



Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Zweck
- 3 Analyse der bestehenden Fertigung
- 3.1 Werkstückspektrum
- 3.1.1 Werkstückdaten
- 3.1.2 Schweißtechnische Anforderungen
- 3.2 Fertigung
- 3.2.1 Vorfertigung
- 3.2.2 Fertigungsbedingungen
- 3.2.3 Schweißtechnische Ausrüstung und Peripherie
- 3.2.4 Herstellkosten
- 4 Planung der Fertigung mit Schweißrobotersystemen
- 4.1 Werkstückspektrum
- 4.2 Fertigung
- 4.2.1 Fertigungsablauf
- 4.2.2 Zeitvorgaben
- 4.2.3 Verfügbarkeit der Anlage
- 4.3 Firmenspezifische Besonderheiten
- 4.4 Humanisierungsaspekte
- 4.5 Sicherheit und Umweltschutz
- 5 Auslegung des Schweißrobotersystems
- 5.1 Industrieroboter
- 5.2 Schweißausrüstung
- 5.3 Peripheriegeräte
- 5.4 Anlagen-Layout
- 6 Montage und Inbetriebnahme
- 7 Wirtschaftlichkeit
- 8 Qualität
- 9 Mitgeltende Normen und Richtlinien

1 Geltungsbereich

Die in diesem Merkblatt aufgeführten Begriffserläuterungen und Hinweise gelten für die Planung und Einrichtung von Industrierobotersystemen zum Schutzgasschweißen. Sie können sowohl bei bestehender Fertigung als auch sinngemäß für den Aufbau einer Neuteilfertigung angewendet werden.

2 Zweck

Ziel dieses Merkblattes ist es, Hinweise zur Planung und Einrichtung von Industrierobotersystemen zum Schutzgasschweißen zu geben. Damit soll Anwendern ein Hilfsmittel, ein Leitfaden zur Verfügung gestellt werden, um notwendige Arbeiten bei Planung und Einrichtung zu erleichtern. Es darf jedoch nicht außer acht gelassen werden, daß der Roboter lediglich eine wenn auch wichtige Komponente in einem Gesamtsystem ist. Entsprechende Planungsarbeiten müssen daher stets aus ganzheitlicher Sicht durchgeführt werden.

Das Merkblatt erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

3 Analyse der bestehenden Fertigung

Die Planung und Einrichtung eines Industrierobotersystems zum Schutzgasschweißen beginnt zunächst mit einer Analyse der bereits bestehenden Fertigung. Das Werkstückspektrum sollte dabei Ausgangspunkt der Betrachtungen sein.

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.

3.1 Werkstückspektrum

Die Analyse des Werkstückspektrums sollte nach **werkstück- und fertigungsspezifischen** Gesichtspunkten sowie nach schweißtechnischen Anforderungen erfolgen. Ziel ist dabei eine Abschätzung hinsichtlich einer Automatisierungseignung. Es empfiehlt sich, eine Rangfolge von Werkstücken für die Bearbeitung durch das geplante Schweißrobotersystem festzulegen.

3.1.1 Werkstückdaten

Zu den Daten, die ein Werkstück beschreiben, zählen die Angaben zum **Werkstoff**. Häufig ist eine Werkstoff-Kennnummer bekannt. Mit ihrer Hilfe lassen sich alle wesentlichen Werkstoff-Eigenschaften ermitteln.

Eine wichtige Planungsgröße ist die **Werkstückgeometrie**. Neben Abmessungen und Gewicht sind Raumbolumen und mögliche Werkstücksymmetrien wesentliche Beschreibungsmerkmale und Kriterien für eine Klassifizierung. Ferner sind Informationen von Interesse, in welcher Form Geometriedaten der betrachteten Werkstücke verfügbar sind (Daten aus CAD-System oder Konstruktionszeichnung).

Aussagen zur **Oberflächenbeschaffenheit** der betrachteten Werkstücke (z. B. rauh, gestrahlt, beschichtet usw.) sollten nicht fehlen.

Um wirtschaftlichere Stückzahlen für das Roboterschweißen zu erreichen, ist es oft sinnvoll, Werkstücke mit schweißtechnisch ähnlichen Anforderungen in **Teilfamilien** zusammenzufassen. Grundlage für die Teilfamilienbildung sind gleiche oder ähnliche Bearbeitungsprogramme, gleiche oder leicht umrüstbare Spannvorrichtungen sowie weitere, die Fertigung erleichternde Werkstückmerkmale (z. B. Werkstücksymmetrie).

Angaben zu **Jahresstückzahlen, Losgrößen und Produkt-Laufzeiten** sollten als unverzichtbare Vorgaben der Planung zur Verfügung stehen.

3.1.2 Schweißtechnische Anforderungen

Eine wesentliche Planungsgröße ist die Beschreibung der dem Robotersystem zu übertragenden **Schweißaufgabe**. Dabei ist zwischen Verbindungsschweißen und Auftragschweißen zu unterscheiden. Ferner ist die Art des Schweißprozesses (MIG, MAG, WIG, Plasma) festzulegen.

Weitere Anforderungen lassen sich aus den **werkstoffsspezifischen** Merkmalen der zu fügenden Bauteile ableiten. Hierbei sind eine gegebenenfalls notwendige **Wärmebehandlung** des betrachteten Werkstückes und Angaben über maximal **zulässige Streckenenergien** zu berücksichtigen.

In diesem Zusammenhang müssen Fragen nach der **Schweißnahtgeometrie** (a-Maß und Nahtdicke) sowie nach der **Schweißnahtqualität** beantwortet werden. Zur Beschreibung der Qualitätsmerkmale sei auf die Bewertungsgruppen nach DIN EN 25817 verwiesen.

Des weiteren sind Angaben zur **Fugenform und deren Vorbereitung** notwendig. Hierbei gibt DIN 1912 nützliche Hinweise.

Es wird empfohlen, Erkenntnisse, bezogen auf die bisherige schweißtechnische Fertigung, in die Analyse mit einzubeziehen. Sie geben u. a. Aufschluß über einzuhaltende **Schweißfolgen**. Ferner lassen sich bereits gezielt werkstückbezogene Anforder-

DVS, Technischer Ausschuß, Arbeitsgruppe „Lichtbogenschweißen“

rungen hinsichtlich einzuhaltender **Prüfvorschriften und -verfahren** für das Schweißen mit Industrierobotern einplanen.

3.2 Fertigung

Die erfolgreiche Integration eines Industrierobotersystems zum Schutzgasschweißen in eine bestehende Fertigung verlangt die Berücksichtigung technischer und organisatorischer Randbedingungen.

3.2.1 Vorfertigung

Genauere Kenntnisse über die Vorfertigung der zu fügenden Werkstücke ist eine wesentliche Planungsvoraussetzung. Bezogen auf das automatisiert zu schweißende Werkstückspektrum sind in diesem Zusammenhang

- die Art der Vorfertigung sowie
- zu erwartende Vorfertigungstoleranzen

von besonderem Interesse.

Dabei ist u. a. die Frage zu beantworten, welchen Anlieferungs- bzw. **Vorfertigungs**zustand die vom Roboter zu schweißenden Werkstücke haben werden.

Das Wissen um die zu erwartende **Vorfertigungsart** der zu fügenden Teile (z. B. genibbelt, gestanzt, brenngeschnitten, geschmiedet oder gegossen) sowie deren Anlieferungszustand (z. B. zusammengebaut, geheftet, Einzelteile usw.) hat wesentlichen Einfluß auf die Realisierbarkeit eines Industrierobotersystems und seine spätere gerätetechnische Auslegung.

Da ein Industrierobotersystem zum Schutzgasschweißen ohne Sensorik im allgemeinen nur an Werkstücken mit sehr engen **Vorfertigungstoleranzen** entsprechend hochwertige Schweißungen durchführen kann, ist die Kenntnis der zu erwartenden Toleranzen unbedingt notwendig.

Neben möglichen Toleranzen bezüglich der Fügstellentage müssen auch zu erwartende Toleranzen im Bauteil selbst (z. B. Form- und Lagetoleranzen, Bezugsflächen und -kanten) für die weitere Planung berücksichtigt werden. Hierbei empfiehlt es sich, auch auf möglichst konstante Spaltbreiten zu achten.

In diesem Zusammenhang sei auf die Merkblätter DVS 0927 Teil 2 und DVS 0939 hingewiesen. Entsprechende Aussagen zu den über Umformtoleranzen bei nichtzerspanender Vorfertigung macht die DIN 6930. DIN 7150 Teil 2 und DIN 7168 geben u. a. Hinweise zu Toleranzen im Bereich der spanenden Fertigung.

Bei Toleranzen, die für das Roboterschweißen zulässige Werte überschreiten, müssen spezielle Maßnahmen wie der Einsatz einer geeigneten Sensorik usw. geprüft werden.

3.2.2 Fertigungsbedingungen

Die systematische Analyse der Fertigungsbedingungen führt u. a. zur Ermittlung von technischem und zeitlichem Kapazitätsbedarf für das geplante Industrierobotersystem im Schutzgasschweißen. Dabei sollten folgende Punkte besonders berücksichtigt werden.

Fertigungsablauf

Der Fertigungsablauf ist durch die Reihenfolge von Fertigungsschritten bestimmt. Aus seiner Kenntnis lassen sich Bearbeitungsanforderungen und Konzepte zur Lösung von Schweißaufgaben herleiten.

Termingerechte Werkstückbereitstellung und eine optimale Fertigungsreihenfolge sind hier bestimmende Faktoren, wenn es beispielsweise darum geht, sowohl technisch als auch organisatorisch bedingte Stillstände zu vermeiden.

Zeitvorgaben

Zeiterfassung und Zeitanalyse sind im Hinblick auf Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und in Anbetracht möglicher vor- und nachgeschalteter Fertigungsschritte besonders zu berücksichtigen. Hierbei sind nicht nur die eigentliche Schweißzeit, sondern auch Angaben über Taktzeiten, Rüstzeiten und Nachbearbeitungszeiten von Bedeutung.

Prüfplan

Der Prüfplan gibt bezogen auf den Schweißarbeitsplatz Aufschluß über Art, Reihenfolge, Häufigkeit und Durchführung von Prüfungen. Er muß entsprechende Vorgehensweisen zur Qualitätssicherung beinhalten.

Personalqualifikation

Für den Betrieb eines Industrierobotersystems zum Schutzgasschweißen muß ein entsprechender Personalbedarf (Anzahl der Bediener) mit entsprechender Qualifikation (d. h. entsprechend, auf die jeweilige Fertigung bezogener Ausbildungsstand) berücksichtigt werden.

Raumangebot und Energie

Unter anderem bestimmen Raumangebot und Beschaffenheit das Anlagen-Layout. Zur Energieversorgung (Strom, Druckluft, Schutzgas, Wasser usw.) sind verfügbare Leistungen an bereits vorhandenen Anschlüssen zu ermitteln.

Sicherheit und Umweltschutz

Abgeleitet vom manuellen Schweißbetrieb und auch vom mechanisierten Schweißen sind entsprechende Randbedingungen bezüglich Sicherheit und Umweltschutz in die Planungsarbeiten einzubeziehen. Als Beispiel sei der Schweißrauch-Absaugung genannt.

Generell gelten hier die gesetzlichen Bestimmungen.

Logistik

Die Logistik regelt Fragen der Materialbereitstellung (z. B. die Einrichtung eines Puffers vor oder hinter der Fertigungsstation) und des Materialflusses. Sie sorgt ferner für die notwendige Kommunikation zwischen den Fertigungsbereichen und dem Produktionsmanagement.

Ausweichstrategien bei Störfällen

Ausweichstrategien sind notwendig, um Störfälle sicher zu beherrschen. Dies beinhaltet u. a. alternative Produktionsmöglichkeiten, die Klärung der Serviceverfügbarkeit und die Lagerhaltung notwendiger Ersatz- und Verschleißteile.

3.2.3 Schweißtechnische Ausrüstung und Peripherie

Die Analyse der bestehenden Fertigung muß bereits vorhandene Schweißausrüstungen und periphere Komponenten berücksichtigen, um im Rahmen der Planung konkrete Aussagen bezüglich zukünftiger Nutzungsmöglichkeiten dieser Geräte für das Industrierobotersystem vornehmen zu können.

3.2.4 Herstellkosten

Die Herstellkosten (Stückkosten) spielen bei der Investitionsentscheidung eine wichtige Rolle und müssen zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit bekannt sein. (Siehe auch: G. Aichele: Ist mein Schweißbetrieb wirtschaftlich? Artikelserie in Der Praktiker 44 (1992) und 45 (1993)).

Herstellkosten setzen sich aus **Gemeinkosten-** und **Einzelkostenanteilen** zusammen. Hierbei sind einerseits die **Materialkosten**, bestehend aus **Materialeinzelkosten** und **Materialgemeinkosten**, und andererseits die **Fertigungskosten** zu berücksichtigen. Die **Fertigungskosten** beinhalten **Fertigungslohnkosten** und **Fertigungsgemeinkosten**, bestehend aus Maschinenkosten, Werkzeugkosten, Vorrichtungskosten und restliche Fertigungsgemeinkosten.

4 Planung der Fertigung mit Schweißrobotersystemen

Bei der Planung der Fertigung sind die unter 3 genannten Punkte zu berücksichtigen und im Hinblick auf eine Automatisierung mit Schweißrobotersystemen durch folgende Aspekte zu ergänzen: