

## **Reduktion von Körperschallanteilen in der Rahmenstruktur eines selbstfahrenden Feldhäckslers durch Modifikation der Motorlagerung**

Diplomarbeit im Fachgebiet Agrartechnik

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. R. Krause
2. Prüfer: Prof. O. U. Ligniez
3. Prüfer: Dr.-Ing. H. Korte

Vorgelegt von: Georg Scheidemann

Witzenhausen, Februar 2001

### Zusammenfassung

Die Forderung nach einer elastischen Lagerung eines Dieselmotors resultierte aus den gestiegenen Ansprüchen an die Fahrerergonomie landtechnischer Produkte. Dazu galt es, die Körper- und Luftschallanteile zu reduzieren, mit dem Ziel der Geräuschreduktion in der Fahrerkabine.

Zur Auswahl der Lagerelemente wurden Motor und Motorperipherie durch ein geeignetes Ersatzmodell nachgebildet, an dem die Berechnung der Eigenfrequenzen erfolgte. Das Modell beinhaltete bereits vorab getroffene konstruktive Forderungen, wie z.B. die Realisierung einer Motorlagerung mit drei statt der zuvor vier Motorstreben. Um die Lagersteifigkeiten den gegebenen Bedingungen anzupassen, wurde die Erregerschwingung in Form einer Schwingbeschleunigungsmessung erfaßt und analysiert. Aus der Analyse der Erregerschwingung ließ sich die kritische Frequenz der vierten Motorordnung erkennen, so daß die Lagersteifigkeiten bestimmt werden konnten. Die Auswahl geeigneter Motorlager erfolgte in Zusammenarbeit mit der Firma Freudenberg Dichtungs- und Schwingungstechnik KG, welche als Hersteller die Lagerelemente nach statischen und dynamischen Eigenschaften auslegen. Daraufhin konnten die Eigenfrequenzen des Motormodells berechnet werden. Die Eigenfrequenzen wurden durch die Auswahl der Lagersteifigkeiten so beeinflußt, daß eine tiefe Abstimmung der Eigenfrequenzen bezüglich der Erregerschwingung erzielt wurde.

Die konstruktive Gestaltung der elastischen Motorlagerung fand in Absprache mit den Konstrukteuren statt. Die Realisierung der Konstruktion erfolgte in den Bereichen Systemtechnik und Häckslerkonstruktion. Dabei wurden die Motorstreben

der starren Lagerung zum Teil genutzt und modifiziert, so daß konstruktive und schwingungstechnische Kriterien erfüllt werden konnten. Die Modifikation beinhaltete folgende Zielsetzungen:

- Geringer konstruktiver und fertigungstechnischer Aufwand
- Vermeidung von zusätzlichen Federelementen, in Form von biegeweichen Motorstreben
- Möglichst geringe Relativbewegung zwischen Motor und Fahrzeugrahmen
- Zusätzliche Bewegungsmöglichkeit zwischen Motor und Fahrzeugrahmen zur Einstellung der Keilriemenfluchtung
- Realisierung einer Dreipunkt-Motorlagerung

Innerhalb der Vorbetrachtung wurde der vorhandene Meßaufbau und die Belastungseinheit genutzt, um die Schwingungsanregung eines Motors mit mechanischer und elektronischer Dieseleinspritzung zu untersuchen. Zur Messung des Körperschalls stand eine Belastungseinheit für den Antriebsstrang des Häckselaggregates zur Verfügung, mit der verschiedene reproduzierbare Lastkollektive des Feldeinsatzes simuliert wurden. Die Auswertung beschränkte sich auf den Vergleich der Schwingbeschleunigungen beider Motorvarianten, deren Ursprung die Drehmomentübertragung bzw. die rotierenden und oszillierenden Massen, sowie die Zündimpulse waren. Bevor der Umbau der elastischen Lagerung erfolgte, galt es die starre Lagerung meßtechnisch zu erfassen. Dies erfolgte durch eine umfassende Körperschallanalyse an verschiedenen Positionen des Fahrzeug- und Kabinenrahmens, sowie durch eine Luftschallmessung im inneren der Fahrerkabine. Die Messung des Luftschalls in der Fahrerkabine entstand in Zusammenarbeit mit der Firma CA Engineering und Service GmbH. Gemessen wurde der Schalldruckpegel am Fahrerohr unter praxisnahen Häckselbedingungen, die unabhängig von der Vegetationsperiode mit Grassilage durchgeführt werden konnte. Nachdem der Umbau von starrer zu elastischer Lagerung erfolgte, wurde die modifizierte Motorlagerung ebenfalls meßtechnisch erfaßt. Dies geschah unter den gleichen Randbedingungen wie die Messung der starren Motorlagerung, wobei eine zusätzliche Wegmessung Aufschluß über die Relativbewegung zwischen Motor und Fahrzeugrahmen der 3-Punkt Motorlagerung gab. Durch den abschließenden Vergleich der Meßergebnisse von starrer und elastischer Motorlagerung, ließen sich die Unterschiede für jede Meßposition ermitteln und analysieren. Die Bewertung erfolgte nach den Hüllkurven der zeitlichen Schwingbeschleunigungen, sowie nach der zuvor ermittelten kritischen Beschleunigungsfrequenz. Als Maß der Effektivität einer elastischen Motorlagerung wurde der Isolationsgrad I eingeführt, der Aufschluß über eine Schwingungsisolierung oder eine Schwingungsverstärkung gab.