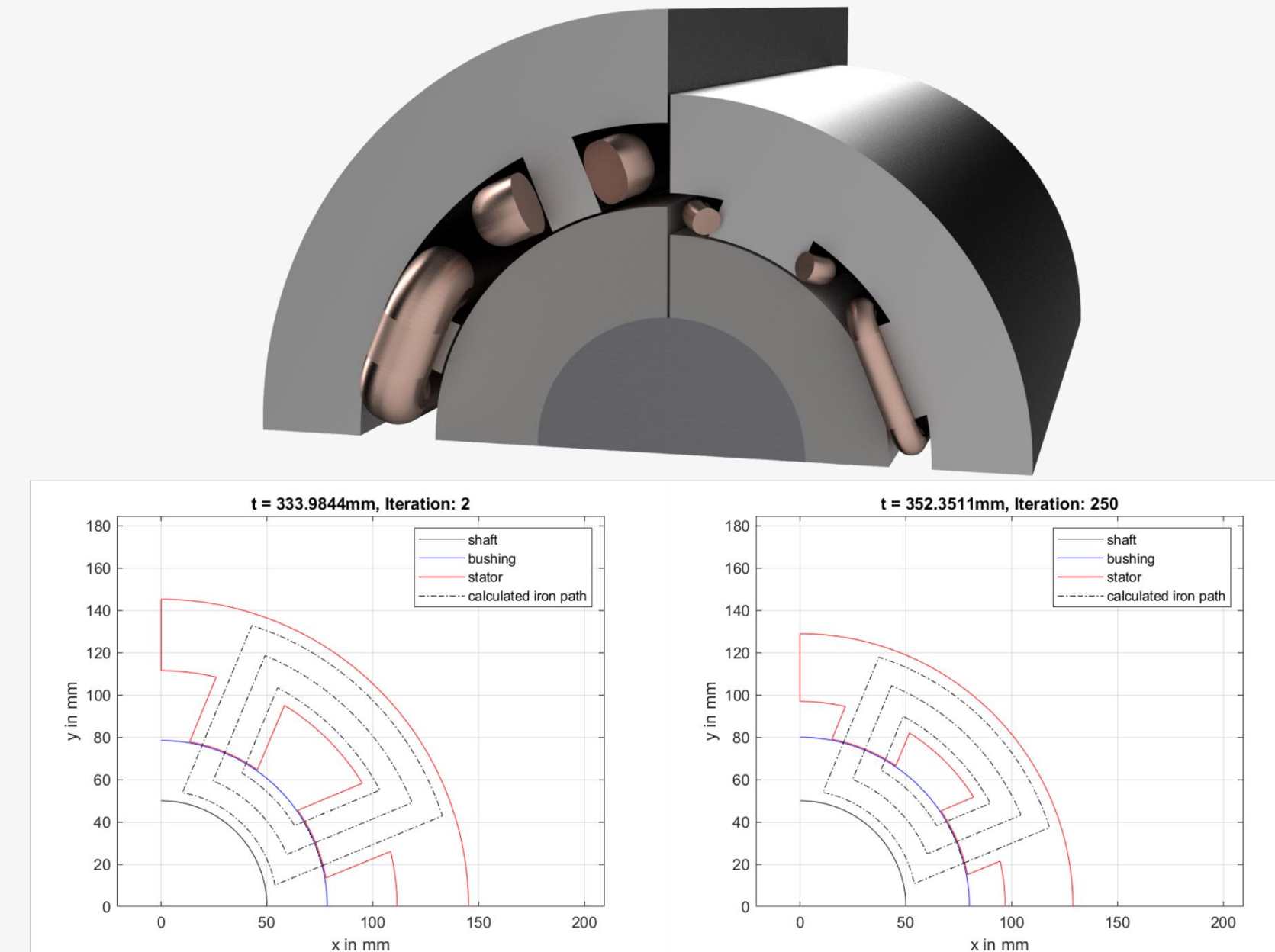




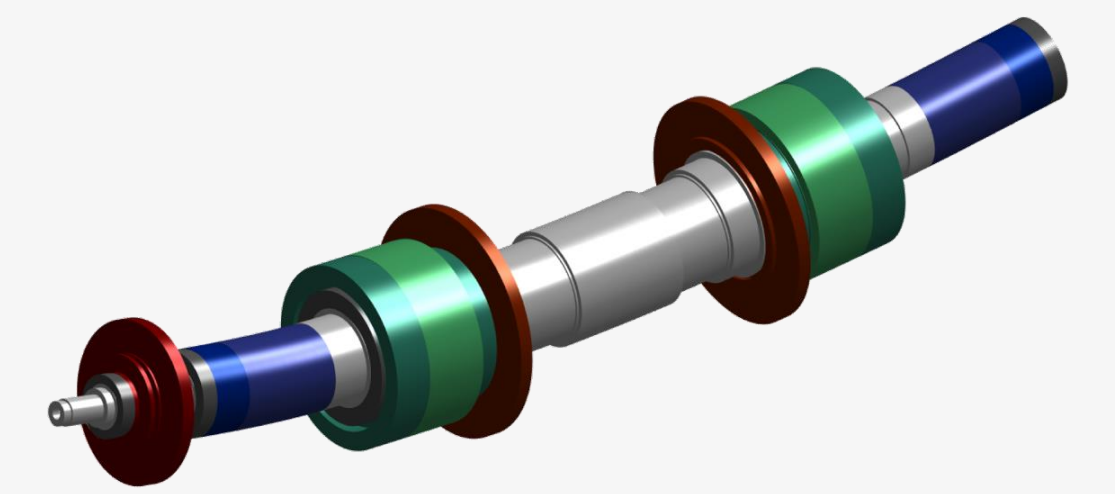
Energieeffiziente Magnetlagerung für Anwendungen unter extremen Umgebungsbedingungen

Entwicklung von Modellen zur Simulation von Magnet- und Fanglagern unter applikationsspezifischen Belastungen

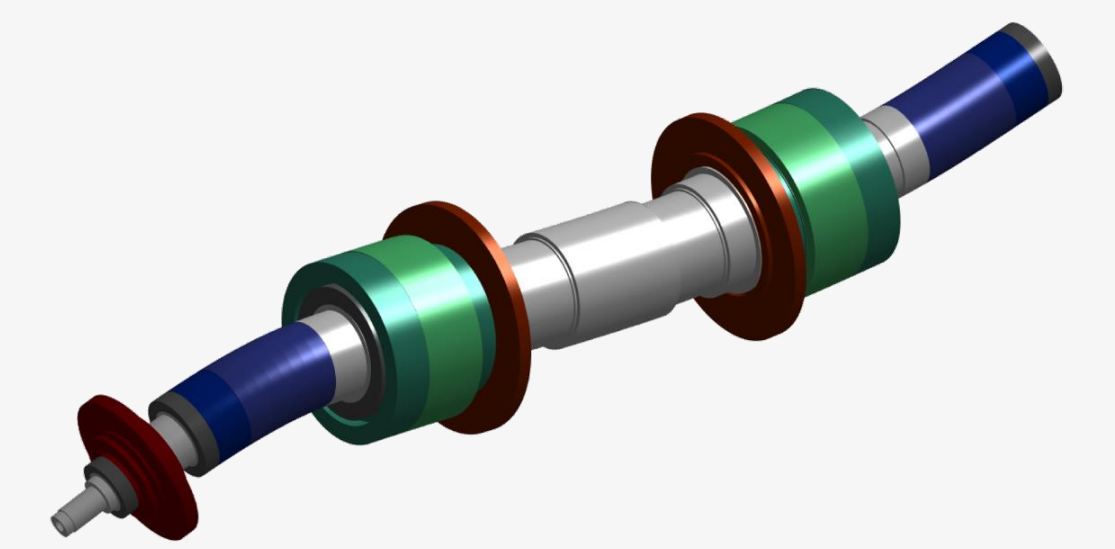
- Entwicklung eines Software-Werkzeugs zur optimalen Auslegung aktiver Magnetlager (Materialien, Regelkreisdynamik, Umgebungseinflüsse)
- Anwendung der Particle-Swarm-Optimization (PSO) zur Optimierung der Magnetlager → dabei handelt es sich um eine multikriterielle Optimierung mehrerer Lagerparameter zur Einhaltung geforderter Zielkriterien (bspw. Tragkraft, Verlustleistung, Bauraum)
- Ermittlung der Eigenfrequenzen und Biegelinien von Rotoren durch das am IPM entwickelte Programm „Rotor Element Dynamics - Calculation and Analysis Tool“ (RED-CAT)
- Berücksichtigung thermischer Dehnung des Rotors und temperaturabhängige Materialparameter bei der Eigenwertberechnung
- Entwicklung von Teilmodellen zur Simulation eines radialen Gleitfinglagers



Magnetlagergeometrie vor (links) und nach (rechts) der Optimierung

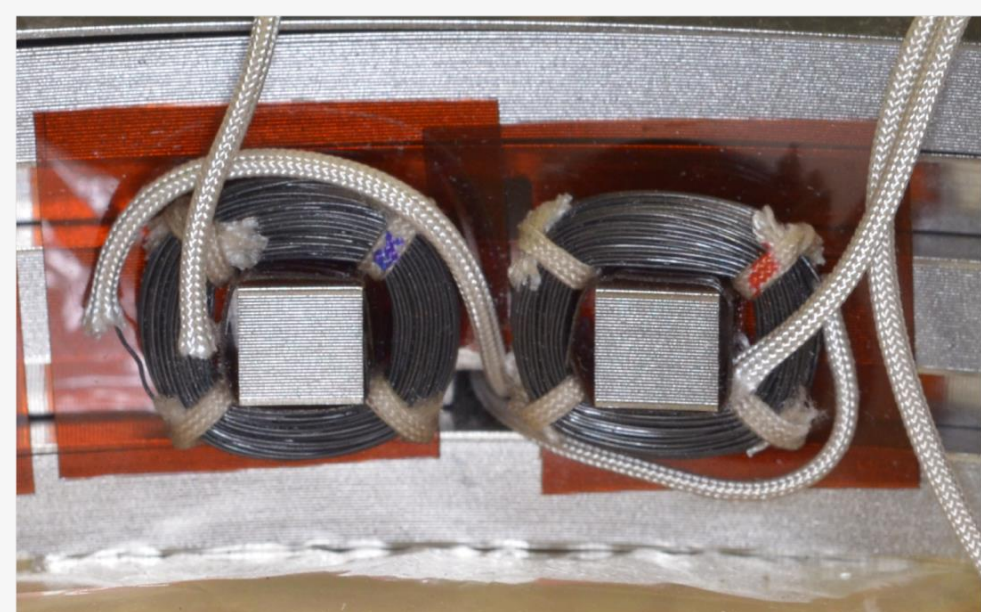
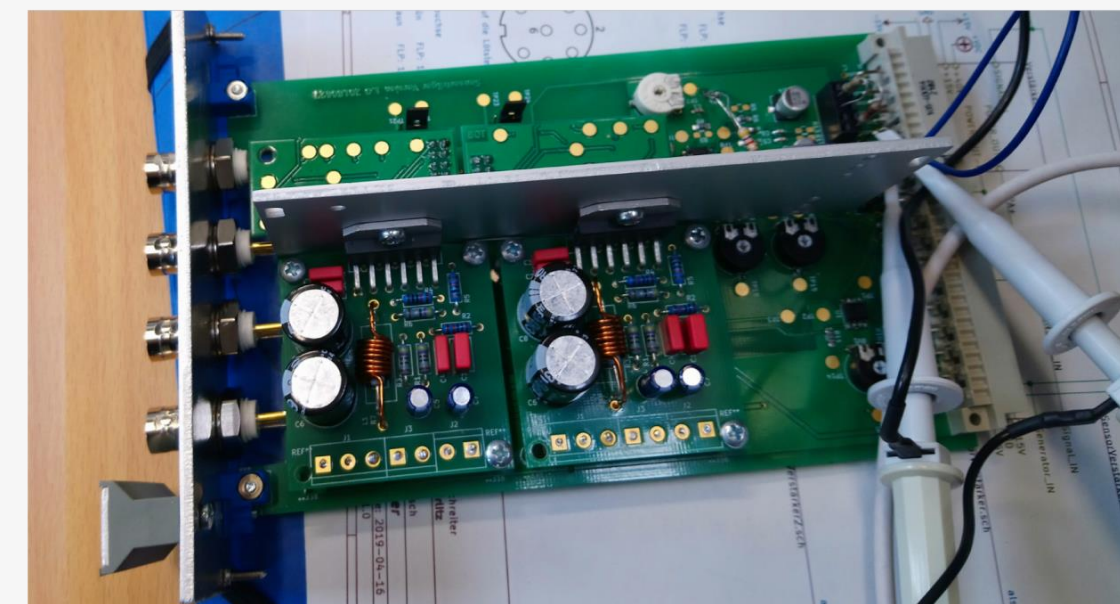


Erste Biegekritische Eigenfrequenz MFLP-Rotor bei 152 Hz (V-Schlag)



Zweite Biegekritische Eigenfrequenz MFLP-Rotor bei 285 Hz (-Schlag)

Entwicklung und Test eines Sensorsystems für den Einsatz bei extremen Umgebungsbedingungen

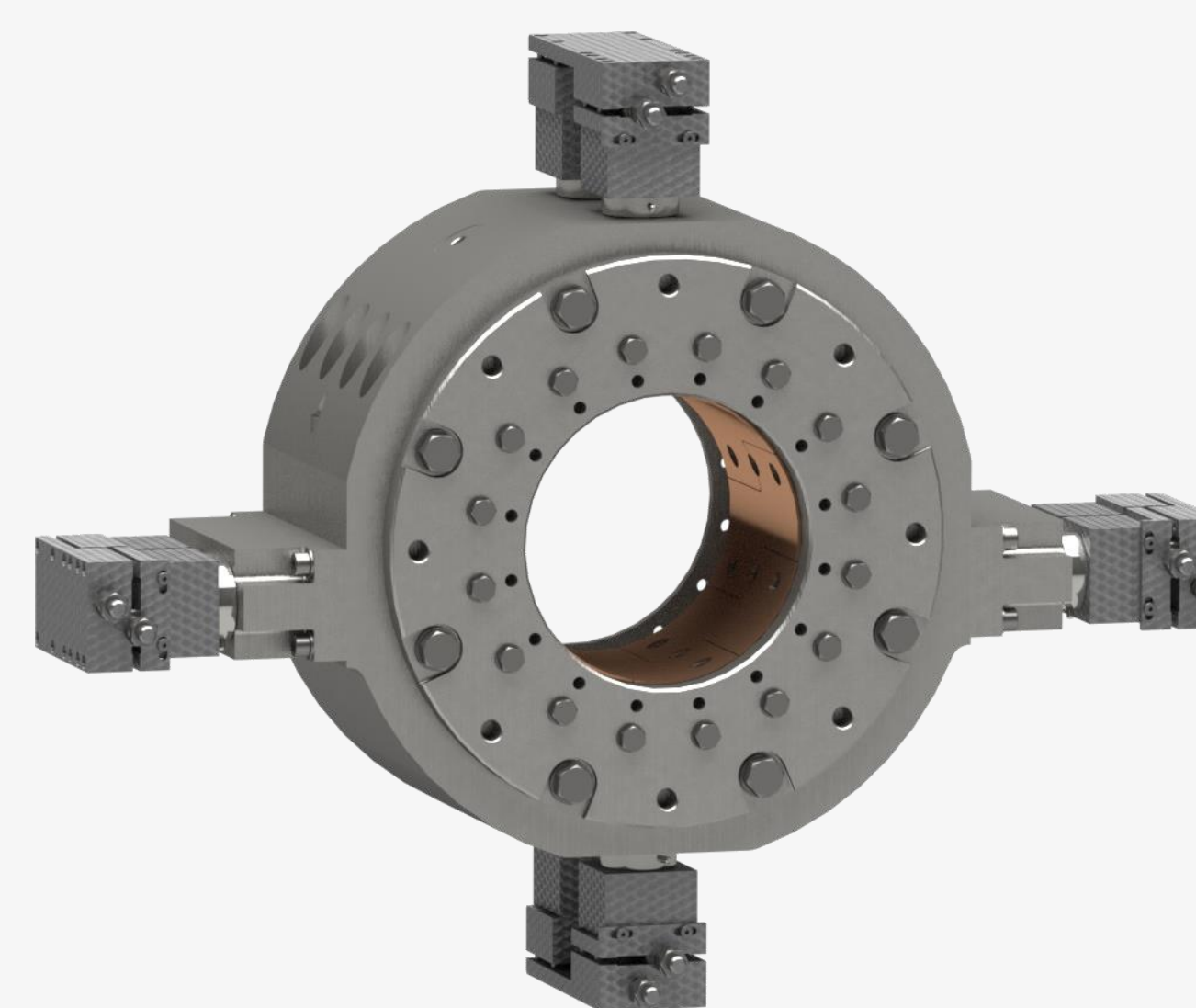


Induktiver Sensorstator
Sensorelektronik
Sensorstator radial
(Detailansicht)

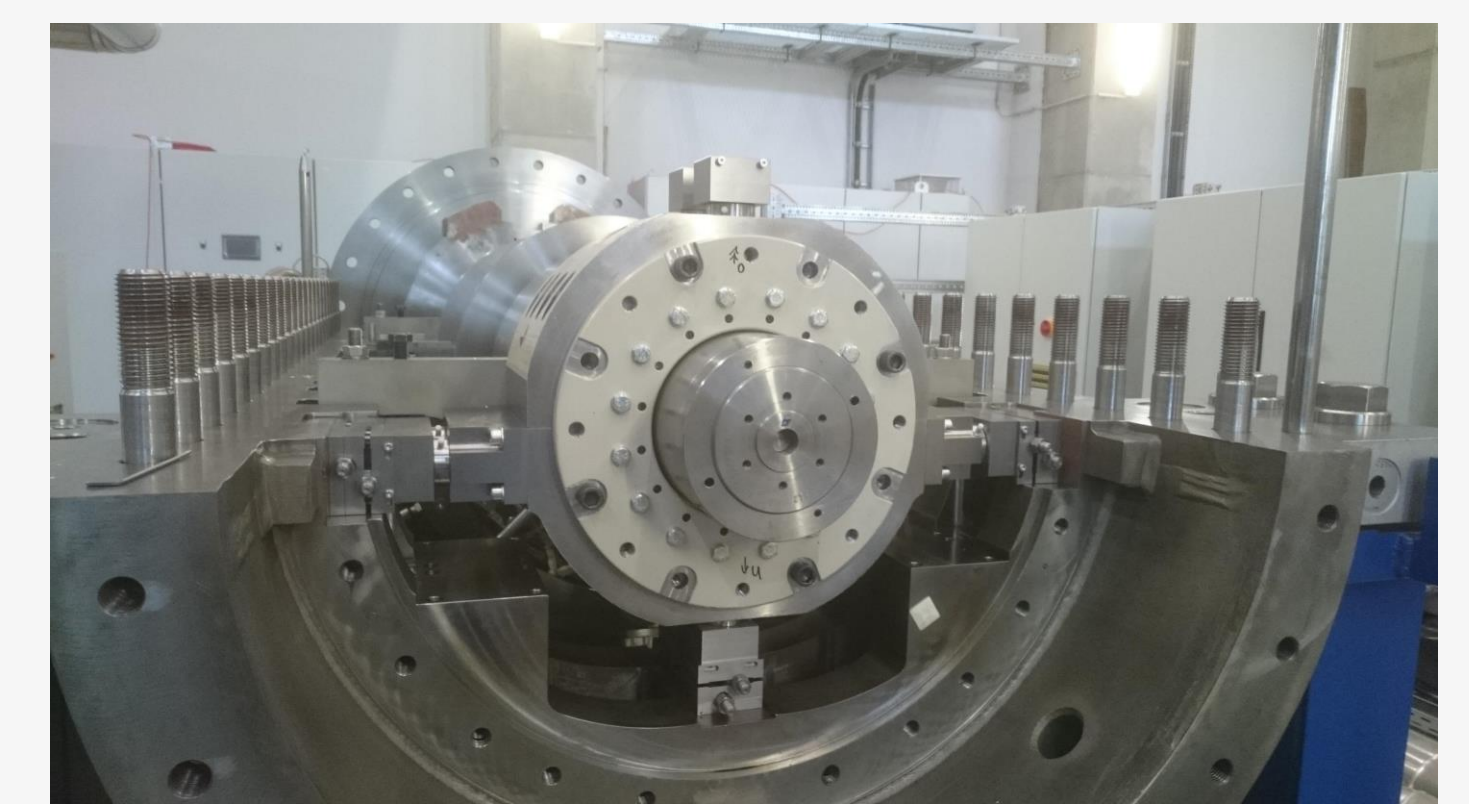
- Entwicklung eines Lagesensors für den Einsatz in aktiven Magnetlagern für Umgebungstemperaturen bis 300 °C
- Auswahl und Beschaffung temperatur- und korrosionsbeständiger Materialien (Spulendraht, Elektroblech, Vergussmasse)
- Auslegung, Konstruktion und Fertigung eines induktiven Sensors zur Positions- und Lagebestimmung einschließlich der dazu notwendigen Elektronik
- Allgemeiner Funktionsnachweis unter Normalbedingungen und Kalibrierung auf einer eigens dafür entwickelten Vorrichtung
- Durchführung des thermischen Funktionsnachweises in einem Laborofen
- Praktischer Funktionsnachweis am Magnet- und Fanglager Prüfstand (MFLP) unter Betriebsbedingungen

Untersuchung von Gleitlagern zur Verwendung als Fanglager unter Berücksichtigung der Tribologie

- Entwicklung und Fertigung eines Gleitfinglagers für den MFLP
- Untersuchung des Einflusses von Rauigkeiten, Festigkeiten, Verschleißeigenschaften, Materialpaarungen, Relativgeschwindigkeiten beim Rotor-Fanglager-Kontakt
- Verifikation und experimentelle Validierung des Fanglagermodells
- Instrumentierung des MFLP zur Messung von Rotorlage, Lagerkräfte, Gleitschichttemperaturen und Rotordrehzahl
- Einsatz des am IPM entwickelten Messwerterfassungssystems „Maglap++“ zur zeitsynchronen und hochfrequenten Abtastung analoger Signale (bis 100 kHz je Kanal)
- Bewertung der Material- und Oberflächenbeschaffenheit der beteiligten Reibpartner durch optische und mechanische Prüfverfahren



Gleitfinglager für den MFLP



MFLP mit eingebautem Gleitfinglager

Theoretische und experimentelle Untersuchungen zum sicheren Betrieb magnetgelagerter Rotoren unter Extrembedingungen

- Ermittlung applikationsspezifischer Belastungen (statische und dynamische Kräfte, Temperaturen) an Turbomaschinen im Kraftwerksbetrieb
- Erweiterung der am IPM entwickelten physikalische Teilmodelle zur Simulation applikationsspezifischer Einzeleffekte (bspw. Leistungssteller) → Anwendung verhaltensbasierter Modellansätze (Fuzzy-Logik) zur Simulation von Versagensmechanismen und -wahrscheinlichkeiten
- Berücksichtigung mechanischer und thermischer Belastungen innerhalb der Zuverlässigkeitsanalyse und Ermittlung belastungsabhängiger Ausfallraten
- Ableitung komponentenspezifischer Fehlerbäume und Ermittlung einer Gesamtausfallwahrscheinlichkeit des aktiven Magnetlagers → Festlegung von Maßnahmen zur sicheren Gestaltung von Magnetlagerapplikationen (notwendige Redundanzen/Diversitäten)

MFLP mit Fehlerbaum eines aktiven Magnetlagers (Übersicht)

