

suchungen an Klemmplatten, die durch Warmformpressen mit nachfolgender Wasserabschreckung instand gesetzt wurden, zeigen gleichwertige Festigkeitseigenschaften wie neue Klemmplatten [7]. Die zusätzlich durchgeführten werkstofftechnischen Untersuchungen, wie chemische Analysen, Härteprüfungen, makro- und mikroskopische Untersuchungen, weisen ebenfalls die hohe Instandsetzungsqualität nach.

Im Ergebnis dieser Untersuchungen wurden so instand gesetzte Klemmplatten für den Einbau in Betriebsgleisen der Deutschen Reichsbahn zugelassen.

Die mittlere Wöhlerlinie (50 % Überlebenswahrscheinlichkeit) der durch thermoplastisches Weiten regenerierten Kolbenbolzen (Bild 4) ist gegenüber der Wöhlerlinie der neuen Kolbenbolzen zu höheren Bruchschwingspielzahlen verschoben. Die Streuung der Bruchschwingspielzahlen der regenerierten Kolbenbolzen ist erkennbar größer, wobei deren Wöhlerlinie für 90 % Überlebenswahrscheinlichkeit noch über der gleichen Wöhlerlinie der neuen Kolbenbolzen liegt.

Die Ursache dieser Tendenz könnte in einer positiven Beeinflussung der inneren Oberflächenschicht des Kolbenbolzens oder in der

Erzeugung günstig wirkender Druckeigen- spannungen bei der Regenerierung zu finden sein [8].

Zusammenfassung

Die Qualitätserhöhung instand gesetzter Einzelteile erfordert eine gezielte Verfahrensauswahl.

Die mit jedem Fertigungsverfahren verbundene Beeinflussung von Geometrie und Werkstoff eines Einzelteils muß dabei im Zusammenhang mit seiner „Fertigungsgeschichte“ betrachtet werden. Positive Wirkungen auf die Nutzungsdauer instand gesetzter Einzelteile durch das angewandte Fertigungsverfahren im Instandsetzungsprozeß sind eine weitere Forderung. Im Beitrag werden für die umformtechnische Aufarbeitung von Einzelteilen qualitätsbewertende Untersuchungen vorgestellt und damit die Eignung der Umformverfahren für eine Qualitätserhöhung instand gesetzter Einzelteile nachgewiesen.

Literatur

[1] Hübner, G.: Untersuchungen zum Einsatz von Fertigungsverfahren in der Instandsetzung von Einzelteilen – insbesondere von Zahn- und Ket-

tenrädern. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation B 1984.

[2] Neumann, P.: Der dynamische Tragfähigkeitsverlust instand gesetzter Einzelteile. agrartechnik, Berlin 37(1987)5, S. 219–221.

[3] Petersohn, H.-J.: Einbeziehung von Haltbarkeitsuntersuchungen in die Festlegung von Regenerierungsvarianten für Einzelteile. agrartechnik, Berlin 35(1985)4, S. 174–177.

[4] Leidecker, F.: Untersuchungen zur Anwendung des gratlosen Gesenkschmiedens in der Instandsetzung von Zahn- und Kettenrädern. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation A 1983.

[5] Penne, U.: Untersuchungen zur Anwendbarkeit der Verfahren Weiten mit Dorn, Warmformpressen und Querwalzen mit Rundwerkzeugen bei der Instandsetzung zylinder- und kugelförmiger Formelemente. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation A 1989.

[6] Hoffmann, D.: Analyse der Maß-, Form- und Lageabweichungen umgeformter Einzelteile in der Instandsetzung. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1987.

[7] Klemmplatzenaufarbeitung – 1986. Zentrales Forschungsinstitut des Verkehrswesens, Institut für Eisenbahnwesen Halle, Abschlußbericht A4 1986.

[8] Prüfprotokoll – Schwingfestigkeitsuntersuchungen an Kolbenbolzen 45 × 26 × 96. Zentralinstitut für ökonomischen Metalleinsatz Dresden 1988. A 5721

Möglichkeiten der energiereduzierten schmelzschweißtechnischen Aufarbeitung in der Einzelteilinstandsetzung

Dr.-Ing. F. Ellermann, KDT

1. Problemstellung

Die Bedeutung der Einzelteilinstandsetzung für die Bereitstellung von Ersatzteilen ist besonders im Bereich der landtechnischen Instandsetzung sehr groß. Der Anteil instand gesetzter Einzelteile (IET) gegenüber neuen Einzelteilen (NET) nimmt gegenwärtig noch zu. Der besondere Effekt der Einzelteilinstandsetzung besteht im wesentlich geringeren Energieaufwand der Aufarbeitung, der im Durchschnitt 10 bis 50 % der Neuteilherstellung ausmacht [1]. Die Verwendung von aufgearbeiteten Einzelteilen bewirkt weiterhin einen bis zu 25 % geringeren Materialaufwand der Instandsetzung, der aber nur dann ökonomisch nutzbar ist, wenn die Lebensdauer der instand gesetzten Einzelteile nicht wesentlich hinter der von neuen Einzelteilen zurückbleibt. Fällt sie dagegen unter 75 % ab, treten Materialverluste ein [1]. Eine Effektivitätssteigerung in der Einzelteilinstandsetzung ist somit sowohl an Maßnahmen zur werkstoffgerechten wie auch zur energieökonomischen Gestaltung von Aufarbeitungstechnologien geknüpft.

2. Energiereduzierte Auftragschweißung

2.1. Erkenntnisstand

Bei der Aufstellung von Schweißtechnologien werden neben der Angabe konkreter Schweißparameter zusätzliche Vorwärm- bzw. Wärmenachbehandlungsmaßnahmen vorgegeben.

Die Notwendigkeit des zusätzlichen Energieeintrags besteht im Verringern der Abkühlungsgeschwindigkeit bzw. im Beseitigen kritischer Gefüge- und Spannungszustände nach der Schweißausführung. Die Höhe der

empfohlenen Vorwärmtemperatur sollte durch die Intensität des Wärmeeintrags (Streckenenergie), die geometrisch beeinflussten Wärmeableitungsbedingungen sowie die aus gebräuchlichen Schweiß-Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Schaubildern zu entnehmenden kritischen Abkühlungsgeschwindigkeiten des Werkstoffs bestimmt werden.

Im Ergebnis der schweißtechnischen Bearbeitung werden Gefügestandards besonders in der Wärmeeinflusszone gefordert, die über ein bestimmtes Verformungsvermögen und eine daraus resultierende geringe Spröbruchanfälligkeit verfügen. Zur Beschreibung dieses Zustands bedient man sich häufig der Härtemessung und orientiert sich an einem maximalen Grenzhärtewert von 350 HV.

Die kompromißlose und sehr oft unbegründete hohe Festlegung der Vorwärmtemperaturen kann sehr große und vielfach irreversible Nachteile für das Bauteilverhalten mit sich bringen. Dabei wird der angestrebte Effekt positiver Gefügebeförderung durch unverhältnismäßig starke Grobkornbildung infolge Überhitzung und sehr langsamer Abkühlung in das Gegenteil verkehrt. Untersuchungen zur differenzierten Wirkung von Vorwärmmaßnahmen haben ergeben, daß neben ihrer nachteiligen Wirkung auf überhitzungsempfindliche Gefügestrukturen (Vergütungsgefüge), die mit umfassenden Festigkeitsverlusten über den gesamten Querschnitt verbunden sind [2], auch Bedingungen für ein ausgeprägtes Austenitkornwachstum geschaffen werden [3]. Die daraus resultierende indirekte Stimulierung einer Martensitbildung wirkt dem Grundanliegen der

Vorwärmung entgegen. Die der Vorwärmung zugeschriebenen günstigen Einflüsse auf die Wasserstoffentgasung des Schweißgutes und eine daraus resultierende Vermeidung der Wasserstoffversprödung sind durch eine spezielle Zusatzwerkstoffbehandlung und den Einsatz von Schutzgasen ebenso wirksam zu erreichen.

Die durch Vorwärmmaßnahmen ausgeprägteren Schweißbadabmessungen und damit größeren Bereiche partiell plastisch deformierter Zonen beeinflussen die Eigenspannungszustände nachteilig [4].

Positive Erfahrungen im Umgang mit energiereduzierten Schweißtechnologien können der Literatur in größerer Anzahl entnommen werden. Einheitlich bestand das Interesse bei der Einführung derartiger technologischer Variationen darin, die primären Vorteile geeigneter Werkstoffzustände mit ökonomischen Effekten zu verknüpfen. So werden in [5] technologische Maßnahmen zur sinnvollen Ausnutzung der Prozeßwärme vorgeschlagen, um auf diese Weise zusätzliche Energieaufwendungen durch Vorwärmen zu vermeiden bzw. zu reduzieren. Dazu zählen solche Techniken wie Mehrdraht- oder Tandemschweißen, die bewußte Einstellung der Lagenanfangstemperatur beim Mehrlagenschweißen und eine Variation der Streckenergie in Abhängigkeit von geometrischen Bedingungen. In diesem Zusammenhang muß auch die Möglichkeit einer partiellen Vorwärmung erwähnt werden, um die Abkühlungsverhältnisse unmittelbar am Schweißbeginn unkritisch zu gestalten, für den weiteren Prozeßverlauf aber die Eigenwärme auszunutzen. Andere Untersuchungsergebnisse [4, 6] stellen Lösungen zur

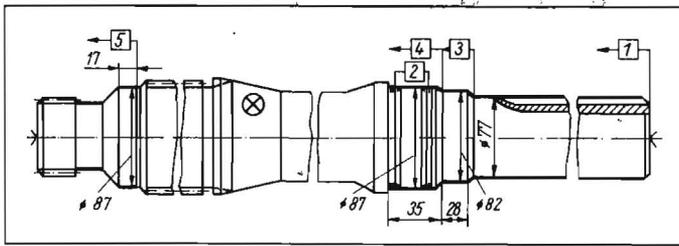


Bild 3. Halbachse des Traktors MTS-50

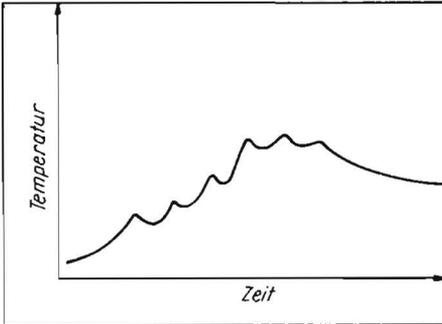


Bild 1. Schematischer Temperaturverlauf in der Wärmeeinflußzone eines rotationssymmetrischen Einzelteils beim spiralförmigen Auftragschweißen

energiereduzierten Wärmeführung im Schweißprozeß vor, die ein Kurzzeitanwärmern unmittelbar im Anschluß an den Schweißprozeß vorsehen. Durch mehrmalig wiederholte Erwärmungen im Zeitabstand von 15 bis 20 s mit Hilfe nachfahrender Gasbrenner wird der Temperaturverlauf derart beeinflusst, daß im Ergebnis der Behandlung überwiegend Zwischenstufengefüge entsteht.

2.2. Besonderheiten der zylindrischen Bauteilform

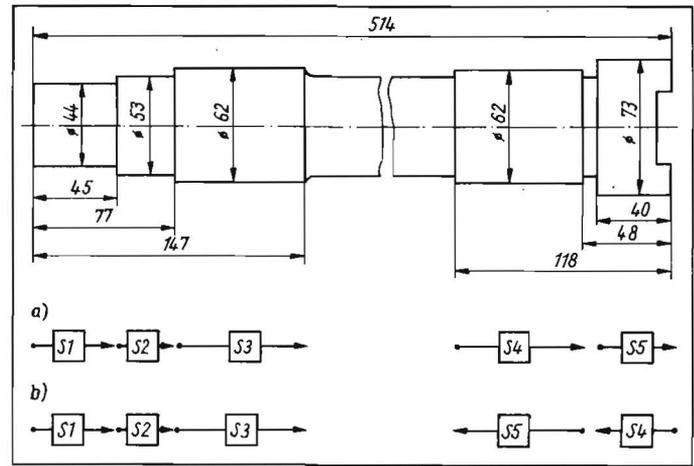
Die rotationssymmetrischen Bauteile weisen im Fall des spiralförmigen Auftragschweißens einige thermische Besonderheiten auf [7]. So stellen sich Temperaturverhältnisse ein, die dem Mehrlagenschweißen vergleichbar sind.

Der im Bild 1 schematisch dargestellte Temperaturverlauf einer Meßstelle im Bereich der Wärmeeinflußzone läßt erkennen, daß sowohl Effekte der Eigenerwärmung als auch der mehrfachen Nachwärmung mit dem Ergebnis verzögerter Abkühlungsgeschwindigkeiten anzutreffen sind. Zusätzlich resultieren aus den geometrischen Verhältnissen solche Wärmeableitungsbedingungen, die Überhitzungseffekte begünstigen. Besonders kritisch wirken sich Querschnittsreduzierungen und Körperkanten, aber auch großflächig aufgeschweißte Oberflächenbereiche aus.

Durch eigene Untersuchungen [8] an zylindrischen Laborproben konnte für den Werkstoff 40Cr4 der Nachweis erbracht werden, daß bei Erfüllung konkreter Voraussetzungen eine vorwärmlose Auftragschweißung realisierbar ist. Dazu sind folgende Forderungen zu erfüllen:

- Nutzung einer halbautomatischen MAG-Schweißanlage
- Durchmesserverhältnisse im Bereich von 25 bis 70 mm
- Streckenenergiebeträge, in Abhängigkeit vom konkreten Durchmesser und vom Grad der sich einstellenden Eigenerwärmung, im Bereich von 2,2 bis 3,3 kJ/cm

Bild 2
Herkömmliche (a) und veränderte (b) Schweißfolge am Pendelbolzen des Traktors ZT 303



- Realisierung einer geeigneten Schweißfolge, d. h. Schweißbeginn unmittelbar am Bauteilrand und nach Möglichkeit in Richtung größerer Durchmesser.

3. Anwendungsbeispiele

Zur praktischen Überprüfung der aus Laborproben gewonnenen Erkenntnisse zum vorwärmlosen Auftragschweißen rotationssymmetrischer Einzelteile wurden zwei unterschiedliche Bauteile untersucht. Die Ergebnisse sollen nachfolgend kurz tendenziell beschrieben werden.

Der Pendelbolzen des Traktors ZT303 aus dem Werkstoff 40Cr4 muß nach bestehenden technologischen Festlegungen mit einer Vorwärmtemperatur von 250°C geschweißt werden (Bild 2,a). Die betrieblichen Erfahrungen im Umgang mit der Technologie führten beim Anwender zu notwendigen Abweichungen von den Vorgaben. Dies resultierte im wesentlichen aus Überhitzungserscheinungen gegen Ende des Schweißprozesses, die eine Beherrschung der Nahtgeometrie erschwerten. Deshalb wurde ein Versuchsprogramm ausgearbeitet, das neben variierten Vorwärmtemperaturen auch die Untersuchung veränderter Schweißfolgen vorsah (Bild 2,b).

Anhand umfangreicher Härtemessungen und ergänzender metallographischer Untersuchungen kann die Unzweckmäßigkeit der vorgeschriebenen Technologie eingeschätzt werden, da Grobkornstrukturen schon im Durchmesserbereich 44 mm (S1) auftraten, im Bereich des Durchmessers 73 mm (S5) dominierten und mit großen Härteverlusten einhergingen. Dagegen wurden beim Schweißen ohne Vorwärmung keine ausgeprägten Überhitzungserscheinungen festgestellt, und die Härtewerte lagen selbst im Bereich des unmittelbaren Schweißbeginns direkt am Bauteilrand bei 340 HV30. Die Gefügeuntersuchungen belegten die unkritischen Zustände und ließen mehr oder weniger große Anteile von Zwischenstufengefüge und überwiegend Bainitstrukturen erkennen.

Im krassen Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse der vorwärmlosen Auftragschweißung an der Halbachse des Traktors MTS-50 (Bild 3). Resultierend aus der chemischen Zusammensetzung des Werkstoffs (C 0,38 %, Si 1,39 %, Mn 1,06 %, Cr 1,30 %, Ni 0,26 %, P 0,016 %, S 0,024 %) und den besonders schroffen Wärmeableitungsbedingungen stellen sich kritische Gefügestände ein, die am Schweißbeginn zu maximalen Härtespitzen von 600 HV30 führten. Als Folge der spannungsreichen Zustände traten ausge-

hend von Fehlstellen, aber auch im ungestörten, jedoch martensitischen Gefüge der Wärmeeinflußzone zahlreiche Härterisse auf. Nach einer partiellen Vorwärmung des Werkstoffs am Schweißbeginn auf rd. 250°C konnte eine wesentliche Verringerung der Abkühlungsgeschwindigkeit erreicht werden. Das führte zu maximalen Härtewerten von 370 HV30 infolge eines überwiegenden Anteils von Zwischenstufengefüge. Härterisse blieben völlig aus.

4. Schlußfolgerungen

Die Anwendung energiereduzierter Auftragschweißtechnologien wird durch die Besonderheiten des spiralförmigen Auftragschweißens rotationssymmetrischer Bauteile sehr begünstigt. Der charakteristische Zeit-Temperatur-Verlauf läßt solche Effekte erkennen, die einer Vorwärmbehandlung ebenso entsprechen wie der kurzzeitigen Nachwärmung mit mehreren Gasbrennern bei geeigneten Durchmesserhältnissen.

Hinzu kommt die prinzipielle Neigung zur Überhitzung, der mit einer energiereduzierten Schweißausführung wirkungsvoll begegnet werden kann.

Wie die beiden Anwendungsbeispiele in ihrer Tendenz veranschaulichen, erfordert der konsequente Verzicht auf eine Vorwärmung die Erfüllung wesentlicher technologischer und geometrischer Voraussetzungen, die im Fall des Pendelbolzens des Traktors ZT 303 aus 40Cr4 in ihrer Gesamtheit erfüllt werden. Am Beispiel der Halbachse des Traktors MTS-50 dagegen wurde deutlich, daß sowohl abweichende werkstofftechnische als auch geometrische Voraussetzungen die vorwärmlose Auftragschweißung verbieten und mindestens partielle Vorwärmmaßnahmen notwendig machen. Grundsätzlich muß festgestellt werden, daß jegliche Veränderungen des Energiehaushalts bereits vorhandener Schweißtechnologien und die energiereduzierte Gestaltung neuer Technologien einer experimentellen Bestätigung bedürfen.

Literatur

- [1] Opitz, B.: Untersuchungen des volkswirtschaftlichen Effekts der Verwendung von instandgesetzten Einzelteilen am Beispiel kampagneweise eingesetzter landtechnischer Arbeitsmittel. Technische Universität Dresden, Dissertation 1981.
- [2] Kamenarov, G.: Über die Beeinflussung der Eigenschaften des Grundwerkstoffs bei der Instandsetzungsschweißung vergüteter Einzelteile. agrartechnik, Berlin 31(1981)3, S. 120-121.

Fortsetzung auf Seite 527

Schriftenreihe der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Seit dem Jahr 1982 gibt der Rektor der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg die hochschuleigene Schriftenreihe „Wissenschaftliche Beiträge der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg“ heraus. Sie erscheint in unregelmäßiger Folge (zumeist vier Hefte im Jahr mit je rd. 96 Seiten). Die inhaltliche Gestaltung der Einzelhefte erfolgt z. T. thematisch zu einem gegebenen Problembereich oder zu mehreren Einzelproblemen. Die inhaltlich breite Anlage reicht von solchen Themen, wie Land- und Forsttechnik, Instandhaltungstechnik, Anwendung der Schlüsseltechnologien in der Landtechnik, Gesellschaftswissenschaften und ihre Wirksamkeit in der Landwirtschaft, Würdigung von Persönlichkeiten der Landtechnik und Arbeitsergebnisse des wissenschaftlichen Nachwuchses, bis zu Fragen der Ausbildung und Forschung an der Ingenieurhochschule. Dabei werden Praxis- und Forschungscooperationspartner des In- und Auslands mit einbezogen. In Tafel 1 wird eine Übersicht über

bisher erschienene Hefte gegeben.

Neben den schwerpunktmäßigen und aktuellen Fachproblemen werden die Traditionspflege und die Beiträge von Nachwuchswissenschaftlern berücksichtigt. So werden in den Heften ebenso Vorträge wiedergegeben, die auf Kolloquien zu Ehren Heinrich Heydes, W. P. Gorjatschkins und Emil Perels' gehalten wurden, wie Beiträge zu physikalisch-technische Methoden, die E.-J. Gießmann gewidmet sind.

Junge Nachwuchswissenschaftler, Assistenten, Aspiranten, Studenten und Forschungsstudenten erhalten hier Gelegenheit, Teilergebnisse ihrer wissenschaftlichen Arbeiten und Dissertationen vorzustellen.

Weiterhin widerspiegelt die Schriftenreihe einerseits das wissenschaftliche Leben an der Ingenieurhochschule und zeigt andererseits auch eine beachtliche Entwicklung des erwachsenen Anspruchs an das wissenschaftliche Niveau in Lehre und Forschung. In den letzten Jahrgängen sind informative

Rubriken zu finden, die über das Promotions- und Berufungsgeschehen, über interessante Exponate zu Studententagen u. a. Auskunft geben.

In der Fachzeitschrift „Agrartechnik“ werden die etwa vierteljährlich erscheinenden Hefte angekündigt. Damit können sich Absolventen, interessierte Wissenschaftler und Praktiker vor dem Erwerb von Einzelheften durch die veröffentlichten Kurzinformationen über deren Inhalt informieren.

Der Bezug der „Wissenschaftlichen Beiträge der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg“ ist für Einzelhefte und im Abonnement zum Heftpreis von 8,- M möglich. Im begrenzten Umfang bestehen z. Z. noch Bezugsmöglichkeiten für alle Hefte.

Interessenten wenden sich bitte an:
Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg
Hochschulbibliothek, Postfach 56
Berlin, 1120.

A 5746 Prof. Dr. sc. techn. K. Queitsch, KDT

Tafel 1. Übersicht über bisher erschienene Hefte der „Wissenschaftlichen Beiträge der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg“

Jahr	Heft	Thema	Jahr	Heft	Thema
1982	1	Symposium anlässlich des 100. Jahrestages der Gründung der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin am 3. November 1981 zum Thema „Tendenzen und Erfordernisse der Entwicklung der Landtechnik und der landtechnischen Ausbildung in Geschichte und Gegenwart – Schlußfolgerungen für ihre Gestaltung in der entwickelten sozialistischen Gesellschaft“ I. Teil	1986	1	Erstes W. P. Gorjatschkin-Kolloquium am 19. November 1985 anlässlich des 50. Todestages des Begründers der Agromechanik und hervorragenden sowjetischen Landtechnikern
1982	2	Symposium anlässlich des 100. Jahrestages der Gründung der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin am 3. November 1981 zum Thema „Tendenzen und Erfordernisse der Entwicklung der Landtechnik und der landtechnischen Ausbildung in Geschichte und Gegenwart – Schlußfolgerungen für ihre Gestaltung in der entwickelten sozialistischen Gesellschaft“ II. Teil	1986	2	Arbeitsergebnisse des wissenschaftlichen Nachwuchses (Elektroenergieeinsatz, Raumklima, Agrophysik, Standausrüstungen Tierproduktion)
1983	1	„Mechanisierung der Kartoffelernte und -aufbereitung“ Konstrukteur- und Technologentagung am 16. Februar 1983 aus Anlaß des 80. Geburtstages von Prof. H. Heyde	1986	3	2. Konstrukteur-, Projektanten- und Technologentagung zur Mechanisierung der Kartoffelproduktion vom 26.-27. Februar 1986 in Frankfurt (Oder)
1983	2	Marx – Sozialismus – Landwirtschaft	1987	1	Instandhaltung und Zuverlässigkeit in der Landtechnik, Aufgaben und Ergebnisse dieser Wissenschaftsdisziplin in Lehre und Forschung
1984	1	Zur Anwendung der Marxschen Theorie bei der Lösung von Entwicklungsproblemen in der sozialistischen Landwirtschaft der DDR	1987	2	Rechnergestützte Technologenarbeit
1984	2	Beiträge zur Ausbildung und Forschung in ingenieurtechnischen Disziplinen	1987	3	Anwendung der Informatik in Lehre und Forschung
1984	3	Physikalisch-technische Methoden und ihre Anwendung in Landwirtschaft und Technik (Beide Hefte sind Prof. E.-J. Gießmann anlässlich seines 65. Geburtstages am 12. Februar 1984 gewidmet)	1987	4	Technik und Gesellschaft/Forst- und Landtechnik/Wissenschaftlicher Gerätebau
1984	4	Genossenschaftliche Produktionskollektive und Mechanisierung in der Landwirtschaft	1988	5	Feierliche Investitur des neugewählten Rektors
1985	1	Arbeitsergebnisse des wissenschaftlichen Nachwuchses (Gesellschaftswissenschaften, Instandsetzungstechnologie)	1988	1	Emil Perels, Begründer landtechnischer Ausbildung – 2. Heinrich-Heyde-Kolloquium anlässlich des 150. Geburtstages von E. Perels am 11. September 1987 in Berlin 1. Teil Biographie
1985	2..6	3. Mechanisierungstagung mit internationaler Beteiligung	1988	2	Emil Perels, Begründer landtechnischer Ausbildung – 2. Heinrich-Heyde-Kolloquium anlässlich des 150. Geburtstages von E. Perels am 11. September 1987 in Berlin 2. Teil Kolloquium
1985	2.1.	Plenarvorträge	1988	3	Soziale Probleme der Mechanisierung und Automatisierung in der sozialistischen Landwirtschaft
1985	2.2.	Zur Aus- und Weiterbildung von Diplomingenieuren	1988	4	Arbeitsergebnisse des wissenschaftlichen Nachwuchses (Kartoffelaufbereitungs- und Futterverteilterchnik)
1985	3	Neue Anforderungen an die Mechanisierung	1988	5	Schlüsseltechnologien in der Landtechnik
1985	4	Sektion 2 „Verfahrensentwicklung, rationelle Energieanwendung und Materialökonomie in der Tierproduktion“	1989	1	Werkstofftechnik – Erfahrungen und Ergebnisse aus Forschung und Lehre
1985	5	Sektion 3 „Erhöhung der Effektivität technologischer und organisatorischer Prozesse der Instandhaltung“	1989	2	Antriebstechnische und steuerungstechnische Lösungen für mobile Stallarbeitsmaschinen
1985	6	Sektion 1 „Effektive Prozeßgestaltung in der Pflanzenproduktion durch Mechanisierung und Automatisierung“	1989	3	Verfahrensentwicklung und -anwendung in der Einzelteilinstandsetzung
		Sektion 4 „Effektive Durchsetzung der Mechanisierung – Entwicklungsprozeß der Produktionskollektive der Genossenschaftsbauern“	1989	4	Forschungsarbeiten zu bodenschonenden Fahrwerken und zur Kartoffelbeimengungsstrennung

Fortsetzung von Seite 526

- [3] Matjakubov, B.: Optimierung der technologischen Parameter für das Verbindungs- und Auftragsschweißen in Abhängigkeit von der Aufhärtungsempfindlichkeit der Stähle. Schweißtechnik, Berlin 37(1987)5, S. 201–204.
- [4] Gobel, K.: Energiereduzierte Wärmeleitung beim Schweißen dickwandiger Bauteile durch

Kurzzeitnachwärmung. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation 1989.

- [5] Herold, H.; Beckert, M.: Die Wärmeleitung des Schmelzschweißprozesses. Zentralinstitut für Schweißtechnik Halle, Technisch-wissenschaftliche Abhandlung 136 1983.
- [6] Eichhorn, F., u. a.: Nachwärmern zur gezielten Beeinflussung des zeitlichen Temperaturverlaufs in der WEZ. Schweißen und Schneiden, Düsseldorf 33(1981)6, S. 257–261.

[7] Kamenarov, G.; Ellermann, F.: Temperaturverlauf durch den MAG-Schweißprozeß beim Auftragsschweißen in der Landtechnik. Schweißtechnik, Berlin 36(1986)12, S. 538–540.

- [8] Ellermann, F.: Beitrag zur Auswirkung der thermischen Prozesse auf die Werkstoffeigenschaften des Stahles 40Cr4 beim Auftragsschweißen rotationssymmetrischer Arbeitsmittel. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation 1987.