schaltflächen auf dem Bildschirm hinzugefügt werden. Ein SonstWenn-Befehl kann für diesen Befehl vom Bildschirm entfernt werden.

Durch Anklicken von `Check Ausdruck kontinuierlich` wird die Bewertung der Bedingungen der Wenn- und SonstWenn-Aussagen ermöglicht, während die darin enthaltenen Zeilen ausgeführt werden. Wenn ein Ausdruck mit `False` bewertet wird, während dieser innerhalb des Wenn-Teils ist, wird folgende SonstWenn oder Sonst-Aussage erreicht.

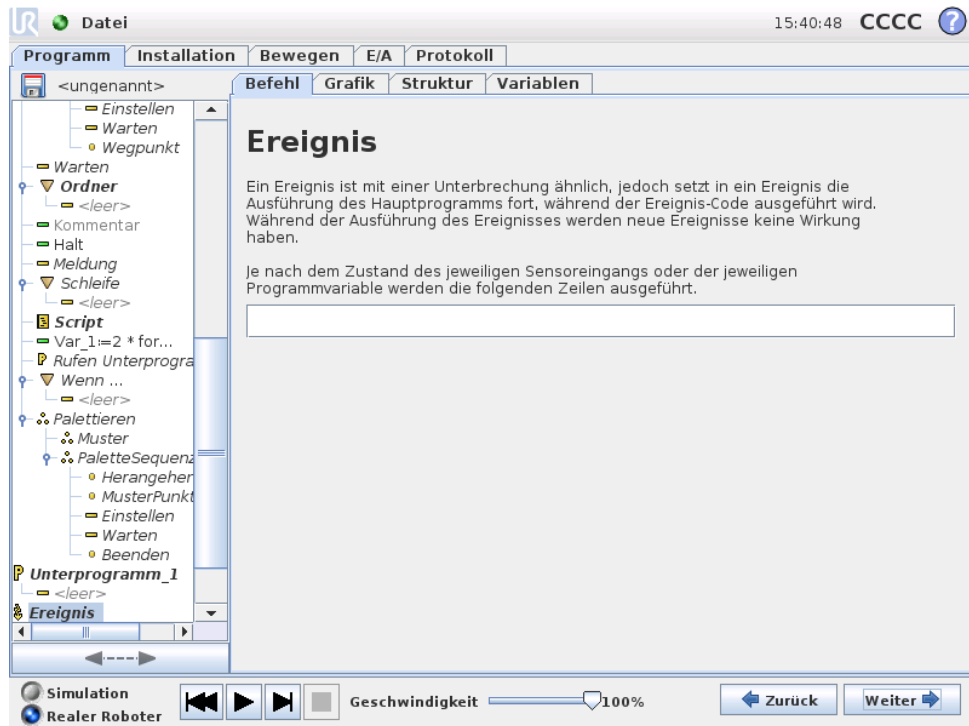
## 12.20 Befehl: Script



Dieser Befehl ermöglicht den Zugang zur zugrunde liegenden Echtzeitskriptsprache, die vom Steuergerät des Roboters ausgeführt wird. Er ist nur für erfahrene Benutzer bestimmt und Anweisungen zu seiner Verwendung finden Sie im Skript-handbuch auf der Support-Webseite (<http://support.universal-robots.com/>). Beachten Sie, dass nur UR-Vertriebshändler und OEM-Kunden auf die Webseite zugreifen können.

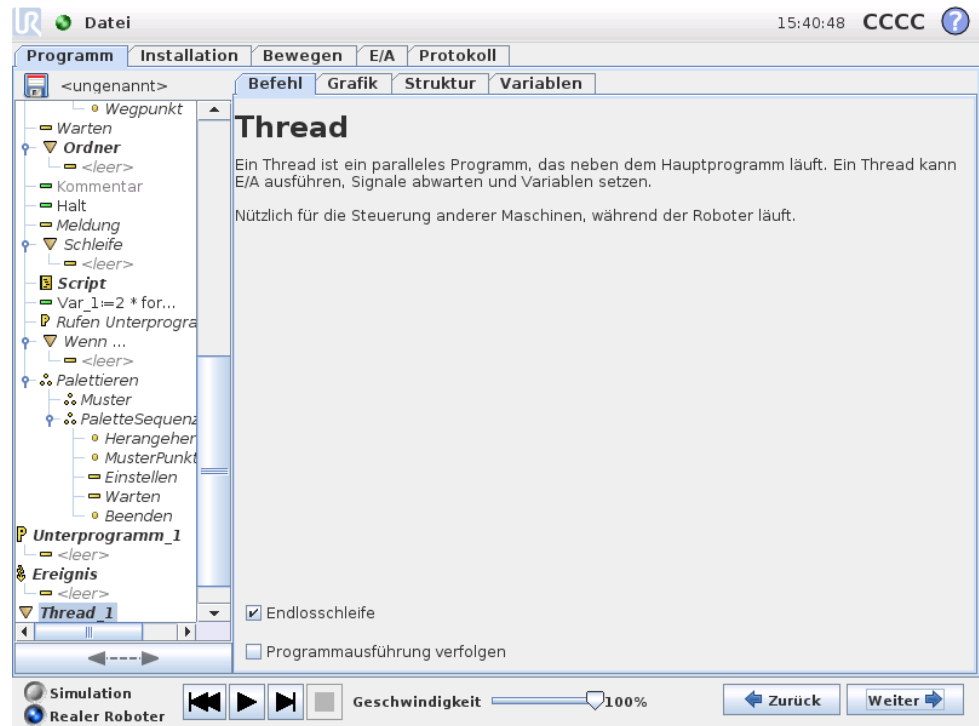
Wenn die Option „Datei“ oben links ausgewählt wurde, können Skript-Programmdateien erstellt und bearbeitet werden. So können lange und komplexe Skript-Programme zusammen mit der bedienerfreundlichen Programmierung von PolyScope eingesetzt werden.

## 12.21 Befehl: Ereignis



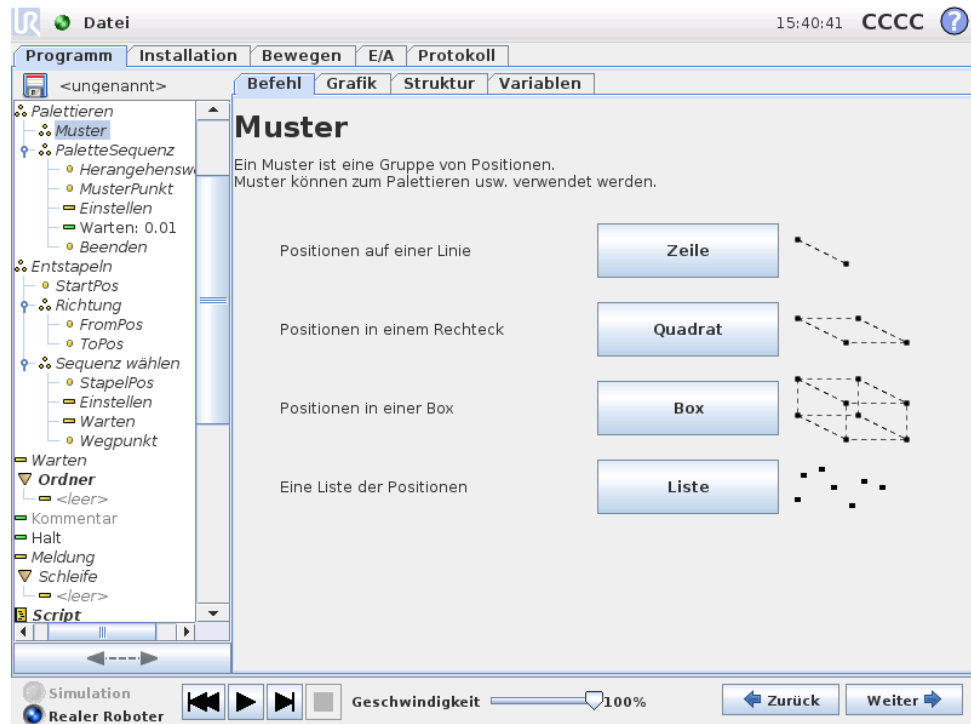
Ein Ereignis kann zur Überwachung eines Eingangssignals eingesetzt werden und eine Maßnahme durchführen oder eine Variable einstellen, wenn dieses Eingangssignal einen hohen Wert annimmt. Wenn ein Ausgangssignal beispielsweise einen hohen Wert annimmt, kann das Ereignisprogramm 100 ms warten und das Signal anschließend wieder auf einen niedrigen Wert einstellen. Dadurch kann der Hauptprogrammcode erheblich vereinfacht werden, wenn eine externe Maschine durch eine ansteigende Flanke anstelle eines hohen Eingangsniveaus ausgelöst wird.

## 12.22 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.

## 12.23 Befehl: Muster



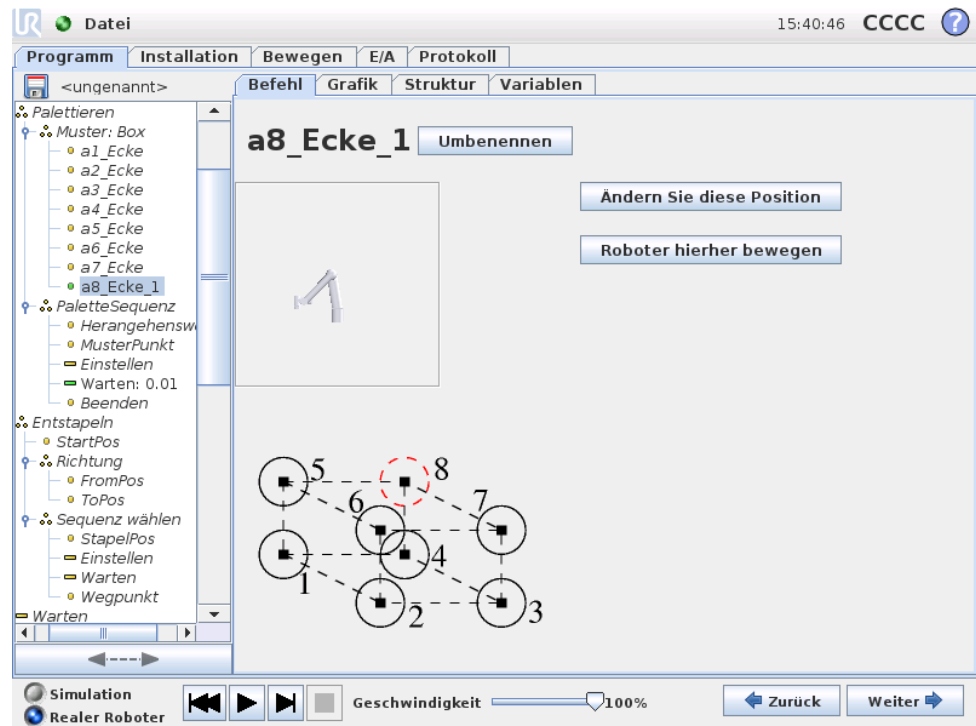
Der Befehl „Muster“ kann eingesetzt werden, um die Positionen im Roboterprogramm durchzulaufen. Der Befehl „Muster“ entspricht bei jeder Ausführung einer Position.

Ein Muster kann aus Punkten in einer Linie, in einem Quadrat, in einer Box oder nur aus einer Liste aus Punkten bestehen. „Linie“, „Quadrat“ und „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 Eckenvektoren proportional addiert werden.

Wenn die gewünschten Positionen nicht in einem regelmäßigen Muster fallen, kann man „Liste“ wählen und willkürliche Positionen bestimmen. Auf diese Weise kann jede Art von Positionierung realisiert werden.

### Muster definieren

Bei Wahl der „Box“-Muster wechselt der Bildschirm zu dem unten gezeigten.



Ein „Box“-Muster verwendet drei Vektoren, um die Seite 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.

Die „Linie“- und „Quadrat“-Muster funktionieren ähnlich.

Eine Zähler-Variable wird beim Durchgehen der Positionen im Muster verwendet. Der Name der Variablen wird auf dem Befehlsbildschirm `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.

## 12.24 Befehl: Kraft

Der Kraftmodus (Force) ermöglicht eine Positionsanpassung und Kraftanwendung in der ausgewählten Achse im Arbeitsbereich des Roboters. Alle Roboterarmbewegungen im Rahmen eines Force-Befehls erfolgen im Kraftmodus. Bei Bewegung des Roboterarms im Kraftmodus können eine oder mehrere Achsen ausgewählt werden, in denen vom Roboter eine Positionsanpassung vorgenommen wird. An/um diese/n angepassten Achsen folgt der Roboterarm der Umgebung, d. h. er passt seine Position so an, dass die gewünschte Kraft erreicht wird. Der Roboterarm kann auch selbst auf seine Umgebung, z. B. ein Werkstück, Kraft ausüben.

Der Kraftmodus eignet sich für Anwendungen, wo die eigentliche TCP-Position entlang einer vorgegebenen Achse nicht so wichtig ist und eher eine bestimmte Kraft entlang dieser Achse angewendet werden soll. Wenn zum Beispiel der Roboter-TCP auf eine gekrümmte Oberfläche trifft oder beim Schieben oder Ziehen

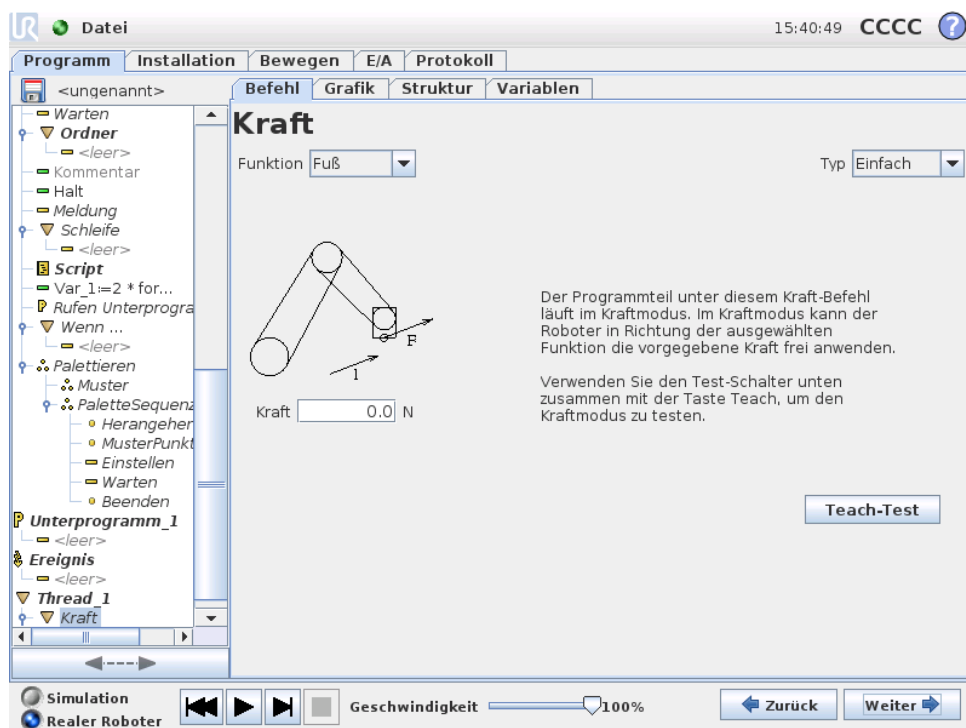
eines Werkstücks. Mit dem Kraftmodus können auch bestimmte Drehmomente um vorgegebene Achsen herum angewendet werden. Bitte beachten Sie, dass wenn der Roboterarm in einer Achse, für die eine Kraft ungleich null eingestellt ist, auf keinerlei Hindernisse trifft, beschleunigt er die Bewegung entlang/an dieser Achse.

Auch wenn eine Achse als angepasst eingestellt wurde, bewegt das Roboterprogramm den Robert entlang/um diese/r Achse. Mithilfe der Kraftregelung ist jedoch sichergestellt, dass der Roboterarm die vorgegebene Kraft dennoch erreicht.



#### WARNUNG:

Wird die Force-Funktion falsch verwendet, kann sie eine Kraft von mehr als 150N produzieren. Die programmierte Kraft sollte während der Risikobewertung berücksichtigt werden.



## Auswahl von Merkmalen

Im Funktionsauswahlmenü wird das vom Roboter während des Betriebs im Kraftmodus zu verwendende Koordinatensystem (Achsen) ausgewählt. Die im Menü enthaltenen Funktionen sind die, die bei der Installation festgelegt wurden, siehe 11.12.

## Kraftmodustyp

Es gibt vier verschiedene Kraftmodustypen, die bestimmen, wie die ausgewählte Funktion jeweils interpretiert wird.

- **Einfach:** In diesem Kraftmodus ist nur eine Achse angepasst. Die Kraftanwendung entlang dieser Achse ist anpassbar. Die gewünschte Kraft wird immer

entlang der Z-Achse der ausgewählten Funktion angewendet. Bei Linienfunktionen geschieht dies entlang der Y-Achse.

- **Rahmen:** Der Rahmen-Kraftmodus ermöglicht eine erweiterte Anwendung. Die Positionsanpassung und die Kräfte in allen sechs Freiheitsgraden können hier unabhängig voneinander eingestellt werden.
- **Punkt:** Bei Auswahl des Punkt-Kraftmodus verläuft die Y-Achse des Task-Rahmens vom Roboter-TCP zum Origo der ausgewählten Funktion. Der Abstand zwischen dem Roboter-TCP und dem Origo der ausgewählten Funktion muss mindestens 10 cm betragen. Bitte beachten Sie, dass sich der Task-Rahmen während der Ausführung mit der Position des Roboter-TCPs ändert. Die X- und Z-Achse des Task-Rahmens sind von der ursprünglichen Ausrichtung der ausgewählten Funktion 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 der ausgewählten Funktion. Die Y-Achse ist lotrecht zur Bewegung des Roboterarms und in der X-Y-Ebene der ausgewählten Funktion. Dies kann beim Entgraten entlang eines komplexen Pfades hilfreich sein, wo eine zur TCP-Bewegung lotrechte Kraft gebraucht wird. Falls sich der Roboterarm nicht bewegt: Wird in den Kraftmodus übergegangen, wenn der Roboterarm stillsteht, gibt es, bis die TCP-Geschwindigkeit über null liegt, keine angepassten Achsen. 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 auf der Registerkarte „Grafik“ (12.28) angezeigt, wenn der Roboter im Kraftmodus betrieben wird.

---

## Kraftwertauswahl

Der Kraftwert kann sowohl für angepasste als auch nicht-angepasste Achsen ausgewählt werden, mit unterschiedlicher Wirkung.

- **Angepasst:** Der Roboterarm passt seine Position an, um die vorgegebene Kraft zu erreichen.
- **Nicht angepasst:** Der Roboterarm folgt seiner vom Programm vorgegebenen Bahn und wendet eine externe Kraft der hier eingegebenen Stärke auf.

Für Übersetzungsparameter wird die Kraft in Newton [N] angegeben, für Rotationsparameter wird das Drehmoment in Newtonmeter [Nm] angegeben.

---

## Grenzwertauswahl

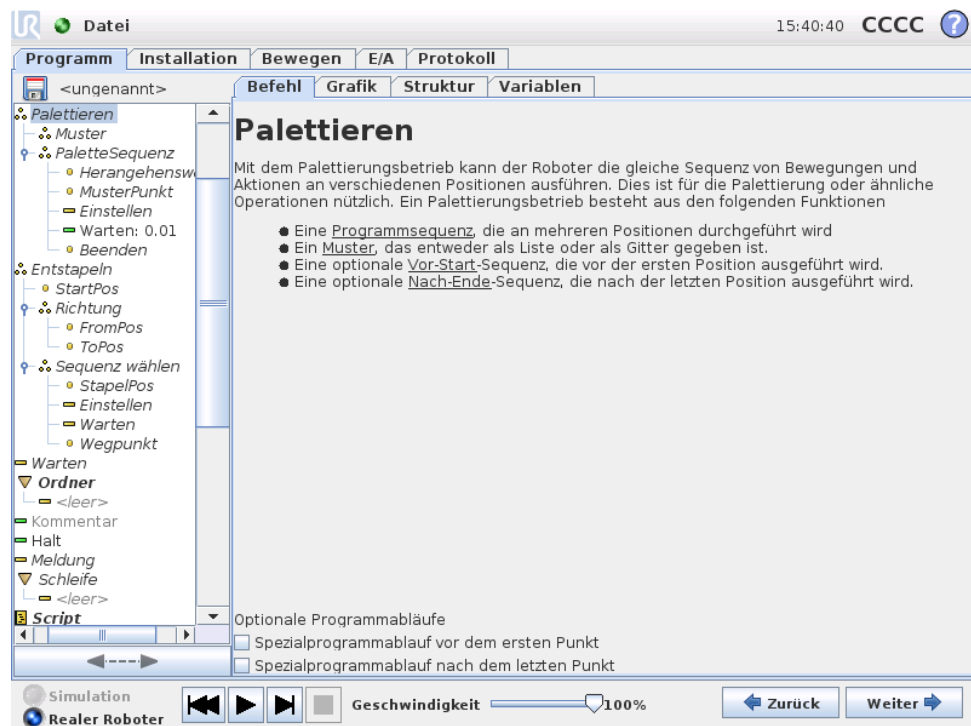
Für alle Achsen können Grenzwerte eingegeben werden, die allerdings, je nachdem, ob die Achse angepasst ist oder nicht, verschiedene Bedeutung haben.

- **Angepasst:** Der Grenzwert gibt die maximal zulässige Geschwindigkeit des TCP entlang/an der Achse an. Die Einheiten sind [mm/s] und [deg/s].
- **Nicht angepasst:** 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 [deg].

## Testkrafteinstellungen

Über die Ein-/Aus-Taste, Teach Test, wird die Funktion der Teach-Taste hinten am Teach Pendant vom normalen Teach-Modus auf Testen des Force-Befehls umgeschaltet. Wenn bei eingeschaltetem Teach Test-Taste die Teach-Taste hinten am Teach Pendant gedrückt wird, führt der Roboter den Force-Befehl 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 angepasste Achsen und Kräfte korrekt ausgewählt und eingestellt wurden. Halten Sie den Roboter-TCP einfach mit einer Hand, drücken Sie mit der anderen Hand die Teach-Taste und beobachten Sie, in welche Richtungen der Roboterarm bewegt oder nicht bewegt werden kann. Nach Verlassen dieses Bildschirms wird die Teach Test-Taste automatisch abgeschaltet, so dass die Teach-Taste hinten am Teach Pendant wieder für den freien Teach-Modus genutzt werden kann. Hinweis: Die Teach-Taste ist nur wirksam, wenn für den Force-Befehl eine gültige Funktion ausgewählt wurde.

## 12.25 Befehl: Palettieren



Ein Palettenbetrieb kann eine Reihe von Bewegungen an bestimmten Stellen durchführen, die als Muster vorgegeben sind, siehe Beschreibung in 12.23. An jeder Stelle im Mu-

ster wird die Abfolge von Bewegungen in Relation zur Position im Muster durchgeführt.

---

## Programmierung eines Palettenbetriebs

Die durchzuführenden Schritte lauten wie folgt;

1. Festlegung eines Musters.
2. Führen Sie eine „Palettenabfolge“ 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 Menü Abfolgebefehl, um festzulegen welcher der Wegpunkte in der Abfolge welcher Position im Muster entsprechen soll.

---

## Palettenabfolge/Verankerbare Abfolge

In einer Palettenabfolgelinie sind die Bewegungen des Roboterarms auf die Position der Palette bezogen. Das Verhalten einer Abfolge ist so, dass sich der Roboterarm an der durch das Muster vorgegebenen Position befinden wird, in der Verankerungsposition. Die verbleibenden Positionen werden alle verschoben, damit dies passt.

Verwenden Sie bitte den Befehl `Bewegen` nicht innerhalb einer Abfolge, da dieser nicht relativ zur Verankerungsposition erfolgen wird.

---

### „VorStart“

Die optionale `VorStart`-Abfolge wird kurz vor Anfang des Stapelvorgangs ausgeführt. Dies kann genutzt werden, um auf Freigabesignale zu warten.

---

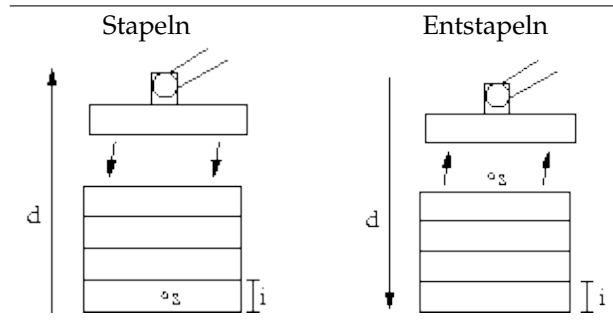
### „NachEnde“

Die optionale `NachEnde`-Abfolge wird kurz nach Ende des Stapelvorgangs ausgeführt. Dies kann eingesetzt werden, um zu signalisieren, dass die Bewegung des Förderers beginnen kann. Dies erfolgt in Vorbereitung auf die nächste Palette.

---

## 12.26 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 Dicke konzipiert, oder wenn die genauen Positionen der Artikel nicht bekannt oder schwierig zu programmieren sind.



Bei der Programmierung einer Stapelvorgang, ist der Ausgangspunkt  $s$ , die Stapelrichtung  $d$  und die Dicke der Elemente auf dem Stapel  $i$  zu definieren.

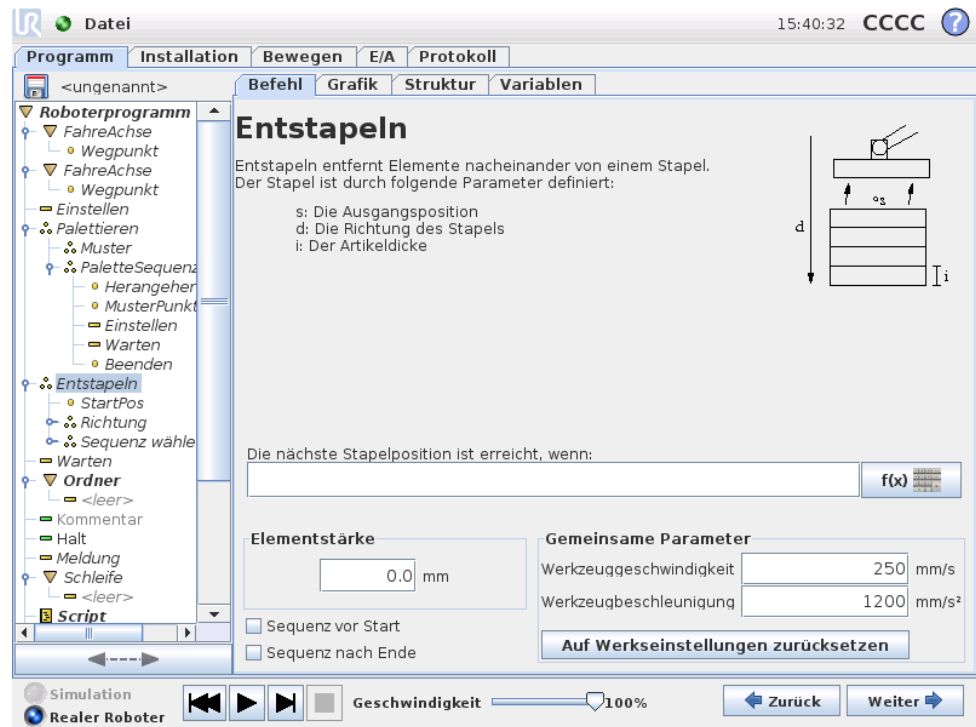
Dazu ist die Voraussetzung für die nächste Stapelposition sowie eine spezielle Programmabfolge, die an jeder Stapelposition ausgeführt wird, zu definieren. Auch Geschwindigkeit und Beschleunigungen müssen für die Bewegung im Stapel bestimmt werden.

## Stapeln



Beim Stapeln bewegt sich der Roboterarm in die Ausgangsposition und dann *gegen* die Richtung, 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 mit der Dicke des Elements in der Stapelrichtung. Das Stapeln ist beendet, wenn die Stapelhöhe eine bestimmte Anzahl erreicht oder wenn ein Sensor ein Signal gibt.

## Entstapeln

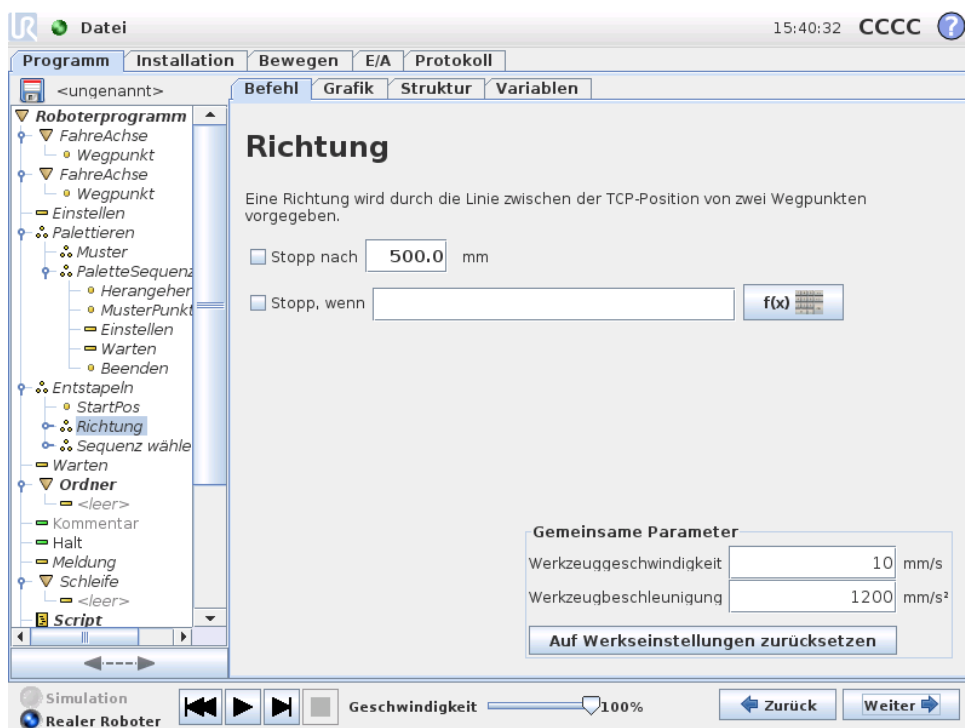


Beim Entstapeln bewegt sich der Roboterarm von der Ausgangsposition in die angegebene Richtung, um nach dem nächsten Element zu suchen. Die Voraussetzung auf dem Bildschirm bestimmt, wann das nächste Element erreicht wird. Wenn die Voraussetzung erfüllt wird, merkt sich der Roboter die Position und führt die spezielle Abfolge aus. Das nächste Mal startet der Roboter die Suche aus dieser Position, erweitert mit der Dicke des Elements in der Stapelrichtung.

### Ausgangsposition

Das Stapeln beginnt mit der Ausgangsposition. Wenn die Ausgangsposition weggelassen wird, fängt das Stapeln an der aktuellen Position des Roboterarms an.

## Richtung



Die Richtung wird durch zwei Punkte angezeigt und ist als Differenz aus der ersten TCP Punkt zu einem anderen Punkt TCP berechnet. Hinweis: Eine Richtung berücksichtigt nicht die Orientierung 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 bewertet wird, wird die spezielle Abfolge ausgeführt.

### „VorStart“

Die optionale VorStart-Abfolge wird kurz vor Anfang des Stapelvorgangs ausgeführt. Dies kann genutzt werden, um auf Freigabesignale zu warten.

### „NachEnde“

Die optionale NachEnde-Abfolge wird kurz nach Ende des Stapelvorgangs ausgeführt. Dies kann genutzt werden, um dem Förderer ein Signal zur Vorbereitung auf den nächsten Stapel zu geben.

### Einlege/Entnahme Sequenz

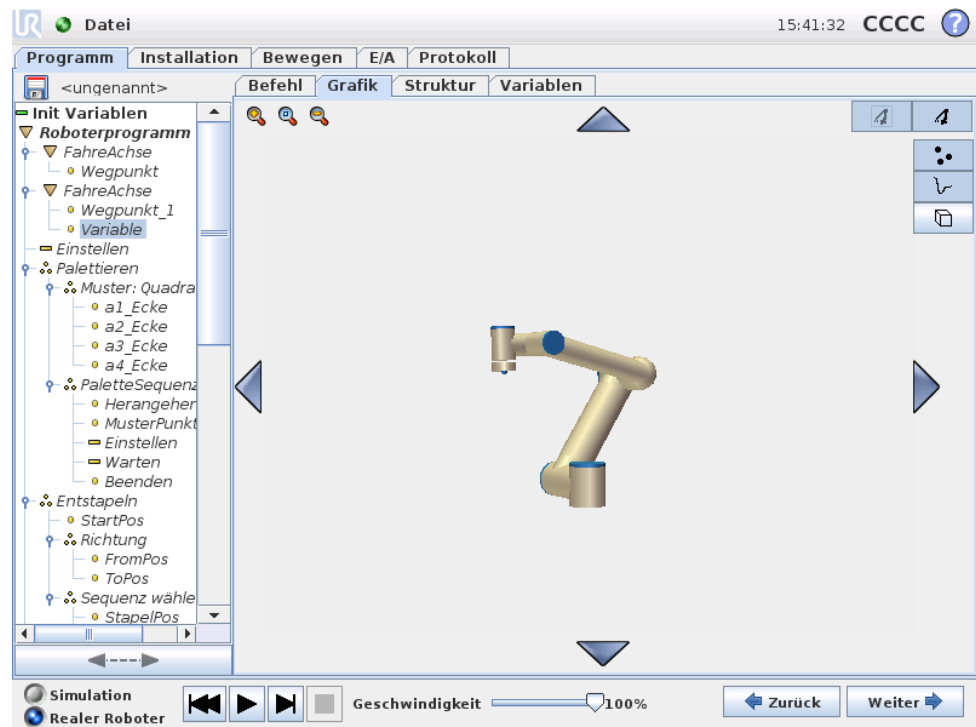
Wie beim Palettenbetrieb (12.25) wird an jeder Stapelposition eine spezielle Programmabfolge ausgeführt.

Copyright © 2009-2014 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

## 12.27 Befehl: Unterdrücken

Unterdrückte Programmzeilen werden einfach übersprungen, wenn das Programm ausgeführt wird. Die Unterdrückung einer unterdrückten Zeile kann zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufgehoben werden. Dies ist ein schneller Weg, um Änderungen an einem Programm vorzunehmen, ohne die ursprünglichen Inhalte zu zerstören.

## 12.28 Registerkarte „Grafik“



Grafische Darstellung des aktuellen Roboterprogramms. Der Weg des TCP wird in der 3D-Ansicht gezeigt, mit schwarzen Bewegungssegmenten und grünen Verschnittsegmenten (Übergänge zwischen den Bewegungssegmenten). Die grünen Punkte bestimmen die Positionen des TCP an jedem der Wegpunkte im Programm. Die 3D-Zeichnung des Roboterarms zeigt die aktuelle Position des Roboterarms, und der „Schatten“ des Roboters zeigt, wie der Roboterarm beabsichtigt, die auf der linken Bildschirmseite gewählten Wegpunkte zu erreichen.

Wenn die aktuelle Position des Roboter-TCP sich einer Sicherheits- oder Auslöseebene nähert oder die Ausrichtung des Roboterwerkzeugs sich nahe am Limit der Werkzeugausrichtungsgrenze (siehe 14.11) befindet, wird eine 3D-Darstellung des Näherungslimits der Grenze 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 Ebene Normal steht, was angibt, auf welcher Seite der Ebene der Roboter-TCP positioniert werden darf. Auslöseebenen werden in Blau und Grün zusammen mit einem kleinen Pfeil angezeigt, der auf die Seite der Ebene zeigt, auf der die Grenzen des Modus *Normal* (siehe 14.5) aktiv sind. Das Limit der

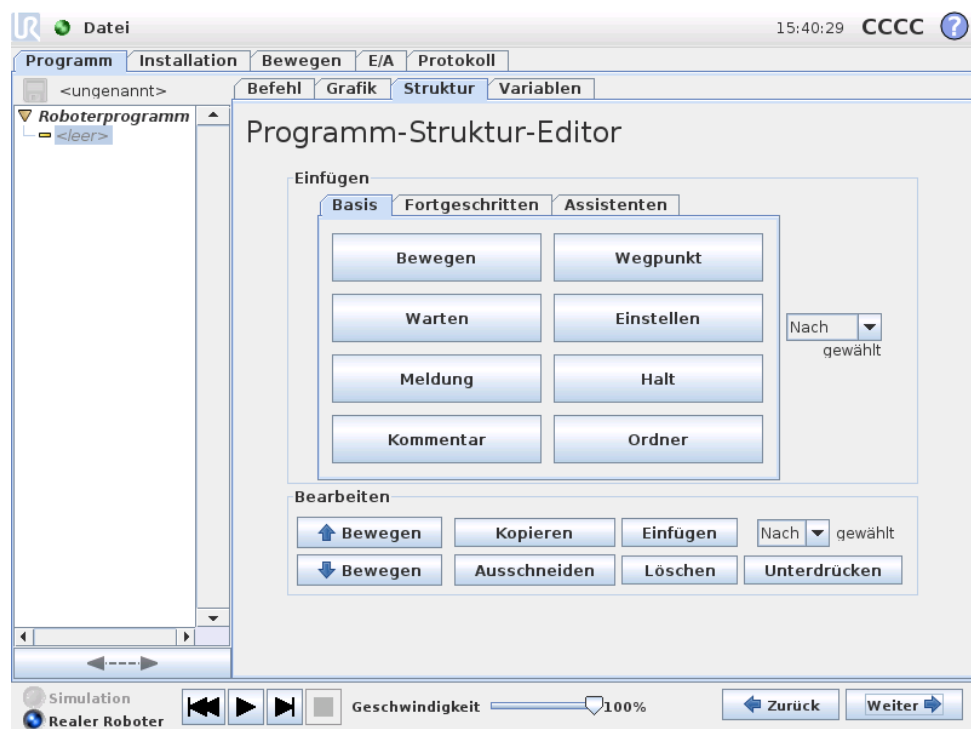
Werkzeugausrichtungsgrenze wird anhand eines sphärischen Kegels visualisiert, wobei ein Vektor die aktuelle Ausrichtung des Roboterwerkzeugs anzeigt. Das Innere des Kegels repräsentiert den zulässigen Bereich für die Werkzeugausrichtung (Vektor).

Wenn der Zielroboter-TCP sich nicht mehr in Nähe zum Limit befindet, verschwindet die 3D-Darstellung. Wenn der TCP ein Grenzlinit verletzt oder dem sehr nahe ist, wird die Visualisierung des Limits 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 *Bewegen*-Knoten gewählt wird, ist der gezeigte Pfad die Bewegung definiert durch dieses *Bewegen*. Wenn ein *Wegpunkt*-Knoten gewählt wird, zeigt das Display die folgenden ~ 10 Bewegungsschritte.

## 12.29 Registerkarte „Struktur“



Auf der Registerkarte „Struktur“ kann man die verschiedenen Befehlsarten einfügen, verschieben, kopieren und/oder entfernen.

Um neue Befehle einzufügen, gehen Sie wie folgt vor:

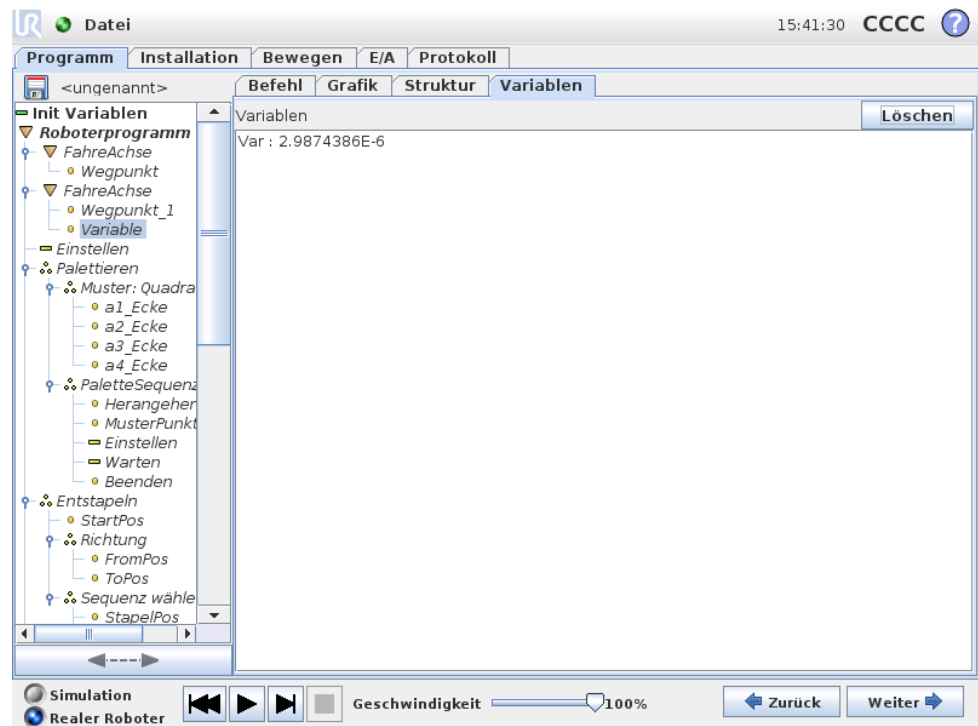
- 1) Wählen Sie einen vorhandenen Programmbefehl.
- 2) Wählen Sie, ob der neue Befehl über oder unter dem gewählten Befehl eingefügt werden soll.

- 3) Drücken Sie die Schaltfläche für die Befehlsart, die Sie einfügen möchten. Öffnen Sie zur Einstellung der Details des neuen Befehls die Registerkarte Command.

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.

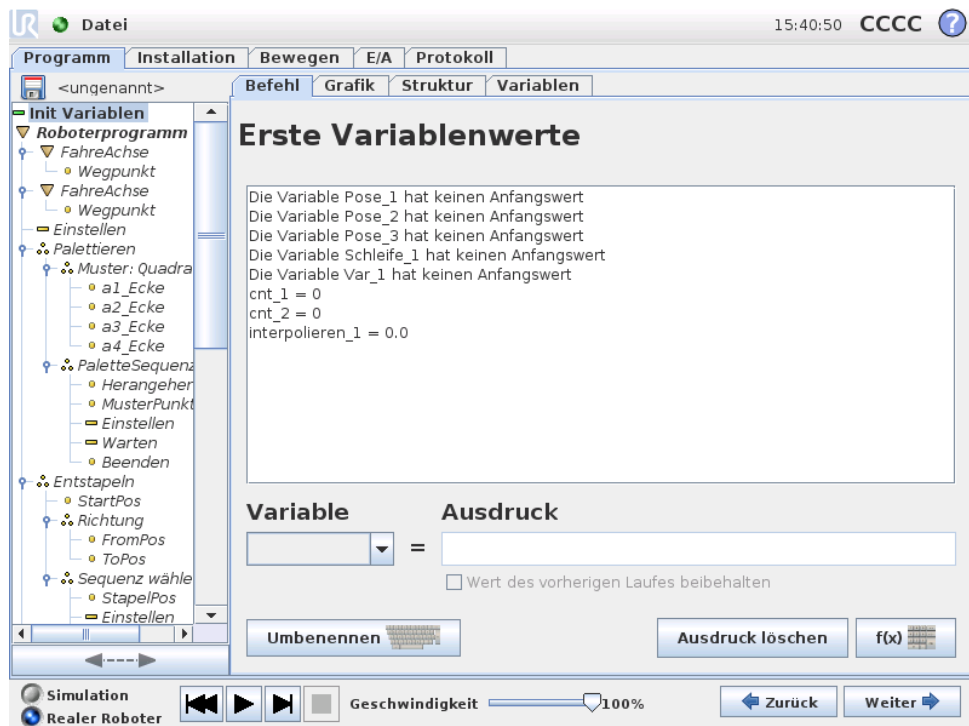
Nicht alle Befehle passen an alle Stellen in einem Programm. Wegpunkte müssen unter einem Bewegung-Befehl stehen (nicht notwendigerweise direkt darunter). SonstWenn- und Sonst-Befehle müssen nach dem Befehl Wenn folgen. Im Allgemeinen kann die Verschiebung von SonstWenn-Befehlen zu Verwirrungen führen. Variablen müssen Werte zugeordnet werden, bevor diese verwendet werden.

## 12.30 Registerkarte „Variablen“



Die Registerkarte „Variablen“ zeigt die Live-Werte von Variablen im laufenden Programm und führt eine Liste von Variablen und Werten zwischen Programmverläufe auf. Sie erscheint, wenn sie anzuzeigende Informationen enthält. Alle Variablen sind alphabetisch nach ihren Namen geordnet. Die Variablenbezeichnungen werden in diesem Bildschirm mit höchstens 50 Stellen und die Variablenwerte mit höchstens 500 Stellen angezeigt.

## 12.31 Befehl: Variablen Initialisierung



Dieser Bildschirm ermöglicht die Einstellung von Variablen-Werten, bevor das Programm (und alle Threads) ausgeführt wird.

Wählen Sie eine Variable aus der Liste der Variablen, indem Sie darauf klicken, oder indem Sie die Variablen-Auswahlbox verwenden. Für eine ausgewählte Variable kann ein Ausdruck eingegeben werden, mit dem der Variablen-Wert bei Programmmanfang festgelegt wird.

Bei Wahl des Kontrollkästchens „Zieht vor, den Wert aus der letzten Ausführung zu behalten“ wird die Variable auf den Wert initialisiert, der aus der Registerkarte „Variablen“ hervorgeht, beschrieben im Abschnitt 12.30. So können Variablen Ihre Werte zwischen Programmausführungen beibehalten. Die Variable erhält ihren Wert von dem Ausdruck, wenn das Programm zum ersten Mal ausgeführt wird oder wenn der Wert Registerkarte gelöscht worden ist.

Eine Variable kann aus dem Programm gelöscht werden, indem ihr Namensfeld leer gelassen wird (nur Leerschritte).



## 13 Setup-Bildschirm



- **Roboter initialisieren** Führt Sie zum Initialisierungsbildschirm, siehe 9.4.
- **Sprache und Einheiten** Konfigurieren Sie die Sprache und die Maßeinheiten der Benutzeroberfläche, siehe 13.1.
- **Roboter aktualisieren** Aktualisiert die Robotersoftware auf eine neuere Version, siehe 13.2.
- **Passwort festlegen** Bietet die Möglichkeit zur Sperrung des Programmierbereichs des Roboters für Personen ohne Passwort, siehe 13.3.
- **Bildschirm kalibrieren** Kalibriert die „Berührung“ des Touch-Screens, siehe 13.4.
- **Netzwerk einrichten** Öffnet eine Schnittstelle zur Einrichtung des Ethernet-Netzwerks für das Robotersteuergerät, siehe 13.5.
- **Uhrzeit einstellen** Stellt die Uhrzeit und das Datum für das System ein und konfiguriert die Anzeigeformate für die Uhr, siehe 13.6.
- **Zurück** Führt Sie zum Startbildschirm zurück.

## 13.1 Sprachen und Einheiten

?

### Roboter einstellen

Roboter initialisieren

Sprachen und Einheiten

Roboter aktualisieren

Passwort festlegen

Bildschirm kalibrieren

Netzwerk einstellen

Uhrzeit einstellen

Zurück

#### Sprache auswählen

Deutsch ▼

English programming

---

#### Einheiten auswählen

Metrische Einheiten

US-Einheiten üblich

PolyScope neu starten, um neue Einstellungen auszuführen

Jetzt neu starten

Auf diesem Bildschirm können die in PolyScope verwendeten Sprachen und Einheiten ausgewählt werden. Die ausgewählte Sprache wird für den sichtbaren Text auf den verschiedenen Bildschirmen von PolyScope sowie in der eingebetteten Hilfe verwendet. Wählen Sie „Englische Programmierung“ ab, damit die Namen der Befehle in Roboterprogrammen in Englisch angezeigt werden. PolyScope muss neu gestartet werden, um Änderungen wirksam zu machen.

## 13.2 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 GUI aufgerufen werden. Hardwarespezifikationen bleiben unverändert und können dem Originalhandbuch entnommen werden.

## 13.3 Passwort festlegen

?

### Roboter einstellen

Roboter initialisieren

Sprachen und Einheiten

Roboter aktualisieren

Passwort festlegen

Bildschirm kalibrieren

Netzwerk einstellen

Uhrzeit einstellen

Zurück

### Systempasswort ändern

Passwörter gewährleisten, dass Änderungen an der Funktionalität und dem Verhalten des Roboters geschützt sind. Alle Bereiche, an denen Änderungen vorgenommen werden können, werden geschützt.

Passwort

Passwort bestätigen

---

### Sicherheitspasswort ändern

Aktuelles Passwort eingeben

Passwort

Passwort bestätigen

Zwei Passwörter werden unterstützt. 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:**

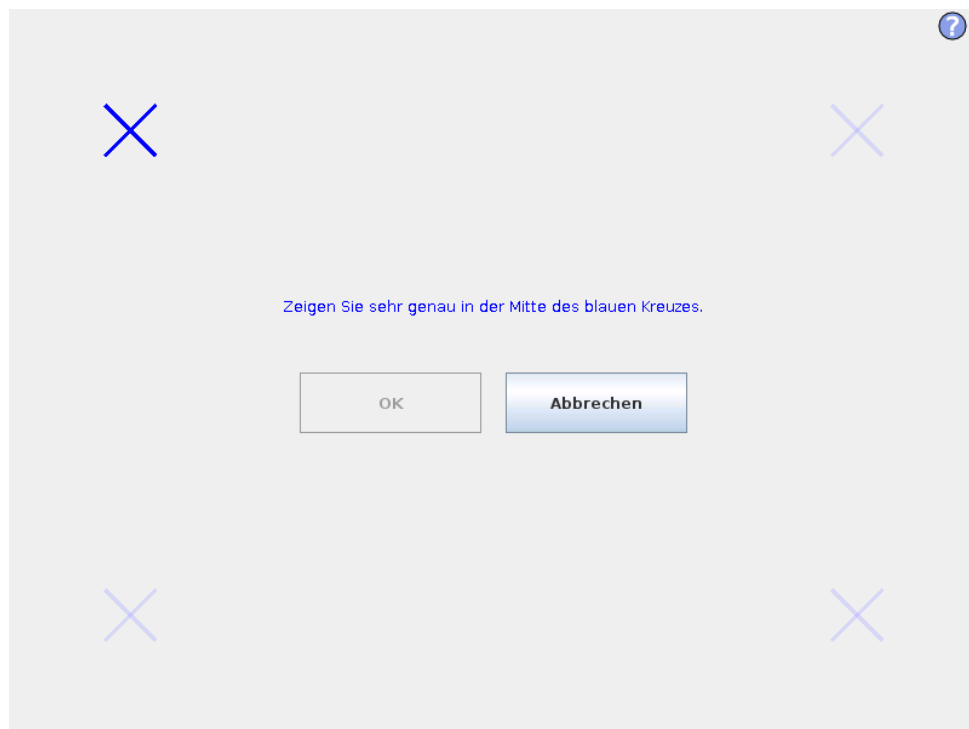
Um die Sicherheitskonfiguration ändern zu können, muss das Sicherheitspasswort festgelegt sein.



**WARNUNG:**

Fügen Sie ein Systempasswort hinzu, um zu verhindern, dass nicht autorisiertes Personal Änderungen an der Roboterinstallation vornimmt.

## 13.4 Bildschirm kalibrieren



Einstellung des Touch-Screens. Befolgen Sie die Anleitung auf dem Bildschirm zur Einstellung des Touch-Screens. Verwenden Sie vorzugsweise einen spitzen, nicht metallischen Gegenstand, beispielsweise einen geschlossenen Stift. Durch Geduld und Sorgfalt lässt sich ein besseres Ergebnis erzielen.

## 13.5 Netzwerk einstellen

Feld zur Einrichtung des Ethernet-Netzwerkes. Für die grundlegenden Roboterfunktionen ist keine Ethernet-Verbindung erforderlich, sodass diese standardmäßig deaktiviert ist.

## 13.6 Uhrzeit einstellen

## 13.6 Uhrzeit einstellen

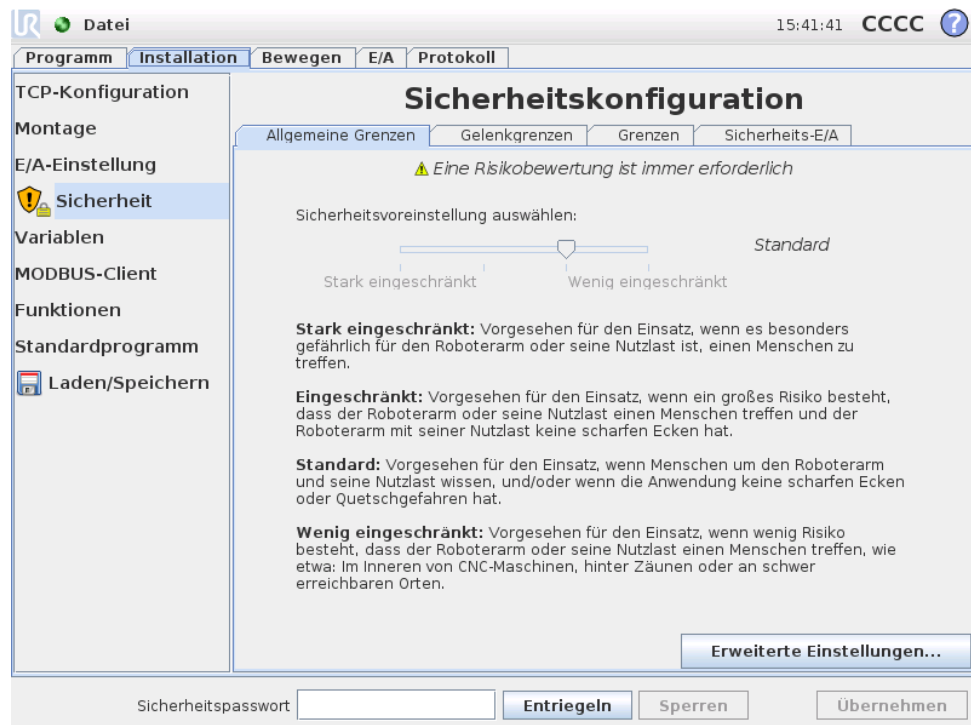
---

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.



# 14 Sicherheitskonfiguration

Der Roboter ist mit einem fortschrittlichen Sicherheitssystem ausgestattet. Abhängig von den bestimmten Charakteristiken seines Arbeitsbereichs sind die Einstellungen für das Sicherheitssystem so zu konfigurieren, dass die Sicherheit des Personals und der Geräte im Umfeld des Roboters garantiert werden kann. Einzelheiten zum Sicherheitssystem finden Sie hier: Hardware-Installationshandbuch. Auf den Sicherheitskonfigurations-Bildschirm können Sie vom Startbildschirm aus zugreifen (siehe 9.3), indem Sie die Roboter programmieren Taste drücken, die Registerkarte Installation auswählen und Sicherheit antippen. Die Sicherheitskonfiguration ist passwortgeschützt; siehe 14.7.



## WARNUNG:

1. Eine Risikobewertung ist immer erforderlich.
2. Alle Sicherheitseinstellungen, auf die über diesen Bildschirm zugegriffen werden kann, sowie deren Unterregisterkarten müssen entsprechend der Risikobewertung eingestellt werden.
3. Der Integrator muss sicherstellen, dass alle Änderungen an den Sicherheitseinstellungen entsprechend der Risikobewertung vorgenommen werden.

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 Unterregisterkarten auf dem Sicherheitsbildschirm definiert:

- Die Unterregisterkarte *Allgemeine Grenzen* definiert die maximale *Kraft*, *Leistung*, *Geschwindigkeit* und den maximalen *Schwung* des Roboterarms. Wenn das Risiko, dass der Roboterarm einen Menschen trifft oder mit Teilen seiner Umgebung kollidiert, besonders hoch ist, 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 14.9.
- Die Unterregisterkarte *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 Gelenkspalt). Für weitere Details, siehe 14.10.
- Die Unterregisterkarte *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 14.5)). Die Werkzeugausrichtungsgrenze setzt eine harte Grenze für die Ausrichtung des Roboter-TCPs. Für weitere Details, siehe 14.11.
- Die Unterregisterkarte *Sicherheits-E/A* definiert Sicherheitsfunktionen für konfigurierbare Ein- und Ausgänge (siehe 11.2). Zum Beispiel kann *Not-Aus* als ein Eingang konfiguriert werden. Für weitere Details, siehe 14.12.

## 14.1 Änderung der Sicherheitskonfiguration



### HINWEIS:



Das empfohlene Verfahren zum Ändern der Sicherheitskonfiguration ist wie folgt:

1. Machen Sie eine Risikobewertung.
2. Stellen Sie die Sicherheitseinstellungen auf die entsprechende Stufe ein (siehe einschlägige Richtlinien und Normen in der Anleitung für das Festlegen der Sicherheitsgrenzen).
3. Testen Sie die Einstellung am Roboter.
4. Fügen Sie den folgenden Text in den Betreiberanleitungen ein: „Stellen Sie vor jeglichen Arbeiten in der Nähe des Roboters sicher, dass die Sicherheitskonfiguration wie erwartet agiert. Dies kann beispielsweise nachgeprüft werden, indem Sie die Prüfsumme in der oberen rechten Ecke des PolyScope überprüfen (siehe 14.4 in PolyScope-Handbuch).“

---

## 14.2 Sicherheitssynchronisation und Fehler

Der Status der aktiven Sicherheitskonfiguration im Vergleich zu der Roboterinstallation, die die GUI geladen hat, wird durch das Schild-Symbol neben dem Text *Sicherheit* auf der linken Seite des Bildschirms angezeigt. Diese Symbole bieten eine unkomplizierte Anzeige des aktuellen Zustands. 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 sich von der derzeit aktiven Sicherheitskonfiguration unterscheidet.

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

Wenn eines der Textfelder in der Registerkarte *Sicherheit* eine ungültige Eingabe enthält, befindet sich die Sicherheitskonfiguration im Fehlerzustand. Dies wird auf mehrere Arten angezeigt:

- Ein rotes Fehlersymbol erscheint neben dem Text *Sicherheit* auf der linken Seite des Bildschirms.
- Unterregisterkarten, die Fehler enthalten, werden oben mit einem roten Fehlersymbol markiert.
- Textfelder, die Fehler enthalten, werden mit einem roten Hintergrund markiert.

Wenn Fehler vorhanden sind und Sie versuchen, die Registerkarte *Installation* zu verlassen, erscheint ein Dialog mit den folgenden Optionen:

1. Problem(e) lösen, um alle Fehler zu beseitigen. Dies wird angezeigt, wenn das rote Fehlersymbol nicht mehr neben dem Text *Sicherheit* auf der linken Seite des Bildschirms angezeigt wird.
2. Die Sicherheitskonfiguration, die zuvor aktiv war, wieder übernehmen. Verwirft jegliche Änderungen und lässt Sie nach Belieben fortfahren.

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

1. Änderungen übernehmen und das System neustarten. 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. Die Sicherheitskonfiguration, die zuvor aktiv war, wieder übernehmen. Verwirft jegliche Änderungen und lässt Sie nach Belieben fortfahren.

## 14.3 Toleranzen

In der *Sicherheitskonfiguration* werden die physikalischen Grenzen festgelegt. Die Eingabefelder dieser Grenzwerte beinhalten keine Toleranzen: Toleranzen werden gegebenenfalls neben dem Feld angezeigt. Das *Sicherheitssystem* erfasst jegliche Überschreitungen der eingegebenen Grenzwerte. Der *Roboterarm* versucht, Überschreitungen des Sicherheitssystems zu verhindern und führt, wenn der Grenzwert abzüglich der Toleranz erreicht wird, durch Unterbrechung der Programmausführung einen Sicherheitsstopp durch. Beachten Sie, dass ein Programm daher möglicherweise nicht in der Lage ist, Bewegungen, die sehr nahe an einer Grenze liegen, auszuführen. Der Roboter ist unter Umständen nicht in der Lage, die Höchstgeschwindigkeit zu erreichen, die durch die Geschwindigkeitsgrenze eines Gelenks oder des TCP festgelegt wurde.



**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.

## 14.4 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 Klicken auf die Prüfsumme werden die Details zur derzeit aktiven Sicherheitskonfiguration angezeigt.

## 14.5 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*: Aktiv, wenn sich der TCP des Roboters in einer *Auslöser Reduzierter Modus* Ebene befindet (siehe 14.11) oder bei der Auslösung durch einen konfigurierbaren Eingang (siehe 14.12).

*Wiederherstellungsmodus*: Wenn der Roboterarm einen der anderen Modi (d. h. den *Normalen* oder den *Reduzierten* Modus) verletzt hat und ein Stopp der Kategorie 0 durchgeführt wurde, wird der Roboterarm im *Wiederherstellungsmodus* gestartet. Dieser Modus ermöglicht die manuelle Einstellung des Roboterarms, bis alle Überschreitungen behoben sind. In diesem Modus ist es nicht möglich, Programme für den Roboter auszuführen.



### WARNUNG:

Beachten Sie, dass Grenzwerte für die *Gelenkposition*, *TCP-Position* und *TCP-Ausrichtung* im *Wiederherstellungsmodus* deaktiviert sind. Lassen Sie daher beim Bewegen des Roboterarms äußerste Vorsicht walten.

Die Unterregisterkarten des *Sicherheitskonfigurations*-Bildschirms ermöglichen es dem Benutzer, separate Sätze von Sicherheitsgrenzen für den *Normalen* und den *Reduzierten* Modus festzulegen. Die Werkzeug- und Gelenkgrenzwerte des *Reduzierten* Modus bezüglich der Geschwindigkeit und des Schwungs müssen strenger sein als die des *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 Sicherheitsgrenze 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. Für Einzelheiten zu den Grenzwerten des *Wiederherstellungsmodus*, siehe ?? in Hardware-Installationshandbuch.

## 14.6 Teach-Modus

Wenn sich im *Teach*-Modus (siehe 11.1.5) die Bewegung des Roboterarms bestimmten Grenzen annähert, fühlt der Benutzer eine abstoßende Kraft. 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 dieser abstoßenden Kraft ist es, den Benutzer darüber zu informieren, dass die aktuelle Position oder Geschwindigkeit einer Grenze nahe ist und zu vermeiden, dass der Roboter diese Grenze verletzt. Wenn jedoch vom Benutzer ausreichend Kraft auf den Roboterarm ausgeübt wird, kann die Grenze verletzt werden. Die Größe der Kraft erhöht sich, je näher der Roboterarm sich der Grenze annähert.

## 14.7 Passwortsperrung

Alle Einstellungen auf diesem Bildschirm sind gesperrt, bis das korrekte Sicherheitspasswort (siehe 13.3) in das weiße Textfeld unten im Bildschirm eingegeben und die Taste `Entsperren` gedrückt wird. Der Bildschirm kann durch Klick auf die Taste `Sperren` wieder gesperrt werden. Die Registerkarte `Sicherheit` wird automatisch gesperrt, wenn der Bildschirm Sicherheitskonfiguration verlassen wird. Wenn die Einstellungen gesperrt sind, wird neben dem Text `Sicherheit` auf der linken Seite des Bildschirms ein Schlosssymbol angezeigt. Ein entsprechendes Symbol wird angezeigt, wenn die Einstellungen freigegeben sind.



### HINWEIS:

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

## 14.8 Übernehmen

Beim Freigeben der Sicherheitskonfiguration wird der Roboterarm ausgeschaltet, während Änderungen vorgenommen werden. Der Roboterarm kann vor dem Übernehmen oder Annullieren der Änderungen nicht eingeschaltet werden. Danach ist ein manuelles Einschalten vom Initialisierungsbildschirm erforderlich. Alle Änderungen an der Sicherheitskonfiguration müssen vor dem Verlassen der Registerkarte `Installation` übernommen oder rückgängig gemacht werden. Diese Änderungen treten *nicht* in Kraft, bevor die Taste `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 Bestätigungsdialgs finden Sie in der Abbildung 14.8.

Bestätigung der angewandten Sicherheitskonfiguration

Allgemeine Grenzen
Gelenkgrenzen
Grenzen
Sicherheits-E/A

	Normaler Modus	Reduzierter Modus
Kraft	150.00	120.00 N
Leistung	300.00	200.00 W
Geschwindigkeit	1.50	0.75 m/s
Moment	25.00	10.00 kg m/s

Sicherheitskonfiguration bestätigen
Ablehnen

Außerdem werden die Änderungen bei der Bestätigung automatisch als Teil der aktuellen Roboterinstallation gespeichert. Siehe 11.5 für weitere Informationen zum Speichern der Roboterinstallation.

## 14.9 Allgemeine Grenzen

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.

*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.

*Schwung:* Eine Grenze für den maximalen linearen Schwung des Roboter-TCPs.

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. Das bedeutet, dass trotz spezifizierter Geschwindigkeitsgrenze *nicht* garantiert ist, dass andere Teile des Roboterarms dieselbe Grenze einhalten.

Wenn sich im Modus *Lernen* (siehe 11.1.5) die aktuelle Geschwindigkeit des Roboter-TCP der *Geschwindigkeitsgrenze* zu sehr nähert, fühlt der Benutzer eine abstoßende Kraft, die immer stärker wird, je mehr sich die Geschwindigkeit der Grenze annähert. Die Kraft wird generiert, wenn die aktuelle Geschwindigkeit sich innerhalb von etwa 250 mm/s von der Grenze bewegt.

**Grundlegende Einstellungen** Das Unterfeld Anfängliche allgemeine Grenzen, angezeigt als Standardbildschirm, verfügt über einen Schieber mit den folgenden vordefinierten Wertsätzen für die allgemeinen Grenzen in den *Normalen* und *Reduzierten* Modi:

*Stark eingeschränkt*: Bestimmt für den Einsatz, wenn es besonders gefährlich für den Roboterarm oder seine Nutzlast ist, einen Menschen zu treffen.

*Eingeschränkt*: Bestimmt für den Einsatz, wenn ein hohes Risiko besteht, dass der Roboterarm oder seine Nutzlast einen Menschen treffen und der Roboterarm mit seiner Nutzlast keine scharfen Ecken hat.

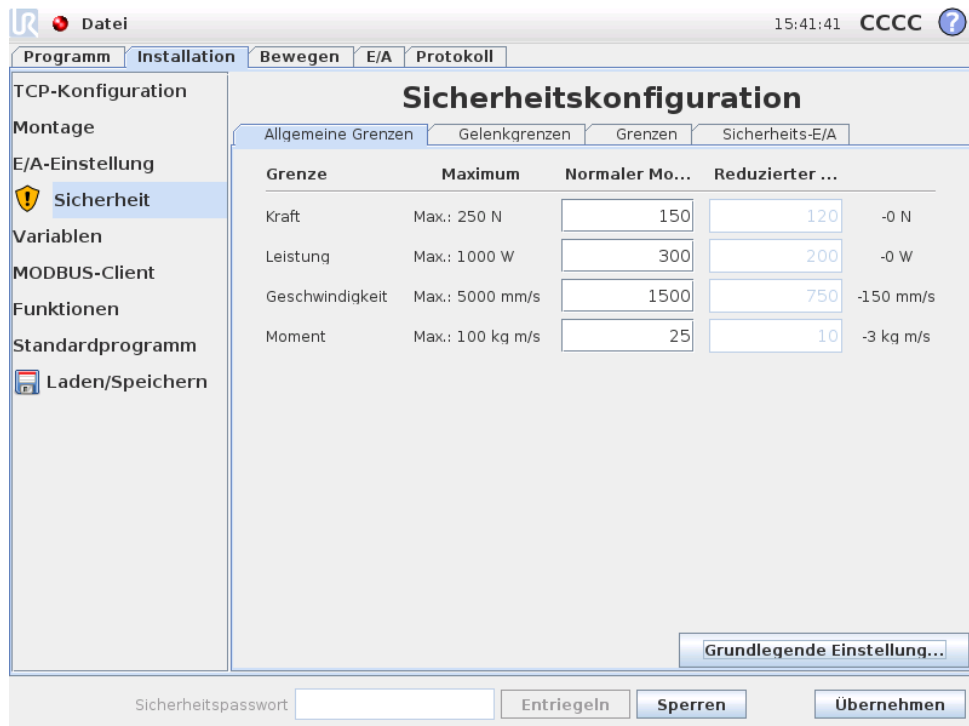
*Standard*: Bestimmt für den Einsatz, wenn Menschen um den Roboterarm und seine Nutzlast wissen, und/oder wenn die Anwendung keine scharfen Ecken oder Quetschgefahren hat.

*Wenig eingeschränkt*: Bestimmt für den Einsatz, wenn wenig Risiko besteht, dass der Roboterarm oder seine Nutzlast einen Menschen treffen, wie etwa im Inneren von CNC-Maschinen, hinter Zäunen, an schwer erreichbaren Orten.

Diese Modi sind nur Vorschläge und eine richtige Risikobewertung muss immer durchgeführt werden.

**Zu erweiterten Einstellungen wechseln** Sollte *keiner* der vordefinierten Wertsätze befriedigend sein, kann die Taste *Erweiterte Einstellungen...* gedrückt werden, um zum Bildschirm *Erweiterte allgemeine Grenzen* zu gelangen.

### Erweiterte Einstellungen



Grenze	Maximum	Normaler Mo...	Reduzierter ...	
Kraft	Max.: 250 N	150	120	-0 N
Leistung	Max.: 1000 W	300	200	-0 W
Geschwindigkeit	Max.: 5000 mm/s	1500	750	-150 mm/s
Moment	Max.: 100 kg m/s	25	10	-3 kg m/s

Hier kann jede der allgemeinen Grenzen, die in 14.9 definiert sind, unabhängig von den anderen geändert werden. Dies erfolgt, indem das entsprechende Textfeld angeklickt 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 und die Leistungsgrenze auf einen Wert zwischen 80 W und 1.000 W eingestellt werden.

Beachten Sie, dass die Felder für Grenzen im Modus *Reduziert* deaktiviert sind, wenn weder eine Sicherheitsebene noch ein konfigurierbarer Eingang für die Auslösung eingestellt sind (siehe 14.11 und 14.12 für weitere Details). Weiterhin dürfen die Grenzen für *Geschwindigkeit* und *Schwung* 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 14.3). 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.



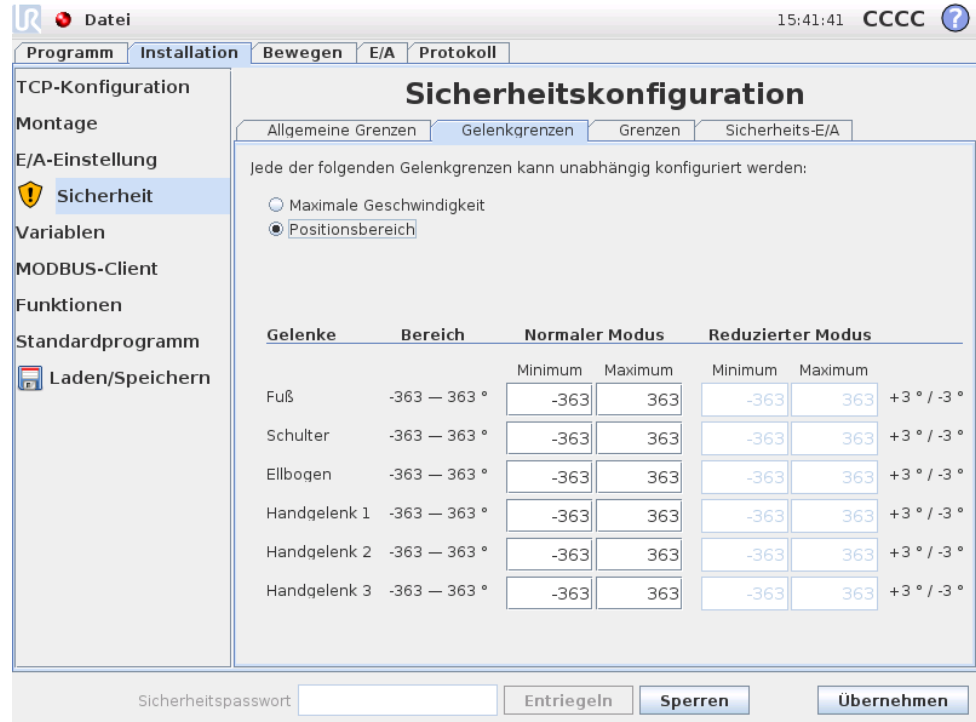
**WARNUNG:**

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 grundlegenden Einstellungen wechseln** Durch Drücken der Taste *Grundlegende Einstellungen...* wird wieder zurück zum Bildschirm *allgemeine Grenzen* ge-

wechselt 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.

## 14.10 Gelenkgrenzen



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

Wenn sich im Modus *Lernen* (siehe 11.1.5) die aktuelle Position oder die Geschwindigkeit eines Gelenks der Grenze zu sehr nähern, fühlt der Benutzer eine abstoßende Kraft, die immer stärker wird, je mehr sich das Gelenk der Grenze annähert. Die Kraft wird generiert, wenn die Gelenkgeschwindigkeit sich in etwa 20 % von der Geschwindigkeitsgrenze oder die Gelenkposition sich in etwa 8 ° der Positionsgrenze befindet.

**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 Grenzen im Modus *Reduziert* deaktiviert sind, wenn weder eine Sicherheitsebene noch ein konfigurierbarer Eingang für die Auslösung

eingestellt sind (siehe 14.11 und 14.12 für weitere Details). Weiterhin dürfen die 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 14.3). 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 kann die Obergrenze nicht überschreiten.

Beachten Sie, dass die Felder für Grenzen im Modus *Reduziert* deaktiviert sind, wenn weder eine Sicherheitsebene noch ein konfigurierbarer Eingang für die Auslösung eingestellt sind (siehe 14.11 und 14.12 für weitere Details).

Die Toleranzen und Einheit der Grenzen sind jeweils am Ende der zugehörigen Zeile aufgelistet. Der erste Toleranzwert gilt für den Mindestwert und 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.

---

## 14.11 Grenzen

In dieser Registerkarte können Sie Grenzlimes 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 Arbeitsbereich 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. Das 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 11.12).



**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 geben. Beachten Sie, dass dadurch, dass der Roboterarm abgeschaltet wird, sobald die Registerkarte *Sicherheit* freigeschaltet ist, die *Werkzeug*-Funktion (die die aktuelle Position und Ausrichtung des Roboter-TCP beinhaltet) sowie der *Teach*-Modus (siehe 11.1.5) nicht mehr verfügbar sind.

Wenn sich im Modus *Teach* (siehe 11.1.5) die aktuelle Position des Roboter-TCP einer Sicherheitsebene zu sehr nähert oder die Ausrichtungsabweichung des Roboterwerkzeugs sich zu sehr an die spezifizierte maximale Abweichung annähert, fühlt der Benutzer eine abstoßende Kraft, die immer stärker wird, je mehr sich der TCP der Grenze annähert. Die Kraft wird generiert, wenn der TCP sich in etwa 5 cm Abstand zu einer Sicherheitsebene befindet oder die Ausrichtungsabweichung des Werkzeugs etwa 3° von der spezifizierten maximalen Abweichung entfernt ist.







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

**14.11.1 Auswählen einer zu konfigurierenden Grenze**


Das Feld *Sicherheitsgrenzen* auf der linken Seite der Registerkarte wird verwendet, um ein zu konfigurierendes Grenzlimit auszuwählen.

Um eine Sicherheitsebene einzurichten, klicken 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 in der 3D-Ansicht (siehe 14.11.2) rechts von diesem Feld hervorgehoben. Die Sicherheitsebene kann im Abschnitt *Eigenschaften* der *Sicherheitsebene* (siehe 14.11.3) im unteren Bereich der Registerkarte eingestellt werden.

Klicken Sie auf den Eintrag *Werkzeuggrenze*, um die Ausrichtungsgrenze für das Roboterwerkzeug zu konfigurieren. Die Konfiguration des Limits kann im Abschnitt *Eigenschaften* der *Werkzeuggrenze* (siehe 14.11.4) im unteren Bereich der Registerkarte spezifiziert werden.

Klicken Sie auf die Taste  /  , um die 3D-Visualisierung des Grenzlimits ein-/auszuschalten. Falls ein Grenzlimit aktiv ist, wird der *Sicherheitsmodus* (siehe 14.11.3 und 14.11.4) durch eines der folgenden Symbole angezeigt  /  /  /  .

### 14.11.2 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.  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 Ebene Normal steht, was angibt, auf welcher Seite der Ebene der Roboter-TCP positioniert werden darf. Auslöserebenen werden in Blau und Grün dargestellt. Ein kleiner Pfeil zeigt die Seite der Ebene an, die *nicht* den Übergang in den *Reduzierten* Modus auslöst. Wenn eine Sicherheitsebene im Feld auf der linken Seite der Registerkarte ausgewählt wurde, wird die zugehörige 3D-Darstellung hervorgehoben.

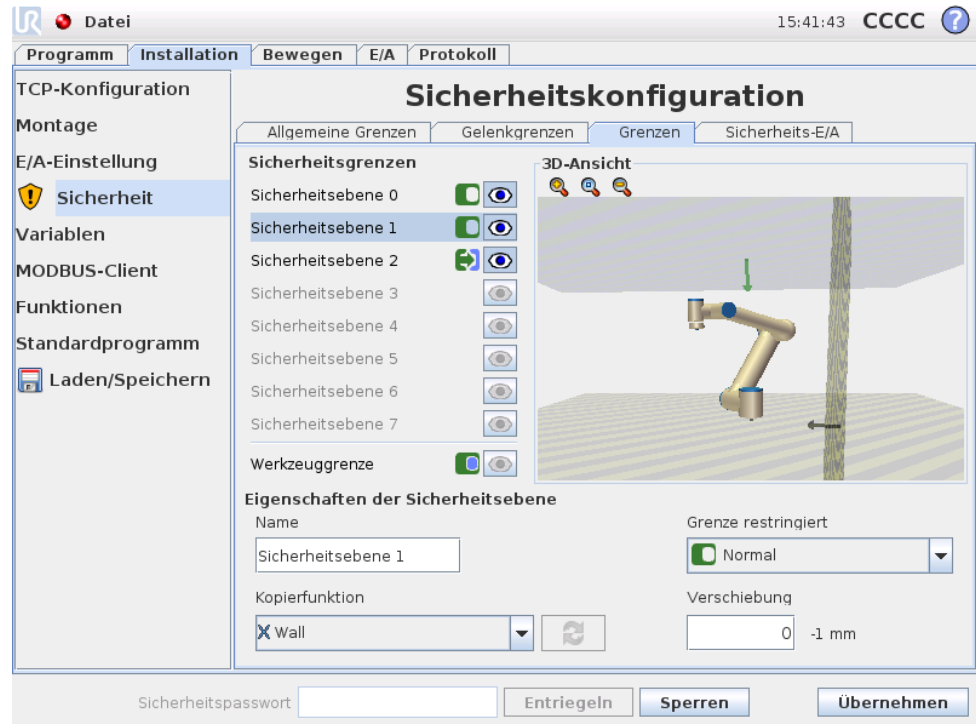
Das Limit der Werkzeugausrichtungsgrenze wird anhand eines sphärischen Kegels visualisiert, wobei ein Vektor die aktuelle Ausrichtung des Roboterwerkzeugs anzeigt. Das Innere des Kegels repräsentiert den zulässigen Bereich für die Werkzeugausrichtung (Vektor).

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.

### 14.11.3 Sicherheitsebenenkonfiguration

Der Abschnitt *Eigenschaften* der Sicherheitsebene im unteren Teil der Registerkarte definiert die Konfiguration der ausgewählten Sicherheitsebene im Feld *Sicherheitsgrenzen* im Bereich oben links auf der Registerkarte.



**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.

**Kopierfunktion** Die Position und die Normale der Sicherheitsebene werden mithilfe einer Funktion (siehe 11.12) von der aktuellen Roboterinstallation spezifiziert. Nutzen Sie die Drop-down-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.

Die Z-Achse der ausgewählten Funktion wird auf den verweigerten Bereich zeigen und die Normale der Ebene wird in die entgegengesetzte Richtung zeigen, außer wenn die Funktion Basis ausgewählt wird, in welchem Fall die Normale der Ebene in dieselbe Richtung zeigen wird. Falls die Ebene als Auslöser Reduzierter Modus Ebene konfiguriert ist (siehe 14.11.3), zeigt die Normale der Ebene die Seite an, die nicht den Übergang in den Reduzierten Modus auslöst.

Es ist zu beachten, dass bei der Konfiguration einer Sicherheitsebene durch Auswahl einer Funktion die Positionsinformationen nur in die Sicherheitsebene kopiert werden; die Ebene ist nicht mit dieser Funktion verknüpft. Das bedeutet, dass wenn Änderungen an der Position oder Ausrichtung einer Funktion, die zur Konfiguration einer Sicherheitsebene genutzt wurde, gemacht wurden, die Sicherheitsebene nicht automatisch aktualisiert wird. Wenn sich die Funktion verändert hat, wird dies durch ein ⚠ Symbol angezeigt, dass sich über der Auswahlfunktion für die Funktion befindet. Klicken Sie die Taste ↻ neben der Auswahlfunktion, um die Sicherheitsebene 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 Drop-down-Menü auf der rechten Seite des Felds *Eigenschaften der Sicherheitsebene* wird der *Sicherheitsmodus* der Sicherheitsebene ausgewählt. Dabei stehen folgende Modi zur Auswahl:

Deaktiviert	Die Sicherheitsebene ist zu <i>keiner Zeit aktiv</i> ;
<input checked="" type="checkbox"/> Normal	Wenn sich das Sicherheitssystem im <i>Normalen</i> Modus befindet, ist eine <i>Normaler-Modus-Ebene aktiv</i> und agiert als <i>strenge Begrenzung</i> der TCP-Position des Roboters.
<input type="checkbox"/> Reduziert	Wenn sich das Sicherheitssystem im <i>Reduzierten</i> Modus befindet, ist eine <i>Reduzierter-Modus-Ebene aktiv</i> und agiert als <i>strenge Begrenzung</i> der TCP-Position des Roboters.
<input type="checkbox"/> Normal & Reduziert	Wenn sich das Sicherheitssystem im <i>Normalen</i> oder <i>Reduzierten</i> Modus befindet, ist eine <i>Normale &amp; Reduzierte Modus-Ebene aktiv</i> und agiert als <i>strenge Begrenzung</i> der TCP-Position des Roboters.
<input type="checkbox"/> Auslöser Reduzierter Modus	Wenn sich das Sicherheitssystem im <i>Normalen</i> oder <i>Reduzierten</i> Modus befindet, ist eine <i>Auslöser Reduzierter Modus Ebene aktiv</i> , die bewirkt, dass das Sicherheitssystem im <i>Reduzierten</i> 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* auf *Deaktiviert* eingestellt, wird kein Symbol angezeigt.

**Verdrängung** Wenn eine Funktion in der Drop-down-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 Arbeitsbereich des Roboters erhöht, indem die Ebene in die entgegengesetzte Richtung der Ebenennormale bewegt wird. Durch die Eingabe eines negativen Werts wird der zulässige Bereich verringert, indem die Ebene in Richtung der Ebenennormale 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 14.3), wenn sie 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 TCP-Position die festgelegte Grenze einer Sicherheitsebene (ohne Toleranz) überschreitet.

**Wirkung von *Auslöser Reduzierter Modus Ebenen*** Wenn kein Sicherheitsstopp aktiv ist und das Sicherheitssystem sich nicht in dem besonderen *Wiederherstellungsmodus* befindet (siehe 14.5), 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:

- a) Der TCP des Roboters wird außerhalb einer *Auslöser Reduzierter Modus* Ebene positioniert, d. h. er befindet sich auf der Seite der Ebene, die der Richtung des kleinen Pfeils in der Ebenendarstellung *gegenüber* liegt.
- b) Die *Reduzierter Modus* Sicherheitseingangsfunktion ist konfiguriert und die Eingangssignale sind niedrig (siehe 14.12 für weitere Details).

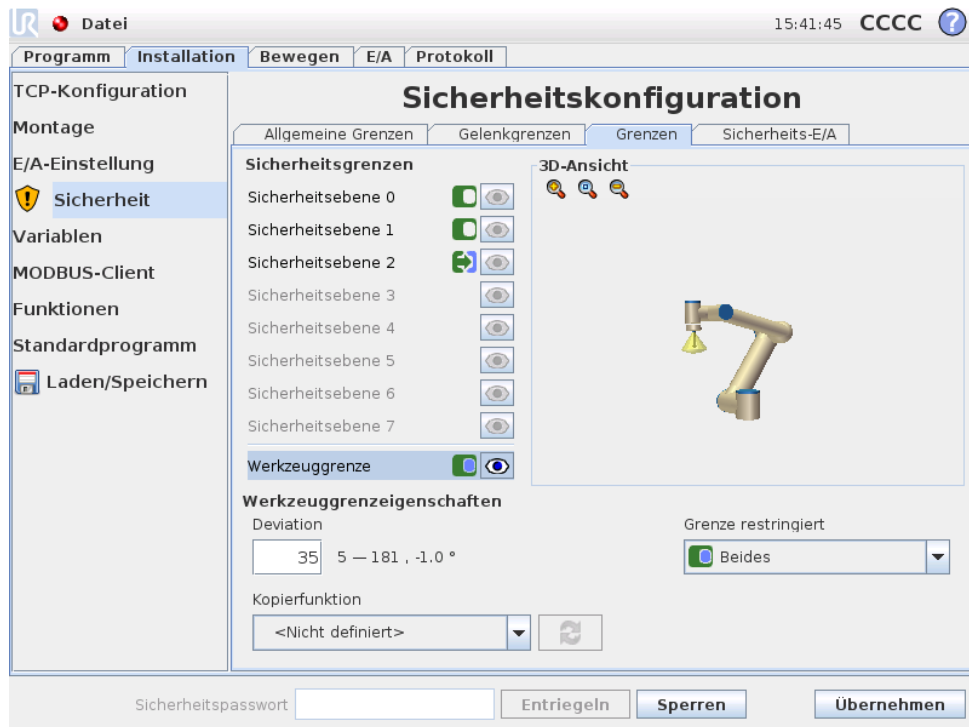
Wenn keiner der oben genannten Fälle mehr vorliegt, wechselt das Sicherheitssystem in den *Normalen* Modus zurück.

Wenn der Übergang vom *Normalen* in den *Reduzierten* Modus durch eine Bewegung durch eine *Auslöser Reduzierter Modus* 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 *Auslöser Reduzierter Modus* 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 in die *Auslöser Reduzierter Modus* 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 eine Bewegung in eine *Auslöser Reduzierter Modus* 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 *Auslöser Reduzierter Modus* 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 *Auslöser Reduzierter Modus* 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 *Auslöser Reduzierter Modus* Ebene verläuft, wird der Roboterarm bereits vor dem Eindringen in die Ebene abgebremst, falls er sonst die Grenzwerte der Gelenkgeschwindigkeit, der Werkzeuggeschwindigkeit oder des Schwungs 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.

### 14.11.4 Werkzeuggrenzkonfiguration



Das Feld **Eigenschaften** der Werkzeuggrenze im unteren Bereich der Registerkarte 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.




**Abweichung** Das Textfeld **Abweichung** 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 antippen und den neuen Wert eingeben.

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

**Kopierfunktion** Die gewünschte Ausrichtung des Roboterwerkzeugs wird mithilfe einer Funktion (siehe 11.12) 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 Drop-down-Box auf der unteren linken Seite des Felds **Eigenschaften** der Werkzeuggrenze, um eine Funktion auszuwählen. Nur die Punkte und die Ebenentypenfunktionen sind verfügbar. Durch Auswahl des Elements **<Nicht definiert>** wird die Konfiguration der Ebene gelöscht.

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, dass sich über der Auswahlfunktion für die Funktion befindet. Klicken Sie die Taste  neben der Auswahlfunktion, um das Limit mit der aktuellen Ausrichtung der Funktion zu aktualisieren. Das  Symbol wird auch angezeigt, wenn die ausgewählte Funktion von der Installation gelöscht wurde.

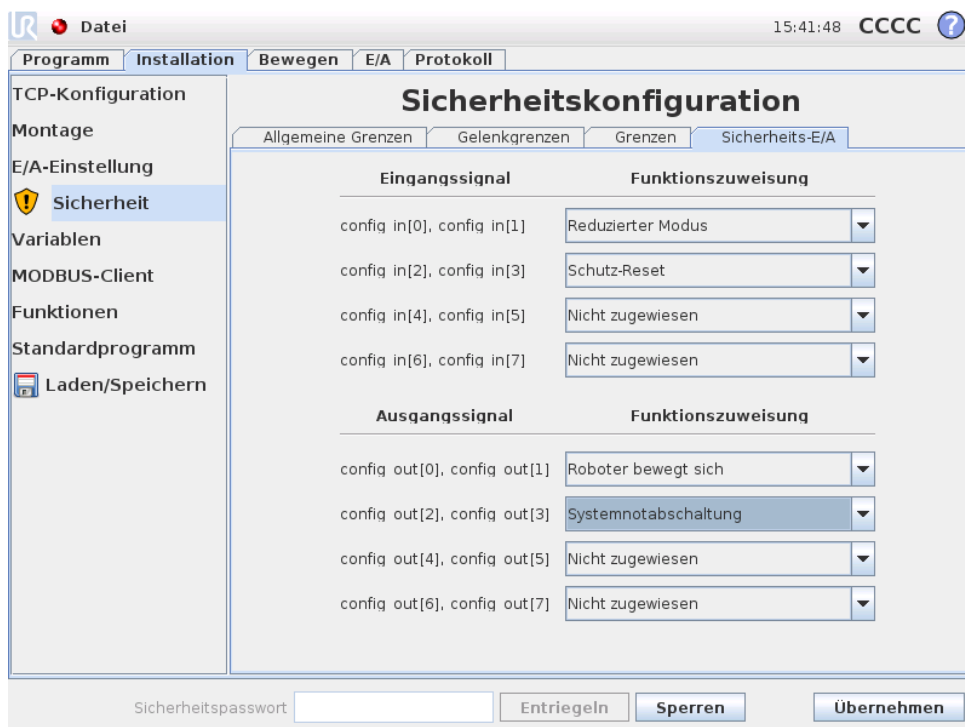
**Sicherheitsmodus** Mit dem Drop-down-Menü auf der rechten Seite des Felds `Werkzeuggrenzeigenschaften` wird der *Sicherheitsmodus* der Werkzeugausrichtungsgrenze ausgewählt. Die verfügbaren Optionen sind:

<input type="radio"/> Deaktiviert	Das Werkzeuggrenzenlimit ist niemals aktiv.
<input checked="" type="radio"/> Normal	Das Werkzeuggrenzenlimit ist aktiv, wenn sich das Sicherheitssystem im <i>Normalen</i> Modus befindet.
<input type="radio"/> Reduziert	Das Werkzeuggrenzenlimit ist aktiv, wenn sich das Sicherheitssystem im <i>Reduzierten</i> Modus befindet.
<input checked="" type="radio"/> Normal & Reduziert	Das Werkzeuggrenzenlimit ist aktiv, wenn sich das Sicherheitssystem im <i>Normalen</i> oder im <i>Reduzierten</i> Modus befindet.

Der ausgewählte *Sicherheitsmodus* wird durch ein Symbol im zugehörigen Eintrag im Feld `Sicherheitsgrenzen` angezeigt. Ist der *Sicherheitsmodus* auf `Deaktiviert` eingestellt, wird kein Symbol angezeigt.

**Wirkung** Die Programmausführung wird abgebrochen, wenn die Abweichung der Werkzeugausrichtung die eingegebene maximale Abweichung abzüglich der Toleranz überschreitet (siehe 14.3) 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.

## 14.12 Sicherheits-E/A



Dieser Bildschirm definiert die *Sicherheitsfunktionen* für konfigurierbare Ein- und Ausgänge (E/A). Die E/A sind aufgeteilt in Eingänge und Ausgänge und so gepaart, dass jede Funktion Kategorie 3 und PLd E/A für Sicherheit erfüllt (für den Fall, dass einer der E/A nicht mehr zuverlässig funktioniert).

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 vorher definierten E/A entfernt. Es gibt 3 *Sicherheitsfunktionen* für Eingangssignale und 4 für Ausgangssignale.

**Eingangssignale** Für Eingangssignale können die folgenden *Sicherheitsfunktionen* ausgewählt werden:

- **Not-Aus:** Ist dies ausgewählt, ermöglicht dies die Option einer alternativen Not-Aus-Taste unter Einbeziehung der Taste, die sich auf dem Teach Pendant befindet. Dies bietet die gleiche Funktion, die die Notabschaltungs-Taste auf dem Teach Pendant bietet, wenn ein Gerät, das ISO 13850:2006 erfüllt, angeschlossen ist.
- **Reduzierter Modus:** Alle Sicherheitsgrenzen haben zwei Modi, in denen sie angewandt werden können: *Normaler Modus*, der die standardmäßige Sicherheitskonfiguration spezifiziert und *Reduzierter Modus* (siehe 14.5 für weitere Details). Wenn diese Eingangs-Sicherheitsfunktion gewählt ist, bewirkt ein niedriges Signal an die Eingänge, dass das Sicherheitssystem in den *Reduzierten Modus* wechselt. 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

Copyright © 2009-2014 by Universal Robots A/S. Alle Rechte vorbehalten.

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 14.11.3 für weitere Details).

- **Schutz-Reset:** Wenn Schutzstopp in den Sicherheits-E/A verkabelt ist, kann Schutz-Reset verwendet werden, um sicherzustellen, dass der Schutzstopp-Status beibehalten wird, bis ein Zurücksetzen ausgelöst wird. Der Roboterarm bewegt sich nicht, wenn er sich im Schutzstopp-Status befindet.



**WARNUNG:**

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

**Ausgangssignale** Für Ausgangssignale können die folgenden *Sicherheitsfunktionen* angewandt werden: Alle Signale werden wieder niedrig, wenn der Status, der das hohe Signal ausgelöst hat, vorüber ist:

- **System-Notabschaltung:** Ein niedriges Signal wird ausgegeben, wenn das Sicherheitssystem in einen per Schutz-Aus gestoppten Status ausgelöst wurde. Andernfalls befindet es sich in einem hohen Signalstatus.
- **Roboter bewegt sich:** Ein niedriges Signal wird ausgegeben, wenn sich der Roboterarm in einem mobilen Status befindet. Wenn sich der Roboterarm in einer festen Position befindet, wird ein hohes Signal ausgegeben.
- **Roboter stoppt nicht:** Wenn der Roboterarm zum Anhalten aufgefordert wurde, wird ab der Anforderung etwas Zeit vergehen, bis der Arm stoppt. Während dieser Zeit wird das Signal hoch sein. Wenn sich der Roboterarm bewegt und nicht zum Anhalten aufgefordert wurde oder er sich in einer gestoppten Position befindet, ist das Signal niedrig.
- **Reduzierter Modus:** Sendet ein niedriges Signal, wenn sich der Roboterarm im *Reduzierten* Modus befindet oder wenn der Sicherheitseingang mit einem Eingang des *Reduzierten* Modus konfiguriert ist und das Signal derzeit niedrig ist. Andernfalls ist das Signal hoch.
- **Nicht reduzierter Modus:** Dies ist der Gegensatz des *Reduzierten* Modus, der oben definiert ist.