

Matthias Hauck und Horst Göhlich, Berlin

Verbesserter Schwingungsschutz

Geregelte Dämpfung von Fahrersitzen

Es wird ein handelsüblicher, moderner Fahrersitz, der mit einem geregelten Stoßdämpfer ausgestattet ist, vorgestellt. Der Dämpfer arbeitet auf Basis eines magneto-rheologischen Fluids und ist gegen den serienmäßigen, passiven Dämpfer austauschbar. Mit einem Relativwegsensor und einem Microcontroller ausgerüstet, ist mit diesem Sitz bei geregelter Dämpfung eine erhebliche Schwingungsreduktion gegenüber dem konventionellen Sitz erzielbar.

Trotz des zunehmenden Einsatzes von gefederten Vorderachsen und Kabinenfedern an Traktoren ist ein gefederter Fahrersitz immer noch das vorrangige Mittel zum Schutz des Fahrers vor Schwingungen. Die heute eingesetzten Fahrersitze sind üblicherweise mit einer Luftfederung ausgerüstet. Diese bietet den Vorteil der einfachen Gewichts Anpassung durch den Fahrer sowie eine nahezu gleichbleibende Resonanzfrequenz des Sitzes bei unterschiedlichen Fahrer-massen.

Neben der Feder muß auch immer ein Stoßdämpfer in der Sitzfederung vorhanden sein. Dieser soll ein übermäßiges Aufschaukeln des Sitzes verhindern, wenn dieser in seiner Eigenfrequenz angeregt wird. Dies tritt etwa bei einer Schwellenüberfahrt auf. Die Abstimmung der eingesetzten Dämpfer wird durch den Sitzhersteller vorgenommen und basiert auf Erfahrungswerten. Dabei darf der Dämpfer nicht zu hart sein, um eine ausreichende Schwingungsisolierung zu gewährleisten. Andererseits führen zu weiche Dämpfer zu großen Schwingungen im Resonanzbereich des Sitzes (Bild 1).

Seit einigen Jahren sind Sitze auf dem Markt, bei denen der Dämpfer manuell mit einem Hebel stufenlos von hart zu

weich verstellbar werden kann. Da derartige Systeme relativ träge reagieren, spricht man hier auch von „adaptiver Dämpfung“. Der Fahrer kann zwar damit die dynamischen Eigenschaften des Sitzes je nach Fahrzustand (etwa harte Dämpfung bei Fahrt im schweren Gelände, weiche Dämpfung bei Straßenfahrt) beeinflussen, ihm wird jedoch eine weitere Verstellbarkeit aufgetragen.

Geregelte, semi-aktive Dämpfung

Wird die Vorgabe der optimalen Dämpferkraft nicht mehr durch den Fahrer selbst durchgeführt, sondern von einem, meist digitalen, Regler vorgenommen, spricht man von einer geregelten Dämpfung. Da die Verstellung der Dämpferkraft sehr schnell, also in wenigen Millisekunden erfolgen soll, nennt man derartige Systeme auch „semi-aktiv“. Im Gegensatz zu voll-aktiven Federungen, die einen hohen Energiebedarf für die Abstimmung der gefederten Masse erfordern, ist bei einer semi-aktiven Lösung lediglich die Stellenergie zur Dämpferkraftregelung nötig. Systeme mit niedrigem Leistungsbedarf verursachen geringere Betriebskosten und schonen die Ressourcen.

Ein Winkelsensor im Scherengelenk der Sitzfederung erfaßt den Relativweg

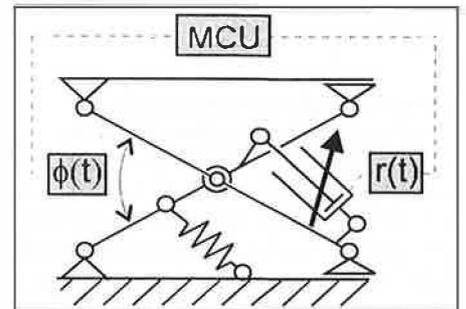


Bild 2: Prinzipbild des geregelten Systems

Fig. 2: Schematic diagram of the controlled system

zwischen Kabinenboden und Sitzpolster (Bild 2). Dieses Signal wird einem 8-bit Microcontroller (MCU) zugeführt, der entsprechend Relativweg und -geschwindigkeit die optimale Dämpferkraft errechnet. Diese Größe wird als Sollwert an einen semi-aktiven Dämpfer gegeben.

Magneto-rheologische Dämpfer

Um eine schnelle, kontinuierliche Verstellbarkeit der Dämpferkraft zu gewährleisten, ist grundsätzlich der Einsatz von konventionellen, ölhydraulischen Stoßdämpfern mit einem proportionalen Wegeventil im Bypass zwischen Kolben- und Stangenseite denkbar. Aus Kosten- und

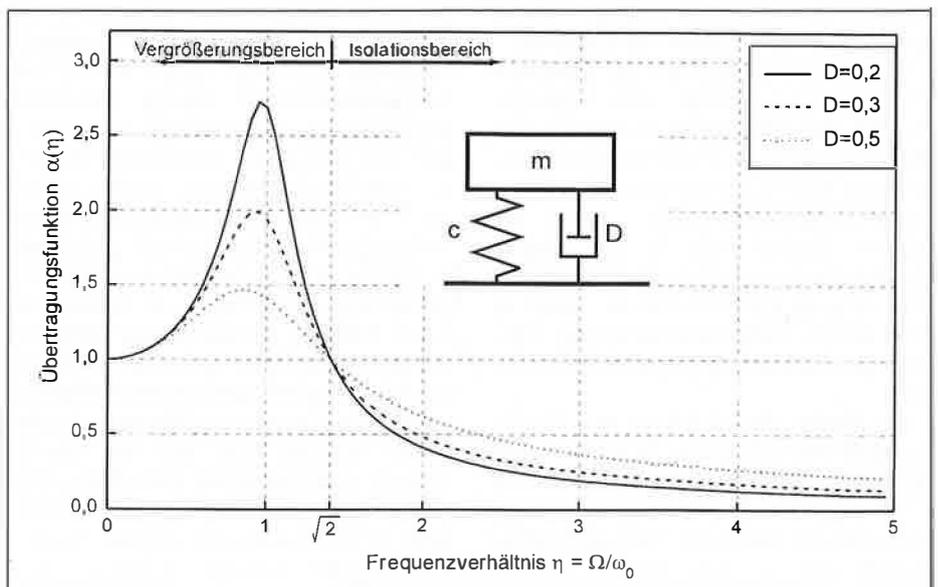


Bild 1: Übertragungsfunktionen eines fußpunkterregten, passiven Einmassenschwingers bei verschiedenen Dämpfungsgraden

Fig. 1: Transfer functions of a base-excited, passive single-degree-of-freedom system at various attenuation factors

Dipl.-Ing. Matthias Hauck arbeitet seit 1996 am Institut für Landmaschinen und Ölhydraulik als wissenschaftlicher Assistent und beschäftigt sich in seiner Promotion mit den Möglichkeiten der aktiven Dämpfung bei schwingfähigen Systemen.

em. Prof. Dr.-Ing. Horst Göhlich leitete das Institut für Landmaschinen und Ölhydraulik in der Zeit von 1966 bis 1994 und ist dort noch als Emeritus aktiv, TU-Berlin, Institut für Maschinenkonstruktion, Bereich Landmaschinen und Ölhydraulik, Sek. LT 1, Zoppoter Str. 35, D – 14199 Berlin, e-mail: mazoafg@mailszrz.zrz.tu-berlin.de

Handhabbarkeitsgründen wird jedoch hier ein Dämpfer (Bild 3) auf Basis eines magneto-rheologischen Fluids (MRF) verwendet (Lord Corporation, USA).

Dieses Dämpferfluid besteht aus der Suspension eines Silikonöles mit ferromagnetischen Eisenpartikeln, deren Durchmesser wenige μm beträgt. Wird das Fluid einem Magnetfeld in einer magnetischen Drossel ausgesetzt, das hier mit einer stromdurchflossenen Spule im Dämpferkolben erzeugt wird, so koagulieren diese Eisenpartikel. Dies führt zu einer Viskositätssteigerung des Fluids im durchströmten Querschnitt des Kolbens und damit zu einer Vergrößerung der Dämpferkraft.

Aus Platz- und Kostengründen werden MRF-Dämpfer meist als Einrohrdämpfer ausgeführt. Um Kavitation (Hohlraumbildung bei lokalem Niederdruck; Anm. d.

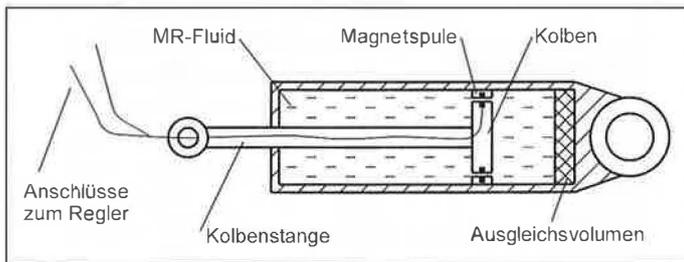


Bild 3: Regelbarer, magneto-rheologischer Dämpfer

Fig. 3: Controllable, magneto-rheological damper

Red.) zu vermeiden und damit auch im Druckbereich genügend große Dämpferkräfte erzeugen zu können, ist ein unter Druck stehendes Ausgleichsvolumen notwendig. Dieses ist mit einer Trennmembran vom Fluid abgekoppelt. Das Ausgleichsvolumen dient weiterhin zur Kompensation des verdrängten Fluidvolumens bei eingefahrener Kolbenstange.

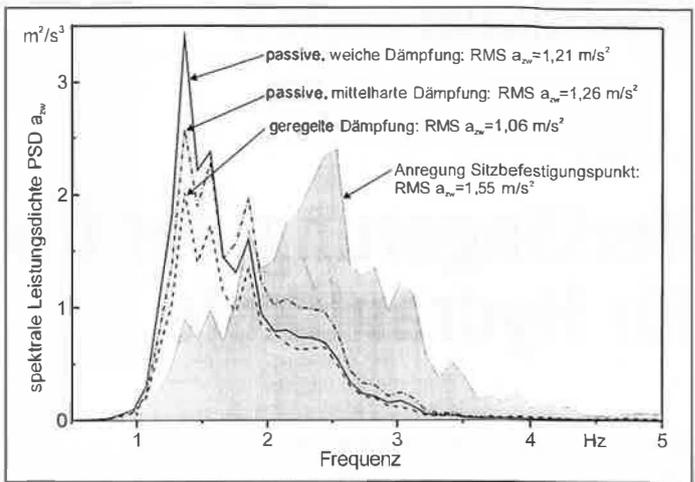
Die Magnetspule im Dämpferkolben wird mit einer Speisespannung bis 3 V betrieben, und hat dann eine Stromaufnahme von etwa 1 A. Damit können Dämpferkräfte bis zu 3000 N erzeugt werden, die in einem weiten Temperaturbereich von -20 bis 100 °C nur um etwa 10 % schwanken. Das MR-Fluid ändert seine Viskosität bei Variation der Magnetfeldstärke sehr rasch im Bereich von 5 bis 7 ms.

Messungen am Fahrersitz mit geregelter Dämpfer

Der hier verwendete, regelbare MRF-Dämpfer hat den Vorteil, daß er ohne Modifikationen am Sitz gegen den serienmäßigen, passiven Dämpfer ausgetauscht werden kann. Dadurch ist unter Beibehaltung der übrigen Randbedingungen, wie Fahrer Masse, -statur und

Bild 4: Beschleunigungsspektren am Sitzbefestigungspunkt und auf dem Sitzpolster bei Anregung nach ISO 7096 K12

Fig. 4: Spectrums of acceleration measured at the test stand platform and at the seat upholstery, vibration input according to ISO 7096 K12



-haltung sowie des Anregungsspektrums ein direkter Vergleich zwischen dem passiven, konventionell gedämpften und dem geregelten System möglich. Bild 4 zeigt als Meßergebnis die spektralen Leistungsdichten der bewerteten Beschleunigung am Sitzbefestigungspunkt und am Interface Polster-Mensch bei unterschiedlichen Dämpfungen.

Das Anregungsspektrum, das hier auf den Sitzprüfstand des Instituts für Landmaschinen und Ölhydraulik der TU Berlin gegeben wurde, entsprach der Klasse 2 der ISO-Richtlinie 7096. Bei Belastung mit einem 80-kg-Menschen weist der geregelte Sitz im Bereich seiner Eigenfrequenz ($\sim 1,4$ Hz) Beschleunigungsamplituden auf, die noch unter denen des mittelhart gedämpften, passiven Systems liegen. Die Werte bei Hauptanregungsfrequenz ($\sim 2,5$ Hz) entsprechen im geregelten Fall denen des weich gedämpften, passiven Sitzes. Mit dem geregelten System sind somit Übertragungsfunktionen erzielbar, die im Resonanzgebiet das Verhalten einer stark gedämpften und im Isolationsgebiet einer schwach gedämpften Federung entsprechen.

Bei Betrachtung der Effektivwerte (RMS-Werte) zeigt sich, daß sich hier durch den Einsatz des geregelten Dämpfers eine Verminderung um $0,15 \text{ m/s}^2$ gegenüber einem optimal abgestimmten, passiven System einstellt. Dies bedeutet für den Fahrer einen verbesserten Schutz vor Schwingungen, ermüdungsfreieres Fahren und ein vermindertes Risiko der Entstehung von Wirbelsäulenleiden.

Schlüsselwörter

Fahrersitze, geregelte Dämpfer, magneto-rheologische Dämpfer

Keywords

Driver seats, controlled damper, magneto-rheological damper

NEUE BÜCHER

Leistungsfähige Verfahren zur Halmguternte in Großbetrieben

Von Friedrich Henrichsmeyer. VDI-MEG-Schrift 318. Vertrieb: Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Max-Eyth-Str. 6, 24089 Kiel; 1998, 205 S., 78 Abb., 27 Tab., 50 DM
Die Halmguternte im Großbetrieb stellt besondere Anforderungen an die technische Ausstattung und die Verfahrensorganisation. Die Voraussetzungen zur Auslastung großer Erntemaschinen sind dort grundsätzlich gut. Die Praxis zeigt, daß das Potential der Maschinen nicht genutzt wird. Der günstige Reifezustand des Gutes ist in einer nur kurzen Zeitspanne gegeben. Ferner sind die großen Silos in kurzer Zeit zu befüllen, um den schnellen, luftdichten Verschluß gewährleisten zu können. Daher ist vom Häckler eine hohe Schlagkraft zu fordern. Darüber hinaus ist, zur Reduzierung der festen Maschinenkosten, die saisonale Auslastung der Technik anzustreben. Die Datenerhebung zur Arbeitszeit in acht repräsentativen Großbetrieben zeigt, daß die Schlagkraft für eine zügige Ernte nicht ausreicht. Die günstige Zeitspanne wird um ein Vielfaches überschritten. Die rechnerische Prüfung der Kapazitäten führt indes zu dem Ergebnis, daß die vorhandenen Maschinen genügen müßten. Als Ursache für die Diskrepanz ist in ersten Messungen die ungenügende Nutzung des vorhandenen Maschinenpotentials zu bestimmen. Das Ziel der Untersuchungen besteht in der Analyse der Ursachen.

Entsorgung häuslicher Abwässer im ländlichen Raum unter besonderer Berücksichtigung landwirtschaftlicher Betriebe

Von Andreas Hackeschmidt, Karl Schade und Harald Wedemeyer. aid-Heft 1374. Vertrieb: aid, Konstantinstr. 124, 53179 Bonn. 1998, 52 S., 34 Abb., 2 Tab., 4 DM
Alles Wesentliche über die Abwasserbehandlung, ob nun zentral oder dezentral, wurde in diesem aid-Heft anschaulich zusammengestellt. Die Kapitel „Rechtliche Grundlagen“, „Gemeindliche Abwasserplanung“, „Öffentliche Abgaben und private Kosten“ sowie „Möglichkeiten der Abwasserbehandlung“ bieten einen ersten Überblick und grundlegende Informationen. Weitere Hinweise für eine Vertiefung geben die Fundstellen und Literaturhinweise.