

# Forderungen an die instandhaltungsgerechte Konstruktion landtechnischer Arbeitsmittel aus der Sicht der Instandsetzung am Beispiel der Futtererntemaschinen E 280/281 und E 301/302

Hochschuling. P. Schultze, KDT, VEB Kreisbetrieb für Landtechnik „Karl Marx“ Brand-Erbisdorf/Freiberg, Bezirk Karl-Marx-Stadt

## 1. Aufgaben und Entwicklungstendenzen in der landtechnischen Instandhaltung

In der sozialistischen Landwirtschaft der DDR werden verstärkte Anforderungen unternommen, um die vorhandene Technik effektiver zu nutzen. Dazu gehören auch Maßnahmen zur Senkung der Instandhaltungskosten sowie zur Verlängerung der Nutzungsdauer. Eine wesentliche Rolle zur Erreichung dieser Zielstellung spielen die richtige Pflege, Wartung, Abstimmung und Konservierung sowie die regelmäßige Überprüfung der Maschinen durch die Nutzer. Die landtechnischen Instandsetzungsbetriebe haben die Aufgabe, die notwendigen Instandsetzungsleistungen sowie die Modernisierungsmaßnahmen an der vorhandenen Landtechnik bedarfsgerecht, mit hoher Qualität und geringstem Aufwand an Material, Energie, Hilfsstoffen und Arbeitszeit abzusichern. Hierzu sind folgende Schwerpunkte zu realisieren:

- Der Instandsetzungsumfang ist an den vorhandenen Schädigungszustand der Maschinen und Baugruppen anzupassen. Hierbei kommt der weiteren Qualifizierung der Überprüfung im Landwirtschaftsbetrieb und der Schadensaufnahme im Instandsetzungsbetrieb unter Nutzung der umfangreichen Erfahrungen der Werkstätten sowie durch verstärkte Anwendung von Geräten der technischen Diagnose eine große Bedeutung zu.
- Das System der Bereitstellung instand gesetzter Ersatzteile und Baugruppen durch spezialisierte Instandsetzungsbetriebe (meist im Soforttausch gegen defekte Ersatzteile und Baugruppen) ist weiter auszubauen. Dieses System ist sowohl für die effektive Organisation der schadbezogenen Instandsetzung als auch für die Minimierung der Ausfallzeiten der Maschinen während der Einsatzkampagne eine wesentliche Voraussetzung.
- Zur weiteren Senkung des Bedarfs an Neuersatzteilen wird die Erweiterung der Instandsetzung von Ersatzteilen, ein-

schließlich der Verbesserung der Instandsetzungsqualität, auch zukünftig noch weiter an Bedeutung gewinnen. Dabei geht es z. B. um solche Verfahren, wie Reibschweißen, Umformen, Kleben, Ein- und Aufschrupfen von Instandsetzungselementen sowie Wärmebehandlung vor und nach Schweißprozessen.

- Die zwischen Landwirtschaft und Industrie abgestimmten Maßnahmen zur Modernisierung der vorhandenen Technik sind zu realisieren.

## 2. Umfang und Zielstellung der instandhaltungsgerechten Konstruktion

Ausgehend vom Stand und den genannten Entwicklungstendenzen in der landtechnischen Instandhaltung muß bei der Entwicklung landtechnischer Arbeitsmittel eine Reihe von Anforderungen zur Absicherung einer effektiven Instandhaltung berücksichtigt werden. Diese Anforderungen an die konstruktive Gestaltung werden unter dem Begriff der instandhaltungsgerechten Konstruktion zusammengefaßt und betreffen die Voraussetzungen für die effektive Durchführung von

- Pflege und Wartung einschließlich Reinigung
- Überprüfung und Diagnose einschließlich Nachstellarbeiten
- Demontage und Montage der Arbeitsmittel einschließlich schädigungsbezogenem Wechseln von Ersatzteilen und Baugruppen
- Einzelteilinstandsetzung
- Abstimmung und Konservierung
- Transport zum und vom Instandsetzungsbetrieb

einschließlich der dafür vom Hersteller bereitgestellten Vorschriften.

Nachfolgend soll auf einige Erfahrungen und Probleme der instandhaltungsgerechten Konstruktion am Beispiel der Futtererntemaschinen E280/281 und E301/302 näher eingegangen werden.

## 3. Forderungen an die Eignung zur Pflege und Wartung

Die richtige Pflege und Wartung hat einen wesentlichen Einfluß auf die Zuverlässigkeit der Maschinen sowie auf die Höhe der Instandhaltungskosten. Bei der Bewertung der Pflege- und Wartungseignung sind deshalb nicht nur der direkte Aufwand und die Bedingungen für die Durchführung dieser Maßnahmen von Interesse. Die Erfahrungen zeigen, daß bei erhöhtem Aufwand oder schlechter Zugänglichkeit, vor allem bei der täglichen Pflege und Wartung, unkontrolliert einzelne Arbeiten weggelassen oder auch vergessen werden.

Bei der Reinigung geht es darum, eine maschinelle Reinigung durch gute Zugänglichkeit für das Waschwasser zu den verschmutzten Stellen zu gewährleisten und den Umfang der Nachreinigung von Hand zu minimieren. Zur Verminderung von Korrosionsschäden ist das Ansammeln von Wasch- oder Regenwasser, aber auch von Schmutz und Ernterückständen durch entsprechende konstruktive Gestaltung zu vermeiden.

Auf diesen Gebieten konnte durch die Einführung des konstruktiv überarbeiteten Häckselaggregats am E281 u.a. durch folgende Maßnahmen ein wesentlicher Fortschritt erzielt werden (Bild 1):

- zentrale, besser zugängliche Anordnung der Schmierstellen
- Maßnahmen zum Schutz der Lagerungen vor den aggressiven Futtersäften
- Wegfall der verschleißintensiven Zuführketten und Ersatz durch Walzen.

Aus den vorliegenden Erfahrungen lassen sich folgende Forderungen zur pflege- und wartungsgerechten Konstruktion zusammenfassen:

- Aufwand und Abstand der Maßnahmen zur Pflege und Wartung sollen sich auf die entsprechend dem technischen Stand notwendigen Maßnahmen beschränken.
- Gute Zugänglichkeit sowie gefahrungs-

Bild 1. Zentrale Schmierstellenanordnung und untere Walzeneinheit am E 281

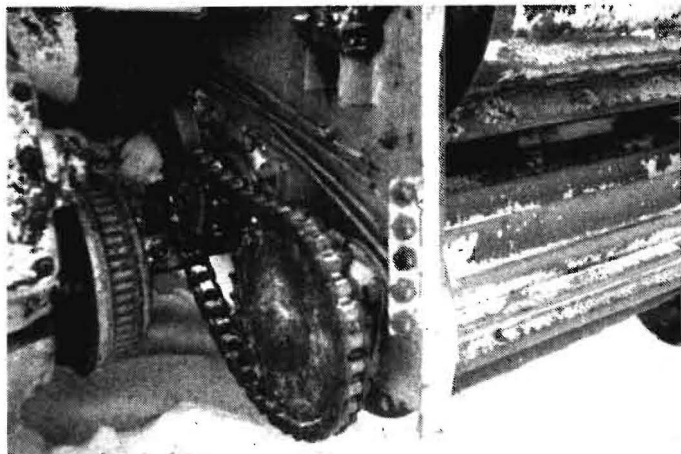
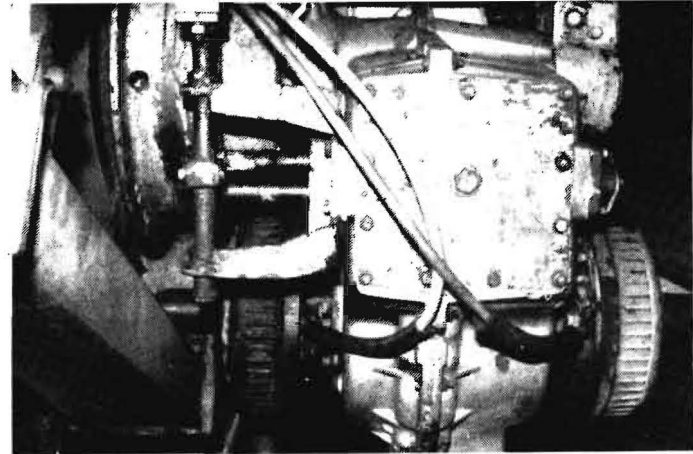


Bild 2. Schaltgetriebe des E 280/E 281/E 302



und möglichst erschwernisfreie Arbeit sind zu sichern.

- Die Anwendung handelsüblicher Mechanisierungsmittel soll möglich sein.
- Die Pflege- und Wartungsstellen sollen möglichst übersichtlich und konzentriert angeordnet werden.
- Die Anzahl der verschiedenen vorgesehenen Hilfsstoffe soll so gering wie möglich gehalten werden und hinsichtlich der Sorten mit anderen, zur gleichen Zeit eingesetzten Maschinen weitgehend übereinstimmen.
- Das Ansammeln von Wasser oder Ernterückständen sowie die Verschmutzung von Verschleißstellen (z. B. Ketten, Lagerungen) ist durch eine entsprechende konstruktive Gestaltung zu vermeiden bzw. einzuschränken (z. B. durch Abdeckung, Verkleidung).
- Die Möglichkeit der direkten Einwirkung des Wasserstrahls maschineller Reinigungseinrichtungen auf Dichtelemente (z. B. Wellendichtringe, geschützte Lager) ist durch entsprechende konstruktive Gestaltung zu vermeiden.
- In der Bediendokumentation sind die Maßnahmen der Pflege und Wartung, nach Pflegegruppen geordnet, eindeutig anzugeben.

#### 4. Forderungen an die Eignung zur technischen Diagnose

Für die Feststellung des Schädigungszustands der Futtererntetechnik wird außer den vorhandenen, z. T. maschinenspezifischen Diagnoseeinrichtungen (z. B. Einrichtungen zur Überprüfung der Hydraulikanlage sowie der Druckluftbremsanlage) vor allem das Diagnosegerätesystem DS 1000 an Bedeutung gewinnen. Durch den Maschinenhersteller ist in Zusammenarbeit mit dem Meßgerätehersteller, dem Maschinennutzer und dem Instandsetzer die weitere Entwicklung auf diesem Gebiet zu analysieren. Die sich ergebenden Anforderungen an die Maschinen, z. B. Anschlußpunkte und Zugänglichkeiten, sind bei Neukonstruktionen oder Weiterentwicklungen zu berücksichtigen. Darüber hinaus hat auch in Zukunft die einfache Sichtprüfung für die Feststellung des Schädigungszustands, ggf. unter Verwendung von einfachen Meß- und Prüfmitteln, eine große Bedeutung. Sie ist überall dort anzuwenden, wo das zu erreichende Ergebnis mit weniger Aufwand – bei ausreichender Aussage – als mit aufwendigen Diagnosegeräten erreicht

werden kann, oder dort, wo es z. Z. noch keine einsatzbereite Diagnosetechnik gibt. Dies trifft z. B. auf die Schadensaufnahme von Getrieben sowie von zahlreichen, gut zugänglichen Ersatzteilen zu. Als Beispiel hierfür kann man das Schaltgetriebe des E280/E281/E512 anführen, wo nach dem Öffnen des an der Vorderseite angebrachten Deckels bereits eine gute Überprüfung des Verschleißzustandes dieses Getriebes möglich ist (Bild 2).

Konkrete Angaben zur diagnosegerechten Gestaltung sind in der von der TU Dresden erarbeiteten „Richtlinie zur Gestaltung und Bewertung der Diagnoseeignung landtechnischer Arbeitsmittel“ [1] enthalten.

#### 5. Demontage und Montage der Arbeitsmittel einschließlich schadbezogenem Wechseln von Ersatzteilen und Baugruppen

Zur Sicherung einer hohen Verfügbarkeit der selbstfahrenden Futtererntemaschinen hat es sich bewährt, wichtige Baugruppen bei deren Ausfall komplett zu wechseln, um die Stillstandszeiten dieser Technik möglichst gering zu halten. Die Möglichkeit des schnellen Auswechsels trifft genauso auf weitere, vor allem auf schnellverschleißende Einzelteile zu. Auch für die schadbezogene Instandsetzung ist die Methode des Austausches kompletter Baugruppen vorteilhaft, da die Instandsetzung der Baugruppen – und in zunehmendem Maß auch von Einzelteilen – mit hoher Effektivität in spezialisierten Betrieben erfolgen kann, während die komplette Maschine weitgehend in unmittelbarer Nähe des Einsatzortes repariert wird. Aus diesem Grund wird dem Konstruktionsprinzip der Zusammenfassung schnellverschleißender und stöempfindlicher Wirkpaarungen in leicht austauschbaren Baugruppen eine große Bedeutung beigemessen. Zu berücksichtigen ist, daß Baugruppen (oder auch Teile) mit einer großen Eigenmasse (nach Standard TGL 20987 ab 15 kg) zum Abheben auch von oben zugänglich sein sollten und geeignete Anschlagpunkte für Hebezeuge aufweisen müssen.

Der Feldhäcksler E280/281, der sich u. a. in die Baugruppen

- Häckselaggregat
- Zwischenwelle
- Häckseltrommel
- verschiedene Getriebe
- Bremsen
- verschiedene Hydraulikbaugruppen

- Motor einschließlich Baugruppen zerlegen läßt, weist hinsichtlich der Aufgliederung in Baugruppen bereits günstige Merkmale auf.

Das Baugruppenprinzip wirkt sich auch im Rahmen der Modernisierung der vorhandenen Technik vorteilhaft aus, wenn es gelingt, die Modernisierungsmaßnahmen baugruppenweise durchzuführen und die alte Baugruppe gegen die weiterentwickelte auszutauschen (z. B. Umrüstung des E280 in den E281 durch Austausch von Häckselaggregat, Zwischenwelle und Stirnradwendegetriebe).

Aufgrund der nachgewiesenen Vorteile, einschließlich der instandhaltungsgerechten Konstruktion des neuen Häckselaggregats sowie der am Stirnradwendegetriebe angeflanschten Zahnradpumpe, sollten diese beiden Maßnahmen – eventuell unter Einbeziehung einer in der Landwirtschaft bereits erprobten Zwischenlösung (E280 mit neuer Zuführeinrichtung) sowie durch teilweisen Umbau von Altteilen in neue Ausführungen – zukünftig erhöhte Beachtung erhalten. Somit ergeben sich folgende Grundsätze für die Demontage- und Montageeignung von Ersatzteilen und Baugruppen:

- Zusammenfassung geeigneter Wirkpaarungen zu Baugruppen
- gute Zugänglichkeit und geringer Aufwand zum Wechseln besonders schnellverschleißender Einzelteile und Baugruppen ohne oder mit möglichst geringem zusätzlichem Demontageaufwand an anderen Ersatzteilen oder Baugruppen
- Berücksichtigung geeigneter Anschlagpunkte bei einer Eigenmasse des Einzelteils oder der Baugruppe > 15 kg (Herausheben möglichst senkrecht von oben)
- Baugruppen, die mit Öl o. ä. gefüllt sind, dürfen nach ihrem Ausbau keine unverschlossenen Öffnungen aufweisen, damit beim Transport keine Ölverluste auftreten.

#### 6. Eignung zur Instandsetzung von Einzelteilen

Bei der konstruktiven Neu- und Weiterentwicklung landtechnischer Arbeitsmittel müssen das Einzelteilinstandsetzungssortiment und die zu erwartenden Verschleißstellen festgelegt werden. Danach sind die optimalen Verfahren der Einzelteilinstandsetzung (ETI) auszuwählen und bei der weiteren konstruktiven Gestaltung zu berücksichtigen.

Bild 3. Im VEB Kfz/Brand-Erbisdorf/Freiberg eingesetzter Zapfen zur Instandsetzung von Walzen

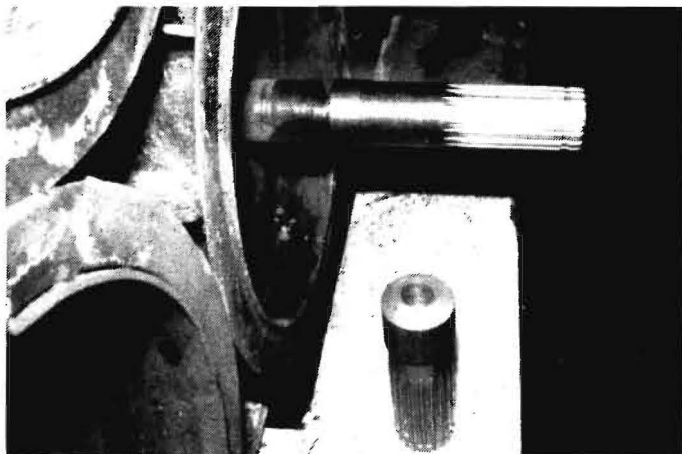


Bild 4. Sattelauflieger HLS 120.29/01 zum Transport von Häckslern und Schwadmähern



Hier muß auf vorhandene Standards, Richtlinien und Erfahrungen, vor allem im Bereich der Instandhaltung, sowie auf Analogieschlüsse zurückgegriffen werden. Aus diesen Gründen ist bereits in dieser Phase der konstruktiven Entwicklung neuer Maschinen und Geräte die Einbeziehung der Instandhaltungseinrichtungen zweckmäßig.

Bei der Vorbereitung und Durchführung der Einzelteilinstandsetzung haben sich die durch das Kombinat Fortschritt Landmaschinen herausgegebenen Kennblätter „Technische Dokumentationen ETI“ sehr gut bewährt, auch wenn es z. Z. noch einige Probleme mit der richtigen Festlegung der Betriebs- und Aussonderungsgrenzen gibt. Die auf diesem Gebiet bestehende Zusammenarbeit zwischen Hersteller und Instandsetzer sollte künftig weiter ausgebaut werden [2]. Dabei bestehen folgende Zielstellungen:

- Abstimmung des ETI-Sortiments
- Optimierung der Verfahren der Einzelteilinstandsetzung zur Senkung des Instandsetzungsaufwands und zur Erhöhung der Instandsetzungsqualität
- Berücksichtigung neuer Verfahren zur ETI
- laufende Erweiterung von Umfang und Sortiment der ETI.

In den letzten Jahren hat der Einsatz sog. Instandsetzungselemente eine zunehmende Bedeutung erlangt. Diese Instandsetzungselemente sind Teilstücke (Elemente) von Einzelteilen, an denen der eigentliche Verschleiß auftritt. Sie werden vorgefertigt und nach Abtrennen des am Einzelteil verschlissenen Stücks dort eingesetzt.

Die Verbindung erfolgt meist durch Schweißen, bei Buchsen z. T. durch Einkleben oder Pressen. Gegenwärtig werden für die Futtererntetechnik über 80 derartige Teile, wie Seitenteile für die Tröge der Schneidwerke E296/023, Führungen für die Traverse des Häckselaggregats, Schneckenwendeln und Schneckenböden für die Förderschnecken, durch den Finalproduzenten bereitgestellt.

Weit über 50 andere Teile, wie z. B. Buchsen und Anschweißzapfen, werden durch die Instandsetzungsbetriebe z. T. in Kooperation selbst gefertigt (Bild 3). Hier ist eine Erweiterung des Sortiments durch den Finalproduzenten wünschenswert.

Gute Lösungen zur Verbesserung des Verschleißverhaltens und für eine leichte Instandsetzbarkeit sind der Einsatz der Verschleißschale im Auswurfbogen des E280 oder der Einsatz von Verschleißbuchsen z. B. aus Hartgewebe bzw. Plastwerkstoffen, der an den Armen des E285 erprobt wurde.

Für die Absicherung der Einzelteilinstandsetzung lassen sich weiterhin folgende Grundsätze angeben:

- Berücksichtigung der Zugänglichkeit zu den Verschleißstellen der Einzelteile
- konstruktive Einordnung spezieller, lagefixierbarer Instandsetzungselemente
- Berücksichtigung der Schweißbarkeit des Grundmaterials zum Auftragschweißen von Profilen
- Berücksichtigung der Einspannung verschlissener Teile zur Instandsetzung, z. B. durch Zentrierung von Wellen oder andere geeignete Aufnahmepunkte.

### 7. Eignung zur Abstellung und Konservierung

Da die nur kampagneweise eingesetzten Maschinen auch während ihrer Stillstandszeiten schädigenden Einflüssen, vor allem der Kor-

rosion, unterliegen, sind hierfür entsprechende Vorkehrungen erforderlich. Ein großer Teil der durchzuführenden Arbeiten entspricht der Pflege und Wartung. Deshalb gelten auch hier ähnliche Forderungen an die konstruktive Gestaltung. Zusätzlich ist bei luftbereiften Maschinen die Möglichkeit des Aufbockens zur Entlastung der Reifen vorzusehen und in der Maschinendokumentation anzugeben.

### 8. Eignung zum Transport

Zur Sicherung einer hohen Verfügbarkeit der Futtererntemaschinen und zur Förderung einer hohen Materialökonomie werden jährlich etwa 40 % der E280/281 und etwa 20 % der E301/302 in spezialisierten Betrieben instand gesetzt. Da beim Fahren mit eigenem Antrieb über längere Strecken eine Reihe von Problemen auftritt, erfolgt der Transport zum und vom Instandsetzungsbetrieb mit Hilfe von speziellen Abschleppvorrichtungen oder Transportfahrzeugen.

Für den Transport der Feldhäcksler und Schwadmäher einschließlich der Arbeitsbaugruppen werden im VEB KfL Brand-Erbisdorf/Freiberg zwei verschiedene Spezialauflieger gefertigt und eingesetzt. Während beim Schwadmäher, bedingt durch die große Maschinenbreite, die Transporteignung nicht optimal ist, kann beim Feldhäcksler durch Abnahme des Auswurfbogens eine gute Transporteignung hergestellt werden (Bild 4). Zum Transport der Feldfutterschneidwerke E296/023 wird der Spezialauflieger HLS 110.98 verwendet. Mit diesem Auflieger ist es möglich, 4 Schneidwerke gleichzeitig zu transportieren, wobei jedoch Höhe, Länge und Breite der Schneidwerke im Transportzustand einschließlich Schneidwerkswagen gegenwärtig bereits nahezu an den Grenzen der Möglichkeiten dieses Aufliegers liegen. Nach Abnahme der oberen Ladefläche kann dieser Auflieger auch für den Transport anderer landtechnischer Arbeitsmittel eingesetzt werden. In diesem Fall ist unter Verwendung einer Zusatzausrüstung auch der Transport der Maisschneidwerke E295 (max. 4 Stück, mit Überbreite) möglich.

Zur Sicherung einer ausreichenden Transporteignung ist an zukünftigen Konstruktionen auf die Einhaltung von zwischen Nutzer, Instandhalter und Hersteller abgestimmten Außenabmessungen, die etwa denen der jetzigen Serienproduktion entsprechen sollten, zu achten.

### 9. Probleme bei der Begutachtung und Durchsetzung der instandhaltungsgerechten Konstruktion landtechnischer Arbeitsmittel

Bei den bisherigen Darlegungen wurde im wesentlichen von den Forderungen der Instandhaltung an die Konstruktion der Maschinen ausgegangen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Instandhaltungseignung nur eine von mehreren Eigenschaften der landtechnischen Arbeitsmittel darstellt. Dementsprechend kann die Instandhaltungseignung nur als Optimum realisiert werden. Dieses Problem spielte bei der Begutachtung der Maschinen in der Praxis bisher eine untergeordnete Rolle. Bei Änderungsanforderungen an bereits in Serie laufenden Maschinen hat es jedoch eine wesentliche Bedeutung. Dies resultiert besonders daraus, daß der Hersteller außerordentlich stark auf das Problem der Materialeinsparung an seinem

Fertigprodukt orientiert ist und die Verbesserung der Instandhaltungseignung für ihn keine direkten meßbaren Ergebnisse bringt, obwohl sie eigentlich, auch beim Export, ein gutes Verkaufsargument sein dürften. Hier sind deshalb Wege und Möglichkeiten für die Bearbeitung und Überleitung von Forderungen zur instandhaltungsgerechten Konstruktion zu schaffen. Dazu muß auch die Zusammenarbeit zwischen Hersteller und Instandhalter kontinuierlich gestaltet werden. Diese Zusammenarbeit sollte möglichst frühzeitig beginnen, um die Instandhaltungskonzeption abzustimmen und die Ausarbeitung der Aufgabenteilung bzw. der erforderlichen Instandhaltungsdokumentationen z. B. für die ETI einzuleiten. Darüber hinaus wird dabei der Instandhalter nicht nur Begutachter eines fertigen Erzeugnisses, sondern kann bereits im Entwicklungsstadium einen gewissen Einfluß auf die konstruktive Gestaltung nehmen.

Grundlage der Arbeit des Konstrukteurs auf dem Gebiet der instandhaltungsgerechten Konstruktion bilden vorhandene Standards und Richtlinien. Hierzu wurde vom VEB Rationalisierung LTI Neuenhagen ein Katalog „Instandhaltungsgerechtes Konstruieren“ herausgegeben, der diese Standards und Richtlinien enthält. Auch durch das Kombinat Fortschritt Landmaschinen wurden Richtlinien u. a. für Transporteignung, Diagnoseeignung und korrosionsschutzgerechtes Gestalten erarbeitet.

Diese Unterlagen sollten zukünftig als gemeinsame Arbeitsgrundlagen für die instandhaltungsgerechte Konstruktion und deren Beurteilung – unter Mitarbeit der Landmaschinenindustrie und der Landwirtschaft – weiter überschaubar vervollständigt und entsprechend der wissenschaftlich-technischen Entwicklung aktualisiert werden. Als methodische Grundlage für die Begutachtung der instandhaltungsgerechten Konstruktion hat sich im VEB KfL Brand-Erbisdorf/Freiberg das von der TU Dresden erarbeitete Rahmengutachten gut bewährt. Aufgrund der Vielschichtigkeit der Probleme werden bei den durchzuführenden Begutachtungen weitere Fachleute u. a. aus den Bereichen „Instandsetzung von Motoren und deren Baugruppen“, „Einzelteilinstandsetzung“, „Instandsetzung von Hydraulikbaugruppen“ sowie „Technische Diagnose“ einbezogen. Für die weitere Arbeit ist es erforderlich, daß in den Erzeugnisgruppenleitbetrieben der Instandsetzung ein bis zwei geeignete Kader als Spezialisten auf dem Gebiet der instandhaltungsgerechten Konstruktion, das die Probleme des Verschleißverhaltens und der Zuverlässigkeit einschließt, qualifiziert und eingesetzt werden. Damit sollen die Voraussetzungen für eine kontinuierlichere Zusammenarbeit mit der Landmaschinenindustrie geschaffen werden.

### Literatur

- [1] Leitholdt, B.: Gestaltung und Bewertung der Diagnoseeignung landtechnischer Arbeitsmittel. agrartechnik, Berlin 34 (1984) 1, S. 40–42.
- [2] Petersohn, H.-J.; Gahl, R.; Runki, P.: Erreichter Stand und weitere Aufgaben bei der Durchsetzung der instandhaltungsgerechten Konstruktion an Kombinatserzeugnissen. Landtechnische Informationen, Leipzig 23 (1984) 5, S. 109–111.

A 4371