



Diplomand Steinegger Simon
Dozent Prof. Bärtsch René
Projektpartner Aluart AG
Experte Dipl. Ing. ETH Knodel Thomas
Themengebiet Produktentwicklung & Mechatronik

Schwingungstilger für Fahnenmasten – Untersuchung der Dynamik und alternativen Dämpfungskonzepten

Ausgangslage

Aluart AG in Neudorf, Kanton Luzern, stellt Fahnenmasten von bis zu 12 Metern Höhe her und möchte in grössere Höhen von ca. 30 Meter expandieren.

Vorherige Projekte haben gezeigt, dass bei hohen Fahnenmasten starke Schwingungen auftreten, verursacht durch Windböen. Durch Anbringen eines Tilgers kann dem Masten Energie entzogen werden, was die Schwingungen reduziert. In einem vorherigen Projekt wurde ein 10 Meter Versuchsmast mit einer ähnlichen Steifigkeit wie höhere Masten erstellt und mit einem Schwingungstilger auf der Spitze des Flaggenmastes ausgestattet (Abb. 1). Dieser dämpft das System durch eine Wirbelstrombremse. In der Erprobung hat dieser Tilger zwei Mal durch Bruch versagt.

Das Ziel dieser Arbeit ist, zu analysieren wie ein gedämpfter Tilger das System beeinflusst und was für Alternativen es zur aktuellen Dämpfungslösung gibt.

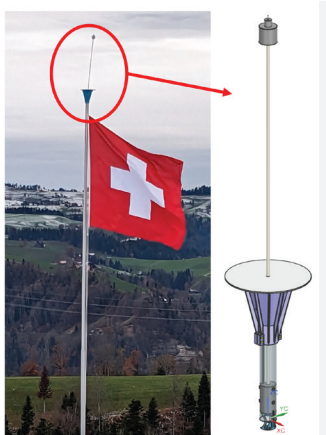


Abb. 1: Das vorherige Tilgerkonzept auf dem Mast montiert

Vorgehen

Die Aufgabe ist in zwei Teile unterteilt: Zuerst wird das System analytisch erfasst. Dies geschieht durch eine harmonische Analyse zur Veranschaulichung des dynamischen Verhaltens. Anschliessend liefert eine stochastische Analyse der böeninduzierten Schwingungen eine maximale Auslenkung.

Im zweiten Teil werden alternative Dämpfungskonzepte gesucht und mit freien Schwingungsversuchen erprobt. Ideen für das Konzept werden mittels eines Brainstormings in einem Team gefunden und durch eine wirtschaftlich-technische Analyse ausgewählt.

Ergebnis

Die Analyse zeigt, dass die maximale Auslenkung des Fahnenmastes durch einen gedämpften Tilger um 33 % gesenkt

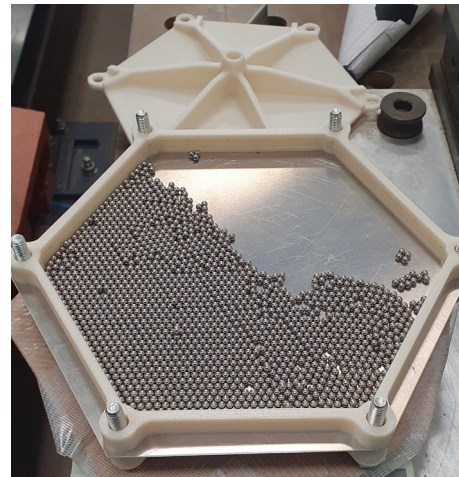


Abb. 2: Blick in einen geöffneten Partikeldämpfer

werden kann, von 2.54 m auf 1.91 m. Dazu ist ein optimaler Dämpfgrad von 24.8 % nötig.

Von den Dämpfungskonzepten funktionieren Partikeldämpfer am besten. Diese haben einen Hohlraum der mit Partikel (hier Kugeln) gefüllt ist (Abb. 2). Die Dämpfung entsteht durch die Reibung und Aufprälle zwischen den Kugeln und zwischen Kugeln und den Wänden des Hohlraums. Getestet wurden hier drei Hohlräumlichkeiten, drei Partikelmaterialien (Blei, Stahl und Glas), drei Partikeldurchmesser und eine oder mehrere Kammern.

Insgesamt wurden 111 Messungen durchgeführt. Maximal wurde rund 14 % Dämpfung erreicht. Den grössten Einfluss auf die Dämpfung hat der Hohlraumdurchmesser.

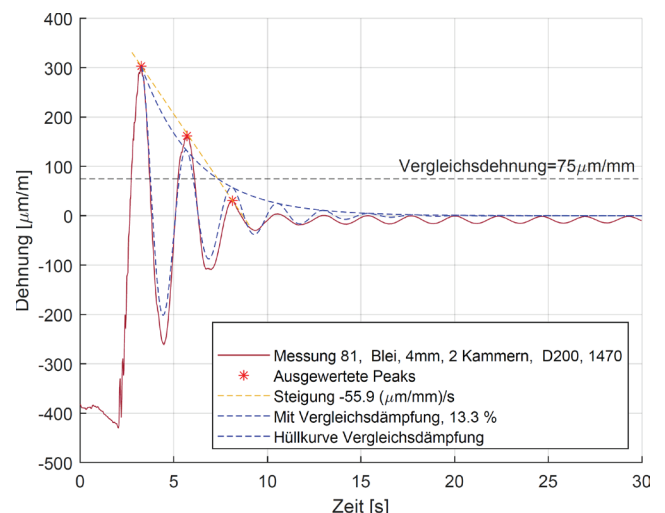


Abb. 3: Beispiel einer Messung eines gut funktionierenden Partikeldämpfers, mit Auswertung