

# VIBRATIONSSENSOR

---

## Entwicklung von mikromechanischen Vibrationssensoren auf der Basis des Resonanzeffekts mit Glasfaserauskopplung für den Einsatz zur Vibrationsüberwachung im Maschinenbau

---

### Abschlußbericht

#### Kurzfassung:

Verschleiß oder Schäden an Lagern sind oft Ursache für den Ausfall von Werkzeugmaschinen, Pumpen, Turbinen, Generatoren oder hochproduktiver Anlagen der Textil- oder Papierindustrie. Die Hersteller und Betreiber solcher Maschinen und Anlagen fordern daher eine kontinuierliche Zustands- und Prozeßüberwachung z.B. anhand von charakteristischen Vibrationen. Zur Zeit erfolgt eine solche Überwachung beispielsweise mit Hilfe aufwendiger Meßsysteme auf der Basis der Beschleunigungsmessung mit nachfolgender Fourier-Transformation und Signalbewertung im Frequenzbereich. Dies erfordert qualifiziertes und erfahrenes Fachpersonal und führt zu hohen Kosten. Vibrationsmessungen werden daher nur innerhalb fester Wartungszyklen oder nach Abschluß eines Verarbeitungsprozesses durchgeführt.

Die Mikromechanik eröffnet völlig neue Möglichkeiten, bekannte Meßprinzipien in miniaturisierter Bauform und damit in hoher Stückzahl zu realisieren. Sensoren mit integrierten elektronischen Kalibrations-, Auswerte- und Korrekturfunktionen auf der Basis von Silizium sind kommerziell erhältlich. Hierzu zählen Beschleunigungssensoren, die zur Vibrationsmessung unterhalb ihrer Resonanzfrequenz von etwa 1 kHz betrieben werden. Zur kontinuierlichen Überwachung von Wälzlagern sind resonante Sensoren geeignet, die neben hoher Nachweisempfindlichkeit eine schnelle Signalbewertung im Zeitbereich bieten. Solche Sensoren, die im Bereich einiger 10 Hz resonant arbeiten sind zur Zeit kommerziell nicht erhältlich.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde ein mikromechanischer, resonanter Vibrationssensor (MRVS) auf der Basis von Silizium entwickelt. Die Arbeiten umfaßten im einzelnen: Festlegung der Sensorstruktur und ihrer Abmessungen mit Hilfe von Finite-Elemente-Berechnungen als Biegebalken mit seismischer Masse am freien Ende sowie Integration von Widerständen zur mechanisch-elektrischen Größenwandlung über den piezoresistiven Effekt. Entwicklung eines kompatiblen Kalilauge-Ätzprozesses zur Herstellung der Struktur mit definierter Einstellung der geometrischen Abmessungen ohne automatischen Ätzstopp, Charakterisierung von Prototypen unter statischer und dynamischer Belastung im Labor, Messung charakteristischer Vibrationen an Kalenderwalzen aufgrund von Verschleiß und an Kreiselpumpen hervorgerufen durch Kavitation. Die Feldversuche belegen, daß mit dem MRVS die industrielle Forderung nach kostengünstiger On-line-Vibrationsüberwachung erfüllt werden kann. Die zu erwartende, große Nachfrage kann durch die verwendeten Fertigungsprozesse der Silizium-Mikrotechnik, die wie bei den mikromechanischen Beschleunigungssensoren eine effiziente Produktion in großer Stückzahl ermöglichen, befriedigt werden. Der industrielle Einsatz eines Sensors stellt hohe Anforderungen an seine elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Dies wurde im Feldeinsatz des MRVS deutlich. Es wurde daher ein resonanter Sensor mit Glasfaserauskopplung konzipiert und aufgebaut. Dieser Sensor, der als Labormuster vorgelegt worden ist, enthält keine elektronischen Komponenten und ist damit inhärent immun in Bezug auf EMV. Die industrielle Forderung nach prozeßorientierten Produktionsweisen wird bei diesem Sensor durch seine integrierten, mikromechanischen Justierhilfen zur präzisen Ankopplung der optischen Faser erfüllt.

---

Berichtsumfang:	73 Seiten, 51 Bilder, 6 Tafeln, 75 Literaturstellen
Beginn der Arbeiten:	01.07.1993
Ende der Arbeiten:	31.12.1995
Zuschußgeber:	BMW/iAIF-Nr. 9506B
Forschungsstellen:	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg Institut für Prozeßmeßtechnik und Elektronik (IPE) --- federführend --- Prof. Dr. rer. nat. Peter Hauptmann Postfach 4120 39016 Magdeburg
	Technische Universität Braunschweig Institut für Halbleitertechnik (IHT) Prof. Dr. rer. nat. Andreas Schlachetzki Postfach 3329 38023 Braunschweig
Bearbeiter und Verfasser:	Dipl.-Phys. Dirk Scholz (IHT) Dr. Erwin Peiner (IHT) Dipl.-Phys. Holger Fritsch (IPE) Dr.-Ing. Reinhard Mikuta (IPE)
Vorsitzender des Beirates:	Dr.-Ing. G. Dittrich Kuhnke Elektrotechnik und Pneumatik GmbH & Co. KG Malente