

Arbeitsteilige Analysen des zuverlässigkeits- und instandhaltungsgerechten Konstruierens

Ing. V. Bettmann, KDT, Forschungs- und Entwicklungszentrum Leipzig des VEB Weimar-Kombinat

Inhalt des Beitrags ist die Darstellung methodischer Hinweise zur Organisation und Struktur arbeitsteiliger Analysen des zuverlässigkeits- und instandhaltungsgerechten Konstruierens innerhalb der Länder des RGW.

Im Rahmen der sozialistischen ökonomischen Integration werden zwischen RGW-Ländern in zunehmendem Maße auf dem Gebiet der Landtechnik arbeitsteilige Entwicklungen neuer hochproduktiver Maschinensysteme aufgenommen und durchgeführt.

So wurde auf dem IX. Parteitag der SED hervorgehoben, daß bei der Entwicklung der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit mit RGW-Ländern „so bewährte Formen wie die Zusammenarbeit in gemeinsamen Forscherkollektiven oder gemeinsame Durchführung von Konstruktions- und Projektierungsarbeiten noch weiter ausgebaut werden“.[1] Und auf der Basis des RGW-Komplexprogramms wurden zur Kooperation und Spezialisierung in Forschung, Entwicklung und Produktion bereits über 270 langfristige Vereinbarungen abgeschlossen [2].

Besonders zu beachten ist, daß speziell bei gemeinsamen Entwicklungen auf dem Gebiet der Landtechnik zur Erreichung einer optimalen Zuverlässigkeit und Instandhaltungsseignung der Maschinen spezifische agrotechnische Bedingungen der RGW-Länder von Bedeutung sind. Daher sind während der Entwicklung in den vorgesehenen Einsatzländern selbst Analysen dieser entscheidenden Qualitäts- und Gebrauchseigenschaften der Maschinen durchzuführen. Solche Analysen aus den Einsatzländern sind jedoch nur vergleichbar, wenn sie

auf Grundlage einer abgestimmten gemeinsamen Methodik durchgeführt werden.

1. Grundlagen und Voraussetzungen

1.1. Standardisierungsempfehlungen und einschlägige Standards

Zu den Standardisierungsempfehlungen gehören z. B.:

RS 3526-72	Land- und Forstmaschinen, Einheitliche Prüfmethode, Brüche und Deformationen, Meß- und Bestimmungsverfahren
RS 3677-72	Land- und Forstmaschinen, Einheitliche Prüfmethode, Technische Betreuung, Bewertungsmethoden
RS 3679-72	Land- und Forstmaschinen, Einheitliche Prüfmethode, Korrosionsschutz, Meß- und Bestimmungsverfahren
RS 3684-72	Land- und Forstmaschinen, Einheitliche Prüfmethode, Verschleiß, Meß- und Bestimmungsverfahren
—	Land- und Forstmaschinen, Einheitliche Prüfmethode, Instandhaltungsseignung, Bewertungsmethoden.

Auf der Grundlage dieser Empfehlungen ist bei arbeitsteiligen Entwicklungen eine gemeinsame Methodik zur Durchführung der Analysen abzuleiten. In die gemeinsame Methodik sind gleichzeitig Forderungen einschlägiger nationaler Standards mit aufzunehmen, z. B.:

TGL 20987	Landtechnische Arbeitsmittel, Instandhaltungsgerechte Konstruktion
TGL 26096	Zuverlässigkeit in der Technik
GOST 13377-75	Zuverlässigkeit in der Technik, Begriffe und Bestimmungen.

1.2. Weitere Voraussetzungen arbeitsteiliger Analysen

- Bereitstellung bzw. Austausch möglichst ausführlicher technischer Dokumentationen entsprechend der erreichten Entwicklungsstufe der Maschinen
- Fixierung der abgestimmten Aufgaben im gemeinsamen Erprobungs- bzw. Prüfprogramm
- Abstimmung über die Einbeziehung von Institutionen und Spezialisten bei der Durchführung und Auswertung der Analysen
- Abstimmung über die Bildung einer zeitweiligen gemeinsamen Arbeitsgruppe, die Arbeits- und Maßnahmepläne auf der Basis der Entwicklungsstufen und der Analyseergebnisse erarbeitet und deren Realisierung steuert
- Abstimmung einer gemeinsamen Methodik der arbeitsteiligen Durchführung und Auswertung der Analysen.

2. Arbeitsteilige Durchführung und Struktur der Analysen

2.1. Analyse des Ausfallverhaltens

Das Ausfallverhalten kann als Maßstab der belastungsgerechten Konstruktion einer Maschine unter Beachtung ihrer spezifischen Einsatzbedingungen betrachtet werden.

Mit der Analyse des Ausfallverhaltens sollen Kennziffern der Ersatzteilplanung und Haltbarkeitsbeurteilung gewonnen werden [3].

Wichtig für die komplexe Schadenserfassung ist die Analyse während des Maschineneinsatzes und bei Instandhaltungsmaßnahmen außerhalb des Einsatzes. Bei Reparaturen festgestellte verdeckte Mängel ermöglichen ebenfalls eine Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung der belastungsgerechten Konstruktion.

Abstimmung und Vereinbarung der Methodik zur Analyse des Ausfallverhaltens sind zugunsten der Erfassung einer möglichst großen Stichprobe an Maschinen und der damit verbundenen höheren statistischen Sicherheit sowie zur Beschleunigung der Kennzifferrechnung auf die Anwendung der modernen Rechentechnik auszurichten.

Für die Analyse des Ausfallverhaltens sollte aufgrund der Aufwendigkeit der Datenerfassung nur ein Minimum zu erfassender Daten vorgegeben werden.

2.2. Analyse des Verschleißverhaltens

Anhand nachweisbarer Verschleißmessungen (Null- und Endmessungen) an Maschinenteilen soll deren Verschleißfestigkeit unter Einsatzbedingungen ermittelt werden.

Zur Vorbereitung der Analyse ist zunächst eine Aufstellung von Verschleißmeßteilen vorzunehmen und abzustimmen. Danach sind für jedes Meßteil Meßmittel, Meßstellen und Meßintervalle zu vereinbaren. Für sich wiederholende gleichartige Meßteile und Meßstellen können folgende erweiterungsfähige Beispiele angeführt werden:

Paßfedernuten

Messen der Nutbreite an zwei Meßstellen je 10 mm von den Nutenden entfernt und 3 mm über dem Nutgrund;
Meßmittel: Meßschieber

Kettenradverzahnung

Messen der Zahndicke an zwei gegenüberliegenden Zähnen, bei 25,4 mm Teilung 8 mm tief und mittig der Zahnbreite;
Meßmittel: Zahndickenmeßgerät

Gleitlagerbuchsen, Naben

Messen des Innendurchmessers an vier Meßstellen, von den Stirnseiten 5 mm tief je zwei Meßstellen, 1,57 rad (90°) versetzt;
Meßmittel: Innenfeinmeßmittel „Into“

Wellen-Verschleißstellen

Messen des Durchmessers an zwei Meßstellen im Verschleißbereich, 1,57 rad (90°) versetzt;
Meßmittel: Bügelmeßschraube

Fortsetzung von Seite 319

Literatur

- [1] Informationen über Philadelphiapaletten. VEB Kreisbetrieb für Landtechnik Beeskow, Betriebsteil Philadelphia, 1977.
- [2] Boxpaletten nach TGL 12845. Projektierungskatalog. Leipzig: VEB Transportanlagenprojekt Leipzig 1973.
- [3] Faßpaletten Typ FP/M. Projektierungskatalog. Leipzig: VEB Transportanlagenprojekt 1972.
- [4] TGL 25347 Paletten und Palettenteile. Ausg. 1971.
- [5] Tankpalette. Projektierungskatalog. Leipzig: VEB Transportanlagenprojekt 1973.
- [6] Erläuterungen zur Vorschrift Nr. 9/74 — Bautechnischer Brandschutz — der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Bauwesen der DDR vom 10. Juni 1974, verbindlich ab 1. Juli 1974. rap-Information (1976) H. 6. S. 32—45.
- [7] Arbeits- und Brandschutzanordnung 17/2 — Allgemeine Bedingungen für Transport und Lagerung. GBl. Sdr. Nr. 771 v. 3. Jan. 1974.
- [8] Prospektmaterial über Balkancar-Elektrogabelstapler. Balkancarimpex (VR Bulgarien) 1977.
- [9] Gabelhochhubwagen WVY 502. Projektierungskatalog. Leipzig: VEB Transportanlagenprojekt 1973.
- [10] Gabelhubwagen. Projektierungskatalog. Leipzig: VEB Transportanlagenprojekt 1973. A 1985

Trägereile, Mitnehmer, Wellen, Bolzen

Messen auf bleibende Verformung an ausgewählten Meßstellen;

Meßmittel: Universal-Winkelmesser, Haarlineal mit Skala; Stahlmaß, Anreißplatte, Rundlaufprüfgerät u. a.

Rollenketten

Messen der Kettenlänge sowie Überprüfung des Verschleißes der Rollen;

Meßmittel: Längenmeßeinrichtung [4]

Wälzlager

Messen des Lagerspiels sowie Überprüfung des Lagerschmierstoffs;

Meßmittel: Diagnosegerät DS-601 [5].

Als weitere Maßnahmen, die bei der arbeitsteiligen Analyse des Verschleißverhaltens zu beachten sind, haben sich herausgestellt:

- Anlegen von Verschleißmeßblättern (z. B. wie in TGL 24626/04) und von Meßteilzeichnungen. In den Zeichnungen sind die vorgesehenen Meßstellen einzutragen und diese zur Vermeidung von Verwechslungen mit Zahlen oder Buchstaben zu kennzeichnen. Austausch dieser Unterlagen zwischen den an der Entwicklung beteiligten Partnern.
- Dauerhafte Kennzeichnung der Meßteile und Meßstellen an den Untersuchungsmaschinen. Vorteilhaft ist eine Kennzeichnung mit Elektrosigniergerät für Metallbeschriftung.
- Durchführung der Nullmessung im Rahmen des Musterbaus und Endmessung der Verschleißmeßteile nach Beendigung des im Erprobungs- bzw. Prüfprogramm festgelegten Maschineneinsatzes. Alle Meßergebnisse werden in protokollarischer Form in die Meßblätter eingetragen.
- Austausch der Meßergebnisse und gemeinsame Auswertung derselben. Festlegung bzw. Vorschlag konstruktiver Maßnahmen bei Ermittlung übermäßiger Verschleißkennzahlen.

2.3. Analyse des Pflege- und Wartungsaufwands

Während die vorgenannten Analysen des Ausfall- und Verschleißverhaltens eine laufende Erfassung im vorgesehenen Zeitraum sowohl während des Maschineneinsatzes als auch bei Instandhaltungsmaßnahmen außerhalb des Einsatzes erfordern, ist die Analyse des Pflege- und Wartungsaufwands an die gemäß Bedienungsanweisung vorgeschriebenen Pflege- und Wartungsintervalle gebunden. Es wird weiterhin als ausreichend betrachtet, die Analyse nach vereinbartem Schema (z. B. wie in TGL 24626/15) nur an einer Maschine durchzuführen.

Im wesentlichen ist festzuhalten:

- Anzahl der Schmierstellen und Schmiermittelsorten
- Zeit- und Schmiermittelaufwand für Pflege und Wartung sowie für Abstellung und Konservierung
- Zugänglichkeit zu Pflege- und Wartungsstellen.

Anhand der Analyse wird die Pflege- und Wartungseignung beurteilt und die Notwendigkeit konstruktiver Maßnahmen beraten.

2.4. Technische Diagnostik

Aufgabe der Analyse zur Technischen Diagnostik ist vor allem die Ermittlung des Grades der demontagefreien Überprüfbarkeit des Verschleißzustands und der Restnutzungsdauer. Die abzustimmende Methodik der Analyse

sollte u. a. folgende Schwerpunkte enthalten:

- Anwendbarkeit bekannter Prüfgeräte und Prüfhilfsgeräte wie z. B.
 - Drehzahlmesser
 - Düsenprüfgerät
 - Rauchdichtemessgerät
 - Druckmanometer
 - Kompressionsdruckprüfgerät
 - Drehmomentenschlüssel
 - Diagnosegerät DS-601 [5]
- weitere Diagnosemaßnahmen, die dazu beitragen, eine abnutzungsgerechte Instandsetzung zur optimalen Ausnutzung der Restnutzungsdauer zu gewährleisten
- Wirksamkeit der angewendeten Diagnosemaßnahmen, wie z. B. Störstellenanzeige oder Signal- und Meßeinrichtungen
- Stand der technischen Dokumentation zur Durchführung von Diagnosemaßnahmen
- Übereinstimmung der Prüfintervalle mit den Intervallen der Pflege und Wartung.

2.5. Analyse des Instandsetzungsaufwands

Eine einheitliche Methodik zur Analyse des Instandsetzungsaufwands von arbeitsteiliger Entwicklung befindlichen Maschinen muß zwei Haupterfassungsabschnitte berücksichtigen:

- Operative Instandsetzung beim Maschineneinsatz
- Kampagne- oder Jahresfestinstandsetzung. Die Beurteilung beinhaltet folgende Schwerpunkte:
 - Arbeitszeit- und Materialaufwand
 - Austauschbarkeit und Standardisierung; Bewertung z. B. nach [6]:
Wiederverwendungsgrad W

$$W = \frac{E_w}{E_z} \cdot 100;$$

E_w Wiederholteile des Erzeugnisses
 E_z gezeichnete Einzelteile des Erzeugnisses;
Standardisierungsgrad S

$$S = \frac{E_n}{E_g} \cdot 100;$$

E_n Normteile des Erzeugnisses
 E_g Einzelteile des Erzeugnisses insgesamt

- Schwierigkeitsgrad erforderlicher Demontagearbeiten und Zerlegbarkeit in Baugruppen und Einzelteile

- Zugänglichkeit zu den Trönnstellen
- Trennbarkeit der elektrischen, hydraulischen und pneumatischen Leitungen an den Nahtstellen der Baugruppen und Einzelteile
- erforderliche Hebezeuge, Vorrichtungen, Spezialwerkzeuge und notwendige Anschlagpunkte
- komplizierte Paß- und Justierarbeiten sowie Toleranzen bei Passungsverbindungen
- Beurteilung erreichter Betriebs- und Aussonderungsgrenzen im Vergleich zu vorgegebenen Werten
- Eignung für spezialisierte Instandsetzung und Aufarbeitung.

2.6. Analyse des Korrosionsschutzes

Auf der Basis der Standardisierungsempfehlung RS 3679-72 ist die Analysenmethodik des Korrosionsschutzes zu vereinbaren. Zu berücksichtigen sind dabei vorhandene nationale Standards (z. B. TGL 24626/03 Allgemeine Prüfvorschriften Korrosionsschutz).

- Schwerpunkte der Analyse:
- Beurteilung des korrosionsschutzgerechten

Materialeinsatzes. Es ist dabei zu untersuchen, ob alle Möglichkeiten genutzt werden, korrosionshemmende Werkstoffpaarungen, korrosionsträge und korrosionsfeste oder chemikalienbeständige Werkstoffe ökonomisch einzusetzen.

- Beurteilung der korrosionsschutzgerechten Gestaltung. Dabei sind folgende Fragen zu untersuchen:

- Sind vermeidbare Schutz- und Wassersammelstellen (Hohlräume, Winkel, Kehlen, Profilöffnungen, unterbrochene Schweißnähte usw.) vorhanden?
- Sind ausreichend Schutzvorrichtungen und Abdeckungen vorhanden und korrosionswirksam?
- Sind Paßverbindungen — insbesondere Lagersitze — und Lager selbst ausreichend korrosionsgeschützt?
- Sind korrosionsgefährdete Baugruppen und Einzelteile leicht demontierbar, um sie bei Abstellung der Maschine — besonders im Freien — ausbauen und gesondert konservieren zu können?
- Beurteilung metallischer und nichtmetallischer Oberflächenüberzüge hinsichtlich Korrosionsschutzwirksamkeit.

3. Schlußbemerkungen

Bei arbeitsteiliger Entwicklung landtechnischer Arbeitsmittel im Rahmen des RGW sind zur Sicherung der Qualität und Gebrauchseigenschaften der neuen Erzeugnisse entsprechend dem Welthöchststand umfangreiche Arbeiten auf dem Gebiet der Zuverlässigkeits- und instandhaltungsgerechten Konstruktion erforderlich. Zur systematischen und zielgerichteten Lösung dieser Aufgaben werden im vorliegenden Beitrag Probleme aufgezeigt, die prinzipiell in drei Schwerpunkten zusammengefaßt werden können:

- Berücksichtigung von Grundlagen und Voraussetzungen arbeitsteiliger Analysen des zuverlässigkeits- und instandhaltungsgerechten Konstruierens
- Erarbeitung und Abstimmung einer einheitlichen Methodik einschließlich Erfassung aller Schwerpunkte für die arbeitsteilige Durchführung der Analysen
- Abstimmung konstruktiver Maßnahmen zur Erhöhung der Zuverlässigkeit und Instandhaltungseignung der Maschinen auf der Basis einer gemeinsamen Auswertung der Analysenergebnisse.

Literatur

- [1] Honecker, E.: Bericht des ZK der SED an den IX. Parteitag der SED. Berlin: Dietz-Verlag 1976.
- [2] Autorenkollektiv: Integration, Intensivierung und wissenschaftlich-technischer Fortschritt. Berlin: Verlag für Agitations- und Anschauungsmittel 1975.
- [3] Methodik zur Schadensermittlung des Rübenrodeladers KS-6. Ukrainisches Forschungsinstitut für Maschinen zum Anbau technischer Kulturen, Charkov 1972 (unveröffentlicht).
- [4] Greyer, W.; Volk, G.: Der Bedarf an Rollenketten kann und muß gesenkt werden. Landtechnische Informationen (1976) H. 2, S. 27.
- [5] Ullmann, R.: Ein Gerät zur Diagnose von Laufflächenschäden an Wälzlager. agrartechnik 27 (1977) H. 1, S. 10—11.
- [6] Kennziffern der Standardisierung DDR-Baugruppen zum KS-6. VEB Weimar-Kombinat, Werkbericht 1972 (unveröffentlicht). A 2048