



3. Auflage

Stefan Hesse

Kleines Lexikon der Industrierobotertechnik

REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK 208

Herausgegeben von

G. Brack, H. Fuchs, G. Paulin, R. Piegert, G. Schwarze und E.-G. Woschni

Kleines Lexikon der Industrierobotertechnik

Stefan Hesse

3., bearbeitete Auflage



VVB VERLAG TECHNIK BERLIN

Hesse, Stefan:

Kleines Lexikon der Industrierobotertechnik / Stefan Hesse. — 3., bearb. Aufl. — Berlin:

Verl. Technik, 1986. — 68 S.: 74 Bilder, 4 Taf. — (Reihe Automatisierungstechnik; 208)

NE: GT

ISSN 0484-3436 REIHE AUTOMATISIERUNGSTECHNIK (Berlin, DDR)

74 Bilder, 4 Tafeln

Federführender Herausgeber: *Rudolf Piegert*

Begutachtender Herausgeber: *Eugen-Georg Woschni*

3., bearbeitete Auflage

© VEB Verlag Technik, Berlin, 1986

Lizenz 201 · 370/177/86

Printed in the German Democratic Republic

Gesamtherstellung: Druckerei August Bebel Gotha

Lektor: *Jürgen Reichenbach*

Einbandgestaltung: *Kurt Beckert*

DK 621.83(033)

LSV 3043 · VT 3/5718-3

 Eingetragene Schutzmarke des Warenzeichenverbandes
Regelungstechnik e. V., Berlin

Bestellnummer 553 347 6

00480

Vorwort

Die stürmische Entwicklung auf dem Gebiet der Industrierobotertechnik, steigende Einsatzzahlen und die Anwendung von Robotern auch in unkonventionellen Bereichen zeigen, daß die hohen Erwartungen, die in die Roboter gesetzt wurden, sich immer mehr und besser erfüllen. Wenn auch der Sensoreinsatz hinter den Prognosen zurückgeblieben ist, so sind zum anderen die Möglichkeiten zur Montageautomatisierung mit Robotern beträchtlich besser geworden, denkt man nur an die Zahl der inzwischen nach dem SCARA-Prinzip entwickelten Waagerechtgelenkarme. Schleifen und Entgraten wiederum sind Problemfälle geblieben.

Die Planungen in vielen Ländern zeigen, daß der Industrieroboter unverzichtbarer Bestandteil moderner automatisierter Fertigung ist. In quantitativen Hochrechnungen wird die Meinung vertreten, daß zur Jahrtausendwende 10 bis 15 Millionen Industrieroboter auf der Erde im Einsatz sein könnten. Diese Entwicklung begründet auch das wachsende Interesse vieler, sich in die Begriffswelt dieses Fachgebietes einzuarbeiten. Um dem Rechnung zu tragen, wurde eine weitere Auflage nötig. Einige Begriffe wurden überarbeitet. Das Literaturverzeichnis wurde auf den aktuellen Stand gebracht.

Plauen

Der Verfasser

Hinweise zur Benutzung

1. Das Lexikon ist nach Stichwörtern alphabetisch geordnet.
Umlaute werden wie einfache Vokale behandelt.
2. Ein Pfeil (↑) weist darauf hin, daß das folgende Wort als Stichwort im Lexikon enthalten ist.
3. Besteht das Stichwort aus einem Adjektiv und einem Substantiv, so ist beim Substantiv nachzuschlagen, wie z. B. Steuerung, freiprogrammierbare, es sei denn, die andere Form ist sprachlich gebräuchlicher.
4. Für die sehr oft vorkommenden Wörter Industrieroboter und Handhabeobjekt wurden durchgängig die Abkürzungen IR und HHO verwendet.

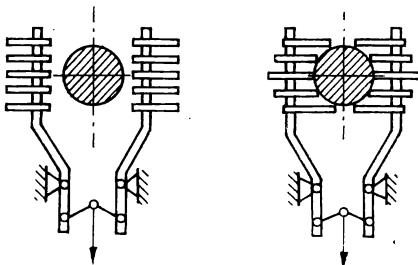
Hinweise auf Richtlinien (VDI; BRD) und Standards (TGL; DDR)

- TGL 10881 Hydraulik; Gerotormotor
TGL 24319 Werkzeugmaschinen mit numerischer Steuerung; Koordinatenachsen und Bewegungsrichtungen
TGL 28482 Werkstückflußaufgaben; Begriffe, Sinnbilder
TGL 30267 Industrieroboter; Sicherheitstechnische Forderungen
TGL 31900 Meßzahnstange und -ritzel; Begriffe, Abmessungen
TGL 34235 Inkrementaler Geber, rotatorisch
TGL 35500 Wälzschraubtriebe; Begriffe (TGL 38581-Muttern)
TGL 39506 Industrierobotertechnik; Greifer mit Parallelbewegung der Backen
TGL 39512 Zahnradgetriebe; Wellgetriebe, Einbausätze für Industrieroboter
VDI 2853 Sicherheitstechnische Anforderungen an Handhabungsgeräte
VDI 2860 Handhabungsfunktionen, Begriffe, Definitionen, Symbole
VDI 2861 Montage- und Handhabungstechnik; Achsenbezeichnungen, Kenngrößen
VDI 2863 Steuerung von Montage- und Handhabungseinrichtungen, einschließlich Industrieroboter
VDI 2864 Adressierung von Koordinaten und Funktionen bei der Programmierung von numerisch gesteuerten Handhabungssystemen

A

Abfahren einer Bahn. ↑Programmierverfahren mit Informationseingabe am Einsatzort des IR, bei dem ein ↑Effektor auf einer gewünschten Bewegungsbahn manuell geführt wird und dabei je ↑Bewegungsachse die Weg-Istpositionen automatisch abgespeichert werden (↑Teach-in-Programmierung, direkte). Für die Programmierung kann auch ein ↑Phantomroboter verwendet werden, oder die Verstellung des ↑Führungsgetriebes wird durch Bewegen eines Steuerknüppels erreicht.

Abformbacken. Teil eines ↑Zangengreifers, der in der Lage ist, sich der Kontur unterschiedlicher Werkstücke selbst anzupassen bzw. über solche technische Mittel verfügt, die es möglich machen, kurzzeitig die Werkstückkontur auf die Greiferbacken zu übertragen. Dazu zählen z. B. Backen aus niedrigschmelzenden Metallen, aus geschäumten Plastwerkstoffen, sich selbsteinstellende Stifte (s. Bild) oder Lamellen.



Abfragefrequenz ↑Positionsabfragefrequenz

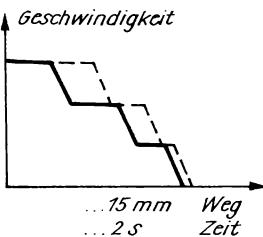
Ablagemuster ↑Werkstückordnung

Ablaufprogrammierung ↑Programmierverfahren mit manueller Informationseingabe am Einsatzort. Der Bewegungsablauf wird mit Befehlen programmiert, die die Antriebe für die ↑Bewegungssachsen und den ↑Greifer ansteuern sowie Informationen mit dem Prozeß austauschen. Die ↑Verfahrenswege werden mit Anschlägen oder Positionsgebern (Nocken, ↑Initiatoren) an den Achsen eingestellt und sind nicht Bestandteil des ↑Handhabeprogramms.

Ablaufsteuerung. Automatische Steuerung, bei der ein ↑Programmschritt erst dann

eingeleitet wird, wenn durch eine Rückmeldung die Ausführung aller ↑Befehle des vorangegangenen Schrittes funktionsmäßig festgestellt worden ist.

Abschaltkreis. Steuerung, bei der im offenen oder geschlossenen Wirkungsweg der Antrieb einer Bewegungseinheit abgeschaltet wird, wenn die Bewegung beendet werden soll. Beim offenen Wirkungsweg erfolgt keine Rückmeldung über den erreichten Bewegungszustand an die Steuerung. Beim geschlossenen Wirkungsweg wird über ↑Wegmeßsysteme die Istposition festgestellt und nach Auswertung der Soll-Ist-Differenz abgeschaltet. Beim gestuften A. wird die Geschwindigkeit in Stufen herabgesetzt (Bild).



Absolutkoordinaten sind die auf die Basis eines IR bezogenen Koordinaten. (vgl. ↑Armkoordinaten), auch Basiskoordinaten genannt.

Abstandssensor. Sensor, dessen Ausgangssignal eine Information über den Abstand des Sensors zu einem ausgewählten Objekt enthält. Sie dienen u. a. der definierten Annäherung des Greifers eines IR an ein Objekt oder zur Einhaltung eines definier-ten Abstandes, z. B. beim Lichtbogen-schweißen.

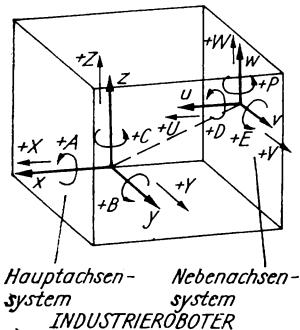
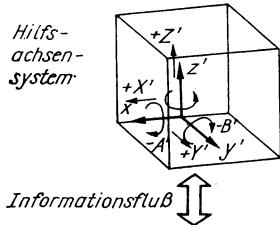
Abzweigen. Bewegen von HHO zum Auf-teilen eines Stromes derselben. Das A. ist eine besondere Form des ↑Weitergebens.

Achse ↑Bewegungssachse

Achsenbezeichnung. Die ↑Bewegungssachsen eines IR werden nach einem orthogonalen Rechtssystem in Anlehnung an [1] bis [3] bezeichnet. Zweckmäßigerweise wird zwischen Haupt-, Neben- und Hilfsachsen unter-schieden (Bild a). Die Hauptachsen reprä-

sentieren die ↑Grundbauart des IR und bestimmen im wesentlichen dessen ↑Arbeitsraum. Die Nebenachsen betreffen das Greifersystem und die Hilfsachsen die von der IR-Steuerung aus bedienten Bewegungsachsen in peripheren Einrichtungen (↑Peripherie). Die Hilfsachsen werden mit einem Indexstrich kenntlich gemacht. Somit gilt:

PERIPHERE EINRICHTUNG



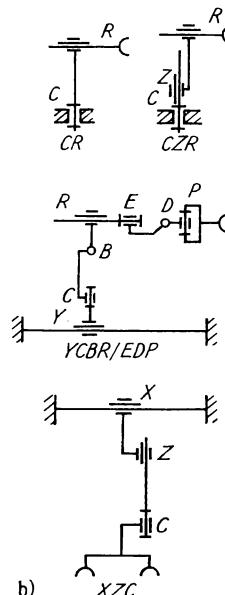
- a) A Drehbewegung um die x-Koordinatenachse
- B Drehbewegung um die y-Koordinatenachse
- C Drehbewegung um die z-Koordinatenachse
- D Drehbewegung um die u-Koordinatenachse; auch Drehen, Rollen (roll)
- E Drehbewegung um die v-Koordinatenachse; auch Neigen, Nicken (tilt)
- P Drehbewegung um die w-Koordinatenachse; auch als F-Achse bezeichnet; oft Schwenken, Gieren (yaw) genannt
- Q schwenkbare 1. Schubachse (Radialachse)
- R schwenkbare 2. Schubachse (Radialachse)
- U Schubbewegung in Richtung der u-Koordinatenachse, auch als Hinlangen (reach) bezeichnet

- V Schubbewegung in Richtung der v-Koordinatenachse, auch als Überstreichen (sweep) bezeichnet
- W Schubbewegung in Richtung der w-Koordinatenachse, auch als Heben (lift) bezeichnet
- X Schubbewegung in Richtung der x-Koordinatenachse
- Y Schubbewegung in Richtung der y-Koordinatenachse
- Z Schubbewegung in Richtung der z-Koordinatenachse

Für die Kurzbezeichnung der kinematischen Struktur kann wie folgt verfahren werden:

- Haupt- und Nebenachsen werden durch Schrägstrich getrennt,
- parallele Anordnungen werden in runde Klammern gesetzt,
- parallele Zweige werden durch Pluszeichen voneinander getrennt,
- Hilfsachsen werden in eckigen Klammern angehängt.

Anwendungsbeispiele zeigt das Bild b). Bei Wand- oder Deckenbefestigung ist die Bezeichnung sinngemäß mit gedrehtem Koordinatensystem vorzunehmen.



Achsregelkreis ↑Lageregelkreis, ↑Servoantrieb

Adreßbuchstaben. Für den Programmablauf an numerisch gesteuerten Handhabeeinrichtungen werden die A. in Anlehnung an den Programmaufbau für NC-Arbeitsmaschinen im allgemeinen mit folgenden Bedeutungen verwendet:

A, B, C, D, E, P, Q, R, U, V, W, X, Y, Z für ↑Achsenbezeichnungen, F Verfahrgeschwindigkeit bzw. Vorschub, G Weg- und Zeitbedingungen, I, J, K Interpolationsparameter, L Unterprogrammnummer, M Zusatzfunktion, N Satznummer und V Variablengenerierung.

Adresse. Eindeutige Bezeichnung für die Quelle, den Zielort, den Übertragungskanal und/oder den Speicherplatz einer Information. Für den Programmablauf numerisch gesteuerter ↑Handhabeeinrichtungen werden ↑Adreßbuchstaben verwendet. (vgl. ↑Programm, ↑Satz, ↑Wort)

Aktor (Aktuator). Einrichtung, über welche eine Bewegung ausgeführt wird, wie z. B. Stellglieder, Ausführungsorgane, Übertragungsglieder.

AL (assembly language). Höhere Sprache für IR, entwickelt auf der Basis der Sprache WAVE in Anlehnung an ALGOL vom Stanford Artificial Intelligence Laboratory (USA). Kennzeichen: Frame-Konzept, umfangreicher MOVE-Befehl mit Angabe zu Zwischenpunkten, Kraft- und Drehmomentsvorgaben, Überwachung der Bewegung mit Kraft- und Drehmomentsensoren, Synchronisation paralleler Prozesse.

ALFA (a language for automation). ↑Programmiersprache für IR, die vor allem für Transferaufgaben in den USA entwickelt wurde und über einen ↑Tracking-Befehl verfügt.

Algorithmus. Vorschrift, die einen Ablauf bis in alle Einzelheiten eindeutig festlegt, also genau angibt, welcher nächste Schritt auszuführen ist oder ob das Verfahren abgebrochen werden muß. Grundsätzlich kann jeder A. durch einen Rechenautomaten abgearbeitet werden.

Andrückvorrichtung. Externe, mitunter auch in den ↑Greifer eingegebene Einrichtung zum mechanischen Anpressen eines von einem IR gehandhabten Werkstücks gegen die Bestimmelemente einer Spanneinrichtung,

um eine spielfreie Anlage der Teile z. B. am Drehfuttergrund abzusichern, ehe der Spannvorgang (↑Spannen) erfolgt.

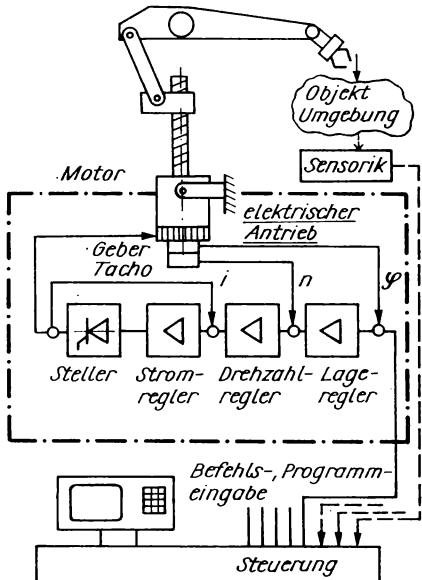
Anfahren und Speichern. ↑Programmierverfahren mit Informationseingabe am Einsatzort, bei dem zusätzlich zur ↑Ablaufprogrammierung auch Weginformationen in die Steuerung eingegeben werden. Die Bewegungen werden im Einrichtebetrieb durch Handsteuerung in der geforderten Aufeinanderfolge ausgeführt, und dabei werden Schritt für Schritt die Befehle und die Weg-Sollwerte gespeichert. Alle gesteuerten ↑Bewegungssachsen des IR müssen deshalb über ↑Wegmeßsysteme verfügen. Das Speichern kann manuell durch Einstellen auf einem Programmierfeld oder mit Hilfe eines ↑Teach-in-Tableaus (↑Teach-in-Programmierung, indirekte) erfolgen.

Anpaßprogramm, PMC-Programm. Programm, welches die Informationsverarbeitung betreffenden Funktionen einer ↑Anpaßsteuerung realisiert.

Anpaßsteuerung, -teil. Schaltung, die die in einer konkreten IR-Steuerung, insbesondere für die Kommunikation mit dem technologischen Prozeß, nicht enthaltenen Funktionen ergänzt. Das können sein: logische Verknüpfungen, wie die Ausgabe von Synchronisationssignalen an die Peripherie, Pegel- und Leistungsanpassung von Eingabe- und Ausgabesignalen, Zuordnung von Signalen zu Anschlüssen und von Variablen zu Befehlen. Einiges davon wird in Mikrorechnersteuerungen durch eine PMC (programmable machine control) realisiert.

Antrieb. Technisches System, das Energie einer bestimmten Erscheinungsform aufgabengemäß in mechanische Energie umwandelt, die in einer geforderten Bewegungsform in einem vorgegebenen Bewegungsraum zur Verfügung stehen muß. Für IR wurden bisher pneumatische A. zu 20 %, hydraulische zu 50 % und elektromechanische A. zu 30 % verwendet, mit denen translatorische oder rotatorische Bewegungen erzeugt werden. Hydraulische A. eignen sich besonders bei großen Handhabemassen für Beschickungsvorgänge, pneumatische A. sind schnell und werden vor

allem für ↑Einlegeeinrichtungen und ↑Greifer verwendet. Elektrische A. sind für ↑Verfahrensroboter gut geeignet. Sie bestehen z. B. aus einem Thyristor- oder Transistorsteller einschließlich Regler und eventuell erforderlichem Netztrafo sowie dem Gleichstromstellmotor mit angebautem ↑Tachogenerator und ↑Wegmeßsystem. Abtriebsseitig sind mechanische Umsetzungen (Bild) nachgeschaltet. A. können dezentral, also direkt an den Gelenken, angeordnet sein oder zentral, d. h. in Gestellnähe. Die Weiterleitung der Bewegungen muß dann mit mechanischen Mitteln (Seile, Ketten, Bänder, Stangen usw.) erfolgen. (s. a. ↑Drehwinkelmotor, hydraulischer; ↑Lineareinheit; ↑Plungerkolben; ↑Scheibenläufermotor; ↑Schrittmotor; ↑Servoantrieb).



Anwendersystem, auch -programm oder -software. Allgemeine Bezeichnung für die von einer Steuerung auszuführenden Arbeitsprogramme an einer technologischen Einheit. Im Sinne der Handhabetechnik ist ein Anwenderprogramm das in die Steuerung eingegebene Programm für den Arbeitsablauf der Handhabeeinrichtung (↑Handhabeprogramm). Zum A. gehören darüber hinaus auch Generierdaten (↑Generierung).

APAS (automatic programmable assembly system). Abkürzung für ein in den USA entwickeltes automatisches programmierbares Montagesystem mit modular aufgebauten Manipulatorarmen für Montagen nach dem Einzelplatz- oder Gleitmontageprinzip (s. a. ↑Montagelinie, ↑Montagezentrum).

Arbeitsbereich. ↑Arbeitsraum

Arbeitsorgan. Bestandteil des arbeitenden IR zwischen ↑Führungsgetriebe und HHO zum Ausführen verschiedener Operationen. A. sind z. B. ↑Greifer, Werkzeuge und spezielle Einrichtungen zum Schleifen, Nieten, Schrauben, Schweißen, Spritzen usw. (s. a. ↑Effektor).

Arbeitsplatzanalyse. Untersuchung, die Auskunft geben soll, ob der Einsatz eines IR am gegebenen Arbeitsplatz in technisch-wirtschaftlicher Hinsicht oder aus sozialen Gesichtspunkten sinnvoll ist (Grobanalyse). Weiterhin soll die Erfassung aller für die Einsatzplanung relevanten Einflußgrößen sichergestellt werden (Detailanalyse). Die A. erstreckt sich auf die Bereiche Kennzeichnung des Arbeitsplatzes, organisatorisch-wirtschaftliche Daten, HHO, Fertigungseinrichtung, Handhabablauf, Kontrolle, Bearbeitungsfolge und Arbeitsbedingungen.

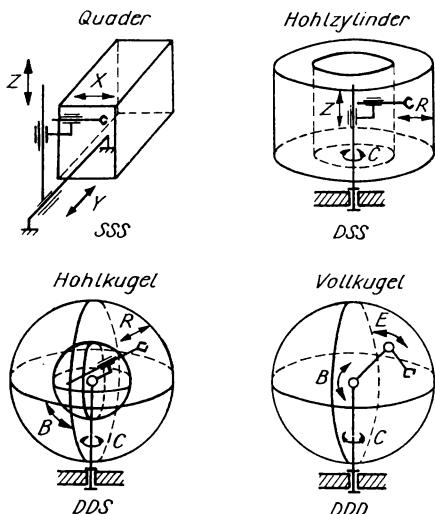
Für die Datenerfassung haben sich vorbereitete Fragebogen bewährt [4] bis [7].

Arbeitsposition sind alle Positionen innerhalb eines ↑Bewegungszyklus und des ↑Arbeitsraumes, die im Sinne der Arbeitsaufgabe punktuell (z. B. Punktschweißen) oder linear (z. B. Farbspritzen) gebraucht werden. (s. a. ↑Umlenkposition, ↑Warteposition)

Arbeitsprogramm. Gesamtheit von Anweisungen zur Ausführung einer Operationskette; besser ↑Anwendersystem genannt.

Arbeitsraum. Raum, in dem das ↑Arbeitsorgan eines IR arbeiten kann. Der A. wird durch die Bewegungsbahn zwischen den Endpunkten aller möglichen translatorischen und rotatorischen Bewegungen (S Schieben, D Drehen) des ↑Greifers bestimmt (Bild). Bei mehr als drei steuerbaren ↑Bewegungssachsen in der Grundbauart können

auch noch andersartigere A. entstehen. Solche Systeme können dann kinematisch überbestimmt sein, d. h., die Punkte innerhalb ihres A. lassen sich durch verschiedene Bewegungsfolgen erreichen (↑Überbestimmtheit). Sie eignen sich besonders für komplizierte Aufgaben oder werden in der Montage eingesetzt. (s. a. ↑Bewegungsraum, ↑Gefährdungsraum)



Arbeitssicherheit. Gewährleistung eines Zustandes, in dem der Mensch vor Unfällen, Berufskrankheiten und sonstigen berufsbedingten Schäden geschützt ist. Beim Einsatz von IR bezieht sich die A. vor allem auf folgende Aspekte: unkomplizierte Umstellbarkeit, hohe Betriebssicherheit, einfache Wartung und Instandhaltung, einfache Programmierung, leichte Erkennbarkeit von Störungsursachen (↑Diagnoseprogramm) und gefahrloses Eingreifen bei Kollisions- und Havariefällen. Gefährdete Personengruppen sind je nach ↑Betriebsart Bedien- bzw. Überwachungspersonal und Beschäftigte an Nachbararbeitsplätzen bei ↑Automatikbetrieb sowie Programmierer, Einrichter und Instandhalter, wenn sie ihre Tätigkeit innerhalb des ↑Gefährdungsraumes ausführen müssen. (s. a. ↑Schutzhülle)

Armkoordinaten beschreiben die Stellungen der ↑Bewegungssachsen (Gelenkwinkel, Verfahrweg). Durch eine ↑Koordinatentransformation lassen sich aus ↑Absolutkoordinaten

definierten Zuständen der Hand entsprechende A. zuordnen und umgekehrt. (s. a. ↑Gelenkkoordinaten)

Array ↑Fotodiodenarray

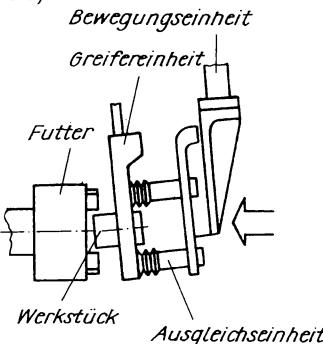
ATS. Abk. für automatisiertes Transportsystem, wie z. B. ↑Flurförderzeug, fahrerloses.

Auge-Hand-Koordination. Führen eines ↑Effektors unter Verwendung von Steuersignalen, die ein visuelles ↑Erkennungssystem z. B. zur Lage- und Objekterkennung liefert. Werden Greifer und „künstliches Auge“ zu einer Baueinheit vereint, so erhält man die besonders für Montageoperationen günstige „sehende Hand“ (Auge-Hand-System).

Aufnehmen ist formschlüssiges Sichern von Position und Orientierung eines HHO gegen mindestens einen Freiheitsgrad. (s. a. ↑Halten, ↑Spannen)

Ausgeben. Herausbewegen von HHO aus der Wirkzone technischer Einrichtungen. Das A. kann im einfachsten Fall durch Schwerkraft erfolgen. Beim A. mit IR kann bei großen Formänderungen des HHO während des Arbeitsprozesses ein anderer ↑Greifer erforderlich werden als beim ↑Eingeben. (s. a. ↑Greifteilefamilie)

Ausgleichseinheit. Um Überbeanspruchungen eines Roboterarmes beim ↑Eingeben von HHO in Spannstellen infolge fehlender Nachgiebigkeit des ↑Führungsgelenkes zu vermeiden, werden bestimmte Glieder des ↑Greifers elastisch ausgebildet oder sich selbst einstellende A. [4] mit sphärischen und anderen Lagerungen verwendet (s. Bild).



Überlastungen können sich aus den Abweichungen bei der Positionierung des Greifers relativ zum zu greifenden Teil bzw. des gegriffenen Teils relativ zu seiner Aufnahme (z. B. Spannfutter) ergeben.

Auslegerindustrieroboter. Bezeichnung für einen freistehenden Ständerroboter, der im allgemeinen die Grundstruktur SSS aufweist und seinen Greifarm waagerecht ausfährt.

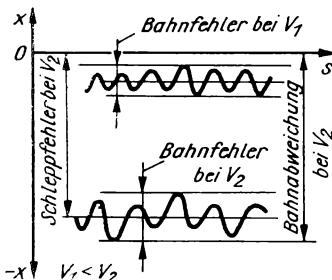
Ausschwingzeit ist die Zeit, die ein IR benötigt, bis die Amplitude der Schwingungen des HHO nach dem Anfahren einer Zielposition einen bestimmten Betrag nicht mehr überschreitet. Die Angabe dieser Prüfgröße muß für definierte Bewegungsgrößen, eine bestimmte Position des **Arbeitsorgans** und für jede **Bewegungsachse** getrennt erfolgen [9].

Automatikbetrieb. **↑Betriebsart** einer Steuerung, bei der das angewählte **↑Programm** komplett automatisch abgearbeitet wird. Unterbrechungen mit anschließender Programmkorrektur sind im allgemeinen möglich.

AUTOPASS (automated parts assembly system). In einer Untermenge von PL/1 eingebettete höhere Programmiersprache für IR für eine montagespezifische **↑Programmierung**; integriertes Umweltmodell mit Geometrie-Design-Prozessor.

B

Bahnabweichung. Mögliche Abweichung der tatsächlichen Bewegungsbahn des **↑Arbeitsorgans** eines IR von der programmierten Sollbahn. Neben anderen Parametern hat



die **↑Verfahrgeschwindigkeit** wesentlichen Einfluß auf die B. Die Zusammenhänge sind im Bild prinzipiell dargestellt [9].

Bahnfehler eines IR ist die Summe der maximalen Beträge der positiven und negativen Abweichung der Istbahn von der mittleren Istbahn [9].

Bahnprogramm. **↑Programm** für eine Bewegung entlang einer Bahn in mindestens zwei funktionell voneinander abhängigen **↑Bewegungsachsen**. (s. a. **↑Bahnsteuerung**)

Bahnsteuerung. Steuern der Bewegung von zwei oder mehr Bewegungssachsen eines IR mit einem von der Steuerung verwirklichten funktionellen Zusammenhang. B. werden als numerische Steuerungen realisiert. Ihr Einsatz erfolgt vorzugsweise bei Drehgelenkrobotern für Beschickungs-, Bearbeitungs- und Montageaufgaben. B. lassen sich nach der Art der Führungsgrößenerzeugung unterteilen in:

- Führungsgrößenerzeugung mit Hilfe einer durch einen Programmierlauf ermittelten Sollwertfolge (**↑Abfahren einer Bahn**)
- Führungsgrößenerzeugung durch Interpolation einer Raumkurve mit einem **↑Interpolator** dessen charakteristische Werte in die Steuerung eingegeben und abgespeichert wurden.

Funktionale Zusammenhänge ergeben sich aus den auszuführenden Bearbeitungsverfahren. Bei IR, die die Bearbeitungsverfahren Entgraten und Lichtbogenschweißen ausführen, ist es erforderlich, neben der Position auch die Orientierung des Werkzeugs im **↑Arbeitsraum** nach vorgegebenen programmierten Anweisungen einzustellen. (s. a. **↑Punktsteuerung**, **↑Vielpunktsteuerung**)

Bahnstützpunkt. Charakteristischer programmiertes Punkt einer Bewegungsbahn, der als Weg- bzw. Winkelsollwert Bestandteil des Handhabeprogramms ist. B. sind wesentliches Element zur Beschreibung der **↑Robotertrajektorien**, insbesondere bei Bahnsteuerung.

Bahnverfolgung. Sensorgeführtes Nachfahren einer Bahn als besondere Form der Bahnsteuerung. Beim Lichtbogenschweißen

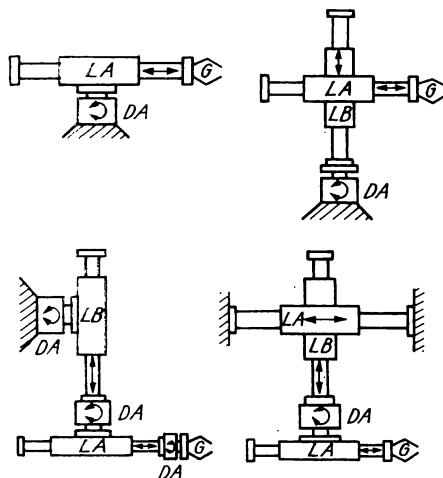
kann die Schweißfuge wegen Werkstücktoleranzen, Wärmedehnungen und Vorrichtungsfehlern nicht genau programmiert werden. Man gibt deshalb Bahnpunkte grob vor, während die Feinpositionierung durch Sensorsignale bewirkt wird. Neben dem Verfolgen der Schweißfuge müssen auch Anfang und Ende der Naht automatisch festgestellt werden (s. a. ↑Positioniersensor).

Balancer ↑Lastarmmanipulator

Bauart ↑Grundbauart

Baukastenbauweise. Die Zuordnung von Grundfunktionen zu einzelnen Elementen bzw. Baugruppen (↑Lineareinheit; ↑Greifer; ↑Dreheinheit) ermöglicht Bauvarianten für IR, die vorgesehenen Einsatzzwecken entsprechen. Wie das Bild zeigt, lassen sich nicht nur mit wenigen Baueinheiten eine Vielzahl von Kombinationen erreichen, sondern auch verschiedene Ausbaustufen, die von der einfachen Beschickungseinrichtung bis zum freiprogrammierbaren IR reichen.

Im Bild bedeuten: LA Lineareinheit für waagerechte und LB für senkrechte Verwendung; DA Schwenkeinheit; G Greifer.



Baukastengreifer. Bauform eines ↑Greifers, bei dem die einzelnen Bewegungseinheiten selbstständig sind und beliebig miteinander und mit anderen Einheiten kombiniert werden können. Bauraum und Masse sind

größer als bei ↑Kompaktgreifern. Der Vorteil der B. liegt in ihrer einfachen und schnellen Anpassung an unterschiedliche ↑Handhaberaufgaben.

Baukastenprinzip. Gestaltungsprinzip der Systemsynthese, das darin besteht, aus einem gegebenen Repertoire von Elementen mit definierten Teifunktionen zahlreiche verschiedene Systeme mit unterschiedlicher Gesamtfunktion dadurch herzustellen, daß die Elemente in unterschiedlicher Auswahl und in verschiedenartigen Relationen kombinatorisch verknüpft werden. (s. a. ↑Baukastenbauweise)

Baukastensystem. Repertoire von Elementen, das für die Anwendung des ↑Baukastenprinzips erforderlich ist. (s. a. ↑Baukastenbauweise)

Bandinductosyn ↑Inductosyn

Bedienkomfort. Aussage über die Übersichtlichkeit, Zweckmäßigkeit und Zugänglichkeit der für den Betrieb eines IR notwendigen Bedienelemente und Armaturen, wie Start-Stop-Taster, Not-Aus-Taster, Beschriftung, Kontrolleuchten, Vorhandensein eines Bildschirmes mit Klartextanzeige u. ä. (s. a. ↑Programmierkomfort)

Bedientableau. Beim IR im allgemeinen das ↑Teach-in-Tableau, auch Bedientafel.

Bedienungsfeld. Zusammenfassung von Handbedienungs- und Anzeigeeinrichtungen usw., die von der Person benutzt werden, die einen IR bedient.

Befehl. Anweisungsform des Menschen an einen Automaten zur Ausführung einer Operation; in der IR-Technik zur Ausführung einer Operation am IR bzw. im technologischen Prozeß. Der B. ist Bestandteil des Handhabeprogramms.

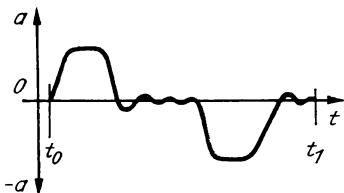
Befehlszykluszeit. Durchschnittliche Zeit für die Abarbeitung eines Befehls. Die B. charakterisiert u. a. die Leistungsfähigkeit einer Rechnersteuerung.

Beschicken. Allgemeine zusammenfassende Bezeichnung für alle Vorgänge, die sowohl die ↑Werkstückhandhabung an Fertigungseinrichtungen betreffen, wie z. B. das lage-

gerechte ↑Eingeben von Teilen in eine Spannvorrichtung als auch das Bewegen der Werkstücke zwischen diesen; Unterbegriff des ↑Handhabens.

Beschickungsroboter. IR, der die zur Erfüllung von Arbeitsoperationen notwendigen Werkstückhandhabungen ausführt, wie ↑Eingeben, ↑Ausgeben, ↑Weitergeben usw. Ihr ↑Bewegungszyklus ist oft gleichbleibend, es ändern sich lediglich die Anzahl der Schritte und die Lage der Endpunkte. Handhabevorgänge werden z. B. durch B. an spanenden und umformenden Werkzeugmaschinen, Druckgieß- und Plastspritzgießmaschinen, Keramikpressen u. a. ausgeführt.

Beschleunigungsverhalten eines IR charakterisiert den Verlauf der Beschleunigung a (Bild) vom Verlassen der Startposition zum Zeitpunkt t_0 bis zum Erreichen der Zielposition zum Zeitpunkt t_1 . Die mittlere Beschleunigung ist der Quotient aus der am Ende der Beschleunigungsphase erreichten Geschwindigkeit und der dazu benötigten Zeit.



Betriebsart. Durch Bedienhandlungen an der Steuerung, z. B. Wahlschalterstellung, wählbarer Arbeitszustand eines IR. B. sind Hand-, Automatik-, Programmier- und Diagnosebetrieb. Der Mindestumfang umfasst Einrichten (Handbetrieb) und Automatik.

Betriebssystem. Aufeinander abgestimmtes System von ↑Programmen, das den Ablauf der Arbeit eines Rechners steuert. Je nach Variante und Rechnertyp organisiert das B. z. B. die Ein- und Ausgaben, verknüpft die peripheren Geräte mit dem Rechner und löst die Verbindung wieder, wenn die verlangte Operation abgeschlossen ist, ändert selbständig ↑Adressen, führt Kontrollen durch und gibt Fehlermeldungen, transportiert Daten und verwaltet sie.

Beugefinger ↑Fingergreifer

Bewegen bezeichnet in der Handhabetechnik einen elementaren Vorgang zur Veränderung der Richtung eines HHO (Drehlage), der Position eines HHO (Ort), aber auch zum Verändern von Mengen (↑Zuteilen, ↑Zusammenführen).

Beweglichkeitsgrad. ↑Getriebefreiheitsgrad

Bewegungssachse. Möglichkeit des ↑Führungsgtriebes und des ↑Arbeitsorgans, eine Bewegung in einer bestimmten Richtung ausführen zu können. Die Anzahl der B. ist im allgemeinen identisch mit der Anzahl der selbständigen, voneinander unabhängigen Schub- und Drehantriebe. Sie dient zur Erzeugung definierter Bewegungen zum Positionieren und Orientieren eines ↑Effektors. Hilfsbewegungen z. B. für das Spannen und Pendeln (↑Pendeleinrichtung) werden nicht zu den B. gezählt. (s. a. ↑Achsenbezeichnung)

Bewegungsbedingungen sind wichtiger Grundbestandteil von ↑Handhabeprogrammen und beinhalten Vorgaben für die Bewegungsgeschwindigkeit, das Bewegungsverhalten während des Anfahrens und Positionierens, die Bewegungsabhängigkeit in den ↑Bewegungssachsen sowie Interpolationsbedingungen u. ä. Die B. sollen ein stabiles und optimiertes Bewegungsverhalten sicherstellen und spezielle Bewegungsbahnen gewährleisten.

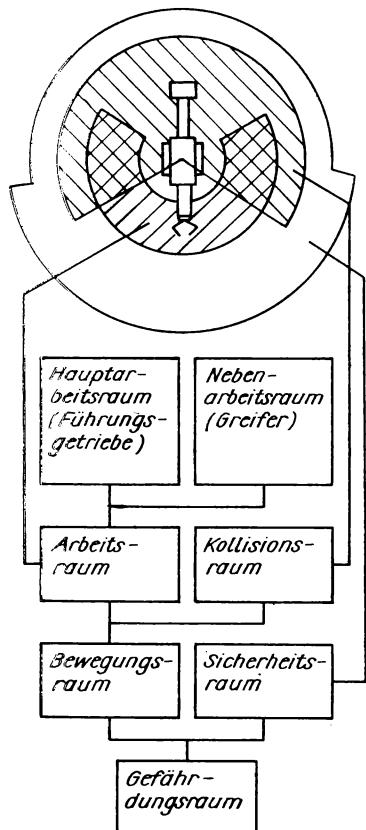
Bewegungskraft ist die Kraft, die ein IR für Bearbeitungs- oder Fügevorgänge aufbringen kann.

Bewegungsprogramm. ↑Handhabeprogramm, das die Anweisungen für die Bewegungssteuerung enthält. Diese verarbeitet die Bewegungsinformationen des B. und die aktuellen Wegpositionen in Steuerinformationen für die Antriebssteller.

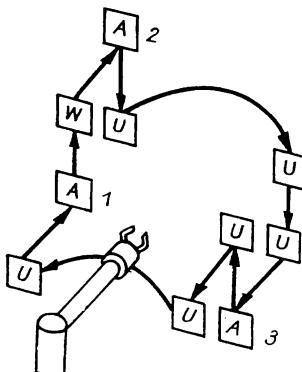
Bewegungsraum eines IR besteht aus dem ↑Arbeits- und ↑Kollisionsraum, die beide durch die Abmessungen des IR und der gewählten kinematischen Struktur bestimmt werden (Bild). Beim Abfahren einer definierten Bewegungsfolge entsteht der programmierte B., der gleich oder kleiner als

der gerätespezifische Arbeitsraum ist und sich von Aufgabe zu Aufgabe ändern kann.

auf (*Suchprogramm). (s. a. ↑Geschwindigkeitsverhalten, ↑Taktzeit)



Bewegungszyklus. Gesamtheit der translatorischen und/oder rotatorischen Bewegungen und die einzunehmenden Positionen des IR zur Durchführung einer bestimmten, in sich abgeschlossenen Bewegungsfolge einschließlich der Rückführung des ↑Greifers in die Ausgangsstellung. Der B. ist in erster Linie von der technologischen Aufgabenstellung abhängig. Weiterhin beeinflussen HHO, technologische Ausrüstungen, Umgebungsbedingungen und das ↑Führungsgetriebe des IR den B. Innerhalb eines B. sind vom IR Arbeitspositionen (A) (1 Aufnehmen, 2 Eingeben/Herausnehmen, 3 Ablegen), Wartepositionen (W) und Umlenkpositionen (U) anzufahren (Bild). Suchpositionen treten bei sensorgeführten IR



Biegeverlagerung ist bei einem IR die Verschiebung des ↑Arbeitsorgans infolge der Formänderung der stabförmigen Bauteile unter dem Einfluß von Querkräften bzw. Biegemomenten. Sie wird für die ungünstigste Stellung des Arbeitsorgans angegeben. (s. a. ↑Greiferverlagerung)

Bildsensor. ↑Sensor, optischer

Bio-Hand. Funktionelle technische Nachbildung der menschlichen Hand, die durch myoelektrische Ströme gesteuert werden kann und als Handprothese, gegebenenfalls auch als ↑Manipulator verwendet wird.

Bit (binary digit). Bezeichnung für eine einzelne Stelle eines Binärwortes. Die Klein schreibung „bit“ wird vorgenommen, wenn die Anzahl der zur Informationsdarstellung verwendeten oder benötigten Binärstellen gekennzeichnet werden soll (1024 bit = 1 Kbit).

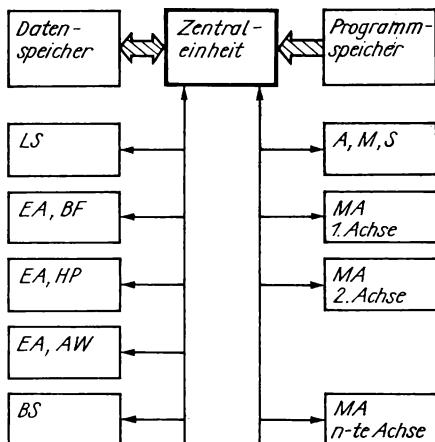
Bunkern. Zeitweiliges Aufbewahren (↑Speichern) von ungeordneten HHO.

Bus. Sammelleitungen für den Datenaustausch in einer Rechnersteuerung, an die mehrere Funktionseinheiten gleichzeitig angeschlossen sind. Die digital dargestellten Informationen werden im Zeitmultiplexverfahren (↑Multiplexer) über dieselben Leitungen übertragen. Die Übertragung von Daten wird als ↑Datenbus bezeichnet, die von ↑Adressen als Adressbus. Datentransport in beliebiger Richtung nennt man bidirektional.

C

CCD-Array (charge coupled device). Ladungsgekoppelter Halbleiter-Bildflächen-sensor mit hohem Bildauflösungsvermögen. Die Bildinformation der Fotodioden wird seriell über eine Ausgabeleitung ausgegeben (Zeilen-, Halbbild-, Vollbildübertragung). (s. a. ↑Fotodiodenarray)

CNC (computerized numerical control). ↑Numerische Steuerung, die in ihrem Aufbau Elemente der Computertechnik enthält. Charakteristisch ist, daß auch ein Informationsfluß von der ↑Handhabeeinrichtung zum Rechner erfolgt. Die Komponenten einer CNC für einen freiprogrammierbaren Punktschweißroboter mit n ↑Bewegungssachsen werden im Bild an einem Beispiel dargestellt.



A digitale Ausgabe; AW Anwender; BF Bedienfeld; BS Bedienblattschreiber; EA digitale Ein-/Ausgabe; HP Handbedien-/Programmiergerät; LS Lochstreifenleser, -stanzer; M Magnetbremsen; MA Mefkkreis und Ansteuerung; S Schweißsteuerung

Computerinterface. ↑Interface, über den ein IR von einem übergeordneten Rechner gesteuert und überwacht werden kann.

CP (continuous path). Abkürzung für ↑Bahnsteuerung

D

Dämpfer. Einrichtung zum Abbremsen von Bewegungen am Hubende von hydraulischen und pneumatischen Arbeitszylindern

bzw. von diesen angetriebene Glieder des ↑Führungsgetriebes eines IR. Die D. können in die Arbeitszylinder eingebaut oder als separates Bauteil in Form eines Industriestofdämpfers angebaut sein.

Datenbus. ↑Bus zur bitparallelen Übertragung von Daten (Befehle, Operanden) zwischen Verarbeitungseinheit, Speichern, Ausgabe- und sonstigen peripheren Einheiten.

Datenreduktion. Verringerung des Datenumfangs, z. B. eines Binärbildes, durch Extraktion relevanter Informationen mit Hilfe spezieller Schaltungen und Programme.

DCS (diagnostic communication system). Abk. für Diagnosesystem; ↑Diagnoseprogramm.

Demultiplexer. Einrichtung, die in Umkehrung des Prinzips eines ↑Multiplexers seriell übertragene Inputs in Übereinstimmung mit einem festgelegten Sortierprinzip wieder in mehreren Outputs bereitstellt.

Diagnose. 1. Ermittlung einer Fehlerursache nach einer aufgetretenen Störung. Zur Zustandserfassung gehören Rückmeldungen von Meßsystemen sowie Stellgliedern. Um auf die Fehlerursache schließen zu können, muß über die Kennwerte und über das Ergebnis von deren Verknüpfung einiges bekannt sein. Durch logisches Verknüpfen der Meßgrößen und den Vergleich mit vorgegebenen Sollzuständen ist eine Diagnoseeinheit in der Lage, eine Fehlerursache zu ermitteln, näher zu spezifizieren, zu lokalisieren, anzuzeigen und/oder zu signalisieren.

2. Betriebsart einer IR-Steuerung, die das Aufrufen von Testroutinen zur Fehlerlokalisierung bzw. zur Überprüfung der Steuerung mittels einer ↑Serviceeinheit ermöglicht. (s. a. ↑Diagnosesystem, ↑Einschaltdiagnose)

Diagnoseprogramm. Spezielles Steuerprogramm, das vom Betreiber oder Servicepersonal durch Bedienhandlung gestartet wird und zur gezielten Fehlerermittlung dient. Bedienhandlungen und Fehlerkode sind im Diagnosehandbuch enthalten. D. können auf z. B. EPROM, Diskette enthal-

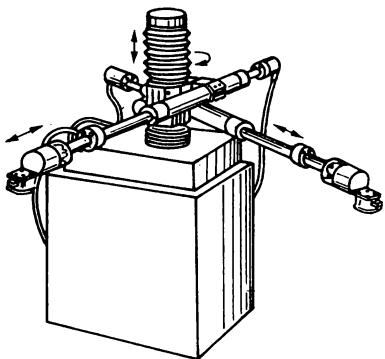
ten sein und bei Erfordernis in die Steuerung eingegeben werden (s. a. [↑]Diagnose).

Diskette. [↑]Folienspeicher

Display. Ausgabeeinheit für Informationen an den Bediener bzw. Programmierer eines IR auf der Grundlage eines Bildschirms.

DNC (direct numerical control). Abk. für direkte NC-Steuerung; Konzept einer gleichzeitigen automatischen Steuerung von mehreren NC-Maschinen, bei der ein Rechner zur Steuerung die Werte der Führungsgröße für die untergeordneten Regelungen errechnet bzw. vorgibt. Der Rechner übernimmt dabei die NC-Bearbeitungsprogrammverwaltung und -verteilung für eine Anzahl von NC-Einzelmaschinen, wobei das Eingabelochband an deren [↑]Numerischer Steuerung entfällt.

Doppelarmmanipulator. [↑]Manipulator mit zwei kompletten, im Winkel zueinander eingestellten Armen, die beide gemeinsam schwenken (s. Bild). Der D. kann somit an zwei Arbeitsstellen, deren Abstand mit dem der [↑]Greifer übereinstimmen muß, gleichzeitig arbeiten. Solche D. eignen sich besonders für kurzzyklische Abläufe, wie z. B. in der Umformtechnik.



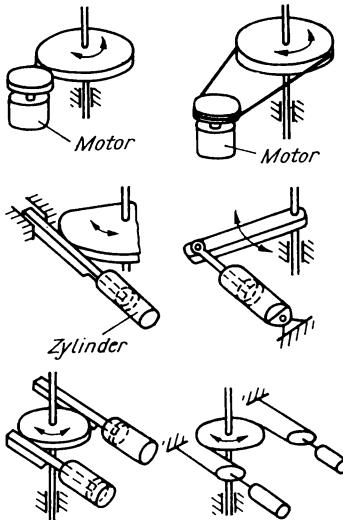
Der D. kann aber auch aus unabhängig voneinander bewegbaren Einzelarmen bestehen, die z. B. kooperativ eine Montageaufgabe erfüllen.

Doppelgreifer besteht aus zwei unabhängig voneinander zu betätigenden [↑]Greifern, die mitunter auch rotatorisch (Doppelwendegreifer) oder translatorisch ihre Positionen

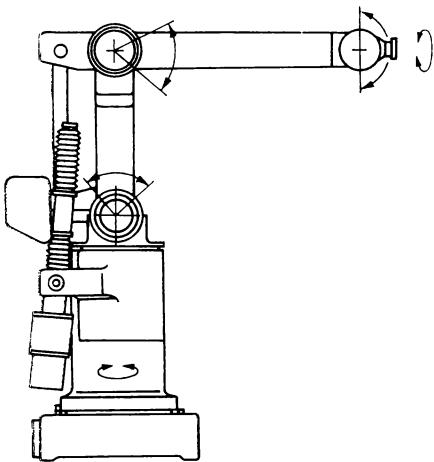
tauschen können. Der D. kann Nebenzeiten verkürzen, weil er mit einem Greifer bereits das neue Rohteil mitbringt, wenn er ein Fertigteile abholt. Der Werkstückwechsel erfolgt in kurzer Zeit ohne große Veränderung der Position des IR.

Drehen. Bewegen von HHO in eine neue Lage, um eine Achse senkrecht zur projizierten Grundfläche des HHO und innerhalb dieser.

Dreheinheit ist Teil des [↑]Führungsgetriebes eines IR mit Drehgelenkachsen und erzeugt eine rotatorische Bewegung. Sie übernimmt gewöhnlich Tragfunktionen für andere IR-Baueinheiten. Der Antrieb kann direkt erfolgen, z. B. durch Elektromotor, hydraulische und pneumatische [↑]Drehwinkelmotoren, erforderlichenfalls über mechanische Getriebe oder indirekt durch lineare Antriebe und zusätzliche Bewegungsumwandlung (s. Bild). (s. a. [↑]Lineareinheit)

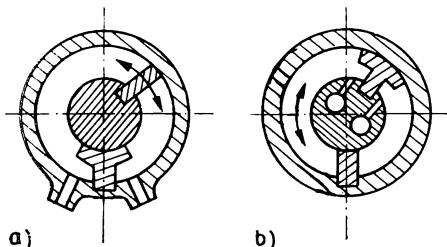


Drehgelenkroboter (Gelenkroboter). IR, dessen Kopplungsstellen zwischen den einzelnen Baugruppen überwiegend als Drehgelenke ausgebildet sind (Bild). Drehachsen anstelle Schubachsen lassen menschenähnlichere Bewegungen zu, z. B. beim Farbspritzen und Lichtbogenschweißen. D. weisen einen großen Aktionsraum auf und ein günstiges Verhältnis zwischen Arbeits- und Bauraum.



Drehmelder. ↑Resolver

Drehwinkelmotor, hydraulischer. Druckstromverbraucher mit begrenztem Drehwinkel <360° zur direkten Erzeugung von Winkelbewegungen einzelner Bauteile gegeneinander (Bild a: Druckstromzuführung durch das Gehäuse; b: Druckstromzuführung durch den Drehzapfen). Der D. kann als Kopplungselement zwischen Lineareinheiten bzw. direkt als Gelenk zwischen Verbindungselementen (Ständer) eingesetzt werden. Die Größe des Schwenkwinkels ergibt sich aus konstruktiven Gegebenheiten. Alle Positionen lassen sich gebremst anfahren. Werden ↑Wegmeßsysteme angekoppelt, so lassen sich beliebig viele Zwischenpositionen anfahren. Bei einem D. kann der Drehkolben z. B. einen Drehwinkel von 250° erreichen.



DRELOBA-Steuerung ↑Steuerung, pneumatische

E

Effektor. Bezeichnung für ein „Erfolgsorgan“; Begriff für diejenige Teilkomponente eines IR, mit der auf HHO oder die Umgebung unmittelbar eingewirkt werden kann und die deshalb auch als „Wirkorgan“ bezeichnet wird. (s. a. ↑Arbeitsorgan, ↑Greifer)

Effektorführungssystem. ↑Führungsgetriebe

Eingabefeinheit. Kleinster numerischer Programmierschritt, d. h. die kleinste unterscheidbare (Meß)-Einheit, die in eine Steuerung als Sollwert eingegeben werden kann.

Eingeben. Hineinbewegen von HHO in die ↑Wirkstelle technischer Einrichtungen. In der Umformtechnik wird dafür häufig der Begriff „Zuführen“ verwendet.

Einlegeeinrichtung. Einrichtung zur ↑Werkstückhandhabung, die vorgegebene ↑Bewegungszyklen nach einem festen Programm abfährt und meistens mit einem ↑Greifer ausgerüstet ist. Die Hübe sind in geringen Grenzen verstellbar. E. sind vor allem für große Serien geeignet. Synonyme Bezeichnungen für E. sind: Einfachmanipulator, ↑Pick-and-Place, Beschickungseinrichtung, ↑Ladeportal.

Einsatzvorbereitung bezeichnet im engeren Sinne eine Vorbereitungsphase, in der Entwicklung und Bau aller Einrichtungen, die eine Fertigungseinrichtung und den IR zu einem IR-Arbeitsplatz ergänzen, vorgenommen werden. Im allgemeinen Sprachgebrauch werden jedoch häufig damit alle dem IR-Einsatz vorauslaufenden Aktivitäten gemeint, wie ↑Prozeß-, ↑Werkstück- und ↑Arbeitsplatzanalysen, Planung, Arbeitsplatzgestaltung, technologische Vorbereitung, robotergerechte Erzeugnisgestaltung, Qualifizierung von Mitarbeitern, Nutzenvorausberechnungen u. ä. [8; 9]. Bei der Auswahl von Arbeitstätigkeiten für einen IR-Einsatz haben sich drei Wege bewährt:

- Analyse von Prozessen, Verfahren, Erzeugnissen und Arbeitsplätzen, um geeignete Einsatzfälle zu erkennen;
- Rekonstruktion von Prozeßabschnitten, gegebenenfalls Einführung neuer Tech-

nologien und konstruktive Neugestaltung von Erzeugnissen und Teilen, um die Eignung für die IR-Technik herbeizuführen, und

- Übertragung bereits bewährter Einsatzfälle, wenn analoge technische, technologische und organisatorische Bedingungen vorliegen.

Einschaltdiagnose. Spezielle Diagnose, die beim Einschalten einer Steuerung selbsttätig (on line) abläuft, wobei mittels entsprechender Steuerprogramme Bauelemente, Bausteine usw. auf ordnungsgemäße Funktion getestet werden. Erst nach Feststellung der Fehlerfreiheit können Bedienhandlungen ausgeführt, z. B. der IR in Betrieb genommen werden. Beispiele: Speichertest, Test auf Programmerhalt, Test der Eingabe-/Ausgabeeinheiten, Test des Bedientableaus oder von Verbindungsleitungen.

Einzweckroboter. Bezeichnung für einen IR, der prozeßspezifisch ausgelegt wurde und nur für den vorgesehenen Zweck einsetzbar ist. Der E. weist häufig eine Sonderbaufom auf.

(s. a. ↑Industrieroboter, prozeßspezifisch; vgl. ↑Mehrzweckroboter)

Eiserne Hand. Alte Bezeichnung für einen einfachen, meist maschinenintegrierten ↑Manipulator (s. Bild), der vor allem in der

Umformtechnik zum Eingeben und Entnehmen von Blechteilen verwendet wird. Die Greiferbacken sind gewöhnlich auswechselbar und die Endlagen des Bewegungsvorganges einstellbar.

Endeffektor. ↑Effektor, der sich an der der Gestellbefestigung am weitesten entfernten Stelle einer offenen ↑kinematischen Kette befindet, z. B. Schweißelektrodenspitze.

Entnahmeeinrichtung. Vorrichtung in der Art einer ↑Einlegeeinrichtung, die aber auf das Entnehmen von HHO aus dem Arbeitsraum von Fertigungseinrichtungen spezialisiert ist. E. werden vorzugsweise an Druckgieß- und Plastspritzgießmaschinen verwendet.

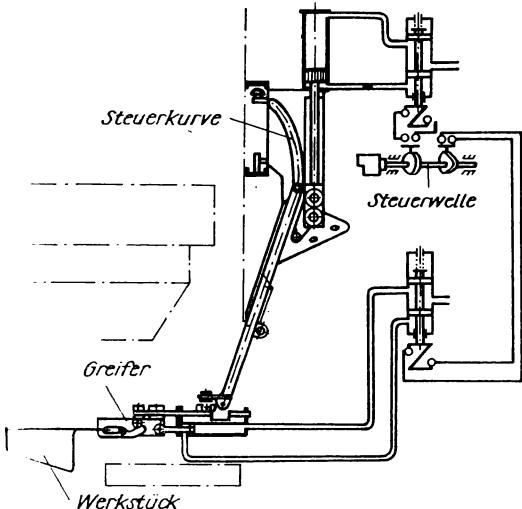
Entspannen. Aufheben einer vorübergehenden kraftschlüssigen bzw. kraft- und formschlüssig wirkenden Sicherung eines HHO.

Ergänzungsprogramm. ↑Programm zur Lösung der verschiedensten Aufgaben, z. B. innerhalb einer flexiblen Fertigungszelle, wie z. B. Störmeldeprogramm (Störmeldung sofort bei einmaligem Fehler oder erst nach mehrmaliger Fehlerwiederholung), Korrekturprogramm (Auslassen bzw. Einfügen vorgegebener ↑Programmschritte beim Eintreten bestimmter Umstände), Sicherheitsprogramm.

Erkennung. Zuordnung innerhalb einer endlichen Anzahl von vereinbarten Fällen, z. B. in Form verschiedener Werkstücklagen, durch ein automatisches ↑Erkennungssystem.

Erkennungsalgoritmus. Mathematische Formulierung des Lösungsweges einer Erkennungsaufgabe. Er beschreibt den Zusammenhang zwischen gewünschter aktueller Zustandsgröße als Ausgangsgröße und den hierfür am Prozeß zu gewinnenden Eingangsgrößen, einschließlich der Einordnung zu vereinbarten Klassen der aktuellen Zustandsgröße.

Erkennungssystem: Gesamtheit der Hard- und Software zur technisch-physikalischen Realisierung eines ↑Erkennungsalgoritmus. E. sind Meßwerteerfassungs- und -verarbeitungssysteme sehr unterschiedlicher Komplexität und mit unterschiedlicher



Nr.	Erkennung von	Charakter	Aufgaben, Beispiele
1	zwei Wertebereichen einer physikalischen Größe	Binärentscheidung	Anwesenheit/ Abwesenheit von Energie oder Teilen
2	Istwerten physikalischer Größen	„klassisches“ Meßproblem	Temperatur, Druck, Feuchte ... Kraft, Verformung ... Oberflächenunterscheidung
3	Wertemustern	Eigenschaft korreliert mit meßbarer Größe (z. B. Ortskoordinate)	Form-, Lage-, Zustandserkennung von Teilen
4	Wertemustern, die von anderen überdeckt werden	dto.	Erkennen ungeordnet lagernder Teile bzw. schon gefügter Teile
5	Wertemustern unter stochastisch veränderten Umweltbedingungen	anspruchsvolle Mustererkennung und -verarbeitung	Roboter im Bergbau, bei Havarien, bei Katastrophen-einsatz

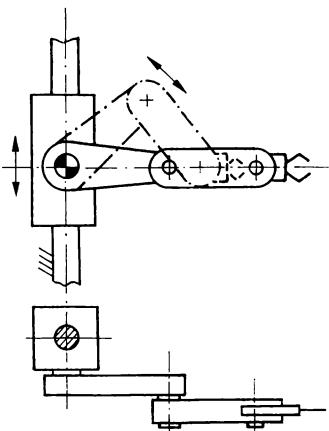
gerätetechnischer Ausführung. Erkennungsaufgaben lassen sich zweckmäßig in fünf Erkennungsfälle einteilen (s. Tafel).

Exoskelett. Anlegbares Aufenskelett zum Abnehmen der Relativbewegungen in den Gelenken menschlicher Gliedmaßen und Umwandlung derselben in elektrische Signale mit dem Zweck der Fernsteuerung eines anthropomorphen \uparrow Manipulators und/oder \uparrow Pedipulators.

F

Faltarme (Knick-, Gelenkarme) sind Teil eines \uparrow Führungsgtriebes und ahmen das in der Natur entstandene Faltprinzip nach. F. realisieren durch ihre Ausführung eine große Hublänge bei kleiner Baugröße und schränken den \uparrow Kollisionsraum hinter der Lineareinheit auf ein Minimum ein. Sie können elektrisch oder hydraulisch ange-

trieben werden. Zur Übertragung der Bewegung dienen Koppel- oder Rädergetriebe (s. Bild).



Farbspritzroboter sind \uparrow Drehgelenkroboter mit meist hydraulischem Antrieb und Mikroprozessorsteuerung. Die fünf oder sechs Bewegungssachsen werden vorwiegend im Teach-in-Verfahren programmiert. (\uparrow Teach-in-Programmierung, direkte).

F. dienen zum hydraulischen, pneumatischen oder elektrostatischen Auftragen von Lack, Farbe, Schleifgrund, Emailschlicker, Unterbodenschutzmittel usw. Die Fahrgeschwindigkeit beträgt im Durchschnitt 1,5 bis 2,0 m/s. Der Positionierfehler der Spritzteile, z. B. an der Gehägevorrichtung, soll ± 5 mm nicht überschreiten. Mit Farbwechseleinheiten kann kurzzeitig der Farbton automatisch umgestellt werden. Auch das Spülen der Leitung mit Lösungsmittel ist dann in das Programm eingeschlossen.

Fertigung, bedienarme. Bezeichnung für eine Bedienart, bei der eine Bedienung der Fertigungseinrichtungen nur teil- und zeitweise mit einem Zeitanteil der besetzten Schicht von $t_{\text{Bedienzeit}}/t_{\text{Laufzeit}} = 1/6$ erforderlich ist. Die Bedienung bis zu sechs Stationen ist durch einen Bediener möglich. (\uparrow Fertigung, bedienfreie; \uparrow Fertigung, unbemannte)

Fertigung, bedienfreie. Bezeichnung für eine Bedienart, bei der an den Fertigungseinrichtungen kein Bediener mehr erforderlich ist. Die F. arbeitet automatisch und

wird aus einem Werkstückspeicher versorgt. Eine personelle Überwachung ist notwendig. Die Überwachungskraft kann voll durch andere Aufgaben gebunden sein, muß aber die Möglichkeit zum sofortigen Stillsetzen der bedienfrei arbeitenden Anlagen vom eigenen Arbeitsplatz aus haben. (↑Fertigung, bedienarme, ↑Fertigung, unbemannte)

Fertigung, unbemannte. Bezeichnung für eine Fertigung, für die kein Bedien- und Überwachungspersonal mehr erforderlich ist. Die F. arbeitet automatisch und überwacht sich funktionell selbst. Die Güte des Systems (↑Qualitätssicherungseinrichtung) „Werkstück-Werkzeug-Werkzeugmaschine-Prozeß“ wird automatisch gesichert. (↑Fertigung, bedienarme; ↑Fertigung, bedienfreie)

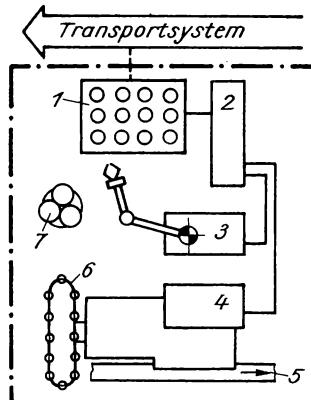
Fertigungskette. Reihenschaltung von Maschinen, evtl. mit Verzweigungen, durch die ein Rohprodukt, Halbfabrikat usw. läuft, um zu einem Fertigprodukt entsprechend vorgegebenen technischen Daten zu werden. Sie ist häufig ein gruppenweise automatisch gesteuertes Maschinensystem, dessen Teilsysteme im allgemeinen automatische Maschinen sind. In modernen F. werden einfache IR für das Beschicken, Weitergeben und Ablegen von HHO eingesetzt.

Fertigungssystem, flexibles. In sich abgeschlossene Struktureinheit des Produktionsprozesses zur Be- oder Verarbeitung verschiedener, in einem definierten Bereich technologisch und geometrisch ähnlicher Werkstücke, in die auch die Hilfsoperationen mit einbezogen sind; die Gesamtheit der notwendigen Operationen läuft selbstständig in beliebiger und optimaler Reihenfolge ab, ohne daß die Bearbeitungsfolge durch manuelle Umstellvorgänge unterbrochen werden muß. Das F. ist die nächsthöhere Stufe einer flexiblen ↑Fertigungs zelle.

Fertigungszelle. Kleinste flexible, numerisch gesteuerte Fertigungseinrichtung für die automatische (Fertig-)Bearbeitung begrenzter Teilesortimente, die aus systemgerecht integrierten Teilsystemen zusammengestellt ist. Zu den Teilsystemen ge-

hören neben der Bearbeitungseinheit Einrichtungen für den selbsttätigen Werkstück-, Werkzeug-, Informations- und Energiefluß sowie Einrichtungen des Hilfsprozesses, wie Ver- und Entsorgung, Werkstückbehandlung, Gütesicherung und je nach Ausbaustufe auch Elemente der technisch-technologischen Vorbereitung, der Fertigungsplanung und -lenkung, der Wartung und Instandhaltung (s. Bild).

F. gestatten für mehrere Stunden den bedienfreien Betrieb.



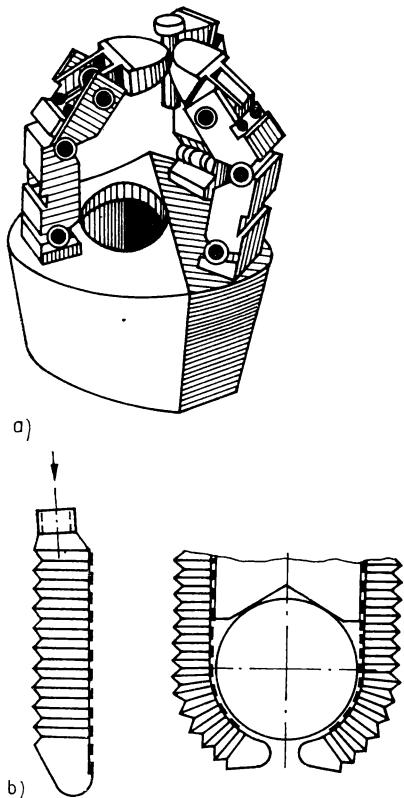
1 Werkstückbereitstellung, 2 Steuerung (Hardware, Software), 3 integriertes Handhabesystem, 4 Maschine mit Steuerung, Diagnosesystem, Qualitätssicherung, Werkzeugspeicher, 5 Späneentsorgung, 6 Werkzeugspeicher und Werkzeughandhabung, 7 Reinigungs aggregat

(vgl. ↑Technologische Einheit)

Festprogrammsteuerung. Steuerung, bei der die Bewegungsabläufe und der Signalaustausch mit dem Prozeß fest eingestellt sind. Eventuelle Änderungen erfordern einen Eingriff in die Steuerung. Die F. wird vor allem für einfache ↑Manipulatoren und ↑Einlegeeinrichtungen mit einfachen, feststehenden Bewegungsabläufen verwendet.

Fingergreifer. Greifeinheit, die ein HHO mit Hilfe von gelenkig miteinander verbundenen Festkörperteilen greift und hält. F. können formpaarige Griffe realisieren. Es gibt Zwei-, Drei- (s. Bild a) und Fünffingergreifer. Man unterscheidet mechanische und pneumatische Finger. Pneumatische Finger sind in Kammern unterteilte elastische Schläuche (s. Bild b) die,

einseitig an einem nichtdehnbaren, aber biegsamen Teil so befestigt sind, daß sich der Schlauch unter Druck einseitig dehnt und damit beugt (Beugefinger). (s. a. ↑Greifer)



Flächenprogramm. ↑Programm zur Steuerung des ↑Greifers eines ↑Beschickungsbewegungsbuches in der x-y-Ebene für eine flächige ↑Werkstückordnung („Flächenzugriff“, „Flächenstapelprogramm“), bei der keine Werkstücke übereinander liegen.

(s. a. ↑Raumprogramm, ↑Punktsteuerung)

Flächenzugriff. ↑Flächenprogramm

Flachpalette. ↑Palette ohne Seitenwände für das Aufnehmen von HHO, deren Lage gewöhnlich durch ↑Lagesicherungselemente fixiert wird, bei trotzdem guter Zugänglichkeit der HHO durch den ↑Greifer eines IR. Die standardisierten Abmessungen betragen: Länge 1 200 mm, Breite 800 mm,

Höhe 144 mm. Mitunter werden auch kleinere Flachpaletten nach dem Maßsystem der Transportbehälter gestaltet, s. Tafel.

Größe	Außenabmessungen in mm	
	Länge	Breite
0	1240	840
I	840	580
II	580	380
III	380	285
IV	285	190

Flexibilität ist in der **Handhabetechnik** die Eigenschaft automatischer **Handhabeeinrichtungen**, gegenüber wechselnden **Handhabeaufgaben** **selbstanpassungsfähig** zu sein. Sie wird durch folgende Baugruppen bestimmt [30; 31]:

- Steuerung (Lagesollwertbereitstellung, Programmschrittzahl, Programmsatzfolge, Funktionszusammenhang zwischen gesteuerten Achsbewegungen, logische Bedingungen aufgrund äußerer Signale);
 - Greifer (Krafteinleitung, Greifkraft, Greifbereich)
 - Kinematik (Beweglichkeit, Kollisionsbedingungen)
 - Sensoren (Objekt-, Positions-, Lage-, Kollisionserkennung; Greifkraftmessung)

Floppy-disk-Speicher ↑ Folienspeicher

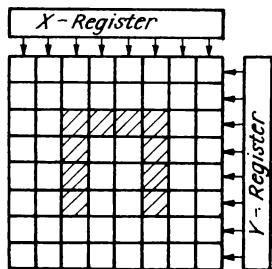
Flurförderzeug, fahrerloses. Automatisches Transportsystem, das aus batteriegespeisten Flurförderzeugen besteht, die z. B. über im Fußboden eingelassene Leitdrähte induktiv auf ihrem Fahrkurs gesteuert werden. Ein im Schlepper eingebauter Mikrorechner ermöglicht eine zuverlässige, den technischen Erfordernissen angepaßte Steuerung, Positionierung und Überwachung während des fahrerlosen, automatischen Betriebes. Die Informationen zwischen Fahrzeug und stationärer Anlage werden durch magnetische Felder übertragen.

Folienmagazin. ↑Werkstückspeicher in der Art einer ↑Flachpalette, der durch Vakuumtiefziehen einer Plastfolie hergestellt wurde und durch das Abformen originaler Werkstücke Speicherplätze mit formgetreuer Gegenkontur aufweist.

Folienspeicher (Magnetplattenspeicher). Externe Datenspeichereinheit mit wahlfreiem Zugriff, bei der die Informationen auf einer rotierenden Magnetfolienschicht als billigem Speichermedium untergebracht sind (Floppy disk). Einzelne Folienschichten bezeichnet man auch als Disketten. F. werden besonders für die \uparrow Vielpunktsteuerung von IR, z. B. beim Farbspritzen, eingesetzt.

Formelement. Geometrisches Detail an einem HHO, welches die Eignung für automatisches Handhaben bedeutend beeinflussen kann. Zu den F. zählen Bohrungen, Absätze, Bünde, Schlitzte, Sicken, Nuten, Fasen, Ausklinkungen und Einstiche. Die Lage eines F. ist besonders für das \uparrow Ordnen und \uparrow Greifen wichtig.

Fotodiodenarray. Flächenhafte Anordnung von Fotodiodenzeilen, auf die ein abzubildendes HHO mit Hilfe einer vorgesetzten Optik als zweidimensionale Objektabbildung auf ein Hell-Dunkel-Raster projiziert wird; auch als Matrix-Bildsensor bezeichnet. Die Diodenzeilen werden über ein sogenanntes X, Y-Register (s. Bild) angesteuert und Zeile für Zeile ausgelesen. Zum zeilenweisen Auswerten zweidimensionaler Bilder dienen Verfahren zur \uparrow Mustererkennung. (s. a. \uparrow CCD-Array)



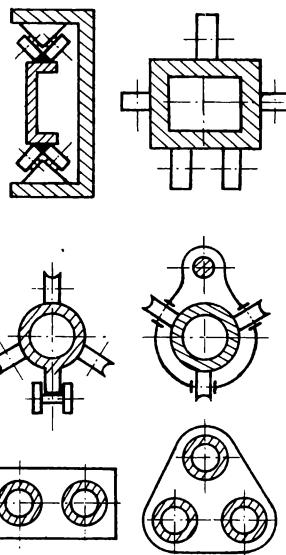
FPS. Abk. für freiprogrammierbare Steuerung (\uparrow Steuerung, freiprogrammierbare)

Freiheitsgrad \uparrow Getriebefreiheitsgrad

Fügemechanismus. Einrichtung, die beim automatischen Montieren mit einem IR durch Feinbewegungen bis in den Mikrometerbereich hinein Fluchtungs-, Positionier- und Verdrehfehler ausgleicht. Ge steuerte oder aktive F. arbeiten mit tak-

tilen \uparrow Sensoren, nach deren Signalen spezifische Antriebssysteme in Gang gesetzt werden. Bei ungesteuerten oder passiven F. werden Federelemente aus Stahl oder Elastomeren für einen Ausgleich verwendet (\uparrow RCC-System). Kombinierte F. enthalten sowohl ungesteuerte federnde Elemente als auch taktile Sensoren [3].

Führung. Konstruktionselement, durch das einem beweglichen Maschinenteil die Bahn seiner Bewegung vorgeschrieben wird. Bei einem IR ist das \uparrow Arbeitsorgan durch das \uparrow Führungsgetriebe leichtgängig, spielfrei, genau, geräuscharm und verschleißfest zu führen. Die F. muß eine hohe dynamische sowie statische Steife besitzen. Im Bild werden einige Beispiele für geradlinige Rund- und Kastenf. gezeigt, wobei immer auch die Verdreh sicherung des geführten Elements gewährleistet sein muß. Bei Doppel- und Dreifachf. ist diese vom Prinzip gegeben. Die Basis für Schubgelenke sind Geradf.



Führungsgetriebe. Mechanismus mit gesteuert angetriebenen Gliedern zum Führen des \uparrow Arbeitsorgans eines IR auf vorgegebenen Bewegungsbahnen innerhalb des \uparrow Arbeitsraumes. Dazu sind mechanische Baugruppen und Einzelteile wie z. B. Dreieinheiten, \uparrow Linear- und \uparrow Verfahrein-

heiten sowie ein ↑Gestell entsprechend miteinander kombiniert und gewährleisten eine bestimmte Beweglichkeit. Wird vom F. ein ↑Greifer geführt, so spricht man auch vom Greiferführungsgetriebe.

Führungsverlagerung ist bei einem IR die Verschiebung des ↑Arbeitsorgans durch die Verlagerungen in den ↑Führungen senkrecht zu ihrer Führungsebene infolge des vorhandenen Spiels und der auftretenden Verformungen an den Führungselementen unter dem Einfluß von äußeren Kräften. Die F. ist bei ungünstiger Stellung des Arbeitsorgans am größten.

G

Gefährdungsraum. Raum, der aus dem ↑Arbeitsraum, dem Sicherheitsraum und dem Raum besteht, den der IR beim ↑Handhaben oder Durchführen von technologischen Verfahren zur Vermeidung von Zusammenstößen benötigt. Dazu müssen auch alle sich mitbewegenden Glieder des IR berücksichtigt werden. Existieren feststehende oder determiniert bewegte Hindernisse, so lassen sich diese mitunter durch zusätzliche ↑Programmschritte umfahren.

(s. a. ↑Bewegungsraum, ↑Kollisionsraum)

Gelenkkoordinaten sind die auf ein Gelenk des ↑Führungsgetriebes oder ↑Arbeitsorgans eines IR bezogenen Koordinaten. Zur Analyse der Bewegungen und Kräfte muß jedem Getriebeglied in der ↑kinematischen Kette ein gliedfestes Koordinatensystem zugeordnet werden. (vgl. ↑Absolutkoordinaten, ↑Armkoordinaten)

Gelenkroboter ↑Drehgelenkroboter

Generation. Der Begriff G. bezieht sich auf eine mögliche Einteilung von IR nach steuerungstechnischen Gesichtspunkten. G. lassen sich danach wie folgt charakterisieren [4]:

1. G.: Eindeutige Voranpassung des Steuerprogramms an die zu lösende Aufgabe ohne Signalrückmeldung an das Steuerzentrum

2. G.: IR arbeitet auch noch mit Voranpassung, verfügt aber infolge der Ausrüstung mit ↑Sensoren über eine gewisse Reaktionsfähigkeit, die jedoch keinen Einfluß

auf die Parameter der Steuereinrichtung hat.

3. G.: Es kann mindestens eine Steuerfunktion vom System selbständig verändert werden. Sie arbeiten also mit mehr oder weniger stark ausgeprägter Selbstanpassung an gegebene Situationen mit dem Ziel der Parameteroptimierung und sind in bestimmtem Grad lernfähig.

Generierung. In der Robotertechnik das Festlegen und Eingeben von Zahlenwerten für Variable als Bestandteil der programmtechnischen Anpassung an einen bestimmten Einsatzfall und/oder an eine bestimmte Handhaberaufgabe. Generierungsdaten können einmalig bei der Inbetriebnahme eines IR eine Rolle spielen, wie Anfahrt und Bremskurven, oder bei jedem Handhabeprogramm neu erzeugt werden, z. B. Sollwerte für die Bewegungssachsen. Die G. kann eine Betriebsart sein.

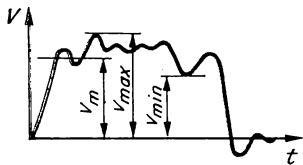
Generierungssoftware. Programmsystem zur Durchführung der ↑Generierung auf dem Generierungsplatz.

Gerotormotor. Langsamlaufender spezieller Hydromotor; die Bezeichnung wurde von „generated rotor“ abgeleitet und beschreibt einen Zahnradmechanismus, der den „Verdränger“ eines G. bildet und wie ein Planetengetriebe arbeitet. Der Verdränger besteht aus einem feststehenden Ringstück, dessen Innenverzahnung durch sieben bewegliche Rollen gebildet wird. Ein außenverzahntes Läuferrad mit sechs Zähnen ist exzentrisch im Ringstück angeordnet und wälzt auf diesem ab. Eine entsprechende Druckverteilung des zugeführten Fluids auf die Verdrängerkammern und die Zahndifferenz bewirken die Bewegung des Läuferzahnrades.

Gesamtleistung ist die primär einem IR bei voller Aktion, d.h., bei gleichzeitiger Ausführung aller möglichen Bewegungsabläufe, zugeführte Leistung.

Geschwindigkeitsverhalten kennzeichnet den Geschwindigkeitsverlauf (s. Bild) vom Start eines IR bis zum Erreichen der Zielposition. Die mittlere Geschwindigkeit V_m ist der Quotient aus der zurückgelegten Wegstrecke zwischen Start- und Zielposition und der dazu benötigten Zeit. Die

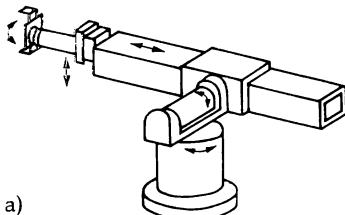
Gleichförmigkeit der Bewegung kann mit dem Verhältnis der mittleren Geschwindigkeit V_m zur maximalen Geschwindigkeit V_{max} ausgedrückt werden [9].



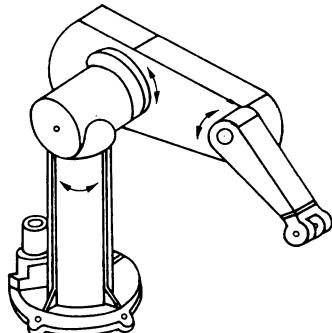
Gestell ist in der Regel das erste Glied des ↑Führungsgtriebes eines IR, sofern dieser eine selbständige Einheit bildet. Es dient zur Aufnahme der übrigen Baugruppen des Führungsgtriebes und von Teilen der ↑Antriebe. Auslegungen und Anordnungsmöglichkeiten für das G. enthält das Bild.

Anordnung	Boden	Wand	Decke		
Verfahrbarkheit	ortsfest	ortsveränderlich			
Ausführung	Ständer	Säule	Tisch	Portal	Ausleger
	Grundplatte	C-Gestell		sonstige	

Getriebefreiheitsgrad. Anzahl der voneinander unabhängigen Bewegungen (geradlinige Bewegungen, Drehbewegungen) des zu führenden ↑Arbeitsorgans im ↑Arbeitsraum [3]. Im Bild a) wird ein IR mit dem



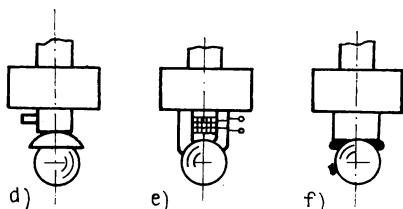
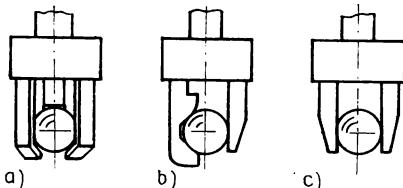
G. fünf dargestellt. Er enthält den G. drei der Rotation und zwei der Translation. Ein IR mit dem G. drei (Rotation) wird im Bild b) gezeigt.



b)

Greifen bezeichnet allgemein die Grundbewegung zum Erfassen und Halten von HHO. Man unterscheidet folgende Arten (Bild) :

a) G. durch Umschließen; b) G. durch teilweises Klemmen; c) G. durch reines Klemmen; d) bis f) Halten durch Saug-, Magnet- und Adhäsionskräfte.

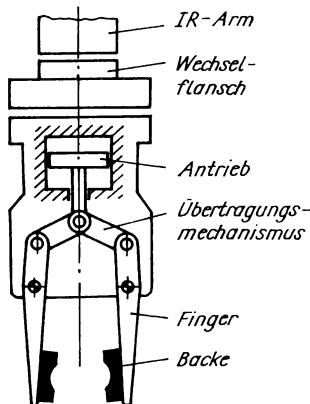


Greifer. Von einem ↑Führungsgtriebe geführter Teil einer ↑Handhabeeinrichtung, der unmittelbar mit einem HHO in Berührung kommt und zum ↑Aufnehmen, ↑Halten und Absetzen desselben dient, s. Bild. Zur Erfüllung dieser Funktionen sind krafterzeugende Elemente erforderlich. Nach der Ausführung der G. wird z. B. unterschieden in ↑Zangen-, ↑Finger-, ↑Saug- und ↑Magnettgreifer. ↑Doppelgreifer dienen zum gleichzeitigen ↑Handhaben von Roh- und Fertigteil. G. werden durch ihre Abmessung und Masse, Greifbereich, ↑Greif-

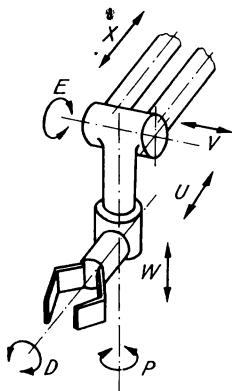
kraft und Greifzeit charakterisiert. Bei der Auslegung von G. sind folgende Erfordernisse zu beachten:

- vorübergehendes Aufrechterhalten einer auf die Greiferachsen bezogenen definierten Zuordnung von Werkstück und G.
- Aufnahme äußerer Kräfte und Momente, die im Zusammenhang mit einer Bewegung auftreten und
- Aufnahme prozeßbedingter Kräfte, wie Anpreß- und Fügekräfte.

(s. a. ↑Greifen; ↑Greifermasse, zulässige; ↑Greiftechnik; ↑Greiftelefamilie)



Greiferachse. Bewegungsmöglichkeit eines ↑Greifers, wobei Öffnen und Schließen von Greifernacken unberücksichtigt bleiben. Die Bezeichnung der G. (↑Achsenbezeichnung) geht aus dem Bild hervor.

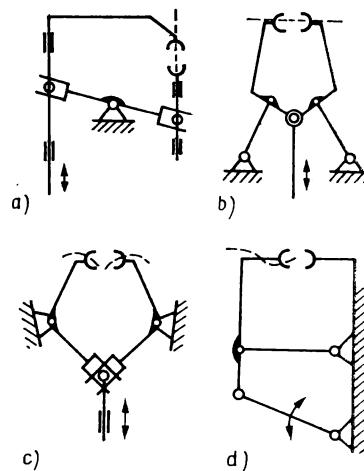


Greiferanschlußflansch. Anschlußfläche mit vereinheitlichten Anschlußbedingungen an Arm oder Handgelenk eines IR für die sichere Befestigung und das Wechseln eines ↑Greifers oder einer Halteeinrichtung für ein Bearbeitungswerkzeug. Um den Austausch von Greifern durchführbar zu machen, müssen Lochbilder, Gewinde und Zentrierdurchmesser für die Befestigung sowie die Koppelstellen für die Energie- und gegebenenfalls Informationsübertragung gradiengestuft aufeinander abgestimmt sein. (s. a. ↑Greiferwechseinrich- tung)

Greiferflexibilität. Anpaßfähigkeit eines ↑Greifers bezüglich des zu greifenden HHO, der ↑Handhabeaufgabe und der ↑Peripherie. Objektbezogene Flexibilitätsbedingungen sind z. B. Form, Abmessung, Masse, Werkstoff, Empfindlichkeit, Oberflächenrauhigkeit und Standsicherheit. Aufgabenbezogen muß die Greiferbeweglichkeit und die Programmierung der Greiferachsen gegeben sein.

Greiferführungsgetriebe ↑Führungsgetriebe

Greiferkinematik. Art der Bewegung von Greifernacken (↑Kinematik). Für die Umwandlung einer linearen oder rotatorischen Antriebsbewegung in eine Backenbewegung steht eine Vielzahl technischer Lösungen zur Verfügung [16]. Sie können nach dem Verlauf des Übersetzungsverhältnisses und der Backenbewegung (Bild)



eingeteilt werden. Die Backen können linear schließen (a), sich annähernd linear bewegen (b), eine rotatorische Bewegung ausführen (c) oder sich auf einer beliebig krummlinigen Bahn schließen (d).

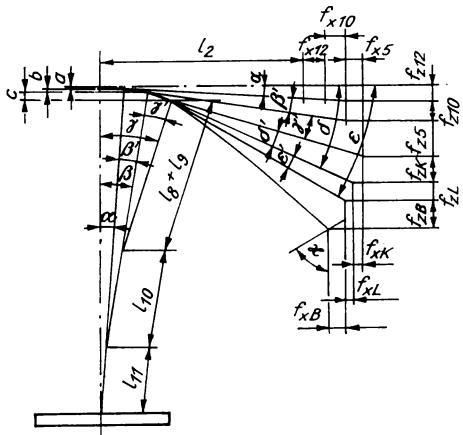
Greifermasse, zulässige. Die G. ergibt sich überschlägig aus

$$m_G = \frac{\text{Tragfähigkeit des IR}}{\text{Sicherheit}} - \frac{\text{maximale Werkstückmasse}}{}$$

wenn das vom ↑Greifer und vom HHO ausgeübte Moment auf den IR-Arm ver- nachlässigt wird. Bei der Festlegung der G. ist die zulässige ↑Greiferverlagerung zu beachten.

Greiferprogramm. Teil des IR-Programms, welcher die Greif- und Greiferbewegung im Bewegungsablauf des IR festlegt. Es können auch weitere Greiferoperationen, z.B. beim Montieren, gesteuert werden. Das G. kann als Unterprogramm gestaltet und mit der ↑Software festgelegt werden.

Greiferverlagerung ist bei einem IR die räumliche Gesamtverschiebung des ↑Greifers unter der Einwirkung von statischen Kräften. Sie resultiert aus den Einzelverlagerungen der Bauelemente des IR. Die G. ist im Bild schematisch dargestellt. In dem vorliegenden Fall setzt sie sich aus sechs Verlagerungsanteilen, die eine Horizontal- und eine Vertikalverschiebung des Greifers oder allgemein des ↑Arbeitsorgans sowie eine Schrägstellung der Greiferachse zur Folge haben, zusammen [9].



Greiferwechseleinrichtung. Vorrichtung zum zeitgünstigen automatischen Austausch von ↑Arbeitsorganen (↑Greifer, Werkzeuge). Diese werden dazu selbstständig aus einem Magazin entnommen, angelegt und nach Gebrauch wieder zurückgebracht. Eine G. wird notwendig, wenn

- das Handhaben sehr unterschiedlicher Werkstücke,
- das Handhaben verschiedener Werkzeuge oder
- das abwechselnde Handhaben von Werkstücken und Werkzeugen durch einen IR zu erfüllen ist.

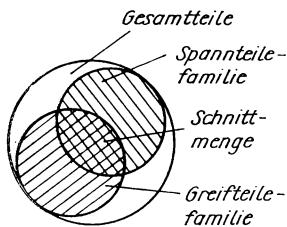
Konstruktiv anspruchsvoll ist die Gestaltung der Schnittstelle zwischen IR und Arbeitsorgan. Sie hat folgende Funktionen zu gewährleisten: Lagefixierung, Kraft-(Momenten-)übertragung, Energieweiterleitung, Signalübertragung. (s. a. ↑Greiferaanschlussflansch)

Greifkraft und **Greifkraftverlauf** sind Funktionseigenschaften eines ↑Greifers, die die Sicherheit und Zuverlässigkeit beim ↑Greifen und ↑Halten eines HHO bestimmen. In Abhängigkeit vom Aufbau des Greifers und vom Greifbereich kann die G. unterschiedliche Größen aufweisen. Sie wird als die von den Greifelementen senkrecht zur Oberfläche des HHO ausgeübte Kraft definiert und durch Form und Masse des HHO bestimmt.

Greiftechnik. Art und Weise des ↑Greifens von HHO, d. h., wo und wie werden Teile aufgenommen. Dazu sind am Werkstück Griffflächen, Spannflächen und Auflageflächen festzulegen. Außerdem ist zu entscheiden, ob das HHO durch Klemmen (Reibschlüsse), Umschließen (Formschlüsse), Kombinationen von beiden oder durch z. B. Haftkleber, Magnetfeld oder Vakuum gehalten wird. Probleme entstehen, wenn das HHO während der Bearbeitung seine Form entscheidend verändert.

Greifteilefamilie. Menge von HHO, die durch ihre Beschaffenheit sowohl im unbearbeiteten wie bearbeiteten Zustand vom ↑Greifer eines IR gehandhabt werden kann. Die Untersuchung der Greifbarkeit umfasst folgende Kenngrößen: Anzahl, Abmessung und Lage der Formelemente, Lage des

Werkstückschwerpunktes. Für die Handhabung in einer flexiblen Fertigungszelle ist nur die Schnittmenge (s. Bild) mit der ↑Spannteilefamilie geeignet.



Grundbauart

Bauart		Kinematischer Aufbau (Beispiele)	
D	S		
0	3		
SSS			
0	3		
SSS			
1	2		
DSS, SSD			
1	2		
SDS, DSS			
2	1		
DSD			
2	1		
DSD, DDS			
3	0		
DDD			
3	0		
DDD			

„Griff in die Kiste“. Bezeichnung eines Vorganges, den ein gesunder Mensch dank seiner vielfältigen sensorischen Fähigkeiten mühelos beherrscht und der das „Aufnehmen“ eines HHO aus einer völlig chaotischen Werkstückmenge (Haufwerk) charakterisiert. Die technische Nachbildung dieses Vorganges ist mit vielen Schwierigkeiten verbunden, im Labormaßstab schon möglich, aber bisher wegen der umfangreichen Informationsverarbeitung noch nicht ökonomisch. (s. a. ↑Erkennungseinrichtung, ↑Ordnungseinrichtung, ↑Unordnungsgrad)

Grundbauart. Art der Aneinanderreihung von ↑Bewegungssachsen in einem ↑Führungsgetriebe eines IR (s. Bild). Die G. legt den ↑Bewegungsraum im wesentlichen fest (drei Hauptachsen). Es bedeuten: S Schubbewegung und D Drehbewegung. Mitunter stehen auch die Buchstaben T und R für Translation und Rotation. (vgl. ↑Kinematik)

- Gußputzmanipulator.** 1. Kraftbetätigte Halte- und Kipp-Dreheinrichtung zur Erzeugung günstiger Arbeitslagen eines Werkstücks beim manuellen Arbeiten.
 2. Sensorsgeführter und mit einem Schleifaggregat für das Gußputzen ausgerüsteter ↑Universalroboter.
 3. ↑Master-Slave-Manipulator, bei dem ein ↑Operateur nach Sicht eine Schleifscheibe zum Zweck des Gußputzens führt.

H

Haftpalette ist ein mit einer adhäsiven Schicht versehener ↑Werkstückspeicher, der ein wiederholtes Ankleben und Lösen der Werkstücke ermöglicht. Die Adhäsionskraft hängt von der Größe der Auflagefläche ab. Die Teile müssen öl- und fettfrei sein. Der Vorteil der H. besteht in der Aufnahmefähigkeit verschiedener Werkstückformen ohne Umstellung von ↑Lagesicherungselementen.

Haftsauger. Meist scheibenförmiger Saugteller, der auf die Werkstückoberfläche gepresst wird und durch seine Elastizität ein Vakuum aufbaut. Das Lösen geschieht mit Hilfe von Druckluft oder durch mechanisches Öffnen eines Ventils zum Belüften.

Halten ist vorübergehendes Sichern der Position und der Orientierung eines HHO. Es erfolgt mit Halteeinrichtungen. (s. a. ↑Aufnehmen, ↑Spannen)

Handhabeaufgabe. Gesamtheit der Anforderungen, die bei der Überführung von HHO aus einem Anfangs- in einen Endzustand auftreten. (vgl. ↑Handhabeoperation)

Handhabeeigenschaften charakterisieren das Verhalten eines HHO. In vielen Fällen sind das Werkstücke. Unter Werkstückverhalten sind alle zeitlich aufeinanderfolgenden Zustände eines oder mehrerer Werkstücke zu verstehen, die durch äußere Kräfte hervorgerufen werden. Arbeitsablaufbedingte Änderungen am Werkstück können die H. wesentlich beeinflussen.

Handhabeeinrichtung. Funktionsträger für die Erfüllung von ↑Handhabeoperationen. Unter Handhabesystem versteht man die Gesamtheit aller an einem Arbeitsplatz zum Zwecke des Handhabens installierten Einrichtungen einschließlich Steuerung und Fertigungseinrichtung. Die am vielseitigsten einsetzbaren H. sind die IR [17]. (s. a. ↑Handhaben)

Handhabefläche ist eine technologisch bedingte Fläche an einem HHO, die zur Handhabung verwendet werden kann. H. können auch besondere ↑Formelemente sein, wie Absätze, Bohrungen usw.

Handhaben. ↑Bewegen oder gegebenenfalls vorübergehendes ↑Halten von HHO nach definierten bzw. in definierte Positionen und Lagen innerhalb eines Arbeitsplatzes, wie z. B. ↑Eingeben, ↑Ausgeben, ↑Weitergeben, ↑Positionieren, ↑Stapeln, ↑Ordnen. Außer der Raumlage können auch weitere Bedingungen, wie z. B. Zeitfolge, Menge und Bewegungsdaten, vorgegeben sein. Veränderungen von Form und Beschaffenheit des HHO sind beim H. nicht beabsichtigt. Im Unterschied zum H. bezeichnen Fördern und Transportieren den Fluss von HHO innerhalb eines Werkes bzw. von Werk zu Werk mit den Mitteln der Förder- oder Verkehrstechnik. (s. a. ↑Handhabeeigenschaften, ↑Handhabe-technik)

Handhabeobjekt (HHO). Gegenstand, der von einer ↑Handhabeeinrichtung bewegt wird. Dazu zählen vor allem Werkstücke, Werkzeuge, Prüfmittel, Vorrichtungen, Spannmittel u. ä. In Zweigen außerhalb der metallverarbeitenden Industrie können es aber auch landwirtschaftliche Produkte, Schlachtkörper, Betonteile usw. sein. HHO, oft auch als Handhabegut bezeichnet, lassen sich mit folgenden Größen beschreiben: Masse, Werkstoffeigenschaften, Form, Abmessungen, Oberflächenzustand und -eigenschaften, besondere Handhabebedingungen. (s. a. ↑Handhaben)

Handhabeoperation. Auflösung des Objektdurchlaufs in Teilvergänge zum Zweck des Planens und des Entwurfens von ↑Handhabeinrichtungen. Es zählen dazu: ↑Bunkern, ↑Magazinieren, ↑Stapeln, ↑Weitergeben, ↑Ordnen, ↑Zuteilen, ↑Abzweigen, ↑Zusammenführen, ↑Drehen, ↑Wenden, ↑Schwenken, ↑Eingeben, ↑Ausgeben, ↑Positionieren, ↑Spannen, ↑Entspannen, Anwesenheit-, Identität- und Lageprüfen (↑Prüfen). (s. a. ↑Sinnbilder für Handhabeoperationen)

Handhabeprogramm. Formulierung einer ↑Handhabeaufgabe für programmierbare IR der 1. und 2. ↑Generation. Das H. enthält alle Steuerinformationen, die den IR zur Ausführung der konkreten Arbeitsaufgabe befähigen, und weist folgende Bestandteile auf: Programmablauf (↑Befehle, Befehlsverknüpfung, Befehlsfolge), ↑Wegbedingungen, logische Entscheidungen (bei Sensoreinsatz und H. mit variabler Struktur) sowie Überwachung und ↑Diagnose.

Handhaberoboter. Bezeichnung für einen IR, der Werkstücke mittels Greifer bewegt.

Handhabetechnik. Gesamtheit aller materiellen Mittel und Verfahren, die dazu dienen, HHO im unmittelbaren Bereich eines Arbeitsplatzes insbesondere maschinell zu handhaben [18]. Ein Teilgebiet der H. ist die ↑Industrieroboter-technik. (s. a. ↑Handhaben)

Hardware. Bezeichnung für die technische (mechanische, elektrische, elektronische) Ausstattung von Rechenanlagen bzw. Rechnersteuerungen. (vgl. ↑Software)

HARMONIC-DRIVE Getriebe ↑Wellgetriebe

Hauptachsen ↑Achsenbezeichnung

Hilfsachsen ↑Achsenbezeichnung

Hilfsspeicherplatz. Anordnung einer Werkstückablageposition in der Nähe einer Bearbeitungsstelle, um eine Verkürzung der Handhabezeiten, insbesondere bei Anwendung von IR mit Einhandgreifern zu erreichen. Der H. kann aus einer oder mehreren Werkstückablagepositionen bestehen und wird mitunter auch als Vordeponierplatz, Maschinenspeicherplatz oder maschinengebundener Speicherplatz bezeichnet.

I

IFTOMM. Abk. für International Federation for the Theory of Machines and Mechanisms (Internationale Förderation für die Theorie der Maschinen und Mechanismen).

IGFA. Abk. für integrierter gegenstands-spezialisierter Fertigungsabschnitt. IGFA wird vorwiegend nach dem Gegenstands-prinzip aufgebaut und stellt eine steue-rungstechnisch integrierte Produktionsan-lage zur Herstellung verschiedener geome-trisch und technologisch ähnlicher Werk-stücksortimente dar, wobei die Bearbei-tungsmaschinen über ein mechanisiertes oder automatisiertes kombiniertes Lager-, Transport- und Steuerungssystem im Sinne der technologischen Arbeitsgangfolge mit-einander verknüpft sind.

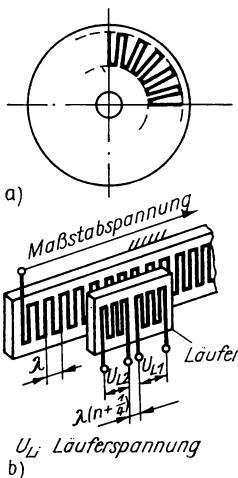
IGR. Abk. für rotatorische ↑Inkremental-geber

Inbetriebnahmegerät dient zur Testung von problemorientierten ↑Programmen für pro-grammierbare Steuerungen. Mit Hilfe eines RAM-Speicherelements können Progra-mme neu erstellt bzw. vorhandene geändert werden. Das I. ist nur in Kopplung mit einer programmierbaren Steuerung funk-tionsfähig. Neben Bedienfunktionen ge-währleistet es die Anzeige des Programmspeicherinhalts, des Zustands der Variablen sowie mehrerer interner Register.

Indikator. Bezeichnung für einen ↑Sensor, der auf die Anwesenheit von Stoffen, elek-trischen Strömen und Spannungen oder

Strahlungen reagiert, ohne deren Größe zu messen.

Inductosyne sind Wegmeßsysteme, mit denen die Verschiebung eines IR-Armes festgestellt werden kann. Dazu sind mä-anderförmige Leiterzüge auf Scheiben (Rundi., Bild a) bzw. auf Linealen (Lineari.) aufge-bracht. Eine spezielle Bauform ist das Bandi., bei dem flexibles Band als Grund-körper dient. Die Leiterzüge wiederholen sich auf dem Maßstab im Abstand der Wellenlänge λ periodisch. Etwa 0,25 mm über dem Lineal gleitet der Läufer, der zwei Leiterzüge enthält, die voneinander durch den Abstand $\lambda \left(n + \frac{1}{4} \right)$ getrennt sind, wobei n beliebig ganzzahlig sein kann (Bild b). Funktionell entsprechen Maßstab und Gleiter dem Stator und Rotor eines ↑Resolvers. Die elektrische Auswer-tung unterscheidet sich deshalb nicht. Die Anzahl der durchlaufenen Wellenlängen muß elektronisch ausgewertet werden. Es sind Wegauflösungen bis $1 \mu\text{m}$ bzw. $1/2$ Winkelsekunde möglich.

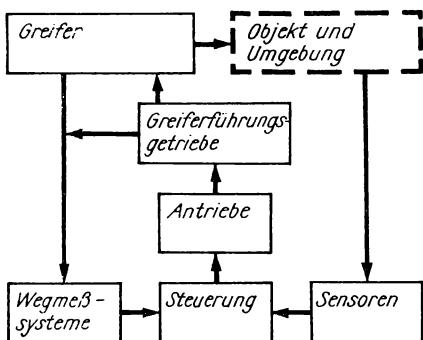


Industrial Handling. 1. Englische Bezeich-nung für das Gesamtgebiet der industriel-len Handhabetechnik.

2. Name einer internationalen Fachmesse in der Schweiz für Automatisierung und Rationalisierung des industriellen Arbeits-platzes.

Industrieroboter (IR) sind technische Grundmittel, die der selbständigen Handhabung von Werkzeugen, Werkstücken und Materialien zur Automatisierung von Haupt- und Hilfsprozessen in der Industrie dienen. Ihr primäres Merkmal ist die Bewegung. Die Definitionen sind in verschiedenen Ländern unterschiedlich. In der DDR werden sowohl festprogrammierte als auch freiprogrammierbare Einrichtungen als IR-Technik bezeichnet, in der BRD nur die freiprogrammierbaren. In Japan wird Robotertechnik in sechs Kategorien eingeteilt: manuell gesteuerte, festprogrammierte, freiprogrammierbare, programmgesteuerte ohne Eigenintelligenz, numerisch gesteuerte und intelligente.

Die wichtigsten Baugruppen eines I. zeigt das Bild.



IR lassen sich nach verschiedenen Merkmalen gliedern:

- nach dem Spezialisierungsgrad in prozeßflexible und prozeßspezifische IR oder auch ↑Einzweck- bzw. ↑Mehrzweckroboter,
- nach der auszuführenden Aufgabe in ↑Handhabe- und ↑Verfahrensroboter,
- nach der Bauweise in Kompaktroboter und in ↑Baukastenroboter,
- nach der Art der Programmverwirklichung durch die Steuerung in IR mit verbindungsprogrammierter und speicherprogrammierbarer ↑Steuerung,
- nach der Antriebsart in hydraulisch, pneumatisch und elektromechanisch angetriebene IR,
- nach dem konstruktiven Aufbau und nach der Anordnung des ↑Gestells in Ständer-, Säulen-, Portal-, Auslegerroboter usw.

- nach dem Integrationsgrad in maschinenintegrierte IR und eigenständige usw.

Industrieroboter, maschinenintegrierter. IR, der keinen eigenen Ständer besitzt, direkt an ein Arbeitsmittel angebaut wurde und dessen Bewegungsablauf durch die Maschinensteuerung mit vorgegeben wird. Für den Betrieb des I. werden somit Elemente der Fertigungseinrichtung mit genutzt. I. sind deshalb nicht als autonome Einrichtungen verwendbar.

Industrieroboter, prozeßflexibler. IR, der aufgrund seines niedrigen Spezialisierungsgrades als eigenständiger Bestandteil für unterschiedliche Teilprozesse einsetzbar ist [3]. Das wesentlichste technisch-ökonomische Kriterium der I. ist somit die kurzzeitige Umprogrammierbarkeit als wesentliche Voraussetzung für den Einsatz in der Klein- und Mittelserienfertigung mit sich oft ändernden ↑Bewegungszyklen. (vgl. ↑Industrieroboter, prozeßspezifischer)

Industrieroboter, prozeßspezifischer. IR, der aufgrund seines hohen Spezialisierungsgrades mit der Maschine oder als eigenständiger Bestandteil in den technologischen Prozeß fest integriert und nur für bestimmte Teilprozesse einsetzbar ist [3]. Die Anwendung erfolgt häufig für Einlege-, Entnahme- und Übergabeoperationen. (s. a. ↑Einlegeeinrichtung, ↑Zubringereinrichtung; vgl. ↑Industrieroboter, prozeßflexibler)

Industrierobotersteuerung (IRS). Einrichtung zur algorithmischen Verarbeitung von Informationen für die Steuerung eines IR. Bei nichtnumerischer I. wird der IR mit Hilfe spezieller Baugruppen durch überwiegend analog vorgegebene Programmgrößen gesteuert. Die numerische I. stellt die für jeden ↑Programmschritt z. B. benötigten Positionssollwerte ziffernmäßig bereit. Bei „geschlossener“ Steuerung werden ständig z. B. Soll- und Istpositionen verglichen und die Differenz zusammen mit anderen gemessenen Größen (↑Verfahrgeschwindigkeit) und gespeicherten Größen (Geschwindigkeiten, Verweilzeiten) zu Stellgrößen für die Antriebe verarbeitet. Bestandteile einer I. sind Logik-, Leistungs-, Bedien-, evtl. Anpaßteil, Strom-

versorgung, Programmspeicher und Gefäßsystem [10; 21]. (s. a. ↑Bahnsteuerung; ↑Punktsteuerung; ↑Vielpunktsteuerung)

Industrierobotertechnik. Gesamtheit der Maßnahmen, Tätigkeiten und Grundmittel sowie der Verfahren zur Anwendung von Einrichtungen, mit denen das selbsttätige ↑Handhaben von HHO zur Automatisierung von Haupt- und Hilfsprozessen mit dem Ziel der Freisetzung von Arbeitskräften mit Hilfe von ↑Industrierobotern bewirkt wird. Die I. ist ein Teilgebiet der ↑Handhabetechnik [11 bis 15].

Infrarotsensor. ↑Sensor, der berührungslos arbeitet und auf Wärmestrahlung reagiert. Er kann zur Temperaturüberwachung beim ↑Handhaben erwärmer HHO, z. B. beim Einsatz eines ↑Montageindustrieroboters für das Verfahren „Aufschrumpfen“, oder für das Erfassen von Temperaturfeldern zur Prozeßüberwachung (↑Prozeßsensor), z. B. beim Schweißen, verwendet werden.

Initiator. Berührungs- und kontaktlos arbeitender elektronischer Schalter mit Zweipunktverhalten, der durch Änderung physikalischer Parameter bei Annäherung eines Objekts (Schaltfahne, Werkzeug, Werkstück) ein Signal abgibt. Er dient zur Meldung von Grenzwerten (Endlagen) und spricht beim Passieren von Gegenständen an (Schaltfahnen für Zwischenpositionen, Werkstücke). Der I., oft auch als Näheungsinitiator bezeichnet, wird in der ↑Industrierobotertechnik häufig als Schaltelement verwendet. Eine bekannte Bauform ist der Schlitzt.

Inkrementalgeber. Maßstab oder Scheibe mit digitaler Teilung für die direkte oder indirekte digital-inkrementale Wegmessung. An IR werden vor allem rotatorische I. (IGR) verwendet. Sie liefern Impulsfolgen. Die Zahl der Impulse ist dem zurückgelegten Drehwinkel an der Welle des Meßwertgebers proportional. Zur Bildung des Weg-Istwertes sind Nullpunktfestlegung und Zählschaltungen erforderlich. (s. a. ↑Meßzahnstange, ↑Winkelkodierer, ↑Wegmeßsystem)

Intelligenz. In der Biologie die Fähigkeit zum Erfassen und Herstellen von Bedeu-

tungen und Sinnzusammenhängen zur Entscheidungsfindung unter Ungewißheit. Sie ist an das Zentralnervensystem gebunden. (vgl. ↑Intelligenz, künstliche)

Intelligenz, künstliche. Jede Form der Modellierung intellektueller Fähigkeiten des Menschen auf elektronischen Rechenmaschinen; oft auch als maschinelle Intelligenz bezeichnet. Treffender wäre die Bezeichnung „Automatenstruktur höherer Ordnung“ für entsprechende Einrichtungen, da es sich bei der I. grundsätzlich um eine Kategorie „höherer automatisierter Informationsprozesse in technischen Systemen“ handelt. Die k. I. umfaßt die Bereiche Induktion und Formierung von Hypothesen, lernende und adaptive Systeme, Mustererkennung, Problemlösung, Simulation natürlicher Prozesse und Theorie heuristischer Methoden. Das Gebiet „Knowledge“ (Wissensrepräsentation/-verarbeitung) berührt auch die Roboterforschung.

Interface. Gesamtheit der vereinheitlichten logischen und konstruktiven Bedingungen (Signalabläufe, Signalparameter, Verbindungslemente) zur Zusammenschaltbarkeit von verschiedenen Teilen eines informationsverarbeitenden Systems, wie Pegelanpaßstufen, A/D- bzw. D/A-Wandler usw. Sie umfassen die Funktionen, den Signalträger und die Konstruktion an der jeweiligen Schnittstelle, an der die Kopplung erfolgen soll. Eine spezielle Form eines I. ist z. B. der ↑Bus.

Interpolation. Berechnung von Zwischenwerten aus der abschnittsweisen analytischen Darstellung einer Raumkurve von der Stützpunktkoordinaten, die programmierten Punkte der Bewegungsbahn, bekannt sind. Die I. wird in der Arbeitsphase des IR i. allg. im kartesischen Koordinatensystem durchgeführt. Dazu sind Transformationen von Roboterkoordinaten in kartesische Koordinaten (Weltkoordinaten) nötig.

Interpolator. Bahnsollwertgenerator (Einzweckrechner), der im Echtzeitbetrieb für vorprogrammierte Kurvenpunkte (Stützpunkte) mit hinreichender Genauigkeit Zwischenwerte durch lineare, zirkulare oder parabolische Annäherung ermittelt.

Interpreter. Sprachübersetzer, der Programmanweisungen, z. B. von Handhabebzw. Montageprogrammen, unmittelbar in Befehlsfolgen umsetzt und die Befehlausführung sofort realisiert. Die Arbeitsweise des I. heißt interpretierender Modus oder Interpretation. Sie wird bei IR-Steuerungen, insbesondere wenn die Eingabe des Handhabeprogramms in NC-Kodes erfolgt, bevorzugt angewendet.

Interrupt. Extern ausgelöste Unterbrechung eines laufenden ↑Programms und Bearbeitung eines vorbereiteten Unterprogramms, nach dessen Abarbeitung der Lauf des unterbrochenen Programms fortgesetzt wird. Das Signal einer externen Einrichtung, das die Durchführung eines I. verlangt, wird als Interrupt-Anforderung bezeichnet. I. haben große Bedeutung, wenn ein Prozeß gesteuert wird und dabei auch außergewöhnliche oder Gefahrensituationen beherrscht werden sollen.

IRS Abk. für ↑Industrierobotersteuerung

ISIR. Abk. für International Symposium on Industrial Robot (Internationales Symposium über Industrieroboter).

K

Kenndaten. Das Anliegen der technischen Charakterisierung eines IR mit Hilfe von

K. dient der Information, der einheitlichen Bewertung, dem Vergleich verschiedener IR und der Auswahl bei der Vorbereitung von Einsatzfällen. Die beschreibenden Merkmale beziehen sich auf allgemeine Angaben, spezifische technisch-konstruktive Merkmale und die Kopplungsbedingungen. Die Tafel enthält einen Vorschlag für ein entsprechendes Formblatt.

Kinematik ist der Zweig der Mechanik, der die Bewegung von Punkten oder Körpern ohne Berücksichtigung von Kräften untersucht. Sie spielt eine wichtige Rolle bei der Entwicklung des mechanischen Teils von ↑Manipulatoren und bei mechanischen ↑Greifern. Die Auslegung eines IR setzt aber neben der rechnerischen Analyse des Bewegungszustandes (kinematische Analyse) auch Kenntnisse der wirkenden Kräfte und Übertragungsfunktionen sowie Geschwindigkeiten und Beschleunigungen (Gelenkbelastungen) voraus (kinetostatische Analyse). Das Bild zeigt die Darstellungsweise kinematischer Strukturen.

Kinematische Kette. Eine durch Elementpaare (z. B. Gelenke) gebildete Verbindung von Körpern (z. B. Armsegmente eines IR), die in ihrer gegenseitigen Beweglichkeit eingeschränkt werden. Die Körper, die dabei im allgemeinen als starr voraus-

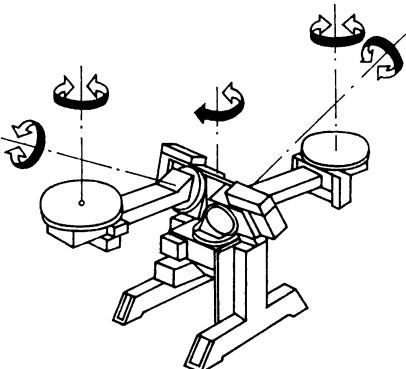
Kopplungsbedingungen	Technisch-konstruktive Merkmale												Allgemeine Angaben											
	Steuerung		Kinematischer Aufbau																					
Bauform Masse IR Masse Steuerung Grundflächenlänge Grundflächenbreite Anschlußwerte — Leistungsaufnahme — Spannung — Druckluft — Öldruck Explosionsschutz	Steuerungsart Steuerungshersteller Programmierart — Weg — Schalt Programmierspeicher — Weg — Schalten Anordnung der Steuerung Speicherkapazität Wegmeßsysteme Anzahl Steuerungseingänge für externe Signale Anzahl Steuerungsausgänge für externe Signale Geschwindigkeitsregelung Programmiersprache Schutzeinrichtungen Sensoren	Nebenachsen (Greifer)	Hauptachsen						U	V	W	D	E	P	X	Y	Z	A	B	C	Q	R	S	T
Verfahrweg																								
Anzahl der Positionen																								
maximale Geschwindigkeit																								
Positioniergenauigkeit																								
Wiederholgenauigkeit																								
Koordinatenbezeichnung Art des Arbeitsraumes sonstige Angaben												Preis Beschaffbarkeit												
Reichweite bei IR mit Gelenkkoordinaten												X	Y	Z										
Geschwindigkeit bei IR mit Gelenkkoordinaten																								

gesetzt werden, heißen Glieder der K. Die K. heißt geschlossen, wenn jedes Glied wenigstens mit zwei anderen durch Elementpaare verbunden ist. Von einer offenen K. spricht man, wenn dies nicht zutrifft. IR stellen z. B. beim Beschicken eine offene K. dar, im Moment des Montierens eines Teils auch eine geschlossene K.

Kinematik

Sinnbild	Erläuterung
	feste Gestellverbindung
	bewegliche Gestellverbindungen
	Drehgelenke
	Schubgelenke
	angesetzte Drehgelenke
	Zangengreifer Mehrfingergreifer Saug-/Magnetgreifer Sensor-Sauggreifer Wechselgreifer Doppelgreifer
<u>Beispiel:</u>	

Kippdrehtisch. Spann- und Positioniereinrichtung zur Aufnahme von HHO mit einer oder mit mehreren gesteuerten Achsen, die die Beweglichkeit eines IR ergänzen. K. werden vorzugsweise beim Einsatz von ↑Schweißrobotern verwendet, um die Schweißteile in eine jeweils günstige Schweißlage zu bewegen. K. werden oft auch in doppelter Ausführung als Wechselstation angeordnet (Bild). Die Steuerung der K. wird gewöhnlich von der IR-Steuerung mit ausgeführt.



Knickarm ↑Faltarm

Kniehebelgreifer. Mechanischer Zweifingergreifer mit starren Backen, die über ein Kniehebelgetriebe angetrieben werden, wobei in einem eng begrenztem Bereich hohe Greifkräfte erzeugt werden. Der K. ist nur für HHO mit fester Oberfläche geeignet. Es sind auch Lösungen für numerisch oder sich selbst im Greifbereich einstellende K. bekannt.

Kode. Eindeutig umkehrbare Vorschrift der Zuordnung zwischen der signalisierten Information und den Kodewörtern eines kodierten diskreten Signals.

Kodescheibe. Scheibenförmige, rotierende Maßverkörperung in indirekt und meist digital-absolut arbeitenden Weg- und Winkeleßsystemen.

Koinzidenz. Übereinstimmung zwischen Soll- und Istwert, z. B. beim Verfahren des ↑Führungsgtriebes eines IR. Einrichtungen zur Feststellung der K. heißen ↑Vergleicher.

Koinzidenzprüfeinrichtung ↑Vergleicher

Kollisionsraum. Raum, der sich durch mitbewegende Glieder des IR, wie z. B. Teile des ↑Führungsgtriebes, ergibt und der keine Hindernisse, die zu einer Kollision führen können, aufweisen darf. (s. a. ↑Arbeitsraum, ↑Bewegungsraum)

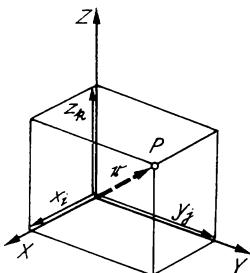
Kommissionierung. Auftragsbezogenes Zusammenstellen von Bauteilen auf einer begrenzten Speicherfläche, wie z. B. ↑Flachpalette, zur Bereitstellung für weitere Fertigungsvorgänge oder Montageoperationen. Häufig wird das ↑Ordnen von HHO mit eingeschlossen.

Kompaktgreifer. Bauform eines ↑Greifers, bei dem Gelenke und Antriebe für die Bewegungseinheiten auf engstem Raum konzentriert werden. Sie zeichnen sich durch geringe Abmessungen und hohe Leistungsfähigkeit aus. Ihre zweckgebundene Konstruktion führt zu nur geringer Anpassungsfähigkeit. (vgl. ↑Baukastengreifer)

Komparator ↑Vergleicher

Koordinatensystem, kartesisches. In einem K. stehen die Koordinatenachsen senkrecht aufeinander. Jedem Punkt des ↑Arbeitsraumes kann eindeutig ein Tripel reeller Zahlen zugeordnet werden. Die drei einem Raumpunkt entsprechenden Zahlen heißen die rechtwinkligen oder kartesischen Koordinaten des Punktes. In Vektorschreibweise wird der Punkt P folgendermaßen angegeben (Bild):

$$\mathbf{r} = x_i + y_i + z_i$$



Bei einem IR können mehrere Koordinatensysteme auftreten, und zwar für das ↑Führungsgtriebe, den ↑Greifer und die ↑Peri-

pherie. Ein K. ergibt sich bei IR mit drei Schubachsen in der ↑Grundbauart.

Koordinatentransformation. K. werden benötigt, um Steuerinformationen, die für kartesische Koordinaten berechnet wurden, in geräteeigene Koordinaten umzurechnen und umgekehrt. Die K. ist Voraussetzung für die Erreichung, Vereinfachung bzw. qualitative Verbesserung bestimmter Steueraufgaben bei Bahnsteuerungen, insbesondere für Drehgelenkroboter: Effektorbewegung auf Geraden und bei konstanter Bahngeschwindigkeit; Optimierung der Trajektorie und des Anfahr- und Bremsverhaltens, Gewährleistung von Sensorfunktionen. K. sind recheneitaufwendig [19; 20].

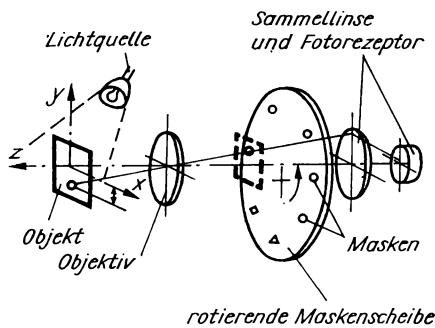
Koordinatentransformation, direkte. Umrechnung von Position und Orientierung von Roboter- in kartesische Koordinaten. Die d. K. ist für die direkte Teach-in-Programmierung eines IR wichtig.

Koordinatentransformation, inverse. Umrechnung von Position und Orientierung aus natürlichen Koordinaten (kartesische) in Roboter-(Gelenk-)Koordinaten. Die i. K. ist für die Arbeitsphase eines IR wichtig.

Korrelation, optische. Verfahren der ↑Objekterkennung durch direkte und parallele Verarbeitung des erfassten Bildes, die optisch-analog ohne Wandlung des Bildes erfolgt, wobei in der industriellen Fertigung aus Aufwandsgründen und praktischen Aspekten inkohärent-optische ↑Korrelatoren den Vorrang haben. Diese vollziehen die Bildverarbeitung durch Maskenvergleiche. Ein besonderer Vorteil ist dabei der geringe elektronische Aufwand sowie die hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit. Nachteilig ist die erforderliche foto-grafische Speicherung der Vergleichsbilder (Masken).

Korrelator. Einrichtung zum Feststellen wechselseitiger Beziehungen. In der Handhabetechnik kann das z. B. eine optische ↑Erkennungseinrichtung sein, bei der Werkstückansichten mit transparenten Abbildern, sogenannten Masken, verglichen werden. Das Werkstück wird durch das

Objektiv auf einer rotierenden Scheibe abgebildet, die dem zu erkennenden Teil entsprechende Masken besitzt. Zu einem bestimmten Zeitpunkt kommt eine Maske mit dem Abbild des Werkstücks zur Dekkung, wenn es sich um eines vom zu erkennenden Typ handelt. Das durch die Maske tretende Licht wird an einem Fotorezeptor gesammelt und die Position des Kreismittelpunktes über den Drehwinkel der Scheibe ermittelt (s. Bild).



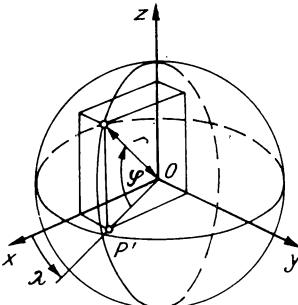
Kraftrückführung (Kraftreflexion, force-feedback). An ↑Master-Slave-Manipulatoren durch ein bilaterales Servosystem gewährleistete Rückführung von am Slave-Arm wirkenden Kräften. Der ↑Operateur bzw. ↑Teleoperateur kann somit die beim ↑Handhaben auftretenden Kräfte fühlen. Er ist dann in der Lage, Handhabebewegungen aus der Ferne bezüglich auftretender Trägheitskräfte oder Arbeitswiderstände intuitiv günstiger zu gestalten.

Kraftsensor. ↑Sensor zum Erfassen der an einem Bauteil wirkenden Momente und Kräfte. Kräfte lassen sich generell nicht direkt messen, sondern werden durch das Messen von Bauteildeformationen ermittelt, die sich proportional zu den angreifenden Kräften ergeben. Sie lassen sich auch indirekt über das Messen von Antriebsmotorströmen feststellen. Als Meßelemente dienen z. B. Piezokristalle oder Dehnungsmefstreifen.

Beim IR wird der K. zum Feststellen von Arm- und Handgelenkräften sowie zum Messen des beim Greifen auftretenden Kraftaustausches mit dem HHO verwendet.

Kreuzschiebemethoden ↑Verfahrenseinheit für begrenzte Wege zur Aufnahme von ↑Werkstückspeichern oder ↑Handhabeeinrichtungen, die sich in zwei gesteuerten Achsen bewegen kann. Im Falle der Bewegung von Werkstückspeichern erlaubt der K. den Einsatz eines einfachen IR mit ↑Punktzugriff. Der beanspruchte Platz ist jedoch größer als bei anderen Speichern.

Kreuzschieneverteiler. ↑Programmspeicher, der in seiner einfachsten Form aus einer Matrix besteht, deren Kreuzverbindungen durch Dioden oder Kurzschlußstekker dieser lose zugeordnet werden. Den Y-Matrixleitungen sind die Funktionen und den X-Matrixleitungen die einzelnen ↑Programmschritte zugeordnet. Über einen Schrittgeber werden die Leitungen nacheinander angesteuert. Der K. ist für die Steuerung einfacher ↑Manipulatoren mit relativ wenigen Programmschritten geeignet.



Kugelkoordinaten. Bei ↑Drehgelenkrobotern werden alle ↑Bewegungssachsen durch Drehgelenke (Struktur DDD) realisiert. Es erweist sich als zweckmäßig, für den damit entstehenden kugelförmigen ↑Arbeitsraum K. zu verwenden. Ein beliebiger Raumpunkt P kann durch folgende Parameter bestimmt werden (s. Bild): den Abstand r vom Nullpunkt aus, den Winkel φ und den Winkel λ .

Kugelschraubtrieb ↑Wälzschraubtrieb

Kugelschrittschaltwerk. ↑Programmspeicher, dessen Programmträger aus einer mit einem Schaltwerk weitertaktenden Walze besteht, in die spalten- und zeilenweise Kugeln eingelegt sind, die von Mikrotastern abgetastet werden.

L

Ladeportal. Einfacher ein- oder zweiarmiger ↑Manipulator, der auf einem Portal über den Maschinen verfahrbar angeordnet ist und das Beschicken derselben durchführt. (s. a. ↑Portalindustrieroboter)

Lageregelkreis. Steuerungsvariante für IR, bei der das Stellsignal für den Antrieb einer Bewegungssachse ständig aus einem Soll-Ist-Vergleich der Wegposition abgeleitet wird. Das Stellsignal bewirkt den fortwährenden Angleich des Istwertes an den Sollwert. Die Achse befindet sich immer im gesteuerten Zustand, im Gegensatz zum ↑Abschaltkreis.

Der L. benötigt stets ↑Wegmeßsysteme zur Erfassung des Istwertes der Achse. Um besonders das Einfahrverhalten in die Sollposition zweckentsprechend und unter Beachtung dynamischer Kennwerte der Bewegungseinheit gestalten zu können, ist ein Regler auszuwählen, der das Stellsignal nach einer ausgewählten mathematischen Funktion in Abhängigkeit von der auszuregelnden Soll-Ist-Differenz bildet.

Lagesensor ↑Positioniersensor

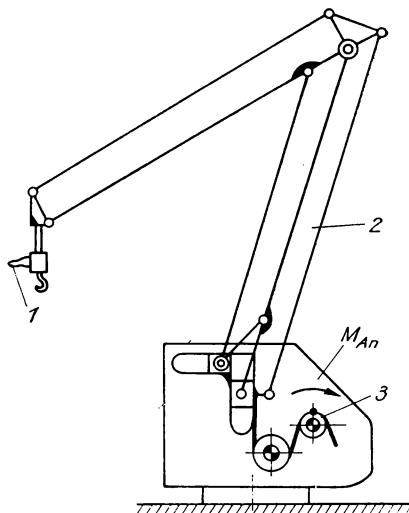
Lagesichern. ↑Halten von HHO in vorgeschriebener Anordnung durch Formpaarung (Bestimmen), Reibpaarung (↑Spannen) oder Stoffpaarung (Haftkleben). ↑Entspannen wäre dann das Aufheben einer Reibpaarung.

Lagesicherungselemente sind Bauelemente, die HHO auf einer Speicherfläche in bestimmter Lage halten. Der Vorgang ↑Lagesichern kann durch Kraft-, Form- und Stoffpaarung bewirkt werden. Häufig wird das Lagesichern formpaarig durchgeführt, indem der Innen- oder Außenkontur des Werkstücks ähnliche Gegenprofile auf der Speicherfläche nachgebildet werden.

LAMA (language for automatic mechanical assembly). Programmiersprache für IR; erweiterbarer Compiler, der die Quell- in eine Objektsprache übersetzt; Frame-Konzept; Kraft- und Positioniersensoren.

Lastarmmanipulator. Direkt vom Menschen gesteuerter ↑Synchronmanipulator zum Bewegen von Lasten mit automatischem Aus-

gleich angehänger Werkstückmassen. Das Antriebsmoment M_A kann elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch aufgebracht werden, s. Bild. Der Bedienende muß das Operationsfeld entweder direkt oder mit Bildübertragung übersehen können. Im Bild bedeuten: 1 Handsteuergriff, 2 Pantomografengetriebe, 3 Antrieb.



Layout. Grafische Darstellung der Anordnung von Objekten auf einer Fläche, die in der Technik z. B. durch technologische, bautechnische und organisatorische Angaben ergänzt sein kann.

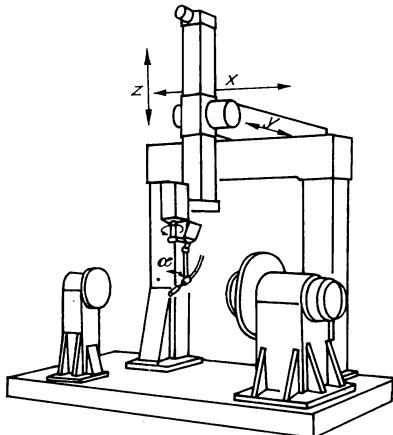
Layoutplanung. Zweckgebundene Planung einer möglichst optimierten Technik als ↑Layout. Bei der L. für einen IR-Arbeitsplatz kann z. B. die Maschinenaufstellung, die kreisförmig, in Linie oder Doppellinie erfolgen kann, Ausgangspunkt sein. Platzverhältnisse, die materialflußtechnische Einordnung, die Gestaltung der Sicherheitszone, die Lage des ↑Arbeits- und ↑Kollisionsraumes des IR, die Ein- und Ausgabekanäle an Fertigungseinrichtungen und der ↑Peripherie, die bautechnischen Gegebenheiten, die Zugänglichkeit für Wartungs- und Umstellarbeiten und günstige zeitoptimale ↑Verfahrwege lassen sich übersichtlich darstellen.

Lernprogrammierung ↑Teach-in-Programmierung

Lichtbogenschweißroboter. IR, der in der Lage ist, das Fügeverfahren Lichtbogen-schweißen auszuführen. Neben der Position muß auch die Orientierung des Werkzeugs im ↑Arbeitsraum nach vorgegebenen pro-grammierten Anweisungen erfolgen. Es stehen somit folgende steuerungstechnischen Aufgaben an:

- ↑Bahnverfolgung mit einem definierten Punkt des Werkzeugs,
- Orientierung einer durch das Werkzeug gelegten Gerade zur ↑Bahnkurve.

Der L. benötigt für seine Aufgabe eine ↑Bahn- oder ↑Vielpunktsteuerung. Wegen der niedrigen Traglast (Schweißbrenner) sind besonders elektrische Antriebe vorteilhaft. Gewöhnlich werden Schweißteilaufnahmen mit gesteuerten Achsen in Form von ↑Kippdrehtischen oder Drehvorrich-tungen (s. Bild) benötigt. Die Schweißgüte beim Schweißen mit L. nimmt gewöhnlich zu, weil die Nähte gleichmäßiger als beim Schweißen von Hand gezogen werden, wenn der L. über eine ausreichend hohe Synchronfahrgenauigkeit verfügt. Da die Toleranzen der zu verschweißenden Teile häufig sehr groß sind, gewinnen ↑Positio-niersensoren für die Schweißnahtverfol-gung an Bedeutung.



Lineareinheit. Einrichtung zur Erzeugung translatorischer Bewegungen. Sie kann Teil des ↑Führungsgtriebes eines IR sein und horizontal, vertikal oder unter einem bestimmten festen oder veränderlichen Winkel angeordnet werden. Sie übernimmt

gewöhnlich Tragfunktionen für andere IR-Bauteile bzw. -einheiten. Werden Meßsy-steme für den Weg angekoppelt, so lassen sich beliebige Positionen anfahren. Der An-trieb kann elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch sein. Bei der hydraulischen L. erfolgt ein stoßfreies Abbremsen des Schlittens über Endlagenbremsen bzw. ↑Dämpfer. Werden solche L. senkrecht ver-wendet, ist meist eine zusätzliche Klem-mung vorzusehen, um z. B. bei Ausfall der Hydraulik die Lage sichern zu können. (vgl. ↑Baukastenbauweise)

Linearinductosyn ↑Inductosyn

Linearkamera. Fotodiodenzeile, bei der 32 bis 1762 oder noch mehr fotoelektrische Zellen entlang einer Geraden angeordnet sind und die als linearer Bildsensor ver-wendet wird. Mit Hilfe einer vorgeschal-te-ten Optik wird das abzubildende HHO auf die Diodenzeile projiziert. Es lassen sich nur eindimensionale Bilder (Zeilen) erzeu-gen. Bei zweidimensionalen Bildvorlagen muß entweder das Objekt oder die L. vor-beibewegt werden. Eine günstige Lösung stellt die Verwendung von Bildausgleichs-elementen dar. Dazu lassen sich optisch reflektierende Systeme, wie z. B. Drehspiegel, oder optisch brechende Systeme, wie z. B. rotierende planparallele Platten, ver-wenden. (s. a. ↑Erkennungseinrichtung, ↑Fotodiodenarray)

Lochgreifer. Meist pneumatischer Innen-greifer, der ein HHO form- und kraft-schlüssig in einer Bohrung anfaßt, wobei sich ein elastischer Zapfen unter Druckbe-aufschlagung ausweitet. Bei Verwendung von Elastomerelementen sind die über-tragbaren Kräfte nur gering. L. sind be-sonders für sehr empfindliche HHO ge-eignet.

M

Magazinieren. Zeitweiliges Aufbewahren (↑Speichern) von geordneten HHO.

Magazinplatz. Ort innerhalb einer ↑Tech-nologischen Einheit oder einer flexiblen ↑Fertigungszelle, an dem ein ortsvänder-licher ↑Werkstücksspeicher in definierter Position zum IR und zur Bearbeitungs-

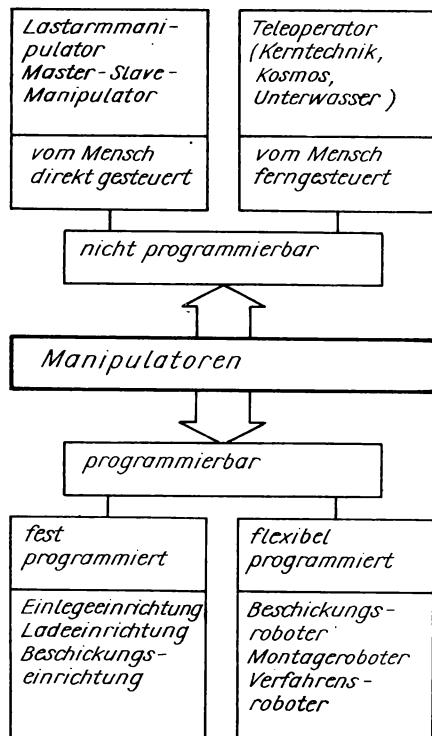
stelle für Beschickungsvorgänge bereitsteht.

Magnetgreifer. ↑Greifer, der ein ferromagnetisches HHO durch Magnetkraft aufnimmt und hält. Es können Permanentmagnete kombiniert mit Abdrückvorrichtung verwendet werden oder auch M., die aus einem Permanentmagneten mit überlagerter Erregerwicklung bestehen. Wird diese eingeschaltet, so ist die Haltekraft Null, wird sie ausgeschaltet, so wirkt allein der Permanentmagnet.

Magnetplattenspeicher ↑Folienspeicher

MAL (multipurpose assembly language). Von der Universität Mailand entwickelte BASIC-ähnliche ↑Programmiersprache.

Manipulator. Der Begriff M. wird in mehreren Bedeutungen benutzt. Im allgemeinen sind M. Arbeitsmaschinen, mit denen massehaftete HHO auf räumlichen Bahnen bewegt werden können und den mensch-



lichen Arm zum Vorbild haben. Die verschiedenen Ausführungen wurden im Bild nach ihrer Programmierbarkeit gegliedert. Im engeren Sinne bezeichnet man mit M. nur jenen Teil einer Maschine, der den menschlichen Arm mit Hand (manus lat. für Arm, Hand) nachbildet. Ein schreitfähiger Roboter besteht damit aus M. und ↑Pedipulator.

In der industriellen Arbeit ist vor allem die Nachbildung der Tätigkeit der Hand von Bedeutung. (s. a. ↑Einlegeeinrichtung, ↑Handhaberroboter, ↑Lastarmmanipulator, ↑Master-Slave-Manipulator, ↑Telemanipulator, ↑Verfahrensroboter)

Manipulator, anthropomorpher. Ein den oberen Extremitäten des Menschen ähnlicher Mechanismus, dessen Glieder ausschließlich durch Drehgelenke verbunden sind und dessen ↑Getriebefreiheitsgrad mindestens 6 erreicht.

Manipulator-Pedipulator-System. System von bionischen, teilweise anthropomorphen Mechanismen zur Ausführung ausgewählter Funktionen der oberen und unteren Extremitäten des Menschen zur Unterstützung eines Patienten.

Maschinensystem. Zusammenschluß von mindestens zwei Werkzeugmaschinen, weiteren Fertigungs- und Zusatzeinrichtungen, bei denen der gesamte Fertigungsablauf, bestehend aus mehreren Fertigungsoperationen und dem Werkstückfluß, durch informations- und steuerungstechnische Kopplung realisiert wird. Durch Ausbau und Ergänzung z. B. um ein Überwachungssystem entsteht ein flexibles ↑Fertigungssystem.

Masseausgleich. Ausgleich der dynamischen Kräfte bewegter Massen bzw. unsymmetrisch (ungleichmäßig) wirkender Massenkräfte am ↑Führungsgetriebe eines IR durch Federn, Pneumatikzylinder und Gegenmassen.

Master-Slave-Manipulator. System von zwei ↑Manipulatoren, bei dem die vom Bediener (Operateur, Meister) eingeleiteten Bewegungen von einem entfernt vom Steuermanipulator (Masterarm) aufgestellten M. (Slavearm) direkt und synchron ausgeführt werden.

Master- wie Slavearm werden gewöhnlich doppelt ausgebildet. Beide Arme werden beim elektrischen M. mit bilateral wirkenden vermaschten Regelkreis über Verstärker durch Elektromotoren angetrieben, wobei, von der Stromversorgung abgesehen, lediglich Steuerbefehle von der Bedienungs- zur Arbeitsseite und zurück übertragen werden. Bei allen Bewegungen erfolgt eine Vermittlung eines echten Gefühls auf den Masterarm und damit in die Hand des ↑Operateurs entsprechend den mit dem Slavearm ausgeübten oder auf diesen einwirkenden Kräften oder Drehmomenten („Kraftreflexion“). M. sind vor allem für kerntechnische Zwecke bestimmt, und zwar für den Einsatz in großen „heißen Zellen“ sowie auf mittleren und schweren Manipulatorfahrzeugen. (s. a. ↑Kraftrückführung, ↑Synchronmanipulator)

Mehrachigreifer. ↑Greifer mit mehreren parallel angeordneten und nur gleichzeitig bewegbaren Greiferbacken, der im Gegensatz zu ↑Doppelgreifern Roh- und Fertigteile in getrennten Handhabezyklen aufnimmt, sofern es die Teilegeometrie gestattet.

Mehrzweckroboter. Bezeichnung für einen IR, der auf andere Aufgaben umstellbar ist, also prozeßflexibel ausgelegt wurde. (s. a. ↑Einzweckroboter; ↑Industrieroboter, prozeßflexibler)

Mefteinrichtung, Gerät, das physikalische Größen am IR oder in seinem ↑Arbeitsraum, wie z. B. Größen über den Betriebszustand des IR, über Eigenschaften des HHO und über den Ablauf des technologischen Teilprozesses, durch ↑Sensoren erfaßt oder vergleicht, deren Signale verarbeitet und an die Steuerung weitergibt. M. an IR können z. B. ↑Wegmeßsysteme und ↑Objekterkennungseinrichtungen sein [3, 4].

Mefzitzel ↑Mefzahnstange

Mefzahnstange. M. und Mefzitzel sind hochwertige mechanische Bauteile, die zur Umsetzung einer Linearbewegung in eine Drehbewegung dienen, wobei durch Kopp lung des Mefzitzels mit einem ↑Winkelcodierer indirekt Längenmessungen durchge-

führt werden. Eine alternative Lösung wäre der Einsatz eines ↑Wälzschraubtriebes. (s. a. ↑Inkrementalgeber)

Mikroprozessor. Integrierter Schaltkreis, der fähig ist, durch Abarbeitung eines bestimmten Programms, das sowohl arithmetische, logische als auch Transport- und Verschiebeoperationen enthalten kann, eine große Zahl von elektrischen Funktionen auszuführen. Er enthält dazu auf kleinstem Raum ein Rechen- und Steuerwerk, dessen interner Ablauf von außen mit einem Festwertspeicher beeinflußbar ist. Durch geschicktes Programmieren des Speichers läßt sich für jede Aufgabe ein passendes Logiknetzwerk zusammenstellen. In M. erfolgt die Informationsübertragung prinzipiell über den ↑Bus.

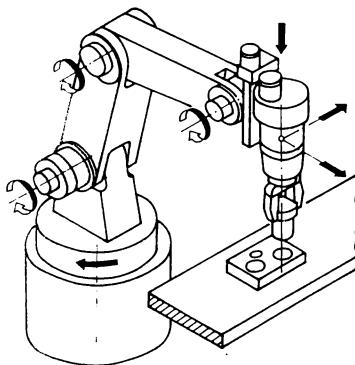
Mikrorechner. Kleinstes arbeitsfähiges System, welches aus ↑Mikroprozessor, Arbeits- und Programmspeicher sowie Eingangs- und Ausgabeeinheit besteht. In der Industrierobotersteuerung IRS 600 wird z. B. der M. K 1520 als Steuerungskern verwendet.

ML (manipulator language). Von der Firma IBM entwickelte problemorientierte ↑Programmiersprache für IR. Sie besitzt eine einfache Syntax, die zugehörige Semantik ist jedoch komplizierter, da sie explizite Sensorbefehle aufweist.

Montageindustrieroboter (Montageroboter). IR, der selbständig Einzelteile bzw. Baugruppen zu einem Erzeugnis zusammensetzt. Die zur Montage erforderlichen Grobbewegungen zur Montageteilhandhabung und zur Grobpositionierung gegenüber dem Montagebasisteil werden vom ↑Führungsgetriebe ausgeführt, während die Feinbewegungen zum Ausgleich der Positionierungsgenauigkeiten und zum Fügen in der Regel von ↑Fügemechanismen übernommen werden.

Mit der freiprogrammierbaren automatischen Montage, wie sie für mittlere und kleinere Stückzahlen notwendig ist, sind viele Probleme verbunden. Dazu zählen: die automatische Umstell- und Umbaubarkeit auf verschiedene HHO, eine bestimmte Flexibilität und Beweglichkeit in Abstim-

mung mit der ↑Peripherie, eine ↑Erkennungseinrichtung für Situationen im Montagebereich, bestehend aus Signalauflernern (↑Rezeptor, ↑Indikator, ↑Sensor) und einer logischen, später entscheidungs- und lernfähigen Signalverarbeitung sowie die Zielstellung nach einer hohen Selbstständigkeit des M., denn er soll sich in zunehmendem Maße bei Störungen selbst zu helfen wissen, also ein „intelligenter Roboter“ sein bzw. werden [3]. Weiterhin müssen die zu montierenden Erzeugnisse robotermontagegerecht gestaltet sein. Ein auf menschliche Abmaße abgestimmter M. wird im Bild [4] als Bestandteil einer Taktmontagestrecke dargestellt.



Montagelinie. Einrichtung zum automatischen Montieren nach dem Gleitmontageprinzip (Fließmontage), wobei eine Baugruppe durch mehrere einfache, aus einem modularen System aufgebaute ↑Manipulatoren montiert wird und die Montageeinheit weitertaktet. Transporteinrichtung und Manipulatoren stellen eine integrierte Anlage mit zentraler Steuerung dar. Jeder Manipulator führt eine spezifische Aufgabe ohne Greifer- bzw. Werkzeugwechsel aus. (vgl. ↑Montagezentrum)

Montagezentrum. Einrichtung zum automatischen Montieren nach dem Einzelplatzmontageprinzip, wobei eine Baugruppe von einem oder mehreren hochentwickelten ↑Montageindustrierobotern komplett montiert wird und die Montageeinheit im wesentlichen ortsfest bleibt. Der Montageroboter muß viele ↑Bewegungssachsen aufweisen, eine ↑Greiferwechseleinrichtung, um-

fangreiche ↑Peripherie und eine komfortable Steuerung besitzen sowie über komplizierte Überwachungssysteme verfügen. (vgl. ↑Montagelinie)

MP (multipoint). Abk. für Multipunktsteuerung; ↑Vielpunktsteuerung

MSM (master-slave manipulator). Abk. für Meister-Slave-Manipulator; (s. a. ↑Synchronmanipulator, ↑Master-Slave-Manipulator)

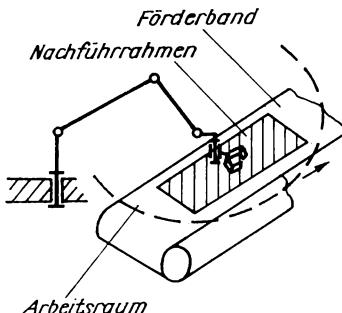
Multiplerer haben die Aufgabe, eingangsseitig parallel anliegende Binärsignale von z. B. 16 Eingängen zeitlich nacheinander, also seriell, auf die Übertragungsstrecke zu schalten. Sie arbeiten wie elektronische Drehschalter, die fortwährend umlaufen.

Multipunktsteuerung ↑Vielpunktsteuerung

Mustererkennung. Art der Informationsverarbeitung, bei der Sensoren Informationen aufnehmen, die ausgewertet, verarbeitet und mit solchen gespeicherten Informationsmustern als Idealtyp verglichen werden, die einem „Bild der Umgebung“ entsprechen. Die M. geschieht beispielsweise mit Verfahren der ↑Szenenanalyse.

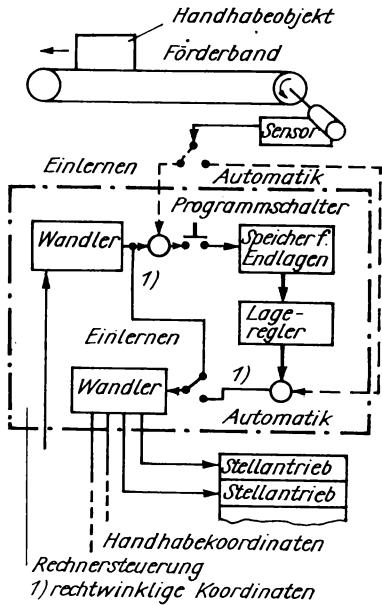
N

Nachführrahmen. Umgrenzung des Greifbereiches, in welchem ein ortsfester IR in der Lage ist, ein sich bewegendes HHO durch ↑Nachführsteuerung aufzunehmen. Der N. hängt von der Anordnung des IR zum Fördermittel, von der Länge und Ausführung des ↑Greifers sowie seiner Höhenlage und der IR-Kinematik ab (s. Bild).



Nachführsteuerung. Steuerung zum lagegerechten Greifen von sich bewegenden HHO durch Nachführen der Handhabebewegung eines IR-Armes („Tracking“). Ist der IR ortsgebunden, so kann er auf einem zusätzlichen Fahrwerk parallel zum HHO mit gleicher Geschwindigkeit verfahren werden. Bei ortsgebundenem IR müssen beim „Griff aufs Band“ (Bild) folgende Erfordernisse erfüllt sein [22]:

- Sensoren, die die Art des HHO, seine Position und die Lage feststellen und der Steuerung mitteilen,
- Überwachung der Fördermittelgeschwindigkeit mit einem ↑Tachogenerator,
- zweckmäßige Anordnung des IR zum Fördermittel, so daß der ↑Nachführrahmen optimal ausfällt.



Näherungsinitiator ↑Initiator

NC-Technik. Gesamtheit der Methoden, Verfahren, ↑Programme sowie Einrichtungen und Geräte, die zur numerischen, rechnergestützten Führung von Maschinen und Prozessen erforderlich ist. (vgl. ↑Numerische Steuerung, ↑Programmiersprache, ↑Programmiergerät)

Nebenachsen ↑Achsenbezeichnung

NNC. Abk. für nichtnumerische Steuerung

Nockenpositionierung. ↑Positionierung einer ↑Bewegungssachse mit Hilfe mechanischer Bauelemente, den Nocken, die beim Überfahren eines Signalgliedes dieses betätigen.

Not-Aus-Verhalten charakterisiert das Verhalten des IR nach dem Auslösen des NOT-AUS bei maximaler Geschwindigkeit und Nennbelastung des ↑Greifers in bezug zur auftretenden Verzögerung, der Stillsetzzeit, des Stillsetzweges, der auftretenden Schwingungen des Greifers, das Halten des Werkstücks im Greifer und des weiteren Bewegungsablaufes nach erneutem Startsignal. Die Angaben für das N. müssen für jede ↑Bewegungssachse getrennt und für die Stellungen erfolgen, bei denen die ungünstigsten Auswirkungen auf die zu erfassenden Vorgänge auftreten.

Notstoprogramm. Softwarebestandteil einer IR-Steuerung, der die Abschaltung bei Fehlern, das Retten bestimmter Daten beim Abschalten und eventuell eine Fehleranzeige realisiert.

Nullpunktikonstanz. Bezeichnung für das Wandern des Nullpunktes infolge einer veränderten Temperatur bis zum Erreichen der Betriebstemperatur, bei der der Nullpunkt konstant sein soll, vorausgesetzt, die N. hängt allein von der Temperatur ab.

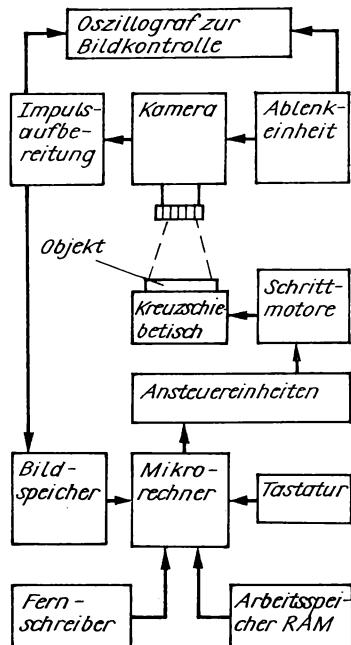
Numerische Steuerung. Diskrete Steuerung, bei der Führungs- und/oder Stellgrößen durch ↑Wörter eines numerischen oder alphanumerischen Kodes dargestellt werden.

Nutzfläche. Durch einen IR in Anspruch genommene Fläche, die die projizierte Fläche des ↑Bewegungsraumes, die Standfläche, die Bedienfläche, die Montagefläche, die Wartungsfläche und die Sicherheitsfläche einschließt.

O

Objekterkennung. Unterscheidung eines Objekts von anderen Objekten und seiner Umgebung mit Hilfe von ↑Objekterkennungseinrichtungen. (s. a. ↑Erkennungseinrichtung, ↑Korrelator, ↑Szenenanalyse)

Objekterkennungseinrichtung. Technische Einrichtung zur Realisierung einer Objekterkennung. Die zu vereinbarenden Fälle können z. B. Eigenschaften von HHO betreffen, wie Identität, Form, Farbe, Lage. Wichtige Funktionsbereiche einer O. sind die Objektsignalgewinnung mittels Sensorik, Signalvorverarbeitung, Signalanalyse, z. B. zur Merkmalsextraktion und -zuordnung zu den vereinbarten Klassen. Das Blockschaltbild einer O. wird im Bild gezeigt.



Operateur. Mensch, der ein automatisches System zielgerichtet beeinflußt und in seiner Arbeitsweise überwacht. In der ↑Industrierobotertechnik werden Personen, die ↑Master-Slave-Manipulatoren bedienen oder IR durch „Vorführen“ programmieren, als O. bezeichnet.

Optoelektronik ist ein Bereich der Elektronik, der sich mit solchen Bauelementen befaßt, die elektromagnetische Strahlung des optischen Bereiches in messbare elektrische Größen, wie Strom-, Spannungs- und Widerstandsänderung, mit nutzbaren Werten umwandeln und umgekehrt. Die O. dient der Signalübertragung, der Infor-

mationsgewinnung und der Anzeige von Signalen. Sie besitzt große Bedeutung für die Entwicklung von optischen ↑Sensoren. (s. a. ↑Optokoppler)

Optokoppler. Kombination von optoelektronischem Signalsender und -empfänger, der die vollständige galvanische Trennung der angeschlossenen Geräte gewährleistet. Ihr Einsatz vereinfacht Erdungsprobleme, da keine Erdschleifen auftreten können.

Ordnung. Wichtige Handhabeoperation, die dazu dient, HHO aus einer beliebigen in eine bestimmte Lage und/oder Richtung zu überführen, durch Auswählen solcher HHO, die zufällig die gewünschte Lage und/oder Richtung besitzen, oder durch zwangswise Gleichrichten aller übrigen. Das O. der Werkstücke kann mechanisch [23] und ungesteuert oder mit Hilfe von ↑Erkennungseinrichtungen, die mit ↑Sensoren ausgerüstet sind, gesteuert erfolgen, wobei der Sensor z. B. in einem Ordnungs- oder in einem Handhabesystem integriert sein kann. Eine einmal erreichte Ordnung von HHO soll möglichst erhalten bleiben. (s. a. ↑Objekterkennung, ↑Ordnungseinrichtung, ↑Ordnungswahrscheinlichkeit, ↑Unordnungsgrad)

Ordnungseinrichtung. Einrichtung zum Ordnern von Werkstücken. Sie kann als Bestandteil der ↑Peripherie eines IR die Werkstücke in einen solchen Zustand bringen, daß diese in der Regel von einem IR mit ↑Punktzugriff und ohne ↑Sensoren in der benötigten Lage aufgenommen werden können. Einfache mechanische Ordnungsprinzipien, wie sie beim Zellenrad-, Magnetrotor- oder Schöpfbunker oder auch beim ↑Vibrator realisiert werden, sind noch immer kostengünstiger als der hochsensortisierte ↑„Griff in die Kiste“ durch einen IR. Allerdings weisen diese O. nur beschränkte Flexibilität auf, so daß sich oft Kombinationen mit optischen Erkennungseinrichtungen als vorteilhafter erweisen.

Ordnungswahrscheinlichkeit. Wahrscheinlichkeit dafür, wieviel HHO aus einer Gesamtmenge nach dem Durchlauf durch eine Einrichtung zum ↑Ordnern, die zufallsabhängige freie Bewegungen der HHO zu-

läft, in gewünschter Lage und/oder Richtung vorliegen [24].

Ovalspeicher. Bezeichnung für einen aktiven ↑Werkstückspeicher, bei dem die häufig aus ↑Werkstückträgern bestehenden Speicherplätze für die Werkstücke waagerecht umlaufen und von einer Kette oder einem anderen Zugmittel taktweise bewegt werden. O. können ein- oder mehrtagig ausgelegt sein. Da die Werkstücke zu einem festen Abnahmepunkt gebracht werden, reicht bei einetagigem O. ein IR mit ↑Punktzugriff aus.

Override-Schalter. Auf der Bedientafel einer IR-Steuerung angeordneter Schalter, mit dem der programmierte Geschwindigkeitswert in Stufen verändert werden kann, z. B. bei der IRS 650 von 5 bis 120 % in maximal 16 Stufen.

P

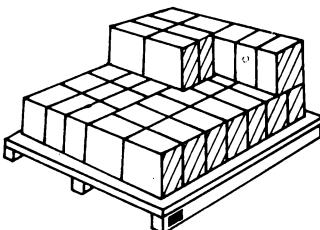
Palette. Hebbare Plattform mit oder ohne Aufbau, auf der HHO zu Ladeeinheiten zusammengefaßt und danach transportiert, umgeschlagen und gelagert werden können. Sie werden vorzugsweise durch Flurförderzeuge mit Gabel als Lastträger befördert. Im Zusammenhang mit dem Einsatz automatischer Transportssysteme (↑Flurförderzeug, fahrerloses) gewinnt künftig die ↑Flachpalette für den Einsatz von IR an Bedeutung.

Palettenbeladeeinrichtung. Einrichtung, mit der ungeordnetes Arbeitsgut automatisch in einen palettierten Zustand gebracht werden kann. Zur P. gehört gewöhnlich ein ↑Manipulator, der die von einer ↑Ordnungseinrichtung aus dem gebunkerten in den gewünschten geordneten Zustand gebrachten Teile aufnimmt und entsprechend einem vorgegebenen ↑Flächenprogramm auf einer ↑Flachpalette ablegt (s. a. ↑Kommissionierung).

Palettenbeladeplan. Bewegungsabläufe beim Beschicken von Maschinen aus ↑Paletten unterscheiden sich nur durch unterschiedliche Aufnahme- und gegebenenfalls auch Ablagepositionen. Ihre ↑Programmierung kann durch die Anwendung von Mu-

sterfunktionen weitgehend vereinfacht werden. Der P. enthält die zur Erstellung der Steuerdatenprogramme erforderlichen Daten und Parameter, wie Anzahl der Stapel je Palette, Anzahl der HHO je Stapel, Liste der Aufnahmehöhen für das Aufnehmen der HHO, Liste der Ablagehöhen für das Ablegen der HHO, Liste mit Verweisadressen auf die Stapelpositionen und die Liste mit den Koordinaten der Stapelpositionen. (s. a. ↑Palettierung, ↑Generierung)

Palettierung. Bezeichnung für das flächige oder räumliche Ablegen von HHO auf rechteckigen oder kreisförmigen ebenen Speicherflächen in bestimmten Ablagemustern. Der dafür erforderliche Bewegungsablauf ergibt so zahlreiche Informationen, daß eine elektromechanische Steuerung nicht mehr geeignet ist. Um haltbare Stapel zu bekommen, kann das Ablagemuster sogar innerhalb einer Schicht und von Schicht zu Schicht variiert werden, so wie im Bild [22] dargestellt. (s. a. ↑Palettenbeladeplan)



1	2	5	6	7
3	4			
8	9	12	13	14
10	11	17	18	19
15	16	22	23	24
20	21			
25	26	27	28	29

Pantografenarm. Bezeichnung für den Arm eines IR, bei dem die ↑Führung (Geradführung) eines ↑Arbeitsorgans von einem Scherenhubmechanismus übernommen wird. Bedingt durch die vielen Gelenke kann mit dem P. keine hohe ↑Positioniergenauigkeit erreicht werden.

Parallelmanipulator ↑Synchronmanipulator

Pedipulator. Ortsbewegliche Maschine mit Schreitvorrichtung (Beinen) zur Nachbildung lokomotorischer Funktionen von sich schreitend fortbewegenden Lebewesen (pedis lat. Fuß).

Pendeleinrichtung. Zusatzbaugruppe an einem ↑Schweißroboter, die das beim senkrechten Schweißen dicker Bleche notwendige Pendeln des Schweißbrenners ausführt. Um Programmkapazität zu sparen, wird diese Aufgabe nicht dem ↑Führungsgetriebe des IR zugeordnet, sondern der speziellen P.

Peripherie. Einrichtungen in Arbeitsmittelstrukturen mit IR, die zur unmittelbaren Erfüllung einer ↑Handhabeaufgabe durch den IR notwendig sind und anwendungsspezifisch ausgewählt wurden. Dazu gehören: Objektspeicher, externe Meß- und Prüfeinrichtungen, Zubringeeinrichtungen, sicherheitstechnische Einrichtungen sowie Lage- und Objekterkennungseinrichtungen, sofern sie nicht zum Führen eines IR dienen.

Phantomroboter. Leichtgängiges, manuell gut handhabbares Programmiergestell für die direkte ↑Teach-in-Programmierung von ↑Drehgelenkrobotern innerhalb oder außerhalb des Einsatzortes des IR. Der P. ist maßlich genau dem richtigen IR nachgebildet und dient ausschließlich zur Aufnahme von ↑Bewegungsprogrammen. Für die Verwendung von P. gibt es zwei Gründe: feinfühliges Führen ohne nennenswerte körperliche Belastung des Bedieners und bessere zeitliche Auslastung der flexiblen ↑Fertigungszelle, weil Stillstände wegen Aufnahme neuer Programme nicht mehr notwendig sind, wenn diese außerhalb des IR-Arbeitsplatzes aufgenommen werden.

Pick-and-Place (System). Amerikanische Bezeichnung für festprogrammierte Aufnehm- und Ablegeeinheiten, allgemein als ↑Einlegeeinrichtungen bezeichnet.

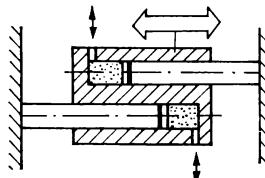
Playback-Verfahren. Methode der Programmierung von IR, bei der beim manuellen Bewegen eines ↑Führungsgetriebes alle Bewegungspunkte z. B. auf Magnetplatte, -band oder Lochstreifen gespeichert werden, und sodann die gesamte Bewegung automa-

tisch wiederholt werden kann. Man bezeichnet es auch als direkte ↑Teach-in-Programmierung.

PLC-Steuerung (programmable logic controller), auch PC (programmable control). Festprogramm- oder nichtnumerische Punktsteuerung für IR in speicherprogrammierter Ausführung.

Häufig werden solche Steuerungen, die industriell gefertigt werden und universell sind, durch zusätzlich entwickelte Programme, Schaltungen, Bedienfelder, Gefäßsysteme usw. zu einer IR-Steuerung gestaltet. Der Logikteil moderner PLC-S. ist ein Mikrorechner. Die Zahl der Ein-/Ausgänge kann von 16 bis 5000 reichen, der Speicherumfang von 1 K bis 64 K (EPROM KByte).

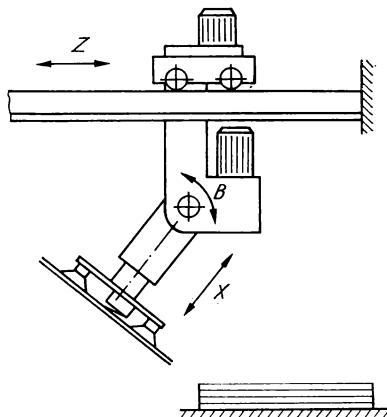
Plungerkolben. Bauweise eines Schubkolbenmotors, bei dem Kolben und Kolbenstange eins sind und gleichen Durchmesser haben, weshalb nur eine Seite mit Druck beaufschlagt werden kann. Im Bild wird ein Doppelplunger gezeigt.



PMC (programmable machine control). Programmierbare Maschinensteuerung, die Bestandteil einer IR-Steuerung sein kann und die Ein- und Ausgabeinformationen an die Bedingungen des IR und den technologischen Prozeß anpaßt. Sie besteht i. allg. aus einem Mikrorechner mit Eingabe-/Ausgabebaugruppen. Die Arbeitsweise entspricht der einer programmierbaren Steuerung. Logische, arithmetische Funktionen u. a. werden durch ein auf den Einsatzfall zugeschnittenes Programm beschrieben.

Portalindustrieroboter (Portalroboter). IR, dessen ↑Führungsgetriebe an einem Träger oder Balken, der an seinen Enden unterstützt ist, angebracht wurde und sich über dem Arbeitsraum, der verhältnismäßig groß und bodenfrei ist, bewegt werden

kann (s. Bild). P. lassen große Bewegungen in Balkenrichtung zu und eignen sich gut für die Mehrmaschinenbedienung.



Positionieren. Handhabeoperation, die das Bewegen von HHO in eine genaue Lage, z. B. zu einem Werkzeug, bezeichnet.

Positioniergenauigkeit. Größte Abweichung zwischen der Istposition und der programmierten Sollposition des ↑Arbeitsorgans eines IR. Zum Beschreiben der P. sind mehrere Kennwerte erforderlich: ↑Positionunsicherheit, ↑Positionsabweichung, ↑Umkehrspanne und ↑Positionstreubreite.

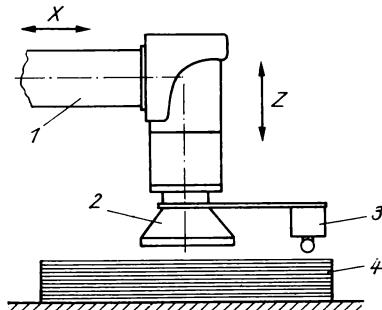
Positionierhilfe. Flächen am HHO, die so ausgebildet wurden, daß sie das ↑Positionieren unterstützen bzw. durch Formschluß zwangsläufig bewirken. Als P. zählen Einlaufsrägen, Zentrierkegel u. ä. Die P. spielen bei der montageautomatisierungs gerechten Gestaltung („Fügehilfen“) von Produkten eine große Rolle [25].

Positioniersensor. ↑Sensor, dessen Signale dazu dienen, den ↑Effektor eines IR so zu führen, daß die vorgesehene und im Programm abgespeicherte Aufgabe erfüllt werden kann. Als Überwachungsaufgaben können in Frage kommen:

- programmierte Positionierung (Koordinate, Pendelbewegung bei ↑Lichtbogen schweißrobotern)
- Schweißfugenverfolgung (Erkennung von Nahtanfang und -ende, Fugenver folgung)
- Kollisionsschutz

Da P. sehr vielfältig verwendet werden, ist eine eindeutige Trennung zwischen ↑Prozeßsensoren und P. nicht möglich.

Positionierung ist die Herstellung einer genauen Lage eines Objekts und kann sowohl ein HHO bezüglich seiner Lage zum ↑Effektor eines IR betreffen als auch z. B. einen robotergeführten ↑Sauggreifer zu einem Werkstückstapel. Die adaptive P. im Suchlauf kann, wie im Bild dargestellt, mit dem Positionierschalter 3 erfolgen. Beim Absenken des IR-Armes 1 mit dem Sauger 2 trifft der Endtaster auf das obere Werkstück des Stapels 4.



Positionierzeit ist die Zeit, die ein IR vom Zeitpunkt des Befehls zur Aufnahme eines HHO mit Nennmasse in der Startposition bis zur Ablage desselben in der Zielposition benötigt. In der P. sind alle Teilzeiten, die für den Ablauf einer Operation erforderlich sind, enthalten. Ihr Betrag ist abhängig von der Anzahl der am Bewegungszyklus beteiligten Teiloperationen und von der mittleren Geschwindigkeit, mit der die Bewegungen ausgeführt werden [9].

Positionsabfragefrequenz. Anzahl der Weg positionen je Sekunde, die bei direkter Teach-in-Programmierung von den Weg meßsystemen der Bewegungssachsen eines IR simultan abgefragt und in einem Massenspeicher, z. B. ↑Folienspeicher, abgelegt werden.

Wird die P. bei der Programmierung von 80 auf z. B. 40, 20, 10 oder 5 Punkte je Sekunde verringert, so erhöht sich die maximal mögliche Programmdauer von 4 auf 8, 16, 32 oder 64 Minuten. Im ↑Automatik betrieb werden dann zwischen zwei Pro

grammpunkten stets so viele Punkte linear interpoliert (\uparrow Proportionalinterpolation), daß immer 80 Sollpositionen je Sekunde vorgegeben werden. Je langsamer die Bewegungsvorgänge ablaufen, desto geringer kann die P. ohne Einbuße an \uparrow Positioniergenauigkeit gewählt werden.

Positionsabweichung. Temperaturbedingte Abweichung des \uparrow Arbeitsorgans eines IR von einer zu Betriebsbeginn definierten Istposition, die sich nach einer festgelegten Dauerbewegung unter Einsatzbedingungen bis zum Erreichen einer stationären Betriebstemperatur ergibt [9].

Positionsanzeige. Einrichtung zur numerischen Darstellung der Werte der \uparrow Wegmesssysteme mit Zifferanzeigen nach Richtung und Größe.

Positionsstrebubreite. Bandbreite der \uparrow Positionsabweichung des \uparrow Arbeitsorgans eines IR um eine mittlere Istposition, die sich beim Anfahren einer programmierten Sollposition aus einer Richtung ergibt. Innerhalb dieser Bandbreite sollen allestellungen für die programmierte Position mit einer Aussagesicherheit von 95 % liegen [9]. (Vgl. \uparrow Positionsunsicherheit)

Positionsunsicherheit. Größter Abstand zwischen den möglichen Istpositionen des \uparrow Arbeitsorgans eines IR, der beim Anfahren einer Sollposition auf einer \uparrow Bewegungssachse mit unterschiedlichem Richtungssinn auftreten kann. Die Aussagesicherheit soll 95 % betragen. Die Angabe

der P. ist notwendig, damit der Anwender bei der Gestaltung peripherer Einrichtungen die Toleranz kennt, mit der bei der Ablage der HHO durch den IR zu rechnen ist. Die Verteilung der Meßwerte bei Positionierungsvorgängen ist im Bild dargestellt [9]. (Vgl. \uparrow Positionsstrebubreite)

Potentiometer. Elektrischer Drehwiderstand, der einen linearen Funktionszusammenhang zwischen Weg und elektrischer Spannung liefert und damit als \uparrow Wegmeßsystem (Präzisionspotentiometer) geeignet ist. P. werden mit Übertragungsgtriebe an das \uparrow Führungsgetriebe des IR angekoppelt. Bei phasenzyklischen Meßsystemen (\uparrow Resolver) werden P. oft als Grobmeßsystem verwendet.

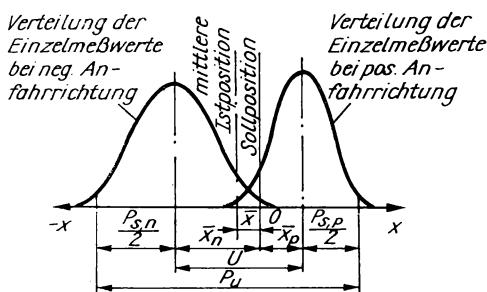
Präzisionsrobotertechnik. Teilgebiet der \uparrow Industrieroboter-technik, das sich vorwiegend mit \uparrow prozeßspezifischen IR für die Handhabung kleiner leichter HHO im Bereich des Präzisionsgerätebaus befaßt. Zur P. gehören z. B. Ultraschall-Automatikbonder, Justageroboter, mikrorechnergesteuerte Kleinmanipulatoren [26].

Programm. Geordnete Menge von \uparrow Befehlen zur Abarbeitung eines \uparrow Algorithmus. Zur Darstellung dienen synthetische Sprachen. Ein P. besteht aus dem Zeichen Programmanfang, einer Folge von \uparrow Sätzen und endet mit dem Zeichen Programmende.

Programmierart \uparrow Programmierverfahren

Programmiergerät dient zur \uparrow Programmierung und Löschung von EPROM-Speicherbauelementen. Nach erfolgter Programmierung wird ein Vergleich zwischen den Eingabedaten und den gespeicherten Daten ausgeführt und bei Differenzen ein Fehlersignal gebildet. Hauptfunktionsblöcke sind: Informationseingabe und -speicherung, Programmierung des Festwertspeichers, Datenprüfung und Sonderfunktionen.

Programmierkomfort. Aussage über die Ausführbarkeit, Übersichtlichkeit und Zweckmäßigkeit des Programmierens, Einrichtens, Umstellens, Behebens einfacher Fehler sowie der Fehlerdiagnose und Wartung an einem IR durch einen Bediener.



x_p Mittelwert bei positiver Anfahrrichtung;
 x_n Mittelwert bei negativer Anfahrrichtung;
 x systematische Abweichung; U Umkehrspanne;
 P_s Positionsstrebubreite; P_u Positionsunsicherheit

Wichtig ist die Einarbeitungszeit, die dieser benötigt, um den IR für geplante Anwendungen zu beherrschen.

Programmiersprache ist eine Menge von Zeichenfolgen, die zur Darstellung von Datenverarbeitungsprozessen dient. Sie eignet sich zur Beschreibung flexibler Handhabe- und Montageaufgaben und wird deshalb zur **Programmierung** von **Handhabeaufgaben** in flexiblen **Fertigungszellen**, von Montageaufgaben und von speziellen komplexen Aufgaben, wie **Palettierung** in komplizierten Mustern, angewendet [33; 34].

Beispiele für P. sind die Sprachen ML, ROBOTLAN und SIGLA (Montage) sowie ALFA und URI (Handhabung). Zukünftig wird man verstärkt höhere P. zum Zweck der Programmierung von IR entwickeln, für Anwendungen mit sehr umfangreichen Daten über den IR, die Werkstücke, den technologischen Prozeß und die **Peripherie**.

Programmierung. Erarbeitung eines **Programms** zur Steuerung einer technischen Einrichtung, z. B. IR. Die P. kann extern oder intern erfolgen. Bei der externen P. erfolgt die Programmentwicklung durch Vorprogrammierung des **Arbeitsprogramms** in einer Programmierstelle und Eingabe des fertigen Programms in die Steuerung des IR. Bei der internen P. entsteht das Programm direkt "vor Ort" durch **„Anfahren und Speichern“** aller Positionen des Arbeitsprogramms in ihrer Reihenfolge oder durch **„Abfahren einer Bahn“**, indem der IR manuell geführt wird (**Teach-in-Programmierung**, direkte).

Programmierung, mechanische. **Programmierung**, bei der das **Programm** manuell in einen mechanischen **Programmspeicher** übertragen wird.

Programmierung, textuelle. Manuelle oder maschinelle Erstellung eines Handhabeprogramms als lesbaren Text unter Nutzung von Roboter-Programmiersprachen. Die t. P. erfolgt ohne IR und meist in der Arbeitsvorbereitung.

Programmierverfahren. Immer wiederkehrender Ablauf beim Eingeben von Daten und Informationen in die Steuerung eines

IR zum Aufbau des **Handhabeprogramms**. Das P. muß eine wirtschaftliche **Programmierung** entsprechend den Anwenderbedingungen gewährleisten. Bei "externen" P. wird das Programm außerhalb des Einsatzortes des IR durch Beschreibung der Aufgabe erstellt. Am häufigsten wird jedoch am Einsatzort programmiert. Die verschiedenen P. und die Zuordnung möglicher Einsatzgebiete siehe [20].

Programmkapazität. Anzahl der gleichzeitig speicherbaren und unabhängig voneinander aufrufbaren Haupt- und Unterprogramme. Sie wird vor allem durch die Organisation der Speicherverwaltung bestimmt und ist nur indirekt von der Größe des **Programmspeichers** abhängig.

Programmlänge. Dauer eines **Programms**, die bei **Bahnsteuerungen** in Minuten angegeben wird und sich aus der Zyklusdauer des Handhabevorganges ergibt. Bei **Punktsteuerungen** wird die P. als Anzahl von **Programmschritten** angegeben. Sie folgt dann aus der Anzahl der anzufahrenden Positionen während des Arbeitszyklus.

Programmschritt enthält gewöhnlich alle Befehle für gleichzeitig ausführbare Arbeitsschritte, z. B. Achsbefehle, Sollwerte, Verweilzeiten, Verriegelungen. Ein P. ist ausgeführt, wenn die Ausführung der Befehle quittiert worden ist (Ablaufsteuerung) oder wenn eine bestimmte programmierte Zeitdauer abgelaufen ist (Zeitplansteuerung).

Programmschrittzahl. Zahl der Schritte aus denen ein Handhabeprogramm besteht, z. B. etwa 10^2 für einfache Beschickung, 10^3 für Schweißen, Beschichten, Palettieren und etwa 10^4 für Montageaufgaben.

Programmspeicher. Einrichtungen zum Aufnehmen von **Programmen**. Als P. kommen in Frage: mechanische Programmwalze, Kurvenscheibe, Steckerfeld, Schrittschaltwerk, Kodierschalter, Diodenmatrix, RAM, ROM, PROM, Kernspeicher, Lochstreifen, Lochkarte, Magnetband, -platte, -trommel, -folie.

Nur-Lese-Speicher werden nach der Herstellung programmiert und können mehrmals verändert werden, wie z. B. UV-

Licht-löschbare HalbleiterSpeicher. Einmalig bei oder nach der Herstellung des Speichers programmierbar sind z. B. Halbleiter-Maskierungsspeicher, Lochkarten und Lochstreifen.

Programmsteuerung. Steuerung, mit deren Funktion der selbsttätige Ablauf von Einrichtungen nach einer geordneten Menge von Befehlen zur Abarbeitung eines **Algoritmus** realisiert wird. Eine P. besteht immer aus drei Einrichtungen:

- **↑Programmspeicher**
- **Steuerungsteil**
- **Stellglied**

Man unterscheidet verdrahtungsprogrammierbare Steuerungen, wenn die Arbeitsweise (das **↑Programm**) über eine geeignete Verdrahtung realisiert wird. Wird das Programm in einem Speicher, z. B. PROM, abgelegt, so spricht man von speicherprogrammierbaren Steuerungen.

Proportionalinterpolation. Interpolation, bei der jede beteiligte **↑Bewegungssachse** mit einer Geschwindigkeit verfährt, die dem Weg im Satz proportional ist, so daß die Bewegungssachsen dadurch gleichzeitig ihren Endpunkt erreichen. Im kartesischen **↑Koordinatensystem** entsteht dann eine Gerade (Linearinterpolation).
(s. a. **↑Interpolator**)

Prozeßanalyse. Die komplexe P. ist eine wissenschaftlich-technisch-ökonomische Untersuchung eines existierenden oder im Entwurf bzw. der Realisierung befindlichen Prozesses hinsichtlich seiner Verbesserungsfähigkeit mit dem Ziel

- Ermittlung von Schwachstellen,
- Herausarbeitung von Lösungsvorschlägen zu ihrer Beseitigung und
- Formulierung von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben zur Beseitigung der Schwachstellen, falls der notwendige Umfang zur Erarbeitung der Lösungsvorschläge den Rahmen der P. sprengen würde bzw. zusätzlicher Entscheidungen bedarf.

Die Zustandsanalyse ist die erste Phase einer P. und beinhaltet die qualitative und quantitative Untersuchung aller prozeß-

bestimmenden und innerhalb des Prozesses auftretenden funktionalen und sonstigen Zusammenhänge. Eine komplexe P. muß stets auch komplexe Lösungsvarianten zum Einsatz von **↑Handhabeeinrichtungen** enthalten.

Prozeßsensor. Bezeichnung eines Sensors, der Werte von Parametern erfaßt. Mit den ermittelten Werten wird dann regelungstechnisch auf die Führung des Prozesses eingewirkt. Bei **↑Lichtbogenschweißrobotern** können z. B. folgende Aufgabenkomplexe in Frage kommen: Energiefluß (Schweißspannung, -strom, elektrische Energie), Werkstückeinfluß (Wärmeaushalt, Nahtvorbereitung, Schweißgeschwindigkeit), Zusatzwerkstoff (Schweißdraht, -pulver, Schutzgas), Schweißergebnis (Zünden des Lichtbogens, Schmelzbad- und Schweißnahtgeometrie, Nahtfehler, Bauteilverformung), Überwachung der Geräte-technik (Stromquelle, Brenner, Zusatzge-räte) [13].

Prüfen. Vergleich zwischen Soll- und Istgrößen zur Bestimmung der Brauchbarkeit und Einsatzfähigkeit von Gegenständen, Aggregaten und Systemen. Als Handhabe-operation bezeichnet das P. die Kontrolle von Ort-Zeit-Bedingungen und Gleichheit von HHO für Steuerungszwecke durch Feststellen der Anwesenheit und/oder der Lage sowie Identität von HHO.

Prüfgrößen für IR sind für die Abnahme, Untersuchung und den Vergleich von IR notwendige Kennwerte. Sie lassen sich in die Hauptgruppen geometrische, statische, kinematische, dynamische und thermische Größen zusammenfassen.

PTP (point-to-point). Abk. für Punkt-zu-Punkt-Steuerung; **↑Punktsteuerung**

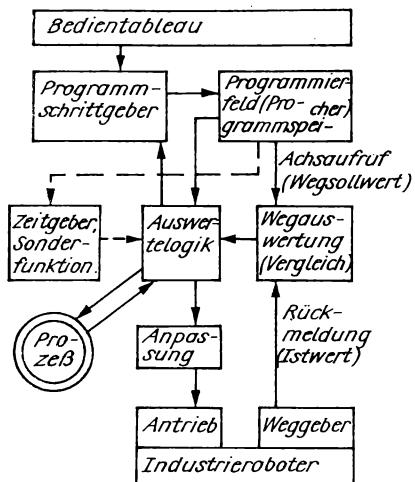
Punktprogramm. Anwenderbezeichnung für ein Programm, bei dem über einen längeren Zeitraum gleiche Anfangs-, Zwischen- und Endpositionen angefahren werden. (s. a. **↑Punktsteuerung**)

Punktschweißroboter. IR, der in der Lage ist, das Fügeverfahren Widerstandspunktschweißen auszuführen. Um eine beliebige Orientierung und Positionierung der Punkt-

schweißzange mit Ein- oder Mehrpunkt-Schweißelektroden im ↑Arbeitsraum durchführen zu können, sind sechs unabhängige Bewegungen erforderlich. ↑Bewegungsachsen können auch in periphere ↑Kippdreh-tische verlagert werden. Für P. werden ↑Punktsteuerungen eingesetzt. Der P. muß oft über eine beachtliche ↑Tragfähigkeit verfügen, weil neben der Zange mit oft großer Ausladung auch das dicke Schweißstromkabel und der Kühlwasserschlauch mitbewegt werden müssen. Man hängt deshalb die Schweißwerkzeuge auch oft an Ausgleichsfederzügen auf.

(vgl. ↑Lichtbogenindustrieroboter)

Punksteuerung gestattet das ↑Positionieren eines charakteristischen Punktes, z. B. eines Werkzeugs oder des Greifers eines IR, in programmierten Punkten des ↑Arbeitsraumes, ohne daß längs des ↑Verfahrensweges zwischen aufeinanderfolgenden Punkten ein von der Steuerung vorgegebener funktioneller Zusammenhang in den ↑Bewegungssachsen besteht. Die Bewegungsbahn wird vom konstruktiv festgelegten ↑Getriebefreiheitsgrad bestimmt und auch bei gleichzeitiger Bewegung mehrerer Achsen von der Steuerung nicht kontrolliert.



In der Praxis genügen P. für die Stückguthandhabung mit IR der Struktur SSS und DSS in den meisten Fällen. P. können

als nichtnumerische P. (z. B. Steckerfeld) und als numerische P. realisiert werden. Im Bild wird eine nichtnumerische P. im Blockschaltbild (↑Ablaufsteuerung) gezeigt [4].

Punktzugriff. Bewegungsvermögen und Steuerung ermöglichen dem IR nur das Erreichen eines Fixpunktes. Alle aufzunehmenden Werkstücke müssen dann z. B. durch einen aktiven ↑Werkstückspeicher zu diesem Punkt gebracht werden.

Q

Qualitätssicherungseinrichtung. Einrichtung, die ohne zeitgebundenes Zutun von Bedienkräften das Fertigungsergebnis an einem IR-Arbeitsplatz überwacht, so daß die Anlage längere Zeit sich selbst überlassen bleiben kann. Die Überwachung kann sich direkt auf den Werkstückzustand beziehen (Abmessungen, Form, Oberfläche, Lage usw.) oder indirekt auf das Werkzeug (Verschleiß, Bruch, Werkzeugausgangsgeometrie usw.), die Maschine (Spiel, Kühlmittel, thermische Einflüsse usw.), die Umwelteinflüsse (Strahlung, Schwingungen, Raumtemperatur usw.) und auf die Prozeßkenngrößen (Vorschub, Drehzahl, Spannkraft usw.).

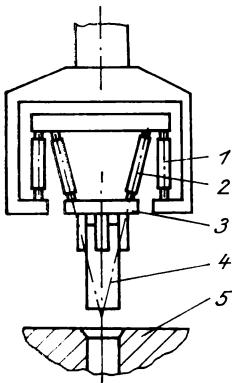
R

RAPT (robot automatically programmed tools). Aus der NC-Sprache APT entwickelte IR-Sprache; explizite Koordinatenangaben sind unnötig. Befehlsfolgen werden aus geometrischen Teilebeschreibungen abgeleitet.

Raumprogramm. ↑Programm, das das Anfahren beliebig im ↑Arbeitsraum verteilter, geometrisch bestimmter Positionen gewährleistet. (s. a. ↑Punktsteuerung)

RCC-System (remote centre compliance). Nachgiebiger Gelenkmechanismus, der rein mechanisch Lagefehler durch eine besondere Anordnung (Bild) von Scherungselementen aus Elastomeren ausgleicht, wobei der Mittelpunkt für die Drehung entfernt liegt. Es bedeuten: 1 Lenker für Parallelausgleich, 2 Lenker für Ausgleich über

Koppelglied bei Fluchtungsfehler, 3 Koppelglied, 4 Montageteil, 5 Montagebasis- teil.



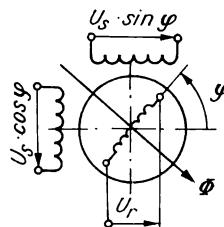
Referenzpunkt. Allgemein ein Bezugspunkt für eine Bewegungseinheit. Im einzelnen kann der Begriff R. als Bezeichnung verwendet werden für: 1. Bezugspunkt für die Bemäfung von Werkstücken; 2. Punkt mit dem Positions値 „Null“ bei Bewegungseinheiten mit Wegmefysystemen (Nullung); 3. bestimmter Punkt (Fixpunkt) eines Musters, z. B. Werkstückstapel, oder einer Bahn, z. B. Schweißnaht; 4. Koordinatenursprungspunkte im Bezugskoordinatensystem eines IR.

Referenzpunkt anfahren. Betriebsart zur Ermittlung oder Einstellung des ↑Referenzpunktes, auch als Nullung bezeichnet.

Referenzpunktgeber. Positionsgeber zur Erzeugung eines Signals, welches den ↑Referenzpunkt markiert. Im Falle der Nullung auch als Nullungsschalter bezeichnet.

Resolver (Vektorzerleger) ist ein spezieller Drehmelder mit zweiphasiger Stator- und einphasiger Rotorwicklung (Bild), der als ↑Wegmefysystem an IR verwendet werden kann, besonders bei ↑Drehgelenkrobotern. Bei Verdrehung des Rotors um den Winkel φ und an der Statorwicklung anliegender Wechselspannung U_S wird in der Rotorwicklung je nach Winkelstellung eine Spannung U_r induziert. Zur Gewinnung der Weginformation sind verschiedene Verfahren bekannt, wobei zu beachten ist, daß bei fortlaufender Rotordrehung der

Meßwert vieldeutig wird. Man zählt deshalb die Nulldurchgänge der Sekundärspannung als Grobmessung und nutzt die Höhe der Spannung jeweils zwischen den Nulldurchgängen als Feinmessung und erhält so ein digital-analoges Meßsystem.

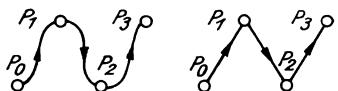


Rezeptor. Biologische Struktur (Nervenendigung einer Zelle) zur Aufnahme spezifischer Reize aus der Umgebung oder aus dem Körperinnern und Abgabe von Informationen darüber an das Zentralnervensystem. Es hat sich eingebürgert, auch Randelemente (Meßwertaufnehmer) in nichtbiologischen Systemen (↑Sensoren) als R. zu bezeichnen.

Roboter. Automatisches System mit bestimmten sensorischen und adaptiven Eigenschaften zur Ausführung manipulatorischer und lokomotorischer Vorgänge. Für die Einsatzzwecke in der Industrie (neben denen im Weltraum, in der Tiefsee, im Militärwesen und in der Landwirtschaft) ist es zweckmäßig, diese Definition noch zu konkretisieren, zumal in der Industrie die manipulatorischen Aufgaben im Vordergrund stehen [18].

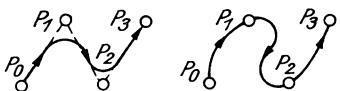
(vgl. ↑Industrieroboter)

Robotertrajektorie. Zustandskurve eines ↑Effektors. Die Komponenten einer R. beschreiben die Bewegungsbahn des Effektors sowie die zugehörigen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen. Der jeweils erforderlichen Bewegung entsprechend, gelangen aufgabenangepaßte Interpolationsverfahren (↑Interpolator) zur Anwendung, um aus den Bahnparametern, wie z. B. Anfangswerte, Randbedingungen, Endwerte, R. in kinematisch und dynamisch geschlossener Form zu berechnen [27]. Zur ↑Generierung von R. werden verschiedene Planungsverfahren verwendet (s. Bild); P_i sind die Punkte einer R.



Punkt zu Punkt Planung mit beliebiger Raum- bahn

lineare Inter- polation



lineare Inter- polation mit Übergängen

Planung über algebraische Funktionen

Robotik. Bezeichnung für ein Gebiet der Wissenschaft und Technik, das sich mit dem Teil der Automatik befasst, der vornehmlich auf die Automatisierung von **Handhabungsoperationen** im Produktionsprozeß durch den Einsatz von IR abzielt. (s. a. **Industrierobotertechnik**)

Robotrailler (Robocarrier, Transrob). Bezeichnung für ein induktiv spurgeführtes fahrerloses **Flurförderzeug**, dessen Aufgabe darin besteht, auf **Werkstückträgern** befindliche Teile in Fertigungssystemen oder Fertigungsabschnitten automatisch zuzuführen.

ROCOL (robots control language). Von der Universität Leningrad (UdSSR) entwickeltes Programmiersystem für IR, bestehend aus **Interpreter**, **Betriebssystem** mit **Sensorüberwachungsroutinen**, **Editor** und **Modul** zum direkten Steuern eines IR.

RPL (robot programming language). An die NC-Fertigung angelehnte IR-Sprache; Einzelanweisungen für jede Achse.

RSM. Abk. für einen roboterspezifischen Stellmotor mit Kurzläufer und Möglichkeit zum Aufstecken eines **Tachogenerators** sowie zur Ankopplung einer Wegmeßeinrichtung.

Rundinductosyn **↑Inductosyn**

Rundtaktspeicher. Aktiver **Werkstückspeicher** in der Art eines ein- oder mehrtagigen angetriebenen Rundschalttisches, der

je Handabezyklus bei einreihiger Belebung einmal weiterschaltet und damit jedes HHO an eine festgelegte Abnahmeposition bringt.

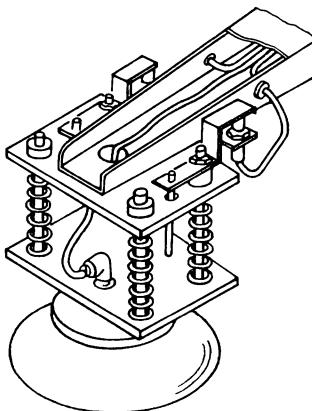
Rutschsensor. Taktiler **Sensor**, der sich in die Greifflächen eines **Greifers** einbauen läßt und das Gleiten eines HHO zwischen den Greiferbacken meldet. Mit R. lassen sich adaptive Greifkraftregelungen aufbauen, die es erlauben, HHO mit einer Minimalkraft zu fassen, um auch empfindliche und leicht verformbare Teile sicher handhaben zu können.

S

Satz. Ein S. ist ein Teil einer synthetischen Sprache, besteht aus mehreren **Wörtern** und wird durch das Zeichen **Satzende** abgeschlossen. Das erste Wort eines S. ist die **Satznummer**, dann folgen die anderen Worte in beliebiger Reihenfolge. (s. a. **Programm**, **Adresse**)

Satzsuchlauf. **Betriebsart** einer Steuerung, bei der das **Programm** ohne Ausgabe von Signalen bis zum vorgewählten **Satz** läuft. Sie dient zur Anwahl ausgewählter Sätze.

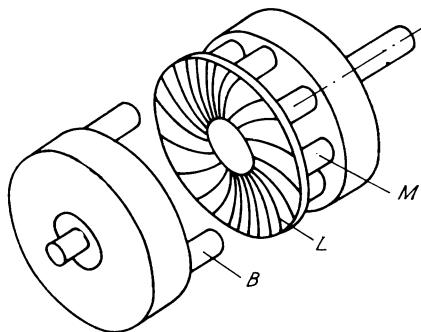
Sauggreifer. Greifeinheit, die ein HHO durch Unterdruck hält. Es ist zwischen **Haftsaugern** und den an Vakuumpumpen angeschlossenen **Vakuumsaugern** (s. Bild) zu unterscheiden. Bei Haftsaugern wird allein durch das Aufdrücken auf eine glatte Oberfläche eine Haftkraft erzeugt. Bei Vakuumsaugern wird die Haltekraft durch



den erzeugten Unterdruck im Sauger bestimmt. Das Betätigungsventil braucht nicht direkt am Greifer untergebracht zu werden. (s. a. ↑Greifer)

SCARA-Prinzip (selective compliance assembly robot arm). Für einfache Montagen gut geeignetes Konstruktionsprinzip für IR auf der Basis eines horizontalen Drehgelenkarmes mit dem Freiheitsgrad 3 bis 5, bei dem Positionsfehler des Montageteils in den Drehgelenken ausgeglichen werden und die Steifigkeit bei Biegebeanspruchung um waagerechte Ebenen erhöht ist. Das S. ermöglicht hohe Verfahrgeschwindigkeiten. Meist werden aus Kostengründen nur wenige Bewegungssachsen lagegeregelt und Kombinationen mit schrittmotor- oder angeschlaggesteuerten Achsen bevorzugt.

Scheibenläufermotor. Massearmer Elektromotor (s. Bild), der sich für den ↑Antrieb von ↑Drehgelenkrobotern besonders gut eignet. Der Läufer L ist eine in gedruckter Technik ausgeführte Scheibe. Die Permanentmagnete M stehen fest, B sind die Bürsten. Durch das sehr kleine Trägheitsmoment erreicht er schnell die Maximalgeschwindigkeit und kann auch innerhalb einiger Millisekunden gestoppt werden.

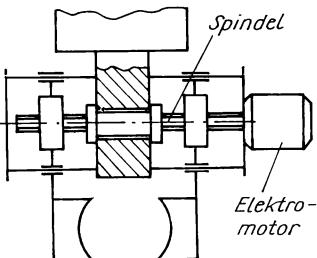


Schleppfehler ist die Differenz aus der mittleren Istbahn und der programmierten Sollbahn des ↑Arbeitsorgans eines IR.

Schmiederoboter legen meistens als ↑Beschickungsroboter Schmiedeteile in Schmiedepressen ein bzw. drehen und bewegen diese im Hammer. Die extremen Bedingungen stellen hohe Anforderungen.

Schwere glühende Teile müssen mit großer Geschwindigkeit bewegt werden. Da die Schmiedeteile während der Bearbeitung oft beträchtliche Formänderungen erfahren, sind die ↑Greifer meist kompliziert und schwer. Im Gesenk haftende Werkstücke machen zusätzliche Kräfte erforderlich und stellen ein Problem dar.

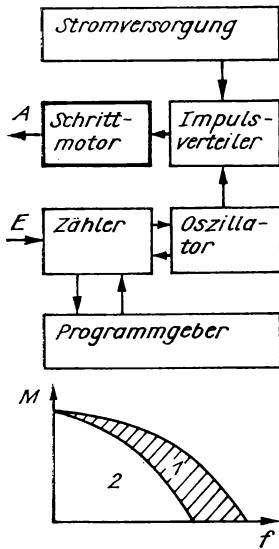
Schraubstockgreifer. Bezeichnung für einen mechanischen Zweifingergreifer mit starren Backen, die sich parallel schließen. Der Antrieb wird hauptsächlich über Spindel- (s. Bild) und Hebelgetriebe realisiert.



Schrittautomatik. ↑Betriebsart zur Abarbeitung eines ↑Programms eines IR, analog der Betriebsart ↑Automatikbetrieb. Nach Beendigung eines jeden ↑Satzes erfolgt jedoch ein STOP der Abarbeitung. Erst nach erneuter Betätigung der START-Taste wird der nächste Schritt des Programmablaufs eingeleitet.

Schrittmotor. Spezieller Elektromotor, der in der Lage ist, digitale Steuerbefehle in Drehbewegungen umzusetzen. Der Schrittwinkel, um den der Läufer des S. bei jedem Steuerimpuls weitergeschaltet wird, ist konstant und hängt vom Aufbau des S. ab. Üblich sind Werte von 30° und weniger. Es gibt S. mit einer Auflösung, die besser ist als 1° .

Der S. ist ein wichtiges Antriebselement in der Automatisierungstechnik. Neben dem Motor ist eine Ansteuerelektronik notwendig, um die Eingangsgrößen E (Impulszahl, -frequenz, Drehrichtung) in die Ausgangsgrößen A (Schrittzahl, -geschwindigkeit, Drehrichtung) umzusetzen. Das Bild zeigt Struktur und Motorkennlinie (M Moment, f Frequenz, 1 Betriebsfrequenzbereich, 2 Anlauffrequenzbereich).



Schrittzykrogramm. Grafische Darstellung eines vollständigen ↑Bewegungszyklus an einem IR-Arbeitsplatz, wobei zu jeder Programmschrittzahl die Zustände des Arbeitsmittels, die Lage und Bewegung der ↑Bewegungssachsen des IR, der Signalaustausch mit der ↑Peripherie und sonstige Aktivitäten bzw. Zustände angegeben werden. Das S. ist Grundlage und Hilfsmittel für die Erstellung von ↑Programmen.

Schutzgüte. IR müssen unter Ausschöpfung aller technisch und wirtschaftlich vertretbaren Möglichkeiten so gestaltet und aufgestellt werden, daß Gefahrensituationen, die die Arbeitssicherheit beeinträchtigen, ausgeschlossen sind. Die S. muß für jeden Einsatzfall nachgewiesen werden. Das bezieht sich besonders auf eine ausreichend feste und überlastungssichere Konstruktion, den Schutz vor bewegten Teilen sowie Quetsch- und Scherstellen, Gefahren bei Energieausfall bzw. -wiederkehr, die ungewollte Auslösung von Schalt- und Steuervorgängen, das ↑NOT-AUS-Verhalten, das sichere ↑Halten von HHO durch den ↑Greifer und andere Schutzmaßnahmen [28]. Den Forderungen nach hoher S. muß bereits bei der ↑Layoutplanung entsprochen werden, indem die Schutzzonen (z. B. bei Mehrmaschinenbedienung), aber auch not-

wendige Flächen für Instandhaltung und Fehlersuche vorgesehen werden.

Schweißindustrieroboter (Schweißroboter). Technologischer (werkzeugführender) IR, der selbständig Schweißbrenner, Schweißzangen sowie Schweißteile bewegt. Für letztere stehen meist ↑Kippdrehthesche zur Verfügung. Der S. besteht aus einem ↑Führungsgetriebe für das Schweißwerkzeug, der Wegsteuerung und technologischen Funktionsgruppen. Sie sind hinsichtlich Positionierung und Prozeßablauf programmierbar. Mit Hilfe ihrer ↑Bewegungssachsen, der Steuerung und ↑Sensoren finden die S. die Stelle, wo sie selbständig schweißen, kleben, löten, flamspritzen oder brennschneiden. (s. a. ↑Lichtbogenschweißroboter, ↑Punktschweißroboter)

Schwenken. ↑Handhabeoperation, die das Bewegen eines HHO in eine neue Lage um eine Achse senkrecht zur projizierten Grundfläche des HHO und außerhalb dieser bezeichnet.

Schwenkwinkelmotor ↑Drehwinkelmotor, hydraulischer

Sensor. Unterschiedlich verwandelter Sammelbegriff für bestimmte gerätetechnische

Sensor-ausführung	Anwendung
<i>visuell</i>	
Halbleitersensor punktförmig zeilenförmig matrixartig Bildaufnahmeröhre	Lageerkennung Beschaffenheitsprüfung Sortierung nach Größenklassen
<i>taktil</i>	
Taster (pneumatisch, elektrisch) Dehnmeßstreifen Wandler (kapazitiv, piezoresistiv) Plaste, druckempfindlich Stiftmatrix	Fügen, Montieren Werkzeug- überwachung Lageerkennung
<i>auditiv</i>	
Mikrofon Beschleunigungs- aufnehmer	Qualitäts- kontrolle Justage

Bestandteile von ↑Erkennungssystemen, die der Gewinnung von Informationen über Eigenschaften, Zustände oder Vorgänge dienen und die hierfür bedeutsamen Eingangssignale auf die für die weitere Nutzung geeigneten Ausgangssignale abbildet. Zu erfassende Größen können z. B. sein: Druck, Kraft, Moment, Weg, Winkel, Volumen, Masse, Feuchte, Füllstand, Drehzahl, Geschwindigkeit, Strahlung. Über einige Ausführungen von S. und deren Anwendung in der Fertigungstechnik gibt die Tafel Auskunft. Werden IR mit S. ausgestattet, so verfügt dieser über eine gewisse eigene Reaktionsfähigkeit.

Sensor, akustischer. Sensor, dessen Ankopplung an den Prozeß bzw. an Objekte über Schallenergie erfolgt, z. B. Ultraschallsensor. Dieser besteht aus Schallsender und -empfänger.

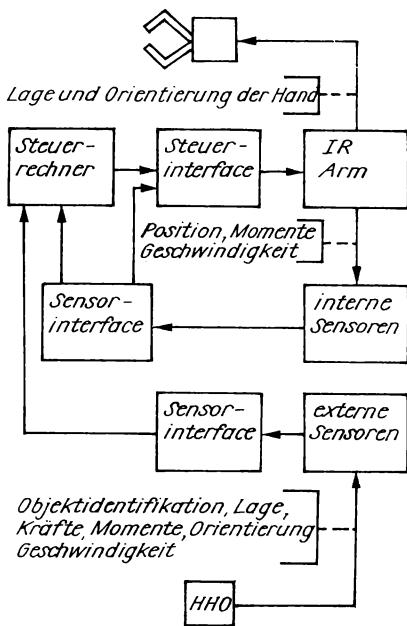
Sensor, optischer. Alle Wandler, die elektromagnetische Strahlung vom Ultraviolettbis in den Infrarotbereich wahrnehmen und in elektrische Meß-, Steuer- oder Regelsignale umsetzen, werden als S. bezeichnet. Sie sind hoch integrierbar, für ruhende wie für bewegte HHO nahezu universell einsetzbar, aber in ihrer Verwendung an verschiedene Randbedingungen gebunden, die oft einen nicht unerheblichen Anfangsaufwand bedeuten. S. ermöglichen komplexe Wahrnehmungs- und Erkennungsleistungen, die anders gar nicht oder nur wesentlich aufwendiger erreichbar sind [39]. Problematisch ist oft die Schaffung solcher Umwelt-, Abbildungs- und Belichtungsbedingungen (Auflicht, Durchlicht), daß Störeinflüsse nicht zu einer Beeinträchtigung der Erkennungsleistung führen. Der Nachweis von HHO kann nulldimensional (Einzelpunkt), eindimensional (Linienanordnung) und zweidimensional (Matrixanordnung) erfolgen. Nur der letztergenannte entspricht der eigentlichen Erfassung eines Bildes und gestattet eine echte ↑Szenenanalyse.

(s. a. ↑Erkennungseinrichtung)

Sensor, taktiler. ↑Sensor, der bei Berührung (mechanische Kontaktgabe) Kräfte, Momente oder Formen erfaßt und in ein äquivalentes elektrisches Signal umwan-

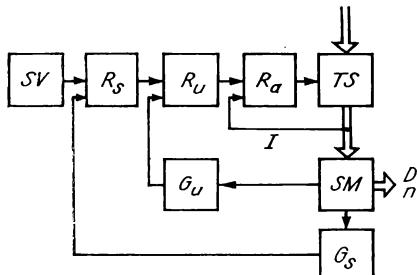
delt. Die S. können im einfacheren Fall den programmierten Bewegungsablauf überwachen und diesen bei auftretenden Fehlern unterbrechen oder aber z. B. durch Suchbewegungen den IR steuern. Für den Aufbau von S. werden z. B. Dehnungsmessstreifen, Piezo-Aufnehmer, pneumatische Wandler, kapazitive Aufnehmer, Potentiometer, druckempfindliche elastische Schichten mit eingelagerter Metallfolie bzw. mit Drähten oder mit induktiven Fühlerstiften verwendet [5].

Sensorsteuerung. Steuerung unter Einbeziehung der von ↑Sensoren aufgenommenen und von der ↑Erkennungseinrichtung logisch verarbeiteten Informationen. Die S. reagiert somit auf Veränderungen oder Ereignisse in ihrer Umgebung durch entsprechende Modifikation des Steuerprogramms. Typische Anwendungen sind die Montage von Bauteilen, die Oberflächenbearbeitung, das Erkennen und ↑Greifen von teil- oder ungeordneten HHO. Die Struktur eines adaptiven, sensorgeführten Industrieroboterarms wird im Bild wiedergegeben. (s. a. ↑Nachführsteuerung)

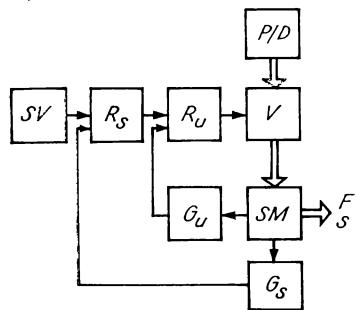


Serviceeinheit. Am Rechnerbus (\uparrow Bus) betriebene, seriell arbeitende Zusatzbaugruppe einer Rechnersteuerung für die Bedienung von Diagnoseprogrammteilen und zur Durchführung der Rechnerkorrespondenz. Im Fehlerfall werden die Testdiagnoseroutinen (\uparrow Diagnoseprogramm) von Hand über die S. gestartet.

Servoantrieb. \uparrow Antrieb eines IR über einen Folgeregelkreis, wobei ein meist in Form einer Spannung vorliegender Sollwert mit Regeleinrichtungen, Leistungsstellglied, Motor (elektrisch, hydraulisch) und Lagerrückmeldung analog als Weg nachgeführt wird. Für den elektrischen Antrieb der \uparrow Bewegungssachse eines IR werden spezielle Gleichstrommotoren (\uparrow RSM, \uparrow WSM) oder \uparrow Schrittmotoren vorgesehen. Das Blockschaltbild a) zeigt einen S. mit Gleichstrommotor und Thyristorstellglied als Energiesteller. Gemessen werden der Ankerstrom, die Motordrehzahl und der \uparrow Verfahrtsweg, so daß die für die Servoregelkreise typische Struktur von Beschleunigungs-, Geschwindigkeits- und Lageregelkreis entsteht. Für den elektrohydraulischen Antrieb einer Bewegungssachse



a)

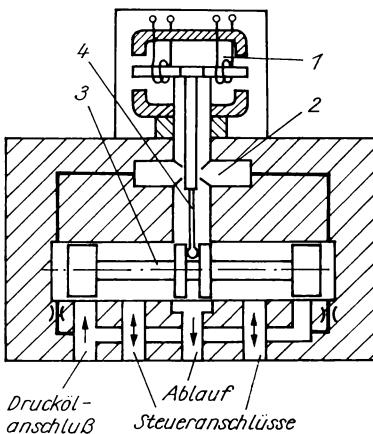


b)

werden hauptsächlich Schub- oder \uparrow Drehwinkelmotoren vorgesehen. Im Blockschaltbild b) wird ein S. mit Schubkolbenmotor (z. B. Doppel- \uparrow Plungerkolben) gezeigt. Die Steuerung des Öldrucks erfolgt durch ein elektrohydraulisches \uparrow Servoventil. In den Bildern bedeuten: D Drehmoment, F Vorhubkraft, G_s Weggeber, G_u Geschwindigkeitsgeber, I Motorstrom, P/D Hydraulikpumpe mit Druckspeicher, R_a Beschleunigungsregler, R_s Lageregler, R_u Geschwindigkeitsregler, SM Stellmotor, SV Sollwertvorgabe, TS Thyristorstellglied, V Servoventil, s Weg, n Drehzahl.

Servomotor (Stellmotor). Hilfskraftmaschine zur Verstärkung von Steuer-, Regel- und Bremskräften; Betätigungsorgan für Stellglieder bei automatischer Regelung. Nach der Art der Antriebsenergie wird in pneumatische, hydraulische und elektrische S. unterschieden.

Servoventil, elektrohydraulisches. Bauelement, das einen Druckölstrom stufenlos und richtungsabhängig durch elektrischen Strom steuert. S. setzen kleinste elektrische Steuerleistungen schnell und genau in große hydromechanische Stelleistungen um. Ein zweistufiges S. (s. Bild) besteht aus dem elektromagnetischen Stellantrieb 1, der hydraulischen Vorverstärkerstufe 2, der hydraulischen Leistungsverstärkerstufe 3 und der Rückführseinrichtung 4. Der Antrieb 1 bewirkt bei angelegtem elektrischem Eingangssignal eine Aussteuerung



des Verstärkers 2 vom Typ Düse-Prallplatte. Infolge der dadurch entstehenden und auf die Stirnflächen des symmetrischen 4-Kanten-Steuerkolbens der Verstärkerstufe 3 wirkenden Druckdifferenz wird dieser aus seiner Mittelstellung verschoben. Je nach Verschieberichtung wird nun einer der beiden Steueranschlüsse mit dem Druckanschluß verbunden und der andere mit dem Ablauf. Durch die Rückführreinrichtung 4, bestehend aus einer Biegefeder, die von der Verstärkerstufe 3 auf den Vorverstärker 2 rückwirkt, wird Proportionalität zwischen dem elektrischen Eingangssignal und der Öffnung des Kolbenlängsschiebers erreicht. Für den Betrieb des S. ist eine spezielle Ansteuerelektronik erforderlich. (s. a. ↑Servoantrieb)

SIGLA (SIGMA Language). Eine der ersten industriell genutzten IR-Sprachen; einfache Struktur, Parallelabarbeitung von Programmen, Sensorverarbeitung.

Sinnbilder für Handhabeoperationen. Zur Planung von ↑Handhabeeinrichtungen bedient man sich der ikonischen Darstellung von ↑Handhabeoperationen, s. Bild a. Für Grobdarstellungen größerer Fertigungsabschnitte können die Sinnbilder nach Bild b verwendet werden. Mit der Anordnung der Sinnbilder wird noch keine Festlegung zu Funktionsträgern vorgenommen.

Softgreifer. Mehrgliedriger Fingergreifer für besonders hohe Flexibilitätsanforderungen, dessen Finger sich über Seilzüge öffnen oder schließen lassen und die ein HHO polygonartig umfassen (Umfassungsgreifer). Die nicht sehr hohe Greifkraft verteilt sich konstant über die Fingerlänge. Der Greifvorgang dauert relativ lange.

Software. Bezeichnung für die Gesamtheit der Systemunterlagen und andere anwendungsbezogene ↑Programme in der Rechentechnik. In Verbindung mit Rechnersteuerungen wird der Begriff S. auch in der ↑Industrierobotertechnik für die Programmtechnik verwendet. Für den Betrieb von ↑Handhabeeinrichtungen wird eine Steuerungs-, Programmerstellungs-, Bedienungs-, Überwachungs- und Diagnosesoftware benötigt.

Spannen ist kraftpaariges Sichern von Position und Orientierung von HHO. Es beruht auf dem Prinzip der Reibung zwischen Werkstück und Spannzeug. (s. a. ↑Aufnehmen, ↑Halten)

Spannteilefamilie. Menge von Werkstücken, die durch ihre Beschaffenheit sowohl im unbearbeiteten wie bearbeiteten Zustand von einer Spanneinrichtung aufgenommen werden kann. Die Untersuchungen der Spannbarkeit umfaßt die Werkstückart, Oberflächenbeschaffenheit, Anzahl und Lage der ↑Formelemente, Werkstückwerkstoff und -abmessungen. Werkstücke, die innerhalb einer flexiblen ↑Fertigungszelle mit einem IR gehandhabt werden sollen, müssen die Bedingungen für das ↑Greifen und ↑Spannen erfüllen. (s. a. ↑Greifteilefamilie)

	<i>Bunkern</i>		<i>Drehen Wenden Schwenken</i>
	<i>Stapeln</i>		<i>Zuteilen</i>
	<i>Magazinieren</i>		<i>Eingeben</i>
	<i>Weitergeben</i>		<i>Ausgeben</i>
	<i>Abzweigen</i>		<i>Aufnehmen</i>
	<i>Zusammenführen</i>		<i>Lage prüfen</i>
	<i>Ordnen</i>		<i>Identität prüfen</i>
	<i>Spannen</i>		<i>Entspannen</i>

	<i>Handhaben</i>		<i>Transportieren</i>
	<i>Lagern</i>		<i>Kontrollieren</i>
	<i>Montieren</i>		<i>Fertigen</i>

Speichern. Die ↑Handhabeoperation S. bezeichnet das zeitweilige Aufbewahren von HHO im Bereich von Fertigungseinrichtungen. Es stellt keinen aktiven, sondern einen passiven Vorgang dar, der auch als Aufbewahren bezeichnet werden kann. Zum S. zählen das ↑Bunkern, ↑Stapeln und ↑Magazinieren.

Spracherkennung. Automatische Erkennung natürlicher Sprache bei stark begrenztem Vokabular mit Hilfe von Sprachanalysatoren zum Zwecke des sprachgesteuerten Führens bzw. der akustischen Programmierung von ↑Robotern. Der S. stehen schwierige analytische Probleme entgegen, wie Worttrennung, Ausspracheabhängigkeiten, Tonfall beim Sprechen. Sie wurde bisher nur im Labormaßstab realisiert.

SPS. Abk. für speicherprogrammierbare ↑Steuerung

SSPD (self-scanned-photodiode). Abk. für ein selbstabtastendes ↑Fotodiodenarray

Ständermanipulator. ↑Manipulator, dessen ↑Gestell als ein auf einer Grundplatte befestigter freistehender Ständer für eine flurgebundene Aufstellung ausgeführt wurde. (s. a. ↑Grundbauart)

Stapeln. ↑Handhabeoperation, die das zeitweilige Aufbewahren (↑Speichern) von teilgeordneten HHO bezeichnet.

Stapelpalette. Passiver ↑Werkstückspeicher, gewöhnlich in Form einer ↑Flachpalette, der übereinander stapelbar ist. Um das Umsetzen der leeren S. auch dem IR übertragen zu können, werden Formstücke, Durchbrüche und auch Greifstangen vorgesehen, wobei die Greifstellenmaße jeweils den Werkstückabmessungen entsprechen müssen [3].

Steuerung, adaptive. Automatische Steuerung, bei der versucht wird, mittels mathematischen Modells eine Optimierung des Prozesses zu erreichen. Dazu werden über ↑Sensoren Prozeßparameter ermittelt, über die unter Nutzung des Modells bestimmte optimale Prozeßparameter vorgegeben werden.

Beim Einsatz von IR lassen sich mittels der S. z. B. Suchfunktionen realisieren oder

die Steuerung der Verfahrgeschwindigkeit eines ↑Verfahrensroboters beim Entgraten (s. Bild).



Steuerung, austauschprogrammierbare. Speicherprogrammierbare ↑Steuerung mit NUR-LESE-Speicher als ↑Programmspeicher. Der Inhalt kann nach erfolgter ↑Programmierung nur durch mechanischen Eingriff in die Steuereinrichtung verändert werden. Unter einem mechanischen Eingriff ist die Herausnahme des Programmspeichers aus der Steuereinrichtung zum Zwecke der Programmierung zu verstehen.

Steuerung, festprogrammierte. Verbindungsprogrammierte ↑Steuerung, bei der Programmänderungen nicht vorgesehen sind, wie z. B. Steuerungen mit Leiterplattenverdrahtung, Löt-, Schraub-, Wickel- oder Quetschverbindungen.

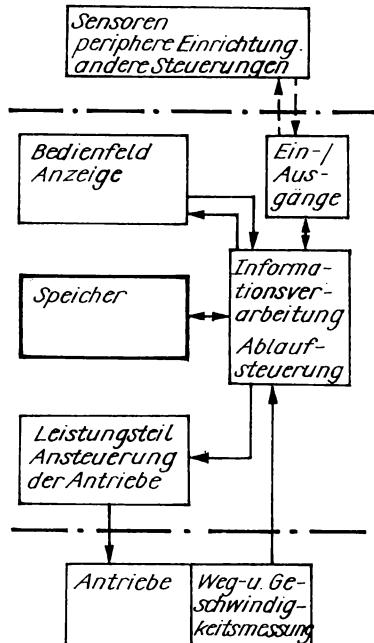
Steuerung, freiprogrammierbare. Speicherprogrammierbare ↑Steuerung mit Schreib-Lese-Speicher als ↑Programmspeicher, wie z. B. Magnetkernspeicher und Halbleiter-Speicher. Der gesamte Inhalt des Programmspeichers kann ohne mechanischen Eingriff in die Steuereinrichtung verändert

werden. Unter mechanischen Eingriff ist die Herausnahme des Programmspeichers aus der Steuereinrichtung zum Zwecke der ↑Programmierung zu verstehen [32].

Steuerung, pneumatische. Steuerung auf der Basis pneumatischer Logikelemente, die auch für das Betreiben von punktgesteuerten Handhabeeinrichtungen geeignet ist [3]. Sie zeichnet sich durch einfache Bedienung, hohe Zuverlässigkeit, günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis und Explosions-sicherheit aus. Nachteilig ist die begrenzte Signalübertragungs- und -verarbeitungsgeschwindigkeit.

Steuerung, programmierbare ↑PLC-Steuerung, ↑Steuerung, speicherprogrammierbare

Steuerung, speicherprogrammierbare. Steuerung bei der das ↑Programm in einem ↑Programmspeicher abgelegt ist [8]. Das Blockschaltbild einer S. wird im Bild dargestellt.



Steuerung, umprogrammierbare. Eine programmierte Steuerung, bei der Programmänderungen vorgesehen und in einfacher

Weise durchführbar sind, wie z. B. durch Umstecken von Leitungen, Ändern oder Auswechseln von Lochkarten oder Austauschen von Programmspeichern.

Steuerung, verbindungsprogrammierte. Steuerung, bei der die innere Informationsverarbeitung schaltungstechnisch durch Verdrahtung von Bauteilen realisiert wird.

Suchprogramme werden bei IR mit Sensorbestückung verwendet. Es werden die Hauptbewegungen und die Grobpositionen programmiert. Der IR fährt mit grober Genauigkeit diese Positionen an. Die Feinpositionierung erfolgt dann intern über die Sensorinformationen. (s. a. ↑Sensor)

Synchronmanipulator. ↑Manipulator, der unmittelbar durch einen Menschen gesteuert wird, nicht vorprogrammiert werden kann und somit alle vom ↑Operateur vorgegebenen Bewegungen synchron ausführt. (s. a. ↑Lastarmmanipulator, ↑Master-Slave-Manipulator)

Syntelman. Abk. für Synchrontelemanipulator. Ein S. ist ein einem „Maschinenmenschen“ ähnlicher ↑Master-Slave-Manipulator, der synchron und über große Distanz die Bewegungen eines ↑Operateurs genau kopiert. Manipulatoren vom Typ S. sind vor allem für Wartungs- und Havariearbeiten in kerntechnischen Anlagen gedacht.

Systematische Abweichung eines IR von der Sollposition ist der Mittelwert aller Abweichungen der Istpositionen, der sich beim Anfahren einer programmierten Sollposition auf einer Achse mit unterschiedlichem Richtungssinn ergibt.

Systempalette. ↑Palette, die in ihren Abmessungen und den übrigen Kopplungsbedingungen auf ein bestimmtes ↑Werkstückflusssystem zugeschnitten ist und gewöhnlich den Bearbeitungsstellen automatisch zu- und abgeführt wird. Die S. muß deshalb präzise hergestellt sein und hat oft den Charakter einer Vorrichtung. (s. a. ↑Werkstückträger)

Szenenanalyse. Interpretation von komplexen Darstellungen, die mit visuellen ↑Sensoren aufgenommen wurden und in

denen HHO enthalten sein können. Die Aufnahme der Szene ist dreidimensional nötig. Die Auswertung der Bilder erfordert hohen rechentechnischen Aufwand. Die Beleuchtung der Szene ist problematisch und kann im Auflicht- oder Durchlichtverfahren erfolgen. Die ↑Mustererkennung führt in drei Schritten zur Identifikation eines Objektes:

- Trennen der Objekte vom Hintergrund
- Festlegen der kennzeichnenden Eigenschaften des Objekts, wie z. B. Form, Größe, Farbe
- Vergleich der ermittelten Eigenschaften mit denen bekannter Objekte durch Deckungsvergleich (Korrelation), z. B. mit Masken, die der Form des Objekts entsprechen oder durch schrittweise hierarchische Untersuchung von Objekten auf ihre Eigenschaften bei Zunahme der Konzentration der Informationen bei jedem Schritt.

(s. a. ↑Erkennungseinrichtung)

T

Tachogenerator. Elektrisches Gerät zur Geschwindigkeitsmessung, dessen Rotor ein der Bewegungsgeschwindigkeit direkt proportionales elektrisches Signal erzeugt. Die dann aus einem Soll-Ist-Vergleich gewonnenen Informationen steuern Sollspannungen für die Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit an. Diese wiederum sind Führungsgrößen für den Geschwindigkeitsregelkreis der betreffenden ↑Bewegungsachse des IR.

Taktzeit. Dauer, die erforderlich ist, um alle Einzelschritte auszuführen, die zum ↑Bewegungszyklus eines nichtflexiblen IR gehören. Bei flexiblen IR beeinflussen die Einzelschritte, deren Aufeinanderfolge sowie das ↑Geschwindigkeits- und Aus-

schwingverhalten diese Dauer wesentlich (s. Bild), weshalb dann besser von Beschikungs-, Operations- oder Zykluszeit gesprochen werden sollte. (s. a. ↑Ausschwingzeit, ↑Überschwingen)

$$t_T = \sum_{i=1}^n (t_{sch_i} + t_{B_i} + t_{V_i} + t_{A_i} + t_{G_i} + t_{VK_i})$$

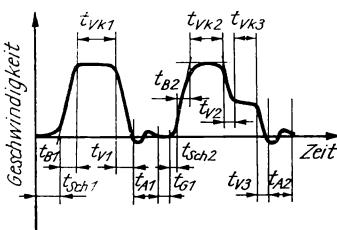
t_{sch} Schaltzeit; t_B Beschleunigungszeit; t_V Verzögerungszeit; t_A Ausschwingzeit; t_G Bearbeitungs- bzw. Greifzeit; t_{VK} Zeit konstanter Geschwindigkeit; t_T Taktzeit; n Anzahl der Einzelschritte eines Arbeitszyklus

Tastsensor ↑Sensor, taktiler

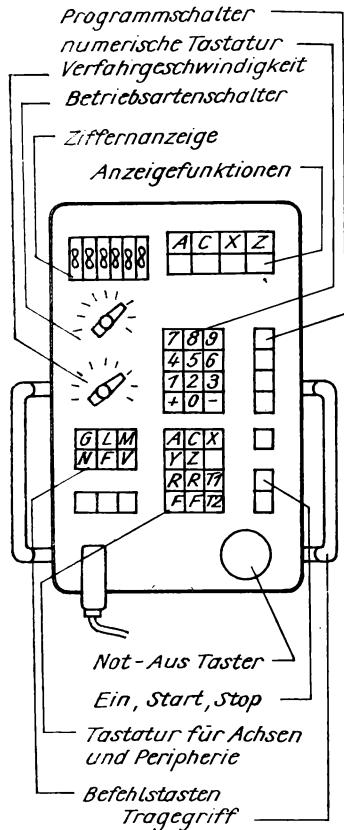
Teach-in-Programmierung. Lernprogrammierung; Programmierverfahren für IR, bei denen durch Bewegen der Arbeitsorgane die für die Bewegungssteuerung notwendigen Weg- und Winkelinformationen gewonnen werden, die dann in Automatik-Betriebsarten als Sollwerte dienen. Die Weg- und Winkelinformationen werden dabei automatisch durch bestimmte Bedienhandlungen am ↑Teach-in-Tableau (T., indirekte = Anfahren und Speichern) oder im Zuge des manuellen Bewegens von Arbeitsorganen (T., direkte = Abfahren einer Bahn) gespeichert.

Teach-in-Tableau (Befehlstafel). Bewegliches tragbares Handgerät (Bild), mit dem der Programmierer die Positionierung direkt am Greifer oder Werkzeug beobachten kann, wenn er bei der Teach-in-Programmierung die Bewegungsinformationen ganz oder teilweise während eines Programmieraufs aufzeichnet. Am Schaltschrank der IR-Steuerung sind der Hauptschalter sowie Taster für Steuerspannung, Hydraulik, NOT-AUS u. ä. fest angebracht. Das T. wird nach dem Programmieren wieder im Schaltschrank eingehängt.

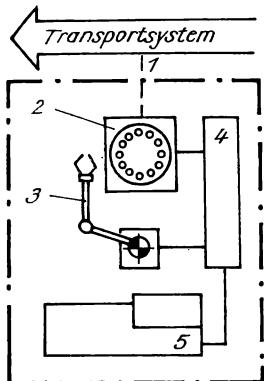
Technologische Einheit (TE). Verknüpfung von Maschinen und Werkstückbereitstellung über eine Handhabetechnik, wobei der Werkstückwechsel gewöhnlich automatisiert abläuft (s. Bild). Im Bild bedeuten: 1 Werkstückbereitstellung, 2 Werkstückspeicher, 3 IR, 4 Steuerung, 5 Maschine mit Steuerung.



Teach-in-Tableau



Technologische Einheit (TE).



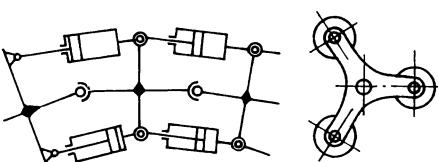
Technologischer Roboter. IR, der das Ausführen von technologischen Operationen beherrscht (↑Verfahrensroboter) und somit direkt die Tätigkeit eines Facharbeiters ausführen kann, während es sich beim Beschicken gewöhnlich um Hilfsarbeiten handelt. T. sind im allgemeinen ↑Drehgelenkroboter, da ihre ↑Führungsgtriebe menschenähnliche Bewegungen am besten nachbilden können.

Telemanipulatoren sind ↑Handhabeeinrichtungen, die von Ferne gesteuert werden. Die Bewegungen eines ↑Teleoperateurs werden lediglich kraft- und gegebenenfalls maßstabverändert nachgebildet. (s. a. ↑Master-Slave-Manipulator, ↑Synchronmanipulator).

Teleoperateur. Aus der Ferne handelnder Mensch in einem Mensch-Maschine-System, dessen Tätigkeiten über Fernsteuerung auf Maschinen z. B. ↑Manipulatoren, übertragen werden.

Teleskoparm. Der T. ist eine geringen Platzbedarf beanspruchende Bauweise einer ↑Lineareinheit für einen IR mit großer Hublänge. T. werden sowohl mit ineinander laufendem Kasten- als auch mit Rundprofil ausgeführt und können elektrisch oder hydraulisch angetrieben werden.

Tensorarm. Besondere Form einer Bewegungseinheit mit elefantenrüsselähnlicher Beweglichkeit. T. bestehen aus mehreren scheibenförmigen Getriebegliedern, die durch Kreuzgelenke miteinander verbunden sind. Der Antrieb kann durch einzelne Hubkolbenmotoren (Bild) oder auch über Seilzüge von zentraler Stelle aus realisiert werden.



Testlauf. Probelauf eines Handhabeprogramms in den Betriebsarten Automatik, Zyklus- oder Schrittautomatik unmittelbar nach der Eingabe oder Korrektur eines Programms mit dem Ziel der Überprüfung der Roboterbewegungen.

Tippbetrieb. Bewegen einer Bewegungseinheit durch Handsteuerung mittels Taster beim Einrichten bzw. Programmieren z. B. eines IR durch mehrmaliges, kurzzeitiges aufeinanderfolgendes „Tippen“.

Torsionsverlagerung bei einem IR ist die Verschiebung des [†]Arbeitsorgans infolge der Formänderung der stabförmigen Bauenteile durch das Einwirken von Torsionsmomenten bei ungünstiger Greiferstellung.

Tracking. Englische Bezeichnung für eine Greifaufgabe mit Geschwindigkeitsnachführung. (s. a. [†]Nachführsteuerung)

Tragfähigkeit. Die Bruttotragfähigkeit eines IR gibt die größte zulässige Masse des HHO und des [†]Arbeitsorgans an, für die der IR unter vorgegebenen Bedingungen ausgelegt ist. Solche Bedingungen sind z. B. Beschleunigung des [†]Führungsgetriebes und Kräfte oder Momente beim Durchführen des technologischen Verfahrens [4]. Nettoangaben beziehen sich nur auf die Masse des HHO. Bei verringelter Geschwindigkeit ist gewöhnlich eine Erhöhung der zu handhabenden Massen möglich.

Transfergreifereinrichtung. Spezielle Bauform eines [†]Manipulators, bei dem eine Vielzahl von Zangengreifern auf Schienen, die im Rechteckzyklus bewegt werden, befestigt ist. Die Werkstücke werden schrittweise durch alle Bearbeitungsstationen (Stufenumformautomat oder nebeneinanderstehende Einzelpressen) gereicht. Der Antrieb der Schienen erfolgt gewöhnlich durch Steuerkurven.

Trittplatte (Sicherheitstrittplatte; Kontaktmatte) sind durch Endschalter elektrisch gesichert Schutzeinrichtungen, die vor dem [†]Bewegungsraum eines IR so angeordnet sind, daß sie weder umgangen noch überschritten werden können. Beim Betreten wird ein Abschaltsignal abgegeben.

U

Überbestimmtheit. Überschuß in der [†]Kinematik eines IR, z. B. bei Ausbildung eines [†]Tensorarmes, der zum Erreichen hinter-schnittener Räume durch ein [†]Arbeitsorgan

genutzt werden kann. Anwendungsbeispiel: Farbspritzen von Kraftfahrzeuginnenräumen mit einem IR.

Überschleifen. Einleiten der Bewegung einer oder mehrerer Achsen, ohne daß die Bewegung einer oder mehrerer Bewegungssachsen schon beendet ist. Das Ü. wird bewußt zur Vergrößerung der Arbeitsgeschwindigkeit eines IR angewendet, indem Punkte und Bahnabschnitte eines Handhabevorgangs, bei denen es nicht auf hohe Genauigkeit ankommt, z. B. Umfahren von Hindernissen, zur Zeiteinsparung nur grob gefahren werden. Das Ü. ist programmierbar.

Überschwingamplitude. Maximaler Weg, den der IR-Greifer beim Halt in einer programmierten Position über diese hinausfährt, infolge von Schwingungen des IR. Die Ü. hängt von den dynamischen Eigenschaften, der Handhabemasse, der Verfahrgeschwindigkeit sowie der Position im Arbeitsraum ab.

Überschwingen ist bei einem IR die maximale Amplitude des [†]Arbeitsorgans in eine bevorzugte Richtung beim Anhalten in einer Zielposition. Die Größe der Amplitude ist außer von den systembedingten Eigenschaften des IR von der Belastung des Arbeitsorgans, der Größe der Verzögerung und der Lage der Zielposition abhängig. Daher muß die Angabe des Ü. für definierte Bewegungsgrößen und eine bestimmte Position des Arbeitsorgans und jede [†]Bewegungssachse getrennt erfolgen.

Umkehrspanne ist bei einem IR die Differenz der Mittelwerte der Istpositionen des [†]Arbeitsorgans, die sich ergibt, wenn eine Sollposition auf einer Achse mit unterschiedlichem Richtungssinn angefahren wird. Die U. wirkt sich beim Arbeiten mit kleinen Hüben oder bei Nachpositionierungsvorgängen aus. Durch sie wird praktisch die untere Grenze für den kleinsten verfahrbaren Schritt festgelegt.

Umlenkposition ist ein Punkt innerhalb eines [†]Bewegungszyklus, an dem eine Richtungs- und/oder Geschwindigkeitsänderung erfolgt. Gebundene U. mit Positio-

nergenauigkeiten von 0,1...0,5 mm erfordern definierte Positionen (z. B. beim Farbspritzen), freie U. mit ↑Positioniergenauigkeiten von 1...5 mm lassen grobe Positionen und große ↑Verfahrgeschwindigkeiten zu. (s. a. ↑Arbeitsposition, ↑Überschleifen, ↑Warteposition)

Umqünung. Schutzeinrichtung, die vor Gefahrenstellen so angebracht ist, daß diese weder durch Durchsteigen noch durch Übersteigen ohne Hilfsmittel erreicht werden können. Der Zutritt zum gesicherten ↑Bewegungsraum eines IR-Arbeitsplatzes ist durch überwachte Öffnungen zulässig.

Universalroboter. Bezeichnung für einen IR mit einer nichtveränderbaren Ausführung des ↑Führungsgetriebes und einer Beweglichkeit, die eine Nutzung bei sehr unterschiedlichen Arbeitsaufgaben ermöglicht. U. werden oft auch als Roboter in Kompaktbauweise bezeichnet. Die vielfältige Verwendbarkeit sichert dem Hersteller der IR akzeptable Stückzahlen. Nicht ausgenutzte Universalität kann ökonomische Nachteile nach sich ziehen.
(s. a. ↑Industrieroboter, prozeßflexibler)

Unordnungsgrad. Kennzahl, die angibt, wieviel translatorische und/oder rotatorische Bewegungen maximal an einem HHO auszuführen sind, damit dieses eine bestimmte Lage und/oder Richtung einnimmt. Er hängt davon ab, ob sich die HHO in einer Rinne, auf einer Ebene oder im Raum befinden und wieviel ausgezeichnete Achsen und/oder unterschiedliche gegenüberliegende Seitenflächen am HHO vorhanden sind.

V

Vakuumgreifer ↑Sauggreifer

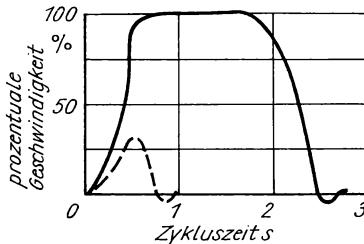
VAL (variable assembly language); einfache Sprache für PUMA-IR, basicähnliche Struktur, Frame-Konzept, integriertes Diagnosesystem, Programmieren in kartesischen oder Gelenkkoordinaten.

Verfahreinheit. Bewegbarer Unterbau mit Eigenantrieb, auf dem ein IR gewöhnlich größere ↑Verfahrtwege zurücklegen kann. Üblich sind flurgebundene Schienensyste-

me, wobei das gesamte Antriebsaggregat der V. mitbewegt wird. Mitunter werden V. auch in Überfluranordnung vorgenommen. Eine Bauform für sehr begrenzte Verfahrtwege ist der Schiebe- oder ↑Kreuzschiebetisch.

Verfahrensroboter. IR, der technologische Verfahren wie z. B. Fertigungsverfahren nach TGL 21639 oder Prüfverfahren mittels Werkzeugen bzw. Prüfmitteln durchführt [8; 9; 35] (s. a. ↑Technologischer Roboter)

Verfahrgeschwindigkeit gibt die in der jeweiligen ↑Bewegungssachse eines IR maximal mögliche Geschwindigkeit eines ↑Arbeitsorgans in m/s bei Translation und in Grad/s bei Rotation an. Durch Anlauf- und Bremsvorgänge bedingt, wird die V. nur erreicht, wenn größere ↑Verfahrtwege zurückgelegt werden, wie im Bild gezeigt.



Verfahrtweg ist die auf eine ↑Bewegungssachse eines IR bezogene Entfernung zwischen zwei Wegpositionen.

Verfahrtweg nach NOT-AUS ist die Strecke, die der Endpunkt des ↑Führungsgetriebes eines IR bei Nennlast vom Zeitpunkt der Not-Aus-Betätigung bei maximaler ↑Verfahrgeschwindigkeit bis zum Stillstand noch zurücklegt.

Verfahrtzeit ist die Zeit, die jeweils für den ↑Verfahrtweg benötigt wird, der das Durchfahren des Arbeitszyklus in minimaler ↑Taktzeit ermöglicht.

Vergleicher ist eine Einrichtung, die zwei Eingangssignale, z. B. Wegsoll- und -istwert, miteinander vergleicht und bei Gleichheit (Koinzidenz) ein Signal bzw. bei Ungleichheit ein ständiges Fehlersignal abgibt. Beim IR ist vor allem für die Steuerung der ↑Bewegungssachsen ein Vergleich

der Weginformationen, die das ↑Wegmeßsystem fortwährend liefert, mit dem vom ↑Programm vorgegebenen Sollwert erforderlich. (s. a. ↑Abschaltkreis, ↑Lageregelkreis)

Verkettung ist die Verbindung automatisierter Arbeitsmittel zu Arbeitslinien mit Hilfe technischer Einrichtungen zur Erzielung eines selbsttätigen Werkstückflusses und durch Verknüpfung von Teilen der Steuerung der Arbeitsmittel. V. lassen sich nach verschiedenen Gesichtspunkten unterscheiden, und zwar nach der Grundstruktur des Werkstückflusses in Linien-, Netz- und Schleifenstruktur, nach der Art der Steuerung bzw. Regelung und der zeitlichen Abhängigkeit der Fertigungseinrichtungen in lose, feste und kombinierte Verkettung, nach der räumlichen Anordnung der Werkstückflußeinrichtungen zu den Fertigungseinrichtungen in Innen- und Außenverkettung sowie nach der zeitlichen Folge der Fertigungsaufgaben in Reihen- und Parallelverkettung.

Verkettungseinrichtungen. Gesamtheit der Einrichtungen, die zum Aufbau eines Maschinensystems benötigt werden und deren überwiegender Teil solche zur ↑Werkstückhandhabung sind. Außerdem gehört die Verknüpfung des Informations- und Energieflusses dazu [23]. Der automatisierte Werkstückfluß kann auch von IR übernommen werden.
(s. a. ↑Verkettung)

Verlustleistung eines IR ist der Anteil an der primär aufgenommenen Gesamtleistung, der nicht in mechanische Wirkleistung umgesetzt wird. Sie setzt sich aus der Leerlaufleistung und den Reibungsverlusten, die an Gelenken und ↑Führungen des IR auftreten, zusammen.

Vibrator. Schwingförderer, der Werkstücke durch Mikrowurfbewegungen auf Rinnen oder Wendelbahnen vorwärts bewegt. Die Schwingbewegungen werden durch Unwuchtantriebe, häufiger aber durch elektromagnetische Antriebe bewirkt. Während der Bewegung der Werkstücke kann das ↑Ordnen erfolgen. Besonders beim Handhaben kleiner Werkstücke sind V. unent-

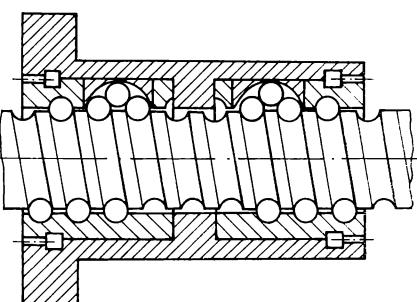
behrlicher Bestandteil der ↑Peripherie eines IR geworden.

Vielpunktsteuerung. ↑Punktsteuerung, bei der besonders viele Punkte gespeichert werden können. Liegen diese dicht beieinander und wird die Bewegung nicht an jedem Punkt abgebremst, sondern durch ↑Überschleifen der Punkte zu einer quasi-kontinuierlichen Bahn, so läßt sich mit einer V. das Verhalten dem einer ↑Bahnsteuerung annähern. Die ↑Programmierung kann durch ↑Abfahren einer Bahn mit dem IR erfolgen, und sie findet Anwendung, wenn Bewegungsbahnen mit komplizierten Bewegungsformen verwirklicht werden müssen, wie z. B. beim Farbspritzen.

W

Wälzelement. Bauelement mit Wälzkörperumlauf für die Ausbildung reibungssarmer und spielfreier Geradführungen, äquivalent zu den ↑Wälzschraubtrieben für rotatorische Bewegungen.

Wälzschraubtrieb ist ein Schraubgetriebe, bei dem die Getriebeglieder über Wälzkörper gekoppelt sind. Beim Kugelgewindetrieb (Kugelrollspindel) erfolgt die Kopplung über Kugeln (s. Bild). Die Rollbahn der Wälzkörper ist eine schraubenförmig verlaufende, räumlich gekrümmte Fläche, auf der die Kugeln abrollen.



Warteposition ist eine Stelle innerhalb eines ↑Bewegungszyklus, die zur zeitlichen Bewegungssynchronisation mit dem Rhythmus anderer technologischer Ausrüstungen oder peripherer Einrichtungen dient. (s. a. ↑Arbeitsposition, ↑Umlenkposition)

Wegbedingungen sind ein wichtiger Grundbestandteil von ↑Handhabeprogrammen und beinhalten Sollwerte für Position und Lage der ↑Bewegungssachsen, spezielle Punktmuster, Arbeits- oder Zwischenpositionen, Suchfunktion, Genauhalt, ↑Überschleifen, Schnellhalt u. ä. Aus der Sicht des Anwenders sollen die ↑Verfahrwege freiüig gestaltet und leicht korrigiert werden können.

Wegmeßsystem. ↑Meßeinrichtung, die den zurückgelegten Weg oder Winkel des ↑Arbeitsorgans durch Sensoren erfaßt, um deren Istpositionen auf den ↑Bewegungssachsen zu ermitteln, die die Signale der Sensoren verarbeitet und an die Steuerung weitergibt. Die vom Programm vorgegebene Sollposition wird im ↑Vergleicher der Istposition gegenübergestellt. W. können nach folgenden Gesichtspunkten eingeteilt werden:

- Meßwertabnahme: translatorisch, rotatorisch
- Meßwertaufnahme: digital, analog
- Meßverfahren: inkremental, absolut
- technisch-physikalisches Prinzip: mechanisch, fotoelektrisch, elektromagnetisch, kapazitiv usw.

(s. a. ↑Inductosyn, ↑Inkrementalgeber, ↑Potentiometer, ↑Resolver, ↑Wegmeßsystemankopplung)

Wegmeßsystemankopplung. Der Meßgeber des ↑Wegmeßsystems eines IR kann mit der ↑Bewegungssachse direkt verbunden sein oder indirekt über zwischengeschaltete Übertragungsglieder. Fehler in den Verbindungsgliedern, Spiele, Deformationen u. a. beeinflussen dann die ↑Positionier- und ↑Wiederholgenauigkeit mehr oder weniger stark. Die indirekte W. kann z. B. über Zahnstange/Ritzel, Zahnriemen/Ritzel, Zahnrad/Ritzel erfolgen.

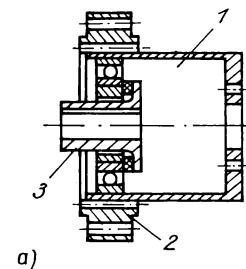
Weitergeben. Bewegen von HHO zwischen bzw. in technischen Einrichtungen. Das W. ist durch eine Lage- und Ortsveränderung gekennzeichnet.

Weitwinkelgreifer. Im Bemühen um die Entwicklung von ↑Greifern, die das manuelle Umstellen erübrigen, wurden W. geschaffen, die oft als Dreibackengreifer aus-

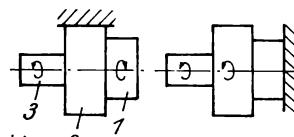
geführt sind und einen sehr großen Spannbereich überstreichen. Das mittige Schließen der Backen ruft überdies eine zentrirende Wirkung hervor, so daß W. auch ungenau vorliegende HHO gut greifen können.

Wellenspeicher. Aktiver ↑Werkstückspeicher, an dessen auf einem Rundschalttisch stehender Säule ↑Lagesicherungselemente für die Aufnahme von wellenartigen Werkstücken etagenweise angebracht sind.

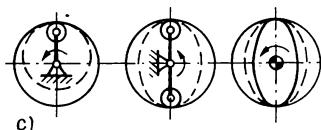
Wellgetriebe (HARMONIC-DRIVE-Getriebe). Hochübersetzendes, raumsparendes, geräuscharmes Umlaufrädergetriebe, bei dem ein elastisches außenverzahntes Rad 1 in einen starren innenverzahnten Ring 2 eingreift. Das elastische Rad wird elliptisch durch den schnell laufenden Wellgenerator 3 (Antrieb) verformt, so daß an nur zwei Stellen 15 % aller Zähne mit dem starren Ring gleichzeitig im Eingriff sind (Bild a). Durch Zahnezahlunterschiede kommt eine geringe langsame Abtriebsbewegung am starren Rad oder der elastischen Hülse zustande, je nachdem, welcher Teil feststeht (Bild b). Die harmonische Welle kann durch eine oder zwei umlau-



a)



b)



c)

fende Rollen oder einen elliptischen Kurvenkörper erzeugt werden (Bild c) [3]. Das W. ist besonders gut für IR mit Drehgelenken geeignet und bildet dann mit dem Elektromotor eine Baueinheit. Die Übersetzungsverhältnisse liegen im Bereich von 20 ... 400.

Wendeeinrichtung. Einrichtung zum kraftbetätigten ↑Wenden von HHO in unmittelbarer Nähe einer Bearbeitungsstelle, in die der IR das Werkstück eingibt und nach dem Wenden wieder entnimmt, um es zum Zwecke der Bearbeitung einer zweiten Seite erneut in die Spannstelle der gleichen oder einer anderen Maschine einzugeben.

(vgl. ↑Wendeplatz)

Wenden. Bewegen von HHO in eine neue Lage, wobei deren Ober- und Unterseiten gewechselt werden, also gewöhnlich eine Bewegung um 180° ausgeführt wird.

Wendeplatz. Werkstückablageposition in der Nähe der Bearbeitungsstelle, um in Bearbeitung befindliche Werkstücke für eine Zweiseitenbearbeitung ↑wenden zu können. W. können auch mit gesonderten Antrieben versehene ↑Wendeeinrichtungen sein. Die Beschickung des W. geschieht durch den IR.

Werkstückanalyse. Wichtiger Bestandteil der ↑Einsatzvorbereitung eines ↑Beschikkungsroboters. Das Ziel besteht in der Erfassung handhaberelevanter Daten eines Werkstücksortiments, zwecks Prüfung desselben auf Eignung für automatisches ↑Handhaben mit einem IR. Neben einer allgemeinen numerischen Analyse mittels eines Klassifizierungssystems (z. B. nach TGL 28260) interessieren vor allem die Greifflächen vor und nach einer Bearbeitung, das Objektverhalten sowie Besonderheiten des HHO (↑Greifteilefamilie, ↑Spannteilefamilie). Außerdem sind der Werkstoff, die Objektmasse, die Schwerpunktlagen vor und nach der Bearbeitung sowie spezifische ↑Handhabeeigenschaften unter Berücksichtigung der Parameter des IR zu ermitteln. Für die Ausarbeitung von Projekten sind Typenvertreter nach dem Werkstückspektrum auszuwählen.

Werkstückflusssystem. Gesamtheit der technisch-organisatorischen Mittel, die zur Erfüllung des Speicherns, Bewegens und der Lagesicherung von Werkstücken innerhalb und zwischen Fertigungssystemen und Lagereinrichtungen erforderlich sind.

Werkstückhandhabung. Teilgebiet der ↑Handhabetechnik, welches sich mit den ↑Handhabeeoperationen befasst, die den Werkstoff- oder Werkstückfluß im Bereich von Fertigungseinrichtungen bewirken.

Werkstückordnung. Die W. charakterisiert die Lage eines Werkstücks im ↑Werkstückspeicher („Ablagemuster“) und die Lagebeziehungen zu anderen Werkstücken sowie zu den Begrenzungen einer Speicherfläche. Es können neben völliger Unordnung (Haufwerk) und Teilordnungen, ein- oder mehrreihige Ordnungen, wechselseitige sowie stern- und kreisförmige W. vorliegen [37].

Werkstückspeicher. Einrichtung zum Bereitstellen und/oder Aufnehmen von Werkstücken in gewöhnlich geordnetem Zustand für das Beschicken und/oder Entladen von Arbeitsmitteln oder als Teil von Fertigungs- und Montagezellen. Aus der Sicht des IR-Einsatzes ist eine Gliederung nach der Bewegung des Arbeitsgutes in aktive, teilaktive und passive Speicher angebracht, ebenso eine solche nach der Bewegbarkeit des Speichers in stationäre und ortsveränderliche. (s. a. ↑Werkstückordnung, ↑Zubringeeinrichtung)

Werkstückträger. Vorrichtung zum Aufnehmen von Werkstücken, auf der diese automatisierte Einrichtungen durchlaufen. Die W. können als ↑Systempaletten, rollende Plattformen (Vorrichtungswagen) oder ähnliches ausgebildet sein. Sie sind gewöhnlich mit Elementen zum ↑Lagesichern und zum ↑Spannen der Werkstücke ausgerüstet und mit Hilfsmitteln zur ↑Positionierung in den Arbeitsstationen versehen. Bei geometrisch kompliziertem und häufig wechselndem Werkstücksortiment braucht man bei Anwendung von W. die ↑Handhabeeinrichtungen nur auf deren Abmaße und Handhabebedingungen auszulegen.

Werkstückverhalten ↑Handhabeeigenschaften

Werkstückverhaltenstyp. Klassifizierungsschema für Werkstücke zum Zweck der systematischen Lösung von ↑Handabeaufgaben nach Grund-Verhaltenstypen. Nach [17] wird in folgende 12 W. unterschieden: Wirteile, Flachteile, Zylinderteile, Blockteile, Kegelteile, Pyramidenteile, Pilzteile, Hohlteile, zusammengesetzte Formteile, unregelmäßige Massivteile, Kugelteile, Langteile. Zusammen mit der Angabe der ↑Handabe- und Werkstückeigenschaften ist eine umfassende Beschreibung von HHO möglich.

Werkstückzentralspeicher. ↑Werkstückspeicher in einer integrierten Fertigung (Verteifertigung), der seine zentrale Stellung dadurch erhält, daß alle HHO vom W. zu jedem Arbeitsgang einer Maschine gebracht werden und nach dessen Erledigung in den W. zurückkehren. Es gibt keine Weitergabe der Teile von Maschine zu Maschine. Das ↑Handhaben kann mit einem IR, einer ↑Einlegeeinrichtung oder auch mit Regalbediengeräten in Verbindung mit geeigneten Fördereinrichtungen erfolgen.

Werkzeugmanipulator ↑Werkzeugwechsler

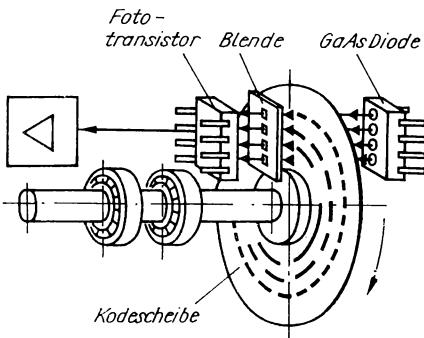
Werkzeugwechsler. Auf den Vorgang des automatischen Werkzeugwechsels an NC-Maschinen spezialisierter ↑Manipulator. Der W. holt aus einem Werkzeugspeicher (Magazinkette, Scheiben- oder Etagenscheibenmagazin) die Bearbeitungswerzeuge, setzt sie in die Arbeitsspindel ein und bringt sie nach Gebrauch wieder zurück. W. sind häufig mit einem ↑Doppelgreifer ausgestattet.

Wiedergabegenaugkeit. Größte Abweichung zwischen manuell vorgeführter und maschinell wiedergegebener Position des ↑Arbeitsorgans eines IR.

Wiederholgenauigkeit. Größte Abweichung der Istposition des ↑Arbeitsorgans eines IR bei wiederholtem Anfahren der gleichen Sollposition.

Winkelkodierer. Absolutes ↑Wegmeßsystem, das jederzeit eine vollständige In-

formation über den zu messenden Weg liefert. Es werden eine oder mehrere Kodescheiben verwendet, die während der Bewegung gedreht und meist fotoelektrisch abgetastet werden (s. Bild).



Wirkstelle. Stelle, an der ein Stoff-, Energie- und Informationsfluß zusammengeführt werden, um eine Veränderung am Stoff (Material, Arbeitsgut) zu bewirken. W. oder auch Wirkzone sind somit abstrakte Darstellungen einer beliebigen technologischen Operation.

Wirkzeug ↑Arbeitsorgan

Wirkzone ↑Wirkstelle

Wort. Ein W. ist Teil einer synthetischen Sprache und besteht aus ↑Adressbuchstaben und einer Ziffernfolge mit oder ohne Vorzeichen. Die Ziffernfolgen für die Koordinaten stellen Zahlenwerte von absoluten oder relativen Maßangaben für die Sollpositionen dar. (s. a. ↑Programm, ↑Satz, ↑Adresse)

WSM. Typenbezeichnung für werkzeugmaschinenspezifische Gleichstrom-Stellmotoren mit schlankem Läufer.

Z

Zangengreifer. Mechanischer Zweifinger-greifer mit starren Backen, der die HHO kombiniert form- und kraftschlüssig hält. Bei den meisten Z. werden die Backen paarweise bewegt. Zur Begrenzung der Greifkraft können ↑Sensoren eingesetzt werden. Die Greifkraft ergibt sich aus den Forderungen zur maximalen Beschleuni-

gung und aus Kenndaten der Werkstücke, wie Oberfläche und Zerbrechlichkeit. (s. a. ↑Greifer, ↑Greiferkinematik)

Zapfengreifer. Pneumatischer Aufhengreifer, der ein HHO form- und kraftschlüssig an einem Zapfen anfaßt, wie z. B. beim Greifen von Flaschen, wobei sich eine elastische Membran in einem starren Gehäuse unter Druckluftzufuhr verformt und damit die Kraftpaarung bewirkt.

Zeitplansteuerung. Automatische Steuerung mit zeitlich vorher festgelegtem Ablauf und Werten für die Führungsgröße, z. B. Wegpositionen, die veränderlich sind. Die anzufahrenden Positionen können z. B. durch Anschläge fixiert werden. Bezuglich der Zeitdauer wird jeder Schritt so programmiert, daß vor Aufruf des nächsten die Befehlsausführung abgeschlossen ist. (vgl. ↑Ablaufsteuerung)

Zubringeeinrichtungen bewirken den Werkstück-, Werkstoff- oder Werkzeugfluß zu ↑Wirkstellen hin, von ihnen weg und zwischen ihnen, wobei alle Funktionen übernommen werden, die notwendig sind, um das HHO in der richtigen Anzahl bzw. Menge in einer bestimmten Lage und Richtung und zum richtigen Zeitpunkt in die Wirkstelle zu bringen, dort zu entnehmen, zu speichern oder weiterzugeben. Im Einzelfall ist eine eindeutige Unterscheidung zwischen einem Fördermittel und einer Z. oft schwierig, da ein- und dieselbe Einrichtung je nach Einsatz beides sein kann. Das gilt besonders für Weitergabeeinrichtungen.

Zusammenführen. ↑Handhabeoperation, die das Bewegen von HHO zum Vereinigen von Strömen derselben bezeichnet. Das Z. ist eine besondere Form des ↑Weitergebens.

Zuteilen. Bereitstellen einer bestimmten Menge oder Anzahl von HHO. Ein Sonderfall wäre das Vereinzeln, bei dem nur jeweils ein einziges HHO bereitgestellt wird. Für formunbestimmtes Arbeitsgut hat sich vor allem in der Verarbeitungstechnik der Begriff Dosieren eingebürgert [38].

Zuverlässigkeit ist die Eigenschaft, vorgegebene Funktionen unter Einhaltung festgelegter Parameter in definierten Grenzen, die den Bedingungen der Nutzung entsprechen, in einem bestimmten Zeitintervall zu erfüllen. Die Z. kann durch Kenngrößen wie Fehlerfreiheit, Langlebigkeit, Wartung und Reparatur und die dazugehörigen umgebungs- und funktionsbedingten Belastungen sowie Ausfallkriterien ausgedrückt werden. Eine komplexe Kenngröße zur Beurteilung der Betriebszuverlässigkeit ist die Verfügbarkeit V. Aus ihrer Definition

$$V = \frac{\text{mittlerer Ausfallabstand } \vartheta}{\vartheta + \text{mittl. Ausfalldauer} + \text{mittl. vorbeugende Instandhaltungsdauer}}$$

wird deutlich, daß auch der Anwender die Z. beeinflußt. Für IR wird eine Verfügbarkeit = 97 % für notwendig erachtet [22].

Zweifachgreifer. ↑Greifer, der gleichzeitig zwei HHO halten kann, wobei das Halten und Lösen nur zugleich an allen Greifstellen möglich ist.

Zweipositionentisch. Werkstückaufnahmeeinrichtung z. B. für Schweißteile, auf die zwei um 180° versetzte Spannvorrichtungen montiert sind. Beide Vorrichtungen werden manuell oder automatisch wechselseitig von der Einlege- in die Arbeitsposition geschwenkt. Aus Arbeitsschutzgründen befindet sich zwischen den Vorrichtungen in der Regel eine Schutzwand.

Zweiwegepalette. ↑Palette, deren Füße oder Klötzte das Einführen der Gabel eines Gabelstaplers nur von zwei Seiten aus gestatten.

Zwischenlage (Stapelzwischenlage). Ebene oder geformte Beilage, die schonendes und lagesicheres Übereinanderlegen von Werkstücken, z. B. auf ↑Flachpaletten, ermöglichen. Z. sind Pappebeilagen, Sperrholzböden, Prismenleisten aus Gummi u. ä. Sie können auch mit Formöffnungen oder Formzapfen versehen sein, so daß ein IR in der Lage ist, die Z. zu handhaben.

Zwischenspeicher. In der Handhabetechnik bzw. Fertigung ein Werkstückvorrat, der aus technologischen oder organisatorischen Gründen vorübergehend angelegt wird.

Zykluszeit ↑Taktzeit

Zylinderkoordinaten. Bei IR mit der Grundstruktur DSS (Drehen/Schieben/Schieben) entsteht ein ↑Arbeitsraum, der Zylinderform hat. In diesem Falle ist die Einführung von Z. zweckmäßig. Ein beliebiger Raumpunkt kann dann durch die Parameter Abstand r vom Nullpunkt, Winkel φ und Abstand z' beschrieben werden (s. Bild).

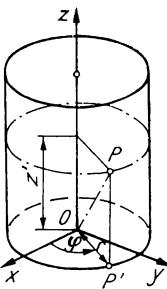


Bild zu Zylinderkoordinaten

Zylinderführung. Geradlinige ↑Führung mit runden Führungselementen (Rundführung).

Literaturverzeichnis

- [1] TGL 24319. Werkzeugmaschinen mit numerischer Steuerung; Koordinatenachsen und Bewegungsrichtungen. Fachbereichsstandard 1983
- [2] VDI-Richtlinie 2861, Blatt 1. Montage- und Handhabungstechnik, Achsbezeichnungen
- [3] Volmer, J. (Hrsg.): Industrieroboter-Entwicklung. Berlin: VEB Verlag Technik 1983; Heidelberg: Dr. A. Hüthig Verlag 1983
- [4] Volmer, J. (Hrsg.): Industrieroboter. Berlin: VEB Verlag Technik 1981
- [5] Warnecke, H. S.; Schraff, R. D.: Industrieroboter 2., bearb. Aufl., Mainz: Otto-Krausskopf-Verlag GmbH 1979
- [6] Schimke, E.-F.: Planung und Einsatz von Industrierobotern. Düsseldorf: VDI-Verlag 1978
- [7] Autorenkollektiv: Wissenschaftliche Arbeitsorganisation bei der Einsatzvorbereitung von Industrieroboter-Technik. Dresden: Zentrales Forschungsinstitut für Arbeit 1981
- [8] Schraff, R. D.; u. a.: Industrieroboter-Technik — Einführung und Anwendung. Grafenau: expert-Verlag 1984
- [9] Zachau, H.; Buschbeck, H.; Helm, W. (Hrsg.): Einsatz von Industrierobotern. Berlin: VEB Verlag Technik 1986
- [10] Barth, W.; Petermann, J.; Reichel, F.; Uhlig, J.: Industrierobotersteuerungen IRS 600 und IRS 650. Berlin: VEB Verlag Technik 1984
- [11] Vukobratovic, M.; Potkonjak, P.: Scientific Fundamentals of Robots 1, Dynamics of Manipulation Robots-Theory and Application. Berlin/Heidelberg/New York: Springer Verlag 1982
- [12] Vukobratovic, M.; Stokic, D.: Scientific Fundamentals of Robots 2, Control of Manipulation Robots. Berlin/Heidelberg/New York: Springer-Verlag 1982

- [13] *Kiese, S.; Naumann, E.*: Roboter im Blickpunkt. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1983
- [14] *Kämpfer, S.*: Roboter, elektronische Hand des Menschen. Düsseldorf: VDI Verlag 1984
- [15] *Raab, H. H.*: Handbuch Industrieroboter. Braunschweig/Wiesbaden: Verlag Vieweg und Söhne 1981
- [16] *Konstantinow, M. S.; Galabov, W. B.*: Kriterien zum Entwurf von Greifmechanismen für Manipulatoren und Industrieroboter. *Maschinenbau-technik* 27 (1978) 12, S. 532 bis 536
- [17] *Frank, H.-E.*: Handhabungseinrichtungen. Mainz: Otto-Krausskopf-Verlag GmbH 1975
- [18] *Bögelsack, G.*: Zur Terminologie der Manipulatoren und Roboter. *Maschinenbau-technik* 31 (1982) 1, S. 5, 6
- [19] *Meisel, K.-H.; Steusloff, H.*: Koordinatentransformation bei Industrierobotern. *Elektrotechnische Zeitschrift* 103 (1982) 14, S. 773–778
- [20] *Spur, G.*: Industrieroboter – Steuerung, Programmierung und Daten von flexiblen Handhabungseinrichtungen. München/Wien: Carl Hanser Verlag 1979
- [21] Industrierobotersteuerungen (Fortsetzungsreihe Teil 1 bis 20). *msr* 25 (1982) 9 bis 27 (1984) 6
- [22] *Engelberger, J. F.*: Industrieroboter in der praktischen Anwendung. München/Wien: Carl Hanser Verlag 1981
- [23] *Hesse, S.; Zapt, H.*: Verkettungseinrichtungen in der Fertigungstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1971
- [24] *Hesse, S.; Zapt, H.*: Kleines Lexikon der fertigungstechnischen Automatisierung. Berlin: VEB Verlag Technik 1974
- [25] *Hesse, S.; Zapt, H.*: Automatisches Fügen. Berlin: VEB Verlag Technik 1972
- [26] *Bögelsack, G.; Kallenbach, E.; Linnemann, G.* (Hrsg.): Roboter in der Gerätetechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1984
- [27] *Dillmann, R.*: Weiterentwicklung der Steuerungs- und Bahnplanungsebene für Montageroboter mit höheren Programmiersystemen. *VDI-Zeitschrift* 124 (1982) 8, S. 301 bis 308
- [28] Gewährleistung der Arbeitssicherheit beim Einsatz von Industrieroboter-technik. Zentralinstitut für Arbeitsschutz Dresden. Dresden: 1983
- [29] *Nicolaisen, P.*: Probleme der Arbeitssicherheit beim Einsatz von Industrierobotern. *wt – Zeitschr. f. industrielle Fertigung* 70 (1980) 1, S. 15–19
- [30] *Siemens, K.-J.*: Konstruktive Lösungswege zur Erhöhung der Flexibilität von Werkzeugen für Handhabungsgeräte. Düsseldorf: VDI Verlag 1983
- [31] *Michaelis, D.*: Rechnerunterstützter Entwurf einer flexiblen Werkstückbereitstellung beim Drehen. *VDI-Zeitschrift* 126 (1984) 8, S. 273–280
- [32] *Blume, C.; Dillmann, R.*: Frei programmierbare Manipulatoren – Aufbau und Programmierung von Industrierobotern. Würzburg: Vogel-Verlag 1981
- [33] *Blume, C.; Jakob, W.*: Programmiersprachen für Industrieroboter. Würzburg: Vogel-Verlag 1982
- [34] *Schwartz, J.*: Stand und Trend bei Roboterprogrammiersprachen. *edv aspekte* 4 (1985) 1, S. 6–10
- [35] *Bernd, H.; Auer, B. H.; u. a.*: Industrieroboter und ihr praktischer Einsatz. Graefenau/Württ.: expert Verlag 1981
- [36] *Neumann, R.*: Hochübersetzende Getriebe. *Maschinenbau-technik* 26 (1977) 7, S. 297 bis 301, 305
- [37] *Hesse, S.; Mehlig, R.*: Probleme der Werkstückspeicherung beim Einsatz von Industrierobotern. *Maschinenbau-technik* 31 (1982) 11, S. 493–499
- [38] *Hesse, S.*: Klassifizierung von Zuteileinrichtungen. *Fertigungstechnik und Betrieb* 29 (1979) 12, S. 754–756
- [39] *Kempe, V.*: Sensortechnik für Industrieroboter der 2. und 3. Generation. *msr* 26 (1983) 1, S. 10–18 und 26 (1983) 2, S. 95–99

