



Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Zweck
- 3 Programmierung
 - 3.1 On-line-Programmierung
 - 3.2 Mischprogrammierung
 - 3.3 Off-line-Programmierung
- 4 Steuerungsarten
 - 4.1 Punkt-zu-Punkt-Steuerung (PTP)
 - 4.2 Bahnsteuerung (CP)
 - 4.3 Bahnsteuerung mit externen Achsen
- 5 Koordinatensysteme
 - 5.1 Kartesisches Koordinatensystem
 - 5.2 Zylinderkoordinatensystem
 - 5.3 Polarkoordinatensystem
 - 5.4 Wahl des Programmier-Koordinatensystems
- 6 Programmierfunktionen
 - 6.1 Funktionen bei Werkstücklageänderung
 - 6.2 Funktionen zur Bahnsteuerung
 - 6.3 Funktionen zur Prozeßführung
 - 6.4 Unterprogrammtechnik
- 7 Programmarchivierung
- 8 Mitgeltende Normen und Richtlinien

1 Geltungsbereich

Die in diesem Merkblatt aufgeführten Begriffserläuterungen und Hinweise gelten für Programmiersysteme und Steuerungen von Industrierobotern zum Schutzgasschweißen. Sie können sinngemäß für andere Verfahren angewendet werden.

2 Zweck

Ziel dieses Merkblattes ist es, programmier- und steuerungstechnische Funktionen für Industrieroboter zum Schutzgasschweißen zu erläutern. Damit soll Herstellern und Anwendern die Möglichkeit gegeben werden, die Begriffe einheitlich und vergleichbar zu verwenden.

3 Programmierung

Grundsätzlich kann zwischen der On-line- (direkten) und der Off-line- (indirekten) Programmierung unterschieden werden. Es kommen auch Mischarten vor. Bild 1 gibt eine entsprechende Übersicht.

On line - Das Programm wird an der Steuerung des Roboters, der daher gleichzeitig für Produktionszwecke eingesetzt werden kann, erstellt.

Off line - Das Programm wird nicht an der Steuerung des Roboters, sondern an speziell dafür vorgesehenen Programmierstationen erstellt.

3.1 On-line-Programmierung

Die On-line-Programmierung umfaßt drei Programmierarten.

3.1.1 Abfahren einer Bahn und Speichern (Playback)

Bei dieser Art der Programmierung wird anstelle des Schweißbrenners ein Führungsstift zum Programmieren eingesetzt. Diesem führt der Programmierer „von Hand“ an das Werkstück und hier mit entsprechender Orientierung, die der des Brenners entsprechen soll, entlang der zu schweißenden Naht.

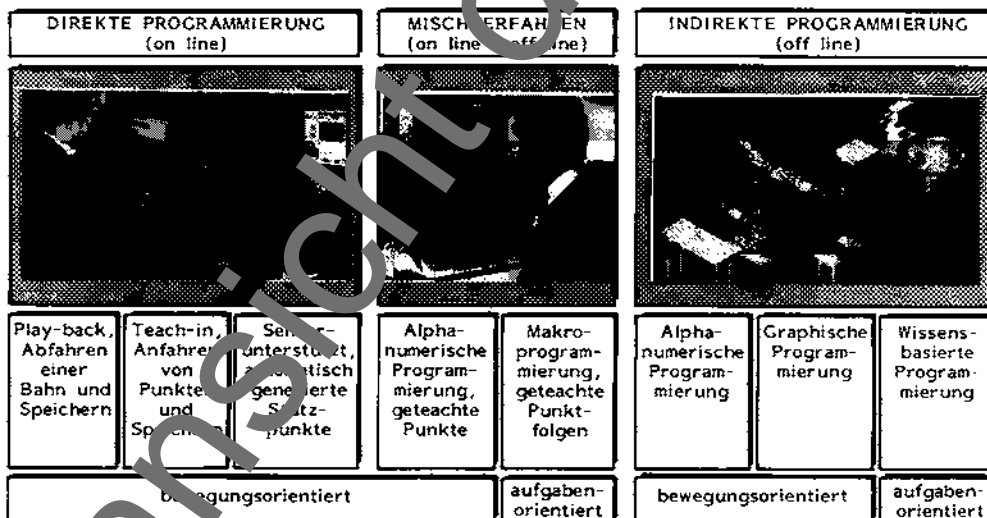


Bild 1. Programmierverfahren zur Erstellung von Roboterprogrammen.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muß jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik e. V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Technischer Ausschuß, Arbeitsgruppe „Lichtbogenschweißen“

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Die Steuerung registriert und speichert in kleinen Zeitabständen die jeweiligen Achsstellungen des Roboters. Anschließend wird das gespeicherte Bewegungsprogramm mit notwendigen Zusatzinformationen (zum Beispiel Verfahrensgeschwindigkeiten, Einschalten des Schweißgerätes, Schweißparameter usw.) über eine Eingabeinheit ergänzt.

3.1.2 Anfahren von Punkten und Speichern (Teach-in)

Beim Schutzgasschweißen mit Robotern findet derzeit die Programmierart „Anfahren von Punkten und Speichern“ (Teach-in) am häufigsten Verwendung.

Hierbei werden die einzelnen Raumpunkte, bezogen auf den TCP des Schweißbrenners und unter Berücksichtigung einer schweißgerechten Brennerorientierung, angefahren. Per Tastendruck speichert die Steuerung Position und zugehörige Orientierung des Brenners.

Das Verfahren der Roboterachsen erfolgt motorisch durch Betätigung entsprechender Tasten oder eines Steuerhebels am Programmierhandgerät.

Neben dem Speichern der Raumpunkte können der Steuerung am Programmierhandgerät zum Beispiel folgende zusätzliche Angaben mitgeteilt werden:

- Geschwindigkeit der Bewegung
- Festlegung der Steuerungsart (siehe Abschnitt 4)
- Steuerungsfunktionen, zum Beispiel das Abfragen bzw. Setzen von Ein- bzw. Ausgangssignalen, das Ein- und Ausschalten des Lichtbogens, die Eingabe von Schweißparametern usw.

Eine Programmierung mit Bedienerführung läßt die Eingabe weiterer Befehle und Zusatzinformationen, wie Unterprogramme, Definitionen, Programmsprünge, Register-Arithmetik, Schweiß- und Sensordaten usw. zu. Die Eingabe kann dabei durch Funktionstasten mit fester Zuordnung oder menügeführt erfolgen.

Beim automatischen Abarbeiten des Programms werden die Instruktionen in der eingegebenen Reihenfolge ausgeführt. Der Programmierer trifft also bereits bei der Eingabe der Raumpunkte sämtliche Entscheidungen darüber, was der Roboter in den einzelnen Raumpunkten ausführen soll.

Alternativ zu dieser Programmierart ist es auch möglich, die Teach-in-Programmierung in Verbindung mit einer alphanumerischen Befehlseingabe vorzunehmen.

Hierbei werden im Teach-in-Verfahren die Raumpunkte mit ihren Zusatzinformationen über das Programmierhandgerät eingegeben.

Der Programmablauf wird jedoch durch ein in der steuerungsspezifischen Programmiersprache erstelltes Programm festgelegt, welches beispielsweise Angaben über

- die Reihenfolge der eingegebenen Raumpunkte
 - Schweißdaten
 - die Ansteuerung von Peripheriegeräten
- enthält.

3.1.3 Sensorunterstützte Programmierung

Bei dieser Programmierart wird der Bahnverlauf der Roboterbewegung durch die Programmierung von Stützpunkten, zum Beispiel mit dem Teach-in-Verfahren, lediglich grob vorgegeben.

Die dazwischenliegende Bahn wird dann entsprechend dem heutigen Stand der Technik in einem speziellen Sensorlauf an einem repräsentativen Werkstück selbsttätig aufgenommen.

Dazu bewegt sich der Roboter sensorgeführt entlang der Bahn. In einem vorgegebenen Zeit- oder Wegraster werden die Wegmeßsysteme aller Roboterachsen abgefragt und die jeweiligen Achsstellungen während der Bahnbewegung sequentiell von der Steuerung registriert.

Das Bewegungsprogramm ist anschließend durch Zusatzinformationen, wie Schweißdaten usw., zu ergänzen.

3.2 Mischprogrammierung

Die Mischprogrammierung beinhaltet Anteile der On-line- und der Off-line-Programmierung.

3.2.1 Programmierung mit abgespeicherten Punkten

Hierbei werden durch On-line-Programmierung Raumpunkte festgelegt und Zusatzinformationen durch eine Programmiersprache eingegeben.

Der Programmablauf wird (off line) an einer separaten Programmierstation erstellt und über Datenleitung, Diskette oder Kassette in die Robotersteuerung übertragen.

3.2.2 Textuelle Programmierung und abgespeicherte Makros

Hierbei werden sich häufig wiederholende gleichartige Schweißaufgaben mit durch On-line-Programmierung festgelegten Bahnpunkten, zugehörigen Zusatzformaten und einem fest zugeordneten Programmablauf als selbständige, aufgabenorientierte Teilprogramme (Makros) einmal programmiert und gespeichert.

Sie können dann zur Erfüllung weiterer gleichartiger Aufgaben wiederholt werden.

Das Gesamtprogramm wird (off line) an einer separaten Programmierstation textuell aus mehreren Makros zusammengestellt und über Datenleitung, Diskette oder Kassette in die Robotersteuerung übertragen.

3.3 Off-line-Programmierung

Die Off-line-Programmierung (Indirekte Programmierung) wird nicht direkt am Roboter, sondern an speziell dafür vorgesehenen Programmierstationen vorgenommen. Dort erfolgt die Vorgabe von Raumpunkten in X-, Y- und Z-Koordinaten mit den dazugehörigen Brennerorientierungen. Der Programmablauf wird mit Hilfe einer Programmiersprache festgelegt.

Das erstellte Programm ist über Datenleitung, Diskette oder Kassette in die Robotersteuerung zu übertragen.

Die Eingabe der kollisionsfreien Bewegungsbahn unter Berücksichtigung einer schweißgerechten Brennerorientierung bereitet insbesondere bei komplexen Werkstückgeometrien zur Zeit noch Schwierigkeiten.

Lösungsmöglichkeiten bieten hier neuerdings rechnergestützte Roboter-Simulationstechniken.

Die Off-line-Programmierung unterscheidet verschiedene Programmiervarianten.

3.3.1 Alphanumerische Programmierung

Bei der alphanumerischen Programmierung werden die Raumpunkt-Koordinaten und Brennerorientierungen an der Tastatur des Programmierplatzes eingegeben.

Zur Erstellung des Programmablaufes muß jede Instruktion einzeln vorgegeben werden.

3.3.2 Makroprogrammierung

Bei der Makroprogrammierung von aufgabenorientierten Bearbeitungssequenzen werden die Punktkoordinaten und Brennerorientierungen sowie schweiß- und programmtechnische Informationen ebenfalls alphanumerisch eingegeben.

Für die Erstellung des Gesamtprogrammablaufes können Instruktionen benutzt werden, die Makros mit Unterprogrammaufrufen zusammenstellen und im gesamten Arbeitsbereich des Roboters an beliebige Stellen transformieren.

3.3.3 Grafische Programmierung mit CAD-Daten

Die Bahnpunkte werden aus CAD-Daten übernommen. Brennerorientierungen und Schweißdaten sind hinzuzufügen.