



Thema für eine Masterarbeit

Untersuchung und Modellierung des Einflusses einer Pendelachse auf die Messgenauigkeit in einer 5 MN Kraft-Normalmesseinrichtung

In Kraft-Normalmesseinrichtungen werden Referenz-Kraftaufnehmer und TransfERNormale mit höchster Präzision kalibriert. Ein zentraler Forschungsaspekt bei der Kraftkalibrierung besteht darin, systematisch Einflussfaktoren auf die Messgenauigkeit und Wiederholpräzision zu identifizieren, zu quantifizieren und gezielt zu minimieren. Besonders kritisch ist hierbei der Einfluss von unerwünschten Seitenkräften und Biegemomenten, die aufgrund von geometrischen Imperfektionen, Toleranzen oder ungleichmäßigen Lastzuständen auftreten können. Eine im Vorfeld der Arbeit sich anbietende Lösung wären die aus der Materialprüfung bekannten Pendelachsen (Kalottenlagerungen). Sie sollen diese unerwünschten Effekte kompensieren, jedoch fehlt es bislang an einer systematischen wissenschaftlichen Untersuchung und Bewertung der Wirksamkeit solcher konstruktiven Möglichkeiten sowie eine Studie zum optimalen Design. Ziel dieser Arbeit ist es, auf Grundlage numerischer Untersuchungen und gezielter Sensitivitätsanalysen ein Verständnis der Wirkmechanismen sowie der Einsatzfähigkeit einer Pendelachse innerhalb der 5 MN Kraft-Normalmesseinrichtung der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig zu erlangen.

Im Mittelpunkt stehen hierbei insbesondere folgende Forschungsfragen:

- Welchen Einfluss haben systembedingte Imperfektionen (z.B. Winkelabweichungen, Achsversätze) auf die Entstehung von Seitenkräften und Biegemomenten im Kraftmessprozess?
- Erforschung und Optimierung von konstruktiven Baugruppen nach dem grundsätzlichen Prinzip der Pendelachse, die eine optimierter Krafteinleitung ermöglichen
- Wie wirksam ist eine Pendelachse hinsichtlich der Minimierung dieser unerwünschten Einflussgrößen unter realistischen Einsatzbedingungen?
- Unter welchen Umständen treten Effekte wie Selbsthemmung an der Pendelachse auf, und wie beeinflusst diese das Messverhalten der gesamten Einrichtung?
- Hierbei ist der Einfluss der Kontaktsituation in der FE-Simulation bei der Bewertung des Systems zu untersuchen (Kontaktsteifigkeit, Durchdringung, Reibkoeffizient etc.)

Zur Bearbeitung der Forschungsfragen soll ein validiertes numerisches Simulationsmodell des bestehenden Lastrahmens einschließlich der zu entwickelnden konstruktiven Lösung im FE-Programm Ansys erstellt werden. Dabei werden unterschiedliche Kontaktmodelle implementiert und vergleichend bewertet. Über eine Variation der Parameter (z.B. Imperfektionsgeometrie, Lastgrößen, Reibkoeffizienten) sollen Sensitivitätsanalysen durchgeführt und die Auswirkungen auf die Kräfteverteilung und Messgenauigkeit ermittelt werden.

Aus den Ergebnissen der numerischen Untersuchungen sollen anschließend wissenschaftlich fundierte Aussagen zur optimalen Gestaltung, notwendigen Absicherung sowie zu den Grenzen der Einsatzfähigkeit der Pendelachse abgeleitet werden.

Die Bearbeitung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der PTB Braunschweig. Neben den technischen und methodischen Herausforderungen bietet die Arbeit die Möglichkeit, neue wissenschaftliche Erkenntnisse über das Verhalten von Pendellagerungen in Kraft-Normalmesseinrichtungen zu gewinnen und somit einen Beitrag zur weiteren Optimierung nationaler und internationaler Kraftmessstandards zu leisten.

Im Zuge der Informationssammlung und Modellerstellung wird ein Ortstermin an der PTB durchgeführt, bei dem die praktische Umsetzung und Funktionsweise der Anlage mit Mitarbeitern der PTB diskutiert werden kann.