

BENUTZERHANDBUCH

HEX

Kraft-/Drehmomentsensor

Für den KUKA KRC4

Ausgabe E9

OnRobot FT KUKA Softwareversion 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
2.2	Montage	8
2.2.1	Werkzeugflansch ISO 9409-1-50-4-M6	8
2.2.2	Werkzeugflansch ISO 9409-1-31.5-7-M5	8
2.2.3	Werkzeugflansch ISO 9409-1-40-4-M6	9
2.3	Kabelverbindungen	10
2.4	Software-Installation	10
2.4.1	KUKA-Line-Interface-Setup (Ethernet)	10
2.4.2	Installation des KUKA Robot Sensor Interface-Pakets	13
2.4.3	Software-Installation am OnRobot/KUKA	16
3	OnRobot-Paketprogrammierung	19
3.1	Übersicht	19
3.1.1	KRL-Variablen	19
3.1.2	KRL-Funktionen und -Unterprogramme	19
3.2	Initialisierung	19
3.2.1	OR_INIT()	19
3.3	Handführung	20
3.3.1	OR_HANDGUIDE()	20
3.4	Pfadaufzeichnung und -wiedergabe	20
3.4.1	Aufzeichnen eines Pfades	20
3.4.2	Einen Pfad wiedergeben: OR_PATH_REPLAY()	24

3.5	Kraftregelung	25
3.5.1	OR_BIAS().....	25
3.5.2	OR_FORCE_TORQUE_ON()	25
3.5.3	OR_FORCE_TORQUE_OFF().....	26
3.5.4	OR_WAIT().....	26
3.5.5	Beispiel für die Kraftregelung	26
4	Glossar der Begriffe.....	28
5	Abkürzungsverzeichnis	29
6	Anhang	30
6.1	IP-Adresse der Compute Box ändern	30
6.2	Software-Deinstallation	31
6.3	Auflagen (Versionen).....	32

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 Endeffektor eines Roboters installiert. Der Sensor kann innerhalb des angegebenen Messbereichs verwendet werden. Die Verwendung des Sensors außerhalb seines Bereichs gilt als Missbrauch. 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 welcher der Sensor beteiligt ist, ist eine Risikobewertung erforderlich. Es ist wichtig, dass alle Sicherheitshinweise 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: Konventionen

<code>Schrifttyp Courier</code>	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 „KUKA KRC4 OnRobot HEX Sensor Kit“ enthält alles, was Sie für die Verbindung des OnRobot-Kraft-/Drehmomentsensors mit Ihrem KUKA-Roboter benötigen.

- OnRobot 6-achsiger Kraft-/Drehmomentsensor (Variante HEX-E v2 oder HEX-H v2)
- OnRobot Compute Box
- OnRobot USB-Laufwerk
- Adapter A2, B2 oder C2
- 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
 - Schrauben M6x8 (6)
 - Schrauben M5x8 (9)
 - Schrauben M4x6 (7)
 - Unterlegscheibe M5 (9)
 - Unterlegscheibe M6 (6)

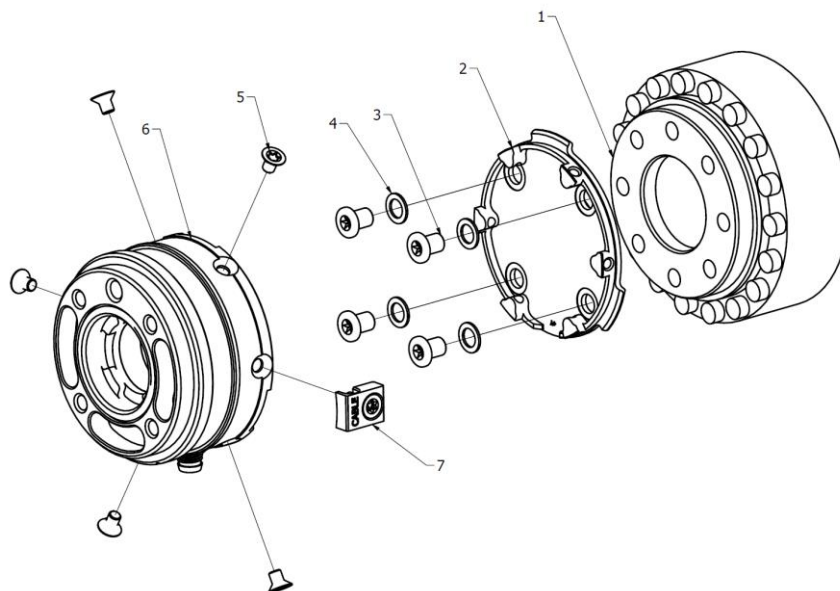
2.2 Montage

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

2.2.1 Werkzeugflansch ISO 9409-1-50-4-M6

Um den Sensor an den Werkzeugflansch *ISO 9409-1-50-4-M6* zu montieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Befestigen Sie den Adapter A2 mit vier M6x8-Schrauben 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 am Sensor mit dem Kabelhalter mit einer M4x12-Schraube. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 1,5 Nm.



Legende: 1: Roboterwerkzeugflansch, 2: Adapter A2, 3: Schrauben M6x8, 4: Scheibe M6, 5: Schrauben M4x6, 6: Sensor, 7: Kabelhalterung

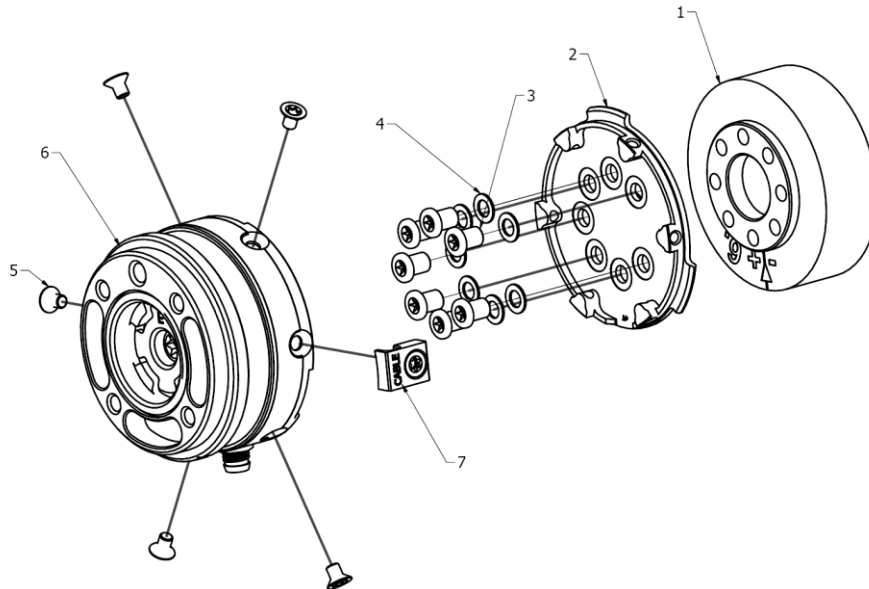
2.2.2 Werkzeugflansch ISO 9409-1-31.5-7-M5

Um den Sensor an einem Werkzeugflansch nach *ISO 9409-1-31.5-7-M5* zu montieren, gehen Sie wie folgt vor:

Befestigen Sie den Adapter-B2 mit sieben Schrauben M5x8 am Roboter. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 4 Nm.

Befestigen Sie den Sensor mit fünf M4x6-Schrauben am Adapter. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 1,5 Nm.

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



Legende: 1: Roboterwerkzeugflansch, 2: Adapter A2, 3: Schrauben M5x8, 4: Scheibe M5, 5: Schrauben M4x6, 6: Sensor, 7: Kabelhalterung

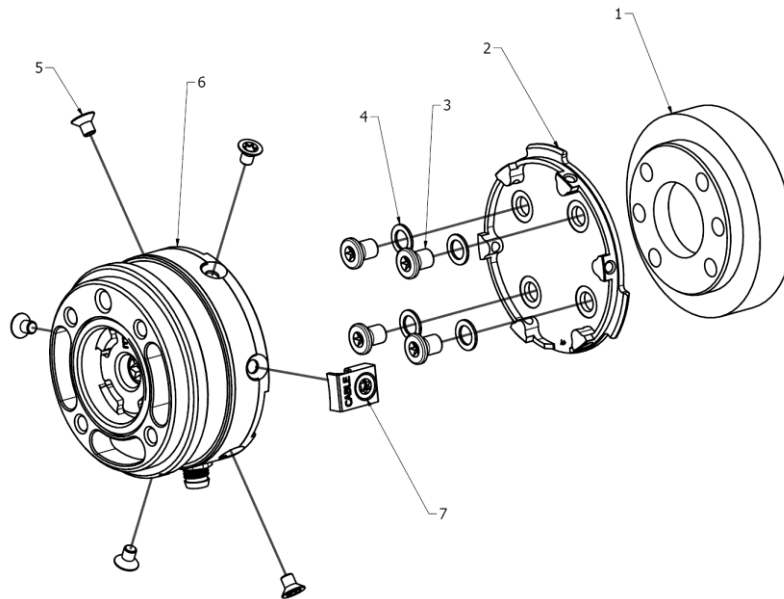
2.2.3 Werkzeugflansch ISO 9409-1-40-4-M6

Um den Sensor an den Werkzeugflansch *ISO 9409-1-40-4-M6* zu montieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Befestigen Sie den Adapter C2 mit vier Schrauben M6x8 am Roboter. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 6 Nm.

Befestigen Sie den Sensor mit fünf M4x6-Schrauben am Adapter. Verwenden Sie ein Anzugsmoment von 1,5 Nm.

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



Legende: 1: Roboterwerkzeugflansch, 2: Adapter A2, 3: Schrauben M6x8, 4: Scheibe M6, 5: Schrauben M4x6, 6: Sensor, 7: Kabelhalterung

2.3 Kabelverbindungen

Zur Verbindung des Sensors gehen Sie wie folgt vor:

1. Schließen Sie das 4-polige M8-Kabel (5 m lang) am Sensor an und sichern Sie es mit Kabelbindern am Roboter.

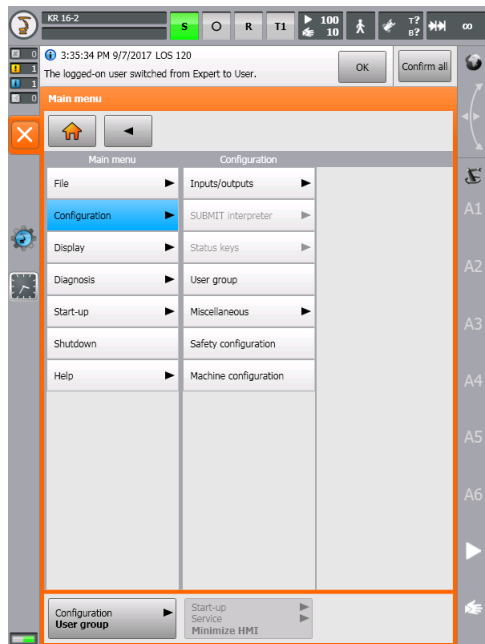
Achten Sie auf eine ausreichende Kabellänge an den Gelenken zum Beugen.

2. Stellen Sie den Konverter in die Nähe des KUKA-Roboter-Schaltschranks und schließen Sie das 4-polige M8-Sensorkabel an.
3. Verbinden Sie die Ethernet-Schnittstelle der Compute Box mit der Ethernet-Schnittstelle (KLI) der KUKA-Steuerung über das mitgelieferte UTP-Kabel (gelb).
4. Schließen Sie die Compute Box und den Sensor zur Stromversorgung an eine Steckdose an.
5. Nehmen Sie im Ethernet-Konverter und im KUKA-Roboter die korrekten Netzwerkeinstellungen vor. Die standardmäßige IP-Adresse des Ethernet-Konverters ist 192.168.1.1. Zum Ändern der IP-Adresse des Sensors siehe [IP-Adresse des Sensors ändern](#).

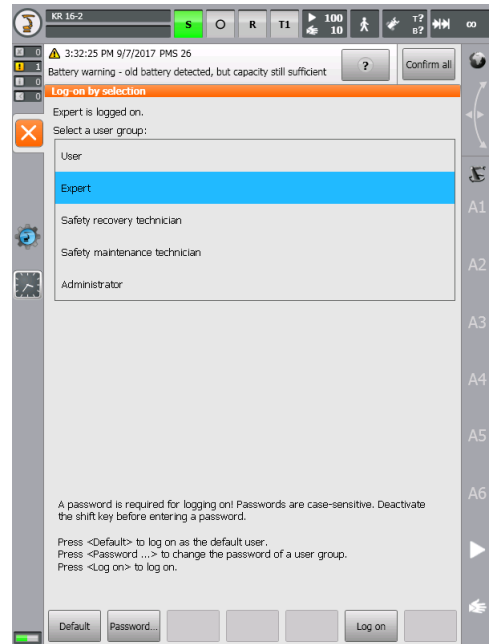
2.4 Software-Installation

2.4.1 KUKA-Line-Interface-Setup (Ethernet)

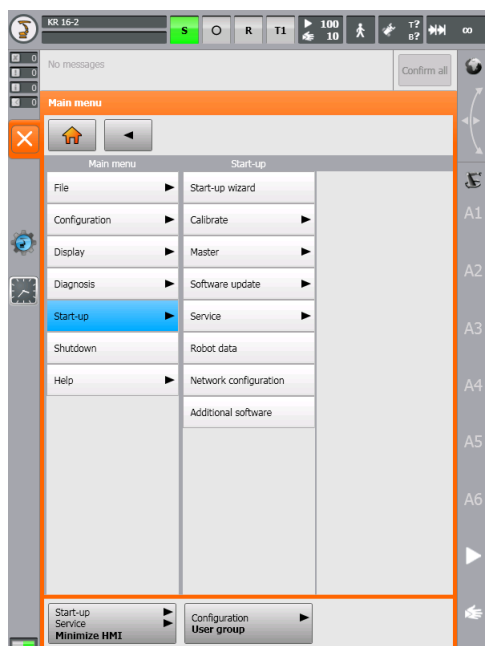
Um die IP-Einstellungen der KUKA-Robotersteuerung zu ändern, gehen Sie wie folgt vor:



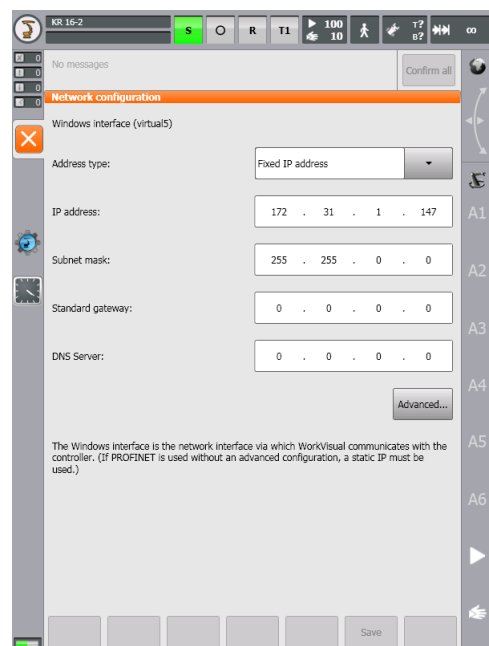
1. Gehen Sie zu 'Configuration' > 'User group' (Konfiguration > Benutzergruppe)



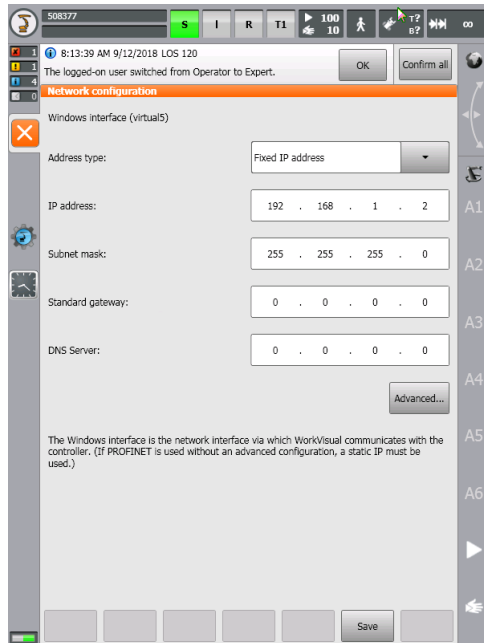
2. Wählen Sie 'Expert' und geben Sie Ihr Passwort ein.



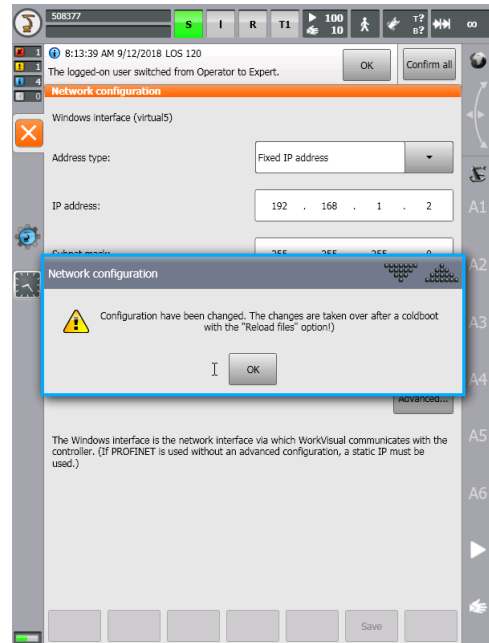
3. Gehen Sie zu 'Start-up' > 'Network configuration' (Inbetriebsetzen > Netzwerk-Konfiguration).



4. Richten Sie die IP-Adresse so ein, dass sie auf dem gleichen Subnetz wie die Compute Box ist.

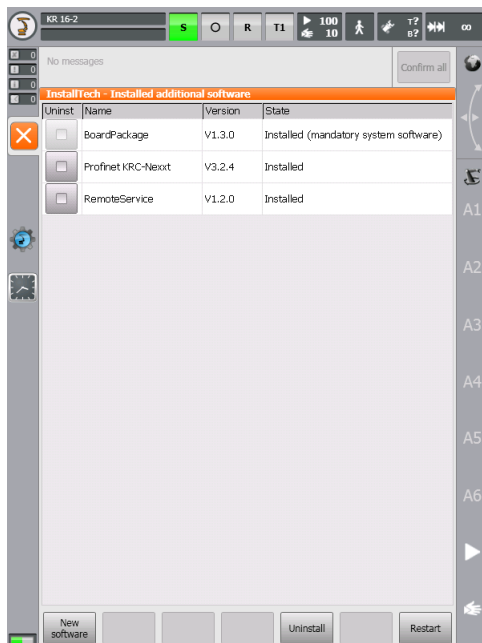


5. Klicken Sie auf 'Save' (Speichern).

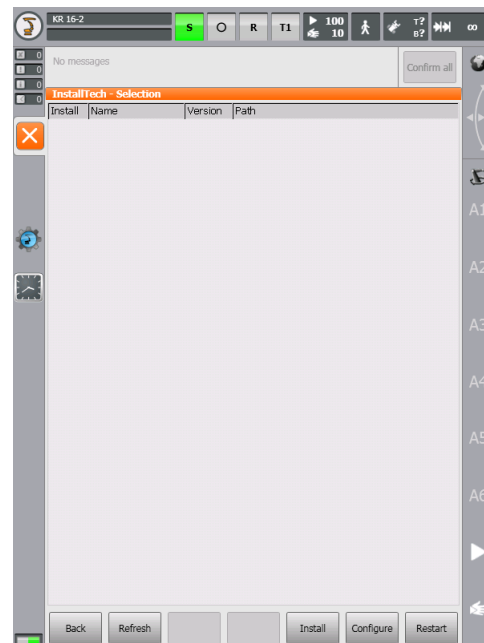


6. Akzeptieren Sie die Aufforderungen und starten Sie die Robotersteuerung neu.

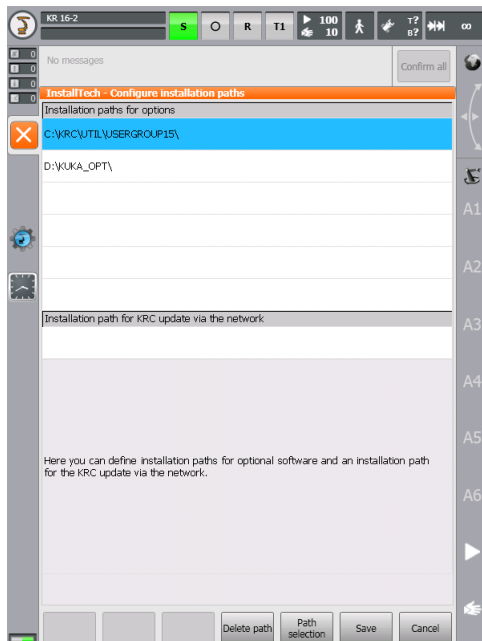
2.4.2 Installation des KUKA Robot Sensor Interface-Pakets



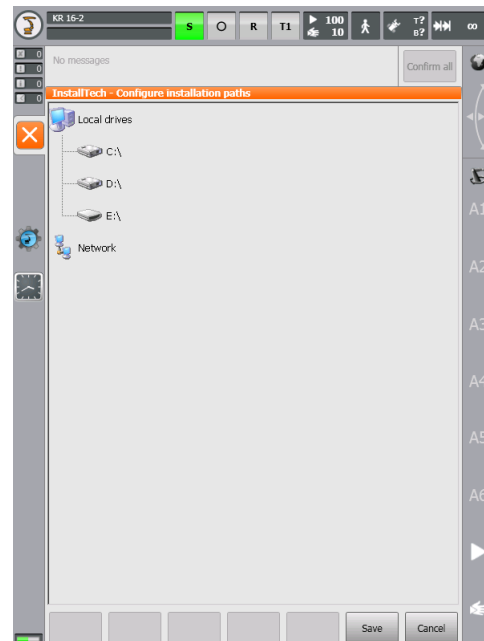
1. Gehen Sie zu 'Start-up' > 'Additional software', (Inbetriebsetzen > zusätzliche Software) und klicken Sie auf 'New software' (neue Software).



2. Wenn keine Software aufgeführt ist, klicken Sie auf 'Configure' (Konfigurieren).

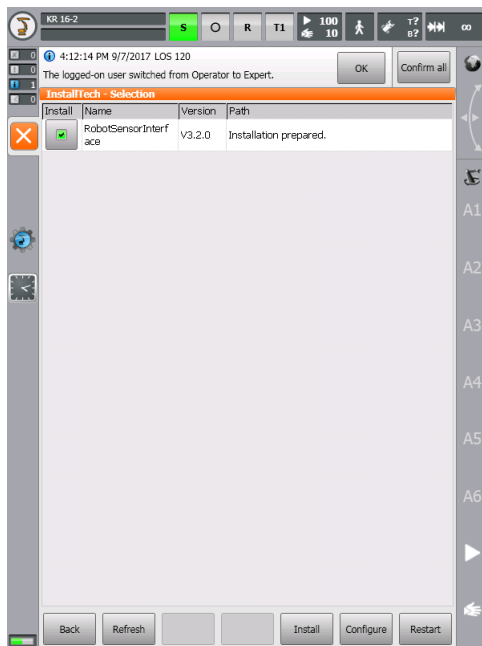


3. Klicken Sie auf einen leeren Slot und dann auf 'Path selection' (Pfad auswählen).

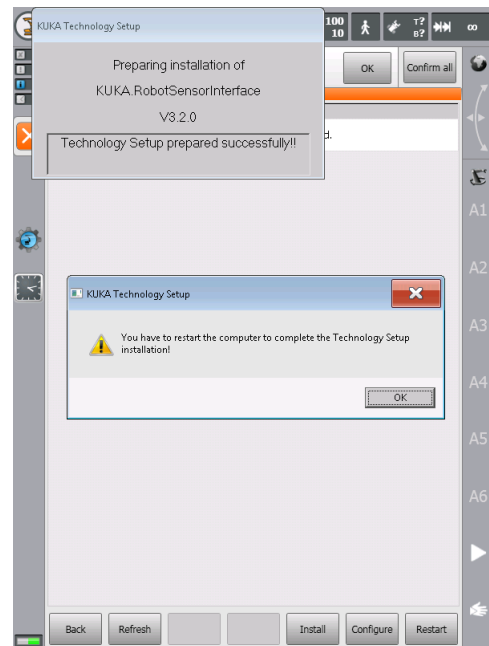


4. Suchen Sie den Installationsordner von RSI und doppelklicken dann auf 'Save'

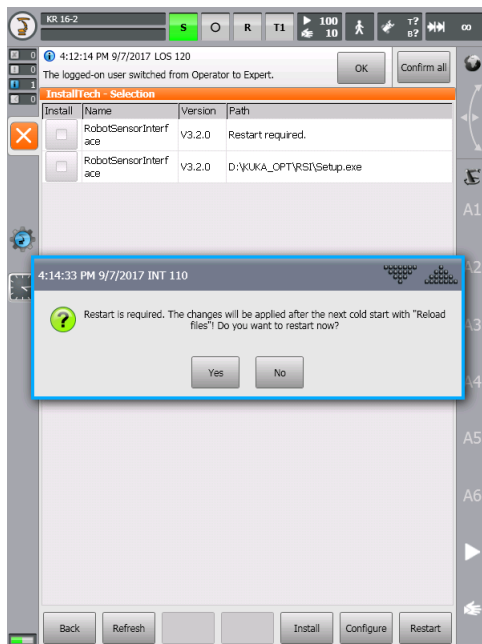
(Speichern).



5. Setzen Sie im Kästchen neben dem Namen des RSI-Pakets ein Häkchen.



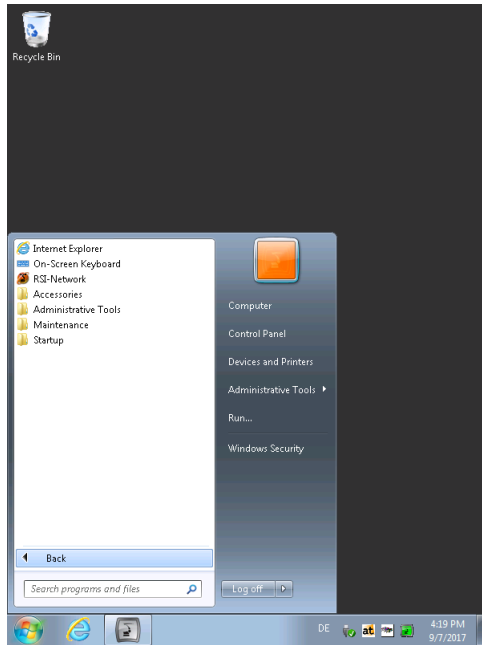
6. Warten Sie die Installation ab und akzeptieren Sie alle Aufforderungen.



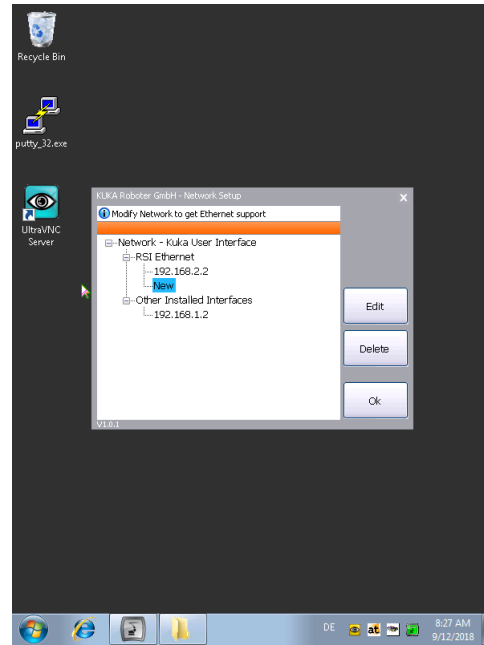
7. Wenn zum Neustart der Robotersteuerung aufgefordert wird, klicken Sie auf 'Yes'.



8. Nach dem Neustart gehen Sie zu 'Start-up' > 'Service' > 'Minimize HMI' (Inbetriebsetzen > Betrieb > HMI minimieren).



9. Klicken Sie auf das Startmenü und öffnen Sie die Anwendung 'RSI-Network'.



10. Klicken sie auf das Feld 'New' (Neu) unter 'RSI-Ethernet' und dann auf 'Edit' (Bearbeiten). Geben Sie eine IP-Adresse mit einem anderen Subnetz als KLI ein.

2.4.3 Software-Installation am OnRobot/KUKA

Gehen Sie zu 'Main Menu' > 'Configuration' > 'User group' (Hauptmenü > Konfiguration > Benutzergruppe) und wählen Sie den Modus 'Expert'. Nach Eingabe Ihres Passworts gehen Sie zu 'Start-up' > 'Service' > 'Minimize HMI' (Inbetriebsetzen > Betrieb > HMI minimieren).

Stecken Sie das mitgelieferte USB-Laufwerk in einen der USB-Anschlüsse der Steuerbox.

Suchen Sie nach dem Programm OnRobot KUKA Setup und starten Sie es. Dieses Programm dient mehreren Zwecken: Sie können es für die Erstinstallation des OnRobot-KUKA-Pakets aber auch als Werkzeug für die Netzwerkkonfiguration verwenden.

Im Startbildschirm klicken Sie auf „Next“ (Weiter).



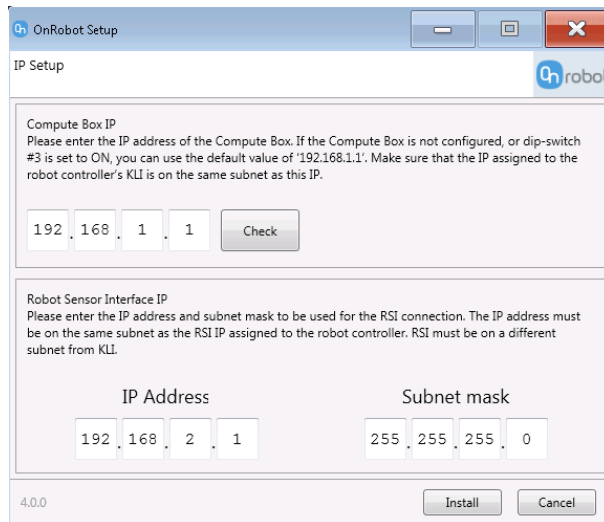
Im nächsten Fenster sehen Sie drei Eingabefelder. Im ersten wird die Compute Box definiert, die zusammen mit Ihrem Roboter verwendet werden soll. Im zweiten und dritten Feld wird der RSI-Anschluss definiert.

Geben Sie zunächst die IP-Adresse der Compute Box ein, die Sie für Ihren Roboter verwenden möchten. Die Standardadresse ist 192.168.1.1. Diese verwenden Sie, wenn Ihre Compute Box noch nicht konfiguriert wurde oder auf eine feste IP-Adresse eingestellt ist.

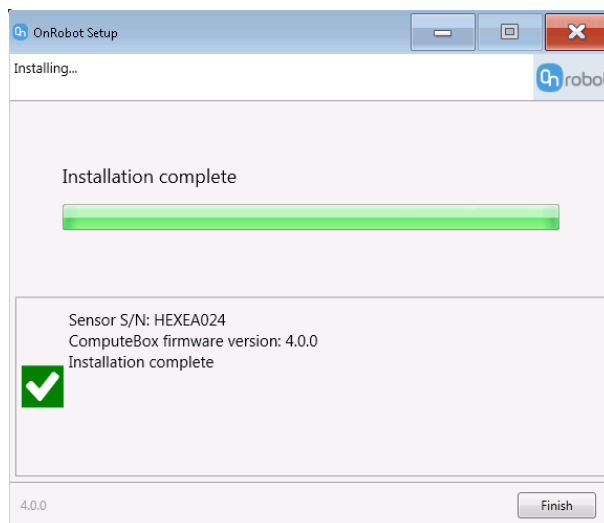
Nach Eingabe der IP-Adresse klicken Sie auf 'Check' (Prüfen). Wenn sich das Programm erfolgreich mit der Compute Box verbindet, erscheint ein grünes Häkchen zusammen mit dem Namen des an die Box angeschlossenen Sensors und der Versionsnummer der Compute-Box-Software.

Nach der Einrichtung der IP-Adresse der Compute Box geben Sie die IP-Adresse und Subnetzmaske für den RSI-Anschluss ein.

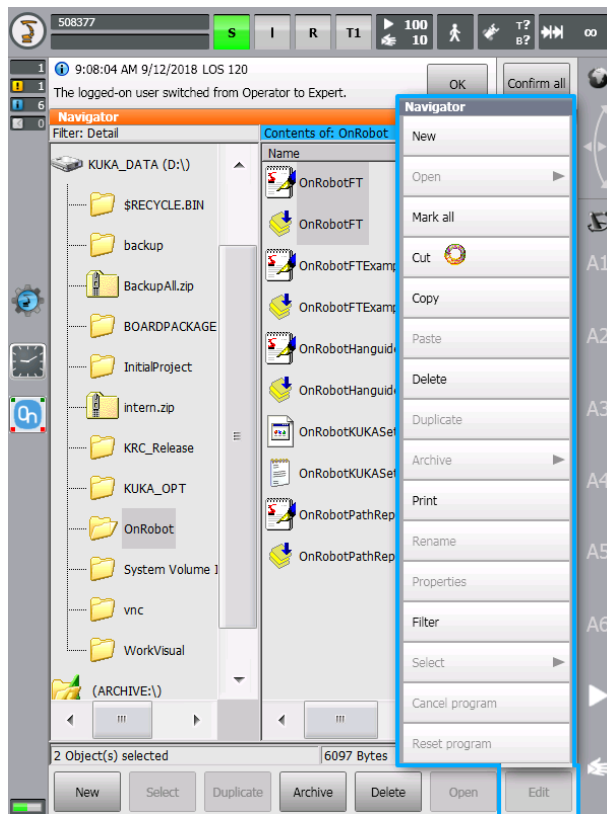
Die hier eingegebene IP-Adresse muss auf dem gleichen Subnetz sein, wie die, die Sie beim RSI-Setup festgelegt haben. (Wenn Sie bspw. an der Robotersteuerung für RSI 192.168.173.1 festgelegt haben, geben Sie hier 192.168.173.X an. X kann eine Zahl zwischen 2 und 255 sein.) Achten Sie auch darauf, dass Sie die gleiche Subnetzmaske wie an der Robotersteuerung verwenden.



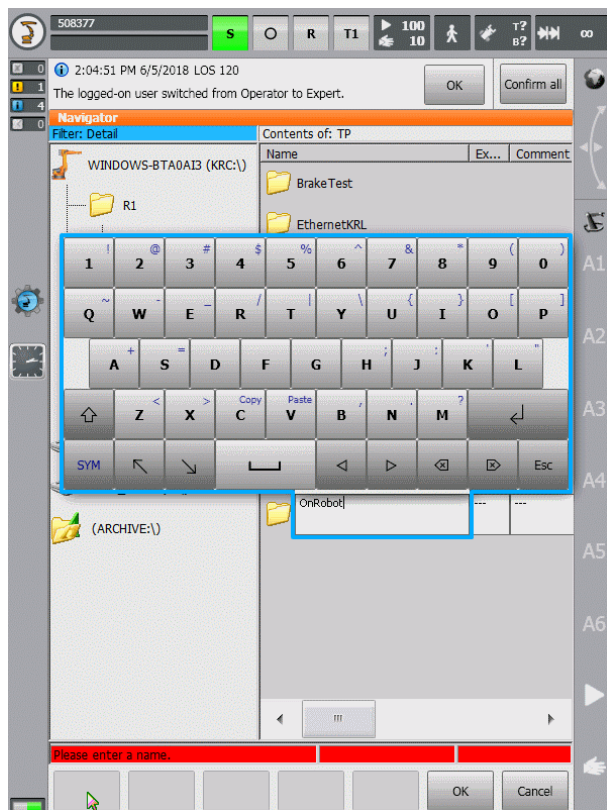
Nachdem Sie alle Felder ausgefüllt haben, schließen Sie die Installation/Konfiguration mit einem Klick auf 'Install' ab. Bei erfolgreicher Installation erscheint ein grünes Häkchen. Installationsfehler können entstehen, wenn ein Problem bei der Verbindung zur Compute Box besteht oder die Festplatte der Robotersteuerung schreibgeschützt ist.



Um das Einrichten abzuschließen, gehen Sie zurück zur Smart HMI und gehen Sie im Navigator zu 'D:\OnRobot '. Wählen Sie 'OnRobotFT.src' und 'OnRobotFT.dat'. Im Menü 'Edit' (Bearbeiten) klicken Sie dann auf „Copy“ (Kopieren).



Gehen Sie zu 'KRC:\R1\TP' und erstellen Sie einen neuen Ordner mit dem folgenden Namen: OnRobot. Fügen Sie die beiden Dateien in den neuen Ordner ein.



Starten Sie die Robotersteuerung neu.

3 OnRobot-Paketprogrammierung

3.1 Übersicht

3.1.1 KRL-Variablen

```
STRUC ODER_AXEN BOOL X,Y,Z,A,B,C
```

Struktur zum Aktivieren oder Deaktivieren von Achsen für die Kraftregelung.

```
STRUC OR_FORCE_TORQUE_PARAM
```

Zur Definition der Kraftkontrollparameter verwendete Struktur. Diese Struktur hat zahlreiche Felder, die in den Abschnitten zur Kraft- bzw. Drehmomentregelung erklärt werden.

3.1.2 KRL-Funktionen und -Unterprogramme

```
OR_INIT()
```

```
OR_BIAS()
```

```
OR_HANDGUIDE()
```

```
OR_PATH_REPLAY()
```

```
OR_WAIT()
```

```
OR_FORCE_TORQUE_ON()
```

```
OR_FORCE_TORQUE_OFF()
```

3.2 Initialisierung

3.2.1 OR_INIT()

Dieses Unterprogramm muss in jeden Code eingefügt werden, in dem OnRobot-Befehle zur Kraftregelung verwendet werden, um Parameter für das korrekte Verhalten aller Befehle zu initialisieren. Es darf nur einmal enthalten sein und muss vor dem ersten OnRobot-Befehl stehen.

3.3 Handführung

3.3.1 OR_HANDGUIDE()

Mit diesem Unterprogramm wird die sensorgeleitete Handführung des Roboters gestartet. Zu dem Programm gehört eine BCO-Bewegung zu der effektiven Position, an der das Programm gestartet wurde. **Nach Programmstart dürfen Sie den Sensor oder Anbauwerkzeuge nicht berühren.**

Das Argument dieses Unterprogramms wird verwendet, um die Bewegung des Roboters entlang bestimmter Achsen oder um diese herum zu begrenzen. Im folgenden Beispiel ist die Bewegung entlang der Z-Achse sowie die Drehung um die A- und B-Achse deaktiviert.

OR_HANDGUIDE ist mit einer konservativen Geschwindigkeitsbegrenzung versehen, aber

Beispiel:

```
DECL OFAXEN ENABLED_AXES
ENABLED_AXES={X TRUE, Y TRUE, Z FALSE, A FALSE, B FALSE,
C TRUE}
OR_INIT()
OR_HANDGUIDE(ENABLED_AXES)
```


3.4 Pfadaufzeichnung und -wiedergabe

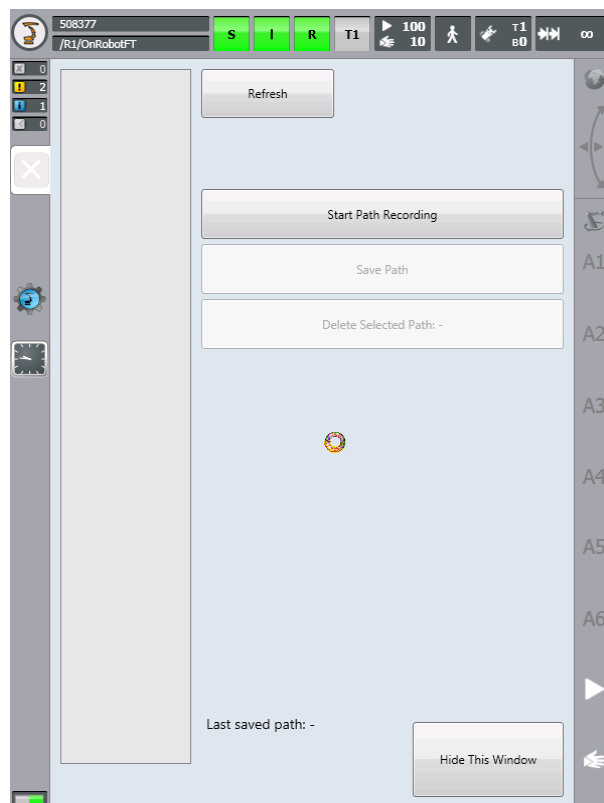
3.4.1 Aufzeichnen eines Pfades

Sie können jede Bewegung aufzeichnen, die der Roboter ausführt, sei es ein Weg, der durch manuelles Führen des Roboters erzeugt wird, oder eine Oberflächenform während einer kraftgeregelten Bewegung. In jedem Fall muss die Pfadaufzeichnung manuell über die Pfadaufzeichnungs-GUI (= graphische Benutzeroberfläche) gestartet werden. Die GUI kann über das Symbol "On" (Ein) in der linken Symbolleiste des SmartHMI aufgerufen werden.



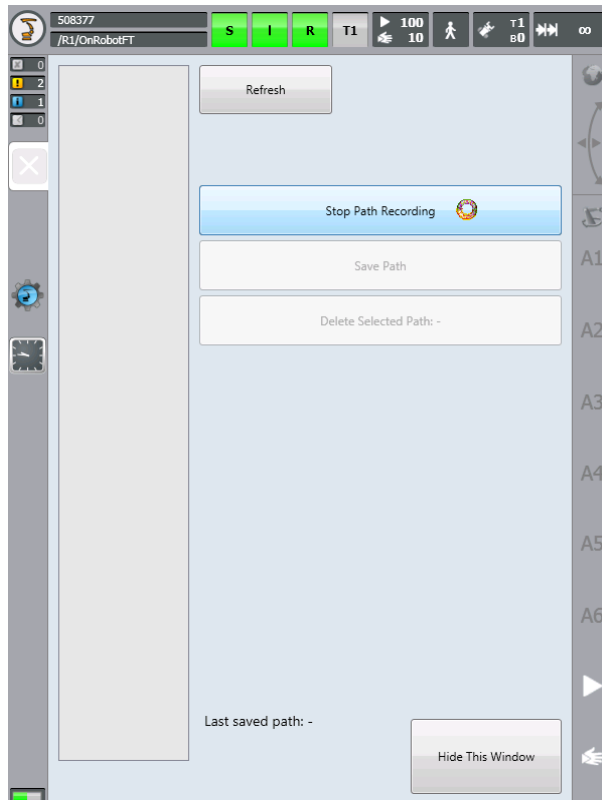
Um einen handgeführten Weg aufzuzeichnen, sollten die folgenden Schritte durchgeführt werden:

1. Erstellen Sie ein Programm (oder verwenden Sie das mitgelieferte Beispielprogramm), das einen OR_HANDGUIDE() Befehl enthält, um die Handführung zu starten.
2. Wählen Sie das Programm aus und starten Sie es. Es wird empfohlen, dafür einen Teach-Modus zu verwenden.
3. Fahren Sie den Roboter in die Position, von der aus Sie die Pfadaufzeichnung starten möchten. Dazu können Sie die Handführung nutzen; da jedoch alle erfassten Bahnen als Relativbewegungen betrachtet werden, empfiehlt es sich, explizit programmierte Positionen als Ausgangspunkt zu verwenden. Dies erleichtert die Wiedergabe und die Wiederverwendbarkeit von Pfaden.
4. Wenn sich der Roboter im Handführungsmodus und in der richtigen Ausgangsposition befindet, wählen Sie das Symbol  in der linken Symbolleiste, um die GUI zur Pfadaufzeichnung aufzurufen.
5. Drücken Sie **Start Path Recording** (Pfadaufzeichnung beginnen), um Ihre Aufnahmesitzung zu beginnen.

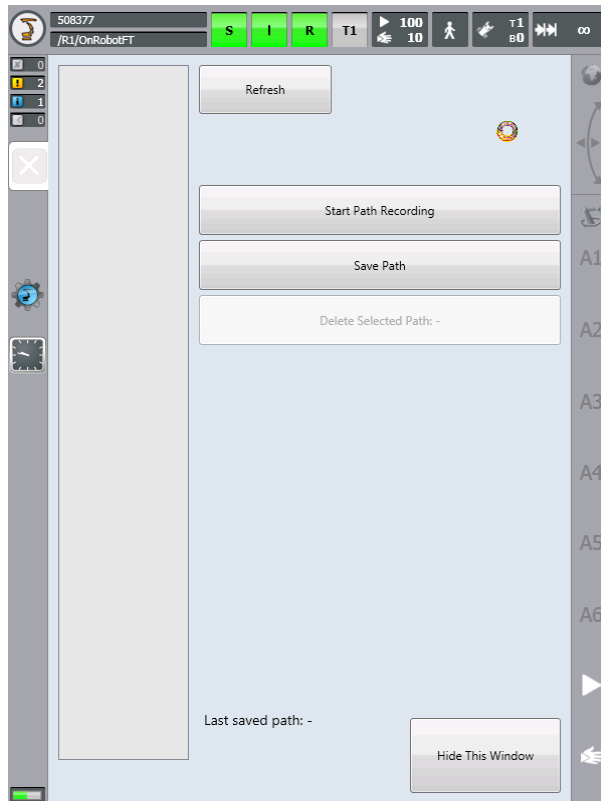


6. Bewegen Sie den Roboter auf dem Pfad, den Sie aufzeichnen möchten.

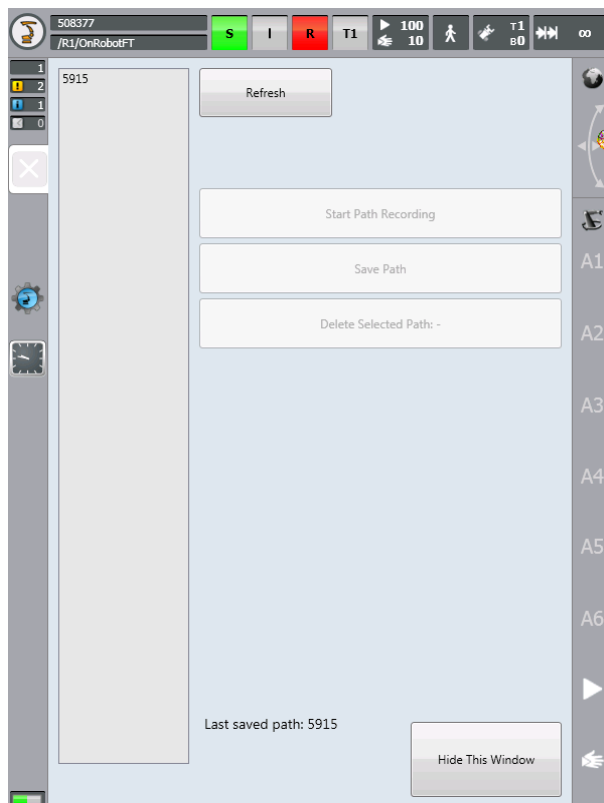
7. Wenn Sie mit der Aufzeichnung fertig sind, klicken Sie auf **Stop Path Recording** (Pfad aufzeichnung stoppen) .



8. Wenn Sie mit dem aufgenommenen Pfad zufrieden sind, klicken Sie auf **Save Path** (Pfad speichern).



Der neue Pfad wird der Liste auf der linken Seite hinzugefügt und sein Identifikator wird neben dem folgenden angezeigt **Last saved path** (Zuletzt gespeicherter Pfad). Der Pfad ist nun in der Compute Box gespeichert



Mit diesem Verfahren können auch kraftgeregelte Bewegungen aufgezeichnet werden. Dies kann die Genauigkeit und Geschwindigkeit der Kraftregelung erheblich verbessern.

Gespeicherte Pfade können über die Compute-Box-Webseite exportiert und in eine andere Compute Box hochgeladen werden. Gespeicherte Pfade sind zwischen den Roboterfabrikaten austauschbar (z. B. kann ein auf einem KUKA-Roboter aufgezeichneter Pfad auf jedem anderen von der Compute Box unterstützten Roboter wiedergegeben werden).

3.4.2 Einen Pfad wiedergeben: **OR_PATH_REPLAY()**

Mit dieser Funktion können Sie die in der Compute Box gespeicherten Pfade wiedergeben. Der Befehl hat drei Argumente:

`OR_PATH_REPLAY (SPEED:IN, ACCELERATION:IN, PATHID:IN)`

SPEED: Die konstante Translationsgeschwindigkeit in mm/s, die für die Wiedergabe des Pfades verwendet wird. Diese Geschwindigkeit ist global; der Roboter versucht also, alle Bewegungen mit dieser Geschwindigkeit wiederzugeben. Aus diesem Grund sollten Rotationen ohne Translation vermieden werden.

ACCELERATION: Die Beschleunigung und die Verzögerung in mm/s², die für die Wiedergabe des Pfades verwendet werden. Verwenden Sie eine niedrigere Zahl, um eine weichere Beschleunigung am Anfang und am Ende des Pfades zu erreichen.

PATHID: Die 4-stellige Kennung des wiederzugebenden Pfades.

Rückgabewerte:

- 9: Pfad abgeschlossen
- 1: Allgemeiner Fehler
- 11: Angegebener Pfad nicht gefunden
- 13: Der angegebene Pfad ist leer
- 14: Die angegebene Pfaddatei kann nicht geöffnet werden.

Beispiel:

```
DECL INT retval
OR_INIT()
PTP {A1 0, A2 -90, A3 90, A4 0, A5 90, A6 0}
retval = OR_PATH_REPLAY(50, 50, 9159)
```


3.5 Kraftregelung

3.5.1 OR_BIAS()

Dient zum Zurücksetzen der Sensorwerte für eine bestimmte Last. Dient zur anfänglichen Vorspannung der Sensorwerte während der Kraftregelung (außer Handführung) oder Vorspannung bei Änderung der Sensorausrichtung.

3.5.2 OR_FORCE_TORQUE_ON()

Aktiviert die Kraftregelung mit vordefinierten Parametern. Nach der Aktivierung der Kraftregelung überlagert die Kraftregelung alle Bewegungen (entweder KUKA-Fahrbefehle oder Bahnwiederholung).

`OR_FORCE_TORQUE_ON (PARAM: IN)`

PARAM ist die Struktur OR_FORCE_TORQUE_PARAM mit den folgenden Feldern:

FRAME_TYPE: Der Bewegungsrahmen, der für die Kraftregelung verwendet wird. #BASE ist das Basiskoordinatensystem des Roboters, das an der Roboterbasis ansetzt. #TOOL ist der Rahmen, der am Roboterflansch ansetzt.

ENABLE: Definiert die mit der OR_AXEN-Struktur konformen Achsen.

FRAME_MOD: Rahmenversatz des verwendeten Koordinatensystems. Hauptanwendung ist die Drehung der Koordinatenachsen zur Kraftregelung entlang einer schrägen Achse oder Ebene.

P_GAIN: Proportionalverstärkung für den Kraftregler. Dies ist der am häufigsten verwendete Parameter für die Grundkraftregelung. Legt fest, wie schnell der Roboter auf Kraftänderungen reagiert, kann jedoch Schwingungen verursachen. Diese Werte sollten klein beginnen (1 für Kraft, 0,1 für Drehmoment) und allmählich steigen, um das Verhalten zu verbessern.

I_GAIN: Integrale Verstärkung des Kraftreglers. Kann verwendet werden, um anhaltende Kraftfehler (z. B. eine schräge Fläche) zu korrigieren. Verlangsamt die Reaktionsfähigkeit des Roboters, erhöht die Überreichweite.

D_GAIN: Ableitung des Gewinns des Kraftreglers. Kann zur Dämpfung von reglerinduzierten Schwingungen verwendet werden. Verlangsamt die Roboterreaktivität, hoher Wert erhöht die Schwingungen.

FT: Definition der Sollkraft, die entlang der durch FRAME_TYPE und FRAME_MOD definierten Achsen gehalten werden soll. Deaktivierte Achsen ignorieren diesen Parameter.

F_SQR_TH: Kraftschwelle für das Quadrat der Kraftempfindlichkeit. Kann als weiche Kraftabschaltung in Fällen mit geringer Kraft verwendet werden (je geringer die Kraft, desto weniger empfindlich; reduziert Schwingungen). **Bei Verwendung müssen alle GAIN-Werte drastisch reduziert werden.**

T_SQR_TH: Drehmomentschwelle für das Quadrat der Drehmomentempfindlichkeit. Kann als weiche Drehmomentabschaltung in Fällen mit niedrigem Drehmoment verwendet werden (je niedriger das Drehmoment, desto weniger empfindlich; reduziert Schwingungen). **Bei Verwendung müssen alle GAIN-Werte drastisch reduziert werden.**

MAX_TRANS_SPEED: Maximale translatorische Geschwindigkeit, die von der Kraftregelung zugelassen wird. [mm/s]

MAX_ROT_SPEED: Maximale Winkelgeschwindigkeit, die von der Kraftregelung zugelassen wird. [Grad/s]

3.5.3 OR_FORCE_TORQUE_OFF()

Dieses Unterprogramm schaltet die Kraftregelung aus.

3.5.4 OR_WAIT()

Warten einer bestimmten Zeitspanne während der Kraftregelung.

OR_WAIT (TIMEOUT: IN)

TIMEOUT: Zeitspanne in Millisekunden, die während der Wartezeit verstrichen ist.

Rückgabewert: 7: Die angegebene Zeitspanne ist abgelaufen.

3.5.5 Beispiel für die Kraftregelung

Dieses Beispiel zeigt die Parametrisierung einer Kraftregelungsbewegung, die entlang aller drei Translationsachsen konform ist, bei einer Haltekraft von 20 N in Werkzeug-z-Richtung. Nach der Aktivierung wartet der Roboter zwei Sekunden (z. B. Roboter fährt in Kontakt) und fährt dann 200 mm in X-Richtung.

```
DECL OR_AXEN enable
DECL OR_FORCE_TORQUE_PARAM param
DECL POS pgain, dgain, igain, framemod, force
DECL INT retval, tmp

OR_INIT()

PTP {A1 0, A2 -90, A3 90, A4 0, A5 90, A6 0}

OR_BIAS()

enable = {X TRUE, Y TRUE, Z TRUE, A FALSE, B FALSE, C
```

```
FALSE}
pgain = {X 1, Y 1, Z 1, A 0.1, B 0.1, C 0.1}
dgain = {X 0, Y 0, Z 0, A 0, B 0, C 0}
igain = {X 0, Y 0, Z 0, A 0, B 0, C 0}
framemod = {X 0, Y 0, Z 0, A 0, B 0, C 0}
force = {X 0, Y 0, Z 20, A 0, B 0, C 0}
param.FRAME_TYPE = #TOOL
param.ENABLE = enable
param.FRAME_MOD = framemod
param.P_GAIN = pgain
param.I_GAIN = igain
param.D_GAIN = dgain
param.FT = force
    param.F_SQR_TH = 0
    param.T_SQR_TH = 0
    param.MAX_TRANS_SPEED = 0
    param.MAX_ROT_SPEED = 0
    OR_FORCE_TORQUE_ON(param)

;WAIT 2 sec
tmp = OR_WAIT(2000)

;KUKA MOVE
PTP_REL {X 200}
OR_FORCE_TORQUE_OFF()
```

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-Datenvisualisierung	Von OnRobot erstellte Software zur Visualisierung der vom Sensor bereitgestellten Daten. Kann unter Windows-Betriebssystemen installiert werden.

5 Abkürzungsverzeichnis

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
UTP	Unshielded twisted pair

6 Anhang

6.1 IP-Adresse der Compute Box ändern

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

1. Vergewissern Sie sich, dass das Gerät nicht eingeschaltet ist (keine Stromzufuhr). Verbinden Sie das Gerät und den Computer mit dem beigefügten Ethernet-Kabel.
2. Wenn Ihr Gerät noch auf die werksseitigen Standards eingestellt ist, 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 wurde.
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 4.0.0rc8

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

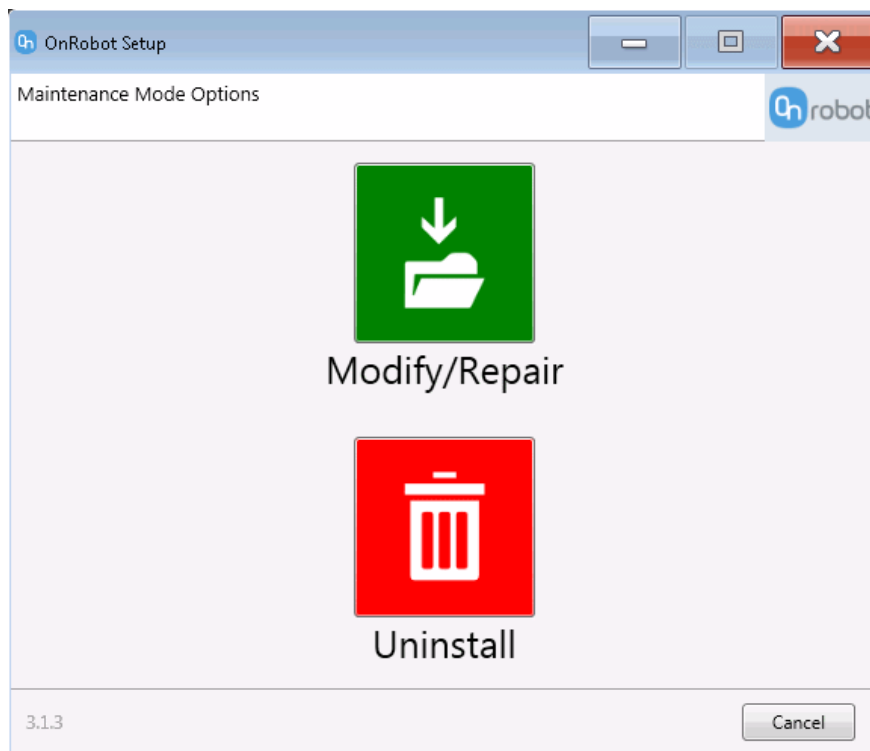
6. Wählen Sie die Option **Static IP** im Dropdown-Menü **Network mode**.
7. Bearbeiten Sie die IP-Adresse.
8. Stellen Sie den DIP-Schalter 3 auf OFF (aus).

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 Software-Deinstallation

Mit den folgenden Schritten deinstallieren Sie das OnRobot-Paket von Ihrer Robotersteuerung:

1. Öffnen Sie den 'Expert'-Modus, indem Sie im Hauptmenü zu 'Configuration' > 'User group' (Konfiguration > Benutzergruppe) gehen.
2. Minimieren Sie die Benutzerschnittstelle durch 'Start-up' > 'Service' > 'Minimize HMI' (Inbetriebsetzen > Betrieb > HMI minimieren).
3. Öffnen Sie den Datei-Explorer und gehen Sie zu 'D:\OnRobot'.
4. Starten Sie die ausführbare Datei OnRobot Setup.
5. Klicken Sie auf 'Uninstall' (Deinstallieren) und akzeptieren Sie die Aufforderungen.



6. Starten Sie die Robotersteuerung neu.

6.3 Auflagen (Versionen)

Auflage	Kommentar
Auflage 2	Dokument neu strukturiert. Glossar der Begriffe hinzugefügt. Liste der Akronyme hinzugefügt. Anhang hinzugefügt. Zielgruppe hinzugefügt. Verwendungszweck hinzugefügt. Copyright, Warenzeichen, Kontaktinformationen, originale Sprachinformationen hinzugefügt.
Auflage 3	Redaktionelle Änderungen.
Auflage 4	Redaktionelle Änderungen.
Auflage 5	Redaktionelle Änderungen.
Auflage 6	Redaktionelle Änderungen.