

Robotik verstehen

Industrieroboter verständlich erklärt: Bauarten, Achsen und Arbeitsraum, Koordinatensysteme und TCP, Bewegungsarten PTP, LIN und CIRC, Greifer sowie Sicherheit und kollaborierende Roboter.

Das kannst du danach

- Du beschreibst Bauarten, Achsen und Koordinatensysteme eines Industrieroboters.
- Du wählst die passende Bewegungsart und planst einen einfachen Ablauf.
- Du nennst die Schutzmaßnahmen am Roboter und erklärst den Zustimmungstaster.

Dein Weg durch das Heft

- 01 Was ist ein Industrieroboter? · S. 2
- 02 Achsen & Arbeitsraum · S. 3
- 03 Koordinatensysteme & TCP · S. 5
- 04 Programmieren & Bewegungsarten · S. 6
- 05 Greifer & Peripherie · S. 8
- 06 Sicherheit & Cobots · S. 10

SO LERNST DU DAMIT

Lies ein Kapitel und rechne das Beispiel nach. Löse danach die Aufgaben zuerst selbst. Auf den Hilfeseiten findest du Denkanstöße; die Lösungen erklären den Weg und typische Stolperstellen.

Die Beispiele dienen dem Lernen. Konkrete Arbeit, Prüfung und Freigabe richten sich nach Aufgabe, Zeichnung, Herstellerangaben und betrieblichen Vorgaben. Dieses Heft ersetzt keine Unterweisung.

KAPITEL 01 | VERSTEHEN

Was ist ein Industrieroboter?

Ein Industrieroboter ist ein automatisch gesteuerter, frei programmierbarer Manipulator mit drei oder mehr programmierbaren Achsen. Er kann für viele Aufgaben umprogrammiert werden.

Je nach Aufgabe werden unterschiedliche Bauarten eingesetzt. Der Knickarmroboter mit sechs Drehachsen ist besonders beweglich. SCARA-Roboter sind schnell bei Montageaufgaben in einer Ebene, Portalroboter fahren große Arbeitsräume mit Linearachsen ab, Delta-Roboter greifen sehr schnell kleine Teile vom Band.

Kenngößen im Datenblatt sind unter anderem Achsanzahl, Traglast (inklusive Greifer und Werkstück), Reichweite, Wiederholgenauigkeit und Schutzart. Kollaborierende Roboter (Cobots) sind für den Betrieb in der Nähe von Menschen ausgelegt - sicher wird die Anwendung aber erst durch die Risikobeurteilung.

- Knickarmroboter: meist 6 Drehachsen, großer Arbeitsraum, sehr flexibel.
- SCARA: meist 4 Achsen, schnell für Montage und Bestücken in der Ebene.
- Portal- und Delta-Roboter: lineare Achsen für große Flächen bzw. Parallelkinematik für sehr schnelles Greifen.

Die Traglast im Datenblatt gilt für einen bestimmten Schwerpunktabstand. Liegt der Schwerpunkt weiter vom Flansch entfernt, sinkt die zulässige Last.

Roboter sind meist Teil einer Roboterzelle mit Zuführung, Greifer, Sensorik, Schutzeinrichtungen und einer übergeordneten SPS.

BEISPIEL / LERNZIEL

Ein Roboter mit 10 kg Traglast soll ein 7-kg-Teil mit einem 4-kg-Greifer handhaben. Zusammen sind das 11 kg - zu viel, obwohl das Werkstück allein „passt“.

Praxistipp

Ein Knickarmroboter belädt eine CNC-Maschine; ein Delta-Roboter sortiert Kekse vom Förderband in Verpackungen.

Typischer Fehler

Den Roboter allein nach der Reichweite auswählen. Traglast mit Greifer, Taktzeit, Genauigkeit und Platzbedarf müssen ebenfalls passen.

KAPITEL 02 | VERSTEHEN

Achsen & Arbeitsraum

Ein Körper im Raum hat sechs Freiheitsgrade: drei Verschiebungen (X, Y, Z) und drei Drehungen. Ein 6-Achs-Roboter kann deshalb ein Werkzeug in jede erreichbare Position und Lage bringen.

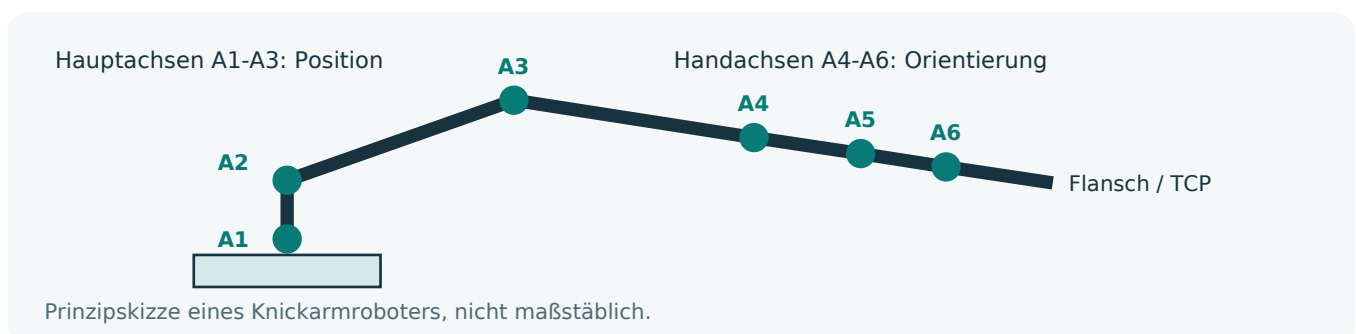
Beim Knickarmroboter dreht Achse 1 das Karussell (die Drehsäule) auf dem feststehenden Grundgestell, Achse 2 und 3 heben und strecken den Arm (Schulter und Ellenbogen). Die Achsen 4 bis 6 bilden die Roboterhand und bestimmen die Orientierung des Werkzeugs. Jede Achse hat einen Antrieb mit Getriebe und einen Geber für die Position.

Der Arbeitsraum ist der Raum, den der Flansch bzw. das Werkzeug erreichen kann. Software-Endschalter begrenzen jede Achse; mechanische Anschläge sichern zusätzlich. Die Wiederholgenauigkeit gibt an, wie genau ein Punkt immer wieder erreicht wird, oft im Bereich von Hundertstelmillimetern.

- Achsen 1-3: Hauptachsen, bestimmen vor allem die Position.
- Achsen 4-6: Handachsen, bestimmen vor allem die Orientierung.
- Singularität: Stellung, in der der Roboter einen Freiheitsgrad verliert - etwa wenn zwei Achsen fluchten oder der Arm ganz gestreckt ist.

Bei einer Singularität können einzelne Achsen bei kleinen Bahnbewegungen sehr schnell drehen müssen. Steuerungen brechen lineare Bewegungen deshalb dort ab oder verlangen eine andere Orientierung.

Neben den sechs Roboterachsen gibt es Zusatzachsen, etwa eine Linearachse, auf der der Roboter fährt, oder einen Drehtisch für das Werkstück.



WEITERLESEN

Achsen & Arbeitsraum (Fortsetzung)

BEISPIEL / LERNZIEL

Am Rand des Arbeitsraums ist der Arm fast gestreckt. Dort erreicht der Roboter Punkte oft nur noch in wenigen Orientierungen.

Praxistipp

Um eine Schraube senkrecht von oben einzudrehen, muss der Roboter nicht nur die Position, sondern auch die Orientierung des Schraubers genau einhalten.

Typischer Fehler

Wiederholgenauigkeit mit Absolutgenauigkeit verwechseln. Ein Roboter kann einen geteachten Punkt sehr genau wieder anfahren und trotzdem bei einem berechneten Punkt mehrere Zehntelmillimeter danebenliegen.

Meine Notizen

KAPITEL 03 | VERSTEHEN

Koordinatensysteme & TCP

Ein Roboter rechnet in mehreren Koordinatensystemen: Welt-, Basis- bzw. Werkstück- und Werkzeugkoordinatensystem. Der wichtigste Punkt ist der TCP (Tool Center Point), die Spitze bzw. der Arbeitspunkt des Werkzeugs.

Positionen werden für den TCP programmiert. Damit die Steuerung weiß, wo der TCP liegt, muss das Werkzeug vermessen werden. Ein Werkstück- oder Basiskoordinatensystem auf der Vorrichtung erlaubt es, ein ganzes Programm zu verschieben, wenn die Vorrichtung versetzt wird.

Beim Handverfahren kann man zwischen achsspezifischem Verfahren (jede Achse einzeln) und kartesischem Verfahren (in X, Y, Z und um die Achsen eines Koordinatensystems) wählen. Häufig wird der TCP mit einer Mehrpunktmethode vermessen: Eine feste Referenzspitze wird aus mehreren Richtungen mit der Werkzeugspitze angefahren.

- Weltkoordinatensystem: fester Bezug der Zelle.
- Basis- oder Werkstückkoordinatensystem: liegt auf Vorrichtung oder Werkstück.
- Werkzeugkoordinatensystem: Ursprung im TCP, bewegt sich mit dem Werkzeug.

Die Idee entspricht dem Werkstücknullpunkt an der CNC-Maschine: Bezieht sich das Programm auf ein Werkstückkoordinatensystem, reicht nach einem Versatz das neue Einmessen dieses Systems.

Zu den Werkzeugdaten gehören auch Lastdaten: Masse und Schwerpunkt von Greifer und Werkstück. Falsche Lastdaten führen zu ungenauen Bahnen, Überlast oder verfälschter Kollisionserkennung.

BEISPIEL / LERNZIEL

Beim Kleben soll die Düse entlang einer Kante fahren. Im Werkzeugkoordinatensystem lässt sie sich gezielt „in Düsenrichtung“ vor- und zurückbewegen.

Praxistipp

Nach einem Greifertausch wird der neue TCP vermessen. Die Punkte im Programm stimmen danach wieder, ohne dass jeder Punkt neu geteacht werden muss.

Typischer Fehler

Nach einem Werkzeugwechsel mit den alten Werkzeugdaten weiterfahren. Der Roboter fährt dann zwar „richtig“, aber der echte Werkzeugpunkt liegt woanders - Kollisionsgefahr.

KAPITEL 04 | VERSTEHEN

Programmieren & Bewegungsarten

Roboter werden meist mit dem Handbediengerät im Teach-in programmiert: Man fährt Punkte an, speichert sie und verbindet sie mit Bewegungsbefehlen. Alternativ werden Programme offline am Rechner erstellt und simuliert.

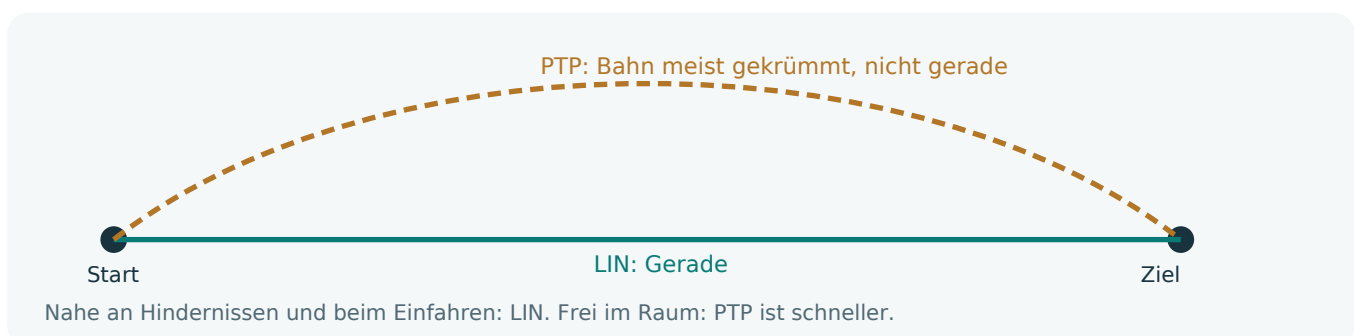
Die wichtigsten Bewegungsarten sind PTP (Punkt-zu-Punkt), LIN (linear) und CIRC (Kreisbogen). Bei PTP fährt jede Achse für sich zu ihrem Zielwinkel, alle kommen gleichzeitig an - schnell, aber die Bahn des TCP ist nicht gerade und vorab schwer abzuschätzen. LIN führt den TCP auf einer Geraden, CIRC über einen Hilfspunkt auf einem Kreisbogen.

Mit Überschleifen fährt der Roboter einen Punkt nicht exakt an, sondern geht vorher in die nächste Bewegung über - das spart Taktzeit, wenn der Punkt nicht genau erreicht werden muss. Geschwindigkeit, Beschleunigung und Override (prozentuale Abminderung) bestimmen das Tempo.

- PTP: alle Achsen synchron, schnellste Bewegung, Bahn nicht geradlinig.
- LIN: TCP fährt auf einer Geraden - für Füge-, Klebe- oder Einlegevorgänge.
- CIRC: Kreisbogen über Hilfs- und Zielpunkt.

In der Hand-Betriebsart mit reduzierter Geschwindigkeit (häufig T1 genannt) ist die Geschwindigkeit des TCP nach Norm auf höchstens 250 mm/s begrenzt; Herstellerangabe und Betriebsanweisung beachten. Bewegt wird nur, solange der Zustimmungstaster in Mittelstellung gehalten wird. Eine Hand-Betriebsart mit hoher Geschwindigkeit (T2) ist eine eigene Betriebsart mit strengeren Regeln.

Die Offline-Programmierung mit Simulation spart Stillstandszeit und zeigt Kollisionen früh. Die Punkte müssen danach in der realen Zelle meist noch nachkorrigiert werden.



WEITERLESEN

Programmieren & Bewegungsarten (Fortsetzung)

BEISPIEL / LERNZIEL

Ein Programm: PTP zum Punkt über dem Teil, LIN 50 mm nach unten, Greifer schließen, LIN nach oben, PTP zur Ablage.

Praxistipp

Frei im Raum wird mit PTP zum Vorpositionieren gefahren; das Einfahren in die Spannvorrichtung erfolgt mit LIN, damit das Teil gerade hineingeleitet.

Typischer Fehler

Nahe an Hindernissen mit PTP verfahren. Die Bahn kann einen Bogen machen und mit Vorrichtung oder Maschine kollidieren.

Meine Notizen

KAPITEL 05 | VERSTEHEN

Greifer & Peripherie

Der Greifer (Endeffektor) entscheidet, ob der Roboter ein Teil sicher handhaben kann. Häufig sind Parallel- und Winkelgreifer, Vakuumsauger und Magnetgreifer.

Mechanische Greifer halten Teile durch Kraft- oder Formschluss. Vakuumsauger brauchen glatte, dichte Flächen; das Vakuum entsteht oft über eine Venturidüse (Ejektor) mit Druckluft. Magnetgreifer eignen sich für ferromagnetische Teile wie Stahlbleche.

Die Greifkraft muss das Teil auch bei Beschleunigung und Abbremsen halten. Ein Formschluss (Teil liegt in einer Kontur) ist dabei sicherer als reiner Reibschluss. Greifer werden meist pneumatisch oder elektrisch angetrieben; Werkzeugwechselsysteme erlauben mehrere Greifer an einem Roboter.

- Parallelgreifer: Backen bewegen sich parallel - gut für prismatische und runde Teile.
- Vakuumgreifer: für flache, glatte Teile; Leckage senkt die Haltekraft.
- Sensorik: Endlagen am Greifer, Vakuumschalter oder Kamera prüfen das Greifergebnis.

Pneumatische Greifer sind einfach und kräftig. Elektrische Greifer lassen Position und Kraft programmieren, was bei unterschiedlichen Teilen Rüstzeit spart.

Die Signale zwischen Greifer, Roboter und SPS laufen oft über einen Feldbus oder IO-Link. So stehen Endlagen, Greifkraft und Diagnose direkt zur Verfügung.

Parallelgreifer

Kraft- / Formschluss

Vakuumsauger

glatte, dichte Fläche

Magnetgreifer

nur ferromagnetisch

Immer mit Rückmeldung „gegriffen“ und geklärtem Verhalten bei Energieausfall.

BEISPIEL / LERNZIEL

Bei Druckluftausfall kann ein doppelwirkender Greifer ohne Sicherung seine Greifkraft verlieren. Ein Greifer mit Greifkraftsicherung (Feder) hält das Teil auch ohne Luft mit der Federkraft - meist mit geringerer Greifkraft. Ob das reicht, muss nachgewiesen werden; alternativ helfen Rückschlagventile.

WEITERLESEN

Greifer & Peripherie (Fortsetzung)

Praxistipp

Ein Vakuumsauger meldet über einen Vakuumschalter „Teil gegriffen“. Erst danach gibt die Steuerung die Bewegung zur Ablage frei.

Typischer Fehler

Ohne Rückmeldung greifen. Fällt ein Teil unbemerkt herunter oder wird es schief gegriffen, entstehen Folgeschäden in der Maschine.

Meine Notizen

KAPITEL 06 | VERSTEHEN

Sicherheit & Cobots

Roboter bewegen sich schnell, kräftig und für Menschen schwer vorhersehbar. Deshalb arbeiten die meisten Industrieroboter hinter trennenden Schutzeinrichtungen oder mit Sensoren, die den Roboter bei Annäherung verlangsamen oder anhalten.

Typische Schutzeinrichtungen sind Schutzzäune mit überwachten Türen, Lichtvorhänge und Laserscanner. Wer in der Zelle arbeitet, etwa beim Teachen, tut das nur mit reduzierter Geschwindigkeit, mit einem dreistufigen Zustimmtaster und NOT-HALT in Reichweite.

Der Zustimmtaster hat drei Stellungen: losgelassen = Stopp, Mittelstellung = Bewegung erlaubt, ganz durchgedrückt (Panikreaktion) = Stopp. Lässt man den Taster aus der durchgedrückten Stellung los, gibt die Mittelstellung keine Bewegung frei; dazu muss man ihn erst ganz loslassen und neu in die Mittelstellung drücken. Kollaborierende Roboter dürfen mit Menschen in einem gemeinsamen Arbeitsraum arbeiten, wenn die Anwendung dafür ausgelegt ist - etwa durch Kraft- und Leistungsbegrenzung, Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung, Handführung oder sicherheitsbewerteten überwachten Halt.

- Trennende Schutzeinrichtungen: Zaun, Tür mit Sicherheitsschalter.
- Nichttrennende Schutzeinrichtungen: Lichtvorhang, Laserscanner, Trittmatte.
- Organisatorisch: Unterweisung, Betriebsanleitung, Sperren mit persönlichem Schloss bei Arbeiten in der Zelle.

Die Anforderungen an Industrieroboter und Roboteranwendungen beschreibt die Normenreihe ISO 10218; für kollaborierende Anwendungen gibt es zusätzlich ausführliche Angaben, etwa zu zulässigen Kräften und Drücken bei Kontakt.

Laserscanner können mehrere Felder überwachen: In einem äußeren Schutzfeld schaltet die Steuerung auf sicher überwachte, reduzierte Geschwindigkeit, im inneren Schutzfeld hält der Roboter an. Ein reines Warnfeld löst nur eine Warnung aus und ist keine Schutzfunktion. So bleibt die Anlage produktiv, wenn sich jemand nur nähert.

losgelassen

Stopp

Mittelstellung

Bewegung erlaubt

durchgedrückt

Stopp

Nach dem Durchdrücken gibt erst ein erneutes Drücken aus der Ruhestellung frei.

WEITERLESEN

Sicherheit & Cobots (Fortsetzung)

BEISPIEL / LERNZIEL

Ein Cobot mit Kraftbegrenzung schraubt neben einem Werker. Der spitze Schrauber selbst ist aber eine Gefahr - darum gehört die ganze Anwendung in die Risikobeurteilung, nicht nur der Roboter.

Praxistipp

Beim Öffnen der Zellentür stoppt der Roboter sicher. Weiterarbeiten lässt er sich erst wieder in der Hand-Betriebsart mit Zustimmungstaster - oder nach Schließen der Tür, Quittieren und einem neuen Startbefehl von außerhalb der Zelle.

Typischer Fehler

Annehmen, ein stehender Roboter sei „aus“. Er kann in einem Programm-Halt oder Wartezustand stehen und jederzeit weiterfahren.

Meine Notizen

AUFGABEN 1-4

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 1 | Kapitel 1

Warum reicht es nicht, nur das Gewicht des Werkstücks mit der Traglast des Roboters zu vergleichen?

Meine Notizen

Aufgabe 2 | Kapitel 2

Warum braucht ein Roboter sechs Achsen, um ein Werkzeug in jeder Lage zu positionieren?

Meine Notizen

Aufgabe 3 | Kapitel 3

Warum spart ein Werkstückkoordinatensystem Arbeit, wenn eine Vorrichtung versetzt wird?

Meine Notizen

Aufgabe 4 | Kapitel 4

Warum ist PTP für das Einfahren in eine enge Vorrichtung ungeeignet?

Meine Notizen

AUFGABEN 5-6

Jetzt selbst anwenden

Notiere deinen Rechenweg oder begründe deine Entscheidung. Die Kapitelangabe hilft beim gezielten Nachlesen.

Aufgabe 5 | Kapitel 5

Warum braucht ein Vakuumgreifer eine Rückmeldung durch einen Vakuumschalter?

Meine Notizen

Aufgabe 6 | Kapitel 6

Warum stoppt der Roboter auch dann, wenn der Zustimmungstaster ganz durchgedrückt wird?

Meine Notizen

DENKANSTÖSSE 1-6

Hilfen, bevor du nachsiehst

Zu Aufgabe 1

Was hängt alles am Roboterflansch, und wie weit ist der Schwerpunkt entfernt?

Zu Aufgabe 2

Wie viele Angaben brauchst du für die Position, wie viele für die Lage eines Körpers?

Zu Aufgabe 3

Worauf beziehen sich die gespeicherten Punkte, wenn ein Werkstückkoordinatensystem verwendet wird?

Zu Aufgabe 4

Vergleiche, welche Bahn der TCP bei PTP und bei LIN nimmt.

Zu Aufgabe 5

Woher weiß die Steuerung, dass das Teil wirklich gehalten wird?

Zu Aufgabe 6

Wie reagiert eine Hand im Schreck - lockert sie oder verkrampft sie?

LERNTRICK

Nach einem Hinweis schließt du das Heft kurz. Erkläre dir den Ansatz in eigenen Worten und versuche die Aufgabe erneut. Erst dann mit der Lösung vergleichen.

SELBSTKONTROLLE 1-3

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 1

Zur Last zählen auch Greifer, Adapter und Schläuche, und die zulässige Traglast hängt vom Schwerpunktabstand ab. Erst die Summe mit dem richtigen Schwerpunkt zeigt, ob der Roboter passt.

Aufgabe 2

Ein Körper im Raum hat sechs Freiheitsgrade: drei für die Position und drei für die Orientierung. Für jeden Freiheitsgrad braucht es mindestens eine Achse.

Aufgabe 3

Alle Punkte des Programms beziehen sich auf dieses Koordinatensystem. Wird nur das System neu eingemessen, verschieben sich alle Punkte mit - ohne jeden Punkt neu zu teachen.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

SELBSTKONTROLLE 4-6

Lösungen mit Begründung

Aufgabe 4

Bei PTP rechnet die Steuerung jede Achse für sich vom Start- zum Zielwinkel; die Bahn des TCP ergibt sich daraus und ist meist gekrümmt. Das Werkzeug kann seitlich ausweichen und an der Vorrichtung anstoßen. LIN führt den TCP dagegen auf einer definierten Geraden.

Aufgabe 5

Nur so weiß die Steuerung, ob das Teil wirklich angesaugt ist. Bei Leckage, schiefem Teil oder fehlendem Teil wird die Bewegung gestoppt, statt ein Teil zu verlieren.

Aufgabe 6

Im Schreck verkrampft die Hand häufig und drückt den Taster durch. Die dritte Stellung löst deshalb ebenfalls einen Stopp aus - Bewegung ist nur in der Mittelstellung erlaubt.

MEINE WIEDERHOLUNG

Welche Aufgabe war noch unsicher? Notiere den zugehörigen Begriff oder Rechenschritt. Wiederhole genau diesen Teil im Kapitel und löse die Aufgabe morgen ohne Vorlage erneut.

Begriffe & Weiterlernen

Industrieroboter

Automatisch gesteuerter, frei programmierbarer Mehrzweck-Manipulator mit drei oder mehr programmierbaren Achsen.

Knickarmroboter

Roboter mit hintereinander angeordneten Drehachsen, meist sechs, ähnlich einem menschlichen Arm.

SCARA-Roboter

Roboter mit meist vier Achsen, der in der Ebene schnell und nachgiebig, in senkrechter Richtung steif ist.

Cobot

Kollaborierender Roboter, der für die Zusammenarbeit mit Menschen in einem gemeinsamen Arbeitsraum ausgelegt ist.

Freiheitsgrad

Unabhängige Bewegungsmöglichkeit eines Körpers; im Raum gibt es drei Verschiebungen und drei Drehungen.

Singularität

Stellung eines Roboters, in der er einen Freiheitsgrad verliert, etwa wenn zwei Achsen fluchten (Achse 5 auf 0°) oder der Arm ganz gestreckt ist; die Achsstellung ist dann nicht eindeutig berechenbar.

Arbeitsraum

Raum, den ein Roboter mit Flansch oder Werkzeug erreichen kann.

Tool Center Point (TCP)

Arbeitspunkt des Robotergreifers oder -werkzeugs, auf den sich programmierte Positionen beziehen.

TCP-Vermessung

Ermitteln von Lage und Orientierung des TCP gegenüber dem Roboterflansch.

Kartesisches Verfahren

Handverfahren eines Roboters entlang X, Y, Z und um diese Achsen eines gewählten Koordinatensystems.

WEITERLESEN

Begriffe & Weiterlernen (Fortsetzung)

Teach-in

Programmierverfahren, bei dem Punkte mit dem Roboter angefahren und gespeichert werden.

Handbediengerät

Tragbares Bediengerät eines Roboters mit Display, Verfahrtasten, NOT-HALT und Zustimmungstaster.

PTP-Bewegung

Punkt-zu-Punkt-Bewegung, bei der alle Achsen gleichzeitig ihr Ziel erreichen; die Bahn des TCP ist nicht geradlinig.

LIN-Bewegung

Linearbewegung, bei der der TCP auf einer Geraden zum Zielpunkt fährt.

CIRC-Bewegung

Kreisbewegung, bei der der TCP über einen Hilfspunkt auf einem Kreisbogen zum Zielpunkt fährt.

Greifer

Endeffektor eines Roboters, der Teile durch Kraft-, Form- oder Saugwirkung hält.

Vakuumgreifer

Greifer, der Teile mit Unterdruck über Saugnäpfe hält.

Lastdaten

Masse und Schwerpunktlage von Werkzeug und Last, die in der Robotersteuerung hinterlegt werden.

Zustimmungstaster

Dreistufige Freigabetaste: Nur in der Mittelstellung ist Bewegung erlaubt, Loslassen und Durchdrücken stoppen. Nach dem Durchdrücken gibt erst ein erneutes Drücken aus der Ruhestellung frei.

Lichtvorhang

Optoelektronische Schutzeinrichtung, die ein Feld aus Lichtstrahlen überwacht und bei Unterbrechung ein Stoppsignal auslöst.

WEITERLESEN

Begriffe & Weiterlernen (Fortsetzung) (Fortsetzung)

Kollaborierender Betrieb

Betrieb, bei dem Mensch und Roboter mit besonderen Schutzmaßnahmen in einem gemeinsamen Arbeitsraum arbeiten.

Risikobeurteilung

Systematisches Ermitteln und Bewerten von Gefährdungen einer Maschine oder Anwendung mit Festlegung von Schutzmaßnahmen.

Auf LehrLynx weiterüben

- Robotik online lernen
- Robotik · Wissenscheck
- Arbeitsblatt erstellen
- Fachenglisch üben

Die zugehörigen Online-Seiten findest du über den Downloadbereich oder die Website-Suche. Dort lassen sich Fachbegriffe anklicken und Modelle selbst verändern.

KURZ ERKLÄREN STATT NUR WIEDERERKENNEN

Erkläre einen Begriff mit eigenem Beispiel. Sage anschließend, wo das Beispiel nicht mehr ausreicht. So prüfst du, ob du den Zusammenhang verstanden hast.

Meine Notizen
