

Hans-Peter Grothaus, Frank-Ulrich Friedlein, Matthias Dirks

Instandhaltung ist planbar

Neben dem Verkauf landtechnischer Produkte hat der Service bei CLAAS einen hohen Stellenwert. Eine kontinuierliche Betriebsbereitschaft und Verfügbarkeit der CLAAS Maschinen, die Erbringung wertschöpfender Dienstleistungen und der Erhalt der Kundenzufriedenheit motivieren zum Ausbau des Dienstleistungsgeschäftes. Ziel des Unternehmens ist es, für die komplette Bandbreite der Produkte Dienstleistungen anzubieten. Diese Dienstleistungen über den Lebenszyklus der Maschinen richten sich auf individuelle Bedingungen der Kunden. Durch Verknüpfung technischer Produkte mit „intelligenten“ Dienstleistungen werden integrierte/hybride Leistungsangebote geschaffen. Diese Leistungssysteme stützen sich auf moderne Informations- und Kommunikationstechnologien.

Schlüsselwörter

Instandhaltung, Instandhaltungsstrategie, Zustandsüberwachung, Feldversuch

Keywords

Repair, repair strategy, condition monitoring, field test

Abstract

Grothaus, Hans-Peter; Friedlein, Frank-Ulrich and Dirks, Matthias

Repair is plannable

Landtechnik 64 (2009), no. 3, pp. 184 - 186, 6 figures

Beside the sales of agricultural machines services are of major importance for CLAAS. Operational reliability and availability of CLAAS machines, performance of value-adding services and the preservation of customer satisfaction motivate to enhance the service business. CLAAS aims to offer services for the complete range of products. These services covering the life-cycle of the machines are directed on individual customer needs. Integrated/hybrid service offers are created by interlinkage of technical products with „intelligent“ services. These integrated service products are based on modern information and communication technologies.

■ Die Landtechnikbranche ist im Vergleich zur Kfz- und Nutzfahrzeugbranche durch geringere Stückzahlen bei gleichzeitig hoher Variantenvielfalt gekennzeichnet. Je nach Nutzung der Maschinen – insbesondere unter den regional stark variierenden Umweltbedingungen – gibt es große Abweichungen in den Wartungs- und Instandhaltungsaufwendungen.

Die Anforderungen des Maschinenbetreibers, meistens

handelt es sich um einen Landwirt oder Lohnunternehmer, gegenüber dem Maschinenhersteller und der Landtechnikwerkstatt als Dienstleistungsanbieter sind:

- a) niedrige Kosten der Betriebsbereitschaft,
- b) geringe Ausfallzeiten der Maschinen sowie
- c) hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit.

Zudem wünscht der Maschinenbetreiber Unterstützung beim effizienten Betrieb seiner Maschinen, was durch Trainingsangebote und Beratung zur optimalen Maschineneinstellung gewährleistet wird.

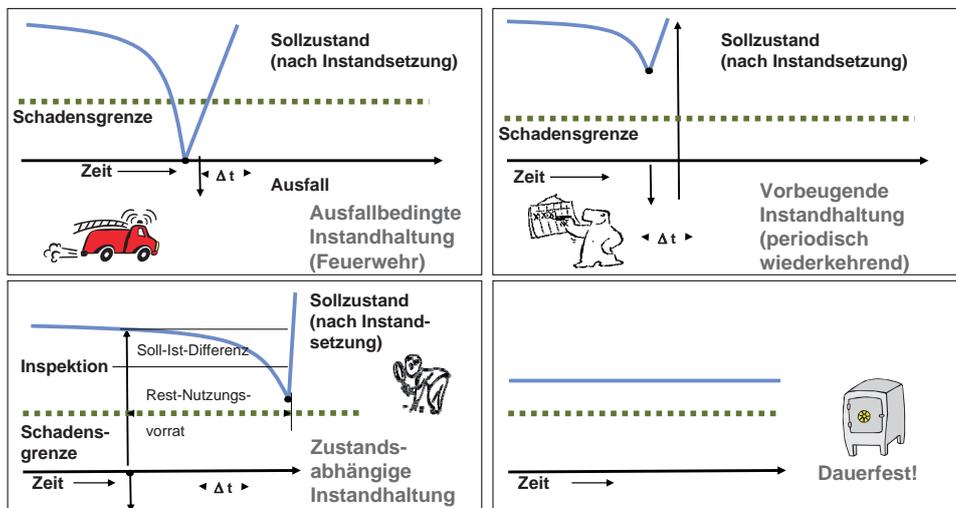
Die Forderung der Kunden nach Maschinenverfügbarkeit nimmt ständig zu. Dies ist die Folge der fortschreitenden Weiterentwicklung zu einer immer leistungsfähigeren Landtechnik. Für die gleiche Arbeitsleistung werden immer weniger Geräte benötigt. Somit steigt das Risiko bei einem Maschinenausfall, einen Verfügbarkeitsengpass nicht ausgleichen zu können. Durch kontinuierliche Verbesserungsmaßnahmen im Produktentwicklungsprozess sinken die Instandhaltungskosten im Verhältnis zu den Investitionskosten.

Die Nutzung von Maschinen und Anlagen führt zu einem vorhersehbaren, unvermeidlichen Abbau der hierfür konstruktiv vorgegebenen Abnutzungsvorräte. Diesen Vorgang beschreibt eine idealisierte Abbaukurve.

Instandhaltungsstrategien

Je nach gewählter Strategie erfolgt die Instandhaltung zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Verlauf der Abbaukurve des Verschleißvorrates eines Bauteils oder einer Baugruppe, siehe **Abbildung 1**. Traditionell wird die ausfallbedingte Instandhaltung praktiziert. Hier ist es wichtig, dass bei Eintreten eines Schadensereignisses eine rasche Instandsetzung sichergestellt wird. Eine andere Strategie kommt insbesondere bei kritischen Bauteilen und Baugruppen zur Anwendung. Diese Teile werden dauerhaft konstruiert, um einen Schadensfall während des Maschinenlebenszyklus mit hoher Wahrscheinlichkeit auszuschließen. Alternativ findet man die vorbeugende Instandhal-

Abb. 1



Instandhaltungsstrategien
Fig. 1: Maintenance and repair strategies

Leistungen durch die Werkstatt lässt sich durch einen geringfügig höheren Planungsaufwand bei geplantem und standardisiertem Vorgehen erheblich reduzieren (orange Linie), so dass der Gesamtaufwand sinkt.

Informationen bündeln

Ein Landtechnikhersteller, der wirtschaftliche Instandhaltungsangebote über den kompletten Maschinenlebenszyklus anbieten will, muss möglichst umfassende Informationen zu Maschineneinsatz und -nutzung zusammentragen. Dafür stehen ihm verschiedene Informationsquellen zur Verfügung. Traditionell

wird in den Versuchsabteilungen der Hersteller vielfältige Untersuchungen zu Funktion und Festigkeit angestellt. Darüber hinaus bietet die Sensorausstattung der Maschinen die Möglichkeit, in Abstimmung mit dem Maschinenbetreiber Maschinendaten zu generieren und anschließend auszuwerten. Zu den im Markt befindlichen Maschinen erhält der Hersteller über Kundendienstmitarbeiter und Schulungszentren ein umfangreiches Feedback, das informationstechnisch erfasst und aufbereitet wird. Zusätzlich können aus Ersatzteilumsätzen und Schadensstatistiken Instandhaltungsinformationen abgeleitet werden. Sind Versuchsmaschinen in eine Telematikinfrastruktur eingebunden, so erlaubt dies ein Monitoring von Sensorwerten zur Maschinennutzung und zum Auftreten von Alarmen und Störungen. Eingebunden in Serviceverträge wird der komplette Instandhaltungsprozess professionell begleitet und zu Abrechnungs- und Dokumentationszwecken informati-

onell werden in den Versuchsabteilungen der Hersteller vielfältige Untersuchungen zu Funktion und Festigkeit angestellt. Darüber hinaus bietet die Sensorausstattung der Maschinen die Möglichkeit, in Abstimmung mit dem Maschinenbetreiber Maschinendaten zu generieren und anschließend auszuwerten. Zu den im Markt befindlichen Maschinen erhält der Hersteller über Kundendienstmitarbeiter und Schulungszentren ein umfangreiches Feedback, das informationstechnisch erfasst und aufbereitet wird. Zusätzlich können aus Ersatzteilumsätzen und Schadensstatistiken Instandhaltungsinformationen abgeleitet werden. Sind Versuchsmaschinen in eine Telematikinfrastruktur eingebunden, so erlaubt dies ein Monitoring von Sensorwerten zur Maschinennutzung und zum Auftreten von Alarmen und Störungen. Eingebunden in Serviceverträge wird der komplette Instandhaltungsprozess professionell begleitet und zu Abrechnungs- und Dokumentationszwecken informati-

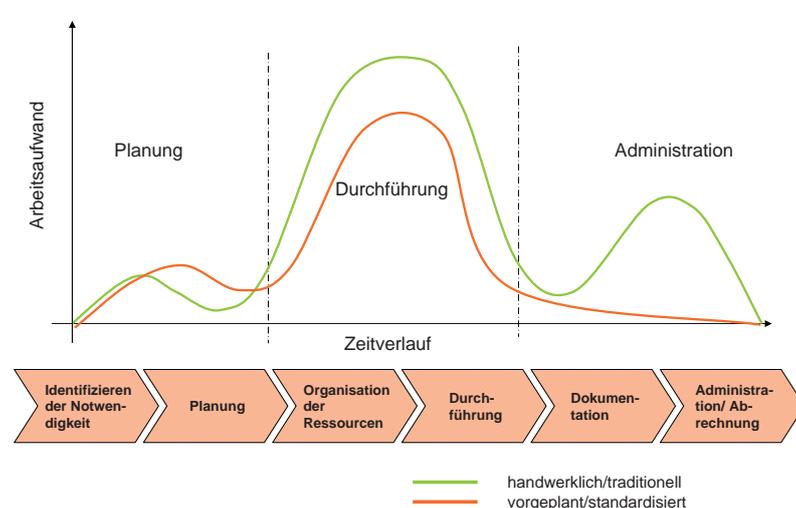
Ablauf der Instandhaltung

Instandhaltungsdienstleistungen folgen einem stetig wiederkehrenden Prozess, der mit dem Identifizieren der Notwendigkeit beginnt und mit der Administration und der Abrechnung der Leistung endet, siehe **Abbildung 2**.

Handwerklich/traditionelle Methoden der Instandhaltung (grüne Linie) haben zwar einen geringen Planungsaufwand in der Durchführung; insbesondere in der Administration verursachen sie jedoch hohe Aufwendungen.

Der Aufwand für die Durchführung der Instandhaltung selbst sowie für Dokumentation und Abrechnung von

Abb. 2



Traditionelle versus vorgeplante Instandhaltung
Fig. 2: Traditional versus preplanned maintenance and repair processes

Abb. 3



Einzugsketten am Schrägförderer
Fig. 3: Feeder house conveyor chains

onstechnisch festgehalten. Die Bündelung und intelligente Auswertung dieser Informationen geht in die frühen Phasen der Produktentstehung neuer Maschinen ein. Dies verbessert die Qualität der Maschinen und der Instandhaltungsprozesse über den gesamten Lebenszyklus.

Planbare Instandhaltung am Beispiel Kettenlängung

Zum Beispiel ist die Kettenlängung im Schrägförderer der Mähreschers (Abbildung 3) für die Maschinenwartung und Instandhaltung von großer Bedeutung. Die Nutzung der Ketten über die Verschleißgrenze führt zum Ausfall der Bauteile. Neben der gravierenden Primärwirkung sind auch große Schäden in den nachfolgenden Baugruppen wie Dreschwerk, Rotor oder Schüttler und Strohhäcksler möglich. Die Reparaturkosten und die Ausfallzeit der Maschine sind dann entsprechend höher. Hinzu kommen die Kosten der Ernteverzögerung.

Im normalen Maschinenbetrieb hat die Schrägfördererkette Kontakt zu unterschiedlichen Materialien wie Sand, Pflanzenteilen, ölhaltigen Körnern und Wasser. Dies und die verschiedenen zu fördernden Korn-Strohgemischmengen haben Einfluss auf den zeitlichen Verlauf der Kettenlängung. Es resultieren hohe Anforderungen an die Ermittlung und Analyse eines Verschleißmaßes und die daraus abzuleitende Vorhersagbarkeit des Ausfalls.

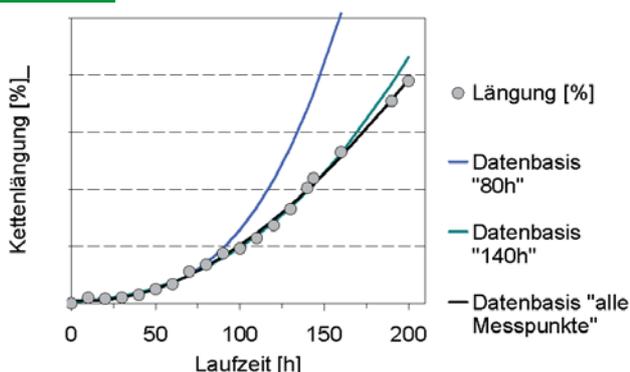
Aufgrund des mechanisch eindeutigen Verhaltens (die Kette kann nur länger werden) wird der Ansatz verfolgt, den zeitlichen Verlauf der Messgröße mittels einer mathematischen Funktion abzubilden und auf entsprechende Restlaufzeiten hin zu interpretieren.

Abb. 4



Prüfstand zur Untersuchung der Schrägfördererketten. Foto: Claas
Fig. 4: Test stand for feeder house conveyor chain examination

Abb. 5



Kettenlängung am Prüfstand
Fig. 5: Chain elongation on test stand

Erkenntnisse anhand von Prüfstanduntersuchungen

Zur Validierung des Messverfahrens wird die Kettenlängung zunächst an einem Prüfstand ermittelt (Abbildung 4).

Zur eindeutigen Analyse der Daten werden die Haupteinflussgrößen Drehzahl und Zugkraft im Lastzentrum der Ketten fest definiert und konstant gehalten. Alle weiteren Einflüsse werden nicht in die Untersuchung einbezogen.

Die Prüfstandversuche zeigen, dass sich die Daten zur Kettenlängung mittels Regressionsanalyse eindeutig mathematisch beschreiben lassen (Abbildung 5).

Überprüfung in Feldversuchen

Um die Qualität der Daten unter realen Einsatzbedingungen kennen zu lernen, wird die Kettenlängung im Feldeinsatz zu verschiedenen Laufzeiten ermittelt. Zur Ermittlung der Längung wird die gleiche Methode verwendet, wie bei den Prüfstandversuchen. Die Auswertung der Daten zeigt einen ähnlichen Verlauf wie die Daten vom Prüfstandlauf (Abbildung 6).

Wechselnde Getreidearten, Standorte und Witterungsbedingungen scheinen weniger Einfluss auf den Verlauf zu haben als zunächst angenommen. Es finden sich hohe Bestimmtheitsmaße von 0,999 zur ermittelten Funktion.

Schlussfolgerungen

Basierend auf diesen Ergebnissen lassen sich Handlungsanweisungen für eine planbare Instandhaltung der Schrägfördererketten ableiten. Somit stehen Informationen zur Planung von Wartung und Instandhaltung zur Verfügung. Erforderliche Arbeiten können koordiniert werden, so dass eine möglichst hohe Maschinenverfügbarkeit erreicht wird. Schäden durch unzulässige Nutzung mit zu hohem Verschleiß können vermieden werden.

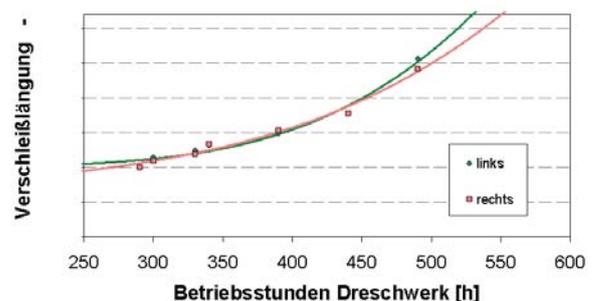
Autoren

Dr. Hans-Peter Grothaus ist Leiter Entwicklung Systeme und Dienstleistungen in der Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH. E-Mail: Hans-Peter.Grothaus@claas.com

Dipl.-Ing. Frank-Ulrich Friedlein ist Leiter Versuch, Funktion und Festigkeit in der Claas Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH

Dipl.-Ing. Matthias Dirks ist Versuchsingenieur bei Claas und verantwortlich für Festigkeitserprobungen im In- und Ausland

Abb. 6



Kettenlängung im Feldeinsatz
Fig. 6: Chain elongation in field test