

Nach wie vor gibt es an Landmaschinen eine Vielzahl von Rollenkettenrädern, wobei die Rollenketten fast ausschließlich ohne direkten Schutz laufen. Sie unterliegen einem relativ hohen Verschleiß an den Gelenkstellen, d. h. zwischen den Bolzen und Buchsen, sowie an den Rollen und Buchsen, aber auch durch die Berührung zwischen den Rollen und den Kettenradzähnen. Der Hauptverschleiß ist durch die Verdrehung der Bolzen in den Buchsen zu verzeichnen und führt schon bei dem geringsten Abrieb zur Vergrößerung der Teilung und damit verbunden infolge der Vielzahl der Gelenke zu einer starken Verlängerung der Rollenkette. Ein funktionsfähiger Einlauf der Rollenkette in die Zähne der Kettenräder ist jedoch nur bis zu einer Rollenkettenlänge von maximal 3 Prozent möglich. Der Verschleiß und demzufolge der Bedarf an Rollenketten ist dadurch so hoch, daß der Einsatzfähigkeit der Landmaschinen reduziert, die Einsatzkosten stark belastet und die Kapazität der Rollenkettenfertigung trotz Schaffung neuer Fertigungsmöglichkeiten überfordert.

Um diese komplizierten und teuren Antriebselemente sinnvoll und ökonomisch vertretbar nutzen zu können, ist außer den rein technischen Voraussetzungen, wie richtiges Fluchten der Kettenräder, ordnungsgemäße Spannung der Rollenkette sowie richtige Anwendung von Stützrädern, Leit- und Führungsschienen, auch eine angemessene Pflege unbedingt erforderlich.

Schmierung verringert den Verschleiß

Bei Landmaschinen, deren Einsatz fast immer unter Schmutzeinwirkung erfolgt, gilt es als selbstverständlich, daß Gelenkstellen schon bei geringer Winkelbewegung mit einer Schmiermöglichkeit versehen werden. Welcher Aufwand wird da getrieben, um dafür Schmierbohrungen, -nuten und Schmiernippel anzubringen. Er erfordert einen wesentlichen Teil der Gesamtkosten der Bolzen und Buchsen und ist dennoch gerechtfertigt, da er nicht nur der Erhaltung der Bauelemente dient, sondern zugleich der Gewährleistung der Funktionssicherheit.

Mindestens die gleiche Aufmerksamkeit verlangt die komplizierte und teure Rollenkette. Leider wird jedoch durch Unkenntnis der tatsächlichen Betriebsverhältnisse immer wieder die Meinung vertreten, durch das Schmieren von freilaufenden Rollenketten würde der Staub in die Gelenkteile hineingespült und führe durch eine sogenannte Schmirgelbildung zu einem erhöhten Verschleiß. Diese Meinung ist jedoch nicht richtig, wiederholte Versuche bestätigten, daß selbst bei großer Schmutzeinwirkung durch andauerndes bzw. wenigstens zeitweises Schmieren der Rollenketten während der Einsatzkampagnen die Längung durch den Verschleiß und damit die Bruchneigung wesentlich gesenkt werden konnte und sich die Einsatzleistung um mindestens 30 Prozent erhöhte.

Entsprechende Versuche im Institut für Landmaschinentechnik /1/ haben ergeben, daß bei einer Vergleichsprüfung von zwei Rollenketten unter dauernder Einwirkung von Quarzsand unterschiedlicher Körnung die Rollenkette, die nur nach jeweils 8 Betriebsstunden mit Öl bestrichen wurde, die Nutzungsdauer der ungeschmierten Rollenkette um 59 Prozent überbot. Zu dem Prüfzeitpunkt, bei dem die ungeschmierte Kette bei einer Längung von 2,28 Prozent zerriß, wies die doch relativ mangelhaft geschmierte Kette nur eine Längung von 1,38 Prozent auf. Bei einem Vergleichsversuch unter Praxisbedingungen am Mähdreseher E 175 (Hydraulikantrieb) war die Längung der ungeschmierten

Rollenkette nach 155 ha um 100 Prozent größer als die der zeitweise geschmierten Kette.

Diese Prüfungsergebnisse decken sich mit vielen anderen Ermittlungen. So führt zum Beispiel N. W. Worobjew /2/ zu diesem Themenkomplex aus, daß die Schmierung zwar nur ein Hilfselement der Kettentriebe darstellt, aber selbst unter Staubeinwirkung „Bedingung“ ist. Die Nutzungsdauer und der Wirkungsgrad erhöhen sich dadurch, der Kettentrieb wird zuverlässiger und wirtschaftlicher.

Das Verschleißdiagramm (Bild 1) beweist, wie bereits durch die leicht realisierbare Handschmierung (Kurve c) die Nutzungsdauer gegenüber dem z. Z. üblichen Trockenlauf erheblich verlängert werden kann, denn die bei der Fertigung bzw. bei der Reparatur eingebrachten Schmiermittel sind nach kurzer Zeit verbraucht und entsprechen mehr einer Konservierung bis zum ersten Einsatz.

Diese Versuchsergebnisse spiegeln die tatsächlichen Verhältnisse wieder. Denn auch bei völlig staubfreiem Lauf wird das bei der Fertigung oder durch Konservierung eingebrachte Schmiermittel relativ schnell verbraucht. Beim Fehlen einer Betriebsschmierung entsteht dann eine Trockenreibung zwischen den Metallflächen der Bolzen und Buchsen bzw. der Buchsen und Rollen sowie der Rollen und Zahnflanken, die nach kurzer Zeit, verbunden mit einer starken Erwärmung, zum Aufreißen der äußeren Härteschichten führt und die Kette zerstört. S. M. Wjachirew /3/ ermittelte, daß der Reibungskoeffizient einer Rollenkette ohne Schmierung 0,09 bis 0,25 beträgt, während er bei einer geschmierten Rollenkette nur einen Wert von 0,05 bis 0,06 erreicht.

Die Ursache dafür ist, daß Staub auch ohne Beisein von Öl oder anderen Flüssigkeiten in die Gelenke dringt, jedoch Staub allein wie trockenes Schmirgelmittel wirkt, tiefe Risse in den Oberflächen entstehen läßt und somit die schnell zerstörende Wirkung der Trockenreibung unterstützt.

Durch Schmiermittel wird die zerstörende Wirkung einer Trockenreibung vermieden. Die durch das Schmiermittel eventuell in die Gelenke geleiteten Staubkörner sind kleiner als der Schmiermittelfilm stark ist, so daß sie die ausgleichende und tragende Wirkung des Schmiermittels kaum aufheben und sie selbst an ihrer schädigenden Wirkung gebindert werden.

Das Vorhandensein eines Schmiermittelfilms zwischen den Rollen der Ketten und den Zahnflanken der Kettenräder ermöglicht außerdem ein stoßfreies Einrollen bzw. Inein-

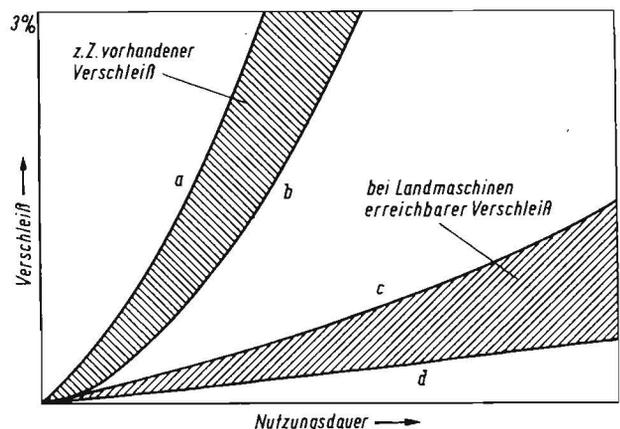


Bild 1. Verschleiß von Rollenketten in Abhängigkeit von der Schmierungsform:
 a) Trockenlauf, b) keine Nachschmierung, c) Intervall-Schmierung, d) Dauer-Schmierung

* Institut für Landmaschinentechnik Leipzig (amt. Direktor: Dipl.-Ing. J. Gieske)

andergleiten, so daß sich die schlagartige Belastung der einzelnen Rollenketten-elemente sowie das Entstehen zusätzlicher Kettenschwingungen vermeiden läßt.

In der TGL 11 796, Blatt 2 Seite 5 wird darauf hingewiesen, daß bei einer Kettengeschwindigkeit bis 4 m/s gegenüber dem Trockenlauf schon bei einer offenen Schmierung unter Schmutzeinwirkung — entsprechend den Bedingungen der Landmaschinen — die Übertragungsleistung und damit der Leistungsfaktor mindestens verdoppelt wird. Kettentriebe mit Kettengeschwindigkeiten über 4 m/s ohne Schmierung werden in der TGL mit Recht für unzulässig erklärt. Leider wurden diese Festlegungen der TGL bisher so gut wie überhaupt nicht beachtet. Es sollte aber zumindestens im Interesse aller Nutzer von Landmaschinen liegen, durch das Schmieren der Rollenketten die Störanfälligkeit zu verringern, Korrosionsschäden ohne zusätzlichen Aufwand weitgehend zu verhindern und die Reparaturkosten zu reduzieren. Zur Unterstützung dieser Bemühungen sollen nachstehend einige Schmiermethoden erläutert werden.

Schmiermethoden

Es wird davon ausgegangen, daß bei Landmaschinen alle Rollenkettentriebe frei laufen und unterschiedlichen Schmutzeinwirkungen ausgesetzt sind. Entsprechend diesen Bedingungen ist es auch zulässig und ökonomisch zweckmäßig, zum Schmieren regenerierte Öle zu verwenden.

Für einfache Kettentriebe mit geringer Belastung empfiehlt sich die einfache Handschmierung. Achtung! Sie darf nur während des Stillstands der Maschine bei abgestelltem Motor erfolgen. Sie ist als sogenannte Intervallschmierung mindestens vor jedem Schichtbeginn vorzunehmen. Vor dem Ölen sind, soweit notwendig und sinnvoll, grobe Schmutzbestandteile abzubürsten. Das Ölen erfolgt durch ein Bestreichen mit einem Pinsel von oben auf den oberen und unteren Kettentrum. Ein Abtropfen von Öl ist möglichst zu vermeiden.

Bei für die einfache Handschmierung schwer zugänglichen Rollenkettentrieben sowie bei solchen mit hoher Belastung sind Ölvorrichtungen zu verwenden. Es empfiehlt sich, die bereits ausgelieferten Maschinen durch Eigeninitiative entsprechend nachzurüsten.

Für eine Intervallschmierung eignet sich z. B. bereits ein einfaches Stück Rohr, das als kleiner Vorratsbehälter dient und an seinem Ende mit Tropfbohrungen oder mit einem Gleitfilz oder -leder versehen ist. Um eine Verschmutzung zu vermeiden, ist die Einfüllöffnung mit einem Verschuß mit Luftbohrung zu versehen.

Eine Intervallschmiervorrichtung mit einem größeren Vorratsbehälter zeigt Bild 2. Diese Schmiervorrichtung *a* ist in der Schutzvorrichtung *b* oder an einer anderen geeigneten Stelle angebracht. Sie besteht im wesentlichen aus einem schwenkbaren Ölrohr *c* (Ölrinne), das nur zum Zweck der zeitweiligen Schmierung auf den Kettentrum *d* gerichtet wird. Durch einen kleinen Vorratsbehälter *e*, (z. B. Bremsflüssigkeitsbehälter) erfolgt die Beschickung des Ölrohres *c*, wobei das Öl vorzugsweise über einen Filz *f* zielgerichtet und verlustarm dem Kettentrum *d* zugeführt wird. Zur Entnahme des Öls aus dem Vorratsbehälter *e* wird ein in ihm befindliches Bodenkugelventil durch den mit dem Ölrohr *c* kombinierten Ventilheber *g* beim Schwenken des Ölrohres *c* gegen den Vorratsbehälter *e* geöffnet. Diese Vorrichtung zeichnet sich durch einen sparsamen Ölverbrauch und einen geringen Verschleiß des Filzes *f* aus. Letzteres wird erreicht, weil der Filz *f* nur für die kurze Zeit des Schwenkens des Ölrohres *c* mit dem Kettentrum *d* in Berührung kommt.

Eine Dauerschmierung wird durch einen Tropf- oder Dochtöler erreicht. Zur Selbstanfertigung eines Tropfölers (Bild 3) ist ebenfalls als Ölbehälter *a* z. B. der Bremsflüssigkeitsbehälter der hydraulischen Bremsanlagen aus Plastik zu empfehlen. Vor der Austrittsöffnung *b* befindet sich eine entsprechende Kugel *c*, die nur durch die beim Laufen der

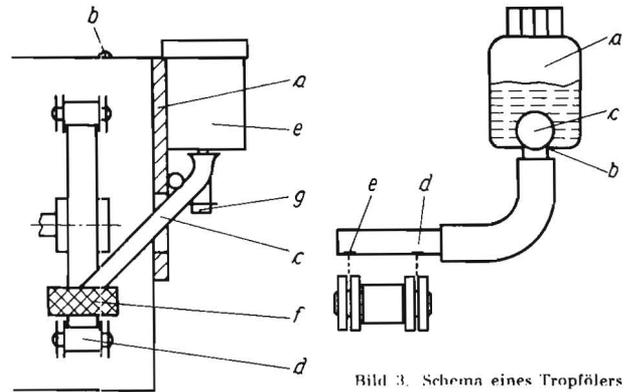


Bild 3. Schema eines Tropfölers

Bild 2. Intervallschmierung mit Hilfe einer Vorrichtung mit schwenkbarem Ölrohr und größerem Vorratsbehälter

Maschine entstehenden Vibrationen geringe Ölmengen hindurchläßt. Dadurch wird das unnötige Weitertropfen des Öls bei Stillstand der Maschine vermieden und somit der Ölverlust relativ gering gehalten. Das anschließende Ölrohr *d* wird bis auf den unteren Kettentrum geführt und mit entsprechenden Tropfbohrungen *e* versehen.

Bei Tropf- und Dochtöleren ist eine möglichst genaue Dosierung anzustreben, da sonst unnötig große Mengen Öl verbraucht werden, die nicht von der Kette aufgenommen, sondern weggeschleudert werden. Außer dem unökonomischen Verlust tritt dadurch eine starke Verschmutzung anderer Teile und des Erdbodens unter den Maschinen ein.

Zu beachten ist bei allen Schmierverfahren, bei denen das Öl während des Betriebs auf die Rollenkette gelangt, daß stets der untere Rollenkettenrum von innen und vorzugsweise am ablaufenden Teil geölt wird. Dadurch kann sich das Öl bereits in einem dünnen Film an den Kettenlaschen verteilen, so daß beim anschließenden wieder Auflaufen auf das nächste Kettenrad die entstehende Fliehkraft nicht zum Abschleudern der sonst vorhandenen Öltropfen führt. Bei Tropföleren sind die Tropfbohrungen so anzuordnen, daß die Öltropfen auf die Laschenreihen gelangen, um insbesondere das Eindringen des Öls zwischen die Laschen und zwischen Bolzen und Buchsen zu begünstigen.

Konservierung von Rollenketten

Die bisherige Praxis zeigt, daß der größte Teil der Rollenketten nicht durch ihre Benutzung sondern durch Korrosion unbrauchbar werden. Das wird bestätigt, wenn man sieht, in welchem Zustand die nach den Kampagnen längere Zeit stehen gebliebenen Maschinen zur Reparatur angeliefert werden. Die Gelenkstellen der Rollenketten sind in sich verrostet und lassen sich kaum noch bewegen. Sie müssen mit Gewalt demontiert werden. Ein Reinigen und nachträgliches Schmieren — gleich welcher Art — macht ein Teil davon wieder beweglich, aber die Einsatzleistung dieses Teils ist nur noch gering, da die Gleitflächen bereits angegriffen sind und die gewaltsamen Demontage- und Reinigungsmethoden die Schädigung noch vergrößern.

Aufgrund dieses derzeitigen Zustands wurde in Publikationen sowie in vielen Betriebsanleitungen immer nur auf die Konservierungsmaßnahmen insbesondere nach den Kampagnen hingewiesen.

In der Praxis lassen sich diese Empfehlungen nur äußerst selten einhalten. Bereits kurze Kampagnenunterbrechungen sowie die Zeit bis zur endgültigen Entscheidung über die Abstellung einer Maschine genügen, um Korrosionsschäden an den trockenen Ketten entstehen zu lassen. Dagegen kann eine laufend geschmierte Kette aufgrund des anhaftenden Ölfilms auch eine sehr lange Stillsetzungszeit ohne Schaden überstehen.

Somit wird durch eine Schmierung der Ketten der Reibungs-

und Korrosionsverschleiß der Ketten aber auch der Kettenräder entscheidend verringert.

Die in einigen Bedienungsanleitungen gegebenen Hinweise, nach etwa 50 Betriebsstunden die Rollenketten abzunehmen, zu reinigen und zu ölen, sind gut gemeint. Sie entsprechen jedoch nicht den Anforderungen, da keine noch so gute Schmierung 50 Betriebsstunden erhalten bleibt und in der Praxis wohl kaum eine Rollenkette zur Schmierung abgenommen wird.

Eine Konservierung einer laufend und gut geölte Rollenkette ist bei der Reparatur nach der Kampagne vorzunehmen. Dazu wird empfohlen ^{4/} die Rollenketten nach der Abnahme von den Maschinen mit einem Reinigungsmittel weitestgehend von anhaftendem Schmutz zu befreien und danach etwa 24 Stunden in ein Bad mit Petroleum, Waschbenzin oder ähnlichen Mitteln zu legen. Durch Bewegung der Kettenglieder löst sich der aufgeweichte Schmutz aus den Schmierstellen. Die so gereinigten Rollenketten werden in Schmieröl V 75 nach TGL 0822 oder in Kettenfett mit 70 °C Temperatur so lange gelegt, bis auch sie diese Temperatur angenommen haben. Bewegt man dann die Kettenglieder, so dringt das Konservierungsmittel in alle Hohlräume, die durch den vorhergehenden Waschprozeß von Schmiermitteln restlos befreit wurden.

Entsprechend den tatsächlichen Betriebsverhältnissen wird in der TGL 11 796 darauf hingewiesen, daß die Konservierung jedoch nur eine Erstschnierung darstellt und nach 8 bis 14 Stunden Betriebszeit verbraucht ist. Das heißt, nach durchschnittlich einer Schicht muß die Betriebsschnierung wieder einsetzen, sonst setzt trotz aller Bemühungen bereits nach kurzer Einsatzzeit die zerstörende Wirkung der Trockenreibung ein.

Zusammenfassung

Aufgrund des derzeitigen hohen Rollenkettenverschleißes wird auf die Notwendigkeit und Vorteile der Rollenketten-schnierung auch unter den Einsatzbedingungen der Landmaschinen hingewiesen.

Zur Durchsetzung der Intervall- oder Dauerschnierung werden einige Schniermethoden erläutert, wobei das Schnieren der Rollenkette durch Bestreichen mit einem ölgetränkten Pinsel bei abgestellter Maschine als Mindestforderung durchzuführen ist. Als Schmiermittel können regenerierte Motoren- und Getriebeöle verwendet werden. Bei der nochmaligen Erläuterung der im wesentlichen bekannten Konservierungsmaßnahme bei Rollenketten wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß diese nur eine Erstschnierung darstellt und bereits nach 8 bis 14 Betriebsstunden ihre Schmierwirkung verliert.

Die TGL 11 796 schreibt die Schnierung mindestens bei größeren Kettengeschwindigkeiten zwingend vor.

Literatur

- 1/ Runki, P. J., Richter: Über die Erhöhung der Nutzungsdauer von Rollenketten. Dt. Agrartechnik 11 (1961) H. 9, S. 406-408
- 2/ Worobjew, N. W.: Kettenriebe. 2. verbesserte und ergänzte Auflage des sowjetischen Originals. Berlin: VEB Verlag Technik 1953, S. 54
- 3/ Wjachirew, S. M.: Werke des wissenschaftl. Forschungssektors des Leningrader Maschinenbauinstitutes 2 (1934)
- 4/ -: Flugblatt des Staatlichen Komitees für Landtechnik und der VVB Landmaschinenbau „Hinweise zur Erhöhung der Nutzungsdauer von Rollenketten“ A 9344

Ing. H. Gallas*

Verschleiß des Kolben- und Laufbuchsensystems durch Staubeinwirkung bei Dieselmotoren in der Landwirtschaft

Alte Hasen der Landtechnik hört man sagen, daß das Filtern der Ansaugluft bei Traktoren das A und O für das Erreichen einer hohen Laufleistung ist, und daß bei ungenügender oder schlechter Luftfilterung oftmals Laufbuchsen und Kolbenringe nach wenigen Betriebsstunden auf dem Feld völlig verschlissen waren. Man erinnert sich dabei mit ausdrucksvoller Miene an die Zeit des Kettentraktors KS 30. Wie sieht es jedoch in dieser Beziehung in jüngster Zeit aus? Im Jahre 1971 häuften sich plötzlich Schadensfälle mit hohem und völlig abnormalem Verschleiß am Zylinderlaufbuchsen-Kolben-Kolbenring-System von D4K-B-Motoren. Man gab sofort die Schuld dem Material der in unserer Republik gefertigten Laufbuchsen und Kolbenringe.

Was war jedoch an dieser Vermutung haltbar?

Bis zu diesem Zeitpunkt wurden über ein Jahr lang in einige tausend D4K-B und Ikarus-Motoren die gleichen Laufbuchsen aus CP Werkstoff ohne Beanstandungen eingebaut.

Bevor die Inland-Fertigung dieser Laufbuchsen beschlossen wurde, erfolgte im Prüf- und Versuchsbetrieb der VVB LTI in Charlottenthal eine Überprüfung des Verschleißverhaltens der Laufbuchsen aus CP-Werkstoff (GGLZ —22). Als Verschleiß ergaben sich 10 bis 12 µm je 1000 l DK gegenüber 16 bis 18 µm bei dem härteren Originalwerkstoff (420 bis 470 kp/mm² HV 30).

Im ZT 300, für den der gleiche CP-Zylinderwerkstoff verwendet wird, beträgt die ermittelte durchschnittliche Verschleißgeschwindigkeit bis 30 000 l DK 1,4 µm je 1000 l DK-Verbrauch. Durchgeführte metallographische Untersu-

chungen des Materials an Laufbuchsen, die nach 1500 bis 2500 l DK-Verbrauch eine Durchmesservergrößerung von 300 bis 450 µm und somit ein Vielfaches des Normalverschleißes aufwiesen, zeigten volle Übereinstimmung mit der TGL.

Zwischenzeitlich traten Fälle auf, wo original ungarische Laufbuchsen nach rund 5000 l DK-Verbrauch ebenfalls eine durchschnittliche Vergrößerung von 180 bis 200 µm aufwiesen.

Die Statistik ließ erkennen, daß Schadensfälle gleicher Art bei den einigen tausend gefertigten und mit den gleichen Laufbuchsen bestückten Ikarus-Motoren für den Kraftverkehrssektor nicht auftraten, bis auf eine Ausnahme, bei der eine Ansaugschlauchverbindung beim Ikarus-Fleck-Motor einen 5 cm langen Riß aufwies. In diesem angeführten Fall ergab sich bei den Laufbuchsen ebenfalls eine Durchmesservergrößerung nach rund 5000 km Fahrt (etwa 1500 l DK) von 300 bis 350 µm, Kolben, Kolbenringe sowie Ventile und Ventilführungen zeigten die gleichen Verschleißmarken wie bei den Schadensfällen in der Landtechnik.

Es gab nun keinen Zweifel mehr, daß als Schadensursache ausschließlich unwirksame Filtersysteme, Undichtheiten am Ansaugrohr, am Ansaugkrümmer oder an den Schlauchverbindungen in Frage kommen. Überprüfungen an Ort und Stelle ließen dann die verschiedensten Unzulänglichkeiten an den Filtersystemen erkennen. Es wurde offensichtlich, daß viele Luftfilter und Schlauchverbindungen infolge mehrjähriger Benutzung den Anforderungen nicht mehr gerecht wurden. Außerdem besitzt die Mehrzahl der Fahrzeuge keinen Zyklon.

Der D4K-B-Motor mit 8275 cm³ saugt rund 447 m³ Luft/h

* Leiter des Technischen Dienstes im LIW Jüterbog