

- b) Erhöhung der Temperaturbeständigkeit und damit Senkung der Empfindlichkeit des Plastwerkstoffes gegen Überhitzung durch die Vorwärmung und während des Spritzvorgangs sowie bei der Aushärtung
- c) Entwicklung von Härtersystemen, die eine Aushärtung der Plastschichten bei der Temperatur von etwa 200 °C in maximal 5 bis 10 min ermöglichen.
- d) Verbesserung der Notlaufeigenschaften sowie der mechanischen Eigenschaften der ausgehärteten Plastschichten.

Vor allem die Forderung nach Schaffung von Härtersystemen, die eine kurzfristige Aushärtung der Plastschichten ermöglichen, muß dabei vordringlich erfüllt werden, denn die bei den vorliegenden Epoxidharzen erforderliche Aushärtungszeit von mehreren Stunden erweist sich bei einer kontinuierlichen Durchführung von Plast-Flammspritzarbeiten als Nadelöhr im Produktionsprozeß und macht eine umfassende Mechanisierung unmöglich. Bei solchen Produkten wie dem amerikanischen Scotchcast 260 oder dem schweizerischen Araldit 183/2566 ist dieses Problem der Härtingsbedingungen mit einer Aushärtungszeit von 5 min bei einer Aushärtungstemperatur von 220 °C bereits gelöst. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß diese Pulver nur für Isolationszwecke in der Elektroindustrie entwickelt wurden und im

Verschleißverhalten nicht den Anforderungen entsprechen, die bei der Anwendung zum Zwecke der Verschleißteilinstandsetzung gestellt werden müssen.

4. Schlußbetrachtungen

Das Plast-Flammspritzen stellt ein hochproduktives Verfahren zur Instandsetzung rotations-symmetrischer Verschleißteile dar. Die aufgetragenen Verschleißschichten zeichnen sich aus durch gute Haftfestigkeit, Härte und Zähigkeit und können dazu führen, daß derartig beschichtete Teile eine größere Nutzungsdauer aufweisen als die Originalteile.

Die Forderungen, die an den anlagentechnischen Teil beim Plast-Flammspritzen zu stellen sind, können gegenwärtig in befriedigendem Maße erfüllt werden.

Grundlegende Untersuchungen und Weiterentwicklungen der Plastwerkstoffe, die in enger Zusammenarbeit zwischen Herstellern und Anwendern durchgeführt werden müssen, können in den nächsten Jahren dazu führen, daß die Anwendungsmöglichkeiten des Plast-Flammspritzens auf dem Gebiet der Verschleißteilinstandsetzung noch wesentlich erweitert werden.

A 7900

Anwendung des Schweißens bei der Instandsetzung von Aluminiumgehäusen¹

Ing. G. KASTNER, KDT*

Im folgenden wird die Möglichkeit der Instandsetzung von Teilen aus Aluminium-Gußlegierung behandelt. Aus der Vielfalt der Schadensfälle heraus wurden allgemeine Merkmale der Technologie der Instandsetzung erarbeitet, die sich auch in einigen Beispielen ausdrücken.

Bei der Betrachtung des Problems wird besonders auf die volkswirtschaftliche Bedeutung einer spezialisierten Gehäuseinstandsetzung hingewiesen.

1. Schadensanfall und Schadensursachen

Infolge der spezialisierten Baugruppeninstandsetzung innerhalb der VVB Landtechnische Instandsetzung war es relativ leicht möglich, den Anfall der Schäden einiger Gehäusetyper mit Hilfe einfacher statistischer Methoden und aus den Erfahrungen der Instandsetzungsbetriebe zu finden. Der Schadensanfall der untersuchten Gehäuse (Bild 1; Getriebegehäuse des Geräteträgers RS 09 bzw. GT 124 und des Laders T 157) bewegt sich zwischen 4 und 85 Prozent. Bei anderen Gehäusen liegt der prozentuale Anfall erfahrungsgemäß nicht so hoch.

Als Schadensursache wurden festgestellt:

- a) zu schwache Gehäusedimensionierung,
- b) ungünstige Werkstoffübergänge,
- c) falsche Werkstoffwahl,
- d) Fehler im Werkstoff,
- e) Gehäuseüberbeanspruchung und
- f) Demontage- und Montageschäden bei der Instandsetzung.

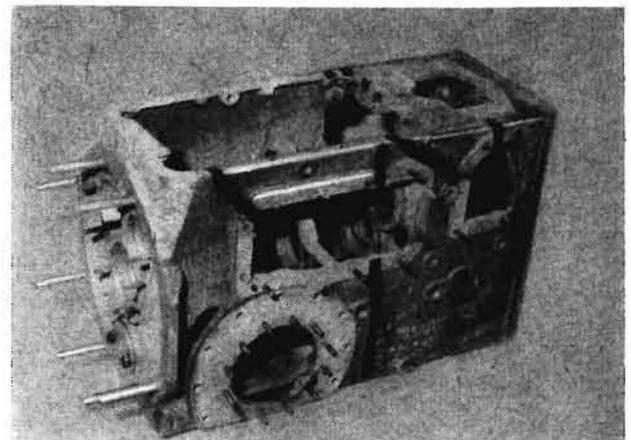
Die Schäden treten am häufigsten in Rißform auf. Wenn größere Spannungen im Gehäuse waren, zeigen sich die Risse mit Versatz.

2. Versuchsdurchführung

2.1. Grund- und Zusatzwerkstoff

Aluminiumlegierungen in Form von Kokillenguß (GK) und Sandguß (G), Magnesiumguß und seine Legierungen sowie Aluminiumbronze lassen sich ausgezeichnet WIG-schweißen. Der verwendete Wechselstrom muß allerdings hochfrequent überlagert werden, damit eine vollständige Zerstörung der durch Luftsauerstoff entstehenden Oxidhaut erreicht wird.

Bild 1. Getriebegehäuse des RS 09 bzw. GT 124 und des Laders T 157



* Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal

¹ Aus einem Vortrag auf der 4. Wissenschaftlich-technischen Tagung „Rationalisierung der Instandhaltung in der sozialistischen Landwirtschaft“ des SKL und des FV „Land- und Forsttechnik“ der KDT am 10. und 11. Dez. 1969 in Leipzig

Riß-Nr.	orig. $151 \pm 0,1$		Wärmebehandlung			Schweißzeit (min)	Stromstärke (A)	Schrumpfung (mm)
	orig. $137 \pm 0,2$		ohne	erh. auf 200°C	bes. auf 200°C			
I	1	137	x	-	-	12	200	0,4
	2	136,6						
I	1	137,2	-	-	x	12	200	0,5
	2	136,7						
I	1	137,4	-	x	-	14	200	0,8
	2	136,6						
II	1	137,4	x	-	-	14	200	0,6
	2	136,8						
II	1	137,2	-	x	-	16	200	0,7
	2	136,5						

¹ Maß (in mm) vor dem Schweißen ² Maß (in mm) nach dem Schweißen

Bild 2. Gemessener Verzug vor bzw. nach dem Schweißen

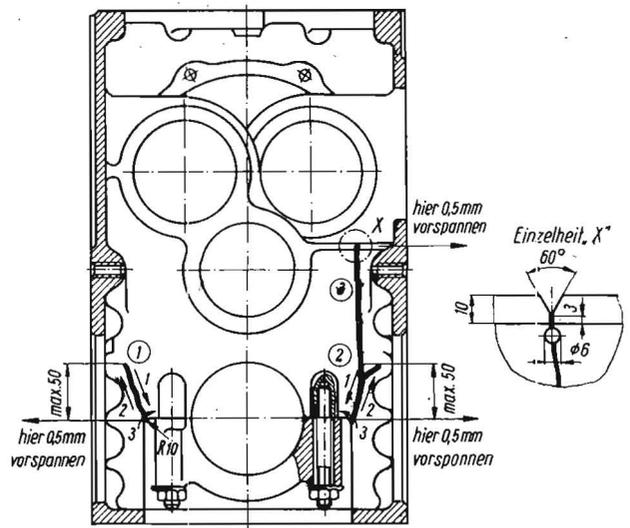


Bild 3. Messen der Vorspannung

Druckgusslegierungen (GD), auch Spritzguss genannt, lassen sich wegen der starken Gasentwicklung, die beim Schweißen auftritt, nicht WIG-schweißen. Autogenisch ist er bedingt schweißbar. Als Zusatzwerkstoff soll man einen Draht verwenden, der einen etwas höheren Si-Gehalt als der Grundwerkstoff hat. Die verwendbaren Güten SA1 Si 5 und Si 12 (TGL 14908, Bl. 7) haben einen niedrigen Schmelzbereich und sind rißunempfindlich. Für die üblichen Wanddicken zwischen 6 bis 12 mm eignen sich die Stabdnr. 3 und 4 mm.

2.2. Versuchsergebnisse

In der Praxis werden z. Z. beim Schweißen von Gehäusen nicht immer die besten Erfahrungen gemacht. Die Gehäuse haben sich trotz Vorwärmung verworfen und fielen, wenn sie unkontrolliert eingebaut wurden, nach einigen Betriebsstunden wieder aus oder wurden gleich verschrottet. Das Vertrauen zum Gehäuseschweißen ist also nicht gerade groß.

Da aber derartige Traktorenteile in der Regel teuer sind (200,- bis 2000,- M), ergab sich die Notwendigkeit der Versuchsdurchführung, inwieweit sich Möglichkeiten bieten, die Gehäuse verzugsarm oder verzugsfrei durch Schweißen und andere Verfahren instand zu setzen.

Bei den im Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal durchgeführten Versuchen wurden folgende Verfahren gewählt:

- WIG-Schweißen,
- Kleb- und Laminiertechnik und
- Plast-Flammspritzen.

Geräte und Betriebsmittel der einzelnen Verfahren werden als bekannt vorausgesetzt und deshalb hier nicht näher behandelt. Für die Versuchsdurchführung standen moderne Einrichtungen und erfahrene Facharbeiter zur Verfügung. Sehr viele Versuche konnten unter betriebspraktischen Bedingungen durchgeführt werden.

Als Versuchssortiment standen uns vom Geräteträger RS 09 bzw. GT 124 und Lader T 157 85 Gehäuse zur Verfügung:

- 24 Stück Getriebegehäuse
- 47 Stück Zapfwellengetriebegehäuse
- 14 Stück Endvorgelegegehäuse

Bei den ersten Versuchen wurde unter verschiedenen Bedingungen (Bild 2) geschweißt. Hier zeigte sich, daß sich sowohl vorgewärmte als auch nicht vorgewärmte Gehäuse verziehen. Diese Feststellung wurde auch bei auf 250°C vorgewärmten Gehäusen gemacht. Höhere Temperaturen wurden nicht gewählt, um die Güte der Legierung nicht zu mindern.

Erfolge der verzugsarmen bzw. verzugsfreien Schweißung brachte das Vorspannen der Schadensstelle auf Erfahrungswerte (Bild 3). Zum Vorspannen wurden z. B. bei Riß-Nr. 1 und 2 (Bild 3) am Getriebegehäuse zwei verkürzte Achstrichter (Bild 4), die sich im eingebauten Zustand an der gleichen Stelle befinden, verwendet. Die an den Vorrichtungen angebrachte Auflage für den Meßschieber gestattet ein einwandfreies Messen der Vorspannung. Allerdings muß bemerkt werden, daß bei dem genannten Gehäuse unter Vorspannung nur Rißlängen bis maximal 50 mm (Bild 3) schweißtechnisch beherrscht werden. Bei größeren Rißlängen hat sich folgende Möglichkeit bewährt:

- Riß auf max. 50 mm Länge abbohren und anschließend nach einer festgelegten Folge schweißen.
- Übrige Rißlänge nach einer entsprechenden Vorbehandlung der Werkstückoberflächen kleben und laminieren.

Beim Schweißen von gerissenen Dichtflächen tritt innerer ein geringer Versatz der Flächenebenen auf (0,1 bis 0,5 mm). Um aber die Originalmaße und damit die Austauschbarkeit der Gehäuse zu erhalten, dürfen z. B. Schaldeckdichtflächen nicht nachgearbeitet werden. Bei der Versuchsdurchführung ergab sich folgende Lösung:

- Rißende abbohren und anschließend nach einer festgelegten Folge schweißen;
- gesamte Dichtfläche vorbehandeln (aufrauen und entfetten) und anschließend Plast-Flammspritzen;
- Dichtfläche mit dem Messerkopf auf Originalmaß fräsen.

Durchgehende Stegrisse im Stützmaterial von Lagersitzen (Bild 3, Riß-Nr. 3) treten häufig mit einem Versatz in Erscheinung. Hier muß erst die Lagerstellenfluchtung durch Vorspannen der versetzten Stellen mit Schraubzwingen wieder hergestellt werden.

Nach dem Schweißen müssen die Lagerstellen erneut auf Fluchtung geprüft werden.

Wie bereits festgestellt wurde (Bild 2), haben sich die Teile auch trotz Vorwärmung verzogen. Wird ohne vorzuwärmen ein längerer Riß ununterbrochen geschweißt, treten durch Wärmespannungen neue Risse auf. Diese Erscheinung tritt aber nicht auf, wenn in das Bauteil nicht soviel Wärme eingebracht wird, d. h. nur stückweise mit zwischenzeitlicher langsamer Abkühlung geschweißt wird. Außerdem muß die erste Lage immer in Richtung Rißbeginn geschweißt werden (Bild 3), damit sich die Rißbildung nicht fortsetzen kann. Die nachfolgenden Lagen müssen in entgegengesetzter Richtung geschweißt werden, weil sonst die erste Lage die entstehenden großen Zugspannungen nicht ohne Rißbildung ertragen kann. Mit der Schweißnahtfolge im Bild 5 erreicht

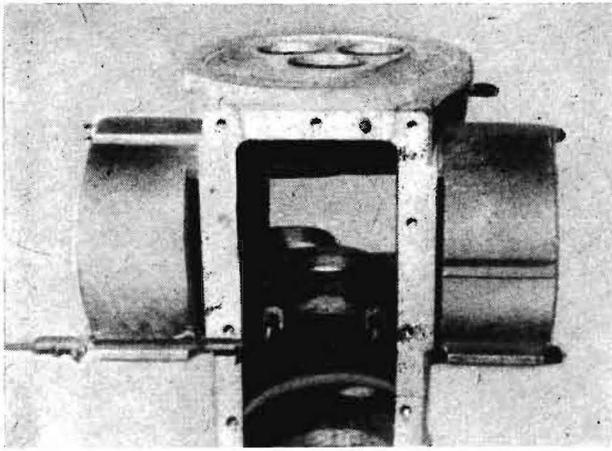


Bild 4. Zum Vorspannen werden 2 verkürzte Achstrichter verwendet

man, daß die Querschrumpfung und damit der Verzug nicht so groß wird. Der ungeschweißte Querschnitt im Bild 5 a nimmt einen großen Teil der entstehenden Querschrumpfung auf, während im Bild 5 b der geschweißte Querschnitt diese Aufgabe übernimmt. In diesem Fall entstehen durch die behinderte Schrumpfung allerdings Schweißbeigenspannungen, die erfahrungsgemäß vom Bauteil bei einer normalen Belastung ertragen werden. Ein weiteres Mittel zur Verminderung der Schrumpfung ist das Schweißen schmalen Nähte mit großer Geschwindigkeit.

Die bei der Versuchsdurchführung gewonnenen Erkenntnisse zeigen, daß nicht unbedingt unter Vorwärmung geschweißt werden muß. Bei Einhaltung der genannten Schweißbedingungen und -folgen sowie der empirisch gewonnenen Vorspannwerte kann nahezu verzugfrei geschweißt und außerdem erreicht werden, daß keine nennenswerten Schweißbeigenspannungen zurückbleiben.

2.3. Festigkeitsuntersuchungen

Die Untersuchungen nach Tafel 1 zeigen, daß die ungeschweißten Proben nicht die nach TGL 6556, Bl. 2 geforderte Mindestzugfestigkeit erreicht haben (dieser Mangel wird sicherlich zur Schadensbildung mit beitragen).

Der unter normalen Bedingungen durch Schweißen wärmebeeinflusste Grundwerkstoff wird nach Tafel 1 nur wenig festigkeitsgemindert. Wird dagegen nach dem Schweißen spannungsfreigelegt (in diesem Fall 2 h bei 300 °C), sinkt die Festigkeit erheblich ab. Diese Form der Wärmebehandlung ist deshalb abzulehnen.

Dauerfestigkeitsuntersuchungen wurden nicht durchgeführt. Werden aber die gewonnenen Erkenntnisse, z. B. Schaffung besserer Werkstoffübergänge und Verminderung der Querschrumpfung durch Schweißen unter Vorspannung (wenig Spannungen im Bauteil) in die Praxis eingeführt, so werden die derzeitigen erreichten Dauerfestigkeitswerte bestimmt überboten.

3. Technologie und Organisation

Mögliche Hauptarbeitsgänge in der Instandsetzung sind Arbeitsvorbereitung (Reinigung, Schweißnahtvorbereitung und Vorbereitung für Kunststoffverarbeitung), Schweißen, Kleben und Laminiieren, Plast-Flammspritzen und mechanische Bearbeitung.

Um eine gute Qualität der Instandsetzungsleistung zu sichern, werden folgende Anforderungen an Technologie und Organisation gestellt:

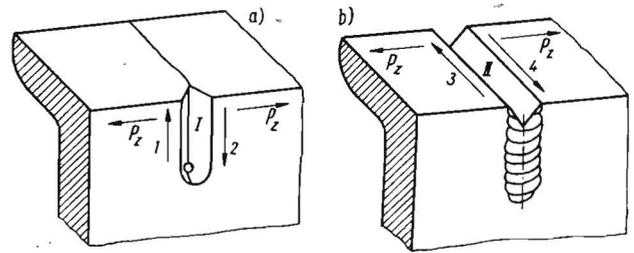


Bild 5. Günstige Schweißfolge: a) Aufnahme der Querschrumpfung durch den ungeschweißten Querschnitt; b) Aufnahme der Querschrumpfung durch den geschweißten Querschnitt

Tafel 1. Festigkeitsuntersuchungen an Zapfwellengetriebegehäusen (Werkstoffgüte G-Al Si 7 Cu 1) des Geräteträgers RS 09 bzw. GT 124

Proben-Nr.	Werkstoffbehandlung	Zugfestigkeit kp/mm ²			Bemerkung
—	nach TGL 6556 Bl. 2 (lösungsgeglüht und warm ausgelagert)	19	—	—	
1 bis 3	ungeschweißt (lösungsgeglüht und warm ausgelagert)	15,9	14,5	16,2	Wärmebehandlung nach Auskunft im Herstellerwerk (Gießerei)
4 bis 6	ohne Vorwärmung geschweißt	16,9	14,6	14,3	Brüche im Grundwerkstoff
7 bis 9	ohne Vorwärmung geschweißt und anschließend 2 h bei 300 °C spannungsfreigelegt	13,7	10,1	12,4	Brüche im Grundwerkstoff (in einem Fall Bruch in der Übergangszone)

- Der spezialisierte Instandsetzungsbetrieb muß ein zugelassener Schweiß- und Plastverarbeitungsbetrieb sein.
- Der Schweiß- und Plastanwendungsbereich soll eine vom Produktionsfluß des Betriebes unabhängige Abteilung sein, weil infolge der Vielfältigkeit der Probleme bei der Schadensbeseitigung die Facharbeiter nicht nach Vorgabezeiten arbeiten sollen
- Die Facharbeiter sollen in modern eingerichteten Räumen arbeiten und einer qualifizierten Kraft (Meister oder Ingenieur) unterstellt werden, die ausschließlich für diesen Bereich verantwortlich ist.

Für immer wiederkehrende Teile wird die Arbeitsgangfolge der Instandsetzung in einem Grobplan und in einem Feinplan festgehalten. Während der Grobplan Grundlage der Betriebsplanung und Preiskalkulation ist, bestimmt der Feinplan den technologischen Ablauf der gesamten Instandsetzung des jeweiligen Einzelteils. Sollen größere Teile, z. B. Getriebe- oder Motorengehäuse, ohne Vorwärmung geschweißt werden, ist es zweckmäßig, daß gleichzeitig 5 bis 10 Gehäuse zum Schweißen bereitgestellt werden, damit der Schweißer aufgrund der notwendigen zwischenzeitlichen Abkühlung ohne viel Leerlauf laufend an mehreren Gehäusen arbeiten kann.

Da z. B. Gehäuse in vielen Fällen im Traktor tragende Funktionen ausüben, unterliegen dann ihre Schweißnähte einer mittleren Beanspruchung. Es handelt sich nach TGL 11776 um Schweißnähte der Ausführungsklasse II B, die wiederum nach TGL 2847, Bl. 5, vom Schweißer die Prüfung WIG (AL) verlangt. Natürlich muß auch der Plastfacharbeiter nach der ZIS-Richtlinie M 329-67 einen entsprechenden Befähigungsnachweis (KGL I) haben. Um bei dem Einsatz der Schweißer beweglich zu sein, ist es zweckmäßig, ein bis zwei Facharbeiter schweißtechnisch zu qualifizieren. Der ausschließlich für die Gehäuseinstandsetzung verantwortliche Meister oder Ingenieur bzw. die Schweißer sollten zum engeren Stammpersonal des Betriebes gehören. Um ein instand gesetztes Gehäuse für alle Fälle später wiederzuerkennen, ist eine Kennzeichnung immer zweckmäßig.

Tafel 2. Volkswirtschaftlicher Nutzen der Instandsetzung der Getriebegehäuse RS 09 bzw. GT 124

Benennung	Durchschnittliche Anzahl der Schadensstellen	Preis in M		Nutzen/ Stück M	Gehäuseanfall 1970 Stück	Nutzen 1970 M
		neu	Instandsetzung			
Zapfwellengetriebegehäuse	4	217,-	78,-	139,-	1 250	173 750,-
Getriebegehäuse	4	462,-	115,-	347,-	1 950	676 650,-
Gesamt	-	-	-	-	-	850 400,-

4. Volkswirtschaftlicher Nutzen

In Tafel 2 wird beispielsweise der volkswirtschaftliche Nutzen ausgewiesen, der sich bei einer spezialisierten Instandsetzung aller in der Landwirtschaft anfallenden Getriebe- und Zapfwellengetriebegehäuse des Geräteträgers RS 09 bzw. GT 124 und Laders T 157 ergeben würde. Im Instandsetzungspreis sind Zirkulationskosten und Schrotterlös sowie 80 Prozent Nutzungsdauer gegenüber einem Neuteil berücksichtigt. Die zwei Beispiele in Tafel 2 sollen die volkswirtschaftliche Bedeutung einer spezialisierten Instandsetzung

der Motoren- und Getriebegehäuse zeigen. Die von der VVB Landtechnische Instandsetzung im LIW Jessen begonnene Spezialisierung der Gehäuseinstandsetzung muß noch beschleunigt werden, damit der errechnete volkswirtschaftliche Nutzen bald Wirklichkeit wird.

5. Schlußbetrachtung

Der spezialisierte Instandsetzungsbetrieb hat nicht nur die Aufgabe der Instandsetzung, sondern er soll gleichzeitig mithelfen, Schäden vorzubeugen. Diese zusätzliche Aufgabe kann er lösen, indem er versucht, die Gehäusegestalt an der Schadensstelle zu verbessern (z. B. bessere Werkstoffübergänge).

Außerdem sollte er anhand einer statistischen Schadenserfassung beim Hersteller Änderungen bewirken.

Wegen der Vielfältigkeit der auftretenden Schäden kann natürlich kein Rezept für die Instandsetzung aller Teile gegeben werden. Jedoch bietet das WIG-Schweißen viele Möglichkeiten der Wiederherstellung. Eine wertvolle Ergänzung ist heute die Anwendung der KGL-Technik und das Plast-Flammspritzen. Schweiß- und Plasttechnik bringen aber nur wirtschaftliche Vorteile, wenn sie in jeder Hinsicht qualifiziert angewendet werden.

A 7901

Stand und Perspektive der Berufsausbildung landtechnischer Facharbeiter

Oberlehrer Ing. P. HAMMER*

Als die Volkskammer am 11. Juni 1968 die „Grundsätze für die Weiterentwicklung der Berufsausbildung als Bestandteil des einheitlichen sozialistischen Bildungssystems“ beschloß, entsprach sie damit einer Forderung des VII. Parteitag der SED. Die Verwirklichung des entwickelten gesellschaftlichen Systems des Sozialismus unter den Bedingungen der wissenschaftlich-technischen Revolution erfordert auch eine Weiterentwicklung der Berufsausbildung. In seinem Bericht an die Volkskammer führte Dr. MITTAG, Sekretär des ZK der SED, aus: „Die Entwicklung des Bildungssystems ist für unsere Gesellschaft eine grundlegende Frage. Intensiv erweiterte Reproduktion, wissenschaftlich-technischer Höchststand und die konsequente Durchführung der Strukturpolitik verlangen von den Werktätigen ein vielseitiges Arbeitsvermögen, das zugleich selbst Ausdruck ihrer Persönlichkeitsentwicklung ist. Vor dem Bildungswesen steht dabei generell die Aufgabe, die Menschen unserer Gesellschaft dazu zu befähigen, sich auf rationelle Weise ein Höchstmaß an Wissen zu erwerben und anzuwenden. ... Bei allen Fragen der Berufsausbildung geht es unmittelbar um die Ausbildung und Erziehung des Nachwuchses der Arbeiterklasse als der führenden Klasse unserer Gesellschaft.“

Anforderungen an den Facharbeiter von morgen

Entsprechend der Stellung der sozialistischen Betriebe in unserer sozialistischen Gesellschaft tragen die Leiter der Betriebe und Wirtschaftsorgane eine große Verantwortung bei der Lösung dieser bedeutsamen politischen Aufgabe.

Die Dynamik der technisch-ökonomischen Entwicklung macht es notwendig, in der Berufsausbildung schon jetzt die Anforderungen der 80er Jahre an den sozialistischen Facharbeiter als Maßstab für die gesamte Ausbildung zu setzen. Die Berufsausbildung muß von den Aufgaben der Produk-

tion von morgen ausgehen, von den neuen Technologien, Maschinensystemen und Arbeitsverfahren. Dazu ist es jedoch erforderlich, einen wissenschaftlichen Vorlauf in der Berufsausbildung zu schaffen.

Die Grundsätze orientieren deshalb auf folgende Hauptaufgaben:

- Einführung neuer beruflicher Grundlagenfächer,
- Entwicklung und Einführung von Grundberufen,
- Weiterentwicklung des Bildungs- und Erziehungsinhaltes aller Ausbildungsberufe,
- Anwendung erfolgreich erprobter moderner Lehr- und Ausbildungsmethoden in Verbindung mit entsprechenden Unterrichtsmitteln und Lehrmaterialien.

Struktur und Inhalt der Berufe sind gegenwärtig und auch zukünftig, wie internationale Untersuchungen ergeben haben, einer schnellen Entwicklung unterworfen. Dabei handelt es sich sowohl um Integrations- als auch um Differenzierungsprozesse. In immer stärkerem Maße ergibt sich die Forderung nach einer Verbreiterung des Berufsprofils, also Ausbildung eines disponiblen Facharbeiters. Im Ergebnis der wissenschaftlich-technischen Entwicklung ist in zunehmendem Maße eine Vereinheitlichung technischer und technologischer Verfahren und Elemente feststellbar. Zudem verlangt das Vordringen verschiedenartiger mechanischer und elektronischer Bauelemente in alle Wirtschafts- und Lebensbereiche grundlegende Kenntnisse auf diesen Gebieten bei vielen Berufen. Diese Entwicklung führt dazu, innerhalb der Berufsausbildung die Grundlagenbildung breit anzulegen. Mit der Aufnahme der neuen Grundlagenfächer

- Grundlagen der Elektronik
- Grundlagen der BMSR-Technik
- Grundlagen der Datenverarbeitung

wird dieser Forderung entsprochen.

* Stellvertr. Direktor der Betriebsberufsschule des LIW Münchenberg