

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Zweck
- 3 Technische und wirtschaftliche Zielstellung des Einsatzes kooperierender Systeme
- 4 Begriffsbestimmung
- 5 Funktionsweise kooperierender Systeme
- 6 Einsatzbereiche
- 7 Kinematische Komponenten
- 8 Grundstrukturen kooperierender Systeme und Anlagentypen
 - 8.1 Roboter – Positionierer
 - 8.2 Mehrere Roboter – ein Positionierer
 - 8.3 Vorrichtunglose Fertigung
 - 8.4 Lastteilung (Loadsharing) mittels mehrerer Positionierroboter
 - 8.5 Fertigung ohne Nebenzeiten
- 9 Steuerung kooperierender Systeme
- 10 Schrifttum

1 Geltungsbereich

Zum Geltungsbereich dieses Merkblattes zählen alle Robotersysteme zum Schutzgasschweißen mit kooperierenden Roboter-Positionierer- bzw. Roboter-Roboter-Kombinationen. Sinngemäß kann es auch für andere Einsatzmöglichkeiten bahngeführter Prozesse verwendet werden (Laserstrahlschweißen, thermisches Schneiden, Kleben).

2 Zweck

Das Merkblatt beschreibt Aufbau, Funktion sowie technische und wirtschaftliche Effekte kooperierender Systeme zum Lichtbogen-schweißen. Damit sollen potenzielle Anwender unterstützt werden, sich mit den grundsätzlichen Möglichkeiten und praktischen Anwendungen solcher Systeme vertraut zu machen.

3 Technische und wirtschaftliche Zielstellung des Einsatzes kooperierender Systeme

- Fertigung in technologisch bedingten Vorzugspositionen
- Fertigung mit hohen Prozessgeschwindigkeiten und reduzierten Neben- bzw. Hilfszeiten
- Überlagerung von Prozess- und Bauteilbewegung
- Reduzierung mechanischer Beanspruchung von Systemkomponenten
- Vergrößerung von Arbeitsräumen
- Sicherung einer hohen Beweglichkeit im Bauteil-/Werkzeugbereich

¹⁾ Unter dem Begriff Roboter wird ursprünglich die Einheit von Steuerung und Manipulator verstanden. Je nach Steuerungskonzept wird bei kooperierenden Systemen diese unmittelbare Zuordnung aufgehoben oder bleibt erhalten. Ungeachtet dessen wird im Folgenden der Begriff Roboter weiter verwendet, obwohl damit ggf. nur das mechanische System gemeint ist.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beurteilung 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 DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

- Zeitgleicher Stopp aller Systemkomponenten im Störfall
- Definierte Fehlerreaktion
- Reduzierung des Bauteilverzuges durch parallele Schweißfolgen/symmetrischen Wärmeeintrag
- Verbesserung der Zugänglichkeit Werkzeug-/Bauteil
- hohe Flexibilität der Arbeitszelle
- Reduzierung des Vorrichtungsaufwands
- Reduzierung des Investitionsaufwands und des Personalaufwandes
- Reduzierung der Anlagenstellfläche durch verdichtete Anordnung von Robotern
- Erhöhung der Verfügbarkeit bei gleichzeitiger Taktzeitreduzierung
- Reduzierung der Anlagestillstandszeiten
- Reduzierung der Ausschussquote

4 Begriffsbestimmung

- IEC/TOV (Merkblatt 0922-1)
- Koordinatensysteme (Merkblatt 0922-1)
- Roboterpositionierer (Merkblatt 0922-5)
- Werkstückpositionierer (Merkblatt 0922-5)
- externe Achse (Merkblatt 0922-5)
- Planung (Merkblatt 0922-4)
- Programmierung (Merkblatt 0922-2)
- Modellierung (Merkblatt 0922-2)
- Anlagensimulation (Merkblatt 0922-2)
- Offline-Programmierung (Merkblatt 0922-2)

5 Funktionsweise kooperierender Systeme

Unter kooperierenden Systemen wird eine beliebige Anzahl von Robotern¹⁾ und Positioniereinrichtungen verstanden, die permanent mit einer Taktfolge entsprechend den technologischen Anforderungen Synchronisations-, Sicherheits- und Bewegungsdaten über Netzwerke austauschen und somit in sich überschneidenden Arbeitsräumen gemeinsam Aufgaben bearbeiten können. Dabei wird die Bewegung der einzelnen mechanischen Komponenten deterministisch geregelt und mittels verschiedener Interpolationsarten synchronisiert.

Jeder Roboter kann autark aber auch als Mitglied einer Gruppe betrieben werden. Weiterhin kann die Gruppe hierarchisch in Untergruppen aufgeteilt werden, wobei ein Roboter auch Mitglied in mehreren Gruppen sein kann. Durch ein gemeinsames Bediengerät ist der einfache Zugriff auf alle Steuerungen und die auf diesen Steuerungen verteilte Programmlogik möglich. Umfangreiche Programmmodule beziehungsweise Diagnosetools unterstützen den Roboterprogrammierer oder Bediener. Hierbei sind grundsätzlich folgende Kooperationsarten möglich:

Logische Kooperation

Die logische Kooperation dient im Wesentlichen der Kollisionsvermeidung zwischen den Robotern bzw. zwischen Roboter und Vorrichtung (dynamische Arbeitsraumverwaltung).

- *Asynchrone Bewegung in sich überschneidenden Arbeitsräumen*
Zwei oder mehr Roboter arbeiten völlig unabhängig voneinander, aber aufgrund der örtlichen Nähe kann es zu Kollisionen kommen, die durch eine Verriegelung der Arbeitsräume vermieden werden müssen.
- *Synchrone Bewegung in sich überschneidenden Arbeitsräumen*
Zwei oder mehr Roboter arbeiten synchronisiert in sich überschneidenden Arbeitsräumen, sie befinden sich aber niemals gleichzeitig in der Arbeitsraumüberschneidung. Die Synchronisation bezieht sich dabei auf den Ablauf der Programme.

Geometrische Kooperation

Die geometrische Kooperation beruht auf einer unmittelbaren Kopplung der Bewegungen und Bearbeitungsprozesse mit Bezug auf das (ebenfalls bewegte) Bauteil.

- *Gleichzeitige Bearbeitung und Manipulation eines Bauteiles*
Während das Bauteil oder dessen Einzelteile durch Roboter oder Positioniereinrichtungen in geeignete Position gebracht werden, erfolgt zeitgleich die Bearbeitung durch einen oder mehrere Roboter.
- *Teiletransfer mit gleichzeitiger Bearbeitung*
Während Bauteile durch den Arbeitsraum transportiert werden, wird daran durch einen oder mehrere Roboter der Bearbeitungsprozess ausgeführt.
- *Multi-Roboter-Transport in einem gemeinsamen Arbeitsraum*
Zwei oder mehr Roboter transportieren gemeinsam ein Teil (Loadsharing). Dies ist zum Beispiel bei sehr schweren oder flexiblen Teilen von großem Vorteil.

6 Einsatzbereiche

- einzelne Roboter mit externen Achsen
- Mehrrobotersysteme mit externen Achsen und ohne externe Achsen
- verkettete Systeme für
 - MSG-Schweißen
 - Plasmaschweißen
 - WIG-Schweißen
 - Plasmaschneiden
 - hybride Prozesse

7 Kinematische Komponenten

- Roboter in unterschiedlichen Bauformen
- Linearachsen
- Rotationsachsen
- Positioniersysteme (DVS 0922-5)
- verfahrensspezifische Werkzeugachsen (Werkzeugdrehung beim WIG-Schweißen mit Zusatzdraht und bei Hybridprozessen)

8 Grundstruktur kooperierender Systeme und Anlagentypen

8.1 Roboter – Positionierer

In der klassischen Grundvariante, für die der Begriff kooperierende Systeme allerorts noch nicht zur Anwendung kommt, erfolgt ein synchronisierter Bewegungsablauf zwischen einem Roboter und einem Werkstückpositioniersystem unterschiedlichster Ausstattung. Die Taktzeiten werden in der Regel von der Bearbeitungszeit des Roboters bestimmt.

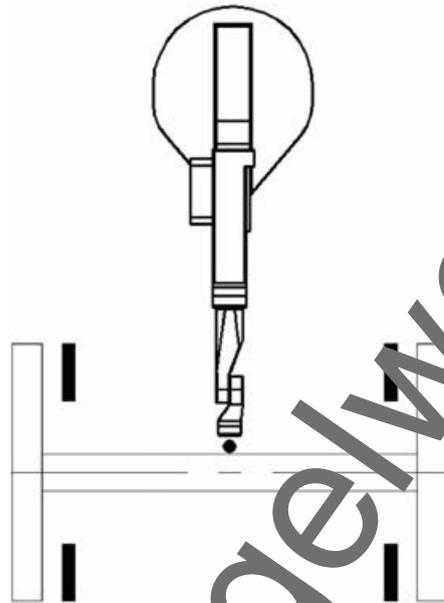


Bild 1. Roboter und Werkstückpositionierer mit Schwenk- und Drehachsen (Zwei-Stationen-Rundtisch)

8.2 Mehrere Roboter – ein Positionierer

Ein klassisches Anwendungsbeispiel für die geometrische Kooperation ist das Schutzgasschweißen mit zwei Robotern, die gleichzeitig an einem Bauteil schweißen, das in der Regel symmetrisch ist. Durch das synchrone Schweißen wird die Prozesswärme spiegelbildlich eingebracht, wodurch der Bauteilverzug minimiert werden kann. Weitere Vorteile sind:

- Reduzierter Programmieraufwand durch Programmspiegelung
- hohe Prozessgenauigkeit
- kürzte Inbetriebnahme durch einfache Bedien- und Konfigurationsoberfläche

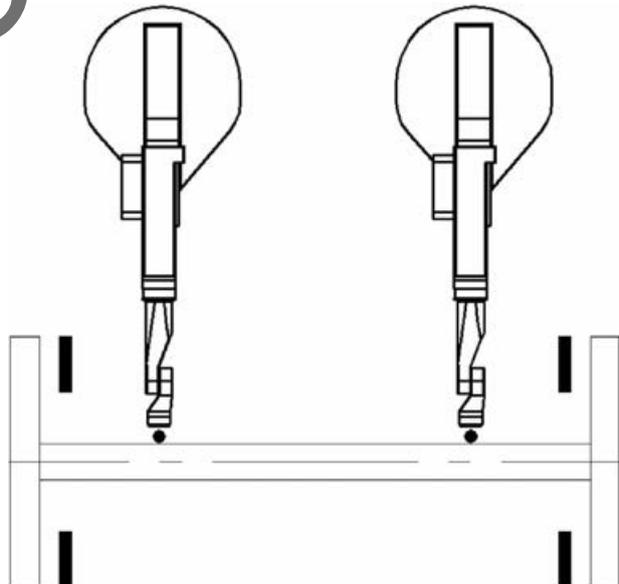


Bild 2. Zwei Roboter und ein Werkstückpositionierer mit Schwenk- und Drehachsen (Zwei-Stationen-Rundtisch).

Durch Schwenken des Bauteils mit einem Drei-Stationen-Rundtisch lassen sich unterschiedlich lange Schweißnähte optimal auf mehrere Roboter aufteilen und zeitgleich bearbeiten, wodurch Taktzeiten gesenkt werden können.