

# Werkstofftechnische Anforderungen an die Mikrobereiche instand gesetzter Einzelteile und Auswirkungen von Auftragfehlern

Dipl.-Ing.-Päd. J. Christianus, KDT, Ingenieurschule für Landtechnik „M. I. Kallnin“ Friesack  
Dozent Dr.-Ing. J. Stibbe, KDT, VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal

## 1. Einleitung

Die normale Schädigung der Einzelteile der Landtechnik beginnt nach Eichler [1] im Mikrobereich ihrer Funktionsstellen. Daraus folgt, daß die Fertigung während der Neuproduktion bzw. während der Instandsetzung dann konstruktionsgerecht ist, wenn die Kristallite bzw. die Mikroschichten besten Schutz gegen vorzeitige Abnutzung bieten und dazu bewußt gestaltet und bewertet werden.

Das gegenwärtige Niveau der Mikrogefügegestaltung der Einzelteile im Funktionsstellenbereich bzw. im Bereich des gefährdeten Querschnitts veranlaßt, in Einheit mit allen Maßnahmen der Reproduktion der Grundfonds, werkstofftechnisch-konstruktive sowie technologisch-ökonomische Entscheidungen im Interesse höherer Funktionsqualität zu präzisieren.

## 2. Werkstofftechnische Aussagen zur Mikrogestaltung der Funktionsstellen

### 2.1. Allgemeines

Wer die Mikrostrukturänderung zielorientiert im technologischen Prozeß der Fertigung, z. B. die Vorgänge vom Zustand geschädigt bis zum Zustand instand gesetzt, steuern und gestalten will, muß sich die Wandlungen der Gefüge vorstellen können. Dazu gehört das Wissen über

- Werkstoff- bzw. Halbzeugart und deren Beschaffenheit ( $Z_1$ ),
- Gefüge des neuen Einzelteiles ( $Z_2$ ),
- Schadensbild des abgenutzten Einzelteiles ( $Z_3$ ) sowie das des Gegenkörpers im tribologischen System,
- Mikrogefüge bzw. Mikroschichten der Funktionsstellen der instand gesetzten Einzelteile ( $Z_4$ ) und die
- von Zustand zu Zustand erforderlichen bzw. sich ereignenden Zustandsänderungen.

Im Bild 1 ist der o. g. Sachverhalt schematisch zusammengestellt. Hohes Abstraktionsvermögen setzen die Entscheidungen voraus, wenn z. B. mit  $Z\ddot{A}_{56}$  die Instandsetzung wiederholt wird.

Die objektiv reale Betrachtungseinheit umfaßt bei lichtmikroskopischer Vergrößerung von 500:1 eine Kreisfläche von 0,1 mm<sup>2</sup>. Das ist die Basis der naturwissenschaftlichen Aussagensysteme. Die bewußte Mikrogefügegestaltung der Funktionsstellen während des technologischen Prozesses der Fertigung gewinnt als Leitungsaufgabe zunehmend an Bedeutung.

### 2.2. Grundsätze der Werkstofftechnik

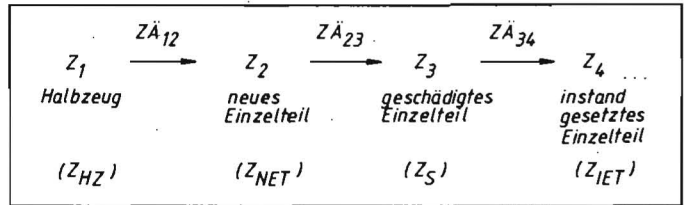
Während des Erwerbs von Wissen und Können und der Entwicklung des Bedürfnisses, die Mikrobereiche der Einzelteile gestalten und bewerten zu wollen, ist von folgenden Grundsätzen auszugehen.

#### 1. Grundsatz

Werkstofftechnische Aussagen sind durch die Verknüpfung geeigneter natur-, technik- und

Bild 1

Symbole der Zustandsformen der Einzelteile und deren Änderungen; Mikrobereichswandlungen  $Z\ddot{A}_{12}$  und  $Z\ddot{A}_{34}$  durch Fertigungseinflüsse  $Z\ddot{A}_{23}$  bzw.  $Z\ddot{A}_{45}$  durch Abnutzungsprozesse



gesellschaftswissenschaftlicher Aussagen zu formulieren, ständig zu präzisieren und zu erweitern. Sie bilden den Wissensschatz.

Naturwissenschaftliche Aussagen sind Informationen über die Eigenart der beteiligten chemischen Elemente, ihre Struktureinheiten (Elementarzellen), die Bindungsbedingungen, die Mikrogefüge und die Vorgänge während der Wandlungen. Als Aussagensysteme finden Zustandsdiagramme und Zustandsänderungsdiagramme Anwendung. Die praktischen Aussagen liefern Makro- und Mikrogefügebilder.

Technikwissenschaftliche Aussagen sind Informationen zu den von Menschen geschaffenen Systemen und Regelungen mit eindeutigem Zweck-Mittel-Charakter. Dazu zählen konstruktive Darstellungen, Berechnungen, Vorschriften, Verfahrenstechniken, Beschaffenheits- und Kennwertnachweise, Bewertungsmethoden u. a.

Gesellschaftswissenschaftliche Aussagen wirken integrierend und sichern den Ereignis- und Ergebnisbezug der werkstofftechnischen Aussagenkomplexe zu den unmittelbar notwendigen Anforderungen zur Reproduktion der Grundfonds.

Antworten auf die folgenden Fragen motivieren zur Selbsteinschätzung:

- Wem nutzt das?
- Hält das Material?
- Sind die Einzelteile der Maschine im entscheidenden Bereich richtig beschaffen und gestaltet?

Die Verbindung zwischen den o. g. Aussagen soll nachfolgend am Beispiel des Gefüges des mikrolegierten Feinkornstahls St 355 (Standard TGL 22 426 vom Oktober 1987; chemische Zusammensetzung in % Masseanteil C = 0,18, Si = 0,5, Mn = 1,65, P = 0,03, S = 0,025, Nb = 0,05, V = 0,1 Rest Fe) beschrieben werden (Bild 2).

#### Naturwissenschaftliche Aussagen

Es sind Mn-stabilisierte, ferritische und perlitische Kristallite in unregelmäßiger Form und Verteilung abgebildet.

#### Technikwissenschaftliche Aussagen

Die pyramidenförmigen Abdrücke weisen auf etwa gleichgroße Mikrohärtewerte hin. Wegen der Konsistenz der Kristallite kann mit guter Formänderungsfähigkeit und hohem Formänderungswiderstand, guter Schweißneigung, aber nicht mit Härbarkeit gerechnet werden.

#### Gesellschaftswissenschaftliche Aussagen

(Leichtbau, geringer Produktionsverbrauch)



Bild 2. Mikrogefüge des Stahls St 355 (Vergrößerung 500:1, Ferrit und Perlit Härte 180 HV 0,05)

Im Vergleich zum St 38-3 ( $R_e = 240$  MPa) kann bei statischer Belastung eine Massereidung bis zu 25% erreicht werden.

In [2 bis 8] wird die Vorgehensweise während der Interpretation werkstofftechnischer Aussagen erläutert. Im technischen Vorleistungsbereich der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft muß mit etwa 200 verschiedenen Mikrogefügen bzw. mesoskopischen Strukturen gerechnet werden.

#### 2. Grundsatz

Die Einzelteileigenschaften (E) sind vom vorhandenen Einzelteilzustand (Z) abhängig [ $E = f(Z)$ ]. Sie sind in Einheit zu interpretieren.

In Tafel 1 wird eine Übersicht ausgewählter Begriffe der Gebrauchs- und Verarbeitungseigenschaften und der Zustandsmerkmale gegeben.

Die Bewertung der Eigenschaften erfolgt alternativ verbal, z. B. Härbarkeit (härbar, nicht härbar) und Schweißneigung (gut, bedingt, keine Schweißneigung ausreichender Qualität), oder durch Strukturkennwerte, deren Ermittlung durch Meßvorschriften geregelt ist, z. B. Zugfestigkeit an der Streckgrenze, Mikroindurhardte und Verschleißbeständigkeit [2].

Tafel 1. Übersicht ausgewählter Begriffe der Eigenschaften und der Merkmale der Beschaffenheit von Einzelteilen

Gebrauchseigenschaften oder konstruktive Eigenschaften (E)	Verarbeitungs- oder technologische Eigenschaften (E)	Zustands- bzw. Beschaffenheitsmerkmale der stofflichen Substanz (Z)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Festigkeit, Härte, Zähigkeit</li> <li>- effektive Lebensdauer</li> <li>- Verschleißbeständigkeit</li> <li>- Korrosionsbeständigkeit</li> <li>- Ermüdungsbeständigkeit</li> <li>- Alterungsbeständigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gießbarkeit</li> <li>- Schmiedbarkeit</li> <li>- Abspannbarkeit</li> <li>- Schweißbeignung</li> <li>- Härbarkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- chemischen Zusammensetzung</li> <li>- kristallografische Struktur</li> <li>- Mikrogefüge</li> <li>- Makrogefüge, Oberfläche, Schichten</li> <li>- Fehler, Ungängen</li> </ul>

### 3. Grundsatz

Die Zustandsänderungen (ZÄ) werden durch die Grundgrößen der Chemie, durch die Zeit und andere Umweltbedingungen beeinflusst [ZÄ = f( $\Delta C$ ,  $\Delta T$ ,  $\Delta p$ ,  $\Delta t$ ...)].

Zustandsänderungen finden während der technologischen Prozesse der Fertigung bzw. während der Nutzung im Primärprozeß statt (vergl. [9]). Die folgenden Beispiele sollen die Kompliziertheit der Wandlungen verdeutlichen. Beschrieben werden die Ursachen zur Bildung von Auftragfehlern.

Im Bild 3 werden die stengelförmigen Kristallite der Auftragschweißung veranschaulicht; und im Bild 4 ist der Riß nach der anschließenden Induktionshärtung zu sehen. Rißursache sind Härtespannungen durch die Konzentrationsunterschiede im Martensit, da die voreutektoiden ferritischen Korngrenzsubstanz während der kurzen Verweilzeit im Austenit nicht den für das Härten notwendigen Kohlenstoff durch Diffusion aufnahm, der in den bainitischen Kristalliten vorhanden ist. Durch magnetische Rißprüfung können Mikrorisse nicht nachgewiesen werden. Abhilfe: Die Wärme während des Schweißens so führen, daß 100% Bainit entsteht. Härten (Aqua-Plast-Lösung) und Anlassen sichern mikrorißfreies Martensit.

Nachfolgend soll auf Probleme bei der wiederholten Instandsetzung von Keilprofilen aufmerksam gemacht werden (Bild 5). Das Gefüge nach der ersten Instandsetzung

(Bild 6) zeigt gleichförmig ausgebildete, heterogene, rißfreie, harte Kristallite, Bild 7 veranschaulicht den Härteriß nach der zweiten Instandsetzung, und Bild 8 weist auf den ausgeprägten Dauerbruch hin. Die Riß- bzw. Dauerbruchursache ist auf die veränderte Durchmischung des Schweißguts und die sich damit verschlechternde Formänderungsfähigkeit besonders im Bereich von Fehlstellen zurückzuführen. Abhilfe: Die Wärmeleitung so gestalten, daß das Schweißgut rißfrei abkühlt und der Tragenteil gesichert bleibt.

Die Verlaufereignisse der Zustandswandlungen signalisieren die Verhaltensdisposition für zielorientierte Tätigkeit. Beschleunigt herausgefunden werden die Entscheidungen zur Steuerung durch rechnergestützte Vorschläge von konstruktiven Daten und von Fertigungsdaten in Abhängigkeit vom bestmöglichen Zustand. So gelingt es, mit Hilfe von Software für die schweißtechnische Ausbildung [10] für das MAG(CO<sub>2</sub>)-Schweißen von Kehinähren unter Bezug auf das Schweiß-Zeit-Temperatur-Umwandlungs-Diagramm bei maximal 30% Martensit in der Wärmeflußzone die Schweißzeit überschlägig vorauszuberechnen.

In [2] wird ein Expertenprogramm zur systematischen Auswahl technisch geeigneter Verschleißschutzschichten mit ähnlichem Charakter angekündigt, das zur Rationalisierung der Ingenieurleistung beitragen wird.

### 4. Grundsatz

Die Werkstoff- bzw. Einzelteilprüfungen sind möglichst durch Strukturkennwerte zu belegen und weitgehend zerstörungsfrei auszuführen.

Die Prüfungen werden als Schadensanalyse bzw. zur Materialidentifizierung, im Rahmen der Verfahrensprüfung, zur laufenden Qualitätsüberwachung oder als den technologischen Prozeß zielorientiert steuernde Analyse während der Vorbereitung und zur Kontrolle des Fertigungsprozesses in der Werkstatt; auf der Baustelle, in der Tierproduktionsanlage oder im Labor durchgeführt.

Den zerstörungsfreien Prüfungen der Bauteile bzw. Funktionsstellen gehen Prüfungen standardisierter Proben, metallographische und andere Prüfungen voraus. Sie geben Gewißheit für die zerstörungsfreien Prüfungen unter Werkstattbedingungen. Dazu sind Kontrollkörper, sog. Normale, vergleichend anzuwenden [11]. Die Bilder 9 bis 11 weisen auf Methoden und Geräte hin, die unter Werkstattbedingungen zur zerstörungsfreien Prüfung genutzt werden.

### 5. Grundsatz

Werkstoffe und Instandsetzende Einzelteile sind die Arbeitsgegenstände während der Reproduktion der Grundfonds. Zur Sicherung ihrer Funktionsqualität enthalten die Dokumente der Fertigung (Zeichnungen, Arbeitsunterweisungen u. a.) Angaben zur Mikrogestaltung der Funktionsstellen.

Dieser Grundsatz erhöht die Dynamik der qualitätsbewußten Arbeit. Mit den werkstofftechnisch-konstruktiven und den werkstofftechnisch-technologischen Angaben wird die Verständigung zur Mikrogestaltung als formale Anordnung sprachlich eingeleitet und das erdachte Resultat vorweggenommen.

Es kommt nun darauf an, die Erfahrungen der fortschrittlichen Betriebe und die der Wissenschaftler im Detail zu fixieren und in Einheit mit allen Reproduktionsmaßnahmen der Grundfonds konzentriert, schrittweise und breitenwirksam umzusetzen.



Bild 3. Stengelförmige bainitische Kristallite mit ferritischer Korngrenzsubstanz (Werkstoff 30MnCrTi5, Vergrößerung 500:1)



Bild 4. Martensit mit Härteriß (Vergrößerung 200:1)



Bild 5. Keilprofil, geschweißt mit Wärmeeinflußzonen (Vergrößerung 4:1)

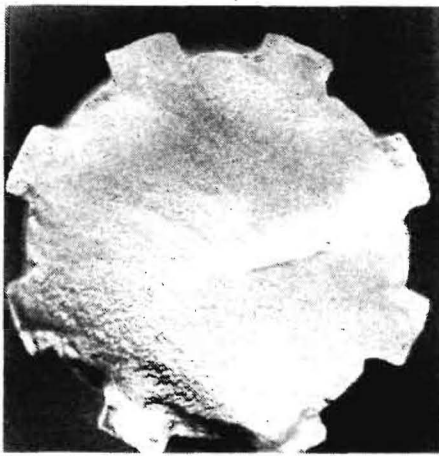


Bild 8  
Dauerbruch  
einer Keilprofilwelle  
des Feldhäckslers  
E 280

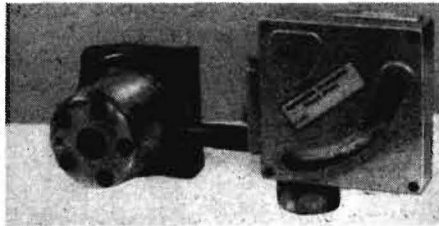


Bild 9 ▶  
Übersicht zur Schleif-  
funkenanalyse;  
a) Werkstoff St 34  
(Kohlenstoff-  
gehalt 0,1%)  
b) Werkstoff C100W2  
(Kohlenstoff-  
gehalt 1%),  
c) Werkstoff  
Mn-legiert,  
d) Werkstoff  
Cr-legiert

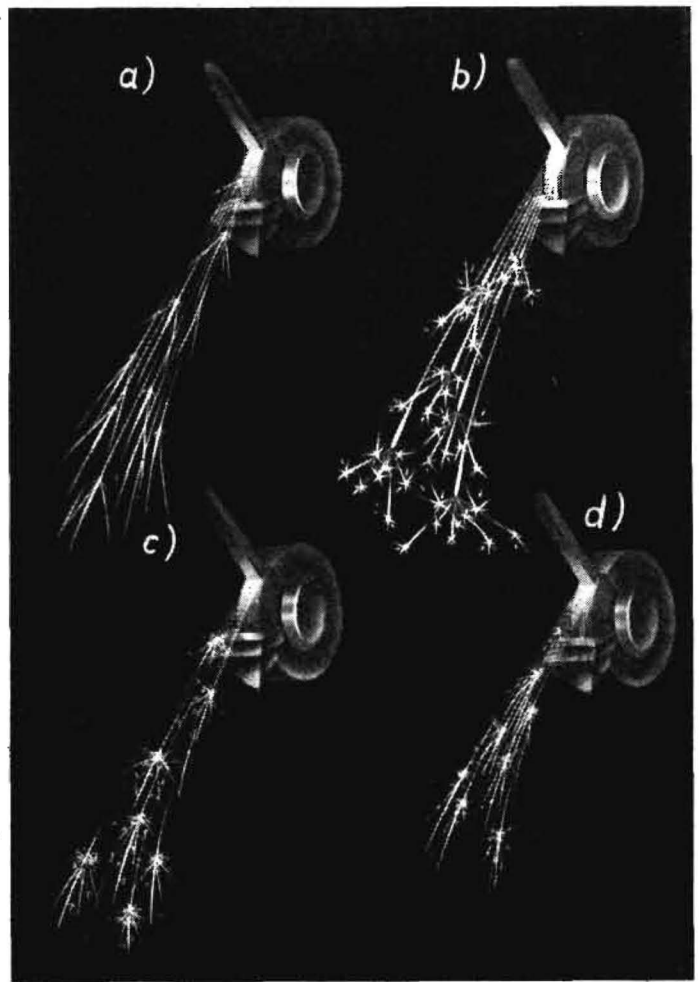


Bild 11  
Härtemessung  
nach Shore mit dem  
Durosop  
(Rücksprunghärte HV<sub>n</sub>  
im Bereich von 250  
bis rd. 1000 HV<sub>n</sub>)

### 3. Lösungswege

#### 3.1. Ergänzung der Fertigungsdokumente In die Fertigungsdokumente

- Zeichnung bzw. Instandsetzungszeichnung (s. a. Standard TGL 31 086 vom August 1985),
- technologischer Auftragbeleg (Standard TGL 42 327)
- spezielle Arbeitsunterweisungen (Schweißanweisung, Lenkungsteile, Schweißauftrag, Schweißabnahmeprotokoll u. a.)

bzw. in gleichbedeutende Software sind folgende Angaben zur Beschreibung der zu erzielenden Mikrogestalt aufzunehmen:

#### Werkstoffangaben

Werkstoffbezeichnung, Standard, Werkstoff-

blatt-Nr. für den Grundwerkstoff bzw. die Werkstoffe des Verbundes und den Zusatzwerkstoff (s. a. Bild 12).

#### Beschaffenheitsbezeichnung

(werkstofftechnisch-konstruktive Angaben) Art und Anteil der Phasen (Kristallarten) bzw. der Schichten (mesoskopische Struktu-

ren, s. a. [2]), Größe, Anordnung und Verteilung der Phasen bzw. Schichten, Größe und Verteilung der möglichen Strukturdefekte (Mikrorisse, Poren u. a.)

#### Werkstoff- bzw. Einzelteileigenschaften

Anzugeben sind der Strukturkennwert, das Meßverfahren, der Standard und die Meßstelle am Einzelteil bzw. die gesondert anzu-



Bild 6. Martensit und Bainit von der ersten Aufschweißung  
(Vergrößerung 500:1, Härte 600 HV 5)

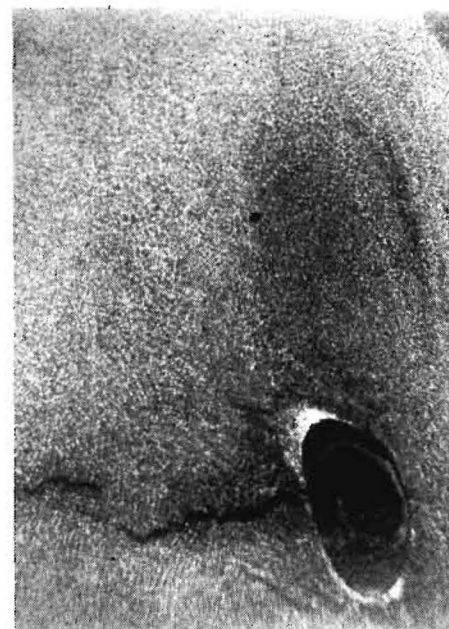


Bild 7. Härteriß in der zweiten Aufschweißung  
(Vergrößerung 200:1, Härte 650 HV5)

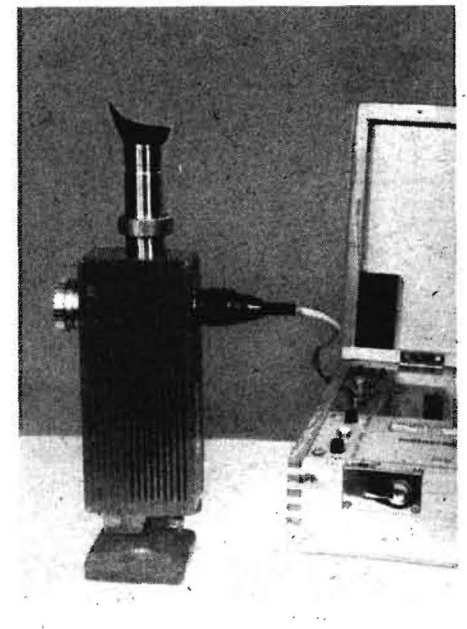


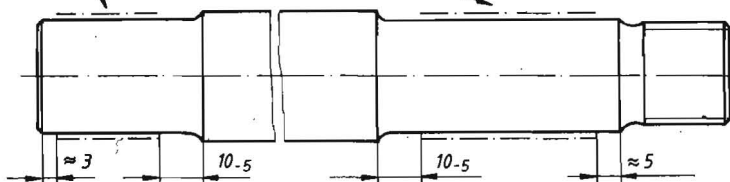
Bild 10. Spektralanalysegerät metascop zum qualitativen Nachweis von Cr, Mn, Ni u. a.



a)

aufgeschweißt; gedreht; flammgehärtet; angelassen  
 (260 ± 40) HV 5 h (450 HV 5) = 2 ± 0,5; 55 ± 2 HRC 612 ± 40 HV<sub>R</sub>

B = 100 % , M = 50 % , M ≈ 95 %  
 kN 4 , kN 2 , kN 4 (Austenit)  
 Kern vergütet (NET)  
 Radien glattgewalzt



WS: 42 Mn V7 TGL 6547 1.4170 / ZWS: 30 Mn Cr Ti 5 TGL 39672 1.3340  
 h Grenzhärte (TGL 31058 4.78 Wärmebehandlungsangaben)

#### Qualitätsnachweise

##### 1. Randhärtenachweise im Fertigungsprozeß

AQL = 4, Prüfstufe II, Prüfschärfe normal, TGL 14 450

##### 2. Stichprobenprüfung im Labor

Probe 1: aufgeschweißt, gedreht - Längsschliff, Mikrogefuge 50 : 1, 500 : 1, Härtenachweis, kN

Probe 2: komplette Bearbeitung - 15° Schrägschliff, Mikrogefuge

Rand, Radien, Kern 500 : 1, Härteverlaufskurve, Nachweis von h, kN

#### Effektive Lebensdauer

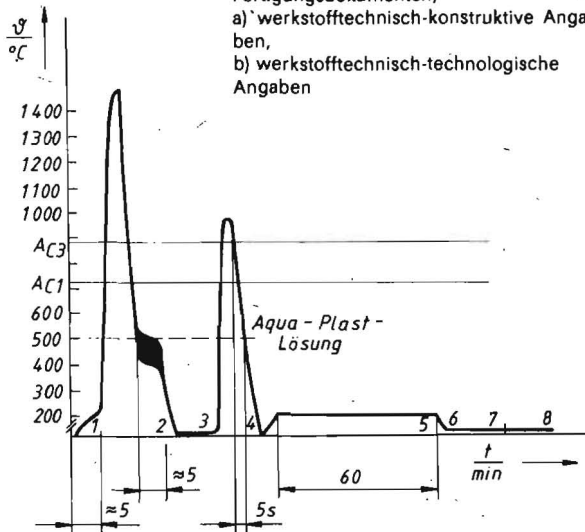
z.B. 3 Jahre oder 4000 Bh

b)

Bild 12. Muster werkstofftechnischer Angaben in Fertigungsdokumenten;

a) werkstofftechnisch-konstruktive Angaben,

b) werkstofftechnisch-technologische Angaben



#### Fertigungsfolge und thermische Zyklen

- 1 Vorwärmen für die erste Spirale,
- 2 Aufschweißen und Abkühlung mit teilweise, isothermer Wärmeführung,
- 3 Drehen, 4 Flammhärten, 5 Anlassen,
- 6 Randhärte prüfen,
- 7 Radien glattwalzen,
- 8 Paßsitze schleifen

fertigenden oder die vom Halbzeug oder vom Einzelteil abzutrennenden Proben. Die Einzelheiten sind in der Zeichnung und gegebenenfalls in einem Prüfplan einzutragen (s. a. Bild 12).

Die effektive Lebensdauer gilt als wesentlicher Kennwert.

#### Werkstofftechnisch-technologische Angaben

Angaben zur Zustandsänderung, die während des technologischen Prozesses zur Gestaltung der Mikrobereiche stattfinden, sind unter Bezug auf den Werkstückfluß in die technologischen Informationsträger so aufzunehmen, daß die Absicht, sie bewußt steuern zu müssen, deutlich wird. Die Zielstellung wird durch die Beschaffenheitsbezeichnung und die Werkstoff- bzw. Einzelteileigenschaften gegeben. Gesteuert werden die Konzentrations-, die Temperatur- und/oder die Druckänderungen in Abhängigkeit von der Zeit. Sie sind zu automatisieren (s. a. Abschn. 2.2., 3. Grundsatz, und Bild 12).

#### Qualitätsnachweise

Nachzuweisen sind die Mikrobeschaffenheit und ihre Kennwerte gemäß der Beschaffenheitsbezeichnung und der Werkstoff- bzw. Einzelteileigenschaften zum Zeitpunkt, der mit dem Werkstückfluß angegeben wird. Ihr Umfang richtet sich nach dem Funktionswert des Einzelteils (Ausführungsstufe, Sicherheitsteil) und ist nach den Regeln der statischen Qualitätskontrolle festzulegen. Im Prüfplan sind der Ort (Werkstattplatz, Meßplatz, Labor, Baustelle), das Nachweisverfahren, die Qualifikation des Prüfenden, das Meßnormal, die Meßstelle (Probeform, Schnittstelle usw.), der Umfang, der Zeitpunkt, die Art der Ergebnisdarstellung, ihre Wertung u. a. Angaben, die die Qualität si-

chern, einzutragen. Die Erfassung der den Mikrobereich zielorientiert gestaltenden Wandlungen, das heißt die prozeßsteuernden Qualitätsanalysen, sind anzustreben (Bild 12).

#### Besonderheiten

Änderungen der Konstruktion und des technologischen Prozesses sind sorgfältig zu bedenken.

Konstruktive Änderungen im Mikrobereich gegenüber dem Original während der Instandsetzung erfordern gesonderte Sicherheitsnachweise bzw. schlußfolgernde Festlegungen, z. B. bei tribologischen Systemen hinsichtlich des Zwischenstoffs und des Konservierungsmittels. Änderungen im technologischen Prozeß, z. B. durch Veränderung der Parameter, Verschlechterung der Fertigungshilfsstoffe u. a., dürfen keinen Einfluß auf das angestrebte konstruktive Ergebnis haben.

Wird die konstruktiv beabsichtigte effektive Lebensdauer der Einzelteile u. a. durch die den Mikrobereich gestaltende Fertigung zuverlässig erreicht, so müssen die Aufwendungen im Preis des Einzelteiles erkennbar werden (Bild 12).

#### 3.2. Prüflabor

Nach den bisherigen Ausführungen erweist es sich als zwingend notwendig, zumindest auf Kombinatsebene (VEB Kombinat Landtechnik) eine eigene geeignete Stelle, z. B. ein Prüflabor, zu schaffen, die in der Lage ist, die o. g. Nachweise anzufertigen, sie förderlich zur bewußten Mikrogestaltung der Einzelteile auszuwerten und zielgerichtet zur Beherrschung der Arbeitsgegenstände im technischen Vorleistungsbereich einzusetzen. Es wird vorgeschlagen, das Prüflabor so auszubauen, daß außerdem die artähnlichen Ein-

gangs- und Betriebskontrollen von Schmier- und von Fertigungshilfsstoffen (s. a. [12]) durchgeführt werden können. Die Schmierstoffe sind der Zwischenstoff der Einzelteile tribologischer Systeme aller Arbeitsmittel, und die Fertigungshilfsstoffe beeinflussen in hohem Maß den Verschleiß der Werkzeuge und die Mikrogestalt der interessierenden Funktionsstellen.

Zu den Aufgaben eines solchen Werkstoff-, Schmierstoff- und Fertigungshilfsstoff-Prüflabors würden gehören:

- Erfassung der Arten und Daten von im Kombinatbereich zur Anwendung kommenden Werk-, Schmier- und Fertigungshilfsstoffen, deren Aktualisierung im Dialog mit Computer und die Applikation für die Produktionsvorbereitung in den Kombinatbetrieben
- Nachweis der Beschaffenheit und der Strukturkennwerte nach einem Aufgabenkatalog des Kombinat im Auftrag der Betriebe bzw. der TKO
- Studien und Anleitungen zu den im technologischen Prozeß für die Kombinatbetriebe und Einrichtungen auszuführenden Werkstoff-, Schmierstoff- und Fertigungshilfsstoff-Prüfungen.

Die Arbeit in den Werkstoff-, Schmierstoff- und Fertigungshilfsstoff-Prüflaboren wird durch die zuständigen Organe lizenziert und nach einer Laborordnung organisiert.

#### 3.3. Maßnahmen der Aus- und Weiterbildung

In Erfüllung der bisher genannten Aktivitäten erfordert die Mikrogestaltung der Einzelteile zielorientierte, dispositive und selbstbewußte Tätigkeit der zuständigen Facharbeiter, Meister, Kontrolleure und Technologen. Sie benötigen dazu die persönliche Reife, solides fachliches Wissen und Können und die Leistungsdisposition, natur-, technikkundig und ge-

sellschaftswissenschaftliche Kenntnisse nutzbringend anwenden zu wollen. Dieses Streben ist während der Ausbildung anzuerkennen und durch die Weiterbildung zu fördern.

Organisatorisch werden folgende Maßnahmen empfohlen [13]:

- In den Bildungsstätten sind die Aus- und Weiterbildungsdokumente hinsichtlich der geschilderten werkstofftechnisch-konstruktiven und werkstofftechnisch-technologischen Wissens Elemente zu präzisieren, zu lehren und durch Übungen in Einheit aller Maßnahmen der Reproduktion der Grundfonds zu festigen.
- Die Lehrer für Werkstofftechnik der Bildungsstätten sind dazu gesondert weiterzubilden.
- Die speziellen Lehrgänge zur Weiterbildung der Konstrukteure und Technologen (Rationalisierungsmittelbau, Schweißtechnik, Einzelteilinstandsetzung u. a.) sind verstärkt zur bewußten Mikrogestaltung, Prüfung und Bewertung zu nutzen.
- Während der Arbeitsunterweisungen in den Werkstätten sind im Sinne dieses Themas die ergänzten Fertigungsdokumente ausführlich zu erklären.

#### 4. Zusammenfassung

Auf der Basis werkstofftechnischer Grundsätze werden Lösungswege zur bewußteren Mikrogestaltung der Einzelteile während der Neuproduktion und während der Instandsetzung der Landtechnik dargestellt. Die einheitliche Realisierung dieser Initiativen wird im Rahmen aller Maßnahmen der Reproduktion der Grundfonds als eine weitere Reserve zur Erhöhung ihrer Funktionsqualität angesehen. Der Beitrag berührt einige Aspekte zur weiteren Entwicklung der Produktivkräfte im technischen Vorleistungsbereich der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft.

#### Literatur

- [1] Eichler, C.: Instandhaltungstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1987.
- [2] Pursche, G.; Jahn, W.; Schmidt, G.: Auswahl technisch geeigneter Verschleißschutzschichten. Schmierungstechnik, Berlin 20(1989)2, S. 36-40.
- [3] Kühn, H.-R.: *Aldolf Martens - 70. Todestag am 24. Juli 1984. Metallografische Arbeitsblätter*, Karl-Marx-Stadt (1984)1, S. 2-4.
- [4] Schumann, H.: *Metallografie*. Leipzig: VEB Verlag für Grundstoffindustrie 1969.
- [5] Horn, V.: *Schweißtechnischer Gefügetlas*.

Berlin: VEB Verlag Technik 1974.

- [6] Vadasz, E.: *Plastbeschichten zum Aufarbeiten von Verschleißteilen*. Berlin: VEB Verlag Technik 1984.
- [7] Waschull, H.: *Präparative Metallographie*. Leipzig: VEB Verlag für Grundstoffindustrie 1984.
- [8] Seyffarth, P.: *Schweiß-ZTU-Schaubilder*. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.
- [9] Stibbe, J., u. a.: *Übersicht zu Verfahren der Einzelteilinstandsetzung in der Landwirtschaft*. VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal 1989.
- [10] Feller, H.; Christianus, J.: *Berechnung der Schweißzeit in Abhängigkeit des optimalen Gefüges*. Ingenieurschule für Landtechnik „M. I. Kalinin“ Friesack, Software für KC 85/4 1989.
- [11] Schneider, D.; Schwarz, T.; Brenner, B.: *Zerstörungsfreie Bestimmung der Härtungstiefe lasergehärteter Stähle mit Ultraschall-Oberflächen-Wellen*. Neue Hütte, Leipzig 34(1989)6, S. 207-212.
- [12] Tscherner, J., u. a.: *Eingangs- und Betriebskontrolle von Fertigungshilfsstoffen*. Schmierungstechnik, Berlin 20(1989)2, S. 51-55.
- [13] Christianus, J.: *Werkstofftechnische Grundlagen der Einzelteilinstandsetzung - Einheit von Berufs- und Ingenieurausbildung (Landtechnik)*. Technische Hochschule „Otto von Guericke“ Magdeburg, Diplomarbeit 1982. A 5756

## Grundsätze zur Projektierung von Werkstätten für die Einzelteilinstandsetzung im Landwirtschaftsbetrieb

Dipl.-Ing. H. Scharnweber, KDT, VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal

### 1. Einleitung

Um die Verfügbarkeit von mobiler und stationärer Landtechnik abzusichern, macht sich zunehmend eine Instandsetzung der betreffenden Technik in den Landwirtschaftsbetrieben notwendig. Aus dieser gewollten Entwicklung heraus ergeben sich auch in den Landwirtschaftsbetrieben neue Aufgaben auf dem Gebiet der Einzelteilinstandsetzung. Aus materialökonomischer Sicht und aus dem Zwang zu sehr kurzen Stillstandszeiten heraus ist es sinnvoll und zweckmäßig, bestimmte Möglichkeiten der Einzelteilinstandsetzung in der Landtechnik-Werkstatt zu realisieren. Um diese richtige Entwicklungsrichtung weiter zu forcieren und den Einstieg bzw. den Ausbau in die Einzelteilinstandsetzung zu erleichtern, wurden vom VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal Projektierungsunterlagen für Werkstätten der Einzelteilinstandsetzung vorrangig im LPG-Sektor erarbeitet und zur Nutzung angeboten.

### 2. Aussagen zur Abgrenzung der Einzelteilinstandsetzung im Landwirtschaftsbetrieb

#### 2.1. Ökonomische Aspekte

Die Einzelteilinstandsetzung als Hilfsprozeß zur Erhaltung der Nutzungsdauer der Landtechnik muß sich in die ökonomische Strategie der Instandhaltung einpassen.

Im wesentlichen sind es folgende zwei Gesichtspunkte, die die Ökonomie der Einzelteilinstandsetzung im Landwirtschaftsbetrieb positiv beeinflussen:

- Durch die Möglichkeit, auftretende Schäden am Einzelteil sofort im eigenen Betrieb beseitigen zu können, werden schadensbedingte Stillstandszeiten von Maschinen und Ausrüstungen erheblich reduziert.

Der eigentliche ökonomische Nutzen liegt in der Verminderung der Stillstandszeiten und damit in einer besseren Einhaltung der agrotechnisch günstigen Termine.

- Die Instandsetzung des Einzelteils im eigenen Betrieb ist häufig billiger.
- Die berechnete Forderung, die Einzelteilinstandsetzung mit möglichst geringem Zeit- und Kostenaufwand zu realisieren, darf jedoch nicht zu einer Qualitätsminderung führen, d. h., die verfahrensspezifischen Parameter und Technologien sind unbedingt einzuhalten.

#### 2.2. Abgrenzung des Sortiments für die Einzelteilinstandsetzung im Landwirtschaftsbetrieb

In der Landtechnik werden etwa 50% der benötigten Ersatzteile (ohne Normteile) durch instand gesetzte Einzelteile abgesichert. Dieser sehr hohe Anteil verlangt die kompro-

mißlose Einhaltung der qualitätsbestimmenden Technologien.

Daher ist es selbstverständlich, daß sich das Instandsetzungssortiment einer Einzelteilinstandsetzungswerkstatt in einer LPG auf die Ebenen 1 bis 3 beschränken muß, da die technischen Ausrüstungen im allgemeinen eine Instandsetzung von Einzelteilen der Ebenen 4 und 5 nicht zulassen, zumal für solche Einzelteile die zentralisierte Instandsetzung wesentlich ökonomischer ist.

### 3. Verfahren der Einzelteilinstandsetzung im Landwirtschaftsbetrieb

Um eine sinnvolle Einordnung der Einzelteilinstandsetzung in den Instandsetzungsprozeß im Landwirtschaftsbetrieb zu erreichen, ist es wichtig, die richtigen Instandsetzungsverfahren auszuwählen und arbeitsfähig zu gestalten.

Die o. g. Aussagen zugrunde legend, werden folgende Instandsetzungsverfahren für eine LPG-Werkstatt als Vorzugsverfahren ausgewählt und dokumentiert:

- ausgewählte Reparaturschweißverfahren (CO<sub>2</sub> und WIG)
- MAG-Auftragschweißen
- KGL-Technik
- Pulver-Flammspritzen
- Schmieden
- Zentrieren und Richten.