

Martin Hofer und Hissam Al-Deen, Mannheim

Verbessertes Beölungssystem für „Nasse Bremsen“ im Traktor

Bei höheren Traktorgeschwindigkeiten, und damit höheren Brems Scheibendrehzahlen kommt es zu einer dramatischen Verschlechterung der Beölungssituation der Brems Scheibe. Die Ölströmung in den Nuten wird so schnell, dass eine größere Ölmenge abgeführt wird, als nachfließen kann. Dies führt dazu, dass ein Öl-Luftgemisch durch die Nuten des Bremsbelages fließt. Beim Bremsen tritt stellenweise Trockenreibung auf. Dies kann unter Umständen zu „Hot Spots“ an Kolben und Anlaufscheibe und zum Verglasen des Bremsbelages oder zu Bremsbelagverschleiß führen.

Eine bessere Beölung wird durch Drosselung des Ölrücklaufs durch eine gezielt dimensionierte Ölrücklaufbohrung erreicht.

Dipl. Ing. Martin Hofer und Dr. Hissam Al-Deen sind Mitarbeiter der John Deere Werke Mannheim, Abteilung Product Engineering, Postfach 100862, 68008 Mannheim, e-mail: LX24584@deere.com

Schlüsselwörter

Betriebsbremssystem, Beölungsbedingungen, Eigendruckbeölung

Keywords

Service brake system, oil lubrication, self-pressure lubrication

Die vorgestellte Betriebsbremse läuft im Traktor mit gemeinsamem Ölhaushalt, Getriebeöl und Hydrauliköl sind also identisch. Der Traktor kann ab Werk sowohl mit einem Öl auf Mineralölbasis als auch mit einem umweltverträglichen Öl auf Rapsölbasis bestellt werden.

Von diesem Öl werden neben dem Getriebe und der Hydraulik auch die Synchronisation und verschiedene „Nasse Bremsen und Kupplungen“ wie etwa Frontantriebskupplung, Zapfwellenkupplung, Fahrkupplung, die Kupplungen und Bremsen des Lastschaltgetriebes, Zapfwellenbremse, Handbremse so wie die bereits erwähnte Betriebsbremse versorgt.

Beim vorgestellten Betriebsbremssystem handelt es sich um eine sich selbst nachstellende Einscheibenbremse, die sich im Bereich der Flanschfläche Hinterachsgehäuse / Differentialgehäuse befindet (Bild 1). Die Kraftübertragung vom Hauptbremszylinder (Bremspedal) zur Bremse wird ebenfalls durch Getriebe-Hydrauliköl realisiert.

Bremsvorgang

Ein im Differentialgehäuse nicht drehbar gelagerter Ringkolben, der vom Hauptbremszylinder mit Drucköl beaufschlagt wird, drückt gegen eine Brems Scheibe, welche fest auf dem Sonnenrad des Planetengetriebes der Hinterachse sitzt und so mit den Hinterrädern des Traktors verbunden ist. Diese Brems Scheibe drückt gegen eine Anlaufscheibe, die ebenfalls nicht drehbar im Differentialgehäuse sitzt. Die Anlaufscheibe stützt sich am Hohlrad des Planetengetriebes ab. Das Hohlrad ist ins Hinterachsgehäuse eingepresst und damit fest (Bild 2).

Nach Entlastung der Bremse sorgt eine spezielle Rückzugseinrichtung dafür, dass der Kolben in seine Ausgangsposition zurückgezogen wird (Bild 2) und reduziert damit die Leistungsverluste. Spezielle Öltaschen im Brems Scheibenbelag sorgen dafür, dass die Brems Scheibe nach Abschluss des Bremsvorgangs weder am Bremskolben noch an der Anlaufscheibe haftet (Bild 3).

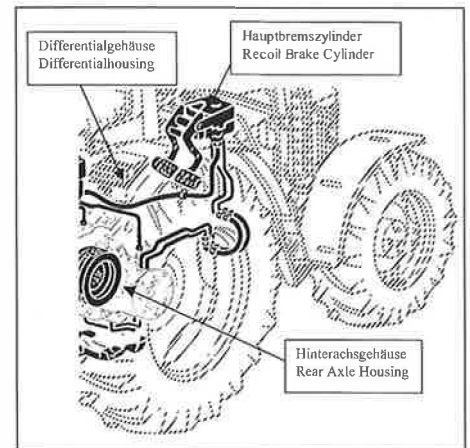


Bild 1: Schnittbild des Bremssystems

Fig. 1: Sectional view of the brake system

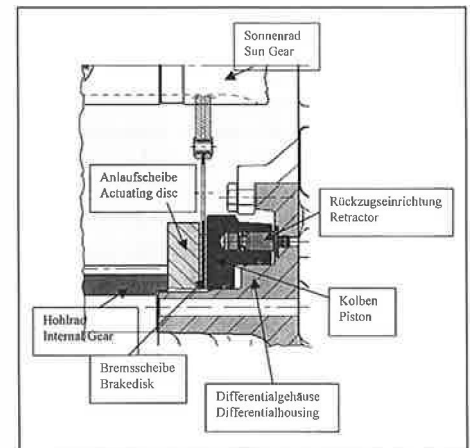


Bild 2: Bremszusammenbau

Fig. 2: Brake assembly

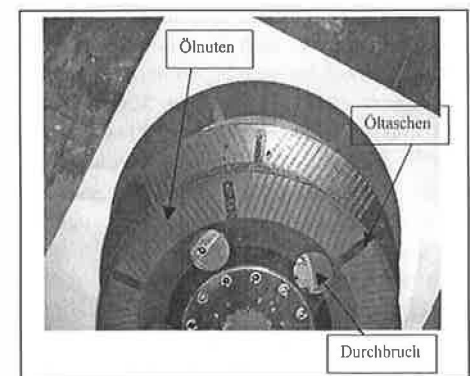


Bild 3: Verschiedene Brems Scheiben

Fig. 3: Different brake disks

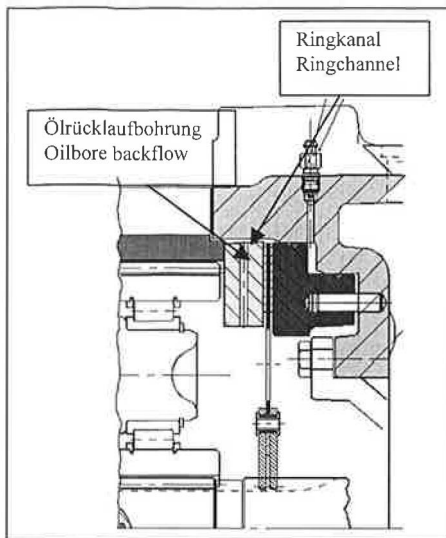


Bild 4: Bremszusammenbau

Fig. 4: Brake assembly

Ölversorgung der Bremsscheibe

Im Differentialgehäuse befindet sich eine Ölverteilerspinne, die von der Ladepumpe mit Öl gespeist wird. Diese Verteilerspinne versorgt auch das Hinterachsgehäuse mit Öl. Das Öl fließt über zwei Bohrungen im Differentialgehäuse zurück. Eine weitere Überlauföffnung etwas oberhalb der Hinterachsmitte begrenzt den Ölstand für jedem Betriebszustand auf einen bestimmten Wert und hält die Leistungsverluste in Grenzen.

Zusätzliche Anforderungen an die Betriebsbremse aus heutiger Sicht

In zunehmendem Maße wird der Traktor neben dem Einsatz als landwirtschaftliches Fahrzeug auch als Transportfahrzeug genutzt. Dazu trägt vor allem die kontinuierliche Anhebung der Fahrgeschwindigkeit von 30 km/h auf 40 km/h oder gar 50 km/h bei. In einigen Gebieten wird der Traktor daher nahezu ausschließlich als Transportfahrzeug eingesetzt. Neben der höheren Belastung der Betriebsbremse durch Abbremsungen aus höheren Geschwindigkeiten heraus treten höhere Belastungen für die Betriebsbremse dadurch auf, dass ungebremste Hänger oder Hänger mit unterdimensionierten oder defekten Hängerbremsen von der Betriebsbremse des Traktors ganz oder teilweise mit abgebremst werden müssen.

In einigen Gebieten sind die Traktorfahrer schlecht oder überhaupt nicht ausgebildet. Dies führt beispielsweise dazu, dass manche Fahrer auf Gefällstrecken nicht im angemessenen Gang fahren, sondern ausgekuppelt oder im höchsten Gang. Die Geschwindigkeit wird über die Betriebsbremse reguliert.

Möglichkeiten zur Verbesserung der Betriebsbremse

Um der höheren Belastung der Betriebsbremse entgegenzuwirken, gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Verwendung eines temperaturbeständigeren Bremsbelags
- Vergrößerung der Belagfläche
- Veränderung des Nutbildes
- Erhöhung der Bremsbelagdicke
- Verbesserung der Beölung der Bremsscheibe

Nachfolgend soll näher auf die Beölung der Bremsscheibe eingegangen werden.

Beölung der Bremsscheibe

Die im Differential – beziehungsweise Hinterachsgehäuse rotierende Bremsscheibe wirkt wie eine Pumpe. Am Innendurchmesser des Belages wird durch die nahezu radial von innen nach außen laufenden Nuten infolge Rotation der Bremsscheibe Öl aus dem Hinterachsgehäusesumpf angesaugt. Das Öl wird wegen der durch Rotation entstehenden Zentrifugalkräfte nach außen in einen Ringkanal geschleudert (Bild 4) und fließt üblicherweise drucklos in den Ölsumpf zurück.

Durch detaillierte Untersuchungen wurde festgestellt, dass sich die Beölung der Bremsscheibe ab einer bestimmten kritischen Bremsscheibendrehzahl dramatisch verschlechtert. Die Ölströmung in den Nuten wird so schnell, dass eine größere Ölmenge abgeführt wird als nachströmen kann. Die Strömung reißt an den Nuteingängen ab und Luft oder ein Luftölgemisch wird angesaugt. Verschlechternd wirkt zusätzlich, dass das Öl durch die hohen Bremsscheibendrehzahlen und Durchbrüche in den Bremsscheiben stark mit Luft zerschlagen wird. Beim Bremsvorgang tritt durch die Luft stellenweise Trockenreibung auf. Dadurch entstehen beim Bremsen örtlich sehr hohe Blitztemperaturen ($> 500\text{ °C}$) an den Reibflächen. Dies kann zu Hotspots (Hot Spots) an Kolben und Anlaufscheiben und zum Verglasen des Bremsbelages führen. In Extremfällen kommt es zum Teller von Anlaufscheiben oder Kolben und zum Verschleiß an den Bremsscheiben.

Verbesserung der Beölungsbedingungen der Bremsscheibe

Die Drosselung des Ölrückflusses verbessert den Beölungszustand wesentlich. Der Ölrückfluss wird hier durch eine gezielt dimensionierte Bohrung in der Anlaufscheibe erreicht (Bild 4). Durch die Drosselung entsteht ein Überdruck im Ölsammelkanal und in den Nuten. Die Luft im Öl wird komprimiert und somit werden die Schmierverhält-

nisse optimiert. Da sich der Druck in Abhängigkeit der Bremsscheibendrehzahl selbst einstellt, spricht man von Eigendruckbeölung.

Bei der Drosselung des Öles ist darauf zu achten, dass noch genügend Öl durch die Nuten fließt um einen Teil der durch den Bremsvorgang entstehenden Wärmemenge über das Öl abzuführen. Automatisch entsteht bei dieser gezielten Drosselung ein Stauwirkung bei hohen Geschwindigkeiten. Bei niedrigen Geschwindigkeiten wird die maximale Menge Öl und damit Wärme abgeführt.

Der Nachweis der Verbesserung der Beölungssituation wurde durch Prüfstandtests geführt und hat sich zwischenzeitlich in der Praxis bestätigt.

Tests zum Nachweis der Verbesserung der Beölungssituation

Neben Feldtests wurden Prüfstandtests durchgeführt. In ihnen wurde das Halten der Geschwindigkeit von 40 km/h eines Traktorgespanns von 20 Tonnen an einem Gefälle von 7 % über eine definierte Zeit mit der Betriebsbremse simuliert. Als Prüfstand dient ein Traktor, dessen Hinterräder demontiert sind. Der Traktor ist unter den Achstrichern aufgebockt, die Differentialsperre ist eingelegt. Der Traktor läuft mit maximaler Hinterachsdrehzahl (Geschwindigkeit). Über die Lenkbremse wird mit einer Bremsseite gegen den Motor gebremst. Dabei drückt die Bremse den Motor auf eine Drehzahl, die einer Geschwindigkeit von 40 km/h entspricht. Am Testende vergleicht man den Zustand der Bremsenteile mit und ohne Eigendruckbeölung.

Im Feldtest wurden neben Bergabfahrten und Regulierung der Geschwindigkeit mit der Betriebsbremse auch Ampelstopbremsungen und Panikbremsungen durchgeführt.

Testergebnis

Während ohne Eigendruckbeölung Hot Spots an Kolben und Anlaufscheiben auftreten und die Bremsscheibe verglaste, zeigen sich die Bremsenteile mit Eigendruckbeölung unter gleichen Testbedingungen in einwandfreiem Zustand.

Dieses Beölungssystem ist patentiert (Patentschrift DE 40 21 188 C 2) und hat sich zwischenzeitlich in der Praxis bewährt.