

BENUTZERHANDBUCH

HEX

Kraft-/Drehmomentsensor

Für die Universal Robots

Ausgabe E12

OnRobot FT URCap Plugin, Version 4.0.0

September 2018

Inhalt

1	Vorwort	5
1.1	Zielgruppe	5
1.2	Verwendungszweck	5
1.3	Wichtiger Sicherheitshinweis	5
1.4	Warnsymbole.....	5
1.5	Typografische Konventionen	6
2	Erste Schritte.....	7
2.1	Lieferumfang	7
2.1.1	OnRobot (OptoForce) UR Kit (v1)	7
2.1.2	OnRobot UR Kit (v2).....	7
2.2	Sensorbeschreibung.....	8
2.2.1	HEX-E v1 und HEX-H v1	8
2.2.2	HEX-E v2 und HEX-H v2	9
2.3	Montage.....	10
2.3.1	HEX-E v1 und HEX-H v1	10
2.3.2	HEX-E v2 und HEX-H v2	10
2.4	Kabelverbindungen.....	11
2.5	UR-Kompatibilität	12
2.6	Installation des URCap-Plugin	12
2.7	Einrichten des URCap-Plugin.....	14
3	URCap-Plugin verwenden.....	17
3.1	OnRobot-Feedback-Variablen.....	17
3.1.1	Auswirkungen der TCP-Position.....	20
3.2	OnRobot-Hand Guide-Symboleiste	21
3.3	OnRobot-URCap-Befehle	23
3.3.1	F/T Zentrieren.....	23
3.3.2	F/T Regelung	25
3.3.3	F/T Stapeln.....	28
3.3.4	F/T Befestigen und Drehen	32
3.3.5	F/T Schutz	35

3.3.6	F/T Kasten einsetzen	37
3.3.7	F/T Teil einsetzen	39
3.3.8	F/T-Bewegung	41
3.3.9	F/T-Pfad	44
3.3.10	F/T-Suche	46
3.3.11	F/T Wegpunkt	48
3.3.12	F/T Null	50
3.3.13	F/T Last einstellen	51
3.4	Anwendungsbeispiele	52
3.4.1	Kollisionserkennung	52
3.4.2	Mittelpunkterkennung	52
3.4.3	Polieren und Schleifen	52
3.4.4	Palettieren	53
3.4.5	Pin Insertion	54
3.4.6	Kasten einsetzen	54
3.4.7	Befestigen und Drehen	54
4	Glossar der Begriffe	55
5	Liste der Akronyme	56
6	Anhang	57
6.1	Ändern der IP-Adresse der Compute Box	57
6.2	Aktualisieren der Software auf der Compute Box	58
6.3	Software-Deinstallation	58
6.4	Rückgabewerte	59
6.4.1	Rückgabewerte Befehl F/T Zentrieren	59
6.4.2	Rückgabewerte Befehl F/T Befestigen und Drehen	59
6.4.3	Rückgabewerte Befehl F/T Kasten einsetzen	59
6.4.4	Rückgabewerte Befehl F/T Teil einsetzen	60
6.4.5	Rückgabewerte Befehl F/T-Bewegung	60
6.4.6	Rückgabewerte Befehl F/T-Suche	60
6.4.7	Rückgabewerte Befehl F/T-Stapeln	61
6.5	Fehlerbehebung	62
6.5.1	Fehler beim Einrichten des URCap-Plugin	62

6.5.2	Zu nahe an Singularität.....	64
6.5.3	Warnsymbol auf Handführungsleiste.....	65
6.5.4	„socket_read_binary_integer: Zeitüberschreitung“	65
6.5.5	„Socket vectorStream-Öffnung war nicht erfolgreich.“	65
6.5.6	Die Pfadwiedergabe ist langsamer als erwartet.....	65
6.5.7	„Fehlernummer -2“ beim Pfadspeichern	65
6.5.8	„Fehlernummer -3“ beim Pfadspeichern	66
6.5.9	„Unbekannter Sensortyp“	66
6.5.10	„Der Sensor reagiert nicht.“	66
6.6	Erklärungen und Zertifikate	68
6.7	Editionen	71

Copyright © 2017-2018 OnRobot A/S. Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne die vorherige schriftliche Genehmigung von OnRobot A/S in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln reproduziert werden.

Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen entsprechen dem Stand unserer Kenntnisse zum Zeitpunkt der Veröffentlichung. Es kann Unterschiede zwischen diesem Dokument und dem Produkt geben, wenn das Produkt nach dem Ausgabedatum geändert wurde.

OnRobot A/S. übernimmt keine Verantwortung für Fehler oder Auslassungen in diesem Dokument. OnRobot A/S. haftet in keinem Fall für Verluste oder Schäden an Personen oder Eigentum, die sich aus der Verwendung dieses Dokuments ergeben.

Die Informationen in diesem Dokument können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Sie finden die neueste Version auf unserer Webseite: <https://onrobot.com/>.

Die Originalsprache für diese Publikation ist Englisch. Alle anderen Sprachen, die bereitgestellt werden, wurden aus dem Englischen übersetzt.

Alle Marken gehören ihren jeweiligen Eigentümern. Die Angaben von (R) und TM entfallen.

1 Vorwort

1.1 Zielgruppe

Dieses Dokument richtet sich an Integratoren, die komplette Roboteranwendungen entwickeln und installieren. Das Personal, das mit dem Sensor arbeitet, muss über folgende Kenntnisse verfügen:

Grundkenntnisse in mechanischen Systemen

Grundkenntnisse in elektronischen und elektrischen Systemen

Grundkenntnisse des Robotersystems

1.2 Verwendungszweck

Der Sensor ist für die Messung von Kräften und Drehmomenten ausgelegt und wird am Roboterarm eines Roboters installiert. Der Sensor kann innerhalb des angegebenen Messbereichs verwendet werden. Die Verwendung des Sensors außerhalb seines Bereichs gilt als Fehlanwendung. OnRobot haftet nicht für Schäden oder Verletzungen, die durch Missbrauch entstehen.

1.3 Wichtiger Sicherheitshinweis

Der Sensor ist eine *unvollständige Maschine* und für jede Anwendung, an der der Sensor beteiligt ist, ist eine Risikobewertung erforderlich. Es ist wichtig, dass alle Sicherheitsanweisungen befolgt werden. Die Sicherheitshinweise beschränken sich nur auf den Sensor und decken nicht die Sicherheitsvorkehrungen einer vollständigen Anwendung ab.

Die gesamte Anwendung muss in Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen der Normen und Vorschriften des Landes, in dem die Anwendung installiert ist, konzipiert und installiert werden.

1.4 Warnsymbole



GEFAHR:

Dies weist auf eine sehr gefährliche Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Verletzungen oder zum Tod führen kann.



WARNUNG:

Dies weist auf eine potenziell gefährliche elektrische Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Verletzungen oder Schäden am Gerät führen kann.



WARNUNG:

Dies weist auf eine möglicherweise gefährliche Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Verletzungen oder größeren Schäden am Gerät führen kann.

**ACHTUNG:**

Dies weist auf eine Situation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Schäden am Gerät führen kann.

**HINWEIS:**

Dies weist auf zusätzliche Informationen wie Tipps oder Empfehlungen hin.

1.5 Typografische Konventionen

In diesem Dokument werden folgende typografische Konventionen verwendet.

Tabelle 1: Typografische Vereinbarungen

Schrifttyp Courier	Dateipfade und Dateinamen, Codes, Benutzereingaben und Computerausgaben.
<i>Kursivschrift</i>	Zitate und Bildbeschriftungen im Text.
Fettgedruckter Text	UI-Elemente, einschließlich Text auf Schaltflächen und Menüoptionen.
Fettgedruckter, blauer Text	Externe Links oder interne Querverweise.
<Spitze Klammern>	Namen von Variablen, die durch echte Werte oder Strings ersetzt werden müssen.
1. Nummerierte Listen	Schritte eines Verfahrens.
A. Alphabetisch gegliederte Listen	Hinweise zu Bildbeschriftungen.

2 Erste Schritte

2.1 Lieferumfang

Das Universal Robots OnRobot Hex Sensor Kit enthält alles, was Sie für die Verbindung des OnRobot-Kraft-/Drehmomentsensors mit Ihrem UR-Roboter benötigen.

Abhängig von der HW-Version des Sensors gibt es zwei Versionen des OnRobot Universal Robots (UR) Kits.

2.1.1 OnRobot (OptoForce) UR Kit (v1)

Bestandteile des OnRobot (OptoForce) UR Kits v1:

- OnRobot (OptoForce) 6-Achsen Kraft-/Drehmomentsensor (Variante HEX-E v1 oder HEX-H v1)
- OnRobot (OptoForce) Compute Box
- OnRobot (OptoForce) USB-Stick
- Adapter-A
- Überlaststecker
- Sensorkabel (4-polig M8 – 4-polig M8, 5 m)
- Compute-Box-Stromkabel (3-polig M8 – offen)
- Compute-Box-Stromversorgung
- UTP-Kabel (RJ45 – RJ45)
- USB-Kabel (Mini-B – Typ A)
- Kabelverschraubung PG16
- Plastiktüte mit folgendem Inhalt:
 - Kabelhalter
 - M6x30 Schrauben (2 Stück)
 - M6x8 Schrauben (10 Stück)
 - M5x8 Schrauben (9 Stück)
 - M4x8 Schrauben (7 Stück)
 - M4x12 Schrauben (2 Stück)
 - M4-Unterlegscheiben (8 Stück)

2.1.2 OnRobot UR Kit (v2)

Bestandteile des OnRobot UR Kits v2:

- OnRobot 6-Achsen Kraft-/Drehmomentsensor (Variante HEX-E v2 oder HEX-H v2)
- OnRobot Compute Box
- OnRobot USB-Stick
- Adapter-A2

- Sensorkabel (4-polig M8 – 4-polig M8, 5 m)
- Compute-Box-Stromkabel (3-polig M8 – offen)
- Compute-Box-Stromversorgung
- UTP-Kabel (RJ45 – RJ45)
- Kabelverschraubung PG16
- Plastiktüte mit folgendem Inhalt:
- Kabelhalter mit integrierter Schraube
- Torx-Schrauben M6x8 (6 Stück)
- Torx-Schrauben M5x8 (9 Stück)
- Torx-Schrauben M4x6 (7 Stück)
- M6-Unterlegscheiben (6 Stück)
- M5-Unterlegscheiben (9 Stück)

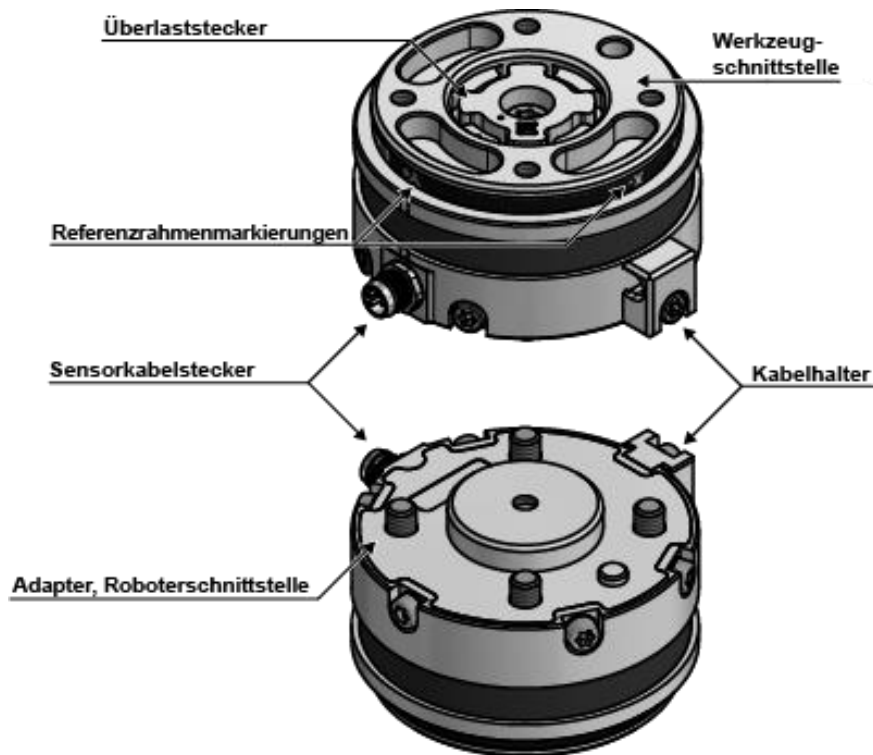
**HINWEIS:**

Seit Mitte September 2018 ist das USB-Kabel (Mini-B – Typ A) nicht mehr im OnRobot UR Kit v2 enthalten. Es kann aber bei Bedarf separat erworben werden.

2.2 Sensorbeschreibung

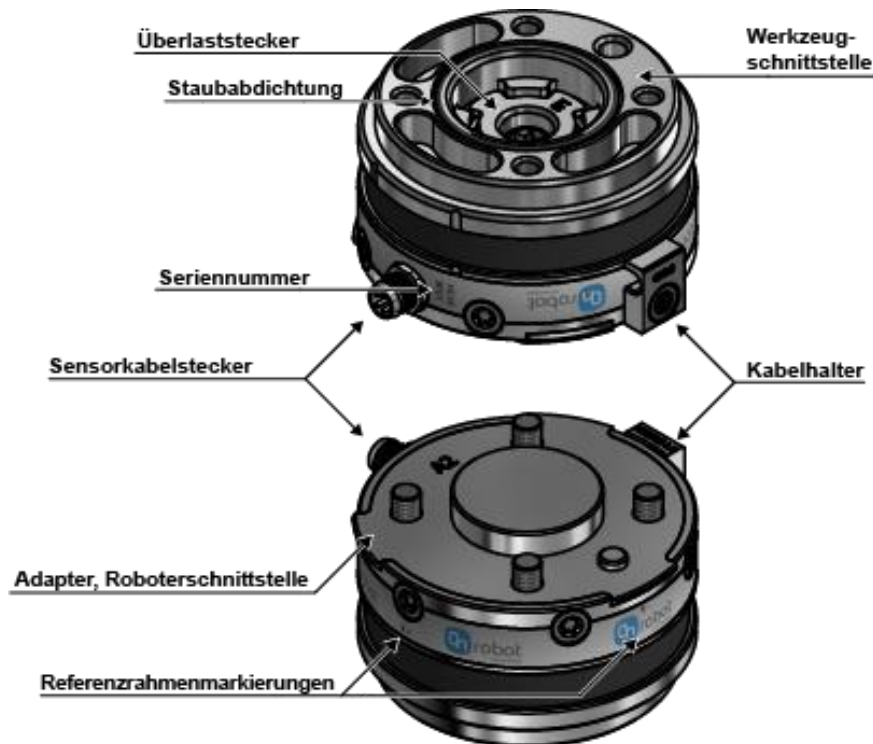
2.2.1 HEX-E v1 und HEX-H v1

Der Sensor besteht aus einem Sensorkörper, einem Adapter und einem Überlaststecker. Der Sensorkabelstecker, der Kabelhalter und die Markierungen für den Referenzrahmen befinden sich am Sensorgehäuse. Das Werkzeug wird direkt am Sensorgehäuse an der Werkzeugschnittstelle befestigt. Der Sensor wird durch den Adapter am Roboterwerkzeugflansch befestigt.



2.2.2 HEX-E v2 und HEX-H v2

Der Sensor besteht aus einem Sensorkörper, einem Adapter und einem Überlaststecker. Der Sensorkabelstecker, der Kabelhalter, die Staubdichtung, die Seriennummer und die Markierungen für den Referenzrahmen befinden sich am Sensorgehäuse. Das Werkzeug wird direkt am Sensorgehäuse an der Werkzeugschnittstelle befestigt. Der Sensor wird durch den Adapter am Roboterwerkzeugflansch befestigt.



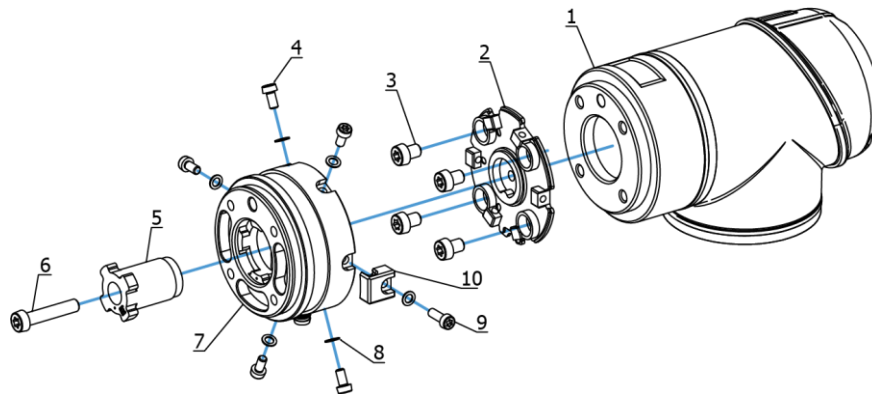
2.3 Montage

Es dürfen nur die mit dem Sensor mitgelieferten Schrauben verwendet werden. Längere Schrauben könnten den Sensor oder den Roboter beschädigen.

2.3.1 HEX-E v1 und HEX-H v1

Zur Montage des Sensors gehen Sie wie folgt vor:

1. Befestigen Sie den Adapter-A mit vier M6x8-Schrauben am Roboter. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 6 Nm.
2. Befestigen Sie den Sensor mit fünf M4x8-Schrauben mit M4-Unterlegscheiben am Adapter. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 1,5 Nm.
3. Befestigen Sie das Kabel mit dem Kabelhalter mit einer M4x12-Schraube und M4-Unterlegscheibe am Sensor. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 1,5 Nm.
4. Befestigen Sie den Stecker mit einer Schraube M6x30 am Sensor. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 6 Nm.



Legende: 1 – Roboterwerkzeugflansch, 2 – Adapter A, 3 – M6x8-Schrauben, 4 – M4x8-Schrauben, 5 – Überlaststecker, 6 – M6x30-Schraube, 7 – Sensor, 8 – M4-Unterlegscheibe, 9 – M4x12-Schraube, 10 – Kabelhalter

5. Befestigen Sie das Werkzeug gemäß den Anweisungen des Werkzeugherstellers am Sensor.



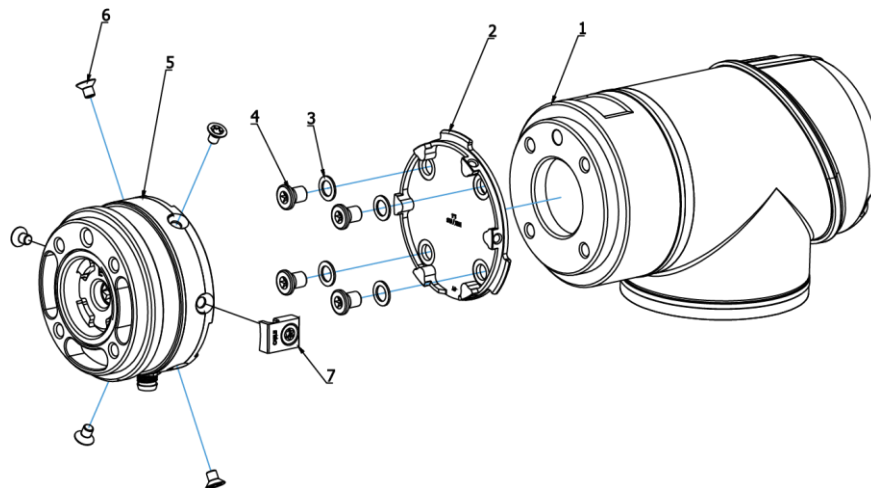
Der Überlastschutz ist nicht voll funktionsfähig, wenn das Werkzeug nicht mit einer flachen Oberfläche an den Sensor angeschlossen ist.

2.3.2 HEX-E v2 und HEX-H v2

Zur Montage des Sensors gehen Sie wie folgt vor:

1. Befestigen Sie den Adapter-A2 mit vier Torx-Schrauben M6x8 mit M6-Unterlegscheiben am Roboter. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 6 Nm.
2. Befestigen Sie den Sensor mit fünf M4x6-Schrauben am Adapter. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 1,5 Nm.

3. Befestigen Sie das Kabel mit dem Kabelhalter mit einer M4x12-Schraube am Sensor. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 1,5 Nm.



Legende: 1 – Roboterwerkzeugflansch, 2 – Adapter A2, 3 – M6-Unterlegscheibe, 4 – M6x8-Torxschrauben, 5 – Sensor, 6 – M4x6-Torxschrauben, 7 – Kabelhalter

4. Befestigen Sie das Werkzeug gemäß den Anweisungen des Werkzeugherstellers am Sensor.



HINWEIS:

Der Überlastschutz ist nicht voll funktionsfähig, wenn das Werkzeug nicht mit einer in ISO 9409-1-50-4-M6 beschriebenen Oberfläche an den Sensor angeschlossen ist.

2.4 Kabelverbindungen

Zum Anschließen des Sensors gehen Sie wie folgt vor:

1. Schließen Sie das 4-polige M8-Kabel (5 m lang) an den Sensor an. Stellen Sie sicher, dass die Kontakte der Kabelbuchse an den Stiften des Anschlusses am Sensor ausgerichtet sind.



HINWEIS:

Drehen Sie das Kabel nicht, drehen Sie nur die Steckerverriegelung.

2. Befestigen Sie das Kabel mit Kabelbindern am Roboter.



HINWEIS:

Achten Sie auf eine ausreichende Kabellänge an den Gelenken zum Beugen.

3. Stellen Sie die Compute Box in die Nähe oder in den Schaltschrank des UR-Roboters und schließen Sie das 4-polige M8-Sensorkabel an. Das Kabel kann durch die mitgelieferte Kabelverschraubung in den UR-Schaltschrank geführt werden.

- Verbinden Sie die Ethernet-Schnittstelle der Compute Box über das mitgelieferte UTP-Kabel mit der Ethernet-Schnittstelle des UR-Controllers.
- Verwenden Sie das 3-polige M8-Kabel (1 m lang), um die Compute Box aus dem Schaltkasten des UR mit Strom zu versorgen. Schließen Sie das braune Kabel an „24 V“ und das schwarze Kabel an „0 V“ an.

Strom		Konfigurierbare Eingänge				Konfigurierbare Ausgänge			
PWR	■	24 V	■	24 V	■	0 V	■	OV	■
GND	■	CI0	■	CI4	■	CO0	■	CO4	■
24 V	■	24 V	■	24 V	■	0 V	■	0 V	■
0 V	■	CI1	■	CI5	■	CO1	■	CO5	■
		24 V	■	24 V	■	0 V	■	0 V	■
		CI2	■	CI6	■	CO2	■	CO6	■
		24 V	■	24 V	■	0 V	■	0 V	■
		CI3	■	CI7	■	CO3	■	CO7	■

Weitere Informationen finden Sie in der UR-Dokumentation.

- Nehmen Sie in der Compute Box und im UR-Roboter die korrekten Netzwerkeinstellungen vor. Die Standard-IP-Adresse der Compute Box lautet 192.168.1.1. Um sie zu ändern, siehe [Ändern der IP-Adresse der](#) .

2.5 UR-Kompatibilität

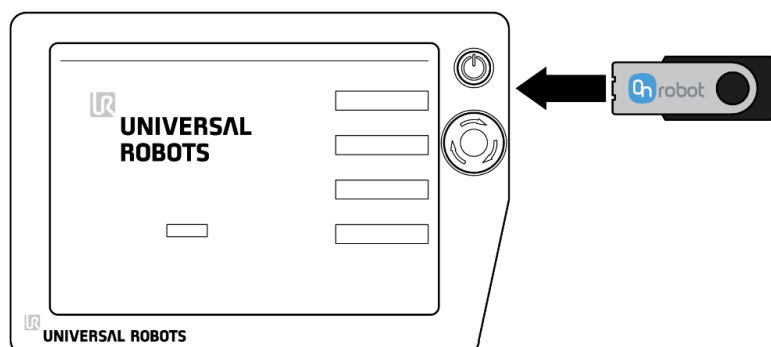
Stellen Sie sicher, dass die Robotersteuerung mindestens PolyScope-Version 3.5 hat (funktioniert bis zu 3.7).

Bei PolyScope Version 3.7 wird die Option **Speichern** manchmal nicht korrekt angezeigt. Verwenden Sie in diesem Fall bitte die Option **Speichern unter** als Behelfslösung.

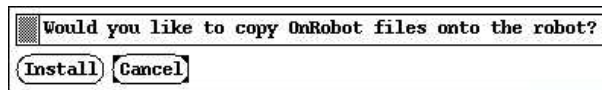
2.6 Installation des URCap-Plugin

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die OnRobot-Beispiele hochzuladen und das OnRobot URCap-Plugin zu installieren:

- Stecken Sie den OnRobot USB-Stick in den USB-Steckplatz auf der rechten Seite des Handterminals.



- Es wird ein Dialogfeld mit der Frage angezeigt, ob Sie mit dem Kopieren von OnRobot-Beispielen und URCap-Dateien zum Ordner `programs/OnRobot_UR_Programs` fortfahren möchten.



Tippen Sie auf **Install**, um fortzufahren.

- Wählen Sie die Option **Roboter einstellen** aus dem Hauptmenü aus und anschließend die Option **URCaps Setup**.

Tippen Sie auf das **+**-Symbol, um nach der neu kopierten OnRobot-URCap-Datei zu suchen. Sie befindet sich im Ordner `programs/OnRobot_UR_Programs`. Tippen Sie auf **Öffnen**.

Anschließend muss das System neu gestartet werden, damit die Änderungen wirksam werden. Tippen Sie auf die Schaltfläche **Neustart** und warten Sie, bis das System neu gestartet wird.



Initialisieren Sie den Roboter.



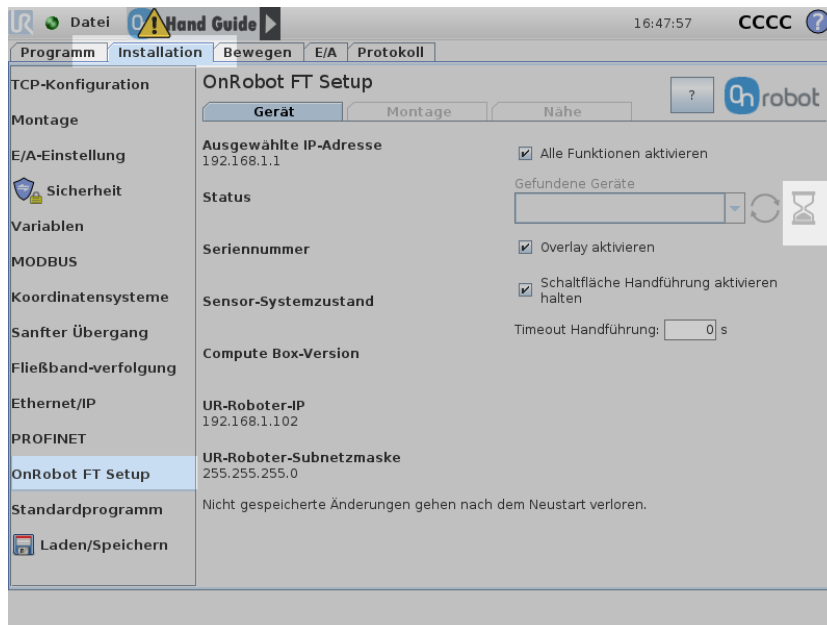
HINWEIS:


Weitere Informationen zur URCap-Installation finden Sie in der Dokumentation des UR.

Fahren Sie fort mit [Einrichten des RCap-Plugin](#).

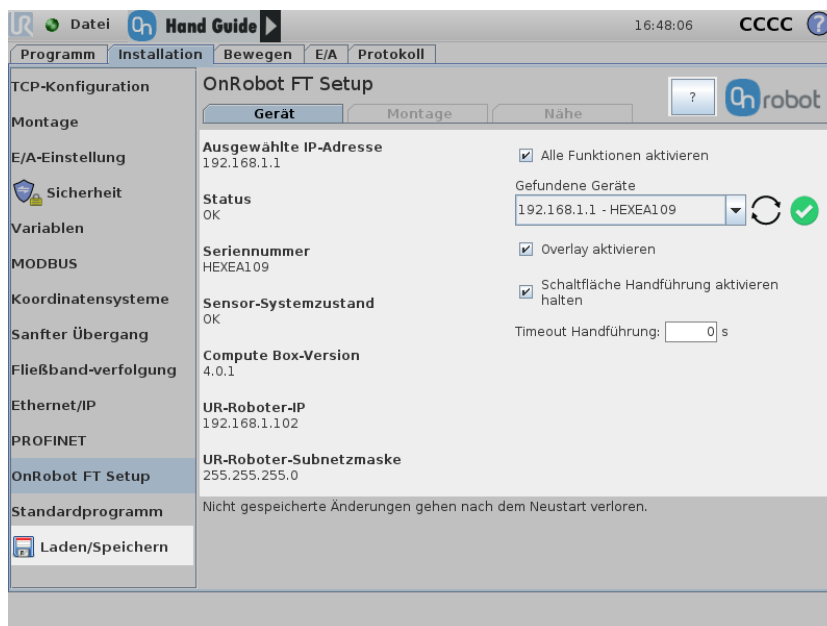
2.7 Einrichten des URCap-Plugin


Wählen Sie die Registerkarte **Installation** und anschließend **OnRobot FT Setup**. Folgender Bildschirm wird angezeigt:




Warten Sie ein paar Sekunden, während die Software den verfügbaren OnRobot-Sensor automatisch erkennt. Das Sanduhr-Symbol  zeigt an, dass die Erkennung noch nicht abgeschlossen ist.


Sobald das erste gefundene Gerät ausgewählt und automatisch getestet wurde, wird der folgende Bildschirm angezeigt:



Das OK-Symbol  zeigt an, dass das Gerät gefunden wurde und der automatische Test erfolgreich war, das Gerät also verwendet werden kann.

Wenn kein Gerät gefunden wird oder wenn während des automatischen Tests ein Fehler aufgetreten ist, wird ein Fehlersymbol  angezeigt. Zur Fehlerbehebung, siehe [Fehler beim Einrichten des URCap-Plugin](#).

**HINWEIS:**

Die Erkennung kann manuell durch Tippen auf das Aktualisierungssymbol  gestartet werden.

Wenn mehrere Geräte verfügbar sind, kann das vorausgewählte Gerät mithilfe des Dropdown-Menüs **Gefundene Geräte** geändert werden.

Der Status und die grundlegenden Informationen des verbundenen Geräts werden links angezeigt:

Ausgewählte IP-Adresse: Dies zeigt die IP-Adresse des ausgewählten Geräts an. Bei Verwendung der Werkseinstellungen auf der Compute Box lautet der Wert 192.168.1.1.

Status: Dies zeigt OK oder im Falle einer Fehlfunktion die Fehlermeldung an.

Seriennummer: Die Seriennummer des OnRobot-Geräts.

Sensor-Systemzustand: Dies zeigt OK oder im Falle einer Fehlfunktion die Fehlermeldung an.

Compute-Box-Version: Die Softwareversion der Compute Box. Diese muss mit der URCap-Version übereinstimmen. Falls nicht, aktualisieren Sie bitte die Compute Box.

Die aktuellen Netzwerkeinstellungen des UR-Roboters dienen der Fehlerbehebung im Fehlerfall:

UR-Roboter-IP: Die aktuelle IP-Adresse des Roboters. Bei Verwendung der Werkseinstellungen auf der Compute Box muss der Wert 192.168.1.x sein.


UR-Roboter-Subnetzmaske: Die aktuelle Subnetzmaske des Roboters. Bei Verwendung der Werkseinstellungen auf der Compute Box muss der Wert 255.255.255.0 sein.


Die Einstellungen der Handführung befinden sich unten links:

Kästchen **Handführung aktivieren halten:** Wenn diese Option aktiviert ist (Standardwert), muss die Schaltfläche „Handführung aktivieren“ während der Handführung dauerhaft gedrückt werden. Wenn diese Option deaktiviert ist, kann die Handführung durch Tippen auf die Schaltfläche „Aktivieren“ gestartet und durch erneutes Antippen der Schaltfläche „Aktivieren“ gestoppt werden.

Timeout Handführung: Nach dem eingestellten Timeout-Wert (in Sekunden) wird die Handführung automatisch gestoppt. Der Standardwert ist 0, wodurch der Timeout auf unendlich festgelegt wird.

**HINWEIS:**

Nach dem Einrichten des Geräts müssen die Änderungen über die Schaltfläche  Laden/Speichern gespeichert werden, um Teil der aktuellen Installation zu werden.

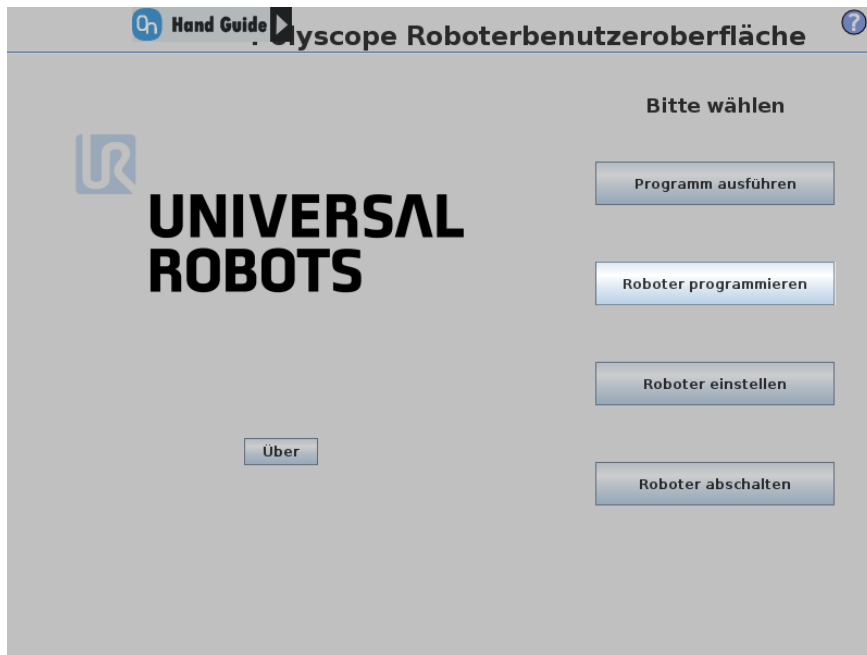
Tippen Sie auf das Fragezeichen-Symbol  für die integrierte Hilfe.

3 URCap-Plugin verwenden

3.1 OnRobot-Feedback-Variablen

Einfache Funktionen werden in diesem Abschnitt anhand eines Beispielsprogramms demonstriert. Das Programm zeigt, wie Daten vom OnRobot-Sensor erfasst werden können und wie man die Kraft-/Drehmomentwerte des Sensors auf null stellt.

1. Klicken Sie auf Roboter programmieren.

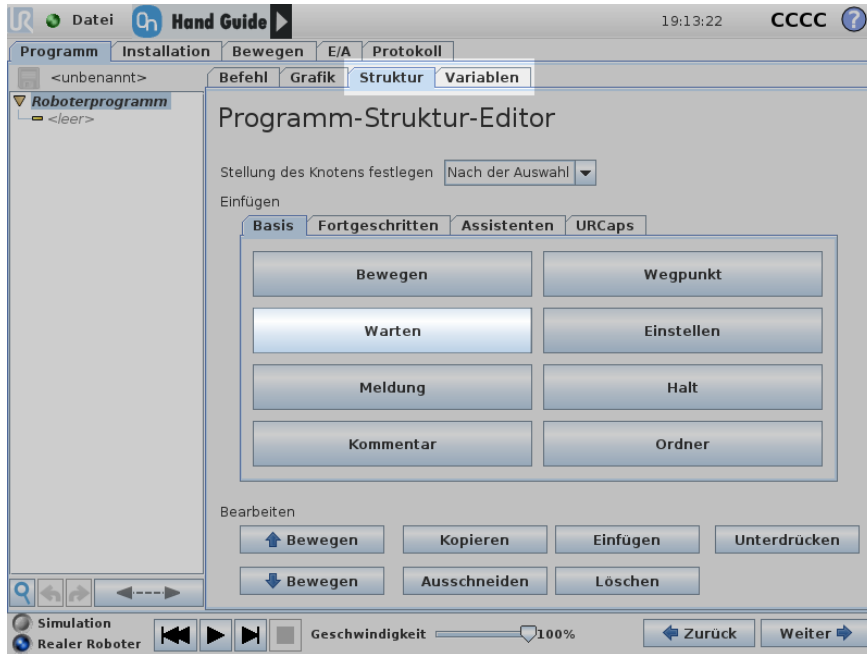


2. Klicken Sie auf Neues Programm.

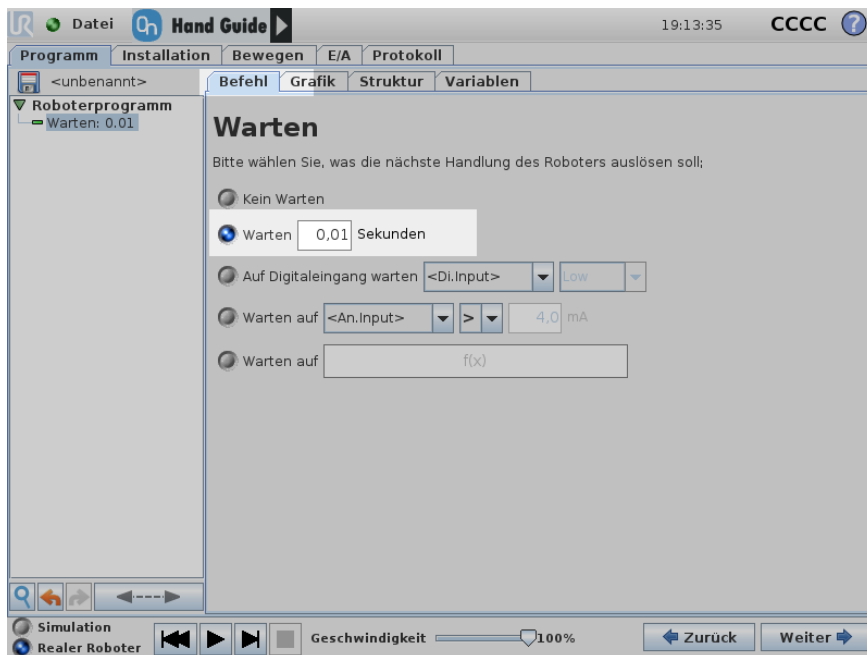


3. Wählen Sie die Registerkarte **Struktur**.

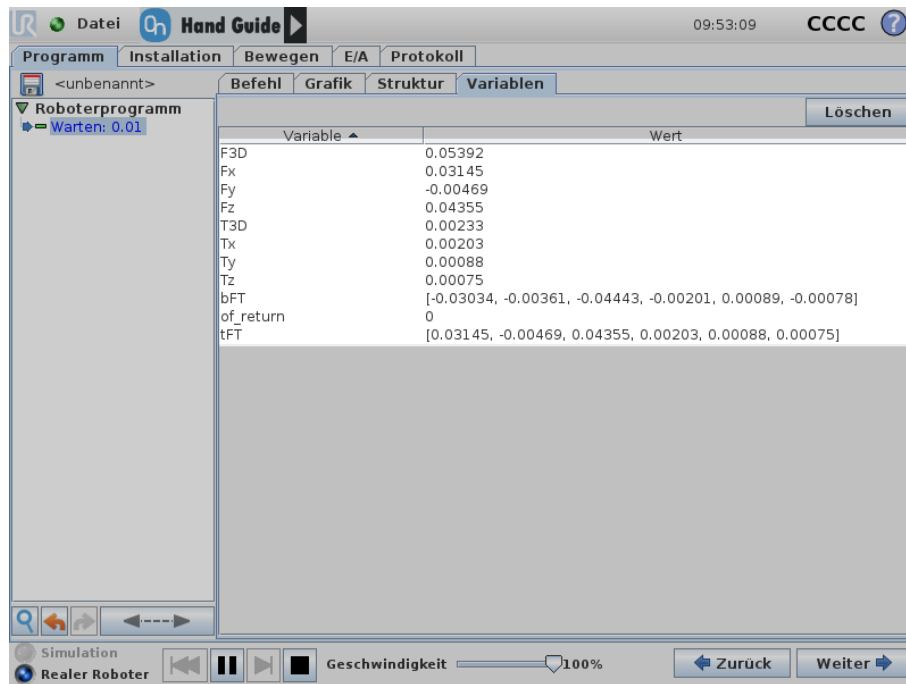
4. Drücken Sie die Schaltfläche **Warten**, um eine Endlosschleife im Programm zu verhindern.



5. Wählen Sie den Befehl **Warten** in der Programmstruktur.
6. Wählen Sie die Registerkarte **Befehl**.
7. Stellen Sie den Wert unter **Warten** auf 0,01 Sekunden.
8. Drücken Sie die Abspielen-Schaltfläche, um das Programm auszuführen.



9. Wählen Sie die Registerkarte **Variablen**.



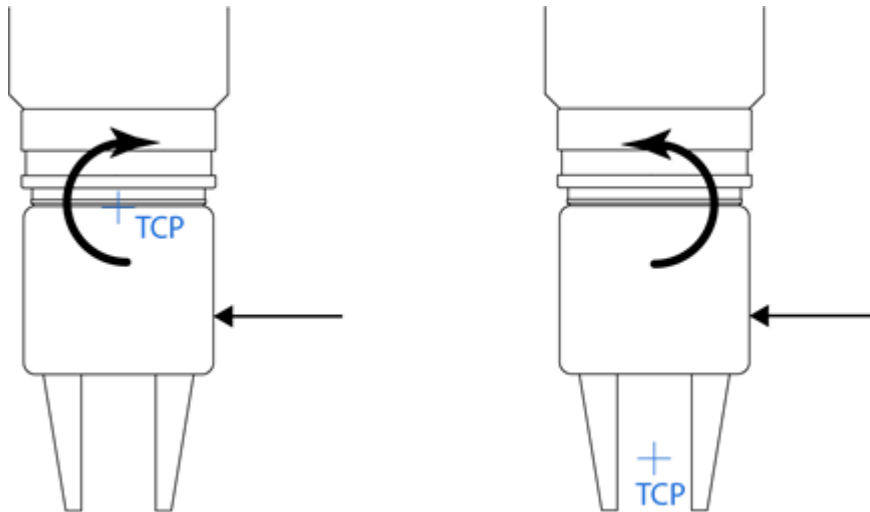
Die Kraft- und Drehmomentwerte werden angezeigt. Sie können diese Variablen in jedem Programm verwenden.

Diese Variablen werden automatisch mit einer Rate von ca. 125 Hz aktualisiert:

- **F3D:** Länge des 3D-Kraftvektors $F3D = \sqrt{F_x^2 + F_y^2 + F_z^2}$ (N)
- **Fx:** Kraftvektor in X-Richtung in Newton (N)
- **Fy:** Kraftvektor in Y-Richtung in Newton (N)
- **Fz:** Kraftvektor in Z-Richtung in Newton (N)
- **T3D:** Länge des 3D-Drehmomentvektors $T3D = \sqrt{T_x^2 + T_y^2 + T_z^2}$ (Nm)
- **Tx:** Drehmoment in X-Richtung in Newtonmeter (Nm)
- **Ty:** Drehmoment in Y-Richtung in Newtonmeter (Nm)
- **Tz:** Drehmoment in Z-Richtung in Newtonmeter (Nm)
- **bFT:** Kraft- und Drehmomentwerte, die im Basis-Koordinatensystem in einem Array in Newton (N) und Newtonmeter (Nm) berechnet wurden
- **of_return:** Die Variable, die zum Speichern des Ergebnisses von OnRobot-Befehlen verwendet wird
- **tFT:** Kraft- und Drehmomentwerte, die im Werkzeug-Koordinatensystem in einem Array in Newton (N) und Newtonmeter (Nm) berechnet wurden

3.1.1 Auswirkungen der TCP-Position

Die Drehmomente werden basierend auf dem Werkzeugmittelpunkt berechnet, d. h. das von den gemessenen Kräften ausgeübte Drehmoment wird im Werkzeugmittelpunkt und nicht auf der Sensorfläche berechnet. In der Abbildung unten sehen Sie die Auswirkungen der TCP-Platzierung auf das gemessene Drehmoment.








3.2 OnRobot-Hand Guide-Symbolleiste

Nach dem Einschalten des UR-Roboters wird der Startbildschirm der PolyScope-Programmiersoberfläche angezeigt. Nach 20 Sekunden wird oben rechts die OnRobot-Hand Guide-Symbolleiste angezeigt, wenn diese zuvor aktiviert wurde.



HINWEIS:

Es ist normal, dass während des Hochfahrens einige Sekunden lang ein gelbes Warnsignal  **Hand Guide**  angezeigt wird. Wenn es nicht verlischt, überprüfen Sie die Geräteeinstellungen im [Einrichten des URCap-Plugin](#).

Tippen Sie auf einen beliebigen Punkt in der Symbolleiste, um die Funktionen der Symbolleiste zu aktivieren. Die Symbolleiste wird erweitert und die verfügbaren Achsen, die Aktivieren-Schaltfläche , die Nullschaltfläche  und die An-Achsen-Einrasten-Schaltfläche  werden angezeigt.

Zur Auswahl einer Achse drücken Sie auf das jeweilige Element. Im folgenden Beispiel werden die X- und Y-Elemente ausgewählt, um die Bewegung entlang der X- und Y-Achse (planar) zu beschränken:






HINWEIS:

Als Koordinatensystem wird das Werkzeug verwendet.



Um eine gewählte Achse zu deaktivieren, drücken Sie das Element erneut.


**HINWEIS:**




Es ist möglich, Achsen während der Handführung zu aktivieren oder zu deaktivieren.

Um mit der Handführung des UR-Roboters zu beginnen, stellen Sie zunächst sicher, dass Sie das Werkzeug nicht berühren. Halten Sie dann die Aktivieren-Schaltfläche  gedrückt. Die Schaltfläche wird zum Sanduhr-Symbol , während die Handführung initiiert wird. Warten Sie, bis die Aktivieren-Schaltfläche  grün wird, und steuern Sie den Roboter mit Hilfe des OnRobot-Fingersensors von Hand.

**HINWEIS:**


Berühren Sie das Werkzeug nicht, während Sie die Handführung aktivieren (die Schaltfläche Aktivieren  wird grün), ansonsten kann sich der Roboter ungewöhnlich verhalten (er könnte sich beispielsweise ohne externe Krafteinwirkung bewegen). In diesem Fall drücken Sie die Schaltfläche Null , dürfen dabei aber das Werkzeug nicht berühren.


Achten Sie darauf, die Schaltfläche Null  nicht zu verwenden, während Sie das Werkzeug berühren.

Lassen Sie die Schaltfläche Aktivieren  los, um die Handführung des UR-Roboters zu beenden. Unmittelbar nach der Deaktivierung des Handführungsmodus wird die Schaltfläche „Aktivieren“  1 Sekunden lang deaktiviert und verwandelt sich dann in das Symbol einer Sanduhr .

**HINWEIS:**

Bitte stellen Sie den Geschwindigkeitsregler des Roboters immer auf 100 %, während Sie die Handführung verwenden, um eine optimale Benutzererfahrung zu erzielen.

Die Schaltfläche Null  wird verwendet, wenn während der Handführung die Werkzeugausrichtung geändert wird, um Schwerkrafteinflüsse oder Laständerungen des Roboters zu kompensieren.

Die An-Achsen-Einrasten-Schaltfläche  dreht die Achsen des Werkzeug-Koordinatensystems so, dass sie an den nächstgelegenen Achsen (ohne Berücksichtigung der Richtung) des Basis-Koordinatensystems ausgerichtet sind. Dies ermöglicht dem Benutzer, das Werkzeug so einzustellen, dass es nach der Führung per Hand genau horizontal oder vertikal ausgerichtet ist.

3.3 OnRobot-URCap-Befehle

3.3.1 F/T Zentrieren

Dieser Befehl bewegt den Roboter entlang der vorgegebenen Achse, bis er auf ein Hindernis trifft. Nach der Kollision bewegt er sich in die entgegengesetzte Richtung, bis eine weitere Kollision auftritt. Anschließend berechnet der Roboter die Mitte der beiden Grenzpunkte und bewegt sich zu diesem Mittelpunkt.



HINWEIS:

Um einen Kraft-/Drehmoment-Offset zu löschen, führen Sie einen Befehl F/T Null zu Beginn des Befehls F/T Regelung aus und vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug mit keinem Objekt in Kontakt ist, bevor Sie die F/T Regelung starten, andernfalls wird der Befehl möglicherweise nicht ordnungsgemäß ausgeführt.



Achse: Legt fest, ob eine Translationsbewegung entlang der X-, Y- oder Z-Achse oder eine Rotationsbewegung (RX, RY oder RZ) durchgeführt wird. Es kann nur eine Achse ausgewählt werden.

Suchabstand: Abstand vom Startpunkt aus, wie weit der Befehl den Roboter bewegen kann (in beide Richtungen). Stellen Sie sicher, dass er groß genug ist, sonst kann der richtige Mittelpunkt nicht gefunden werden.

Kraft-/Drehmomentgrenzen (Fx, Ty, Tz): Dies ist der Grenzwert zur Erkennung. Die eingestellte Achse definiert die verfügbaren Kraft-/Drehmomentwerte, die als Grenzwert verwendet werden können.

Kästchen **Absolut**: Wenn dieses Kästchen aktiviert ist, wird auch das Vorzeichen des Kraft- oder Drehmomentwertes überprüft, nicht nur die Größe.

**HINWEIS:**

Nur eine der Kraft-/Drehmoment-Optionen kann jeweils aktiv sein. Wenn Sie den verwendeten Wert ändern möchten, löschen Sie den vorherigen Wert (Inhalt im Feld löschen) und stellen den neuen Wert ein.

Suchgeschwindigkeit A, B: Die Bewegungsgeschwindigkeit bei der Suche nach Kollision

**HINWEIS:**

Je geringer die Geschwindigkeit während der Suchphase ist, desto besser lässt sich mit harten Kontakten (z. B. Metalloberflächen) arbeiten, um Überreichweiten aufgrund des Impulses von Roboter und Werkzeug zu vermeiden.

Bewegungsgeschwindigkeit C: Bewegungsgeschwindigkeit, sobald der Mittelpunkt berechnet wurde und der Roboter sich zu diesem Punkt bewegt.

Beschleunigung: Beschleunigungsparameter der Bewegung (gemeinsame Parameter in den Abschnitten A, B und C).

Verzögerung: Verzögerungsparameter der Bewegung (gemeinsame Parameter in den Abschnitten A, B und C).

Koordinatensystem: Das Koordinatensystem, das sowohl für die Bewegung als auch für die Sensormessung verwendet wird. Es kann (je nach den Referenzrahmen des UR) auf `Base` (Basis) oder `Tool` (Werkzeug) eingestellt werden.

Warnung erzeugen (...): Wenn diese Option aktiviert ist, wird eine Pop-up-Meldung (Sperrung) angezeigt, nachdem die festgelegten Grenzwerte erreicht oder überschritten wurden (Mittelpunkt konnte nicht erkannt werden). Wenn der Mittelpunkt erkannt wurde, wird keine Warnmeldung angezeigt.

Falls die Option deaktiviert ist, wird keine Pop-up-Meldung angezeigt. Der Benutzer kann jedoch eventuelle Fehler anhand des Rückgabewerts des Befehls erkennen und behandeln.

Für Rückgabewerte siehe [Rückgabewerte Befehl F/T](#).

3.3.2 F/T Regelung

Der Hauptzweck des Befehls F/T Regelung ist es, benutzerfreundliche Funktionen für Anwendungsprogrammierer bereitzustellen, die kraftgesteuerte Anwendungen wie Polieren, Schmirgeln oder Schleifen entwickeln möchten. Viele dieser Anwendungen erfordern während der Bewegungen eine konstante Kraft bzw. ein konstantes Drehmoment in einer definierten Richtung.

Mit dem Befehl wird versucht, die eingestellten Kraft-/Drehmomentwerte entlang der bzw. um die als konform eingestellten Achsen konstant zu halten, während die Befehle unter F/T Regelung ausgeführt werden. Der Befehl F/T Regelung regelt bei Kräften nicht in der Richtung von Bewegungen, die das Werkzeug aufgrund der Befehle F/T-Bewegung, F/T-Suche und F/T-Pfad ausführt.



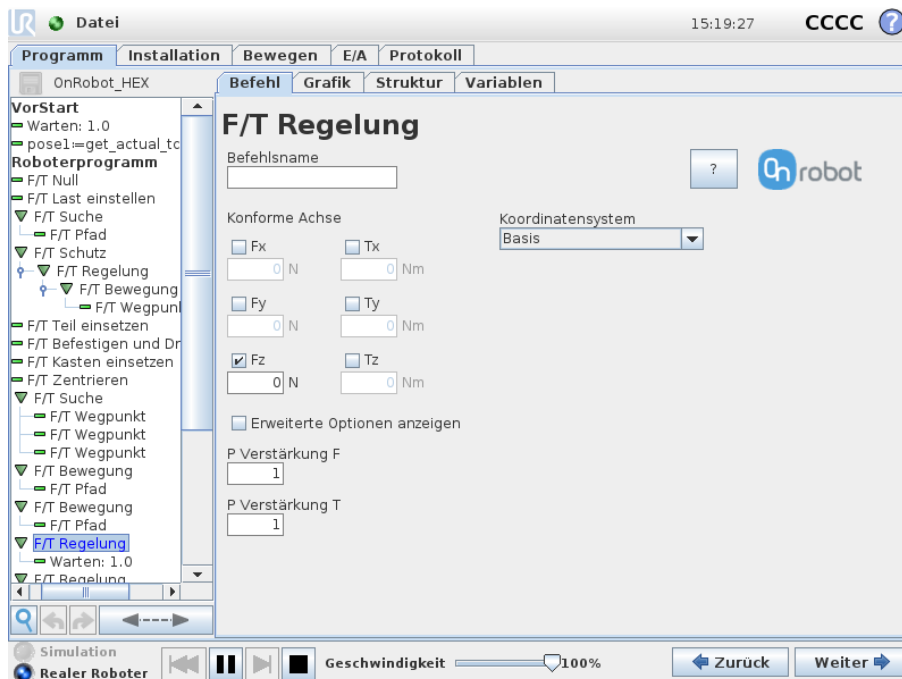
HINWEIS:

Die integrierten Bewegungsbefehle des UR können nicht unter dem Befehl F/T Regelung verwendet werden. Verwenden Sie stattdessen den Befehl F/T-Bewegung oder F/T-Suche, um den Roboter mit der Kraftregelung zu bewegen.



HINWEIS:

Um einen Kraft-/Drehmoment-Offset zu löschen, führen Sie einen Befehl F/T Null zu Beginn des Befehls F/T Regelung aus und vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug mit keinem Objekt in Kontakt ist, bevor Sie die F/T Regelung starten, andernfalls wird der Befehl möglicherweise nicht ordnungsgemäß ausgeführt.



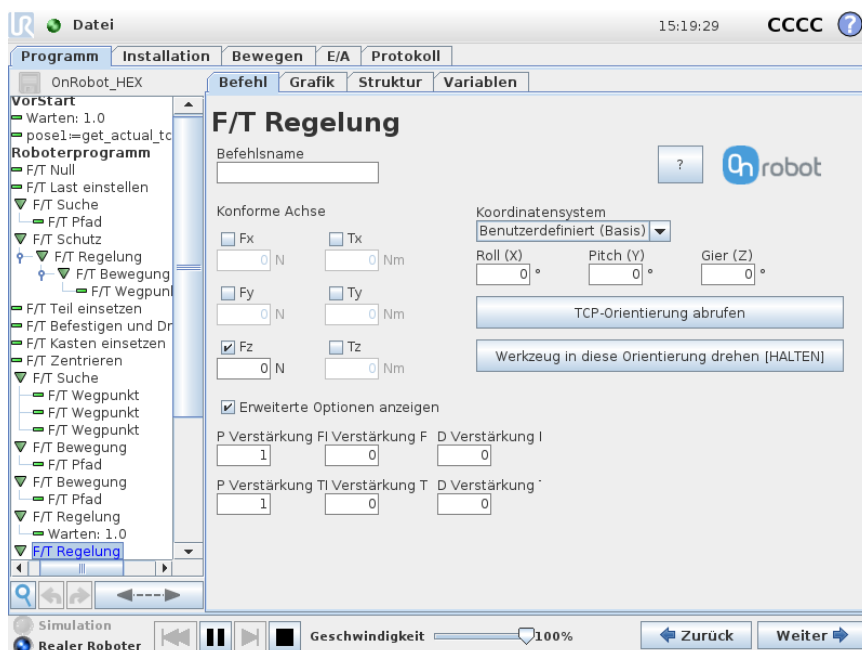
Konforme Achse Fx, Fy, Fz, TX, TY, TZ: Auswahl der Achsen, die konform sein müssen. Wenn eine Achse aktiviert (konform) ist, ist die Bewegung entlang dieser bzw. um diese konforme Achse kraft-/drehmomentgesteuert, ansonsten (nicht konform) ist sie positionsgesteuert. Die aktivierte Achse wird geregelt, um den eingestellten Kraft-/Drehmomentwert konstant zu halten. Es muss mindestens eine konforme Achse ausgewählt sein.

Koordinatensystem: Das Koordinatensystem, das sowohl für die Bewegung als auch für die Sensormessung verwendet wird. Es kann (je nach den Referenzrahmen des UR) auf *Basis*, *Werkzeug*, *Benutzerdefiniert (Werkzeug)*, *Benutzerdefiniert (Werkzeug)* eingestellt werden. Die benutzerdefinierten Koordinatensysteme werden aus dem Basiskoordinatensystem und den angegebenen Werten für **Roll**, **Nick** und **Gier** berechnet. Für das benutzerdefinierte Basis-Koordinatensystem ist es auch möglich, die Schaltfläche **TCP-Orientierung abrufen** zu verwenden, um die Ausrichtung des Koordinatensystems durch die Ausrichtung des aktuellen TCP zu spezifizieren. Zum Testen der vorgegebenen Orientierung kann die Schaltfläche **Werkzeug in diese Orientierung drehen [HALTEN]** verwendet werden.

P-Verstärkung F: Die P-Verstärkung oder Proportionalbereich dient zur Einstellung der Kraftregelung. Verkleinern Sie den Wert für diesen Regelparameter, wenn Überschwingen oder Vibrationen auftreten (z. B.: 0,5).

P-Verstärkung T: Die P-Verstärkung oder Proportionalbereich dient zur Einstellung der Drehmomentregelung. Verkleinern Sie den Wert für diesen Regelparameter, wenn Überschwingen oder Vibrationen auftreten (z. B.: 0,5).

Kästchen **Erweiterte Optionen anzeigen:** Falls aktiviert, stehen mehrere Optionen zur Verfügung:



I-Verstärkung F: Die I-Verstärkung (Integral) dient zur Einstellung der Kraftregelung. Verkleinern Sie den Wert für diesen Regelparameter, wenn Überschwingen oder Vibrationen auftreten.

I-Verstärkung T: Die I-Verstärkung (Integral) dient zur Einstellung der Drehmomentregelung. Verkleinern Sie den Wert für diesen Regelparameter, wenn Überspringen oder Vibrationen auftreten.

D-Verstärkung F: Die D-Verstärkung (Differential) dient zur Einstellung der Kraftregelung. Verkleinern Sie den Wert für diesen Regelparameter, wenn Überspringen oder Vibrationen auftreten.

D-Verstärkung T: Die D-Verstärkung (Differential) dient zur Einstellung der Drehmomentregelung. Verkleinern Sie den Wert für diesen Regelparameter, wenn Überspringen oder Vibrationen auftreten.

Dieser Befehl hat keinen Rückgabewert.

Richtlinien für die Einstellungen des PID-Reglers für Kraft/Drehmoment:

Der PID-Regler für Kraft/Drehmoment berechnet fortlaufend den Fehler, indem er den vom Sensormesswert für Kraft/Drehmoment (Istwert) mit dem im Befehl F/T Regelung eingestellten Sollwert vergleicht. Basierend auf diesem Fehler wendet er Korrekturen an.

P-Verstärkung: Die P-Verstärkung erzeugt eine Korrektur, die proportional zum aktuellen Fehlerwert ist. Ein größerer Wert für diesen Parameter hat folgende Auswirkungen: schnelleres Ansprechen, Überspringen, geringere bleibende Regelabweichung, instabileres Regelverhalten.

I-Verstärkung: Die I-Verstärkung erzeugt eine Korrektur, die proportional zu Größe und Dauer der vergangenen Fehlerwerte ist. Ein größerer Wert für diesen Parameter hat folgende Auswirkungen: schnelleres Ansprechen, Überspringen, geringere bleibende Regelabweichung, instabileres Regelverhalten.

D-Verstärkung: Die D-Verstärkung erzeugt eine Korrektur, die proportional zur Steigung oder zur Änderungsgeschwindigkeit der vergangenen Fehlerwerte ist. Ein größerer Wert für diesen Parameter hat folgende Auswirkungen: geringeres Überspringen, stabileres Regelverhalten.

Wenn die Kraftregelung zu langsam ist, d. h. das Werkzeug gelegentlich die Oberfläche verlässt, anstatt sie kontinuierlich zu berühren, erhöhen Sie probeweise die Werte für **P-Verstärkung** und **I-Verstärkung**.

Wenn der Kraftregler zu stark auf Änderungen, d. h. das Werkzeug von der Oberfläche abprallt, verringern Sie probeweise die Werte für **P-Verstärkung** (oder **D-Verstärkung**, wenn dieser über 1 beträgt).

Wenn der Kraftregler zu langsam auf Änderungen reagiert, d. h. wenn er nach dem Berühren fest auf die Oberfläche drückt, verringern Sie den Wert für den **I-Verstärkung**.

Als Faustregel werden die folgenden Werte empfohlen:

1. P-Verstärkung < 5
2. I-Verstärkung < 0,25
3. D-Verstärkung < 1

4. Verhältnis von P-Verstärkung zu I-Verstärkung = 10

Die folgenden Werte können als Grundlage für die Optimierung der Regelung verwendet werden:

P-Verstärkung $F = 1$, I-Verstärkung $F = 0,1$, D-Verstärkung $F = 0,3$

P-Verstärkung $T = 0,2$, I-Verstärkung $T = 0$, D-Verstärkung $T = 0$.

3.3.3 F/T Stapeln

Der Befehl F/T Stapeln enthält Stapeln- und Entstapeln-Funktionalität.

Typ: Die Auswahl zwischen F/T Stapeln und F/T Entstapeln.

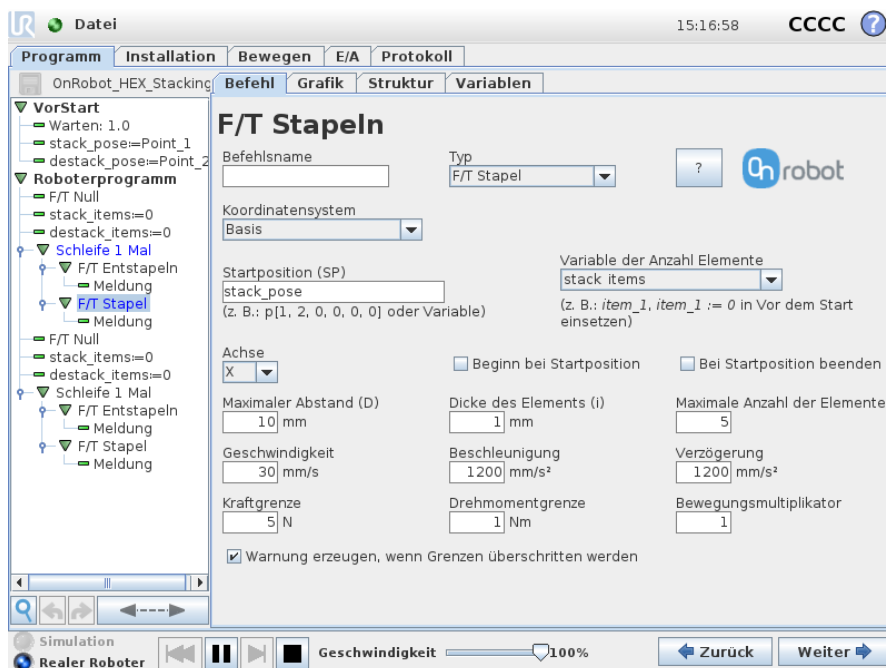
3.3.3.1 F/T Stapeln

Der Befehl F/T Stapeln versucht, nach der Stapeloberseite zu suchen, führt dann die Platziersequenz des Benutzer aus (z. B. Greifer öffnen) und beendet dann. Verfolgt wird, wie viele Gegenstände gestapelt werden. Dadurch ist eine einfache Behandlung möglich, wenn der Stapel voll ist. Der Befehl funktioniert auch bei Gegenständen unterschiedlicher Dicke.



HINWEIS:

Um einen Kraft-/Drehmoment-Offset zu löschen, führen Sie den Befehl F/T Null vor dem Befehl F/T Stapeln aus und vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug mit keinem Objekt in Kontakt ist, bevor Sie F/T Stapeln starten, sonst wird der Befehl möglicherweise nicht ordnungsgemäß ausgeführt.



Koordinatensystem: Das Koordinatensystem, das sowohl für die Bewegung als auch für die Sensormessung verwendet wird. Es kann (je nach den Referenzrahmen des UR) auf **Basis** oder **Werkzeug** eingestellt werden.

Startposition (SP): Die Startposition kann durch eine Konstante wie $p[1, 2, 3, 4, 5, 6]$ oder eine Variable definiert werden und muss immer höher sein als der Höchstwert des Stapels.

Variable der Anzahl Gegenstände: Variable zur Verfolgung, wie viele Gegenstände erfolgreich gestapelt wurden. Geben Sie hier den von Ihnen zuvor definierten Variablennamen ein und setzen Sie die Variable auf 0. (z. B.: Verwenden Sie den integrierten UR-Zuordnungsbefehl `item_1 := 0` im Abschnitt „Vor dem Start“ Ihres Programms.

Achse: Die Achse entlang des Stapelns wird ausgeführt (X, Y oder Z).

Beginn bei SP: Falls aktiviert, startet der Befehl bei Beginn der Ausführung mit der Bewegung zur Startposition (SP).

Beenden bei SP: Falls aktiviert, endet der Befehl beim Ende der Ausführung mit der Bewegung zur Startposition (SP).

Maximaler Abstand (D): Stopp-Abstand entlang der definierten Achse. Dieser wird von der Startposition (SP) ausgemessen und muss mehr als die Größe des vollen Stapels betragen. Das Vorzeichen definiert, in welche Richtung das Stapeln entlang der gegebenen Achse erfolgt.

Dicke des Elements (i): Die Dicke der gestapelten Gegenstände.

Maximale Anzahl der Gegenstände: Definiert, wie viele Gegenstände gestapelt werden können, d. h. wie viele gestapelte Gegenstände einen vollen Stapel ergeben.

Kraftgrenze: Kraftgrenze für die Kollisionserkennung, damit die Oberseite des Stapels gefunden wird.

Drehmomentgrenze: Drehmomentgrenze für die Kollisionserkennung, damit die Oberseite des Stapels gefunden wird.

Geschwindigkeit: Bewegungsgeschwindigkeit bei der Suche nach der Oberseite des Stapels. (m/s, rad/s)



HINWEIS:

Je geringer die Geschwindigkeit während der Suchphase ist, desto besser lässt sich mit harten Kontakten (z. B. Metalloberflächen) arbeiten, um Überreichweiten aufgrund des Impulses von Roboter und Werkzeug zu vermeiden.

Beschleunigung: Beschleunigungsparameter der Bewegung.

Verzögerung: Verzögerungsparameter der Bewegung.

Bewegungsmultiplikator: Definiert das verwendete Vielfache der gegebenen Geschwindigkeit sowie der Kraft-/Drehmomentgrenze, wenn der Roboter nicht nach der Oberseite des Stapels sucht, sondern sich von/zur Startposition bewegt.

Warnung erzeugen (...): Falls aktiviert, wird eine Pop-up-Meldung (Sperrung) angezeigt, wenn der nächste Gegenstand nicht gefunden wird oder der Stapel voll ist.

Falls die Option deaktiviert ist, wird keine Pop-up-Meldung angezeigt. Der Benutzer kann jedoch eventuelle Fehler anhand des Rückgabewerts des Befehls erkennen und behandeln.

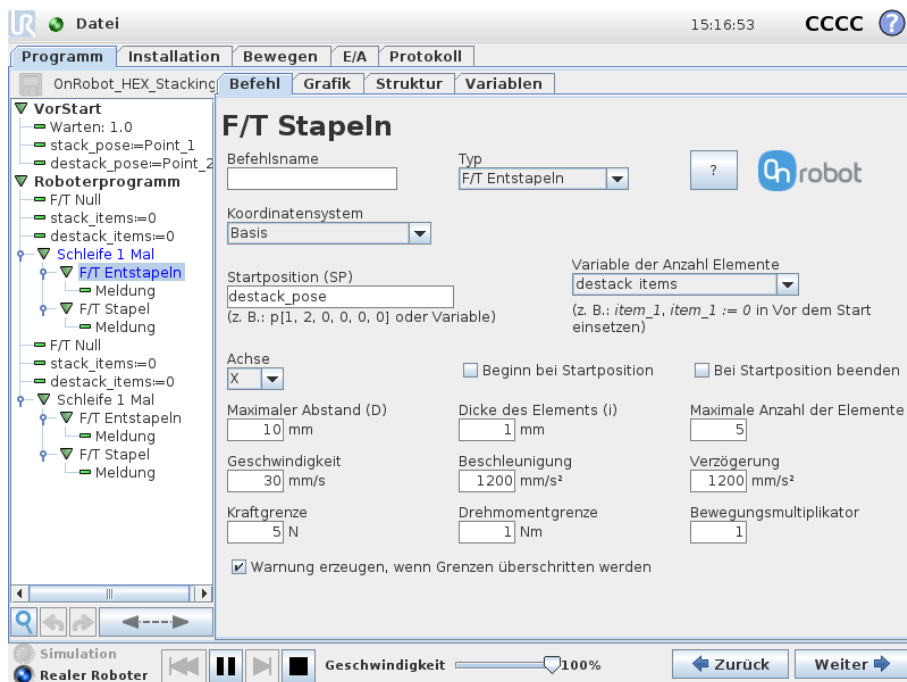
Für Rückgabewerte siehe [Rückgabewerte Befehl F/T-Stapeln](#).

3.3.3.2 F/T Entstapeln

Der Befehl F/T Entstapeln versucht, nach der Stapeloberseite zu suchen und führt dann die Platziersequenz des Benutzer aus (z. B. Greifer schließen). Verfolgt wird, wie viele Gegenstände entstapelt werden. Dadurch ist eine einfache Behandlung möglich, wenn der Stapel leer ist. Der Befehl funktioniert auch bei Gegenständen unterschiedlicher Dicke.

**HINWEIS:**

Um einen Kraft-/Drehmoment-Offset zu löschen, führen Sie einen Befehl F/T Null zu Beginn des Befehls F/T Stapeln aus und vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug mit keinem Objekt in Kontakt ist, bevor Sie F/T Stapeln starten, andernfalls wird der Befehl möglicherweise nicht ordnungsgemäß ausgeführt.



Koordinatensystem: Das Koordinatensystem, das sowohl für die Bewegung als auch für die Sensormessung verwendet wird. Es kann (je nach den Referenzrahmen des UR) auf **Base** (Basis) oder **Tool** (Werkzeug) eingestellt werden.

Startposition (SP): Die Startposition kann durch eine Konstante wie `p[0, 1, 0, 2, 0, 3, 0, 9, 0, 8, 0, 7]` oder durch eine Variable definiert werden. Sie muss immer höher sein, als der Höchstwert des vollen Stapels.

Variable der Anzahl Gegenstände: Variable zur Verfolgung, wie viele Gegenstände erfolgreich entstapelt wurden. Geben Sie hier den von Ihnen zuvor definierten Variablennamen ein und setzen Sie die Variable auf 0. (z. B.: Verwenden Sie den integrierten UR-Zuordnungsbefehl `item_1 := 0` im Abschnitt „Vor dem Start“ Ihres Programms.

Achse: Ausgeführt wird die Achse entlang des Entstapelvorgangs (X, Y oder Z).

Beginn bei SP: Falls aktiviert, startet der Befehl bei Beginn der Ausführung mit der Bewegung zur Startposition (SP).

Beenden bei SP: Falls aktiviert, endet der Befehl beim Ende der Ausführung mit der Bewegung zur Startposition (SP).

Maximaler Abstand (D): Stopp-Abstand entlang der definierten Achse. Dieser wird von der Startposition (SP) ausgemessen und muss mehr als die Größe des vollen Stapels betragen. Das Vorzeichen definiert, in welche Richtung das Entstapeln entlang der gegebenen Achse erfolgt.

Dicke des Elements (i): Die Dicke der gestapelten Gegenstände.

Maximale Anzahl der Gegenstände: Definiert, wie viele Gegenstände entstapelt werden können, d. h. wie viele Gegenstände müssen entstapelt werden, bis der Stapel leer ist.

Kraftgrenze: Kraftgrenze für die Kollisionserkennung, damit die Oberseite des Stapels gefunden wird.

Drehmomentgrenze: Drehmomentgrenze für die Kollisionserkennung, damit die Oberseite des Stapels gefunden wird.

Geschwindigkeit: Bewegungsgeschwindigkeit bei der Suche nach der Oberseite des Stapels.



HINWEIS:

Je geringer die Geschwindigkeit während der Suchphase ist, desto besser lässt sich mit harten Kontakten (z. B. Metalloberflächen) arbeiten, um Überreichweiten aufgrund des Impulses von Roboter und Werkzeug zu vermeiden.

Beschleunigung: Beschleunigungsparameter der Bewegung.

Verzögerung: Verzögerungsparameter der Bewegung.

Bewegungsmultiplikator: Definiert das verwendete Vielfache der gegebenen Geschwindigkeit sowie der Kraft-/Drehmomentgrenze, wenn der Roboter nicht nach der Oberseite des Stapels sucht, sondern sich von/zur Startposition bewegt.

Warnung erzeugen (...): Falls aktiviert, wird eine Pop-up-Meldung (Sperrung) angezeigt, wenn der nächste Gegenstand nicht gefunden wird oder der Stapel leer ist.

Falls die Option deaktiviert ist, wird keine Pop-up-Meldung angezeigt. Der Benutzer kann jedoch eventuelle Fehler anhand des Rückgabewerts des Befehls erkennen und behandeln.

Für Rückgabewerte siehe [Rückgabewerte Befehl F/T-Stapeln](#).

3.3.4 F/T Befestigen und Drehen

Zunächst positionieren Sie das Objekt, das in die Buchse eingesetzt werden soll, korrekt ausgerichtet nahe am Eingang der Buchse. Die endgültige Position und Ausrichtung wird mit dem Befehl F/T Befestigen und Drehen korrigiert. Der Befehl versucht, das Objekt mit der vorgegebenen Kraftgrenze zu schieben, bis die festgelegte Einsetztiefe erreicht ist, und korrigiert bei Bedarf die Ausrichtung.



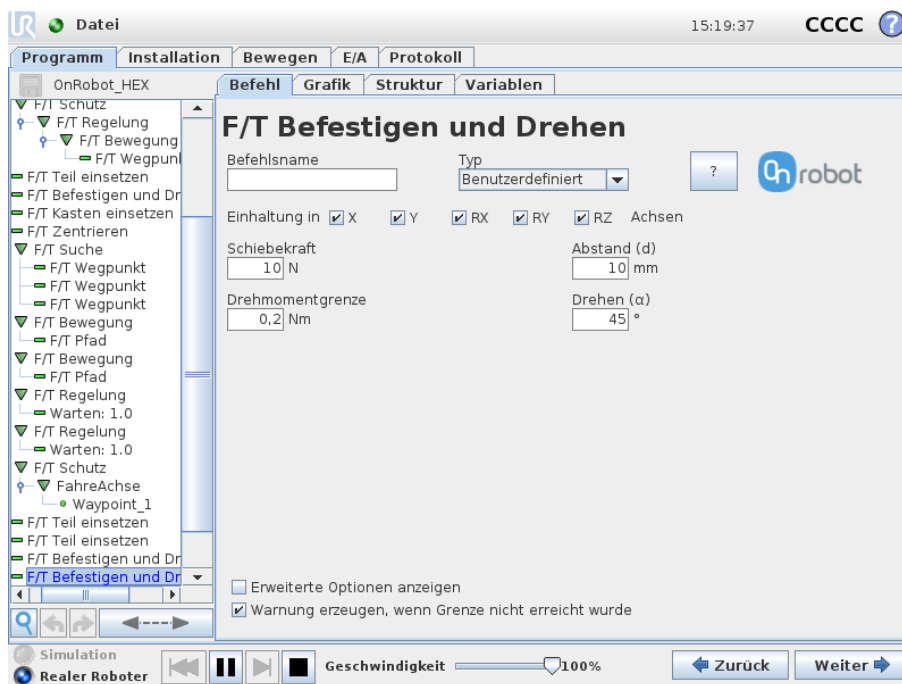
HINWEIS:

Wichtig ist, dass der TCP (Tool Center Point / Werkzeugmittelpunkt) auf die Spitze des Objekts eingestellt wird.



HINWEIS:

Um einen Kraft-/Drehmoment-Offset zu löschen, führen Sie einen Befehl F/T Null zu Beginn des Befehls F/T Befestigen und Drehen aus und vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug mit keinem Objekt in Kontakt ist, bevor Sie F/T Befestigen und Drehen starten, andernfalls wird der Befehl möglicherweise nicht ordnungsgemäß ausgeführt.



Kästchen **Einhaltung in Achsen X, Y, RX, RY, RZ**: Das Einsetzen erfolgt entlang der Z-Achse im Werkzeug-Koordinatensystem. Zur Anpassung an eventuelle Positionierungsfehler können die übrigen Achsen (X und Y für Translation und X, Y und Z für Rotation) so eingestellt werden, dass sie sich frei bewegen können.

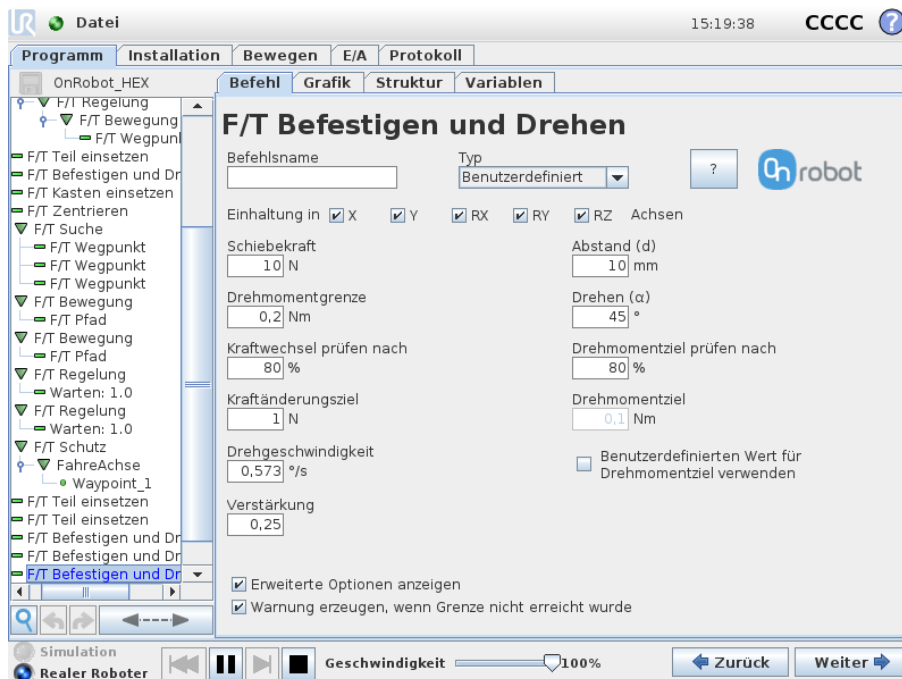
Schiebekraft: Sollkraft, die zur Kraftregelung verwendet wird, um das Objekt sanft in die Buchse zu schieben.

Abstand (d): Abstand vom Startpunkt entlang der Z-Achse (im Werkzeug-Koordinatensystem).

Drehmomentgrenze: Dieser Grenzwert wird in der Drehphase für den Abschluss der Bewegung verwendet. Je niedriger der Grenzwert, umso vorsichtiger erfolgt das Drehen.

Drehen (α): Winkel für die Drehung um die Z-Achse des Werkzeug-Koordinatensystems.

Erweiterte Optionen anzeigen: Falls aktiviert, stehen mehrere Optionen zur Verfügung:



Kraftwechsel prüfen nach: Wenn sich das Objekt nahe am Boden der Buchse befindet, wird „Anschlagkontrolle“ aktiviert. Der Grenzwert, wie nahe das Objekt anliegen muss, wird in Prozent von **Abstand** eingestellt.

Drehmomentziel prüfen nach: Während der Drehphase wird nach dem eingestellten Prozentsatz des Winkels von **Drehen (α)** die Prüfung des Drehmomentziels aktiviert.

Kraftänderungsziel: Während des Einsetzens wird nach Erreichen des Prozentsatzes von **Kraftwechsel prüfen nach** von **Abstand** die Prüfung der Kraft aktiviert. Mit der Prüfung der Kraft wird überwacht, ob der Stecker bis auf den Boden der Buchse geschoben wurde. Dies lässt sich mit einer zusätzlichen Kraftgrenze einstellen, dem Wert **Kraftänderungsziel**. Das Schieben bis zum Boden der Buchse ist erfüllt, wenn der Wert gleich oder höher als die **Schiebekraft + Kraftänderungsziel** ist.

Drehmomentziel: Eingestellter Drehmomentwert, der die Drehphase stoppt.

Benutzerdefinierten Wert für Drehmomentziel verwenden: Muss aktiviert sein, damit ein benutzerdefiniertes Drehmomentziel eingegeben werden kann.

Drehgeschwindigkeit: Drehgeschwindigkeit während der Drehphase.

Verstärkung: Der Verstärkungsparameter der Kraft- und Drehmomentregelung. Der Standardwert ist 0,5. Je kleiner der Wert, umso genauer die Regelung der eingestellten Schiebekraft.

Warnung erzeugen (...): Falls aktiviert, wird eine Pop-up-Meldung (Sperrung) angezeigt, wenn das Einsetzen nicht erfolgreich war.

Falls die Option deaktiviert ist, wird keine Pop-up-Meldung angezeigt. Der Benutzer kann jedoch eventuelle Fehler anhand des Rückgabewerts des Befehls erkennen und behandeln.

Für Rückgabewerte siehe [Rückgabewerte Befehl F/T Befestigen und Drehen](#).

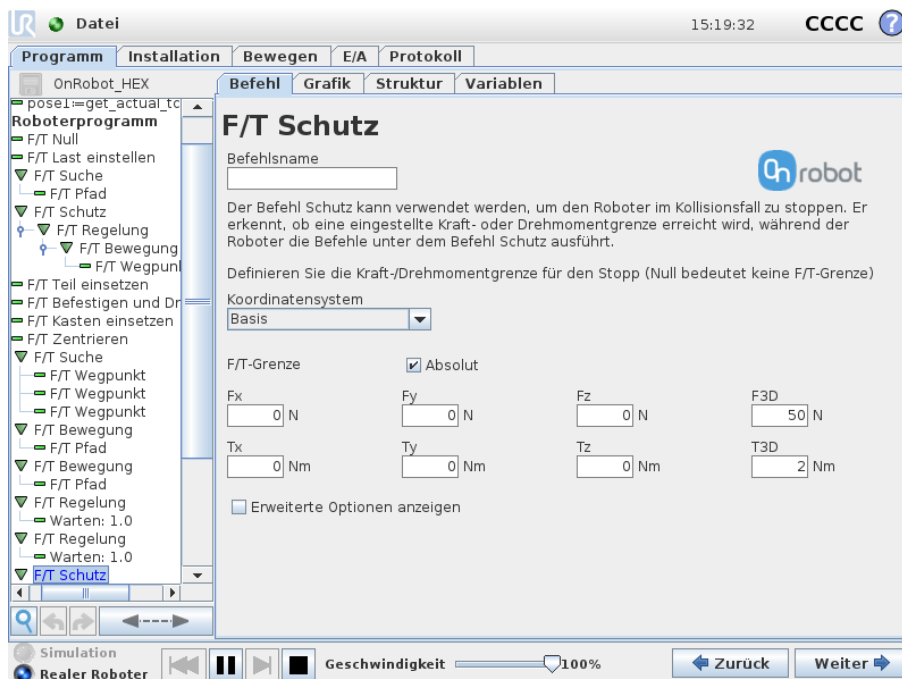
3.3.5 F/T Schutz

Alle UR-Befehle unter **F/T Schutz** werden ausgeführt, aber der Roboter stoppt, sobald die eingestellten Grenzwerte erreicht werden. Die Kraftgrenze kann mit einem externen E/A-Signal vermischt werden (z. B.: Stopp, wenn $F_z > 5$ UND $\text{digital_in}[7] == \text{True}$).



HINWEIS:

Um einen Kraft-/Drehmoment-Offset zu löschen, führen Sie einen Befehl **F/T Null** zu Beginn des Befehls **F/T Schutz** aus und vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug mit keinem Objekt in Kontakt ist, bevor Sie **F/T Schutz** starten, andernfalls stoppt der Befehl möglicherweise nicht bei der angegebenen Kraft-/Drehmomentgrenze.

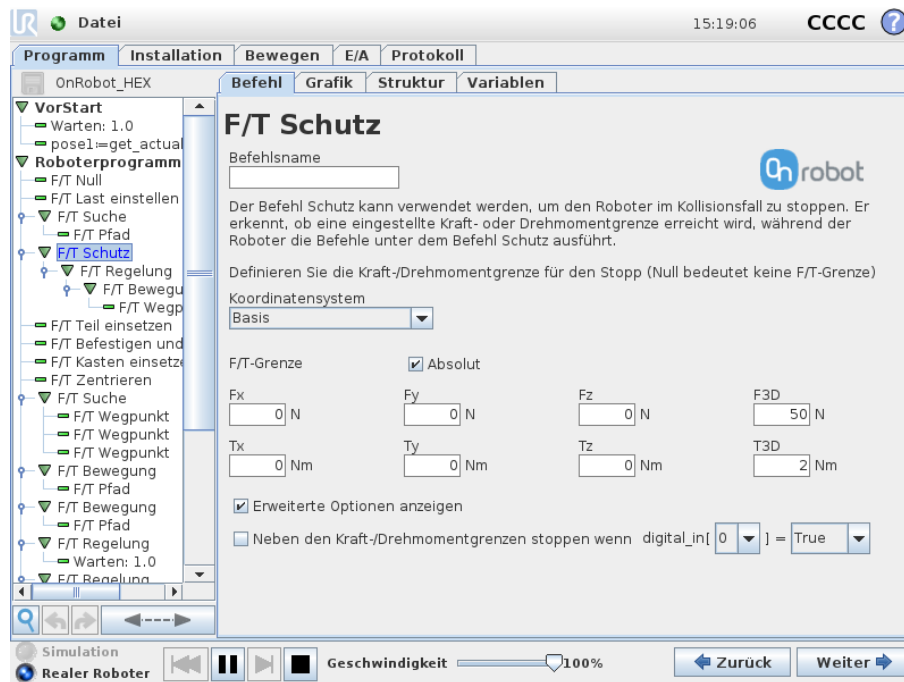


Koordinatensystem: Das Koordinatensystem, das sowohl für die Bewegung als auch für die Sensormessung verwendet wird. Es kann (je nach den Referenzrahmen des UR) auf **Base** (Basis) oder **Tool** (Werkzeug) eingestellt werden.

F/T-Grenze: Dies ist der Grenzwert zur Erkennung. Es kann mehr als eine der verfügbaren Optionen F_x , F_y , F_z , T_x , T_y , T_z , F_{3D} , T_{3D} eingestellt werden. In diesem Fall wird der Stopp ausgelöst, wenn einer der Werte den eingestellten Grenzwert erreicht. Werte gleich Null werden ignoriert.

Wenn die Option **Absolut** aktiviert ist, ist es unwichtig, ob der eingegebene Wert positiv oder negativ ist (z. B.: Stopp, wenn $|F_z| \geq 3$). Andernfalls definiert das Vorzeichen, wie der Grenzwert berechnet wird (z. B.: Stopp, wenn $F_z \geq 3$ oder Stopp, wenn $F_z \leq -3$).

Erweiterte Optionen anzeigen: Falls aktiviert, stehen mehrere Optionen zur Verfügung:



Wenn die Option **Neben den Kraft-/Drehmomentgrenzen stoppen...** aktiviert ist, wird der eingestellte digitale I/O auch überwacht. Sobald die Bedingung erfüllt ist (zusammen mit der Kraft-/Drehmomentgrenze), wird der Roboter gestoppt.

(z. B.: Stopp, falls $F_z > 5$ UND $\text{digital_in}[7] == \text{True}$).

Dieser Befehl hat keinen Rückgabewert und hält das Programm an, wenn die Grenzwerte erreicht sind.

3.3.6 F/T Kasten einsetzen

Zunächst positionieren Sie das Objekt in der Nähe des Locheingangs und starten von einer geeigneten Ausrichtung (α) aus. Der Befehl bewegt das Objekt in der Phase A entlang einer vorgegebenen Achse (zum Beispiel Z), bis die Lochkante gefunden ist. Optional kann in der Phase B eine andere Kante gesucht werden (zum Beispiel die Seite des Loches). In der Phase α wird die Ausrichtung so geändert, dass das Objekt auf das Loch ausgerichtet ist (der richtige Winkel muss vom Benutzer eingestellt werden). Abschließend wird das Objekt in die restliche Einsetztiefe eingesetzt (entlang der in Phase A definierten Achse). Bei Überschreiten der Kraft- und Drehmomentgrenzen wird eine Warnmeldung erzeugt.



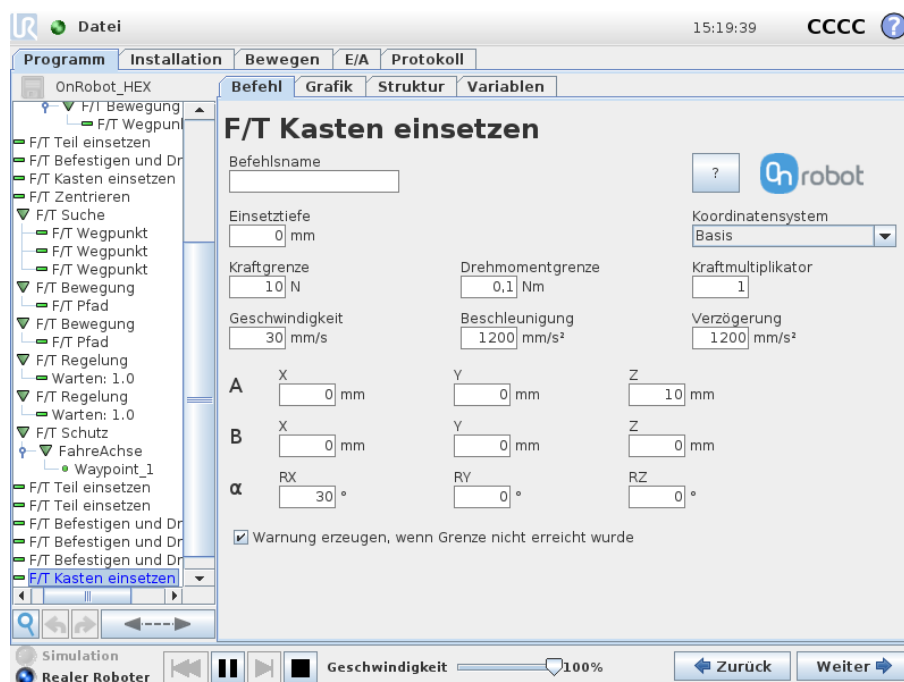
HINWEIS:

Wichtig ist, dass der TCP (Werkzeugmittelpunkt) auf die Spitze des Teils eingestellt wird.



HINWEIS:

Um einen Kraft-/Drehmoment-Offset zu löschen, führen Sie einen Befehl F/T Null zu Beginn des Befehls F/T Kasten einsetzen aus und vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug mit keinem Objekt in Kontakt ist, bevor Sie F/T Kasten einsetzen starten, andernfalls stoppt der Befehl möglicherweise nicht bei der angegebenen Kraft-/Drehmomentgrenze.



Einsetztiefe: Abstand vom Startpunkt entlang der in Phase A definierten Achse.

Koordinatensystem: Das Koordinatensystem, das sowohl für die Bewegung als auch für die Sensormessung verwendet wird. Es kann (je nach den Referenzrahmen des UR) auf *Base* (Basis) oder *Tool* (Werkzeug) eingestellt werden.

Kraftgrenze: Kraftgrenze zur Erkennung der Lochkante.

Drehmomentgrenze: Drehmomentgrenze für die Ausrichtungskorrektur.

Kraftmultiplikator: Zur Berechnung der Kraftgrenze für das endgültige Einsetzen wird die Kraftgrenze zur Erkennung der Lochkante mit diesem Wert multipliziert.

Geschwindigkeit: Die Bewegungsgeschwindigkeit beim Einsetzen.

Beschleunigung: Beschleunigungsparameter der Bewegung.

Verzögerung: Verzögerungsparameter der Bewegung.

A: Relative Koordinaten der A-Bewegung.

B: Relative Koordinaten der B-Bewegung.

α : Die relativen Winkel der α -Rotation.

Warnung erzeugen (...): Falls aktiviert, wird eine Pop-up-Meldung (Sperrung) angezeigt, wenn das Einsetzen nicht erfolgreich war.

Falls die Option deaktiviert ist, wird keine Pop-up-Meldung angezeigt. Der Benutzer kann jedoch eventuelle Fehler anhand des Rückgabewerts des Befehls erkennen und behandeln.

Für Rückgabewerte siehe [Rückgabewerte Befehl F/T Kasten einsetzen](#).

3.3.7 F/T Teil einsetzen

Zunächst positionieren Sie den Stift oder Zapfen, der in das Loch eingesetzt werden soll, korrekt ausgerichtet nahe am Locheingang. Die endgültige Position und Ausrichtung wird mit dem Befehl **F/T Teil einsetzen** korrigiert. Der Befehl versucht, den Stift mit der vorgegebenen Kraftgrenze zu schieben und korrigiert bei Bedarf die Ausrichtung. Er stoppt, sobald die definierte Einsetztiefe erreicht ist.



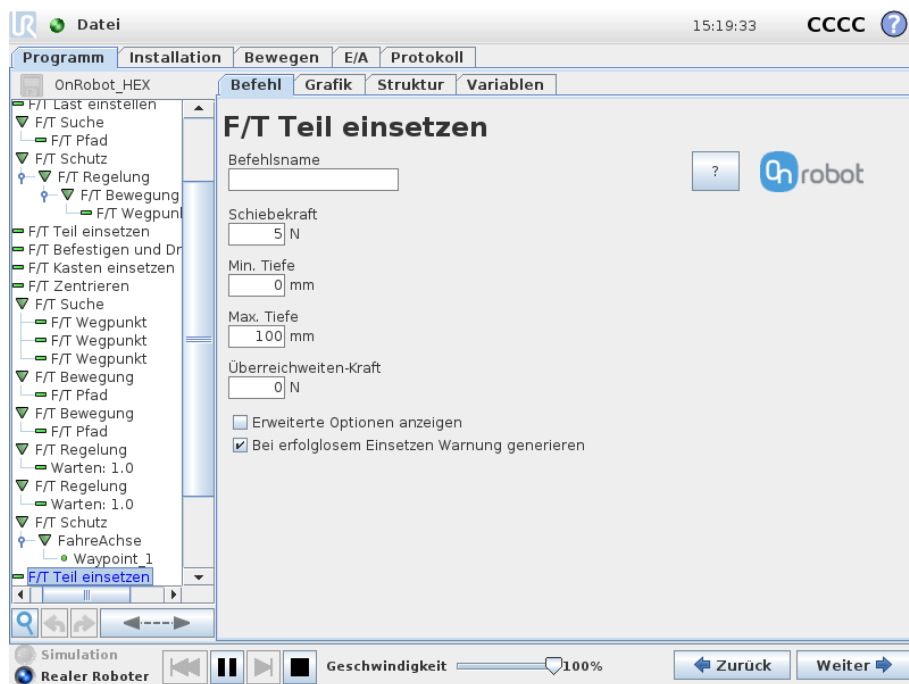
HINWEIS:

Wichtig ist, dass der TCP (Werkzeugmittelpunkt) auf die Spitze des Teils eingestellt wird.



HINWEIS:

Um einen Kraft-/Drehmoment-Offset zu löschen, führen Sie einen Befehl **F/T Null** zu Beginn des Befehls **F/T Teil einsetzen** aus und vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug mit keinem Objekt in Kontakt ist, bevor Sie **F/T Teil einsetzen** starten, andernfalls stoppt der Befehl möglicherweise nicht bei der angegebenen Kraft-/Drehmomentgrenze.



Schiebekraft: Sollkraft, die zur Kraftregelung verwendet wird, um das Teil sanft in das Loch zu schieben.

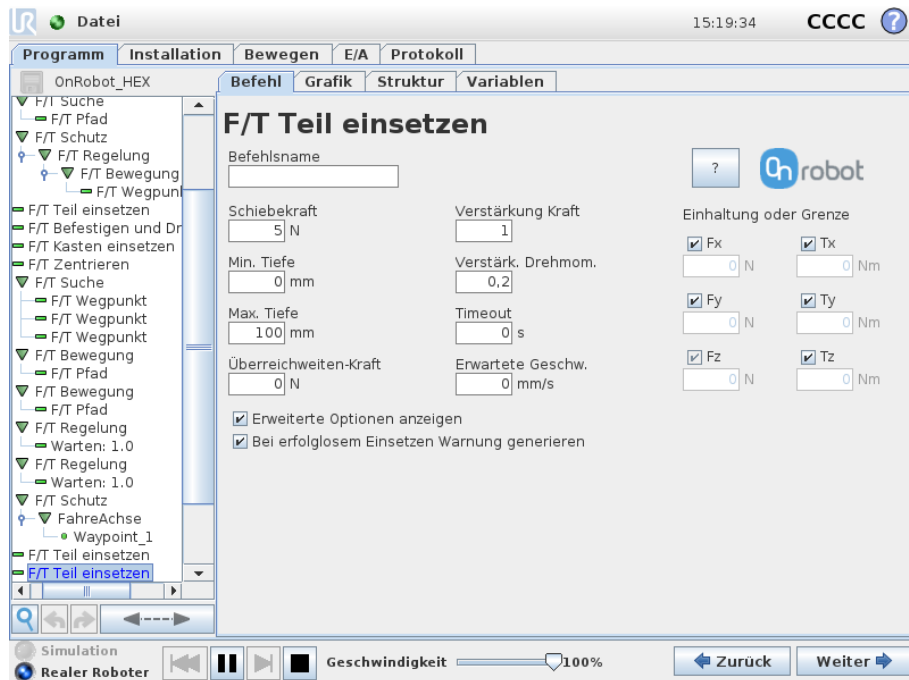
Min. Tiefe: Der erforderliche Mindestabstand vom Startpunkt entlang der Z-Achse (im Werkzeug-Koordinatensystem), um das Einsetzen als erfolgreich zu betrachten.

Max. Tiefe: Der Maximalabstand vom Startpunkt entlang der Z-Achse (im Werkzeug-Koordinatensystem), den das Einsetzen erreichen kann.

Überreichweiten-Kraft: Wenn dieser Parameter eingestellt ist, wird nach dem Erreichen der **Min. Tiefe** ein „Stoß“, eine Erhöhung der Schubkraft erwartet (z. B. Schließen einer

Schnappverbindung). Dieser Parameter ist die zusätzliche Kraft zur **Druckkraft**, die das Einsetzen erlaubt, zwischen den minimalen und maximalen Tiefen.

Kästchen **Erweiterte Optionen anzeigen**: Falls aktiviert, stehen mehrere Optionen zur Verfügung:



P-Verstärkung Kraft: Der Wert für den Proportionalbereich der Kraftregelung für die Druckkraft und die Seitenkräfte an konformen Achsen.

P-Verstärkung Drehmoment: Der Wert für den Proportionalbereich der Drehmomentregelung für die konformen Achsen.

Timeout: Die maximal zulässige Zeitdauer für die gesamte Einsetzfunktion. In der Einstellung Null wird dieses Endekriterium ignoriert.

Erwartete Geschwindigkeit: Die Mindestgeschwindigkeit, mit der das Einsetzen erwartungsgemäß fortgesetzt wird. Wenn dieser Parameter festgelegt ist und das Einsetzen langsamer erfolgt, wird es unterbrochen und als nicht erfolgreich betrachtet. In der Einstellung Null wird dieses Endekriterium ignoriert.

Einhaltung oder Grenze (Fx, Fy, Tx, Ty, Tz): Auswahl der Achsen, die konform sein müssen. Wenn eine Achse aktiviert (konform) ist, ist die Bewegung entlang dieser bzw. um diese konforme Achse kraft-/drehmomentgesteuert, ansonsten (nicht konform) ist sie positions-gesteuert. Die aktivierte Achse wird geregelt, um den eingestellten Kraft-/Drehmomentwert konstant zu halten. Es muss mindestens eine konforme Achse ausgewählt sein.

Warnung erzeugen (...): Falls aktiviert, wird eine Pop-up-Meldung (Sperre) angezeigt, wenn das Einsetzen nicht erfolgreich war.

Falls die Option deaktiviert ist, wird keine Pop-up-Meldung angezeigt. Der Benutzer kann jedoch eventuelle Fehler anhand des Rückgabewerts des Befehls erkennen und behandeln.

Für Rückgabewerte siehe [Rückgabewerte Befehl F/T Teil einsetzen](#).

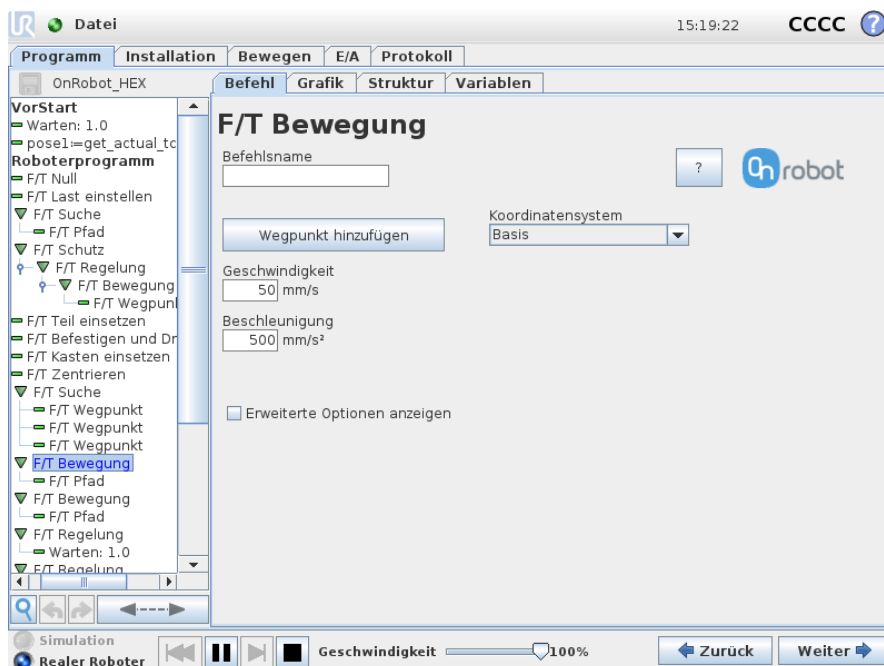
3.3.8 F/T-Bewegung

Der Befehl F/T-Bewegung kann zusammen mit dem Befehl F/T-Wegpunkt verwendet werden, um den Roboter entlang einer Route zu bewegen, oder zusammen mit F/T-Pfad, um den Roboter entlang eines Pfads zu bewegen und anzuhalten, sobald die definierten Kraft-/Drehmomentgrenzen erreicht sind (Bewegung unterbrochen). In diesem Fall kann eine Warnung generiert werden. Wenn die Bewegung den letzten Wegpunkt erreicht, ist sie erfolgreich.



HINWEIS:

Um einen Kraft-/Drehmoment-Offset zu löschen, führen Sie einen Befehl F/T Null zu Beginn des Befehls F/T-Bewegung aus und vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug mit keinem Objekt in Kontakt ist, bevor Sie F/T-Bewegung starten, andernfalls stoppt der Befehl möglicherweise nicht bei der angegebenen Kraft-/Drehmomentgrenze.



Zum Ausführen des Befehls F/T-Bewegung tippen Sie auf die Schaltfläche **Wegpunkt hinzufügen**, um einen F/T-Wegpunkt als untergeordneten Knoten hinzuzufügen. Weitere Wegpunkte können auf die gleiche Weise hinzugefügt werden. Um einen Wegpunkt zu entfernen, verwenden Sie auf der Registerkarte **Struktur** die Schaltfläche **Löschen**.

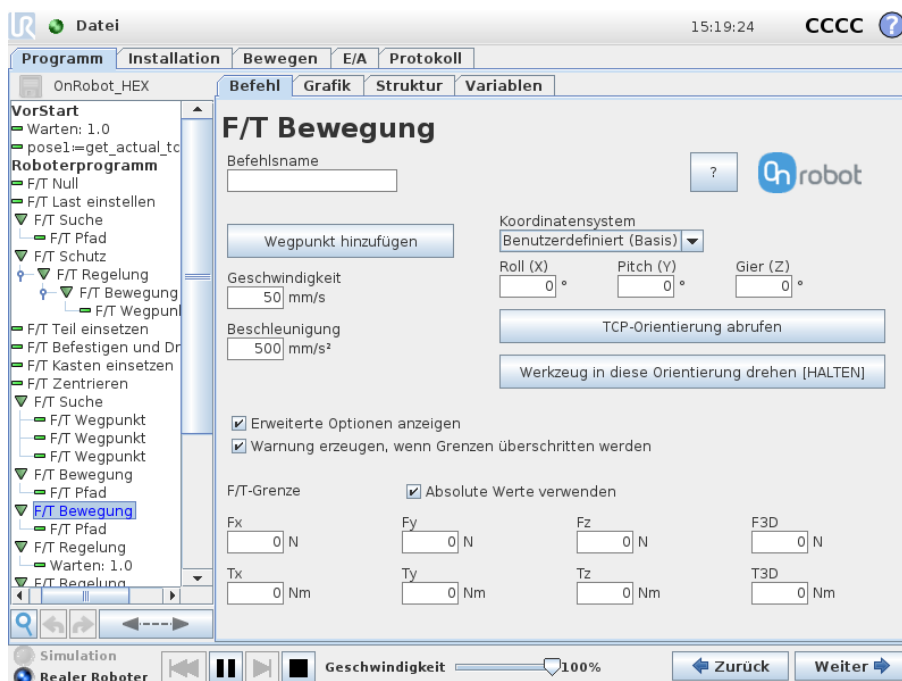
Alternativ können F/T-Wegpunkt oder F/T-Pfad als untergeordneter Knoten des Befehls F/T-Bewegung hinzugefügt werden (unter Verwendung der Registerkarte **Struktur**).

Geschwindigkeit: Die Grenze der Bewegungsgeschwindigkeit während der Bewegung. Die Bewegung wird in einer konstanten Translationsgeschwindigkeit ausgeführt. Wenn die Route oder der Pfad scharfe Änderungen in der Richtung oder der Ausrichtung aufweist, kann die tatsächliche Geschwindigkeit des Roboters geringer sein als angegeben, bleibt aber über die gesamte Route oder den gesamten Pfad konstant.

Beschleunigung: Der Beschleunigungs- und Verzögerungsparameter der Bewegung.

Koordinatensystem: Das Koordinatensystem, das sowohl für die Bewegung als auch für die Sensormessung verwendet wird. Es kann (je nach den Referenzrahmen des UR) auf *Basis*, *Werkzeug*, *Benutzerdefiniert (Werkzeug)*, *Benutzerdefiniert (Werkzeug)* eingestellt werden. Die benutzerdefinierten Koordinatensysteme werden aus dem Basiskoordinatensystem und den angegebenen Werten für **Roll**, **Nick** und **Gier** berechnet. Für das benutzerdefinierte Basis-Koordinatensystem ist es auch möglich, die Schaltfläche **TCP-Orientierung abrufen** zu verwenden, um die Ausrichtung des Koordinatensystems durch die Ausrichtung des aktuellen TCP zu spezifizieren. Zum Testen der vorgegebenen Orientierung kann die Schaltfläche **Werkzeug in diese Orientierung drehen [HALTEN]** verwendet werden.

Kästchen **Erweiterte Optionen anzeigen**: Falls aktiviert, stehen mehrere Optionen zur Verfügung:



F/T-Grenze Fx,Fy,Fz,Tx,Ty,Tz,F3D,T3D: Dies ist der Grenzwert zur Erkennung. Es kann mehr als eine der verfügbaren Optionen Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D, T3D eingestellt werden. In diesem Fall wird der Stopp ausgelöst, wenn einer der Werte den eingestellten Grenzwert erreicht. Werte gleich Null werden ignoriert.

Wenn die Option **Absolute Werte verwenden** aktiviert ist, ist es unwichtig, ob der eingegebene Wert positiv oder negativ ist (z. B.: $|F_z| \geq 3$). Andernfalls definiert das Vorzeichen, wie der Grenzwert berechnet wird (z. B.: $F_z \geq 3$ oder $F_z \leq -3$).

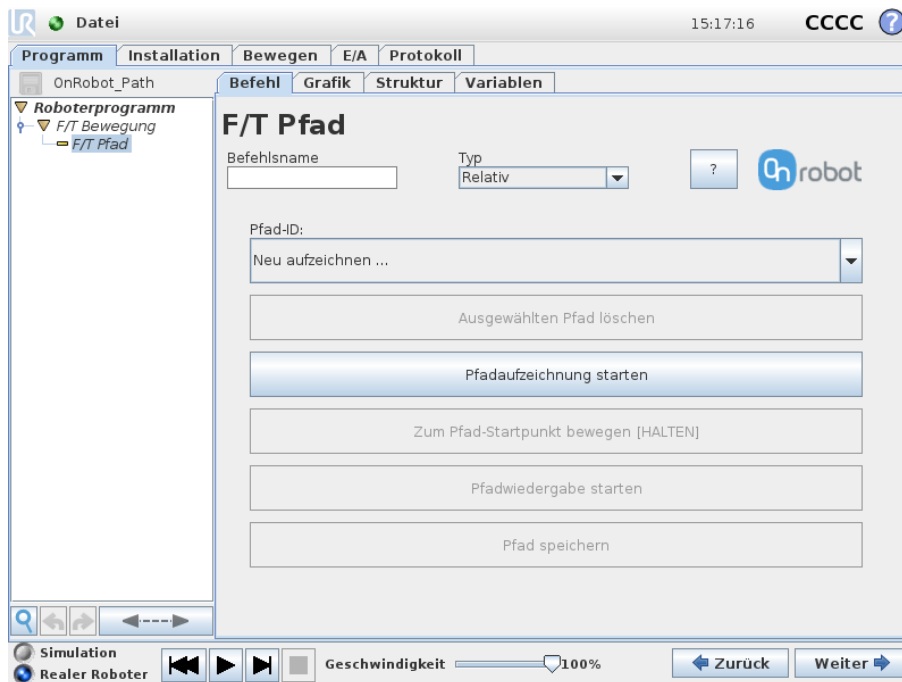
Warnung erzeugen (...): Wenn diese Option aktiviert ist, erscheint nach dem Nicht-erreichen der Zielposition eine Pop-up-Meldung (Sperrung), dass die Bewegung nicht erfolgreich war. Wenn die Bewegung erfolgreich ist, wird keine Warnmeldung angezeigt.

Falls die Option deaktiviert ist, wird keine Pop-up-Meldung angezeigt. Der Benutzer kann jedoch eventuelle Fehler anhand des Rückgabewerts des Befehls erkennen und behandeln.

Für Rückgabewerte siehe [Rückgabewerte Befehl F/T-Bewegung](#).

3.3.9 F/T-Pfad

Der Befehl F/T-Pfad kann zusammen mit dem Befehl F/T-Bewegung oder F/T-Suche ausgeführt werden, um einen Pfad aufzuzeichnen und wiederzugeben.



Typ: Wenn „Relativ“ ausgewählt ist, wird der Pfad ausgehend von der tatsächlichen Position des Werkzeugs anstelle der absoluten Position, an der er aufgezeichnet wurde, wiedergegeben. Wenn „Absolut“ ausgewählt ist, bewegt sich das Werkzeug zum ursprünglichen Startpunkt und gibt den Pfad von dort aus wieder.

Dropdown-Liste **Pfad-ID**: Listet die Kennungen aller auf der Compute Box gespeicherten Pfade auf. Eine Pfad-ID wird einem Pfad zugewiesen, wenn der Pfad gespeichert wird. Wenn kein aufgezeichneter ungespeicherter Pfad existiert, gibt es das Element **Neu aufzeichnen...**. Wählen Sie diese Option, um einen neuen Pfad aufzuzeichnen. Wenn es einen aufgezeichneten Pfad gibt, der nicht gespeichert ist, gibt es ein Element **Nicht gespeichert** in der Liste.



HINWEIS:

Es kann nur ein nicht gespeicherter Pfad existieren, und er wird überschrieben, wenn eine Pfadaufzeichnung gestartet wird, während der Pfad **Nicht gespeichert** ausgewählt ist.

Schaltfläche Ausgewählten Pfad löschen: Löscht den aktuell ausgewählten Pfad in der Dropdown-Liste **Pfad-ID** dauerhaft aus der Compute Box.



HINWEIS:

Löschen Sie keinen Pfad, den andere F/T-Pfadbefehle verwenden.

Schaltfläche **Pfadaufzeichnung starten**: Startet die Aufzeichnung eines Pfades, indem die Handführungsfunktion automatisch aktiviert wird.

Schaltfläche **Pfadaufzeichnung stoppen**: Stoppt die Handführungsfunktion und legt die Aufzeichnung im Speicher ab. Der Pfad wird dadurch nicht dauerhaft gespeichert.

Die Schaltfläche **Zum Pfad-Startpunkt bewegen [HALTEN]**: verschiebt das Werkzeug an die Startposition des Pfades. Kann nur verwendet werden, wenn der Pfad nicht relativ ist.

Schaltfläche **Pfadwiedergabe starten**: Wiederholt den Pfad, auch wenn er nicht gespeichert, sondern nur im Speicher abgelegt ist.

Schaltfläche **Pfadwiedergabe stoppen**: Stoppt die Wiedergabe des Pfades.

Schaltfläche **Pfad speichern**: Speichert den nicht gespeicherten Pfad in der Compute Box.

**HINWEIS:**

Rotationsbewegungen, die sich auf Translationsbewegungen in der Pfadaufzeichnung beziehen, sind auf maximal 2,8 Grad/mm beschränkt, da ein größeres Verhältnis den Roboter dazu veranlassen würde, den Pfad mit einer sehr niedrigen Translationsgeschwindigkeit wiederzugeben. Eine Rotationsbewegung ohne Translationsbewegung kann daher nicht als Pfad aufgezeichnet werden.

**HINWEIS:**

Der maximale Fehler des wiedergegebenen Pfades im Vergleich zur ursprünglichen aufgezeichneten Bewegung kann bis zu 1 mm betragen.

Dieser Befehl hat keinen Rückgabewert.

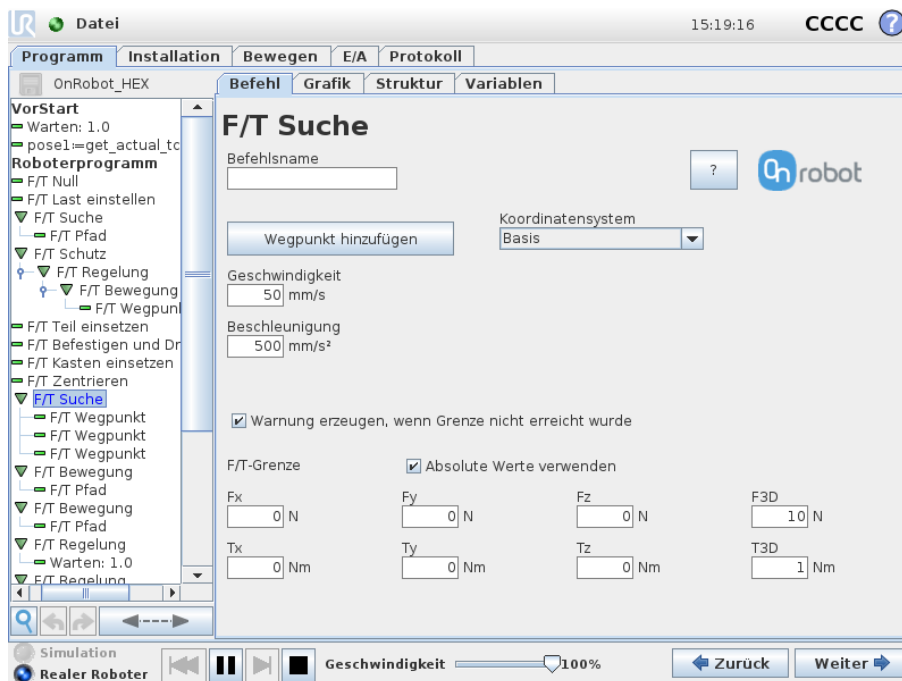
3.3.10 F/T-Suche

Der Befehl F/T-Suche kann zusammen mit dem Befehl F/T-Wegpunkt verwendet werden, um den Roboter entlang einer Route zu bewegen, oder zusammen mit F/T-Pfad, um den Roboter entlang eines Pfades zu bewegen und anzuhalten, sobald die definierten Kraft-/Drehmomentgrenzen erreicht sind (Objekt gefunden). Wenn die Bewegung den letzten Wegpunkt oder den letzten Punkt des Pfades erreicht, bedeutet dies, dass die Suche erfolglos war (Objekt nicht gefunden). Es wird eine Warnung generiert.



HINWEIS:

Um einen Kraft-/Drehmoment-Offset zu löschen, führen Sie einen Befehl F/T Null zu Beginn des Befehls F/T-Suche aus und vergewissern Sie sich, dass das Werkzeug mit keinem Objekt in Kontakt ist, bevor Sie F/T-Suche starten, andernfalls stoppt der Befehl möglicherweise nicht bei der angegebenen Kraft-/Drehmomentgrenze.



Zum Ausführen des Befehls F/T-Suche tippen Sie auf die Schaltfläche **Wegpunkt hinzufügen**, um einen F/T-Wegpunkt als untergeordneten Knoten hinzuzufügen. Weitere Wegpunkte können auf die gleiche Weise hinzugefügt werden. Um einen Wegpunkt zu entfernen, verwenden Sie auf der Registerkarte **Struktur** die Schaltfläche **Löschen**.

Alternativ können F/T-Wegpunkt oder F/T-Pfad als untergeordneter Knoten des Befehls F/T-Suche hinzugefügt werden (unter Verwendung der Registerkarte **Struktur**).

Geschwindigkeit: Die Bewegungsgeschwindigkeit bei der Suche nach Kollision. Die Bewegung wird in einer konstanten Translationsgeschwindigkeit ausgeführt. Wenn die Route oder der

Pfad scharfe Änderungen in der Richtung oder der Ausrichtung aufweist, kann die tatsächliche Geschwindigkeit des Roboters geringer sein als angegeben, bleibt aber über die gesamte Route oder den gesamten Pfad konstant.



HINWEIS:

Je geringer die Geschwindigkeit während der Suchphase ist, desto besser lässt sich mit harten Kontakten (z. B. Metalloberflächen) arbeiten, um Überreichweiten aufgrund des Impulses von Roboter und Werkzeug zu vermeiden.

Beschleunigung: Der Beschleunigungs- und Verzögerungsparameter der Bewegung.

F/T-Grenze Fx,Fy,Fz,Tx,Ty,Tz,F3D,T3D: Dies ist der Grenzwert zur Erkennung. Es kann mehr als eine der verfügbaren Optionen Fx, Fy, Fz, Tx, Ty, Tz, F3D, T3D eingestellt werden. In diesem Fall wird der Stopp ausgelöst, wenn einer der Werte den eingestellten Grenzwert erreicht. Werte gleich Null werden ignoriert.

Wenn die Option **Absolute Werte verwenden** aktiviert ist, ist es unwichtig, ob der eingegebene Wert positiv oder negativ ist (z. B.: $|F_z| > 3$). Andernfalls definiert das Vorzeichen, wie der Grenzwert berechnet wird (z. B.: $F_z > 3$ oder $F_z \leq -3$)

Koordinatensystem: Das Koordinatensystem, das sowohl für die Bewegung als auch für die Sensormessung verwendet wird. Es kann (je nach den Referenzrahmen des UR) auf *Basis*, *Werkzeug*, *Benutzerdefiniert (Werkzeug)*, *Benutzerdefiniert (Werkzeug)* eingestellt werden. Die benutzerdefinierten Koordinatensysteme werden aus dem Basiskoordinatensystem und den angegebenen Werten für **Roll**, **Nick** und **Gier** berechnet. Für das benutzerdefinierte Basis-Koordinatensystem ist es auch möglich, die Schaltfläche **TCP-Orientierung abrufen** zu verwenden, um die Ausrichtung des Koordinatensystems durch die Ausrichtung des aktuellen TCP zu spezifizieren. Zum Testen der vorgegebenen Orientierung kann die Schaltfläche **Werkzeug in diese Orientierung drehen [HALTEN]** verwendet werden.

Warnung erzeugen (...): Wenn diese Option aktiviert ist, wird eine Pop-up-Meldung (Sperre) angezeigt, nachdem die Zielposition erreicht ist oder bereits in Kollision war (die Suche war demnach nicht erfolgreich). Wenn die Suche erfolgreich ist, wird keine Warnmeldung angezeigt.

Falls die Option deaktiviert ist, wird keine Pop-up-Meldung angezeigt. Der Benutzer kann jedoch eventuelle Fehler anhand des Rückgabewerts des Befehls erkennen und behandeln.

Für Rückgabewerte siehe [Rückgabewerte Befehl F/T-Suche](#).

3.3.11 F/T Wegpunkt

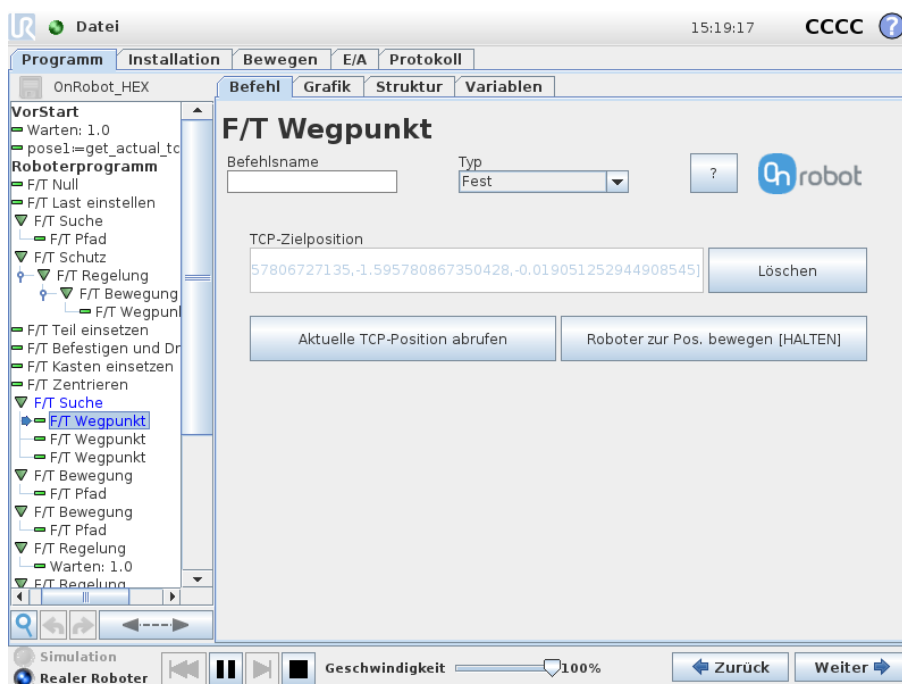
Der Befehl F/T-Wegpunkt kann zusammen mit dem Befehl F/T-Bewegung oder F/T-Suche ausgeführt werden, um den Roboter entlang einer Route zu bewegen. Es gibt drei Arten von Wegpunkten (fest, relativ und variabel), die in beliebiger Kombination verwendet werden können.



HINWEIS:

Verwenden Sie keine aufeinanderfolgenden F/T-Wegpunkte, die nur Rotationen im selben Befehl F/T-Bewegung enthalten. Verwenden Sie mehrere Befehle F/T-Bewegung, um Rotationen ohne Translationsbewegungen zu erreichen.

Wegpunkttyp: Der Typ des Wegpunkts. Er kann auf **Fest**, **Relativ** oder **Variabel** eingestellt werden.

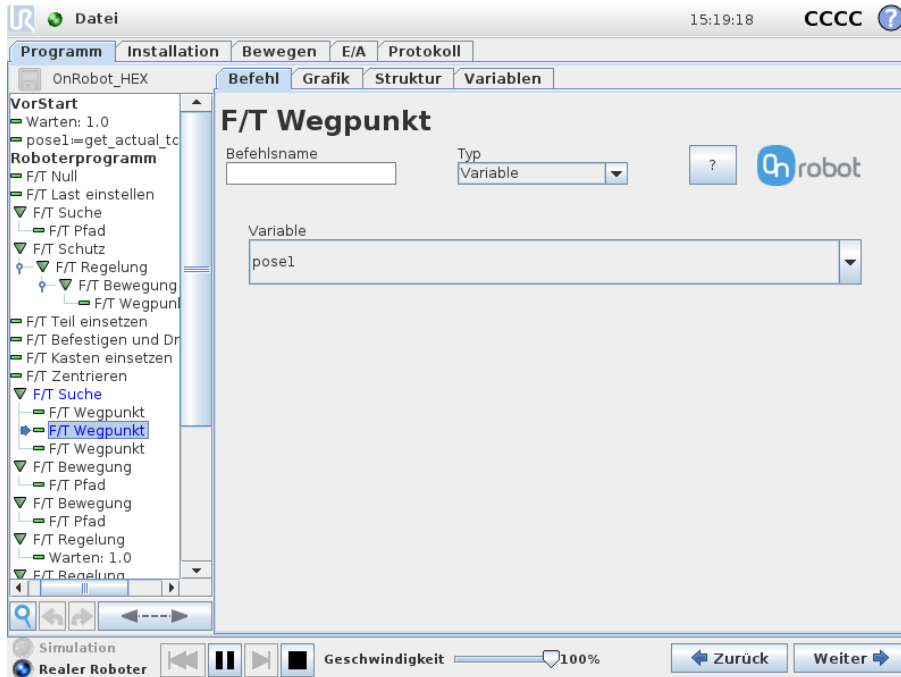


TCP-Zielposition: Die Position, die durch den Wegpunkt in der Roboteroute repräsentiert wird. Dieses schreibgeschützte Feld kann mit der Schaltfläche **Aktuelle TCP-Position abrufen** ausgefüllt werden.

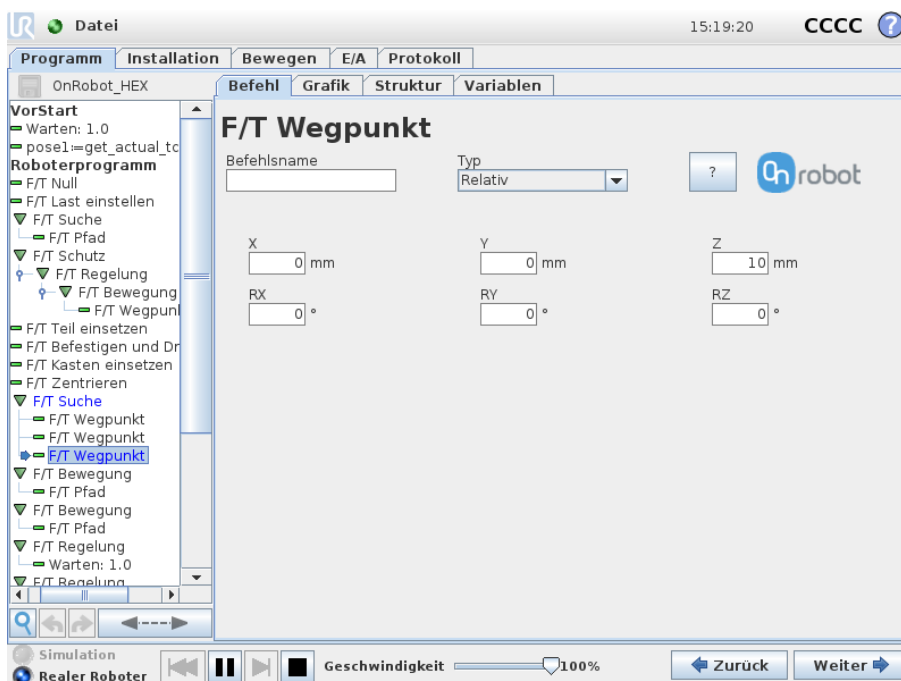
Schaltfläche **Löschen:** Löscht den Inhalt des Felds **TCP-Zielposition**.

Schaltfläche **Aktuelle TCP-Position abrufen:** Fügt die aktuellen TCP-Koordinaten in das Feld **TCP-Zielposition** ein.

Schaltfläche **Roboter zur Pos. bewegen [HALTEN]:** bewegt den Roboter an die Position, die im Feld **TCP-Zielposition** festgelegt ist, wenn die Schaltfläche gedrückt wird. Der Roboter stoppt, sobald die Schaltfläche losgelassen wird.



Variable: Die Position, die durch den Wegpunkt in der Roboterroute repräsentiert wird. Eine Variable kann die Zielposition definieren. Die Variable muss zuerst erstellt werden.

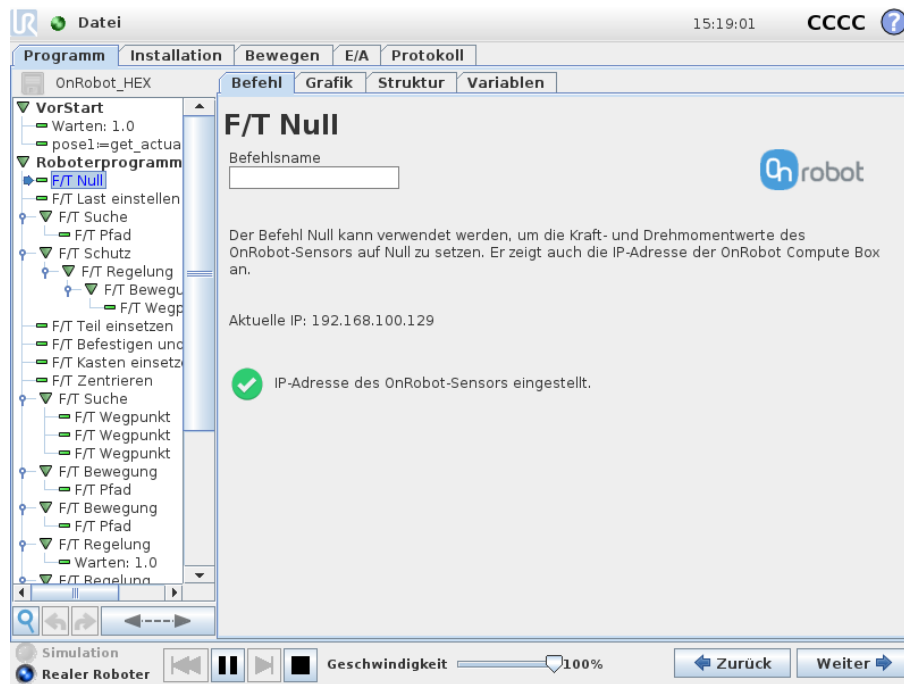


Relativ X, Y, Z, RX, RY, RZ: die Entfernungen und Rotationen, die dieser Wegpunkt im Vergleich zur vorherigen Roboterposition darstellt.

Dieser Befehl hat keinen Rückgabewert.

3.3.12 F/T Null

Der Befehl `F/T Null` kann verwendet werden, um die Kraft-/Drehmomentwerte des RG2-FT-Fingersensors auf Null zu setzen.

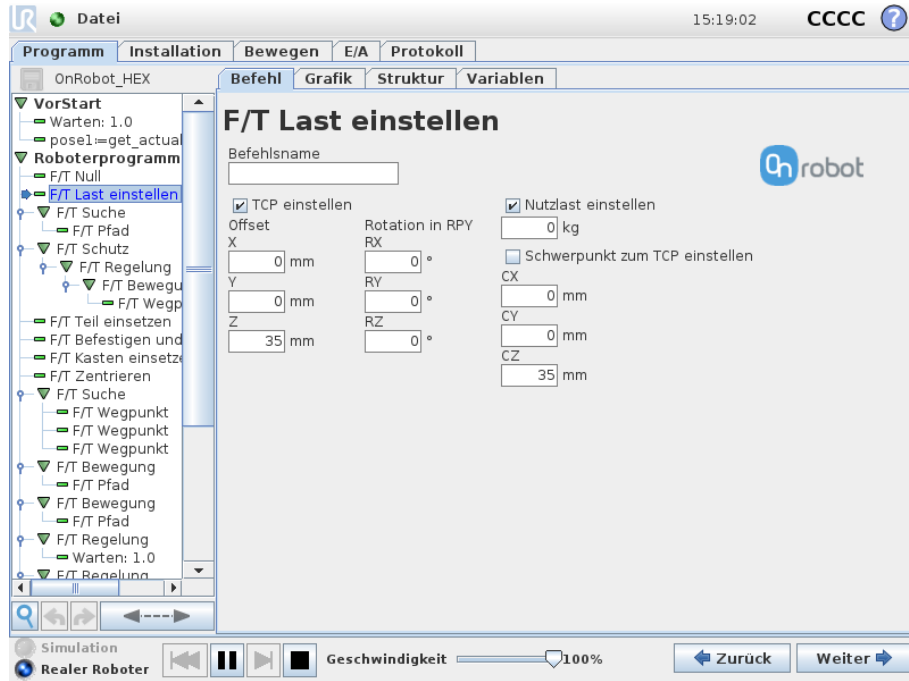


Dieser Befehl hat keinen Rückgabewert.

3.3.13 F/T Last einstellen

Der Befehl `F/T Last einstellen` kann verwendet werden, um eine neue Nutzlast festzulegen und die TCP-Einstellungen innerhalb eines Befehls zu ändern.

Es muss entweder TCP oder Nutzlast aktiviert sein, damit der Befehl ausgeführt werden kann.



Kästchen TCP einstellen: Wenn diese Option aktiviert ist, werden die TCP-Einstellungen der Installation mit den angegebenen Werten überschrieben.

Offset X, Y, Z: die Translationswerte des TCP relativ zum Werkzeugflansch (oder der Fingerspitzenmitte).

Rotation in RPY RX, RY, RZ: die Rotationswerte des TCP relativ zum Werkzeugflansch (oder zur Fingerspitzenmitte).

Kästchen Nutzlast einstellen: Wenn diese Option aktiviert ist, werden die Nutzlast- und Schwerpunkt-Einstellungen der Installation mit den angegebenen Werten überschrieben. Die Nutzlast muss das Gesamtgewicht inklusive Greifer sein.

CX, CY, CZ: die Koordinaten des Schwerpunkts in Bezug auf den Werkzeugflansch

Kästchen Schwerpunkt zum TCP einstellen: Wenn diese Option aktiviert ist, werden die Werte CX, CY, CZ durch den eingestellten TCP-Offset festgelegt.

Dieser Befehl hat keinen Rückgabewert.

3.4 Anwendungsbeispiele

3.4.1 Kollisionserkennung

Kollisionserkennung kann durch die folgenden Befehle implementiert werden:

1. **F/T-Suche:** Diese Funktion kann für die Anwesenheitserkennung verwendet werden. Sie sucht nach einem Objekt und stoppt, sobald es gefunden wurde. Wenn das Objekt nicht gefunden werden konnte, wird eine Warnmeldung angezeigt. Wenn die Position eines Objekts variiert, kann die Funktion auch verwendet werden, um seine genaue Position zu bestimmen.
2. **F/T-Bewegung:** Diese Funktion kann für Bewegungen mit eingeschränkter Kraft bzw. eingeschränktem Drehmoment verwendet werden. Sie ähnelt dem UR-Befehl „Move“ (Bewegung), verfügt jedoch über eine integrierte Kraft-/Drehmomentgrenze und unterstützt die Angabe von Parametern als relativer Versatztyp (z. B.: 1 cm oder 1 Zoll entlang der Z-Achse bewegen).
3. **F/T-Schutz:** Diese Funktion kann in Kombination mit einem beliebigen UR-Befehl verwendet werden, um die angewandte Kraft bzw. das angewandte Drehmoment zu begrenzen. Sie überwacht die eingestellten Grenzwerte parallel zu Ihrem Code. Sobald diese erreicht werden, wird der Roboter angehalten.

Der Ordner `programs/OnRobot_UR_Programs` enthält ein beispielhaftes UR-Programm zur Kollisionserkennung namens *OnRobot_Collision_Detection_Example.urp*.

3.4.2 Mittelpunkterkennung

Mithilfe von sanften Kontakten kann der Roboter auf den geometrischen Mittelpunkt eines Lochs ausgerichtet werden. Dies ist auch bei glänzenden Metallgegenständen möglich, was bei kamerabasierten Lösungen gewöhnlich unmöglich ist.

Der Ordner `programs/OnRobot_UR_Programs` enthält ein beispielhaftes UR-Programm zur Kollisionserkennung namens *OnRobot_Centerpoint_Detection_Example.urp*.

3.4.3 Polieren und Schleifen

Für Polier- oder Schleifaufgaben muss der vorgegebene Kraftwert unbedingt konstant gehalten werden. Diese Aufgabe kann mit unseren Funktionen zur Kraft-/Drehmomentregelung erfüllt werden, bei der die folgenden beiden Befehle verwendet werden müssen:

1. **F/T Regelung:** Dieser Befehl ähnelt dem integrierten Force-Befehl des UR, verwendet aber den präziseren Kraft-/Drehmomentsensor von OnRobot als Input, um auch bei geringen Kräften ein ausgezeichnetes Ergebnis zu erzielen. Die Kraft-/Drehmomentregelung versucht, die definierte Kraft bzw. das definierte Drehmoment auf den konformen Achsen zu halten. Die nicht konformen Achsen sind positionsgesteuert (nur beim Befehl *F/T-Bewegung*).

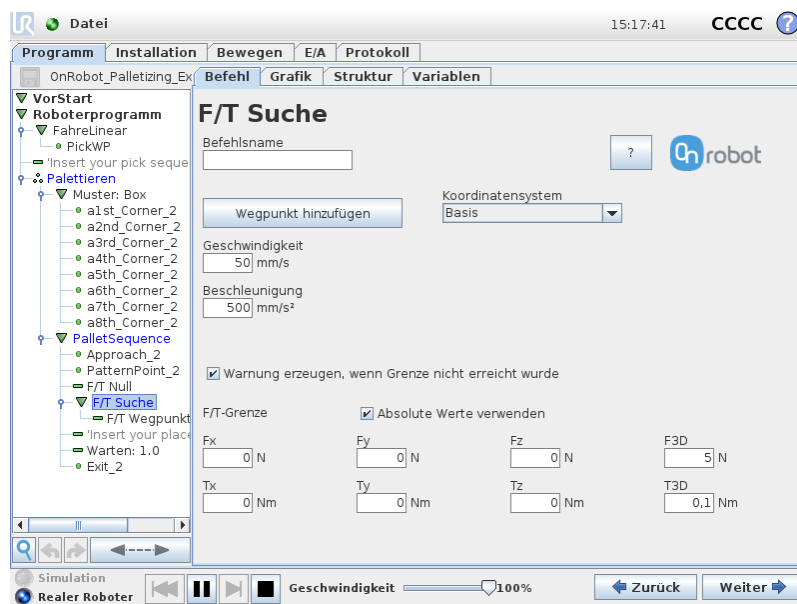
2. F/T-Bewegung: Dieser Befehl kann verwendet werden, um die Position des Roboters mithilfe von F/T Control entlang bzw. um die nicht konforme Achse zu steuern (zu bewegen).

Der Ordner `programs/OnRobot_UR_Programs` enthält ein beispielhaftes UR-Programm zur Kollisionserkennung namens *OnRobot_Plastic_Partingline_Removal_Example.urp*.

3.4.4 Palettieren

Das Palettieren von Objekten, die mit Vorsicht behandelt werden müssen, kann eine anspruchsvolle Aufgabe darstellen. Um flexible Kartonschachteln nebeneinander zu platzieren, braucht es mehr, als nur eine einfache Positionierung in einem festen Muster. Wenn der im UR eingebaute Palettierbefehl in Kombination mit unserem Befehl F/T-Suche verwendet wird, lassen sich derart anspruchsvolle Aufgaben leicht lösen.

Zuerst richten Sie den im UR vorhandenen Befehl `Palettieren` so ein, dass sich das erforderliche Muster ergibt. Achten Sie darauf, dass die Positionen ein wenig weiter als die endgültige Position sind. Dadurch kann der Befehl `F/T Suche` den benachbarten Gegenstand mit einer sanften Berührung finden, um eventuelle Positionierungsfehler zu übernehmen.



Falls erforderlich, kann mehr als eine F/T Suche verwendet werden, um den Gegenstand horizontal und vertikal auszurichten.

Es ist darauf zu achten, dass nur der relative Versatztyp des Input-Parameters des Befehls `F/T Suche` verwendet wird, um immer relativ zum Muster zu sein.

Weitere Informationen dazu unter dem Befehl [F/T Suche](#).

Der Ordner `programs/OnRobot_UR_Programs` enthält ein beispielhaftes UR-Programm zur Kollisionserkennung namens *OnRobot_Palletizing_Example.urp*.

3.4.5 Pin Insertion

Das Einsetzen von Stiften oder Zapfen in enge Löcher lässt sich mit herkömmlichen, auf Positionen basierten Lösungen nicht bewerkstelligen. Selbst mit Kameras kann man keine zuverlässige Lösung erreichen.

Mithilfe des präzisen OnRobot F/T Sensors und des Befehls `F/T Stift einsetzen` lassen sich Aufgaben, die präzise Passungen erfordern, einfach und robust lösen.

Der Ordner `programs/OnRobot_UR_Programs` enthält ein beispielhaftes UR-Programm zur Kollisionserkennung namens *OnRobot_Pin_Insertion_Example.urp*.

3.4.6 Kasten einsetzen

Das Einsetzen eines rechteckigen Objekts in ein rechteckiges Loch ist eine häufige Aufgabe, zum Beispiel bei der Montage eines Radiogeräts in seine Halterung oder das Einsetzen eines Akkus in ein Telefon.

Diese Aufgaben lassen sich mit Hilfe des Befehls `F/T Kasten einsetzen` leicht lösen.

Der Ordner `programs/OnRobot_UR_Programs` enthält ein beispielhaftes UR-Programm zur Kollisionserkennung namens *OnRobot_Box_Insertion_Example.urp*.

3.4.7 Befestigen und Drehen

Mit dem präzisen OnRobot F/T Sensor und dem Befehl `F/T Befestigen und Drehen` lassen sich für Bajonettfassungen erforderliche Aufgaben einfach und robust lösen.

4 Glossar der Begriffe

Begriff	Beschreibung
Compute Box	Eine Einheit, die von OnRobot zusammen mit dem Sensor bereitgestellt wird. Sie führt die Berechnungen durch, die zur Verwendung der von OnRobot implementierten Befehle und Anwendungen erforderlich sind. Sie muss mit dem Sensor und der Robotersteuerung verbunden sein.
OnRobot Data Visualization	Von OnRobot entwickelte Software zur Visualisierung der vom Sensor bereitgestellten Daten. Kann unter Windows-Betriebssystemen installiert werden.

5 Liste der Akronyme

Akronym	Ausgeschrieben
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DIP	Dual In-line Package
F/T	Force/Torque
ID	Identifier
IP	Internet Protocol
IT	Information technology
MAC	Media Access Control
PC	Personal Computer
RPY	Roll-Pitch-Yaw
SP	Starting Position
SW	Software
TCP	Tool Center Point
UR	Universal Robots
URCap	Universal Robots Capabilities
USB	Universal Serial Bus
UTP	Unshielded Twisted Pair

6 Anhang

6.1 Ändern der IP-Adresse der Compute Box

Um die IP-Adresse des Sensors zu ändern, schließen Sie Ihren Laptop oder einen externen PC an die OnRobot Compute Box an.

1. Vergewissern Sie sich, dass das Gerät nicht eingeschaltet ist (keine Stromzufuhr). Verbinden Sie das Gerät und den Computer mit dem beigegeführten Ethernet-Kabel.
2. Wenn sich Ihr Gerät noch auf der Werkseinstellung befindet, fahren Sie mit Schritt 3 fort. Andernfalls müssen der DIP-Schalter 3 auf ON (oben) und der DIP-Schalter 4 auf OFF (unten) geschaltet werden.



3. Schließen Sie das Gerät über das mitgelieferte Netzteil an die Stromversorgung an und warten Sie 30 Sekunden, bis es hochgefahren ist.
4. Öffnen Sie einen Webbrowser (Internet Explorer wird empfohlen) und gehen Sie zur URL <http://192.168.1.1>. Der Startbildschirm wird angezeigt.
5. Klicken Sie im oberen Menü auf **Configuration**. Folgender Bildschirm wird angezeigt:

OnRobot Web Client

OnRobot 4.0.1

DEVICES CONFIGURATION PATHS UPDATE

Configuration

This page allows the configuration of the network settings of the device.

CAUTION

Incorrect settings may cause the device to lose network connectivity.

The new network configuration values will not be stored unless the DIP-switch is in OFF (down) state.

Enter the new settings for the device below:

MAC address	b8:27:eb:84:54:78
Network mode	Static IP
IP address	192.168.1.1
Subnet mask	255.255.255.0

SAVE

Copyright © 2018 OnRobot A/S
Teglvaerksvej 47H 5220 Odense, Denmark

info@onrobot.com

6. Wählen Sie die Option **Static IP** im Dropdown-Menü **Network mode**.
7. Bearbeiten Sie die IP-Adresse.
8. Stellen Sie den DIP-Schalter 3 auf OFF (aus).
9. Drücken Sie die Schaltfläche **Save**.

10. Öffnen Sie einen Webbrowser (Internet Explorer wird empfohlen) und gehen Sie zur IP-Adresse aus Schritt 7.

6.2 Aktualisieren der Software auf der Compute Box

Siehe das beschreibende Dokument zur Compute Box.

6.3 Software-Deinstallation

1. Um die zuvor kopierten OnRobot UR-Programmdateien zu deinstallieren (entfernen), wählen Sie aus folgenden Optionen:
 - a. Entfernen Sie die Dateien und Ordner mit der Option Delete (**Löschen**) des Handterminals während der Dateioperation (z. B. Programm laden, Programm speichern)
 - b. Kopieren Sie die Datei `uninstall.sh` vom USB-Stick auf einen neuen USB-Stick. Benennen Sie die Datei um in `urmagic_OnRobot_uninstall.sh` und stecken Sie den USB-Stick in das Teach-in-Handterminal. Die Datei erstellt eine Sicherungskopie auf dem USB-Stick und löscht dann den Ordner `OnRobot_UR_Programs` dauerhaft aus dem UR.
2. Deinstallieren Sie das URCap-Plugin.
 - a. Gehen Sie zum Startbildschirm von PolyScope.
 - b. Klicken Sie auf **Roboter einstellen**.
 - c. Klicken Sie auf **URCaps einrichten** und wählen Sie `FT – OnRobot` in der Liste der aktiven URCaps.
 - d. Klicken Sie zum Deinstallieren unten auf das Zeichen `–`.
 - e. Starten Sie den Roboter neu.

6.4 Rückgabewerte

Diejenigen OnRobot-Befehle, die Rückgabewerte haben, aktualisieren die Variable `of_return` beim Beenden des Befehls. Diese globale Variable kann mit den im UR eingebauten Konditional-Ausdrücken `If` verwendet werden, zum Beispiel: `if of_return == 1` dann [bedingte Befehle ausführen].

6.4.1 Rückgabewerte Befehl **F/T Zentrieren**

- 0 Erfolgreich am Mittelpunkt angekommen.
- 1 Die erste Grenzsuche war nicht erfolgreich. Bei der Bewegung wurden die Abstandsgrenze erreicht.
- 2 Die zweite Grenzsuche war nicht erfolgreich. Bei der Bewegung wurden die Abstandsgrenze erreicht.
- 3 Mittelpunkt konnte nicht erreicht werden. Das Werkzeug kollidierte während der Bewegung.
- 4 Die Suche wurde wegen der Bedingungen nicht gestartet.
- 5 Die zweite Suche wurde wegen der Bedingungen nicht gestartet.
- 99 Definieren Sie nicht mehr als einen Richtungsparameter.

6.4.2 Rückgabewerte Befehl **F/T Befestigen und Drehen**

- 0 Befestigen und Drehen wurde ohne Fehler beendet.
- 11 Die Orientierungs-Mittelpunktsuche von Ry war nicht erfolgreich.
- 12 Die Orientierungs-Mittelpunktsuche von Ry war nicht erfolgreich.
- 21 Die Rotation war nicht erfolgreich, eine Kollision ist aufgetreten.
- 22 Die Rotation endete ohne Kontakt.
- 99 Parameterfehler.

6.4.3 Rückgabewerte Befehl **F/T Kasten einsetzen**

- 0 Die Kasteneinsetzung wurde ohne Fehler beendet.
- 1 Die erste Richtungssuche war nicht erfolgreich. Bei der Bewegung wurden die Abstandsgrenze erreicht.
- 2 Die zweite Richtungssuche war nicht erfolgreich. Bei der Bewegung wurden die Abstandsgrenze erreicht.
- 3 Die Rückneigebewegung war nicht erfolgreich. Kollision aufgetreten.
- 4 Die Neigebewegung war nicht erfolgreich. Kollision aufgetreten.
- 5 Der Kasten ist während des Einsetzens beim Mittelpunktausrichten der X-Achse steckengeblieben! Bitte Position und Ausrichtung kontrollieren.
- 6 Der Kasten ist während des Einsetzens beim Mittelpunktausrichten der Y-Achse steckengeblieben! Bitte Position und Ausrichtung kontrollieren.

- 7 Der Kasten ist während des Einsetzens beim Mittelpunkt ausrichten der Z-Achse steckengeblieben! Bitte Position und Ausrichtung kontrollieren.
- 8 Der Kasten kann nicht in der Position eingesetzt werden, es sind zu viele Kollisionen aufgetreten. Bitte Position und Ausrichtung kontrollieren.

6.4.4 Rückgabewerte Befehl F/T Teil einsetzen

- 0 Der Befehl Teil einsetzen hat die maximale Entfernung erreicht.
- 1 Der Befehl Teil einfügen wurde bei einer Berührung nach der minimalen Einsetztiefe beendet.
- 2 Der Befehl Teil einfügen blieb nach der minimalen Einsetztiefe hängen. Das Einsetzen ist langsamer als erforderlich.
- 3 Der Befehl Teil einfügen blieb vor der minimalen Einsetztiefe hängen. Das Einsetzen ist langsamer als erforderlich.
- 4 Der Befehl Teil einfügen wurde mit Timeout nach der minimalen Einsetztiefe beendet.
- 5 Der Befehl Teil einfügen wurde mit Timeout vor der minimalen Einsetztiefe beendet.
- 6 Der Befehl Teil einfügen wurde wegen zu starker Seitenkräfte/-drehmomente an den nicht konformen Achsen nach der minimalen Einsetztiefe beendet.
- 7 Der Befehl Teil einfügen wurde wegen zu starker Seitenkräfte/-drehmomente auf den nicht konformen Achsen vor der minimalen Einsetztiefe beendet.
- 8 Der Befehl Teil einsetzen hat einen Parameterfehler.

6.4.5 Rückgabewerte Befehl F/T-Bewegung

- 0 Die Bewegung wurde beendet, ohne dass eine Kraft oder ein Drehmoment erkannt wurde, die/das größer als der eingestellte Grenzwert war.
- 1 Die Bewegung wurde beendet, weil eine Kraft oder ein Drehmoment erkannt wurde, die/das größer als der eingestellte Grenzwert ist.
- 3 Die Bewegung kann wegen einer Kraft oder eines Drehmoments, die/das den eingestellten Grenzwert überschreiten, nicht gestartet werden.
- 11 Die Bewegung kann nicht gestartet werden, da auf der Compute Box kein Pfad mit dem ausgewählten ID aufgezeichnet ist.
- 12 Die Bewegung kann nicht gestartet werden, da in diesem Pfad keine Punkte aufgezeichnet sind.
- 13 Die Bewegung kann nicht gestartet werden, da die unter dieser Pfad-ID gefundene Pfaddatei leer ist.
- 14 Die Bewegung kann nicht gestartet werden, da die Pfaddatei beschädigt ist.

6.4.6 Rückgabewerte Befehl F/T-Suche

- 0 Die Suche wurde erfolgreich beendet, weil eine Kraft oder ein Drehmoment erkannt wurde, die/das größer als der eingestellte Grenzwert ist.

- 1 Die Suche wurde beendet, ohne dass eine Kraft oder ein Drehmoment erkannt wurde, die/das größer als der eingestellte Grenzwert war.
- 3 Die Suche kann wegen einer Kraft oder eines Drehmoments, die/das den eingestellten Grenzwert überschreiten, nicht gestartet werden.
- 11 Die Bewegung kann nicht gestartet werden, da auf der Compute Box kein Pfad mit dem ausgewählten ID aufgezeichnet ist.
- 12 Die Suche kann nicht gestartet werden, da in diesem Pfad keine Punkte aufgezeichnet sind.
- 13 Die Suche kann nicht gestartet werden, da die unter dieser Pfad-ID gefundene Pfaddatei leer ist.
- 14 Die Suche kann nicht gestartet werden, da die Pfaddatei beschädigt ist.

6.4.7 Rückgabewerte Befehl **F/T-Stapeln**

Stapeln-Rückgabewerte:


- 0 Ein Iterationszyklus des Stapelns ist vollständig.
- 1 Der Iterationszähler ist über dem Höchstwert: der Stapel ist voll.
- 2 Stapeln ist nicht erfolgreich. Nächstes Element nicht gefunden.
- 3 Das Stapeln kann wegen einer Kraft oder eines Drehmoments, die/das den eingestellten Grenzwert überschreiten, nicht gestartet werden.
- 4 Die Bewegung zum nächsten Element war nicht erfolgreich. Es ist eine Kollision aufgetreten.
- 5 Die Bewegung zum Startpunkt war nicht erfolgreich. Es ist eine Kollision aufgetreten.

Entstapeln-Rückgabewerte:

- 0 Eine Iteration des Entstapelns ist vollständig.
- 1 Der Iterationszähler ist über dem Höchstwert: der Stapel ist leer.
- 2 Entstapeln ist nicht erfolgreich. Nächstes Element nicht gefunden.
- 3 Das Entstapeln kann aufgrund einer Kraft oder eines Drehmoments, die den eingestellten Grenzwert überschreiten, nicht gestartet werden.
- 4 Die Bewegung zum nächsten Element war nicht erfolgreich. Es ist eine Kollision aufgetreten.
- 5 Die Bewegung zum Startpunkt war nicht erfolgreich. Es ist eine Kollision aufgetreten.

6.5 Fehlerbehebung


6.5.1 Fehler beim Einrichten des URCap-Plugin

Es gibt drei mögliche Gründe, warum das Fehlersymbol  angezeigt wird.

1. Wenn im Dropdown-Menü **Gefundene Geräte** die Fehlermeldung „KEINE GERÄTE GEFUNDEN“ angezeigt wird, siehe [„Keine Geräte gefunden“](#).
2. Wenn OnRobot-Geräte erfolgreich gefunden wurden, aber die **UR-Roboter IP** „N/A“ zur Fehlerbehebung anzeigt, siehe [UR-Roboter-IP ist „N/A“](#).
3. Wenn OnRobot-Geräte erfolgreich gefunden wurden und für UR-Roboter-IP eine gültige IP-Adresse angezeigt wird, finden Sie Informationen zur Fehlerbehebung unter [Gerät gefunden und UR hat IP](#).

6.5.1.1 „Keine Geräte gefunden“

Wenn im Dropdown-Menü **Gefundene Geräte** „KEINE GERÄTE GEFUNDEN“ angezeigt wird, überprüfen Sie die Verbindungen zur Compute Box und zum Sensor. Versuchen Sie dann, die Compute Box neu zu starten.

Wiederholen Sie die Erkennung nach 60 Sekunden (wenn beide Status-LEDs der Compute Box grün leuchten) manuell, indem Sie auf das Aktualisierungssymbol  tippen.

6.5.1.2 UR-Roboter-IP ist „N/A“

Dieser Fehler kann auftreten, wenn die Netzwerkkonfiguration des UR-Roboters nicht eingerichtet wurde.

Überprüfen Sie in diesem Fall die Netzwerkkonfiguration des UR-Roboters, indem Sie folgendermaßen vorgehen:

1. Drücken Sie die Schaltfläche Roboter einstellen.



Drücken Sie die Schaltfläche Netzwerk einrichten.

Wenn das Netzwerk des UR deaktiviert ist:

Wenn das OnRobot-Gerät direkt mit dem UR-Roboter verbunden ist, wählen Sie „DHCP“ und drücken die Schaltfläche „Übernehmen“. Der OnRobot-Service weist eine IP zu.

Wenn das OnRobot-Gerät nicht direkt mit dem UR-Roboter verbunden ist: Überprüfen Sie, ob das OnRobot-Gerät mit demselben Netzwerk (Router, Switch usw.) wie der UR-Roboter verbunden ist oder wenden Sie sich an den Network Supervisor.

Wenn „DHCP“ oder „Statische Adresse“ ausgewählt ist und das Problem anhält, wenden Sie sich an Ihren Network Supervisor.



Wechseln Sie bei einem DHCP in den statischen Adressmodus („Static Address“), nachdem dem UR-Roboter die richtige IP-Adresse zugewiesen wurde (die IP-Adresse des UR-Roboters sollte gleich bleiben), und drücken Sie die Schaltfläche **Übernehmen**. Die IP-Adresse ist nun fest eingerichtet und ändert sich später nicht mehr.

Beginnen Sie wieder mit dem [Einrichten des URCap-Plugin](#).

6.5.1.3 Gerät gefunden und UR hat IP

Dieser Fehler kann auftreten, wenn sich der Roboter und das Gerät nicht im selben Subnetz befinden.

Gehen Sie folgendermaßen vor, um das Problem zu beheben:

1. Wenn das OnRobot-Gerät nicht direkt an den UR-Roboter angeschlossen ist: Überprüfen Sie, ob der DIP-Schalter 3 an der Compute Box ausgeschaltet ist, siehe die folgende Abbildung:



2. Wenn der DIP-Schalter auf ON steht, stellen Sie ihn auf OFF und starten das OnRobot-Gerät neu (Ausschalten/Einschalten der Stromversorgung). Wiederholen Sie anschließend die Schritte aus dem Abschnitt [Einrichten des URCap-Plugin](#).

Gehen Sie folgendermaßen vor, wenn das Problem weiterhin besteht:

1. Öffnen Sie die Seite Netzwerk einrichten, siehe [UR-Roboter-IP ist „N/A“](#).
2. Ändern Sie die Subnetzmaske zu „255.0.0.0“.
3. Drücken Sie die Schaltfläche Übernehmen.

Beginnen Sie wieder mit dem [Einrichten des URCap-Plugin](#).

6.5.2 Zu nahe an Singularität

Wenn das Werkzeug während der Handführung zu nahe an das zylindrische Volumen direkt über oder unter dem Roboterunterteil geführt wird, erscheint eine Warnmeldung.



Durch Drücken der Schaltfläche **Programm stoppen** wird die Handführungsfunktion deaktiviert. Durch Drücken der Schaltfläche **Fortsetzen** wird in den Sicherheitsmodus umgeschaltet, der verhindert, dass sich der Werkzeugflansch unter Handführung in das direkt über oder unter dem Roboterunterteil liegende zylindrische Volumen bewegt. Durch Entfernen von diesem Volumen um 10 mm wird der Sicherheitsmodus ausgeschaltet und die Bewegung in alle Richtungen wieder ermöglicht.

**HINWEIS:**

Aus Gründen der Sicherheit und Genauigkeit hält die Handführung den Werkzeugflansch in größerer Entfernung von dem zylindrischen Volumen, als es dem UR-Roboter physikalisch möglich wäre. Der Werkzeugflansch lässt sich über die Registerkarte „PolyScope Move“ oder die Bewegungsbefehle näher heranbewegen.

6.5.3 Warnsymbol auf Handführungsleiste

Wenn das OnRobot-Gerät nicht ordnungsgemäß läuft, wird ein Warnsymbol angezeigt. Wiederholen Sie die Schritte aus [Einrichten des URCap-Plugin](#).

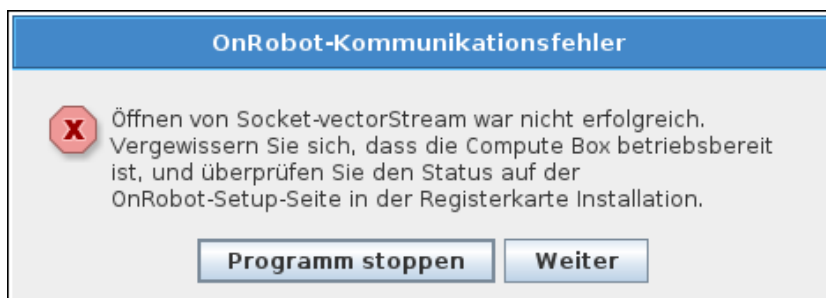
6.5.4 „socket_read_binary_integer: Zeitüberschreitung“

Wenn ein Befehl länger als 2 Sekunden ausgeführt wird, wird die Meldung **socket_read_binary_integer: Zeitüberschreitung** im **Protokoll** eingetragen.

Dies hat keinen Einfluss auf die Programmausführung durch den Roboter.

6.5.5 „Socket vectorStream-Öffnung war nicht erfolgreich.“

Wenn die Robotersteuerung keine Verbindung zur Compute Box herstellen kann, wird die Fehlermeldung „Socket vectorStream-Öffnung war nicht erfolgreich“ angezeigt.



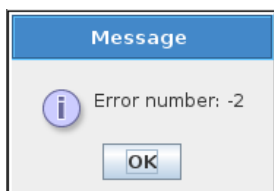
Stellen Sie in diesem Fall sicher, dass die Compute Box mit der Robotersteuerung verbunden und eingeschaltet ist.

6.5.6 Die Pfadwiedergabe ist langsamer als erwartet

Bei der Verwendung des Befehls **F/T-Pfad** ist es möglich, dass der aufgezeichnete Pfad aufgrund der Grenzen der menschlichen Geschicklichkeit nicht glatt ist. In diesen Fällen kann der Roboter den Pfad nur sehr langsam wiedergeben. Um dieses Problem zu vermeiden, versuchen Sie, den Pfad erneut aufzuzeichnen, und zwar mit sicheren, gleichmäßigen Bewegungen und möglichst geringen Variationen der Translations- und Rotationsgeschwindigkeiten. Vermeiden Sie auch die Aufzeichnung von Pfaden, die Rotationen ohne Translationselemente enthalten.

6.5.7 „Fehlernummer -2“ beim Pfadspeichern

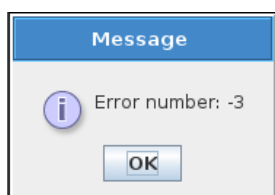
Wenn ein leerer Pfad aufgezeichnet wird, wird beim Versuch, den Pfad zu speichern, die „Fehlernummer: -2“ angezeigt.



Stellen Sie in diesem Fall sicher, dass der Roboter zwischen dem Start und Stopp der Pfadaufzeichnungsfunktion bewegt wird.

6.5.8 „Fehlernummer -3“ beim Pfadspeichern

Wenn ein Pfad nicht gespeichert werden kann, weil nicht genügend Speicherplatz auf der Compute Box vorhanden ist, wird die Fehlermeldung „Fehlernummer -3“ angezeigt.



Löschen Sie in diesem Fall zuvor aufgezeichnete Pfade, die nicht mehr verwendet werden.

6.5.9 „Unbekannter Sensortyp“

Wenn die Compute Box das angeschlossene OnRobot-Gerät nicht erkennt, wird diese Fehlermeldung angezeigt.



Stellen Sie in diesem Fall sicher, dass die Verbindung zwischen der Compute Box und dem OnRobot-Gerät (Sensor) gut ist und das richtige Gerät angeschlossen ist.

6.5.10 „Der Sensor reagiert nicht.“

Wenn die Compute Box das angeschlossene OnRobot-Gerät erkannt hat und später die Geräteverbindung verloren gegangen ist, wird diese Fehlermeldung angezeigt.



Überprüfen Sie in diesem Fall, ob die Verbindung zwischen der Compute Box und dem OnRobot-Gerät (Sensor) einwandfrei ist und das richtige Gerät angeschlossen ist.

6.6 Erklärungen und Zertifikate

CE/EU Declaration of Incorporation (original)

According to the European Machinery Directive 2006/42/EC annex II 1.B.

The manufacturer:

OnRobot A/S
Teglværskvej 47H
DK-5220, Odense SØ
Denmark
+45 53 53 57 37

declares that this product:

Type: Industrial 6-axis Force/Torque sensor
Model: HEX-E and HEX-H
Serial number from: HEXEB001 and HEXHB001

is partly completed machinery according to 2006/42/EC. The product must not be put into service before the complete machine is in full compliance with all essential requirements of 2006/42/EC. A comprehensive risk assessment must be carried out for each application as part of ensuring that all essential requirements are fulfilled. All essential requirements must be assessed. Instructions and guidance provided in the HEX user manual must be followed.

Technical documentation compiled according to 2006/42/EC annex VII part B is available to national authorities upon request.

The product is in conformity with, and CE marked according to, the following directives:

2014/30/EU — Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)
2011/65/EU — Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)
2014/35/EU — Low Voltage Directive (LVD)



Nicolae Gheorghe Tuns
RD Director

Odense, October 17st, 2018

Declaration of EMC test result



T-Network client

OnRobot Hungary Kft.
Aradi u. 16.
1043 Budapest
Hungary

Product identification

OnRobot HEX Force/Torque Sensor
S/N: HEXEX005 with CB1807B018

Manufacturer

OnRobot A/S

Technical report

T-Network Project EMC-180926/1, OnRobot HEX Force/Torque Sensor and Compute Box EMC Test Report,
dated 17 July 2018

Standards/Normative documents

EN 61000-6-2:2005
EN 61000-6-4:2007+A1:2011

T-Network has evaluated the products in various measurements, and the results verify the product's
EMC compliance.

Budapest, 05 October 2018

Sándor Tatár
Laboratory Leader
T-Network Kft.


T-Network Kft.
EMC Laboratory
Ungvár u. 64-66. 1142 Budapest, Hungary
Registration num.: 12005222-2-42

T-Network Kft.
Ungvár u. 64-66.
1142 Budapest
Hungary

Tel. +36 1 460 9000
Fax +36 1 460 9001
E-mail: tnetwork@tnetwork.hu
Web: <http://www.tnetwork.hu>



Report No.: SHES180600601401
Date of issue: 2018-09-25

TEST REPORT

Product name..... : 6-axis Force/Torque Sensor
 Product model..... : HEX-E v2
 Product description..... : Sensor
 Electrical Rating..... : -
 Applicant..... : OptoForce Ltd.
 Address..... : Aradi utca 16 1043 Budapest Hungary
 Manufacturer..... : OptoForce Ltd.
 Address..... : Aradi utca 16 1043 Budapest Hungary
 Testing Laboratory..... : SGS-CSTC Standards Technical Services (Shanghai) Co., Ltd.
 Address..... : No. 588 West Jindu Rd, Xinqiao Town, Songjiang District, Shanghai, CHINA
 Number of Samples received: 1
 Date of samples reception... : 2018-08-31
 Date Test Conducted..... : 2018-09-08 to 2018-09-09
 Test Requested..... : IP67 (as client's requirement)
 Test Method (standards)..... : IEC 60529 Clause 13.6 & Clause 14.2.7
 Test result..... : **Pass**
CONCLUSION..... : The submitted sample complies with the clauses examined.

Prepared and checked by:

Lewis Hua

Lewis Hua

Reviewed by:

Lucy Wang

Lucy Wang

6.7 Editionen

Edition	Kommentar
Edition 2	<p>Dokument neu strukturiert.</p> <p>Glossar der Begriffe hinzugefügt.</p> <p>Liste der Akronyme hinzugefügt.</p> <p>Anhang hinzugefügt.</p> <p>Zielgruppe hinzugefügt.</p> <p>Verwendungszweck hinzugefügt.</p> <p>Copyright, Marken, Kontaktinformationen, Informationen zur Originalsprache hinzugefügt.</p> <p>Verhalten der Befehle F/T-Bewegung, F/T-Suche, F/T Stift einsetzen und F/T Regelung geändert.</p> <p>Befehl F/ T-Wegpunkt hinzugefügt.</p> <p>Befehl F/T-Bewegung (Ctrl) entfernt.</p> <p>Anwendungsbeispielreferenzen zu UR-Beispielprogrammen hinzugefügt.</p>
Edition 3	<p>Koordinatensystem Symbolleiste Handführungsleiste korrigiert zu Werkzeug.</p> <p>Hinweis zur TCP-Orientierungsbeschränkung hinzugefügt.</p> <p>Aktivierungsgrenze der Handführungsachse entfernt.</p> <p>Erläuterung zur Verwendung des Wegpunkttyps hinzugefügt.</p>
Edition 4	TCP-Ausrichtungsbeschränkung entfernt.
Edition 5	<p>Rückgabewert der Befehle F/T-Suche und F/T-Bewegung aktualisiert.</p> <p>Abschnitt Pfadaufzeichnung entfernt.</p> <p>Abschnitt Befehl F/T-Pfad hinzugefügt.</p> <p>Abschnitt F/T Stecker einsetzen entfernt.</p> <p>Abschnitt Rückgabewerte F/T Stecker einsetzen entfernt.</p> <p>Abschnitte der Befehle F/T-Bewegung und F/T-Suche mit Informationen zu konstanten Wiedergabegeschwindigkeiten und neuen Screenshots von Befehlsbildschirmen aktualisiert.</p> <p>Abschnitt des Befehls F/T Regelung um Einschränkungen der Richtungs-Kraftregelung aktualisiert.</p> <p>Redaktionelle Änderungen.</p>

Edition 6	<p>Pfadwiedergabegenauigkeit hinzugefügt.</p> <p>Abschnitt „Im laufenden Programm ist ein Fehler aufgetreten“ unter Programm fortfahren geändert zu „Fehler im laufenden Programm“ bei Programmstopp, Programm anhalten und fortsetzen verursacht keinen Alarm mehr.</p> <p>Abschnitt Auswirkungen der TCP-Position hinzugefügt.</p> <p>socket_read_byte_list(): Timeout-Protokollelement wurde zu socket_read_binary_integer: geändert; Zeitüberschreitung, Verhalten geändert.</p> <p>Abschnitt „Socket vectorStream opening war nicht erfolgreich.“ zur Fehlerbehebung hinzugefügt.</p> <p>Abschnitt Stecker einsetzen entfernt.</p> <p>Abschnitt Pfadwiedergabe ist langsamer als erwartet hinzugefügt.</p> <p>Begrenzungen für Nur-Rotations-Wegpunkte hinzugefügt.</p>
Edition 7	Redaktionelle Änderungen.
Edition 8	<p>Pfad, der die maximale Drehung pro Translationsgrenze aufzeichnet, wurde zum Abschnitt Befehl F/T-Pfad hinzugefügt.</p> <p>Abschnitt „Fehlernummer -2“ bei Pfadspeicherung und „Fehlernummer -3“ bei Pfadspeicherung hinzugefügt.</p> <p>Redaktionelle Änderungen.</p>
Edition 9	<p>Wichtiger Sicherheitshinweis hinzugefügt.</p> <p>Warnsymbole hinzugefügt.</p> <p>Screenshots aktualisiert.</p> <p>Warnhinweis im Abschnitt Kabelanschlüsse hinzugefügt, nicht das Sensorkabel zu drehen.</p>
Edition 10	Hex v2 Informationen hinzugefügt.
Edition 11	<p>Die Abschnitte Befehl F/T Stapeln und Befehl F/T Entstapeln mit dem Abschnitt Befehl F/T Stapeln kombiniert.</p> <p>Abschnitte Rückgabewerte Befehl F/T Stapeln und Rückgabewerte Befehl F/T-Entstapeln kombiniert zu Abschnitt Rückgabewerte Befehl F/T Stapeln.</p> <p>Screenshots aktualisiert.</p>
Edition 12	<p>USB-Kabelinformationen aktualisiert</p> <p>URCap-Plugin Setup aktualisiert</p> <p>Handführungs-Symbole aktualisiert</p> <p>Abschnitt Fehlerbehebung aktualisiert</p> <p>Fehlermeldungen aktualisiert</p>