



Ein Fahrzeug rund um den Hof

Marktübersicht und Vorgehen zur Gewinnung von Lastkollektiven zur Auslegung und Optimierung von Fahrtrieben in Teleskopladern

A. Huber, Chr. Schwab, M. Geimer

Teleskoplader erfuhren in den letzten zehn bis 15 Jahren in Europa eine zunehmende Beliebtheit innerhalb einzelner Branchen. In den Jahren 2006 bis 2008 konnte ein Wachstum des Absatzes in Deutschland von über 12 % pro Jahr erreicht werden. Dabei wurden in 2008 rund 2 600 Maschinen innerhalb Deutschlands abgesetzt. Die größten Stückzahlen der Maschinen nimmt die Landwirtschaft ab, gefolgt von Vermietung, Bauwirtschaft und industrieller Einsatz.

Andreas Huber, M.Sc., Dipl.-Ing. Christian Schwab, beide wissenschaftl. Mitarbeiter von **Prof. Dr.-Ing. Marcus Geimer**, Leiter des Lehrstuhls für Mobile Arbeitsmaschinen (MOBIMA) der Universität Karlsruhe (TH)

In folgendem Beitrag wird im ersten Teil ein Überblick der Ausstattungsmerkmale von Teleskopladern im Segment von 3 bis 4 t Hubkraft mit einer Hubhöhe von ca. 7 bis 9 m gegeben. Der zweite Teil behandelt das Vorgehen beim Ermitteln von Belastungskollektiven im praktischen Einsatz, welche für das wirtschaftliche Auslegen von Fahrtrieben bei Teleskopladern benötigt werden.

In dem oben genannten Segment der Teleskoplader werden derzeit die meisten Varianten von den Herstellern angeboten. Für diesen Beitrag wurden 37 Teleskoplader der Marken Claas, Deutz-Fahr, JCB, Liebherr, Manitou und Merlo betrachtet, die für den landwirtschaftlichen Einsatzzweck konzipiert bzw. geeignet sind.

Bei den betrachteten Teleskopladern kommen Dieselmotoren im Leistungsbereich von 74 bis 114 kW zum Einsatz. Turbolader mit Ladeluftkühlung werden bei Maschinen im oberen Leistungsbereich verbaut. Ein großer Anteil der Dieselmotoren ist bei den betrachteten Teleskopladern beispielsweise von Deutz oder Perkins



Im Cockpit installiertes Bediengeräte zur Aufzeichnung der Arbeitstätigkeit



Volumenstromsensor im hydrostatischen Kreis des Fahrantriebes

fremdbezogen. Als Fahrtriebe sind sowohl hydrodynamische Wandler, als auch hydrostatische Fahrtriebe gängig. Teilweise haben Hersteller beide Arten der Drehzahl-/Drehmomentwandlung in Kombination mit Power- bzw. Autoshift-Getrieben im Programm, um den gewünschten Fahrgeschwindigkeitsbereich von 0 bis

bei einem Druck von 210 bis 270 bar (herstellerabhängig). Teilweise stehen bei einem Modell verschiedene Volumenströme optional zur Verfügung. Ab 110 L/min Volumenstrom werden nur noch Load-Sensing-Pumpen verbaut. Der Tank bevorratet zwischen 87 und 131 l Hydrauliköl für das Betreiben des Fahrtriebes und der

Verfahren zur Verfügung. Das gängigste und zugleich auch das anwenderfreundlichste Verfahren ist das Nennspannungskonzept, welches im Jahre 1924 im Ansatz von Palmgren für Wälzlager vorgestellt wurde. [8] Dieses Verfahren wurde zunehmend verfeinert, so dass eine Übertragbarkeit auf andere Komponenten mit den dazugehörigen Einschränkungen gegeben ist.

Zur Abschätzung der Betriebsfestigkeit bzw. Lebensdauer der betrachteten Komponenten werden Informationen zur Belastbarkeit und der Belastung benötigt. Die Belastbarkeit einer Komponente wird durch Wöhlerlinien dargestellt und kann durch Berechnung oder Prüfstandversuche gewonnen werden.

Die Belastung bzw. Beanspruchung einer Komponente wird für die Betriebsfestigkeitsberechnung in Form von Lastkollektiven benötigt. Bei diesen Lastkollektiven wird die Belastung – in der Regel eingeteilt in Klassen – als Summenhäufigkeit oder als Histogramm dargestellt.

Lastkollektive spiegeln die im realen Einsatz auftretende Belastung der Komponenten wider. Aus diesem Grund wurden am Lehrstuhl für Mobile Arbeitsmaschinen (MOBIMA) der Universität Karlsruhe (TH) im Rahmen des Forschungsprojekts, „Ermittlung von Lastkollektiven zur Dimensionierung des Antriebsstrangs am Beispiel eines Teleskopladern“ (FVA-Nr. 528) der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA), Lastkollektive des Fahrtriebsstrangs ermittelt. Dafür wurde ein Teleskoplader mit geeigneter Sensorik ausgerüstet und zum Aufzeichnen von Belastungs-Zeit-Funktionen auf drei landwirtschaftlichen Betrieben für alle anfallenden Tätigkeiten eingesetzt.

Die Tätigkeiten eines Teleskopladern können im praktischen Einsatz in sieben Kate-

Lastkollektive spiegeln die im realen Einsatz auftretende Belastung der Komponenten wieder

40 km/h abzudecken. Die Anzahl der Fahrstufen variiert dabei von 2 bis 6 Gängen und ist davon abhängig, ob eine hydrostatische oder hydrodynamische Drehzahl-/Drehmomentwandlung verbaut ist. Vorne und hinten werden Lenkachsen verbaut, welche die Lenkmodi Allradlenkung (gute Wendigkeit), Vorderachslenkung (bei hohen Geschwindigkeiten) und Hundegang (z. B. beim Einsatz in Fahrhilfen) ermöglichen.

Die Hubwerke erreichen angehoben und teleskopiert eine Hubhöhe von bis zu 9,2 m mit einer Last von bis zu 4 t bei maximaler Hubhöhe. Um die Standsicherheit in unebenem Gelände zu erhöhen, besteht bei einigen Modellen die Möglichkeit, das Fahrzeug durch eine hydraulische Verstellung in eine sichere vertikale Standposition zu bringen. Bei allen Modellen ist für das Anbauen der Werkzeuge ein Schnellwechselrahmen vorgesehen, welcher in der Regel hydraulisch betätigt werden kann. Hydraulische Anbaugeräte werden üblicherweise manuell mit Standardhydraulikkupplungen bzw. so genannten Multikupplern angeschlossen.

Der hydraulische Volumenstrom bei der Arbeitshydraulik variiert in dem betrachteten Segment zwischen 84 und 150 L/min

Arbeitshydraulik wie Hubwerk, weiterer Anbaugeräte oder Anhänger.

Neben den Serienfunktionen sind weitere Ausstattungsmerkmale optional oder auf Wunsch und herstellerabhängig erhältlich. Dabei können z. B. Funktionen wie Hubwerksdämpfung, zusätzliche hydraulische Kreise für Anbaugeräte und Anhänger, sowie Druckluftbremse für Anhängerbetrieb oder Heckkraftheber bezogen werden. [2, 3, 4, 5, 6, 7]

Lastkollektivermittlung:

Der zweite Teil des Beitrags erläutert das Vorgehen bei der Ermittlung von Lastkollektiven bei Teleskopladern, welche für die Auslegung des Antriebsstrangs von entscheidender Bedeutung sind.

Für eine wirtschaftliche und ressourcenschonende Auslegung von Antriebsstrangkomponenten kann die Betriebsfestigkeitsberechnung angewendet werden. Diese Methode dient u. a. als Nachweis der geforderten Lebensdauer bei einer durchschnittlichen bzw. angenommenen Verwendung der Arbeitsmaschine. Innerhalb dieser Betriebsfestigkeitsberechnung stehen diverse

Teil der Versuchsfahrt: Absetzen eines Betonblockes auf dem Testgelände

goren, den sog. Arbeitstätigkeiten, eingeteilt werden. [9] Diese Arbeitstätigkeiten werden durch manuelle Einstellmöglichkeiten des Fahrers parallel beim Einsatz aufgezeichnet. Zusätzlich wurde projektbegleitend auf weiteren landwirtschaftlichen Betrieben Abfragen mithilfe eines Fragebogens durchgeführt, um ein Bild über die Tätigkeiten und deren Häufigkeit bezogen auf die Betriebsstruktur und -größe zu bekommen.

Bei den definierten Arbeitstätigkeiten nimmt im Durchschnitt das Laden den größten Anteil ein, gefolgt von Umsetzen, Schieben, Stapeln, Transport/Überfahren, hydraulische Funktionen und Servicearbeiten/undefinierte Tätigkeiten. Das Laden beinhaltet z. B. das Beladen eines Transportfahrzeugs oder das Befüllen einer Biogasanlage. Das Sammeln von Großballen zu einem Feldlager fällt unter Umsetzen.

Zur Durchführung der Arbeitstätigkeiten kann eine Bandbreite von Anbauwerkzeugen (Schaufel, Palettengabel, usw.) verwendet werden. Pro Betrieb sind zehn oder mehr Anbauwerkzeuge keine Seltenheit. Beispielsweise werden bei Betrieben mit Nahrungs-

mittelproduktion separate Schaufeln zum Verladen der Nahrungsmittel verwendet.

Während des Einsatzes wurden zusätzlich Informationen wie Lenkmodi, Fahrstufe und derzeitiger Fahrer aufgezeichnet.

Aus den aufgezeichneten Belastungs-Zeit-Funktionen werden im Anschluss Kollektive durch ein- oder zweiparametrische Klassierverfahren im „Offline-Verfahren“ erstellt. Je nach Verwendungszweck wird ein geeignetes Klassierverfahren ausgewählt. Durch Überlagern zeitlich gewichteter Einzelkollektive können Bemessungskollektive für den Betriebsfestigkeitsnachweis für nahezu beliebige Einsatzspektren zusammengestellt werden.

Am Lehrstuhl für MOBIMA werden derzeit in der Abschlussphase des o. g. Projekts die gesammelten Messdaten ausgewertet, so dass in Kürze umfassende Lastkollektive zur Auslegung des Fahrtriebsstrangs von Teleskopladern zur Verfügung stehen werden.

MOBIMA
5386400

WWW
www.vfv1.de/#5386400

Literaturquelle:

- [1] VDMA, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Frankfurt; Nicht veröffentlichte Information
- [2] Claas Vertriebsgesellschaft mbH, Harsewinkel; www.claas.de; Online-Prospekt, 100/000 248 719.1, Stand 11/07
- [3] Same Deutz-Fahr Deutschland GmbH, Lauingen; www.deutz-fahr.de; Online-Prospekt, 701-01-01 (Stand 10/06) und 706-01-01 (Stand 11/08)
- [4] JCB Deutschland GmbH, Köln; www.jcb.com; Online-Prospekte Typ 526-56: 9999/5378 G 6/08 Ausgabe 1, Typ 531-70: 9999/5217 9/08 Ausgabe 3, Typ 535-95: 9999/5110 9/08 Ausgabe 4, Typ 536-60: 9999/5216 9/08 Ausgabe 3, Typ 536-70: 9999/5331 9/08 Ausgabe 2, Typ 541-70: 9999/5218 9/08 Ausgabe 3
- [5] Liebherr-Werk Telfs GmbH, Telfs; www.liebherr.com; Online-Prospekt, RG-BK-RP LWT/VM 10675217-1 (Stand 03/09)
- [6] Manitou Deutschland GmbH, Ober-Mörlen; www.de.manitou.com; Online-Prospekte Typ MVT 628: 700013DE, Typ MLT 523 T - CBA 1500: 700042DE, Typ MLT 630- 634 Turbo LSU - CBG Standard 2450: 700045DE, Type MLT 735: 700292 DE, Typ MLT 741 - 120 LSU Powershift - FFGR 30 MT 2100: 700047DE, Typ MLT 742 H: 700049DE, Typ MLT 627 kompakt: 700043DE, Typ MLT 627: 700044DE, Typ MLT 731 Turbo - FFGR 30 MT 2100: 700046DE, Typ MLT 845 - 120 LSU - TFF 45 MT 1040: 700051DE, Typ MLT 845 H: 700052DE, Type MLT 940 L - 120 LSU - TFF 45 MT 1040: 700053DE, Typ MLT 940 H: 700049DE, Typ MLT 1035: 700376DE
- [7] Merlo Deutschland GmbH, Bremen; www.merlo.de; Online-Prospekte Turbofarm: P 304 D 0605, Multifarmer: P 305 D 1005
- [8] Palmgren, A.: Die Lebensdauer von Kugellagern. Z. VDI 68 (1924) Nr. 14, S. 339/41
- [9] Rütger, M.: Scorpion – moderner Teleskoplader mit einem innovativen Fahrtrieb; Tagungsband 4. Kolloquium Mobilhydraulik, Braunschweig, 2006, S. 45-62.

Am Versuch teilnehmende Hersteller von Teleskopladern

- Claas Vertriebsgesellschaft mbH, Harsewinkel; www.claas.de;
- Same Deutz-Fahr Deutschland GmbH, Lauingen; www.deutz-fahr.de;
- JCB Deutschland GmbH, Köln; www.jcb.com;
- Liebherr-Werk Telfs GmbH, Telfs; www.liebherr.com;
- Manitou Deutschland GmbH, Ober-Mörlen; www.de.manitou.com;
- Merlo Deutschland GmbH, Bremen; www.merlo.de

Anzeigenschluss für Mobile Maschinen 4/2009 ist am 19. Oktober 2009