

DER KRAFTSENSOR: GROßER EFFEKT MIT VIELEN MESSMETHODEN



MagneticSense



Der Kraftsensor: Großer Effekt mit vielen Methoden

Ein Kraftsensor wird in vielen unterschiedlichen Bereichen eingesetzt und misst die Kraft meist über die elastische Verformung des Testobjektes. Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Varianten und Formen der Kraftmessung etabliert, welche unterschiedliche Vor- und Nachteile und unterschiedliche Genauigkeit bieten. Jeder Kraftsensor ist im Idealfall auf das jeweilige Einsatzgebiet zugeschnitten, um optimale reproduzierbare Messwerte zu liefern.

Was ist ein Kraftsensor überhaupt?

Als Kraftsensor wird in der Regel eine sogenannte Kraftmessdose/ Kraftaufnehmer bezeichnet, welche eine Kraft misst, die auf den Sensor oder das Testobjekt wirkt. In der Regel werden sowohl elastische Verformungen als auch Druck und Zugkräfte gemessen. Zusätzlich gibt es noch verschiedene weitere Varianten mit denen die Kraft über die Sensoren ermittelt und bestimmt werden kann.

Welche Form der Kraftaufnehmer für den jeweiligen Einsatzbereich in Frage kommt, hängt nicht zuletzt von dem gewünschten und benötigten Messbereich und der erwarteten Genauigkeit ab. Je genauer die gemessenen Werte sein müssen und je geringer der Messbereich ausfällt umso anfälliger werden

die meisten Kraftsensoren gegen Störeinflüsse. Aus diesem Grund sind vor allem kontaktlose Lösungen besonders hilfreich, da hier

der Sensor nicht direkt im Kraftfluss eingebunden ist und somit schon per se viele Störeinflüsse wegfallen.



Die Definition von Kraft

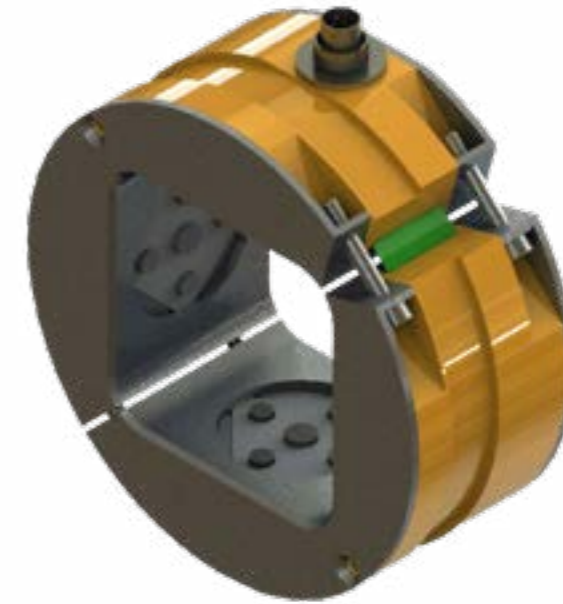
Bevor wir uns mit den verschiedenen Kraftsensoren und deren Einsatzgebieten beschäftigen, sollten wir zunächst einmal den Begriff der Kraft genauer definieren. Die Kraft ist die ursprüngliche Ursache für eine Bewegungs- oder Formänderung eines Körpers in einem System. Die Kraft ist somit eine physikalische Größe und kann in einem direkten Wertebezug dargestellt werden. Dabei ist die Kraft ein Produkt der Masse und der Beschleunigung eines Körpers. Somit lässt sich die physikalische Größe der Kraft über verschiedene Messmethoden ermitteln und sehr fein bestimmen. Wie fein die Messung sein muss, hängt nicht zuletzt von den Anforderungen der jeweiligen Maschine oder der jeweiligen Produktionsbereiche ab. Es gibt allerdings eine große Anzahl an Kraftsensoren auf dem Markt, die in der

Lage sind bereits kleinste Veränderungen der Kraft zu erfassen. Denn die Kraft ist eine sogenannte vektorielle und mechanische Größe, die in alle drei Richtungen des Raums wirken kann. Da allerdings in sehr vielen Einsatzbereichen die Kraft nur in eine Richtung effektiv wirken kann, wird diese mittels der sogenannten Einkomponenten-Kraftmessung erfasst. So werden beispielsweise Zug und Druck ermittelt. Durch moderne Technologie wird die auf den Kraftsensor einwirkende Kraft in elektrische Spannung umgewandelt und durch einen Controller in ein analoges oder digitales Signal umgewandelt.

Anwendungsbereiche von Kraftsensoren in der Produktion

Kraftsensoren und Kraftmessdosen kommen in vielen Bereichen zum Einsatz. Es ist erstaunlich, in wie vielen Bereichen der Kraftsensor zur Sicherheit von Maschinen und Anlagen beiträgt. Die meisten Sensoren werden in der Prozessüberwachung und -steuerung, Biomechanik, Verkehrstechnik sowie in Versuchen eingesetzt. In der Industrie werden diese Kraftsensoren beispielsweise eingesetzt, um die benötigten Kräfte bei Montagen, Tests oder auch beim Pressen exakt

zu dosieren, um die Funktionalität der Produktionsprozesse zu gewährleisten. Ein weiteres Anwendungsgebiet ist die Referenzmesstechnik in der die Sensoren für nationale und internationale vergleichbare Messwerte zuständig sind.



Verschiedene Kraftaufnehmer im Überblick

Je nach Einsatzgebiet und Hersteller kommen unterschiedliche Varianten der Kraftsensoren zum Einsatz. Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Techniken und Technologien entwickelt, die in den unterschiedlichen Einsatzorten und Messanforderungen genau und zuverlässig die vorherrschende Kraft messen. Einige der im folgenden vorgestellten Kraftaufnehmer sind nicht mehr häufig im Einsatz, da es inzwischen bessere und effizientere Lösungen gibt.

Neue Sensoren, wie beispielsweise induktive oder magnetisch induktive Kraftaufnehmer überzeugen immer stärker durch ihre flexiblen Einsatzbereiche und lösen mittlerweile viele alternative Lösungen ab. Aus diesem Grund entscheiden sich viele Unternehmen für diese Technologie, da diese, gute und reproduzierbare Messergebnisse bei geringstmöglichem Fehlerpotential bietet.

Der DMS-Kraftaufnehmer im Detail

Ein Kraftsensor, welcher die auftretende Kraft mittels Dehnmessstreifen ermittelt, ist aktuell noch immer der am häufigsten verbaute Kraftsensor auf dem Markt. Dies liegt unter anderem daran, dass die Herstellung von DMS-Kraftsensoren relativ einfach ist und somit durch kleine Anpassung des Dehnmessstreifens die unterschiedlichen Messbereiche abgedeckt werden können. In der einfachsten Bauform dieser Kraftmessdosen bestehen diese aus einem Verformungskörper in Form eines axial zu belastenden Stabes. Bei Belastung, also bei Einwirken einer Kraft, wird dieser Stab gestaucht, sodass sich sein Umfang vergrößert.

Durch diese Verformung verändern sich die Widerstände, was eine Veränderung auf der Wheatstoneschen Messbrücke zur Folge hat. Somit ändert sich die Spannung aufgrund der einwirkenden Kraft. Die vorherrschende Kraft kann sowohl allein stehend, als auch in Relation bestimmt werden. Diese Kraftaufnehmer können in vielen weiteren Varianten eingesetzt werden und eignen sich somit für viele Einsatzbereiche. Allerdings muss ein solcher Kraftsensor in der Regel immer exakt auf den Messbereich und Maximalkraft abstimmen werden und eignet sich daher nur bedingt für harte Einsatzbedingungen.

Zudem sollte das Wirken weiterer Kräfte auf den Kraftsensor in jedem Fall ausgeschlossen werden, da ansonsten falsche oder ungenaue Messergebnisse erzielt werden könnten. Dieser Sensortyp gehört allerdings

bereits zu den ältesten Kraftsensoren überhaupt und ist dementsprechend weit verbreitet. Dank der sehr großen Auswahl an Sensoren, können diese in vielen Produktionsbereichen problemlos eingesetzt werden.

Magnetoelastische Kraftaufnehmer im direkten Einsatz

Magnetoelastische Kraftsensoren werden in vielen Bereichen eingesetzt und bieten eine sehr hohe Genauigkeit und eine geringe Fehlertoleranz. Es gibt aktive und passive magnetoelastische Sensoren. Bei beiden Kraftaufnehmern besteht ein Teil des Sensors aus ferromagnetischen Materialien, die durch die auf sie wirkenden Zug- oder Druckkräfte ihre Permeabilität verändern. So besteht ein magnetoelastischer Kraftaufnehmer sehr häufig aus einem Messkörper aus ferromagnetischem Material,

welches zentral mit einer Spule verbunden ist. Durch die Einwirkung der Kraft ergibt sich eine Induktivitätsveränderung, die durch den Controller in ein Ausgangssignal umgewandelt wird. Der große Vorteil bei einem solchen Kraftsensor ist vor allem der sehr große Messbereich und die Möglichkeit den Sensor auch kostengünstig in Serienanwendung einzusetzen.

Der Piezoelektrische Kraftaufnehmer im Fokus

Piezoelektrische Kraftsensoren kommen vor allem dann zum Einsatz, wenn dynamische oder quasistatische Kräfte gemessen werden müssen. Für statische Kräfte sind diese Kraftaufnehmer in der Regel weniger geeignet und werden dementsprechend nur selten in diesen Bereichen eingesetzt. Dies liegt vor allem am Aufbau und den Funktionen eines solchen Kraftsensors. Bei einem piezoelektrischen Kraftsensor dienen Scheiben aus Quarzkristall als Messelemente für eine aktive Messung. Wenn Kraft auf den Kraftsensor einwirkt, entstehen bei dieser Belastung an der Oberfläche der Quarzkristalle zur Belastung proportionale elektrische Ladungen. Diese Ladungen entstehen immer exakt im Moment der Krafteinwirkung. Je nach Aufbau des Sensors und daher abhängig von der Lage der Scheiben aus Quarzkristall, können durch den Sensor sowohl Zug, als auch Druckkräfte gemessen werden. Des Weiteren ist es problemlos möglich auch mehrere unter-

schiedlich geschnittene Quarzscheiben übereinander zu verwenden, um einen Mehrkomponenten-Kraftaufnehmer zu erhalten, welche Druck- und Schubkraft gleichermaßen ermitteln kann. Um die daraus entstehenden Ladungen messbar und somit steuerbar zu gestalten, wird dem Kraftsensor ein Ladungsverstärker nachgeschaltet. Dieser wandelt zeitgleich die auftretenden Ladungsänderungen in entsprechende Spannungen um, welche dann angezeigt oder weitergeleitet werden können. Der Vorteil dieser Kraftsensoren liegt vor allem in der geringen Größe und der sehr hohen Empfindlichkeit. Dank der Kraftaufnehmer, können kleine und dynamische Belastungsanteile sehr fein erfasst und ermittelt werden. Da sich die Kraftmessdose sehr steif verhält und nur wenig verformt, kann diese in den unterschiedlichsten Produktionsbereichen eingesetzt werden. Statische Belastungen beziehungsweise statische Kräfte lassen sich allerdings aufgrund des Aufbaus nicht erfassen, da die elektrischen Ladungen nur bei einem Wechsel der Belastung auftreten.

Der Schwingsaiten-Kraftsensor und seine Einsatzbereiche

Der Schwingsaiten-Kraftsensor ist ebenfalls sehr häufig im Einsatz, wird aber vornehmlich im Bereich der verschiedenen Waagen zur geeichten Gewichtsbestimmung eingesetzt. Zudem ist das System vor allem auf statische Messungen ausgelegt, da die Messzykluszeit zu lang für schnelle und dynamische Messungen ist. Dieses System ist zudem vor allem auf Zugspannungen ausgerichtet und kann nur dort seine Effizienz beweisen. Es wird eine Messsaite verwendet, die aufgrund der veränderten Zugspannung ihre Eigenfrequenz verändert.

Die Saite wird bei der Messung per elektromagnetischer Schaltung angezupft und die Frequenz in eine elektrische Spannung umgewandelt. Durch den Einsatz von Resonanzverstärkern kann dieser Effekt nochmals verstärkt und verdeutlicht werden. Wie allerdings bereits aus der Beschreibung sehr schnell deutlich wird, kommt ein solcher Kraftsensor nur in sehr wenigen und ausgesuchten Bereichen zum Einsatz. Grundsätzlich gehören die Schwingsaiten-Kraftaufnehmer zu den seltenen Lösungen auf dem Markt und eignen sich nicht für die Serienfertigung.

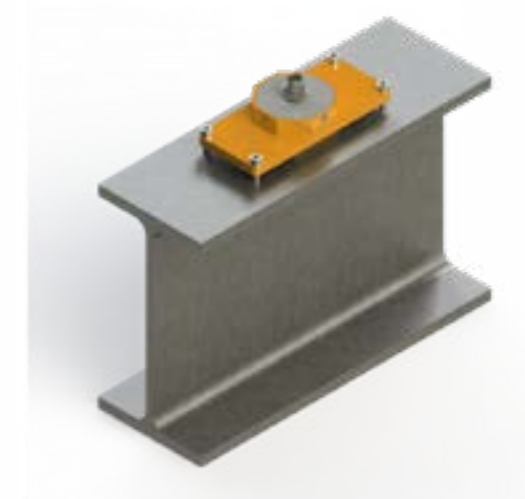
und wird vor allem im Bereich der kleinen Kräfte vielfältig und häufig eingesetzt. Ebenfalls vorteilhaft bei der magnetisch induktiven Kraftmessung ist die hohe Genauigkeit der Messung und die sehr große Flexibilität der Einsatzgebiete. Denn durch den modularen Aufbau der Sensoren kann eine sehr genaue Kraftmessung an den unterschiedlichsten Messstellen realisiert werden. Zudem erlaubt die damit verbundene

Controller die Signale optimal zu digitalisieren und für die Ausgabe effektiv vorzubereiten. Die Performanceleistung dieser Kraftsensoren entspricht der Leistung der bisher verwendeten Dehnmessstreifen-Kraftsensoren, ohne von deren Nachteilen betroffen zu sein. Diese hohe Flexibilität und Einsatzfähigkeit der Kraftmessdose erlaubt den Einsatz in vielen unterschiedlichen Gebieten und Einsatzbereichen.

Der induktive Kraftaufnehmer - die beste Lösung in vielen Bereichen

Induktive Kraftsensoren sind besonders gefragt und überzeugen in verschiedenen Bereichen. Bei der induktiven Kraftmessung wird die Veränderung des Abstands zwischen zwei Punkten eines Verformungskörpers ermittelt. Aufgrund der Veränderung des Abstands kann die Krafteinwirkung auf

den Verformungskörper exakt bestimmt werden. Messelemente in diesem Zusammenhang sind die induktive Wegaufnehmer wie Differentialdrossel und Differentialtransformator, welche schnelle und äußerst akkurate Messergebnisse liefern. Der induktive Kraftsensor überzeugt zudem durch die sehr geringe Messtoleranz und die hohe Genauigkeit



Anwendungsgebiete der Kraftsensoren

Kraftsensoren werden in vielen unterschiedlichen Arbeits- und Einsatzbereichen genutzt. Ein wichtiger Schwerpunkt ist selbstverständlich die Kraftmessung in der produzierenden Industrie, wo die Kraftaufnehmer häufig zur Bestimmung der Kraft im Produktionsprozess, oder zur Gewichtsmessung eingesetzt werden. Doch der industrielle Einsatz deckt nur einen kleinen Teil der Kraftmessung ab. Die Kraftmessung im Straßenverkehr spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. So werden Kraftsensoren aktuell und auch in Zukunft beispielsweise bei Lastkraftwagen eingesetzt. Dadurch kann die Achslast exakt und dauerhaft zu ermitteln werden, um eine schnelle und effektive Kontrolle zu ermöglichen. Auch die Kräfte des gezogenen Anhängers können durch den Einsatz passender Kraftsensoren problemlos und schnell ermittelt werden. Auch im normalen Automobil sind bereits heute verschiedene Kraftsensoren im Einsatz. So bieten beispielsweise Kraftsensoren im Bereich der Anhängerkupplung die Möglichkeit die Belastung des Anhängers zu ermitteln und somit die statischen Informationen in Relation zum dynamischen Fahrverhalten auf der Straße zu setzen. Somit kann die Regelungstechnik innerhalb des Automobils schneller und effektiver reagieren und den Menschen hinter dem Steuer aktiv und effektiv unterstützen.

Ebenfalls bei der Bahn werden Kraftsensoren in verschiedenen Bereichen vielfältig eingesetzt. Sie ermitteln beispielsweise die Gewichte von Güter- und Personenwagen oder ermitteln die Zugkräfte an der Deichsel. All diese Informationen können zusammengetragen und zur Verfügung gestellt werden, um einen reibungslosen und vor allem sicheren Betrieb innerhalb der vorgeschriebenen Parameter zu gewährleisten. Doch nicht nur bei der Bahn selber, sondern auch im Bereich der Gleisanlagen kommen Kraftsensoren zum Einsatz. Diese ermitteln beispielsweise die Anzahl der über den Gleisabschnitt gefahrenen Räder und können somit den Gleisabschnitt sperren oder freigeben und somit die Sicherheit im Bahnverkehr ebenfalls nachhaltig verbessern. Einen wichtigen Effekt auf die Sicherheitstechnik und die Sicherheit der Nutzer haben Kraftsensoren im Bereich von Kränen oder Brücken. Hier werden die einwirkende Kraft und die Belastung durch Kraftaufnehmer in verschiedenen Bereichen ermittelt und immer mit den Grenzwerten in Relation gebracht. Somit können frühzeitig strukturelle Schäden oder Probleme erkannt werden, was die Sicherheit in jedem Arbeitsschritt deutlich erhöht.

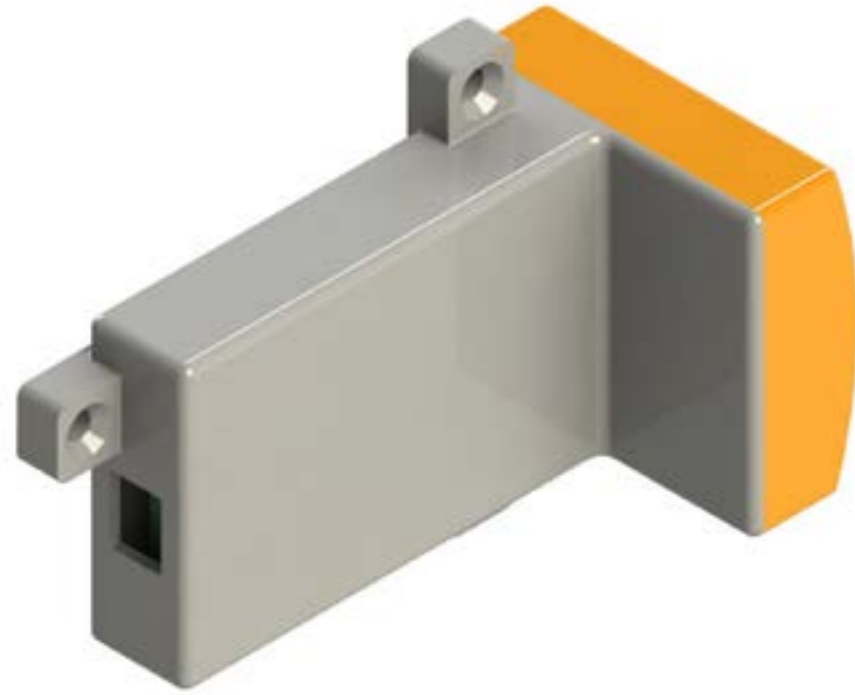
Bei Kränen kann darüber hinaus durch verschiedene Kraftsensoren nicht nur der Schwerpunkt des Krans ermittelt, sondern auch das Gewicht des Aufliegers kontinuierlich geprüft werden. Dies sorgt für eine höhere Arbeitssicherheit und eine effektivere Arbeit mit dem schweren Gerät. Zudem werden Kraftsensoren in allen Bereichen eingesetzt, in welchen beispielsweise hydraulische Zylinder im Einsatz sind. Diese Geräte werden in der Regel durch den hydraulischen Druck geregelt, welcher allerdings aufgrund der Reibungsverluste fehleranfällig ist. Mit Hilfe des Einsatzes passender Kraftmessdosen können diese Fehler vermieden werden.

Dadurch können ebenfalls die Arbeiten effektiver gestaltet werden. Sie sehen also, dass Kraftaufnehmer in den unterschiedlichsten Bereichen bereits heute vielfältig im Einsatz sind. Doch auch in Zukunft werden sich immer mehr Bereiche eröffnen, in denen der Einsatz von Kraftsensoren immer wichtiger wird. Vor allem durch die Automation sowohl in der Industrie als auch im Alltag wird die Vielzahl der verwendeten Informationen und deren Genauigkeit eine immer wichtigere Rolle spielen.

Die passende Kraftmessdose in der Serienanwendung

Für die Serienanwendung kommen vor allem Kraftsensoren in Frage, welche ein möglichst breites Einsatzgebiet abdecken und sich leicht und einfach in die unterschiedlichsten Produktionsprozesse integrieren lassen. Außerdem sind diese Kraftsensoren für die Unternehmen in Relation zu vielen anderen Lösungen sehr günstig und preiswert und deshalb auch in der Serie problemlos einsetzbar. Es wird sehr schnell deutlich, dass die induktiven Kraftaufnehmer dank ihrer

Bauform, des kontaktlosen und vor allem auch aufgrund ihrer hohen Belastbarkeit in vielen Anwendungen neue Möglichkeiten bieten. Des Weiteren sind diese Kraftsensoren so flexibel, dass sie in den unterschiedlichsten Bereichen problemlos integriert werden können. Ein weiterer Vorteil gegenüber vielen anderen Systemen, welche entweder selber einen großen Platzbedarf aufweisen, oder entsprechend umständlich gegen Störfaktoren von außen abgesichert werden müssen.



Die umfassende Beratung rund um den Einsatz von Kraftsensoren

Der Einsatz von Kraftsensoren ist in den meisten Produktions- und Messanlagen von entscheidender Bedeutung. Beim Aufbau neuer Produktionsanlagen mit einem Höchstmaß an Automation und Flexibilität gilt es sich an den höchstmöglichen Messstandards zu orientieren. Gerne beraten wir unsere Kunden umfassend über das Leistungsspektrum unserer Kraftaufnehmer und Kraftmessdosen und über die verschiedenen Einsatzbereiche und Einsatzgebiete, in denen diese eingesetzt werden können.

Kontaktieren Sie uns einfach und unkompliziert, wenn Sie nähere Informationen zum induktiven Kraftsensor wünschen und die genaueren Spezifikationen in diesem Bereich wissen möchten. Unsere Experten informieren Sie gerne umfassend über die verschiedenen Möglichkeiten und Optionen, welche sich durch den Einsatz unserer Kraftsensoren in Ihrem Unternehmen ergeben. Dank höchster Genauigkeit und exakter Messergebnisse können unsere Kraftaufnehmer und Kraftmessdosen in jedem Fall überzeugen.