

Messvorschrift für DM-Einspritzleitungen

Studiengang: BSc in Maschinentechnik

Betreuer: Beat Engeli

Experte: B. Bitterli

Industriepartner: Liebherr, Bulle

Liebherr Machines Bulle SA entwickelt und produziert Dieselmotoren. Trotz sorgfältiger Auslegung und Berechnung sind für den Nachweis der Dauerfestigkeit von Common-Rail-Hochdruckleitungen, umfassende Tests am gefeuerten Motor erforderlich. Um die kritischen Betriebszustände zu erkennen, soll ein Auswertealgorithmus und eine Vorschrift erstellt werden. Dies ermöglicht Motorversuche einfach auswerten zu können und zeigen kritische Motordrehzahlen auf.

Zielsetzung

Das in der Projektarbeit 2 zusammengetragene Wissen und erarbeitete Formelwerk soll in der Bachelorthesis zum Einsatz kommen. Es wird ein Auswertealgorithmus im Programm imc-Famos implementiert. Mit diesem Algorithmus sollen die kritischen Motordrehzahlen in einem Campbell-Diagramm und die auftretenden Maximalspannungen in einem Goodman-Diagramm dargestellt werden. Die Motorversuche sollen einfach und schnell ausgewertet werden können. Es soll eine Vorschrift erarbeitet werden, die beschreibt in welcher Form die Daten erstellt und aufbereitet werden müssen.

Methoden

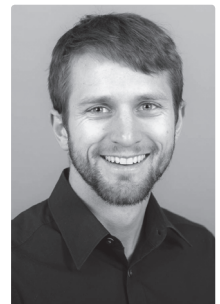
Die Dehnungen der Hochdruckleitungen werden mittels Dehnmessstreifen (DMS) mit fünf Millimeter Abstand zum Radius gemessen. Die DMS sind mit $3 \times 120^\circ$ oder $4 \times 90^\circ$ zueinander angeordnet. Mit einer Triangulation kann von den gemessenen Spannungen auf die maximale Spannung an der Messstelle gerechnet werden. Die an der Leitung auftretende maximale Spannung befindet sich jedoch am Radius. Das heisst, hierfür wird ein Hochrechnungsfaktor mittels FEM ermittelt und in die Berechnung mit einbezogen. Des Weiteren sind die DMS temperaturabhängig und bewirken eine scheinbare Dehnung. Dieses Verhalten wird mittels einer zusätzlichen Temperaturmessung berücksichtigt.

Das Campbell-Diagramm kann mittels einer FFT-Analyse erstellt werden. Die Werte für das Goodman-Diagramm erhalten wir aus der Triangulation.

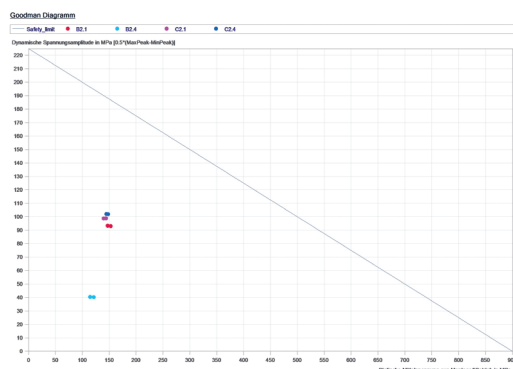
Resultat

Die Triangulation konnte erfolgreich im Programm imc-Famos implementiert werden. Da sich bei der Projektarbeit 2 grosse Variationen des Hochrechnungsfaktors ergaben, wurde dieser variabel gehalten und kann vom Benutzer auf dem Eingabebblatt geändert werden. Das Goodman-Diagramm wurde im Sinne einer einfachen und logischen Handhabung gestaltet und zeigt den Maximalwert der auftretenden Spannungen. Der Algorithmus ermittelt die Peaks des Spannungsverlaufs und die auftretenden Frequenzen aus der FFT-Analyse und ermöglicht somit eine Darstellung derer im Campbell-Diagramm.

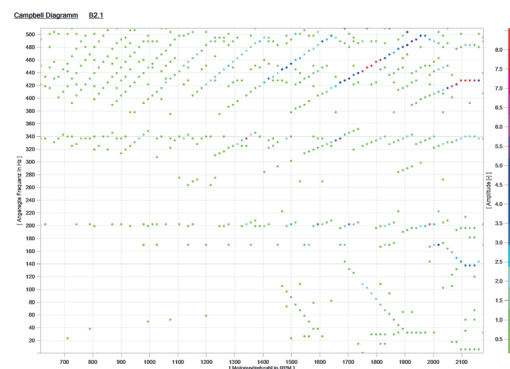
Mit dem erstellten Auswerteprogramm lassen sich die eingeleseenen Messdaten innerhalb von wenigen Sekunden auswerten und in einem Bericht darstellen. Dieses Auswertetool ermöglicht der Firma Liebherr, ihre Common Rail Hochdruck Einspritzleitungen zu testen und auszuwerten. Die Bedienungsanleitung und der Motortestplan ist zudem ein weiterer Schritt in Richtung Standardisierung dieses Motortests bei der Firma Liebherr.



Tobias Emanuel Kuchen



Ein erstelltes Goodman Diagramm von 4 verschiedenen Leitungen



Ein erstelltes Campbell Diagramm von einer Leitung