

# Bedienen des Roboters

Notizen

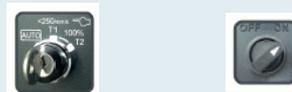
## 2.1 Aufgabenstellung: Manuelles Bewegen



Nachdem Sie den Roboter in Betrieb genommen haben und die Steuerung hochgefahren haben, machen Sie sich mit dem Arbeitsraum des Roboterarms vertraut. Verfahren Sie den Roboter manuell an verschiedene Punkte im Arbeitsraum. Wählen Sie dazu das Koordinatensystem Joint an, wie nachfolgend beschrieben.

### Manuelles Bewegen des Roboters in JOINT

- Der Roboter befindet sich im T1 Modus und das Bedienpanel ist eingeschaltet.



- Die Taste COORD ohne Shift durchtippen bis im Display JOINT erscheint.
- Totmannschalter/Zustimmschalter am Teach-Pendant betätigen.
- RESET Taste drücken damit evtl. anliegende Fehlermeldungen quittieren.



- (Reduzieren Sie zu Beginn die Geschwindigkeit mit den Override Tasten auf ca. 10%)
- Stellen Sie sicher, dass sich keine Hindernisse im Arbeitsbereich befinden.
- SHIFT-Taste drücken **und** halten. Jetzt können Sie mit den blauen Achstasten den Roboter bewegen.

Es empfiehlt sich, das Halten der Shift-Taste mit dem Daumen der linken Hand zu übernehmen. Diese hält dann zudem noch den Zustimmschalter auf der Rückseite des Bedienpanels.

Die rechte Hand ist dann frei für das Betätigen der Achswahl-tasten und alle anderen Eingaben.



**i** Sollte der Roboterarm in Randbereiche des Arbeitsraums fahren und/oder auf eine Oberfläche aufsetzen wird ein Servo Fehler erscheinen. Der Roboter wird sofort stoppen und die Bewegung unterbrechen.

Mit gehaltener SHIFT Taste **und** mit der Taste RESET quittieren Sie die Fehlermeldung.

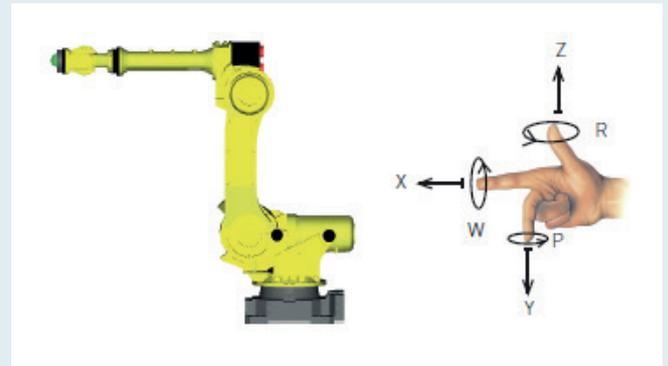
Fahren Sie nun den Roboter aus dem Bereich heraus.

Achten Sie beim Bewegen des Roboters auf den Bewegungsablauf der einzelnen Achsen.

## Notizen

**Manuelles Bewegen des Roboters in WORLD**

Schalten Sie nun in das WORLD Koordinatensystem um. Betätigen Sie die COORD Taste bis im oberen Anzeigebereich des Teach Panels WORLD erscheint. Verfahren Sie nun ebenfalls die Roboterachsen per manueller Steuerung.



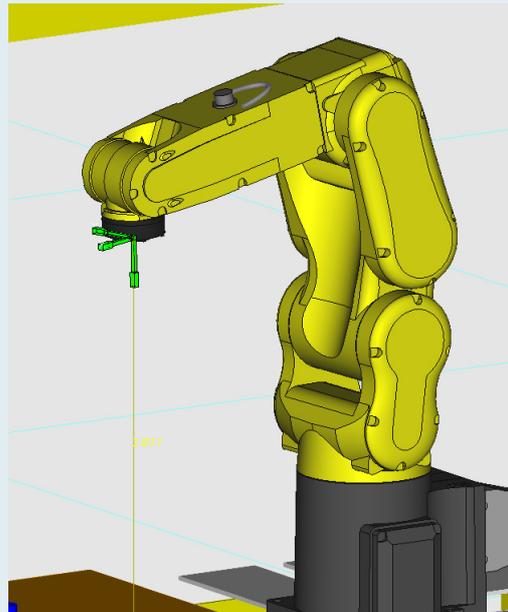
Welche Unterschiede können Sie feststellen? Worin liegt der Vor- und Nachteil des jeweiligen Koordinatensystems?

Notieren Sie in Stichpunkten Ihre Feststellungen und Hauptunterschiede der jeweiligen Koordinatensystem.

Überlegen Sie wofür die beiden Koordinatensystem benötigt werden und welches für die Aufgabe „Klebekontur“ geeignet ist. Schreiben Sie die Antworten in Ihre Unterlagen und begründen Sie Ihre Überlegung.

## 2.2 Basiskoordinatensystem WORLD

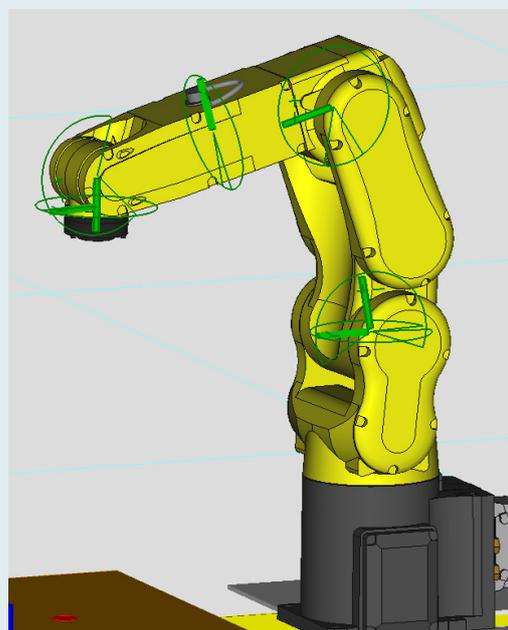
Der Ursprung beim WORLD Koordinatensystem liegt im Schnittpunkt der ersten und zweiten Achse des Roboters. Es kann vom Programmierer nicht verändert werden und gilt daher als ortsfest.



Die Bewegungen im World Koordinatensystem findet immer interpoliert (durch mehrere Achsen) statt. Der Roboter / das Werkzeug fährt dadurch geradlinig.

## 2.3 Koordinatensystem JOINT

Das JOINT Koordinatensystem ist das einzige Koordinatensystem, dass nur über Rotationsachsen abgebildet wird. Es werden alle Achsen einzeln bewegt mit Ausnahme der zweiten Achse, die mit der dritten gekoppelt ist. Die Bewegungen sind immer kreisförmig um den Achsenmittelpunkt.



Notizen

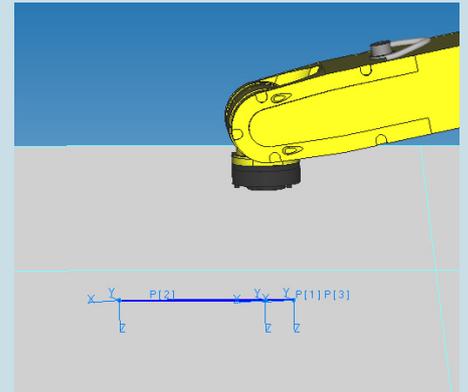
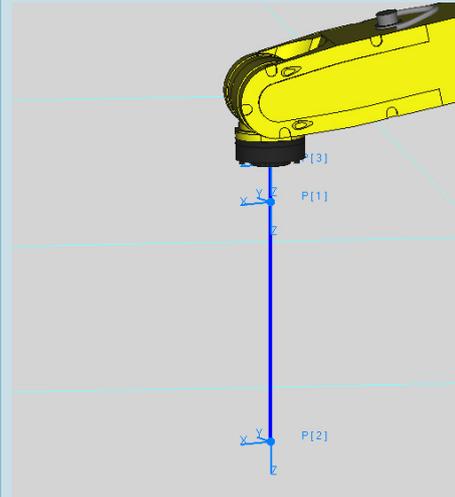
Kapitel 3

# Programmieren

Notizen



Ihre Aufgabe ist es ein neues Programm zu erstellen. Der Roboter soll von einem Startpunkt A zu einem Endpunkt B und wieder zurück zu A fahren. Eine der beiden Strecken soll im Joint- die andere Bewegung soll im World Koordinatensystem programmiert werden. Die Bewegungsrichtung ist Ihnen überlassen. Sie können eine horizontale oder vertikale Bewegung wählen.



Im Folgenden wird Ihnen Schritt für Schritt erklärt wie Sie dieses Ziel erreichen.

## 3.1 Programm eröffnen

SELECT

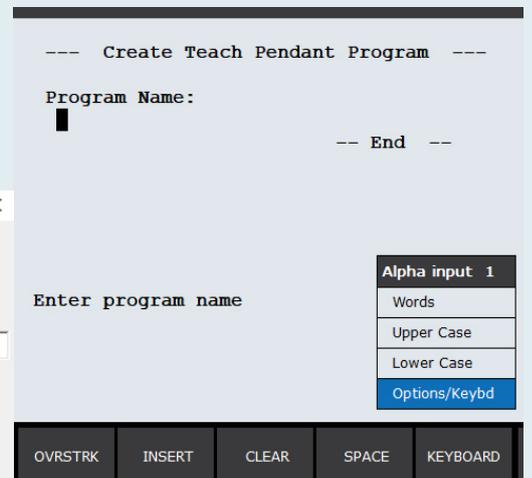
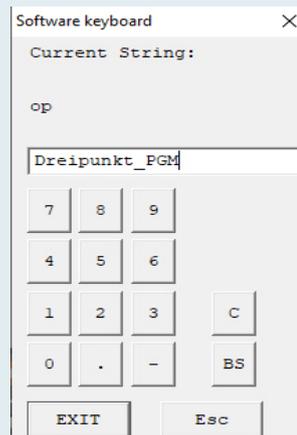
CREATE

KEYBOARD

Eröffnen Sie nun ein neues Programm und gehen Sie dafür wie folgt vor:

- Öffnen Sie den „Programmmanager“ indem Sie SELECT betätigen.
- Unter CREATE eröffnen Sie ein neues Programm.  
Geben Sie den Programmnamen mit Hilfe der virtuellen Tastatur ein.
- Setzen Sie dazu den Cursor im Popup Menü auf den Begriff „Options/Keybd“ und drücken den Button KEYBOARD.

- Geben Sie den Programmnamen ein: „DREIPUNKT\_PGM“.



Folgende Einschränkungen bestehen bei der Namensvergabe für Programme:

- Keine Sonderzeichen außer „\_“
- Keine Leerzeichen
- Keine Zahlen am Anfang
- Bestätigen Sie **zweimal** die Enter-Taste um das Programm zu erzeugen.

Sie befinden sich anschließend im EDIT Modus, den Sie auch per Taste EDIT erreichen können.

Fahren Sie den Roboter manuell auf Ihren Startpunkt wie in der Aufgabenbeschreibung beschrieben. Nutzen Sie dazu das World Koordinatensystem.

Setzen Sie mit der Taste POINT+ den ersten Punkt. Wählen Sie in der darauffolgenden Bewegungsabfrage die erste Option: JOINT 100% FINE.

**1:J @P[1] 100% FINE**  
[End]

Satznummer    Bewegungsart    Positionsnummer    Geschwindigkeit    Abschlussart

Nun sehen Sie zwischen dem J und P ein @Zeichen, was bedeutet, dass der Roboter sich aktuell auf dieser Position befindet.

Bewegen Sie den Cursor auf die Ziffer des ersten Punktes und bestätigen dann die Taste POSITION. Jetzt sehen Sie die Koordinatenangaben in X, Y und Z und deren Drehachsen W, P und R (Yaw, Pitch und Roll).

```
P[1] UF:0 UT:1 CONF:NUT 000
X 126.963 mm W 180.000 deg
Y -.001 mm P 0.000 deg
Z -105.388 mm R .000 deg
Position Detail
1:J @P[1] 100% FINE
[End]
```

Klicken Sie auf DONE um zurück in den EDIT Modus zu gelangen. Setzen Sie den Cursor zurück auf die Marke [END].

Verfahren Sie nun den Roboter zum Endpunkt B der Aufgabe und speichern diesen ebenfalls mittels der POINT+ Taste. Den letzten Punkt setzen Sie wieder ungefähr dort, wo Sie das Programm gestartet haben.

Sie können dieses, aus drei Punkten bestehendes Programm, ablaufen lassen. Positionieren Sie das Cursorfeld auf den ersten Satz, halten Sie die SHIFT Taste gedrückt und betätigen die Taste FWD.

Der Roboter sollte nun die drei Punkte, Start-, End-, Startpunkt, in zwei bogenförmige Bewegungen abfahren.



## Notizen



Ändern Sie die Interpolationsart von JOINT auf LINEAR indem Sie den Cursor im letzten Satz auf den Buchstaben J setzen. Wählen Sie jetzt den Button CHOICE und anschließend im Drop-Down Menü die Bewegung Linear. Nach dem Ändern der Bewegungsart ändert sich die Geschwindigkeit von Prozent auf mm/sec. Geben Sie hier einen Wert von 100 mm/sec ein.

```
1:J P[1] 100% FINE
2:J P[2] 100% FINE
3:L @P[3] 100mm/sec FINE
```

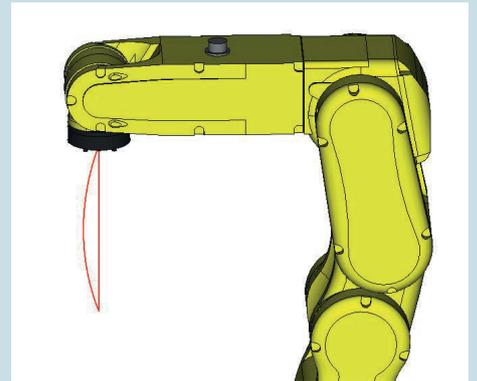
**[End]**



Testen Sie das Programm mit dieser Einstellung und notieren Sie die wesentlichen Unterschiede zum ersten Durchlauf in Ihre Unterlagen.

Der Roboter bewegt sich in der ersten Bewegung in der Joint Bewegung und in der Rückbewegung in der Linearbewegung. Testen Sie diese Einstellung auch in der Betriebsart AUTO. Laden Sie das Programm mit Enter im SELECT Editor. Beachten Sie die Vorgaben im AUTO-Modus.

(siehe Seite 19, Betriebsmodus AUTO).



## 3.2 Die Interpolationsarten

Die Bewegung bei einem Roboter geschieht durch die Vorgabe der Interpolationsart zwischen den geteachten Punkten. Es stehen verschiedene Interpolationsarten zur Verfügung. Drei davon werden hier näher erklärt und in den verschiedenen Situationen angewandt.



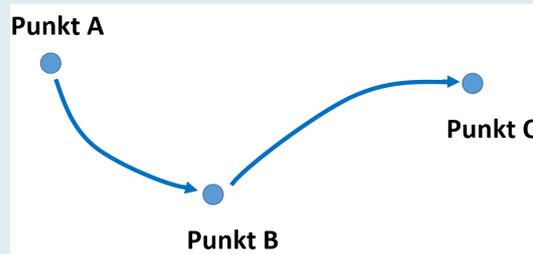
Begriffserklärung: Interpolation, inter = dazwischen, polire = glätten

### 3.2.1 Joint

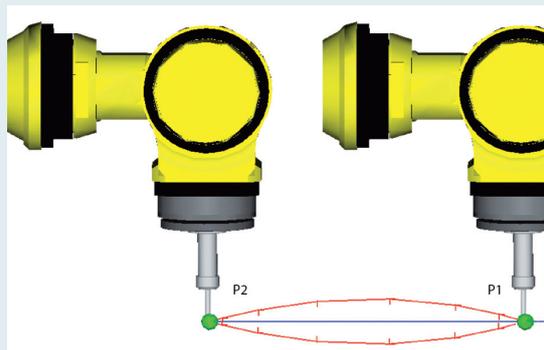
Die Interpolationsart „JOINT“ ist die Bewegungsart, die für den Roboter und die Steuerung mit dem geringsten Rechen-, Bewegungs- und Energieaufwand verbunden ist. Die Bewegungsart Joint ist immer kurvenförmig, was eine gewisse Vorsicht mit sich bringt. Die tatsächliche Bahn ist nicht vorhersehbar und kann unter Umständen sehr ausladend ausfallen.

Die Interpolationsart Joint sollte generell immer bevorzugt verwendet werden, wenn dies möglich ist.

Besonders wenn Parallel zu einer Oberfläche oder Linie bewegt wird, ist die Bewegungsart Joint begrenzt einsetzbar.



In der nebenstehenden Grafik wird ersichtlich, warum die Bewegungskontur vorher nicht bekannt ist. Es gibt zwei mögliche Kurvenlinien um von Punkt 1 zu Punkt 2 zu gelangen.



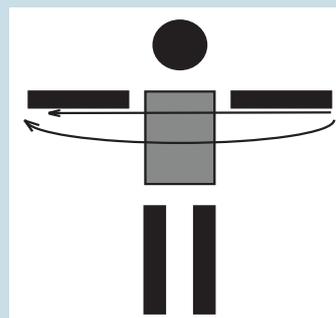
### 3.2.2 Linear

Die Interpolationsart „Linear“ ist relativ selbsterklärend. Sie beschreibt die direkte, geradlinige Verbindung zwischen den vorgegebenen Punkten.

Trotz der direkten und kürzesten Distanz zwischen zwei Punkten bei der Linearbewegung, ist diese meist nicht schneller als eine Joint Bewegung zwischen den selben Punkten.

Der Grund hierfür ist, dass der Werkzeugmittelpunkt während der Bewegung auf einer geraden Bahn gehalten werden muss. Dies hat einen großen Rechen- und Steuerungsaufwand für die Ansteuerung der einzelnen Bewegungsachsen.

Praktisches Beispiel: Bewegen Sie Ihre Hand im Halbbogen von einer Armseite zur anderen Körperseite. Danach bewegen Sie die Hand auf einer geraden Linie am Arm entlang über den Oberkörper bis der Arm gestreckt ist. siehe Grafik. Dabei werden Sie feststellen, dass bei der zweiten Bewegung sehr viel mehr Gelenke interagieren müssen um eine möglichst geradlinige Bewegung zu erreichen als bei einer Halbkreisbewegung aus der Schulter / dem Oberkörper heraus. Ähnlich verhält es sich auch bei einem Roboter. Je weniger Achsen in Aktion treten müssen, desto schneller kann die Bewegung ausgeführt werden.



Notizen