

Kräfte richtig messen: Kraftaufnehmer im Überblick



Biegescherbalken-Kraftsensor

In technischen Systemen müssen die Kräfte genau richtig wirken: sind sie zu schwach funktioniert die Anwendung nicht, sind sie zu stark wird die Anlage beschädigt. Um sicher zu sein, müssen Sie die Kräfte mithilfe von bestimmten Kraftsensoren messen, den Kraftaufnehmern, auch Kraftmessdosen genannt. Wir zeigen, welche Möglichkeiten es dafür gibt und worin die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Sensoren liegen.

Funktionsprinzip

Das Funktionsprinzip ist bei allen Kraftaufnehmern ähnlich: Bei Belastung werden Dehnungsmessstreifen, z. B. aus einer bestimmten metallischen Legierung, gedehnt. Dadurch ändert sich der elektrische Widerstand des Messstreifens, woraus sich die einwirkende Kraft errechnen lässt. Der Unterschied zwischen den verschiedenen Arten von Kraftaufnehmern besteht im Wesentlichen in der Bauweise sowie in der Anzahl und Anordnung der Dehnungsmessstreifen.

Althen GmbH
Mess- und Sensortechnik
info@althen.de
www.althen.de

Die Funktionsweise dieses Sensortyps beruht auf Scherbalken, welche äußere und innere Ringe des Sensors verbinden. Bei Belastung sind die Balken einer Scherung ausgesetzt, die durch Dehnungsmessstreifen gemessen wird. Meistens sind acht oder mehr Messstreifen verbaut, um die Kräfte präzise zu erfassen und eine hohe Messgenauigkeit zu gewährleisten. Zugleich ermöglicht es diese Konstruktion, die Auswirkungen von Seitenkräften zu kompensieren. Das erhöht die Zuverlässigkeit der Kraftmessung.

Robust und langlebig

Flachprofilkraftaufnehmer bieten eine robuste Bauweise und hohe Lebensdauer. Auch höheren Seiten- und Querkraften können diese Sensoren standhalten. Flachprofilkraftaufnehmer sind so konstruiert, dass sie bis zu 100 Millionen Zyklen (Be- und Entlastung oder Belastung in Zug- und Druckkraft eines Aufnehmers) standhalten. Dadurch sind sie für Langzeitbelastungen geeignet.

Einsatzbereiche

Oft werden Flachprofilkraftaufnehmer in Bereichen verwendet, in denen eine hohe Präzision und Langlebigkeit gefordert sind. Ein typisches Anwendungsbeispiel ist die Verwendung in Prüfmaschinen zur Materialprüfung, die ein Material wiederholt belasten. Ebenso werden sie in Kalibrieranlagen genutzt, um andere Kraftaufnehmer zu kalibrieren. Ihre Fähigkeit,

Flachprofilkraftaufnehmer

Langlebig, aber verhältnismäßig groß: Flachprofilkraftaufnehmer (mit Scherbalken) sind über mehrere Streben aufgebaut, haben dadurch eine hohe Steifigkeit und sind für viele Zyklen ausgelegt. Dabei liefern sie ein gutes Signal und können mit großen Querkraften umgehen. Ein Nachteil ist, dass sie verhältnismäßig groß sind.



Zylindrische Kraftsensoren

hohen Querkräften standzuhalten, macht sie auch für Anwendungen in der Bauwerksüberwachung interessant, wo die Stabilität von Strukturen unter wechselnden Lasten geprüft werden muss.

Zylindrische Kraftaufnehmer

Für zentrische wirkende Kräfte: Zylindrische Kraftaufnehmer, auch bekannt als Ringkraftaufnehmer, haben oft die höchste Steifigkeit und eignen sich daher für dynamische Anwendungen. Sie bieten jedoch nicht die gleiche Signalhöhe wie die Flachprofilkraftaufnehmer und übertragen keine Querkräfte. Als Ringkraftaufnehmer sind diese zudem sehr empfindlich gegenüber nicht zentrischen Kräften – ein Defekt ist schon bei einem Drittel des Druckkraftbereiches möglich.

Für hochpräzise Anwendungen

Zylindrische Kraftmessdosen werden bevorzugt in Anwendungen eingesetzt, bei denen die Kraft zentrisch auf den Sensor einwirkt. Ihre Bauweise macht sie für Anwendungen geeignet, in denen die Kräfte sehr linear und gleichmäßig wirken. Dies ist beispielsweise bei der Überwachung von Schraubenkraft der Fall, wo die Kraftaufnehmer so dimensioniert sind, dass die Schraube passgenau durch den Kraftaufnehmer geführt wird. Die Toleranz muss dabei extrem gering gehalten werden, um eine exakte Kraftmessung zu gewährleisten.

Einsatzbereiche

Auch für die Überwachung von Bolzenverbindungen sind sie prädestiniert. Ein typisches Beispiel ist die Verwendung in hochpräzisen Anwendungen wie Kränen, wo die Zugkräfte genau gemessen werden müssen. Zudem sind zylindrische Kraftaufnehmer in weiteren sicherheitskritischen Anwendungen eine unverzichtbare Komponente.

Biegebalken-Kraftaufnehmer

Die Allrounder: Biegebalken-Kraftaufnehmer, auch als Single-Point-Wägezellen bekannt, sind die Allrounder unter den Kraftaufnehmern. Sie sind oft die Sensoren mit der höchsten Präzision und können für Querkräfte kompensiert werden. Sie sind jedoch in der Regel nicht für

Ermüdung ausgelegt und neigen dazu, mit einer höheren mechanischen Spannung zu arbeiten als Flachprofil- oder zylindrische Kraftaufnehmer. Daher ist ihre Lebensdauer bei dynamischen Anwendungen geringer. Eine Unterkategorie wäre eine S-förmige Wägezelle für Zugkräfte, welche dieselben Vorteile wie ein Biegebalken hat, allerdings gegenüber Seitenlast sehr empfindlich ist.

Einsatzbereiche

Biegebalken-Kraftaufnehmer finden sich in der Wäge- und Messtechnik, insbesondere bei Plattformwaagen. Die Konstruktion von Single-Point-Wägezellen ermöglicht es, das Gewicht unabhängig von der Position der Last auf der Plattform präzise zu messen. Dies wird durch die Ausfräsung und Anordnung der Dehnungsmessstreifen erreicht, die auf den Biegebalken aufgeklebt sind und die Verformung des Balkens unter Last erfassen. Durch die beliebige Positionierung der Last ersparen Sie sich den Einsatz mehrerer Wägezellen

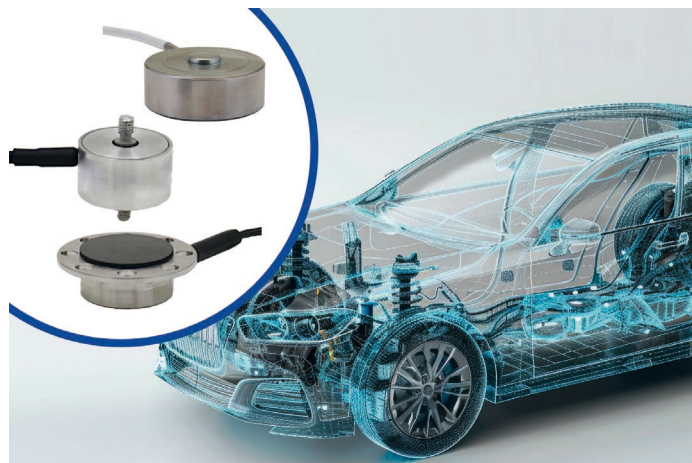
Gleichzeitige Messung von Zug und Druck

Darüber hinaus kommen Biegebalken-Kraftaufnehmer in Anwendungen zum Einsatz, bei denen Zug- und Druckkräfte gemessen werden müssen, jedoch keine extrem hohen Kräfte auftreten. Ein Beispiel hierfür sind industrielle Anlagen, die regelmäßig angehoben oder gesenkt werden. Hierbei werden häufig s-förmige Wägezellen verwendet, die für solche Anwendungen ausgelegt sind. Da sie jedoch sehr empfindlich gegenüber Seitenlasten sind, muss die Kräfteinleitung linear erfolgen, um genaue Messergebnisse zu erzielen.

Dafür sind Biegebalken-Kraftaufnehmer im Vergleich zu anderen Kraftaufnehmern sowohl kostengünstiger als auch genauer in der Messung.

Membrankraftaufnehmer

Wenn kein Bauraum da ist: Membrankraftaufnehmer, auch als Miniatur-Kraftaufnehmer bekannt, sind ideal für Anwendungen, bei denen eine geringe Größe entscheidend ist. Der ALF259 beispielsweise hat einen Durchmesser von gerade einmal 12,7 Millimetern. Damit können Sie ihn bei beengtem Bauraum ideal



Membran-Kraftaufnehmer

einsetzen. Ein Beispiel wäre die Messung der Greifkraft in einem Roboterarm.

Membrankraftaufnehmer bestehen aus einer dünnen Membran, auf die die Dehnungsmessstreifen aufgebracht sind. Diese Konstruktion macht sie sehr empfindlich gegenüber seitlichen Kräften und Momenten. Sie sind auch nicht die präzisesten Sensoren und arbeiten mit einer viel höheren Belastung als die anderen Arten. Aus diesem Grund haben sie oft einen Ausgang von 1,5 mV/V oder weniger, damit sie nicht übermäßig belastet werden. Sie haben keine hohe Steifigkeit und sind in Bezug auf Genauigkeit und Lebensdauer für hochdynamische Anwendungen nicht geeignet.

Für dynamische Belastungen

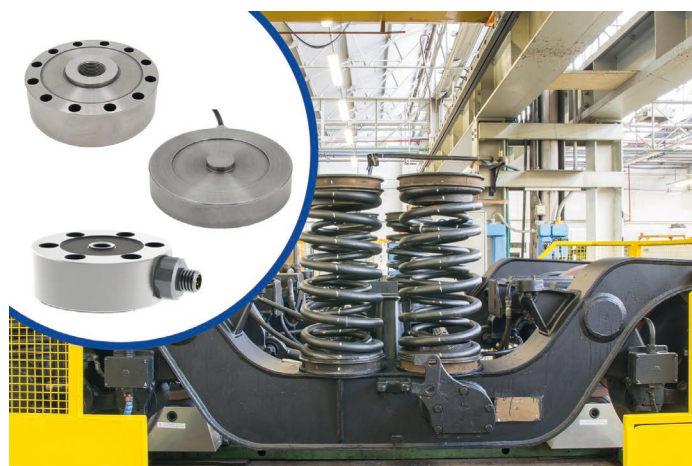
Spezielle Membrankraftaufnehmer werden beispielsweise in der Automobilindustrie zur Messung der

Pedalkraft eingesetzt. Hier wird der Kraftaufnehmer an das Bremspedal angeschlossen und misst die Kräfte, die beim Betätigen des Pedals auftreten. Diese Daten sind entscheidend für die Einstellung des Bremsaktuators.

Die Anwendungen von Membrankraftaufnehmern sind jedoch allgemein vielfältig und reichen von industriellen Anwendungen wie Fertigungsprozessen und Maschinenüberwachung, Test- und Prüfsystemen bis hin zu Robotik und Materialforschung.

Trends in der Kraftmessung

Aktuelle Trends im Bereich der Kraftsensoren konzentrieren sich stark auf Miniaturisierung, Spezialisierung und die Integration in intelligente Systeme. Diese Entwicklungen zielen darauf ab, Kraftsensoren leistungsfähiger und flexibler zu gestalten, um den wachsenden Anforderungen in verschiedenen Industrien gerecht zu werden. ◀



Pancake-Kraftsensoren