

IGF Projekt Nr. 19385 BG

Betriebssichere aerodynamische Folienlager für die Lagerung schnell laufender Rotoren

Forschungsstellen:

TU Braunschweig, Institut für Adaptronik und Funktionsintegration (IAF)

BTU Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl für Verbrennungskraftmaschinen und Flugantriebe (VFA)

Laufzeit:

01.03.2017 – 31.08.2019

Zur Lagerung hochtourig drehender, leichter Wellen bieten sich aerodynamische Lager an, da aufgrund der geringen Viskosität des gasförmigen Schmiermediums nur geringe Reibungsverluste entstehen. Bei extremen Betriebsbedingungen (sehr niedrige oder sehr hohe Temperaturen) oder hohen Anforderungen an Luftreinheit bzw. Ölfreiheit sind oft nur Luftlager möglich (z.B. Luftverdichter, Kühlturbinen).

Ziel des Projekts „Folienlager II“ bestand im Wesentlichen darin die Tools aus vorhergehenden Forschungsprojekten (u.a. „Folienlager I“) zur Berechnung einzelner Lagerbauarten in einem Gesamtool zusammenzufassen, auf weitere Lagerbauformen zu erweitern und anhand experimenteller Untersuchungen für den wichtigen Bereich der Folienlager, speziell Bump-type und Leaf-type Folienlager zu validieren.

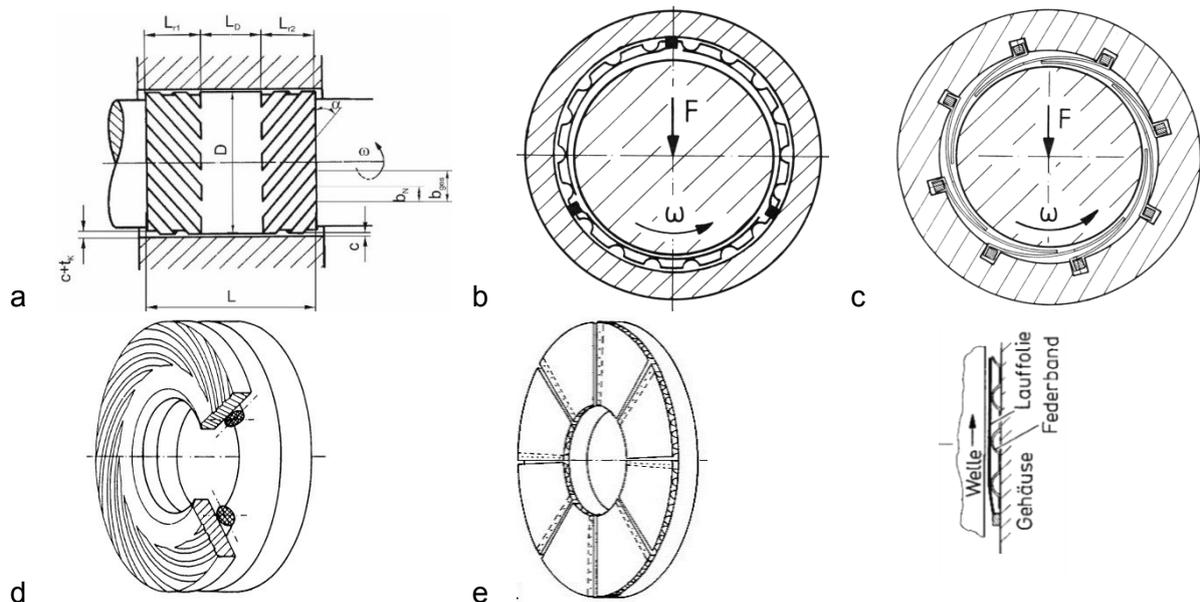


Bild 1: Lagerbauformen: a) Herringbone Bearing, b) Bump-type Bearing, c) Leaf-type Bearing, d) Spiral-grooved Thrust Bearing, e) Bump-Foil Thrust Bearing

Zur Validierung der Tools wurden Prüfstände für die Anfahr- und Hochgeschwindigkeitsversuche, zur Messung der Dynamikoeffizienten und Reibmomente, zur Messung der Impedanz des radialen Leaf-type und Bump-type Folienlagers sowie zur Messung der Tragfähigkeit axialer Bump-type Folienlager aufgebaut.

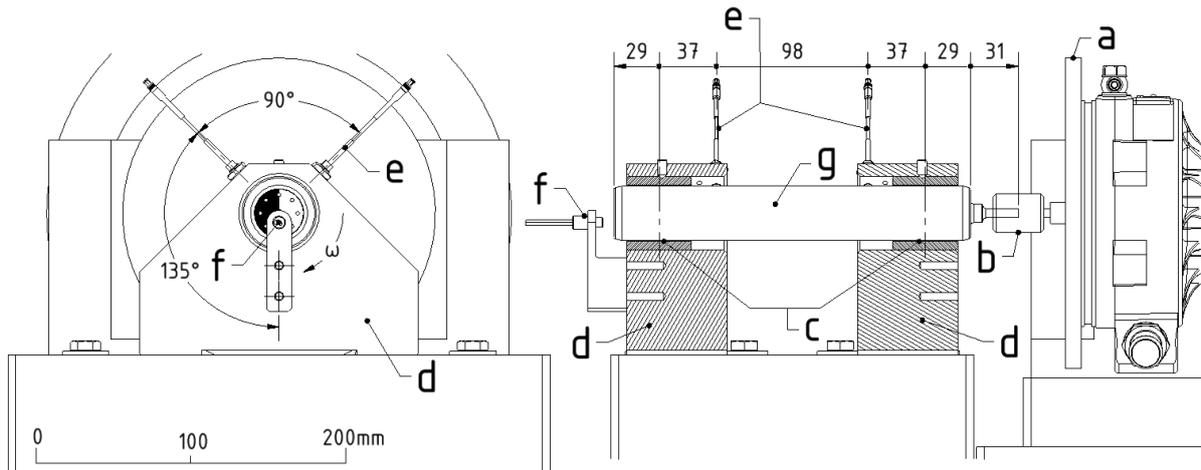


Bild 2: Prüfaufbau: a) Getriebe, b) Metallbalgkupplung, c) Testlager (Folienlager), d) Lagerbock, e) Wirbelstromsensor, f) Drehzahlsensor, g) Testwelle (Quelle: Lehrstuhl VFA der BTU Cottbus-Senftenberg)

Die Berechnungstools konnten anhand von Literaturwerten und der Messungen an den genannten Prüfständen im Wesentlichen validiert werden. Die Zuverlässigkeit der Berechnungstools konnte auch anhand der Rotordynamikrechnungen mit MADYN auf der Grundlage der für Leaf-type und Bump-type Folienlager berechneten Kennwerte grundsätzlich nachgewiesen werden. Wie aus den Wasserfalldiagrammen ersichtlich zeigten sich beim Bump-type Folienlager bei etwa 90000 U/min subsynchrone Wirbel mit relativ großen Schwingungsamplituden, die auch bei Drehzahlabsenkung bis auf 78000 U/min bestehen blieben. Das Leaf-type Folienlager zeigte im betrachteten Drehzahlbereich (bis $n = 100.000$ U/min) kaum Neigung zu subsynchronen Schwingungen.

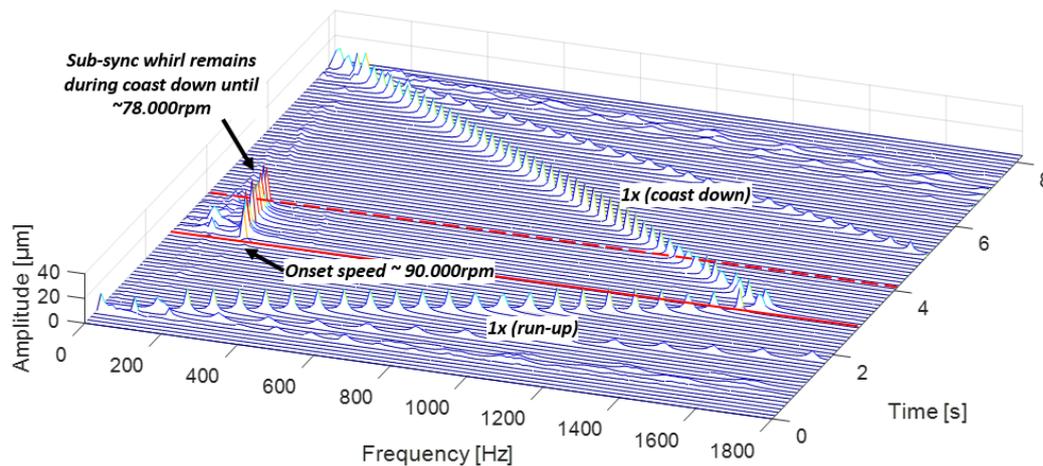


Bild 3: Wasserfalldiagramm des Bump-type Lagers RB03 für den Lastfall (i) (Quelle: VFA der BTU Cottbus-Senftenberg)

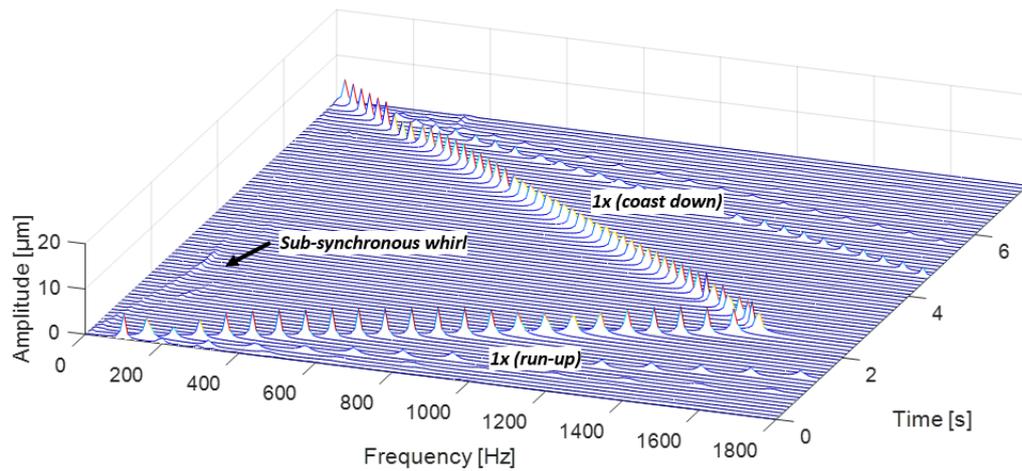


Bild 4: Wasserfalldiagramm des Leaf-type Lagers RL01 für den Lastfall (iii) (Quelle: VFA der BTU Cottbus-Senftenberg)

Wegen der starken Profilierung der Laufflächen zeigten beide Folienlagertypen eine relativ hohe Abhebedrehzahl. Parametervariationen am Bump-type und Leaf-type Folienlager wurden durchgeführt mit dem Ziel der Lageroptimierung für eine möglichst niedrige Abhebedrehzahl und hohe Stabilitätsgrenze. FE-Analysen zeigten, dass lokale, druckbedingte Folienverformungen einen relativ geringen Einfluss auf den Druckaufbau hatten, der wesentlich bestimmt wird von dem Schmier-spalthöhenverlauf, der im Leaf-type Folienlager konstruktionsbedingt durch die Foliendicke bestimmt wird und im Bump-type Folienlager durch die für Lagerstabilität benötigte starke Profilierung der Foliensegmente.

Als Strukturmodell für das Bump-type Folienlager wurde das sogenannte NDOF-Modell aus der Literatur verwendet, das sich wegen seiner Genauigkeit im Vergleich zu FE-Ergebnissen bewährt hat.

Projekt „Folienlager II“ (Schlussbericht-Zusammenfassung)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben Nr. 19385 BG der Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.