



2

LASERBASIERTER KRAFTSENSOR

Aufgabenstellung

Hochpräzise Kraftsensoren spielen eine wichtige Rolle in vielen Bereichen der Fertigung und in der Qualitätssicherung. Die Firma Kistler Instrumente AG ist Weltmarktführer im Bereich piezoelektrischer Sensoren für die Messung von Druck, Kraft, Drehmoment und Beschleunigung. Bei piezoelektrischen Sensoren wird die durch Verformung eines Kristalls erzeugte Spannung analysiert, was hochgenaue relative Messungen erlaubt. Eine direkte absolute Messung der Kraft ist prinzipbedingt nicht möglich. In enger Zusammenarbeit mit Kistler wurde am Fraunhofer ILT ein laserbasiertes Verfahren zur hochgenauen Kraftmessung untersucht, das auch absolute Messungen ermöglicht. Dabei wird die Kraft, die auf den Laserkristall wirkt, über eine Frequenzmessung dieses Lasers bestimmt.

Vorgehensweise

Für die Untersuchung der verschiedenen Einflussfaktoren auf die Messung und zur Identifikation geeigneter Komponenten wurde ein flexibler Laboraufbau entwickelt. Dafür erfolgte eine Auslegung des optischen Designs des Lasers, der Pump- und Analyseoptik, die Auswahl geeigneter Komponenten sowie FEM-Analysen zur Ermittlung der entstehenden Verspannungen im Kristall. An dem Aufbau wurde zudem in umfangreichen Laboruntersuchungen das Potenzial des Verfahrens analysiert. Wesentliche Fragen für eine spätere Produktumsetzung, wie Genauigkeit, Reproduzierbarkeit und Langzeitstabilität, standen dabei im Mittelpunkt der Studien.

Ergebnis

Es konnten wesentliche Einflussfaktoren identifiziert und durch Anpassungen des Aufbaus absolute Genauigkeiten von 0,5 ‰ und Reproduzierbarkeiten von 0,1 ‰ erreicht werden. Auch über einen größeren Temperaturbereich bis zu 70 °C lagen die Abweichungen unter 3 ‰.

Abschließend wurden zwei Demonstratoren aufgebaut, an denen die weiteren Untersuchungen zum Potenzial der Technologie bei Kistler erfolgen können. Die Demonstratoren wurden auf Basis von kommerziell erhältlichen Komponenten mit einem flexiblen und hochpräzisen Montageverfahren in einem angepassten Gehäuse aufgebaut und besitzen Abmessungen von 150 x 45 x 30 mm³.

Anwendungsfelder

Die Technologie ermöglicht hochpräzise Messungen von Absolutkräften für einen Einsatz in Kalibrations- und Referenzmesssystemen.

Ansprechpartner

Dr. Michael Strotkamp
Telefon +49 241 8906-132
michael.strotkamp@ilt.fraunhofer.de

Dr. Bernd Jungbluth
Telefon +49 241 8906-414
bernd.jungbluth@ilt.fraunhofer.de

2 Demonstratoren eines
laserbasierten Kraftsensors.