

lung der Teile nicht realisierbar ist, kommt es darauf an, durch die Druckspannungen der karbidhaltigen Auftragwerkstoffe den verfahrensbedingten Festigkeitsabfall des Kernwerkstoffs zu kompensieren. Der materialökonomische Effekt, der in der Einzelteilinstandsetzung meist als Verhältnis zwischen der Nutzungsdauer instand gesetzter und der Nutzungsdauer neuer Teile angegeben wird, kann durch gezielte schweißtechnische Verfahrensentwicklung noch weiter erhöht werden. Die Entwicklung von Schweißverfahren mit dosierter Zusatzwerkstoffaufbringung und einer minimalen Einbrandtiefe bzw. Grundwerkstoffbeeinflussung kann zu einer jährlichen Einsparung von mehr als 1 000 t CO₂-Schweißdraht führen sowie große Zerspannungskapazitäten freisetzen. Ein brauchbarer Weg hierfür wäre der Einsatz der punktförmigen Wärmequelle (z. B. MAG-Schweißen mit Kompaktdraht) durch lineare (z. B. MBL-Schweißen – mit magnetisch bewegtem Lichtbogen) oder flächenförmige (z. B. Reibschweißen) Wärmequellen für das Auftragschweißen.

3. Korrosionsuntersuchungen

Das Korrosionsverhalten der Werkstoffe im Bereich des MLFN stellt einen bedeutenden Schwerpunkt der Arbeit des Wissenschaftsbereichs Werkstofftechnik dar. Die Landwirtschaft bezieht aus dem Bereich Metallurgie relativ kleine Mengen von plastummantelten und verzinkten geschweißten Gas- und Wasserleitungsrohren, aber größere Mengen Bleche und Profile aus Zink, Blei, Kupfer, Aluminiumhalbzeuge bzw. mit diesen Buntmetallen veredelte Stahlbleche und Profile. In solchen Bereichen, wie ACZ, Melioration und Tierproduktionsanlagen, sind die Werkstoffe den für die Landwirtschaft typischen aggressiven Medien, wie Düngemittel, Gülle, Reinigungs- und Desinfektionsmittel u. a., besonders ausgesetzt (Bild 3). Der Beitrag des Wissenschaftsbereichs für die Durchsetzung der Materialökonomie besteht in der Ermittlung des Korrosionsverhaltens von Werkstoffen unter bestimmten branchenspezifischen Medien. Hierbei handelt es sich um Ursachenermittlung und Festlegung von Werkstoffen, Beschichtungen bzw.

Beschichtungssystemen für typische Beanspruchungsfälle. Für diese Untersuchungen wurden in der letzten Zeit moderne Anlagen zur Durchführung standardisierter Dauertauch-, Wechseltauch- (Bild 4) und Aerosolversuche (Bild 5) geschaffen, so daß für den Bereich des MLFN erstmalig komplette Möglichkeiten der Korrosionsprüfung vorhanden sind.

4. Werkstoffidentifizierungen von Teilen ausländischer Technik

Etwa 15 % der Aufgaben des Wissenschaftsbereichs Werkstofftechnik sind mit der Identifizierung von Werkstoffen bzw. Identifizierungen von Wärmebehandlungszuständen bei Teilen importierter Technik verbunden. Diese Untersuchungen ergeben sich aus der Notwendigkeit heraus, Valutamittel für den Import von Ersatzteilen einzusparen, und zwar durch Instandsetzung bzw. durch Substitution mit einheimischen Werkstoffen. Diese meist komplizierten Untersuchungen nehmen erfahrungsgemäß zu. Die Arbeit wird dadurch erschwert, daß viele Teile aus Werkstoffen bestehen, für die in der DDR Anwendungseinschränkungen gesetzlich auferlegt worden sind, wie z. B. das im Bild 6 dargestellte Turborad eines Traktors, das aus einer hochwertigen Ni-Fe-Legierung (Ni-Gehalt > 70 %) besteht und durch Reibschweißen mit der niedriglegierten vergüteten Welle zusammengefügt ist. Auch Sonderwerkstoffbehandlungen von Werkstücken, wie der im Bild 7 dargestellten graphitierten Buchse, kommen vor. Besonders schwierig ist die Identifizierung von Sinterlagerwerkstoffen, die in der Nahrungsgüterwirtschaft sehr weit verbreitet sind. Hierbei ist nicht nur die chemische Zusammensetzung zu ermitteln, sondern die sich gebildeten Phasen, Gefüge und Porosität sowie ihre Verteilung sind festzustellen. Die Standardisierung für diese Werkstoffgruppe ist noch nicht soweit fortgeschritten, so daß die Substitutionsfrage oft zu einem großen Problem wird.

5. Schadensfalluntersuchungen

Trotz der gestiegenen Zuverlässigkeit der Maschinen treten Schadensfälle auf. Eine der wichtigsten und verantwortungsvollsten

Aufgaben der Werkstofftechnik ist die Beurteilung von Schadensfällen. Die eigenen Erfahrungen auf diesem Gebiet zeigen, daß bei richtig vorgenommener Werkstoffwahl und -behandlung und unter der Voraussetzung einer ordnungsgemäßen konstruktiven Ausführung äußerst selten Ausfälle eintreten. Die falsche Werkstoff- und Zusatzwerkstoffauswahl für den vorgesehenen Anwendungsfall, unsachgemäße Wärme- bzw. andere Werkstoffbehandlung, mangelhafte Ausführung bzw. Verletzung konstruktiver Grundregeln, fehlende Prüfung bzw. Prüfmittel sind die verbreitetsten Gründe für das Vorkommen von Schadensfällen. Die Ursachenermittlung ist eine der wichtigsten zu lösenden Fragen und hat für die Materialökonomie eine große Bedeutung.

6. Konsultationstätigkeit

Die Konsultationstätigkeit des Wissenschaftsbereichs Werkstofftechnik steigt von Jahr zu Jahr. Aus dieser Entwicklung läßt sich ableiten, daß ein großer Wissensbedarf auf dem Gebiet der ökonomischen Werkstoffanwendung besteht. Im Unterschied zur Industrie, wo in den Betrieben meist ausgebildete Werkstofftechniker arbeiten (hauptsächlich im Bereich der TKO), sind die technischen Fachkräfte im Bereich der Landwirtschaft und speziell die Technologen für die Instandsetzung mehr oder weniger auf diesem Gebiet auf sich allein gestellt. Die Probleme, die in diesem Bereich aus der Sicht der Werkstofftechnik gelöst werden müssen, sind jedoch nicht geringer als in der Industrie. Die Werkstofffragen der Ermüdung, Alterung, Korrosion und der Aufarbeitung geschädigter Werkstoffe haben in der Neufertigung bei weitem nicht die Bedeutung wie in der Instandsetzung. Aus diesem Grund sind die Kollegen des Wissenschaftsbereichs Werkstofftechnik gern gesehene Konsultationspartner bzw. Vortragende bei Weiterbildungsveranstaltungen der Betriebe und Kombinate.

Dozent Dr.-Ing. G. Kamenarov, KDT

Dipl.-Ing. E. Rother

Dipl.-Ing. Rosemarie Rietzel, KDT

A 4184

Schweißtechnische Entwicklungen, Grenzen und Konsequenzen aus der Erweiterung des Sortiments in der Einzelteilinstandsetzung

Dozent Dr.-Ing. G. Kamenarov, KDT/Dr.-Ing. P. Neumann, KDT

1. Einleitung

Mit der Einzelteilinstandsetzung (ETI) sind vor allem die thermischen Auftragsverfahren (Lichtbogen-Auftragschweißen und thermisches Metallspritzen) verbunden. Über die Hälfte des Fertigungsumfanges wird mit diesen Verfahren realisiert. Der Rest entfällt auf das Aufplaten, die Kleb-, Gießharz- und Laminierertechnik (KGL-Technik), die galvanische Abscheidung und die mechanische Vor- und Nachbehandlung. Mit der Erweite-

rung des Teilesortiments in der ETI und mit der Zunahme des Anteils instand gesetzter Teile im Ersatzteilverbrauch, aber auch nicht zuletzt mit der Forderung und Tendenz zur schadbezogenen Instandsetzung möglichst „an Ort und Stelle“ erhöhen sich die Probleme für die schweißtechnische Aufarbeitung. Besonders deutlich zeigt sich das in der zunehmenden Breite und Menge von Aufträgen für wissenschaftliche Untersuchungen und Prüfungen, die aus der Praxis

an den Wissenschaftsbereich Werkstofftechnik der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg herangetragen werden.

Untersuchungen [1 bis 4] zeigen deutlich, daß der jetzige Stand der schweißtechnischen Aufarbeitung noch viele Qualitätsreserven aufweist. Zu den zu behandelnden Problemen gehören z. B. die Zusatzwerkstoffauswahl, die Beeinflussung der Tragfähigkeit des Grundwerkstoffs durch die thermische Einwirkung, die Schweißtechnologie

Tafel 1. Zuordnung der maximal zulässigen Härte zu den Baustählen [5].

Gruppe	Stahlmarke	Härte HV 30
1	St 34, St 35, St 38, St 42 St 45, 17 Mn 4, 15 Mo 3	250 ... 270
2	St 50, St 60, H 45, H 52, KT 45, KT 50, KT 52, 19 Mn 5	300
3	St 70, HS 52, HS 60, H 55 H 60, HB 60	350

(Schweißfolge, Schweißparameter, Schweißverfahren, Nahtform u. a.) und die schweißgerechte konstruktive Ausführung. Dabei zeigt es sich, daß die Ökonomie der Instandsetzung (Herstellung der instand gesetzten Teile) und die des Einsatzes dieser Teile nicht konform gehen.

Die hier nur angedeutete Problematik (hinzu kommen die Probleme des Verschleißes, der Umformbarkeit und der Zerspanbarkeit aufgetragener Schichten) zeigt, daß es keine universellen Lösungen geben kann. Deshalb wird in diesem Beitrag nur auf einige Probleme eingegangen.

2. Zu einigen Gesetzmäßigkeiten der Schweißleistungsgrenzen

Etwa 85 % der im Landmaschinenbau eingesetzten Stähle sind Baustähle (Tafel 1). Die Schweißleistung dieser Stähle ist hinreichend untersucht. Die zulässigen Härtewerte in der Wärmeeinflußzone sind festgelegt, die Maßnahmen zu ihrer Einhaltung sind national und international anerkannt.

Im Rahmen der Beratungstätigkeit des Wissenschaftsbereichs Werkstofftechnik fällt auf, daß einige Fachleute der Praxis den o. g. Sachverhalt beim Verbindungsschweißen zwar akzeptieren, die Notwendigkeit der

Wärmevor- bzw. Wärmenachbehandlung bei der Auftragschweißung jedoch nicht einsehen wollen. Als Gegenargument werden oft die fehlenden technischen Möglichkeiten (Öfen) genannt. Der Propan- oder Azetylen-gasbrenner und billigere Temperaturmeßmittel können bei kleinvolumigen Teilen eine Wärmebehandlungsanlage zwar nicht vollwertig, jedoch noch sinnvoll ersetzen.

Mit der Erweiterung des Sortiments in der ETI wird der Anteil von Teilen aus Werkstoffen mit bedingter Schweißleistung immer größer. Als bedingt schweißgeeignet sind solche Stähle zu betrachten, bei denen eine fehlerfreie Schweißung nur durch zusätzliche Maßnahmen möglich ist. Dazu gehören die höher gekohlten und/oder niedriglegierten Stähle. Der Gesetzgeber ordnet diese Werkstoffgruppe, die in der Kategorie II des Standards TGL 14913 zusammengefaßt ist, der Schweißleistungsklassifizierung „bedingt“ zu. Unter zusätzlichen Maßnahmen versteht der Fachmann eine Vor- bzw. Nachwärmung. In der ETI wird hierfür keine Begrenzung auferlegt. Die Frage der gezielten Wärmeleitung ist die ranghöchste. Die notwendige Höhe der Vorwärmtemperatur wird vom Kohlenstoffäquivalent C_A des Werkstoffs festgelegt (Tafel 2). C_A ist eine Aufsummierung der im Stahl vorhandenen Elemente nach ihrem Einfluß auf das Umwandlungsverhalten und die Gefügeausbildung und gilt für homogene Werkstoffe, kann also nicht für heterogene Werkstoffe (z. B. eingesetzte gehärtete Stähle bzw. bereits schweißtechnisch aufgearbeitete Teile) angewendet werden.

Die Praxis wird häufiger vor die Aufgabe gestellt, Bauteile im einsatzgehärteten Zustand instand zu setzen. Die Restschicht solcher Teile weist Kohlenstoffgehalte von 0,8 bis 1,2 % auf. Eine MAG-Auftragschweißung auf den einsatzgehärteten Werkstoff

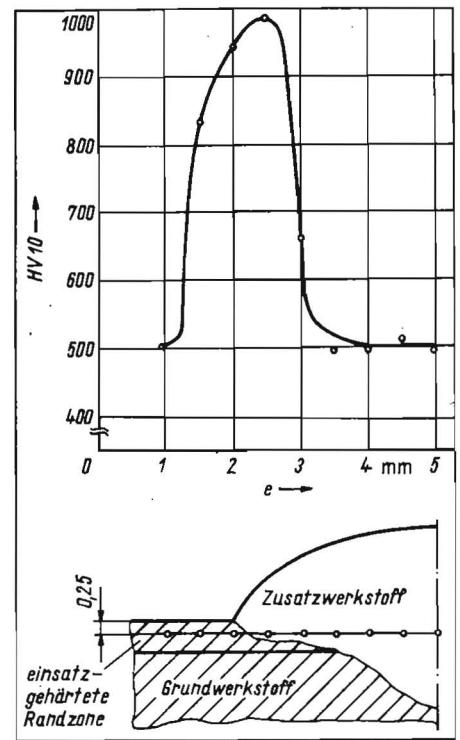


Bild 1. Härteverlauf bei einer MAG-Auftragschweißung auf den einsatzgehärteten Werkstoff 20 MnCr 5 (e laufende Koordinate der Meßpunkte); Zusatzwerkstoff 30 MnCrTi 5, \varnothing 1,2 mm [7]

20 MnCr 5 (Blechdicke 20 mm) ist im Bild 1 dargestellt.

Die Schweißung ohne Vorwärmung führt zu Härtewerten in der Wärmeeinflußzone, die den maximal zulässigen Wert von 350 HV 30 weit überschreiten, und gleichzeitig zu Härterissen in der Wärmeeinflußzone. Das fast vollständig reduzierte Verformungsvermögen des Werkstoffs in einzelnen Bereichen steht dem plastischen Spannungsabbau entgegen, und die erheblichen Schrumpfung und Strukturspannungen gewährleisten die Schweißsicherheit nicht mehr.

Untersuchungen an konkreten Bauteilen aus 16 MnCr 5 und 20 MnCr 5 im einsatzgehärteten Zustand [7, 8] zeigen, daß selbst bei Vorwärmtemperaturen von 350 °C die Härtespitzen bei 850 HV 10 lagen und sich Risse bildeten. Auch eine weitere Erhöhung der Vorwärmtemperatur und -zeit führte zu keinen zulässigen Härtewerten.

Klassische Verfahren der Wärmebehandlung, wie Normalglühen, Weichglühen oder das selten angewendete Entkohlungsglühen, sind nicht nur unüblich, sondern auch unökonomisch. Nach dem Schweißen muß erneut die jeweilige Wärmebehandlung vorgenommen werden.

Aufgrund der wenigen in der Praxis bereits durchgeführten „gelungenen“ Schweißungen sollte nicht versucht werden, generell für die Neufertigung oder für weitreichende Instandsetzungskonzeptionen bei einsatzgehärteten Werkstoffen eigene Schweißbarkeitsgrenzen festzulegen. Man darf nicht übersehen, daß Bauteile aus älteren Maschinen noch reichlich überdimensioniert sind und Kaltrisse nach dem Schweißen noch nicht notwendigerweise zum sofortigen Versagen führen müssen. Bei schweißtechnischen Einzelfällen mit den o. g. Werkstoffen

Tafel 2. Erforderliche Vorwärmung in °C in Abhängigkeit vom Kohlenstoffäquivalent C_A und von der Blechdicke [6]

C_A	Elektroden Draht-Durchmesser in mm	Mehrraupen- und Mehrlagen-Auftragschweißen Werkstückdicke in mm			Einraupen-Auftragschweißen			
		≤ 15	16 ... 50	> 50	≤ 15	16 ... 50	> 50	
0,40	$\leq 3,25$	-	0	0	150	0	100	200
	4,0 + 5,0	1,6 + 2,4	0	0	0	0	0	100
	6,0	≥ 3	0	0	0	0	0	0
0,45	$\leq 3,25$	-	0	150	200	100	250	300
	4,0 + 5,0	1,6 + 2,4	0	0	100	0	150	200
	6,0	≥ 3	0	0	0	0	0	150
0,50	3,25	-	0	150	200	150	300	350
	4,0 + 5,0	1,6 + 2,4	0	0	100	100	150	250
	6,0	≥ 3	0	0	0	0	0	200
0,55	3,25	-	100	250	350	200	250	450
	4,0 + 5,0	1,6 + 2,4	0	150	250	100	150	400
	6,0	≥ 3	0	100	200	0	200	350
0,60	3,25	-	250	400	450	350	450	-
	4,0 + 5,0	1,6 + 2,4	150	300	350	250	400	450
	6,0	≥ 3	100	250	300	200	400	450
0,65	3,25	-	300	400	-	350	450	-
	4,0 + 5,0	1,6 + 2,4	250	300	400	300	400	450
	6,0	≥ 3	200	250	350	250	400	450
0,70	3,25	-	350	450	-	350	450	-
	4,0 + 5,0	1,6 + 2,4	300	350	400	300	400	500
	6,0	≥ 3	250	300	350	300	400	500
0,75	3,25	-	400	450	-	400	-	-
	4,0 + 5,0	1,6 + 2,4	350	400	400	350	400	500
	6,0	≥ 3	300	350	400	300	400	500

Erklärungen:
0 Vorwärmung nicht erforderlich; - Variante nicht zu empfehlen
 $C_A \leq 0,35$ % ohne Vorwärmung
 $C_A > 0,75$ % rißfreie Auftragschweißung nicht zu erwarten
1) bei Werkstückdicken > 100 mm sind um etwa 50 °C höhere Vorwärmtemperaturen erforderlich



Bild 2. Schweißnahtfehler der Gruppen C, D und F nach Standard TGL 10646

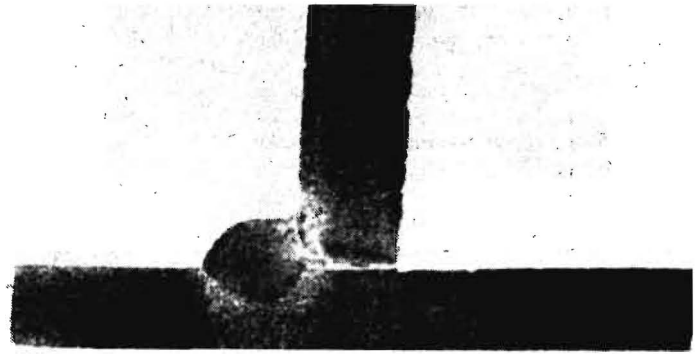


Bild 3. Schweißnahtfehler der Gruppen D und F nach Standard TGL 10646



Bild 4
Unsachgemäß ausgeführte Reparatur-schweißung durch Überschweißung auf nicht entfernten Schweißnähten [10]

ist daher zunächst anhand von Härtemessungen zu prüfen, inwieweit

- der vorangeschrittene Verschleiß die Einsatzhärteschicht erfaßt hat
- der Rest der Einsatzhärteschicht mit einer mechanischen Bearbeitung (kerbfrei) beseitigt werden kann
- welche Wärmebehandlungs-, Kontroll- und Prüfmöglichkeiten im Betrieb vorhanden sind, um eine erneute sachgemäße Vergütung nach dem Schweißen durchführen zu können.

3. Über die Sorgfalt bei der Nahtvorbereitung

In [9] kann nachgelesen werden, daß die

Qualität einer geschweißten Verbindung von der „Höhe der Schweißtemperatur und der Sorgfalt ihrer Zubereitung bestimmt wird“. Mit der Einführung mechanisierter Schweißverfahren wurden deshalb auch lange Zeit hohe Forderungen hinsichtlich der Fugenvorbereitung gestellt. Der Grundsatz „so gut wie möglich“ gehört heute zum antiquierten Vokabular. Die Erhöhung der Arbeitsproduktivität durch die Hochleistungs-Schweißverfahren und die damit verbundene Zunahme der Einbrandtiefe sowie die Verkürzung der verfahrensbedingten Grundzeiten führte in den 60er Jahren dazu, den bekannten Satz für die Nahtvorbereitung in „so gut wie nötig“ umzuwandeln. Erst die gleichzeitige Be-

achtung der belastungs-, gestaltungs- und schweißprozessspezifischen Einflußgrößen verhindert den bekannten Zielkonflikt zwischen Aufwand und Lebensdauer. Heute wird ein anforderungsgerechtes Schweißergebnis angestrebt, jedoch genauso wie früher ist die Herstellung einer rißfreien und verzugsarmen Schweißverbindung das angestrebte Ziel, und zwar bei einer strengen technologischen Reihenfolge und mit einem günstigen ökonomischen Aufwand in den Phasen der Vorbereitung, Schweißung und Kontrolle.

Neben Verstößen gegen die beanspruchungsgerechte Gestaltung und dem unzweckmäßigen Werkstoffeinsatz für eine Schweißverbindung gehört die unsachgemäße Fugenform und -vorbereitung mit zu den häufigsten Ursachen, die zu Schadensfällen Anlaß geben. Man hat das Paradoxon „Herstellung der Fuge – Füllung der Fuge“ erkannt und glaubt manchmal ganz und gar auf eine Nahtvorbereitung verzichten zu können, wie die Bilder 2 bis 4 zeigen.

Schadensfälle sind stets als anschauliche Instruktion zu nutzen. Sie sind erfahrungsgemäß am besten geeignet, Grundsätze für eine eindeutige Nahtform darzustellen. Deshalb sind in der Folgezeit zusätzliche Denkbarrieren bei der Einführung der sog. „nicht durchgeschweißten Naht“ zu überwinden (Bild 5). Diese in der Neufertigung seit längerem eingesetzte ökonomische Nahtform kann in der Instandsetzung bei solchen Bauteilverbindungen, die ausschließlich statischen Belastungen ausgesetzt sind, relevant sein.

4. Bauteilanalyse und Verfahrensauswahl

Der Schweißtechniker sowohl im Bereich der Instandsetzung wie auch in der Betriebsmittelkonstruktion übt mit der gleichzeitigen und umfassenden Anwendung der Einzelprozesse der Schweißtechnik (Konstruktion, Werkstoff- und Zusatzwerkstoffauswahl, Schweißverfahren, technologische Realisierung im Betrieb) den entscheidenden Einfluß auf die Effektivität und Qualität bei der Lösung der Fügeaufgaben aus. Im Vordergrund stehen dabei folgende Probleme:

- Gütesicherung der Fügearbeiten auch unter dem Aspekt der Einführung progressiver Verfahren
- Reduzierung der verfahrensbedingten Hilfszeiten.

Bei der Vielzahl der bekannten Schweißverfahren und -varianten (für die Metallverbindungstechnik mehr als 45 und für die Auftragschweißtechnik rd. 90), die mechanisiert, teilautomatisiert und vollautomatisiert angewendet werden, reichen die konventio-

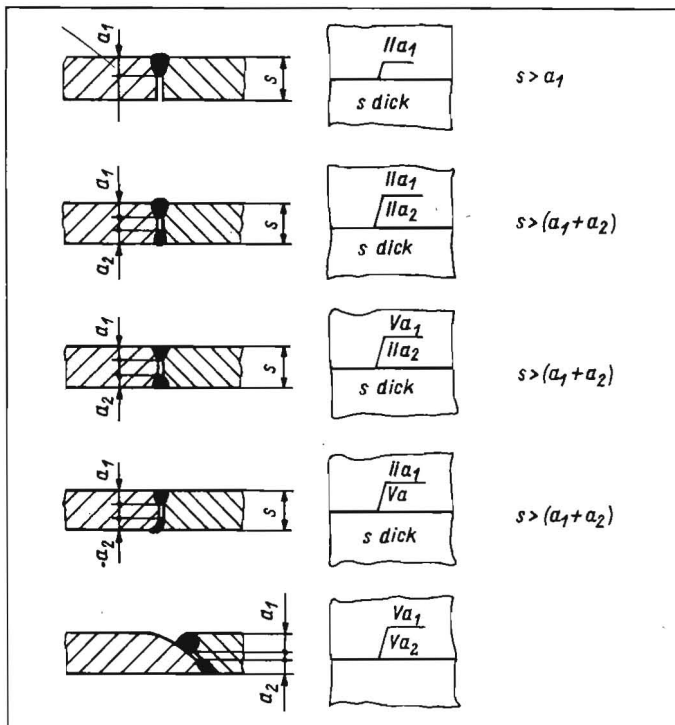


Bild 5
Anwendungsbeispiele für „nicht durchgeschweißte Nähte“ (nur für statische Belastung) [11]

nellen Methoden der Verfahrensauswahl nicht mehr aus. Kretzschmar [6] hat mit dem System: Beanspruchung – Zusatzwerkstoff – Verfahrensauswahl Methoden und Hilfsmittel zur Verfügung gestellt, mit denen aus der Vielfalt der Verfahrensmöglichkeiten die zweckmäßigsten technischen Lösungen ermittelt werden können. Eine gründliche Bauteilanalyse vor jeder Verfahrensauswahl ist die Grundlage für eine objektive Entscheidung [12]. Es zeigt sich, daß der Effektivitätsgewinn in der Schweißtechnik nicht nur ausschließlich mit der das Verfahren kennzeichnenden Abschmelzleistung zu erreichen ist, sondern sich auch aus den Reserven ergibt, die sich hauptsächlich aus einem optimalen Nahtanschluß ableiten lassen. Kleinvolumige und kurze Nähte, anforderungsgerechte Nahtvorbereitung, zusatzwerkstofflose Verbindungen sind ebenso anzustreben wie ein günstiges blech- bzw. nahtdicken- und schweißverfahrenabhängiges Verhältnis t_{WH}/t_G .

An der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg wird gegenwärtig an der Erweiterung der bekannten EDV-Programme zur Verfahrensauswahl gearbeitet, d. h. mit solchen Verfahrensvarianten wie MBL-H, MBL-P,

Reib- und Buckelschweißen, die den Anwendern in Kürze zur Verfügung stehen werden.

5. Zusammenfassung

Im Beitrag wurden einige wichtige Fragen der schweißtechnischen Instandsetzung kurz behandelt. Diese Probleme werden als wichtig und aktuell angesehen, da sie in der Untersuchungs-, Prüf- und Konsultationstätigkeit des Wissenschaftsbereichs Werkstofftechnik der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg immer häufiger vorkommen und die volkswirtschaftlichen Entwicklungstendenzen widerspiegeln.

Literatur

- [1] Opitz, B.: Zuverlässigkeit instand gesetzter Einzelteile und deren Einfluß auf die Instandsetzungshäufigkeit am Beispiel des Feldhäckslers E 280. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 5, S. 227–228.
- [2] Opitz, B.: Untersuchung des volkswirtschaftlichen Effektes der Verwendung von instand gesetzten Einzelteilen am Beispiel kampagneweise eingesetzter landtechnischer Arbeitsmittel. TU Dresden, Dissertation 1982.
- [3] Kamenarow, G.; Wojciechowski, P.: Untersuchungen zum Auftragschweißen rotationssym-

metrischer Einzelteile. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 3, S. 117–119.

- [4] Kamenarow, G.; Pankow, U.: Über die Beeinflussung der Eigenschaften des Grundwerkstoffs bei der Instandsetzungsschweißung vergüteter Einzelteile. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 3, S. 119–121.
- [5] Schäfer, G.: Anwendung – Zusatzwerkstoffe – Wärmebehandlung für das Schweißen von Stahl. Schweißtechnische Information, M 654-82. ZIS Halle 1982.
- [6] Kretzschmar, E.: Oberflächenschutz durch thermisches Auftragen. TWA 119. ZIS Halle 1982.
- [7] Neumann, F.: Untersuchungen zum Abkühlverhalten von Auftragschweißungen. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1984.
- [8] Torkler, B.: Partielles Auftragschweißen an geradzahnten Stirnrädern. IH Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1983.
- [9] Hoffmann, P.: Anwendungsbeispiele einer Lichtbogenschweißung. Dinglers Polytechnisches Journal (1910) 324, S. 310.
- [10] Bader, W.: Schadensfälle Bd. II TWA 113. ZIS Halle 1977.
- [11] Neumann, P.: Fertigungslehre, Arbeitsblattsammlung. IH Berlin-Wartenberg 1984.
- [12] Herden, G.: Betrachtungen zur Automatisierung der Schweißtechnik in der DDR. Schweißtechnik, Berlin 29 (1979) 10, S. 440.

A 4186

Industrieroboter in Lehre, Forschung und Weiterbildung auf dem Gebiet der Mechanisierung der Landwirtschaft

Prof. Dr.-Ing. E. Rast, KDT

1. Einleitung

Im letzten Jahrzehnt ist weltweit ein sprunghafter Einsatz aller möglichen Typen von Industrierobotern in der Produktion zu verzeichnen. Sie bewirken die effektive Anwendung zur arbeitsplatzbezogenen Mechanisierung und Automatisierung in der Teilefertigung, Montage und anderen Einsatzfällen, sparen Arbeitszeit und Arbeitsplätze ein, beseitigen körperlich schwere Arbeit und tragen damit wesentlich zur Leistungssteigerung bei. Der Einsatzbereich erstreckt sich von der technisch einfachen Lösung bis zu komplizierten Robotern auf der Basis mikroelektronischer Steuerungen und Sensoren in komplexen Maschinensystemen und Anlagen.

Auch in der Landwirtschaft der DDR wird der Einsatz von Robotern forciert, um die von Partei und Regierung gestellte Aufgabe zur Einführung der Robotertechnik mit der vorgegebenen Zielstellung termingemäß zu realisieren [1].

Mit der beschleunigten Einführung der Mikroelektronik und der Robotertechnik ist es ein grundlegendes Erfordernis, die neuesten Erkenntnisse von Wissenschaft und Technik in die Lehrprogramme der Ausbildungseinrichtungen aufzunehmen, ständig zu präzisieren sowie in alle Stufen des Bildungssystems zu vermitteln und durch gezielte Forschung zum weiteren Erkenntnisgewinn beizutragen.

2. Anforderungen an den Bildungs- und Erziehungsprozeß

Die volkswirtschaftliche und ökonomische Zielstellung, die Handhabe- und Industrierobotertechnik, Berlin 34 (1984) 10

botertechnik in allen Zweigen der Volkswirtschaft, wo Aufwand und Nutzen dies rechtfertigen, Arbeiterschwernisse beseitigt und Arbeitskräfte freigesetzt werden können, ist in den Beschlüssen des X. Parteitag der SED eindeutig fixiert worden. Der Robotereinsatz in der Industrie ist als Schlüsseltechnologie der achtziger Jahre eine unabdingbare Voraussetzung, die ökonomische Strategie der SED zu verwirklichen. Gegenwärtig prägen die Mikroelektronik und die Robotertechnik entscheidend den volkswirtschaftlichen Leistungsanstieg. Das Maß der Beschleunigung des Wirtschaftswachstums und der vollständigen Nutzung der modernen Technik hängt davon ab, wie es gelingt, die Menschen mit den neuen Anforderungen an die Qualifikation vertraut zu machen. Diese Überzeugung gilt es in erster Linie bei den Studenten herauszubilden. Die Menschen im sozialistischen Produktionsprozeß müssen die moderne Technik beherrschen. Im durchgängigen Bildungsprozeß sind deshalb die Fertigkeiten und Fähigkeiten für die Einsatzvorbereitung, Projektierung, Realisierung und effektive Nutzung der Robotertechnik zu vermitteln und anzueignen. Darauf ist auch der Inhalt der Weiterbildungslehrgänge von Praxiskadern zu konzentrieren. In jedem Lehrgang ist die funktionsbezogene Vermittlung neuester Erkenntnisse mit praktischen Erfahrungen zu verknüpfen. In der Einheit von Lehre und Forschung, von Theorie und Praxis sowie auch in der zielorientierten Aus- und Weiterbildung gründen sich die Erfolge für Effektivität und Qualität. Folgende Schwerpunkte sind für Lehre und Weiterqualifizierung maßgebend:

- Vermittlung von Kenntnissen und praktischen Fähigkeiten bei der Nutzung typischer Industrieroboterstrukturen sowie deren Möglichkeiten und Grenzen
- praktisches Üben und Erproben wichtiger Elemente peripherer Einrichtungen, wie z. B. die Zuführung der Werkstücke, die Werkstückerkennung, ihre Positionierung, das Prüfen der Werkstücke und die Kontrolle
- Erlernen der Programmierung und des selbständigen Lösen von Anpassungsaufgaben.

Im Ergebnis der Ausbildung müssen die Studenten befähigt sein, neue technologische Lösungen zu erarbeiten, die eine hohe Arbeitsproduktivität und Leistungssteigerung der Produktion gewährleisten. Die modernen Technologien mit hohem Mechanisierungs- und Automatisierungsgrad erfordern jedoch in den meisten Fällen eine erhöhte technologische Vorbereitung. Dieser Strukturwandel stellt höhere Anforderungen an die Qualifikation der Vorbereitungskräfte. Die Integration der Industrieroboter als flexible Automatisierungsmittel in die Produktion basiert auf Daten und Informationssystemen und erfordert eine Programmierung der Maschinen und der Peripherie sowie die Bereitstellung der Steuerdaten. Die Werktätigen müssen sich deshalb zunehmend auf den täglichen Umgang mit Daten- und Informationssystemen zur Leitung, Planung, Steuerung und Überwachung der Vorbereitungs- und Produktionsprozesse umstellen, den Dialog mit dem Rechner beherrschen, EDV-Geräte bedienen und Rechnerausdrucke lesen und verwerten lernen.