

Schwingungen an Windkraftanlagen

Durch Schwingungen an Windkraftanlagen steigt die Wahrscheinlichkeit für:

- verminderte Energieerträge
- Notabschaltung einer Anlage
- Schäden der Gesamtanlage
- vermehrte Geräuschemission

Aufgrund der Gegenmaßnahmen, und der Ausfallzeiten einer Anlage steigen die Kosten für den Betreiber.

Daher wird von Experten bereits zur Inbetriebnahme einer Anlage eine Schwingungsmessung empfohlen.

Zur Auswahl stehende Sensoren

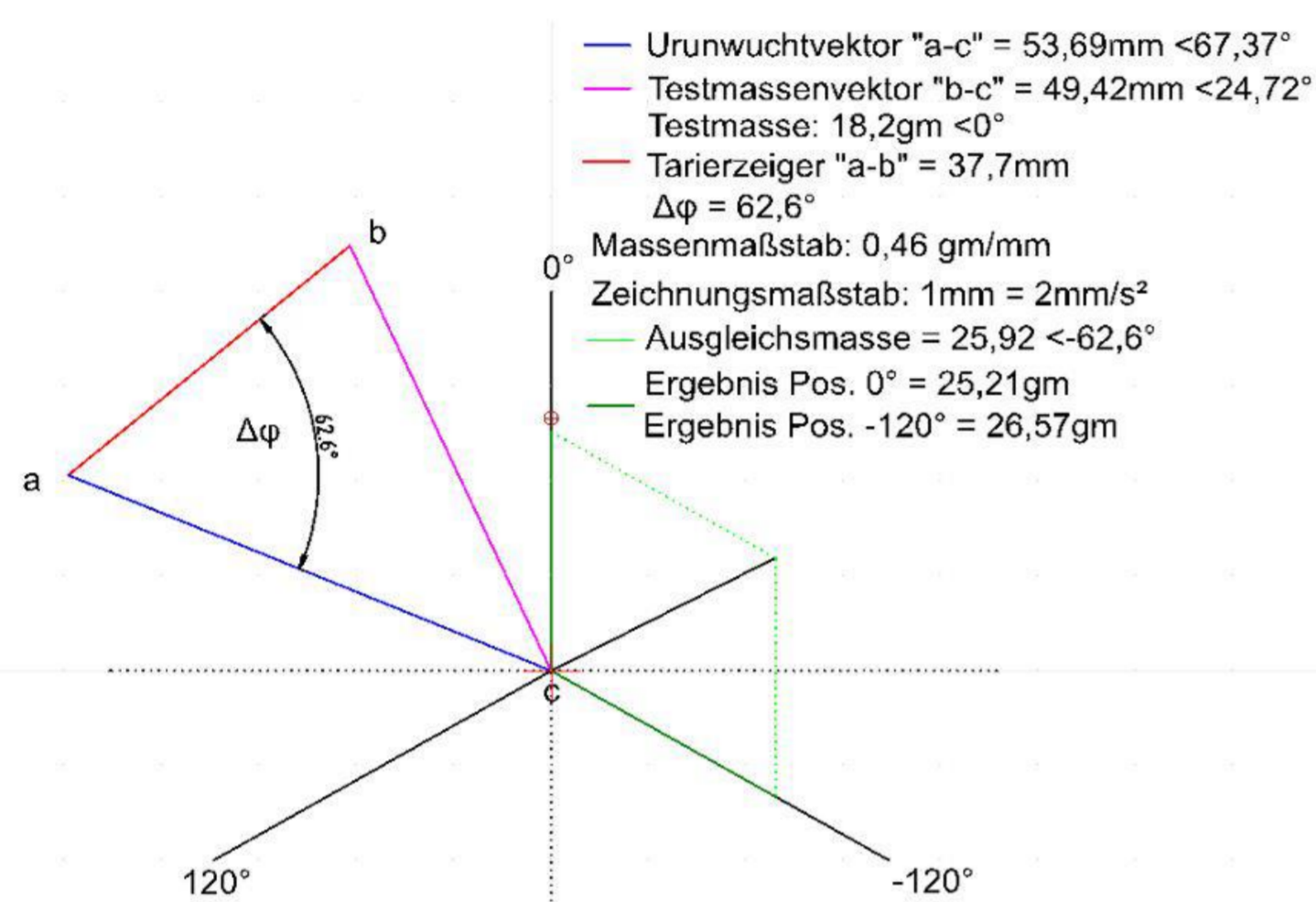
Es wurden die in der Tabelle aufgeführten kapazitiven Sensoren getestet und mit dem piezoelektrischen Sensor des etablierten Messsystems verglichen.

Parameter	ADXL345	kapazitiv BMX055	MPU6050	piezoelektrisch KS48C
Auflösung	3,9 mg/LSB	0,97 mg/LSB	0,061 mg/LSB	1 mg/mV
Protokoll	SPI; I ² C	SPI; I ² C	SPI; I ² C	Analog
sample rate*	100 Hz	25 Hz	100 Hz	512 Hz
Kosten	7 €	7 €	11 €	500 €

*in Standardkonfiguration

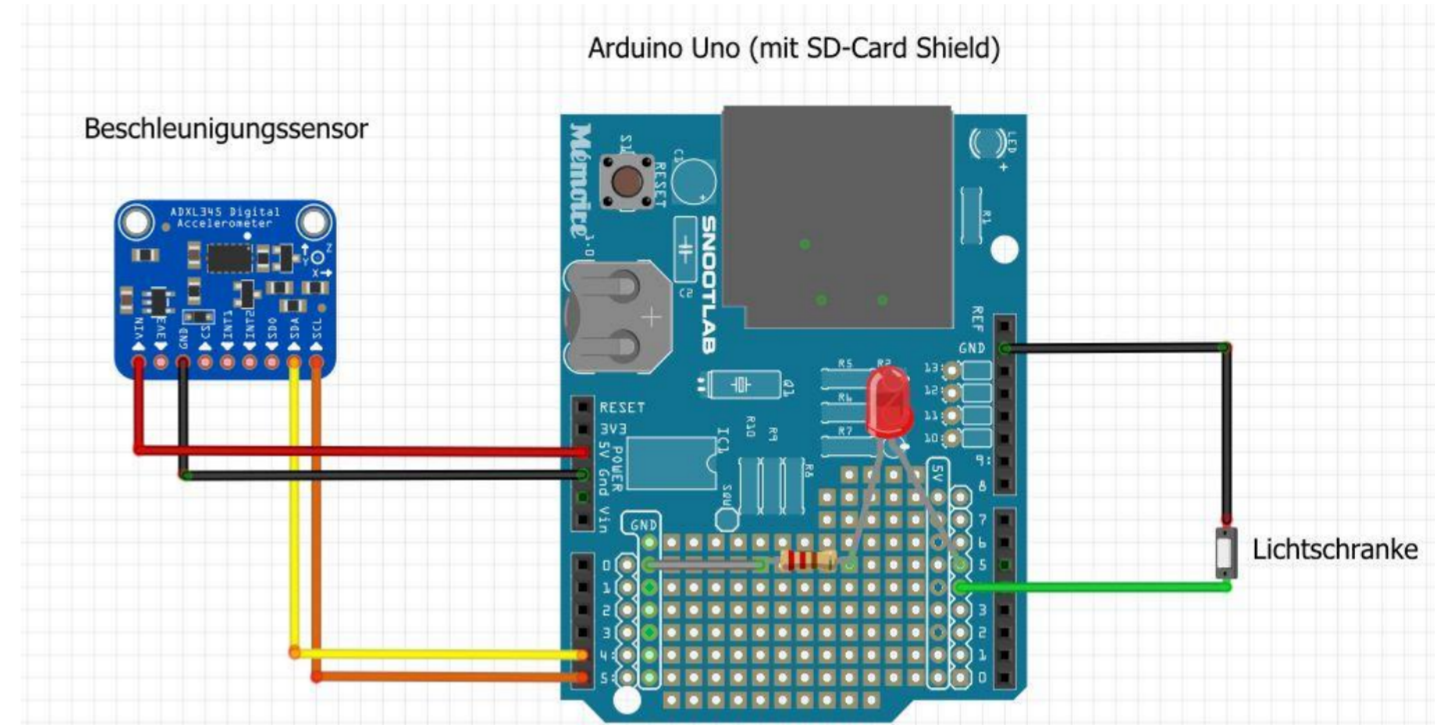
Beispiel: Radiale Schwingungsreduktion

Wird eine Schwingung in radialer Richtung vermutet. Wird ein Messsystem installiert und ein Schwingungsgrundlauf (Vektor a) durchgeführt. Im Anschluss wird eine bestimmte Masse an einer bestimmten Stelle in den Rotor eingebracht und erneut die Schwingungen gemessen (Vektor b).



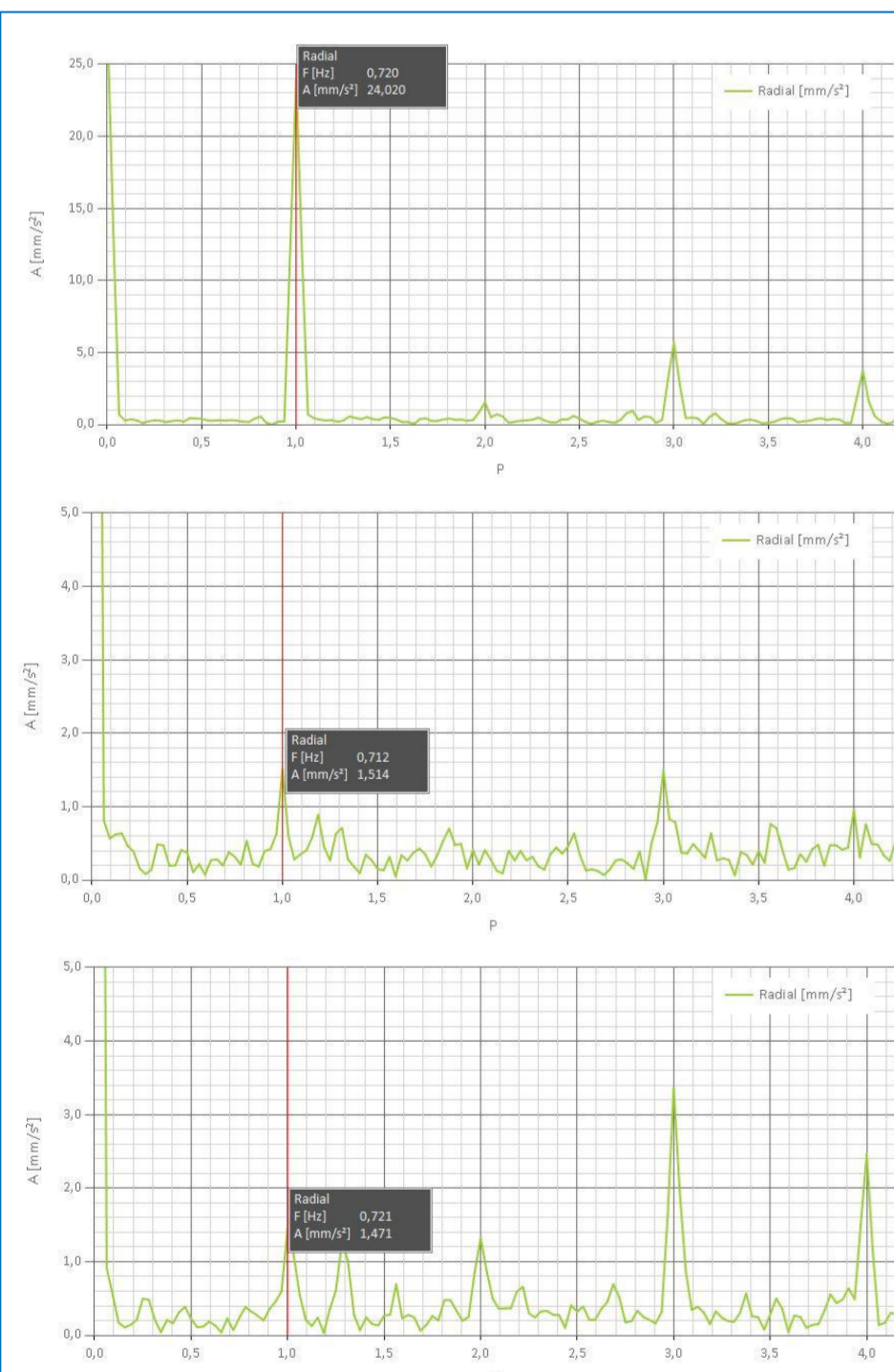
Anhand des Einflusses der eingebrachten Massen lässt sich der Tariervektor bestimmen, welcher durch Massen an einer bestimmten Stelle in den Rotor eingebracht wird.

Messsystem mit kapazitiven Sensor



Aus den Ergebnissen der Vortests wurden zwei Schwingungsmesssystem zusammengestellt, diese unterscheiden sich lediglich durch den verwendeten Beschleunigungssensor. Als Sensoren wurde der MPU6050 und der ADXL345 verwendet. Der Mikrocontroller wurde der Arduino Uno gewählt, die Daten wurden über das SD-Card-Shield gespeichert und als Drehzahlgeber wurde eine Lichtschranke verwendet.

Das entwickelte Messsystem wurde an einer Kleinwindkraftanlage getestet. Es wurde eine radial schwingungsauffällige Anlage eingestellt die auf Grundlage des Schwingungsspektrum anhand von Testmassen ausgewuchtet wurde.



Auswuchtkampagne mit dem MPU6050 Sensor

Das obere Spektrum zeigt das Schwingungsaufkommen einer nicht ausgewuchteten Kleinwindkraftanlage.

Das mittlere Spektrum zeigt das Ergebnis der Umsetzung des Auswuchtvorschlages durch den kapazitiven Sensoren MPU6050.

Zum Vergleich zeigt das untere Spektrum das Ergebnis der Umsetzung des Auswuchtvorschlages des piezoelektrischen Sensors KS48C.



Auswuchtkampagne mit dem ADXL345 Sensor

Das obere Spektrum zeigt das Schwingungsaufkommen einer nicht ausgewuchteten Kleinwindkraftanlage.

Das mittlere Spektrum zeigt das Ergebnis der Umsetzung des Auswuchtvorschlages durch den kapazitiven Sensoren ADXL345.

Zum Vergleich zeigt das untere Spektrum das Ergebnis der Umsetzung des Auswuchtvorschlages des piezoelektrischen Sensors KS48C.

Als Ergebnis ist festzuhalten das eine Schwingungsoptimierung einer Windkraftanlage durch ein Schwingungsmesssystem, welches kapazitive MEMS Sensoren in Verbindung mit einem Mikrocontroller verwendet, möglich ist.