

- Der Elektrodienst muß unabhängig von Transportschwierigkeiten des Betriebes sein
- Der Elektrodienst muß bei unvorhergesehenen Ereignissen z. B. Katastrophen, Seuchen usw. ohne Belastung des Betriebes, der betrieblichen Abrechnung und Anleitung in die Arbeit der Elektro-Brigade voll einbezogen werden können, so daß ein universeller und komplexer Einsatz der Elektro-Brigade mit all ihren Mitteln und Möglichkeiten erfolgen kann
- Der Elektrodienst muß bei der dezentralisierten Lehrausbildung als Lehrobjekt genutzt werden können
- Der Elektrodienst muß im Sinne der Elektrosicherheit der fachliche Betreuer der vertraglich gebundenen Betriebselektriker werden.

Die perspektivische Hauptaufgabe des Elektrodienstes wird die Einleitung der planmäßig-vorbeugenden Instandhaltung der elektrotechnischen Anlagen und Geräte zur Gewährleistung der Elektrosicherheit und die Anleitung sowie fachliche Betreuung der Betriebselektriker sein.

Ing. H. HEIN*

Probleme des CO₂-Auftragsschweißens in der Landtechnik

Um den Ersatzteilbedarf an Landmaschinen und Traktoren zu senken, ist es notwendig, die Betriebstauglichkeit der Verschleißteile durch Instandsetzung wiederherzustellen. Die zunehmende spezialisierte Instandsetzung der Erzeugnisse und die Bildung von zentralen Aufarbeitungsstellen erfordern die Einsetzung von teilautomatischen Auftragsverfahren. Von den verschiedenen Verfahren, wie Lichtbogenhandschweißen, Schutzgas (CO₂)-Schweißen, UP-Schweißen, Metallspritzen usw. hat das CO₂-Schweißen besondere Bedeutung für die Instandsetzung von Verschleißteilen in der Landtechnik erlangt. Die CO₂-Auftragsschweißung erstreckt sich im allgemeinen auf das Aufschweißen an zylinderförmigen Werkstücken, wie Wellenzapfen, Achsschenkel u. dgl. Im folgenden werden die Einflußfaktoren, Zusatzwerkstoffe, Schweißanlagen und Schweißparameter für das CO₂-Auftragsschweißen erläutert.

Die Ausbildung der Nahtformen

Durch Veränderung der Schweißparameter können verschiedene Nahtformen erreicht werden, die sich nach bestimmten Gesetzmäßigkeiten bilden. Die einwirkenden Faktoren werden in Haupt- und Nebenfaktoren unterteilt. Die Hauptfaktoren sind Stromstärke, Spannung und Schweißgeschwindigkeit, die Nebenfaktoren sind Drahtdurchmesser, Polung, Drahtneigung, Werkstückneigung, Düsenabstand und Gasgemische.

Erläuterung der einzelnen Einflußfaktoren:

Stromstärke

Bei zunehmender Stromstärke werden die Einbrandtiefe, die Abschmelzleistung, die Nahtüberhöhung und gering die Nahtbreite bei gleicher Spannung und Schweißgeschwindigkeit erhöht.

Spannung

Mit steigender Spannung bleibt die Einbrandtiefe fast unbeeinflusst, dagegen wird die Naht breiter und die Überhöhung flacher. Außerdem ermöglicht höhere Spannung einen längeren Lichtbogen und damit eine bessere Beweglichkeit. Bei niedrigen Schweißgeschwindigkeiten und hohen Spannungen wird eine sehr breite Naht erreicht, mit zunehmender Schweißgeschwindigkeit nimmt der Einfluß der Spannung ab.

Schweißgeschwindigkeit

Bis zu einer Schweißgeschwindigkeit von 0,3 m/min nimmt die Einbrandtiefe zu, darüber hinaus fällt sie wieder ab.

Literatur

- Forschungsbericht des Instituts für Energetik
Vorschlag zur Prüfung und Instandhaltung der elektrischen Anlagen und Geräte in der Landwirtschaft (Elektrodienst) Deutsche Agrartechnik (1963) H. 12, S. 566
Forschungszwischenbericht „Elektrodienst“ vom 30. Juni 1965 des WfZ für Landtechnik Krakow am See
Elektrodienst- Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen und Geräte in der Landwirtschaft, Deutsche Agrartechnik (1965) H. 9, S. 411
Prüfung und Instandhaltung elektrotechnischer Anlagen und Geräte in der Landwirtschaft. Der Elektro-Praktiker (1965) H. 12, S. 425
Erprobungsberichte des WfZ für Landtechnik Schlieben, Fachrichtung Instandhaltung Sitz Charlottentahl
Wartung und Instandhaltung elektrischer Anlagen in Landwirtschaftlichen Betrieben, Deutsche Agrartechnik (1966) H. 6, S. 286
ABAO 900 (GBl. Sonderdruck Nr. 339 v. 1. November 1961)
TGL 200-0629/TGL 200-0602 (VDE 0100/Z. 64)
PAO 642 - Meß- und Inbetriebsetzungsarbeiten -
PAO 642 - Starkstrommontageleistungen -

A 6524

Drahtdurchmesser

Mit Verringerung des Durchmessers — bei gleichbleibender Stromstärke — erhöht sich die Stromdichte, dadurch läßt sich der Lichtbogen leicht zünden und brennt sehr konzentriert. Die Lichtbogenkraft wird erhöht und der Einbrand vergrößert sich.

Polung

Die CO₂-Schweißung wird mit Gleichstrom und Pluspolung durchgeführt, weil bei Minuspolung eine größere Porenbildung entsteht (hauptsächlich Wasserstoffbildung — sieben mal größer als am Pluspol).

Drahtneigung

Wird der Schweißkopf gegen die Schweißrichtung gehalten (Bild 1a), so entsteht ein Metallvorlauf, wodurch der Einbrand geringer wird und die Nahtbreite zunimmt; weiterhin wird eine bessere Verschmelzung der Nahtkanten erreicht. Bei einer Drahtneigung nach vorn — in Schweißrichtung — (Bild 1b) wird der Werkstoff durch den Lichtbogen nach hinten weggedrückt, dadurch wird der Einbrand etwas größer und die Nahtbreite geringer. Die gleichen Eigenschaften hat der Lichtbogen bei senkrechter Drahtführung.

Werkstückneigung

Die CO₂-Schweißung ist in allen Positionen anwendbar, deshalb spielt die Werkstückneigung bei kleinen Schweißbädern keine Rolle.

Tafel 1. Chemische Zusammensetzung der niedriglegierten Schweißdrähte für das Verbindungs- und Auftragsschweißen an Stählen [TGL 7253] [nach BERGER]

Bezeichnung	C	Si	Mn	P	S	AL	Cr	Ni	Ti
10 MsSi 5 ¹	0,06	0,80	1,1	0,03	0,03	—	—	—	—
	bis 0,12	bis 1,0	bis 1,4						
10 MnSi 6 ¹	0,06	0,60	1,4	0,03	0,03	—	—	—	—
	bis 0,10	bis 0,85	bis 1,7						
10 MnSi 8 ¹	0,06	0,80	1,7	0,03	0,03	—	—	—	—
	bis 0,12	bis 1,0	bis 2,1						
20 MnCrNi 7	0,15	0,30	1,4	0,03	0,03	—	0,30	0,20	—
	bis 0,25	bis 0,50	bis 1,8				bis 0,50	bis 0,40	
30 MnCrTi 5 ²	0,25	0,15	1,0	0,03	0,03	0,10	0,80	—	0,15
	bis 0,35	bis 0,35	bis 1,3				bis 1,0	bis 0,30	bis 0,30

¹ Cr höchstens 0,20 %, Ni höchstens 0,30 %, Cu höchstens 0,25 %.

² Ni höchstens 0,30 %, Cu höchstens 0,25 %.

* WfZ für Landtechnik Schlieben (Direktor: Dipl.-oec. Ing. G. BUCHE)

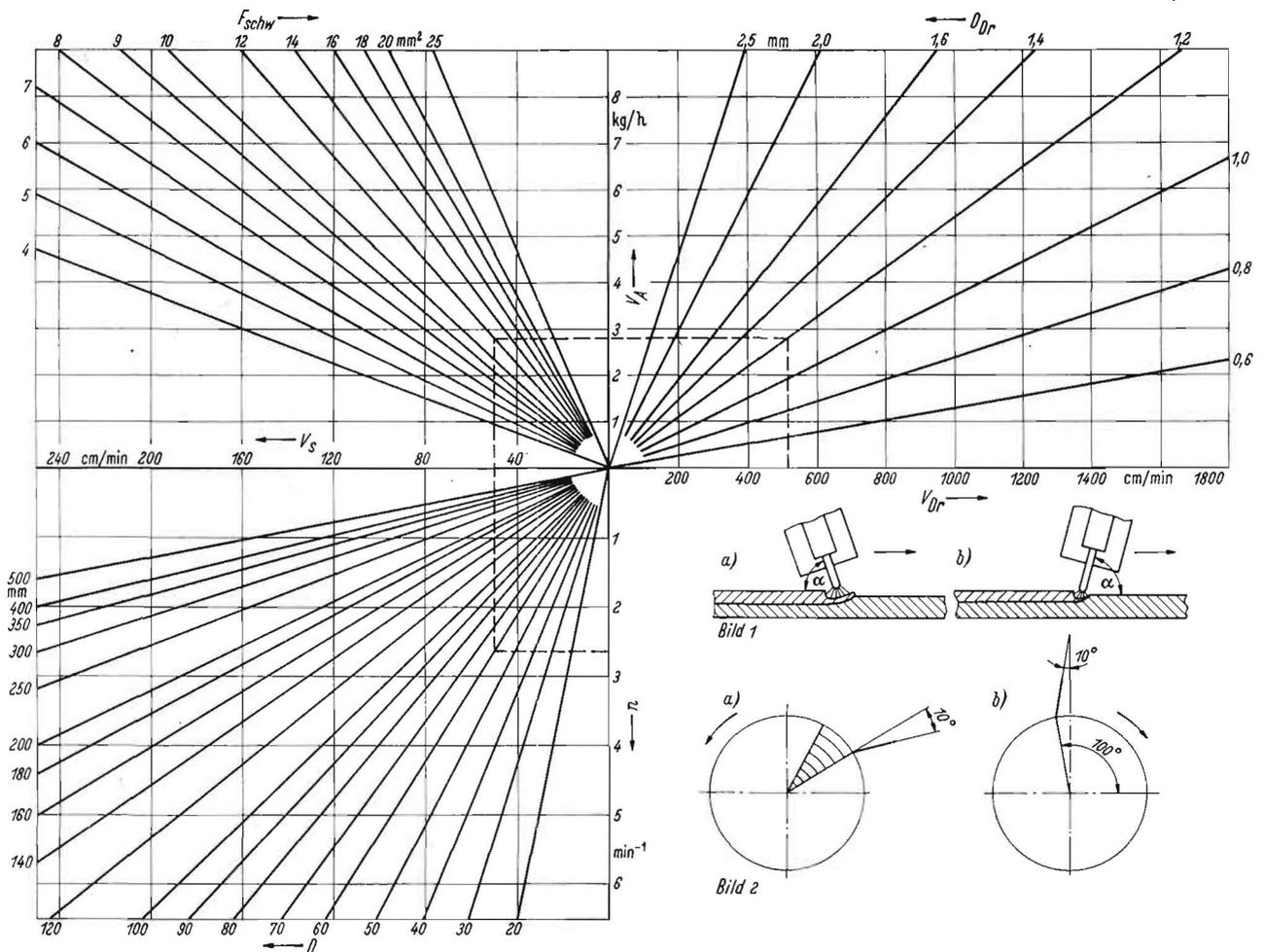


Bild 3

Düsenabstand

Der Abstand zwischen Düse und Werkstück soll 10 bis 20 mm betragen. Bei größerem Abstand kann der Gasmantel aufreißen und es kommt zur Porenbildung. Durch den Düsenabstand kann man auch die Nahtformen beeinflussen; so wird bei großem Abstand ein geringerer Einbrand und eine breitere Naht erreicht oder umgekehrt.

Gasgemische

Durch das Mischen der Gase Kohlendioxid, Argon und Sauerstoff lassen sich verschiedene Nahtformen erreichen. Für die Auftragsschweißung in der Landtechnik hat jedoch z. Z. nur das Kohlendioxid Bedeutung.

Zusatzwerkstoffe

Für die Auftragsschweißung werden zum Teil die gleichen Zusatzwerkstoffe verwendet wie für die Verbindungsschweißung. Tafel 1 gibt Auskunft über die chemische Zusammensetzung der niedriglegierten Schweißdrähte für das Verbindungs- und Auftragsschweißen an Stählen, die z. Z. in der DDR verwendet werden. Wegen des ungünstigen Si-Mn-Verhältnisses soll der Draht 10 Mn Si 5 durch den 10 Mn Si 6 ersetzt werden.

Die Drähte 10 Mn Si 5, 10 Mn Si 6 und 10 Mn Si 8 werden für allgemeine Auftragungen bei den Verschleißarten Me: Me 1; 2; 3; 4¹ nach TGL 0-50320 verwendet. Der 10 Mn Si 8 liefert ein etwas zäheres Schweißgut als der 10 Mn Si 5 und 10 Mn Si 6, was durch den höheren Mangan Gehalt

¹ gemäß TGL 0-50320

Me: Me 1 Metall: Metall-Schmier-Gleit-Verschleiß
 Me: Me 2 Metall: Metall-Schmier-Roll-Verschleiß
 Me: Me 3 Metall: Metall-Trocken-Gleit-Verschleiß
 Me: Me 3 Metall: Mineral-Trocken-Gleit-Verschleiß
 Me: Me 4 Metall: Metall-Trocken-Roll-Verschleiß

erreicht wird. Der 20 Mn Cr Ni 7 und der 30 Mn Cr Ti 5 werden für verschleißfestere Auftragungen verwendet, wobei nur der 20 Mn Cr Ni 7 in kleineren Drahtquerschnitten hergestellt wird.

Für die Schutzgasschweißung (CO₂) stehen folgende Schweißdraht-Dmr. zur Verfügung: 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0 und 2,5 mm.

Böhler Düsseldorf bietet CO₂-Schweißdrähte für verschleißfeste Auftragungen an. Mit den Drähten DUR 250-IG, DUR 300-IG, DUR 350-IG, DUR 500-IG, DUR 600-IG und BM-IG lassen sich Härten von 250 bis 600 kp/mm² erreichen. Der Schweißdraht BM-IG soll für Auftragungen an Hartmanngestahl verwendet werden. Für die Öl- oder Flammenhärtung eignet sich das Schweißgut der Drähte DUR 300-IG, DUR 350-IG und DUR 500-IG. Die genannten Drahtqualitäten importiert die DHZ-Chemie, Fachabteilung Schweißbedarf, Magdeburg [nach BERGER].

Schweißmaschinen und Geräte

Der richtige Einsatz der verschiedenen Schweißmaschinen, Schweißgeräte und Steuerungseinrichtungen hat große Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Je nach der Verwendung der einzelnen Maschinen und Geräte können sie als Ein- oder Mehrzweckanlagen zusammengestellt werden. Die Einzweckanlage ist z. T. nur für ein bestimmtes Verfahren geeignet und zeichnet sich besonders durch niedrige Anschaffungskosten aus. Bei der Mehrzweckanlage können die Schweißmaschinen und -geräte so zusammengestellt werden, daß sie sich für mehrere Verfahren eignen, oder man kann sie nach der Baukastenreihe aufbauen, in der sich die Baugruppen bzw. die Baueinheiten schnell zu anderen Gerätetypen zusammensetzen lassen.

Für die CO₂-Auftragsschweißung an wellenartigen Teilen käme eine einfache Anlage in Frage. Als Schweißmaschine geeignet wäre der Kurzlichtbogen-Schweißgleichrichter RGS 300/ZIS 415, der jetzt die Bezeichnung RGS 315/ZIS 415 trägt; er verschweißt Draht bis 1,6 mm Dmr. Als Schweißgerät läßt sich das MSH-E-Gerät verwenden. Mit ihm kann man Drähte von 0,8 bis 1,6 mm Dmr. verschweißen, und alle handelsüblichen Schweißbrenner in Rüssel- und Pistolenform, die mit Eigenkühlung arbeiten, einsetzen. Sollen nur Drähte von 0,8 bis 1,2 mm Dmr. verschweißt werden, so eignet sich dafür bei gleicher Stromquelle der Metall-Schutzgas-Teilautomat MSH-K. Bei dem Einsatz von größeren Drahtquerschnitten bis 2,5 mm Dmr. ist der Schweißgleichrichter RGS 500/ZIS 256 in Verbindung mit dem Schweißgerät MSH-IM verwendbar.

Für eine Mehrzweckanlage eignet sich bei kleineren Schweißbereichen besonders gut der Einstellen-Schweißumformer KW 400 VC. Durch die kontinuierliche Einstellung der Stromspannungskennlinie und die guten dynamischen Eigenschaften kann er für die Verfahren E-, MIG-, UP-, CO₂ und WIG-Schweißen verwendet werden. Als Schweißgerät kann man das MSH-E für die Verfahren CO₂-, UP- und MIG-Schweißen oder das MSH-IM — für die Verfahren CO₂-, MIG- und UP-Schweißen sowie für das Metallspritzen — einsetzen. Werden Stromstärken über 300 A im Dauerbetrieb verlangt, so müssen die Schweißumformer KW 510 VC, KW 700 VC oder der Schweißgleichrichter KG 700 VC angewandt werden. Dazu kämen die Metall-Schutzgas-Handschweißgeräte IM und II oder die UP-CO₂-Baukastenreihe des ZIS. In diesen MSH-Geräten kann man die ungekühlten und gekühlten Schweißköpfe K 1 bis K 6, die wassergekühlte Metallspritzpistole K 9 sowie die wassergekühlten CO₂-Schweißpistolen ZIS 174 und ZIS 299 einsetzen. Die CO₂-Schweißpistolen von ZIS sind bis 500 A bzw. 600 A belastbar und haben eine Schlauchpaketlänge von 3,50 m. Mit ihnen lassen sich Drähte von 1,2 bis 2,5 mm Dmr. verschweißen.

Das Aufschießen von Wellen

Die Schweißparameter müssen für den jeweiligen Draht-Dmr. den geforderten Werten entsprechen. Wird mit zu hoher Stromstärke gearbeitet, so erhält man einen großen Abbrand an Legierungselementen, außerdem wird das Vermischungsverhältnis von Grundwerkstoff und Schweißgut ungünstig. Bei kleinen Wellenquerschnitten muß mit geringeren Stromstärken gearbeitet werden als bei größeren, da sonst die Erwärmung des Teils zu hoch wird.

Der Ansatzpunkt für die Auftragsschicht kann bei einer Welle unter verschiedenen Winkeln erfolgen. Der wirtschaftliche Ansatzpunkt liegt zwischen 30 bis 60° zur Ebene (Bild 2a). Die Schweißpistole soll etwa 10° in Schweißrichtung geneigt sein. Bei dieser Schweißposition kann man mit hoher Schweißgeschwindigkeit arbeiten. Die Schweißnähte werden sehr glatt und das Vermischungsverhältnis wird durch die höhere Schweißgeschwindigkeit geringer. Bei der Stellung der Pistole in Bild 2b kann man zwar mit größeren Stromstärken aber nur mit kleineren Schweißgeschwindigkeiten arbeiten, dadurch entsteht ein ungünstigeres Verhältnis von Grundwerkstoff und Schweißgut. Die Schweißpistole soll in dieser Position 10° gegen die Schweißrichtung geneigt sein.

Berechnung der Schweißdaten für die Auftragschweißung

Die richtige Bestimmung der Schweißdaten ist Voraussetzung für eine wirtschaftliche Auslastung der Anlage, außerdem trägt sie zur Steigerung der Arbeitsproduktivität bei. Die Berechnung der Schweißdaten ist recht aufwendig, deshalb wird sie selten durchgeführt und schon gar nicht von einem Schweißer in der Werkstatt. Er arbeitet nach seinen Erfahrungswerten. Um die Arbeit der Schweißer zu erleichtern, eine bestimmte Qualität zu gewährleisten und

Tafel 2. Schweißparameter für die halbautomatische CO₂-Schweißung Schweißposition waagrecht

Drahtdicke [mm]	Drahtvorschubgeschwindigkeit [m/min]	Stromstärke [A]	Lichtbogen-spannung [V]	Abschmelzleistung [kg/h]
0,8	2,4 ... 8,2	60 ... 150	14 ... 29	0,6 ... 2,0
1,0	2,4 ... 9,6	90 ... 230	14 ... 27	0,9 ... 3,6
1,2	1,8 ... 8,1	90 ... 270	14 ... 35	1,0 ... 4,6
1,6	1,8 ... 5,8	180 ... 340	22 ... 24	1,7 ... 5,6
2,0	2,0 ... 5,4	200 ... 440	24 ... 32	2,7 ... 8,0

die Arbeitsleistung zu erhöhen, wurde an Hand der Formeln ein Nomogramm aufgestellt (Bild 3), aus dem für die CO₂-Schweißung folgende Schweißdaten entnommen werden können: Drahtvorschubgeschwindigkeit, Schweißdraht-Dmr., Abschmelzleistung, Querschnitt einer Schweißraupe, Schweißgeschwindigkeit, Wellen-Dmr. und Drehzahl des Werkstückes. In Tafel 2 sind einige Schweißparameter als Richtwerte für die halbautomatische CO₂-Schweißung angegeben. Im nachfolgenden sind die Berechnungsformeln für die einzelnen Werte aufgeführt und erläutert. Darin bedeuten:

VA	Abschmelzleistung oder -volumen	[cm ³ /min]
VN	Naht- oder Schweißgutvolumen	[cm ³ /min]
d	Drahtdurchmesser	[mm]
VDr	Drahtvorschubgeschwindigkeit	[cm/min]
Fschw.	Nahtfläche einer Schweißraupe	[mm ²]
Vs	Schweißgeschwindigkeit	[cm/min]
D	Werkstückdurchmesser	[mm]
n	Werkstückdrehzahl	[min ⁻¹]
a	Nahthöhe	[mm]
b	Nahtbreite	[mm]

Abschmelzleistung

Die Abschmelzleistung erhält man bei der Multiplikation von Schweißdrahtfläche und Drahtvorschubgeschwindigkeit

$$VA = \frac{d^2 \cdot \pi}{4 \cdot 100} \cdot VDr = \frac{FDr \cdot VDr}{100} [\text{cm}^3/\text{min}]$$

Wenn die Spritzverluste nicht berücksichtigt werden, dann ist die Abschmelzleistung gleich dem Naht- oder Schweißvolumen, also

$$VA = VN = \frac{a \cdot b}{100} \cdot Vs = \frac{Fschw}{100} \cdot Vs [\text{cm}^3/\text{min}],$$

bei Rundnähten wird

$$VN = \frac{Fschw}{1000} \cdot D \cdot \pi \cdot n [\text{cm}^3/\text{min}].$$

Bei der Umrechnung in kg/h entspricht 1 cm³/min =

$$0,4715 \text{ kg/h} = \frac{1}{2,123} \text{ kg/h}.$$

Drahtvorschubgeschwindigkeit

Sie ergibt sich durch Umstellen der Formel aus der Abschmelzleistung und wird

$$VDr = \frac{100}{FDr} \cdot VA [\text{cm}/\text{min}].$$

Schweißgeschwindigkeit

Die Formel für die Schweißgeschwindigkeit ergibt sich aus dem Schweißnahtvolumen

$$Vs = \frac{100}{Fschw} \cdot VN = \frac{100}{Fschw} \cdot VA [\text{cm}/\text{min}].$$

Werkstückdrehzahl

Sie erhält man aus dem Schweißnahtvolumen für Rundnähte

$$n = \frac{VN \cdot 1000}{Fschw \cdot \pi \cdot D} [\text{min}^{-1}], \text{ für VN wird}$$

$$VN = \frac{Fschw}{100} \cdot Vs [\text{cm}^3/\text{min}] \text{ eingesetzt,}$$

$$n = \frac{Vs \cdot 10}{D \cdot \pi} [\text{min}^{-1}].$$

Nahtfläche einer Schweißraupe

Die Schweißnahtfläche errechnet sich aus Nahtbreite mal Nahthöhe.

Sie stehen ungefähr in einem Verhältnis von Nahtbreite : Nahthöhe = $(1 \cdot \dots \cdot S) : 1$.

Beispiel (siehe gestrichelte Linie im Nomogramm):

Auf einer Welle, 60 mm Dmr., ist 2 mm Verschleiß entstanden. Sie soll durch Auftragsschweißen instand gesetzt werden. Es sind mindestens 3 mm aufzutragen, damit eine mechanische Bearbeitung möglich ist. Eine Schweißfläche von $3 \cdot 4 \text{ mm} = 12 \text{ mm}^2$ und Schweißgeschwindigkeit von 0,5 m/min werden gewählt.

Gegeben sind: Drahtdurchmesser = 1,2 mm
Wellendurchmesser = 60 mm
Schweißfläche = 12 mm²
Schweißgeschwindigkeit = 50 cm/min

gesucht: Werkstückdrehzahl
Abschmelzleistung
Drahtvorschub

Die Strom- und Spannungswerte sind nach den gegebenen Werten einzustellen.

Folgende Werte erhält man nach dem Nomogramm:

Werkstückdrehzahl = 2,67 U/min
Abschmelzleistung = 2,8 kg/h
Drahtvorschub = 515 cm/min

Schlußbetrachtungen

Die Schweißtechnik ist ein Fertigungsverfahren, mit dessen Hilfe Verschleißteile wieder instand gesetzt werden können.

In den landwirtschaftlichen Betrieben findet sie nur in der Instandsetzung teilweise Verwendung. Deshalb müssen einige Verfahren, die sich besonders eignen, auch richtig und wirtschaftlich eingesetzt werden. Die Hinweise für die Anschaffung und Auslastung von Schweißanlagen, die Erläuterung der Einflußfaktoren und die Berechnung der Schweißparameter sollen dazu beitragen, die Schweißtechnik in den landwirtschaftlichen Betrieben besser zu nutzen.

Literatur

- HERDEN, G.: Schweiß- und Schneidtechnik, Halle (Saale) 1960.
TGL 7253: Schweißdrähte für das Schweißen von Stahl; Juni 1961.
BERGER, H.: Zusatzwerkstoffe für die CO₂-Schweißung ZIS-Information M 270-64.
BERGER, H.: Für verschleißfeste Auftragschweißungen ZIS-Mitteilungen, Halle (1965) 8, S. 1091.
BERGER, H.: Geräte für das CO₂-Schutzgasschweißen. Schweißtechnik (1965) H. 8, S. 372 bis 373.
BERGER, H.: CO₂-Schutzgasschweißen. Schweißtechnik (1965) H. 6, S. 253 bis 256.
DÄNE, K.: Schutzgasschweißgeräte für das CO₂-Schweißen. Schweißtechnik (1964) H. 7, S. 302 und 303.
ANDERS, W.: Schweißgeräte und -maschinen auf der Frühjahrsmesse 1965 in Leipzig. Schweißtechnik (1965) H. 3, S. 98 bis 105.
ANDERS, W.: Einsatz automatischer Schweißverfahren für die Instandhaltung von Verschleißteilen. Schweißtechnik (1964) H. 3, S. 111 bis 115. A 6590

Plaste im Landmaschinen- und Traktorenbau, Teil III¹

Ing. P. RUNKI*, KDT
H. BÖRNCHEN*

5. Die Anwendung von Plasten

5.1. Allgemeine technische und ökonomische Betrachtungen

Ausgehend von dem Aufbau und den Eigenschaften der Plastwerkstoffe sowie ihrer Verarbeitung verlangen sie spezifische technische und ökonomische Anwendungsrichtlinien, d. h., bei der Anwendung von Plasten darf nicht nach der herkömmlichen Konstruktionsweise für Metallausführungen verfahren werden, sondern es muß das Arteigene der Plaste Berücksichtigung finden. Um einen Einblick in die Besonderheiten zu erhalten, werden nachfolgend einige grundsätzliche Regeln der plastgerechten Konstruktion in zusammengefaßter Form wiedergegeben.² Als Grundlage dient dabei der DDR-Standard TGL 17448 — Konstruktionsrichtlinien —.

Die Gestaltungsgrundregeln der Plaste verlangen, daß Innen- und Außenflächen an Formteilen eine Neigung in Öffnungsrichtung des Werkzeuges aufweisen, um die Teile besser entformen zu können. Die Größe des Neigungswinkels ist abhängig von der Ausführung des Formteiles. Richtwerte dazu sind in o. g. Standard zusammengestellt.

Ein weiterer wichtiger Gestaltungspunkt ist das Vermeiden von großen und formstiefen Hinterschneidungen. Teile mit Hinterschneidungen bedingen einen höheren Aufwand als einfach gestaltete Teile. Es muß deshalb bei der Konstruktion von Formteilen auf diesen kostenerhöhenden Faktor besonders geachtet werden. Teile mit kleinen und elastischen Hinterschneidungen in Form von Nuten oder Nocken können dabei als einfache Teile angesehen werden.

Eine Abrundung der Ecken und Kanten an Formteilen bringt für die Verarbeitung, die Werkzeugfertigung und die Haltbarkeit (Kerbwerkung) des Teiles Vorteile. Die Größe der Mindestradien für Abrundungen ist von der Werkstoff-

art und der geometrischen Lage der Ecke oder Kante am Formteil abhängig (s. Standard). Ausführungen mit größeren Radien wirken sich immer vorteilhaft aus. Die Auswahl der Radien sollte nicht beliebig erfolgen, sondern auf den in der TGL 0-250 standardisierten Vorzugs- und Nebeneihen aufbauen.

Das Einbetten bzw. Einpressen von Metallteilen in Kunststoffteile ist möglich, verlangt aber besondere Ausführungen, da die Gefahr der Ribbildung vorhanden ist.

Oft werden die Ränder von Gehäusen, Kappen, Deckeln usw. aus Gründen der Festigkeit verstärkt. Bei der Auslegung dieser Randverstärkungen dürfen keine Werkstoffablösungen oder Hinterschneidungen auftreten, um die Verarbeitung nicht unnötig zu komplizieren und die Kosten zu erhöhen.

Auf Grund der niedrigeren Festigkeitseigenschaften der Plaste gegenüber Metallen — ganz allgemein gesehen — können z. B. die in Stahl- oder Gußausführungen bewährten Wanddicken nicht übernommen werden. Es sollte je nach Anwendungsfall entschieden werden, da es sowohl für Preßteile als auch für Spritzgußteile Richtwerte für Mindestwanddicken gibt, die von der Preßteiltiefe und vom Preßmassentyp bzw. vom Fließweg und der Art der Spritzgußmasse abhängig sind. Bei zu großen Wanddicken ist mit Lunker- und Einfallstellen und großen Härtezeiten zu rechnen. Diese Aussage trifft auch für unterschiedliche Wanddicken zu, die zu Werkstoffablösungen führen. Außerdem ist eine ungleichmäßige Abkühlung, die zu inneren Spannungen führen kann, vorhanden.

Gegen Verwindung, Verwerfung und zur Verstärkung von dünnwandigen geraden Flächen werden vielfach Rippen, Wölbungen oder Profilierungen angebracht. Auf Grund der spezifischen Verarbeitungstechnologie für Preß- und Spritzgußteile sind sie in einer besonderen Formgebung auszuführen. Allgemein ist noch festzustellen, daß die Toleranzen der Stahlteile mit Plasteformteilen nicht erreicht werden. Für besonders genaue Ausführungen muß deshalb eine mechanische Bearbeitung vorgenommen werden.

* Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (Direktor: Dr.-Ing. H. REICHEL)

¹ Teil I s. H. 7/1966, S. 335; Teil II s. H. 8/1966, S. 385

² Beziehen sich auf Konstruktionsteile, nicht auf Halbzeuge