

Abb. 10.30 Impedanzmesskopf (a), Schnittbild (b) / Gehäuse, 2 Seismische Masse mit Vorspannelement, 3 Piezoelemente, 4 Basismasse, 5 Kopfmasse, 6 Dichtring, 7 Anschluss Beschleunigung, 8 Anschluss Kraft. (PCB Piezotronics Inc. (a), Monika Klein, www.designbueroklein.de (b))

Dies führt auf die Forderung nach steifen Impedanzmessköpfen mit kleiner Kopfmasse. Als Richtwert wird angegeben, dass der Piezo-Kraftaufnehmer mindestens eine 10fach höhere Steifigkeit als das Messobjekt haben muss und die Basismasse mindestens 50mal größer als die dynamische Masse des Messobjektes sein muss. Bei sehr großen dynamischen Massen muss mit separaten Kraft- und Beschleunigungsaufnehmern gemessen werden [15].

10.5 Magnetoelastische Kraft- und Momentenaufnehmer

Magnetoelastische Kraftaufnehmer nutzen den sog. magnetoelastischen bzw. inversen magnetostriktiven Effekt (Villari-Effekt), wonach die Permeabilität eines ferromagnetischen Werkstoffes von einer äußeren Belastung abhängig ist. Die magnetischen Elementarbezirke eines ferromagnetischen Materials erfahren durch äußere Belastung in eine Orientierung in Richtung der Belastung, die nach Entlastung wieder zurückgehen (Abb. 10.31a). Die mechanische Spannung bewirkt hierbei eine anisotrope Verzerrung des magnetischen Feldes. Zur messtechnischen Nutzung dieses Effektes bestehen gebräuchliche Anisotropiewandler aus einem Verformungselement mit einer Primärwicklung, die ein wechsell-

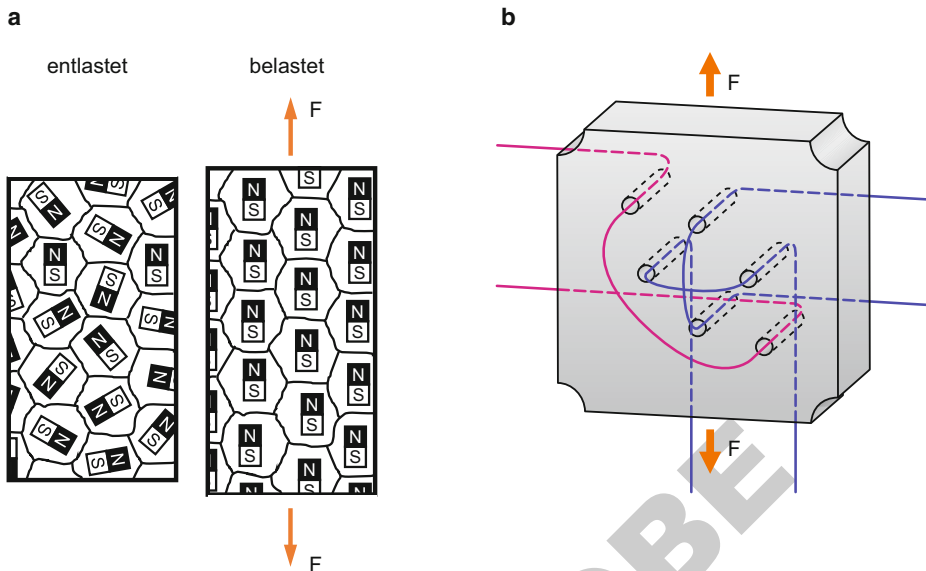


Abb. 10.31 Prinzip des inversen magnetostruktiven Effektes (a) und Aufbau eines Kraftaufnehmers nach dem Prinzip des Anisotropiewandlers (b), P Primärspule, S_1 und S_2 Sekundärspulen. (Autor (a) Monika Klein, www.designbuero Klein.de (b))

des Magnetfeld erzeugt [9, 12, 13]. Zwei Sekundärspulen sind im Verformungselement so angeordnet, dass eine parallel und eine senkrecht zur Kraft orientiert ist (Abb. 10.31b). Im unbelasteten Zustand wird die gleiche Spannung in jeder der beiden Sekundärspulen induziert. Beide Spulen werden in Differenzschaltung betrieben, so dass sich die induzierten Spannungen im unbelasteten Zustand aufheben. Eine Belastung verzerrt das Magnetfeld und induziert unterschiedlich große Spannungen in beiden Spulen. Die Differenzschaltung erfasst den Unterschied in den induzierten Spannungen als Messgröße.

Um die Wirbelstromverluste gering zu halten, lassen sich Aufnehmer aus Transformatorblechen aufbauen. Aus der großen Fläche des Verformungselements resultiert eine hohe Steifigkeit, hohe Eigenfrequenz und gute Linearität. Magnetoelastische Aufnehmer werden für große Kräfte eingesetzt und erreichen eine hohe Genauigkeit (0,1 bis 0,2 %) [13]. Da die Aufnehmer mechanisch robust und unempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen (Temperatur, Feuchtigkeit) sind, finden diese häufig im industriellen Umfeld Anwendung.

Zur berührungslosen Messung von Drehmomenten ist das magnetostruktive Messprinzip in modifizierter Form aufgegriffen worden. Hierfür wird auf den Verformungskörper in Umfangsrichtung ein bleibendes Polaritätsmuster in zwei Spuren A und B magnetisiert. Die Feldstärken sind hierbei gering (ca. 0,5 mT). Neben einer speziellen Messwelle ist es auch möglich, im Betrieb befindliche Wellen aus ferromagnetischen Materialien als Messobjekt mit dem Polaritätsmuster zu versehen. Hierfür ist ein hartmagnetisches Werk-

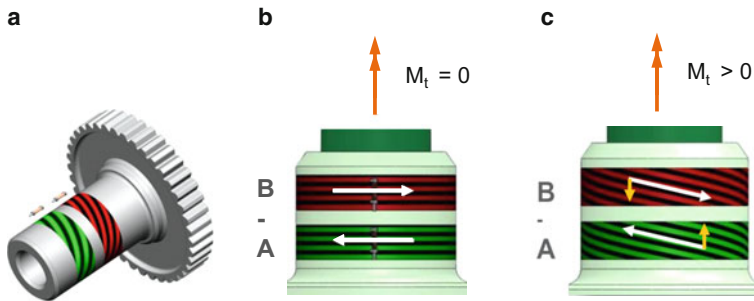


Abb. 10.32 Messprinzip magnetoelastischer Drehmomentenaufnehmer Anordnung der Spuren auf der Welle für Differenzmessungen (a), Ausrichtung der magnetischen Elementarbezirke im unbelasteten Zustand (b) und im belasteten Zustand (c). (NCTE AG)

stoffverhalten notwendig, welches für Vergütungsstähle als häufig verwendete Werkstoffe ohnehin vorliegt. In Drehmomentenaufnehmern nach diesem Prinzip werden zwei feststehende Spulen in geringen Abstand zu den magnetisierten Spuren A und B auf der Welle angeordnet (Abb. 10.32a). Die Messung kann an ruhenden oder rotierenden Wellen erfolgen. Die beiden Spulen werden mit einer Trägerfrequenz betrieben und das Signal in Differenzschaltung gemessen. Durch die Differenzschaltung kompensieren sich im Idealfalle die induzierten Spannungen in beiden Spulen vollständig (Abb. 10.32b). Damit werden Einflüsse der Inhomogenität des Werkstoffes über den Umfang sowie axialer und radialer Bewegungen weitestgehend kompensiert.

Ein angreifendes Torsionsmoment verzerrt das magnetische Feld an der Oberfläche der Welle. Die Differenz der Magnetfeldkomponenten in axialer Richtung hat in den Spuren A und B ein unterschiedliches Vorzeichen (Abb. 10.32c). Dieses wird durch die beiden Spulen gemessen und über eine nachfolgende Signalverarbeitung ausgewertet. Typische Messbereiche bewegen sich von $\pm 0,5$ bis ± 150 kNm, die erreichbare Genauigkeit beträgt 0,1 %. Vorteilhaft bei diesem Messverfahren ist, dass keine Änderungen am Messobjekt (Welle) notwendig sind und damit auch die Steifigkeit und folglich das Schwingungsverhalten nicht beeinflusst wird. Durch die hohe Abtastfrequenz in der Signalverarbeitung sind hohe obere Grenzfrequenzen (hohe Bandbreite) möglich. Das Messverfahren ist berührungsfrei, damit verschleißfrei und benötigt keine Messwertübertragung, da die Messwerterfassung und Signalverarbeitung im nicht rotierenden Teil untergebracht ist. Aufgrund der Unempfindlichkeit gegenüber Umwelteinflüssen kann das Verfahren auch unter dem Einfluss von Medien und in rauer Industrieumgebung zum Einsatz kommen (Abb. 10.33).