

Entwicklung eines semiaktiven piezoelektrischen Dämpfers

Masterarbeit von Axel Ikiar

Die Schwingungsproblematik ist in der heutigen Zeit allgegenwärtig. Dabei sind nicht nur Gebäude im Bauwesen betroffen, sondern auch zunehmend industrielle Maschinen. Eine Problematik bei isolierten Maschinen besteht darin, dass im Resonanzbereich der Federisolatoren eine erhöhte Kraftübertragung eintritt. Durch Hoch- und Herunterfahren der Maschine wird diese Resonanz ständig durchlaufen. Dabei stehen sowohl die Beeinträchtigung der Standsicherheit, als auch die Gebrauchstauglichkeit und das damit verbundene menschliche Wohl im Vordergrund.

Eine Innovation der Dämpfungssysteme bilden die sog. semiaktiven Dämpfer. Diese können jederzeit ihre Dämpfungseigenschaften an die vorherrschenden Randbedingungen des zu dämpfenden Bauwerks autark anpassen und bieten damit einen Vorteil gegenüber passiven Dämpfungssystemen. Unter anderem werden dabei auch piezokeramische Werkstoffe wegen ihrer wechselseitigen elektromechanischen Materialeigenschaften zur semiaktiven Regelung verwendet.

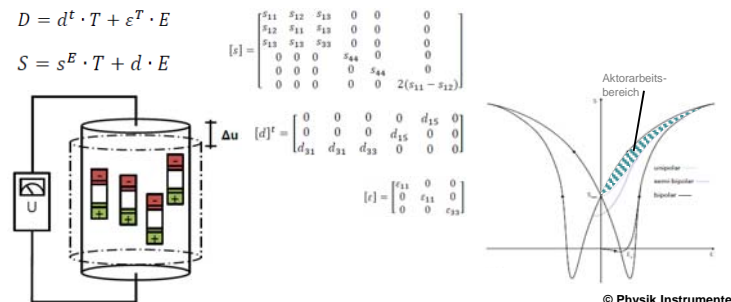


Abb. 1: Elektromechanische Zusammenhänge von Piezokeramik und inverser piezoelektrischer Effekt

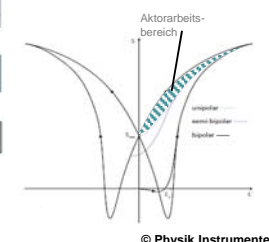


Abb. 2: Hystereseverhalten der Piezokeramik im Großsignalbereich

Auf Grundlage mehrerer, umfangreicher, bereits am LBB durchgeführten Machbarkeitsstudien wird im Rahmen dieser Arbeit ein neuer semiaktiver Reibungsdämpfer mit Piezokeramik (Piezoelectric friction damper, PFD) entwickelt (vgl. Abb. 3).

Die Energiedissipation erfolgt hierbei, vergleichbar mit der einer Scheibenbremse, über die Coulombsche Reibung. Durch eine Zwischenschaltung eines elektrischen Feldes ist es möglich, eine Verformung im piezo-keramischen Stapel-Aktor zu erzwingen.

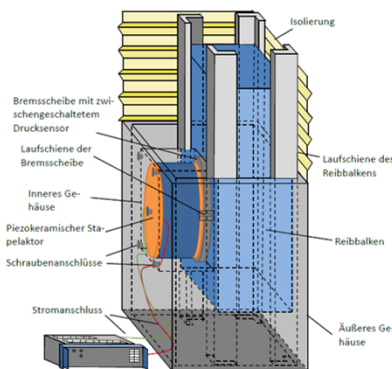


Abb. 3: Entwickelter piezokeramischer Reibungsdämpfer

Die daraus resultierenden Zwangskräfte des Aktors wirken als Kontaktkräfte auf dem Reibbalken. Somit ist eine Regulierung der Reibungs-kraft mittels unterschiedlicher elektrischer Betriebs-spannungen

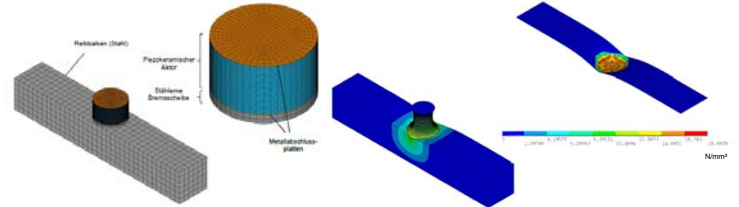


Abb. 4: Mikromodell; unverformt, verformt bei einer Betriebsspannung von 500 V und die daraus resultierenden Kontaktkräfte

Mit Hilfe eines numerischen Mikromodells (Abb. 4) kann nachgewiesen werden, dass ausreichend große Reibungskräfte unter Verwendung von piezokeramischen Aktoren erzeugt werden können. Zudem werden dabei auf Grundlage einer Parameterstudie die Aktorgeometrien optimiert und das piezokeramische Material festgelegt.

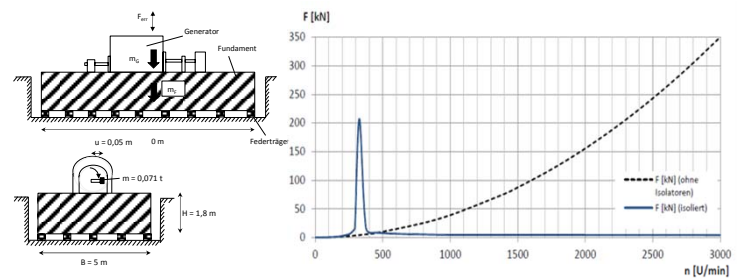


Abb. 5: Systemskizze des isolierten Maschinenfundamentes und die frequenzabhängige Kraftübertragung

Bei einer exemplarischen Anwendung des PFD's zur Dämpfung eines isolierten Maschinenfundamentes (siehe Abb. 5) können sehr gute Ergebnisse erzielt werden. Durch einen semiaktiven Regulationsansatz kann eine sehr effektive Reduktion der Kraftübertragung im Resonanzbereich erzielt werden (Abb. 6). Im hochfrequenten Drehzahlbereich, in dem sich eine Dämpfung kontraproduktiv auf die Kraftübertragung auswirkt, kann der Reibungsdämpfer komplett deaktiviert werden (Abb. 7).

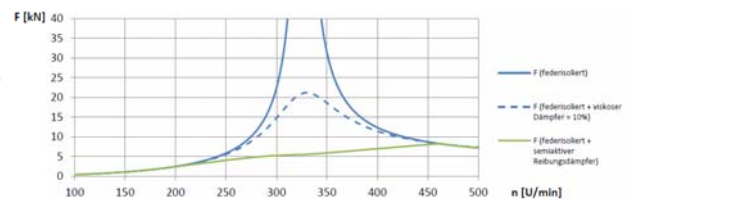


Abb. 6: Kraftübertragung im Resonanzbereich (n = 326 U/min)



Abb. 7: Kraftübertragung im Maschinennormalbetrieb (n = 3000 U/min)