

Energy Harvesting für Sensoren

Diplomand



Manuel Marius Hegglin

Ausgangslage: In rotierenden Maschinen ist die zuverlässige Energieversorgung von Sensoren eine grosse Herausforderung. Kabelverbindungen sind oft aufwendig und störanfällig, während Batterien regelmässig gewechselt werden müssen. Das Ziel dieser Arbeit war es daher, ein Energy-Harvesting-System zu entwickeln, das ohne externe Energiequellen auskommt.

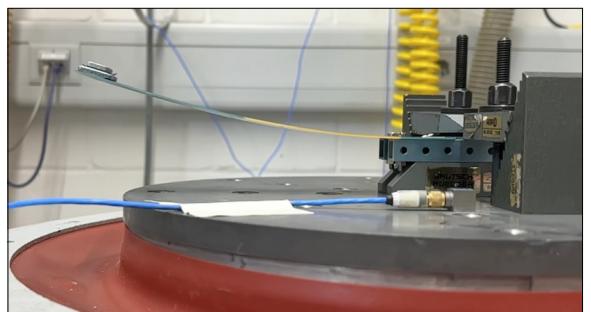
Genutzt werden sollten die periodischen Belastungen im Bohrloch einer Walze, die durch das Zusammenspiel von Zentrifugal- und Gewichtskraft entstehen. Diese wechselnden Kräfte regen einen mechanischen Energiewandler an, der die Bewegungsenergie in elektrische Energie umwandelt und so die dauerhafte Versorgung eines drahtlosen Sensorsystems ermöglicht.

Vorgehen: Als Energiewandler wurde ein piezoelektrischer Bimorph-Cantilever eingesetzt. Dieser ist stirnseitig im Bohrloch eingespannt und wird durch die resultierenden Kraftänderungen zu Schwingungen angeregt. Um die Leistungsfähigkeit des Systems zu untersuchen, wurden Shaker-Messungen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass der Cantilever im Resonanzbereich sehr hohe Leerlaufspannungen von über 80 V_{pp} erzeugt. Die erzielten Ausgangsleistungen liegen im Milliwatt-Bereich. Damit wurde die für den Ziel-Sensor benötigte Durchschnittsleistung von $700 \mu\text{W}$ deutlich übertroffen. Für die praktische Erprobung wurde zusätzlich ein Walzendemonstrator aufgebaut, der die Bewegung einer realen Walze nachbildet.

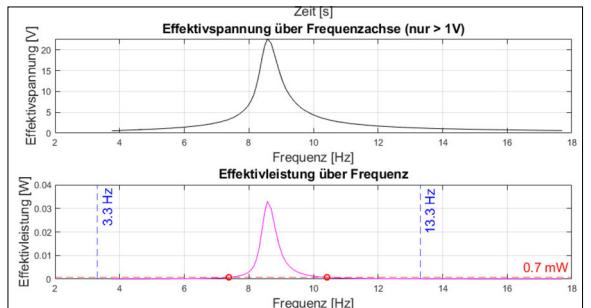
Ergebnis: Die Tests am Walzendemonstrator bestätigten die Ergebnisse aus dem Labor: In Drehzahlbereichen nahe der Resonanzfrequenz konnte das Sensorsystem erfolgreich mit Energie versorgt werden. Über eine Gleichrichterschaltung,

einen 3.3-V-Regler und einen Pufferkondensator wurde eine stabile Ausgangsspannung bereitgestellt. Damit liess sich der Ziel-Sensor dauerhaft betreiben und sogar eine drahtlose Bluetooth-Verbindung erfolgreich aufbauen. Die Arbeit zeigt somit, dass piezoelektrische Energiewandler eine vielversprechende Lösung für die energieautarke Versorgung von Sensoren in rotierenden Systemen darstellen.

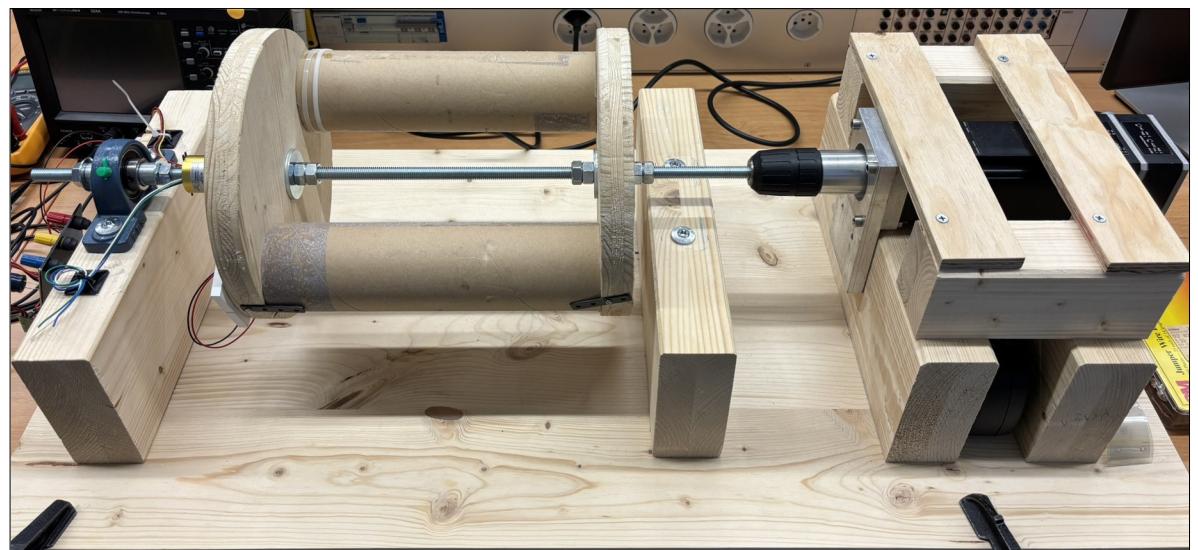
Auslenkung des Piezo-Cantilever beim Shaker Versuch
Eigene Darstellung



Spannungs- und Leistungsverlauf über der Frequenz beim Shaker Versuch wobei die Resonanz gut ersichtlich ist
Eigene Darstellung



Versuchsaufbau Walzendemonstrator mit Energy-Harvesting-System im Kartonrohr
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Adrian Weitnauer

Korreferent

René Grabher

Themengebiet
Elektronik

Projektpartner
Bühler AG, 9240 Uzwil ,
St. Gallen