

Kraftaufnehmer auf Basis von Dehnungsmessstreifen

Kraftaufnehmer auf Basis von Dehnungsmessstreifen verfügen über einen so genannten Federkörper oder Verformungskörper, in dem die zu messenden Kräfte eingeleitet werden.

Dabei verformt sich der Federkörper und an der Oberfläche entstehen Dehnungen. Die Aufgabe des Federkörpers ist es also, die zu messenden Kräfte möglichst wiederholbar und linear in Dehnungen umzuwandeln. Mit Auswahl von Material und Design eines Federkörpers legt man viele Eigenschaften eines Kraftaufnehmers fest.

Das eigentliche Sensorelement ist der Dehnungsmessstreifen (DMS), DMS bestehen aus einer Isolierschicht, dem so genannten Träger, auf dem ein Messgitter aufgebracht ist. Solche Dehnungsmess-

streifen werden an geeigneter Stelle auf den Federkörper geklebt. Dabei werden in der Regel vier Dehnungsmessstreifen verwendet, von denen zwei so installiert werden, dass sie unter Einwirkung einer Kraft gedehnt werden, zwei werden gestaucht.

Diese vier DMS werden in der Wheatstoneschen Brückenschaltung verschaltet. Wie in der Zeichnung unten gezeigt, wird die Wheatstonebrücke mit einer Speisespannung versorgt. Eine Ausgangsspannung entsteht immer dann, wenn die vier Widerstände unterschiedlich sind z.B. wenn sich der Widerstand der DMS durch Dehnung ändert.

Das Ausgangssignal hängt von der Widerstandsänderung der DMS und damit direkt von der eingeleiteten Kraft ab.

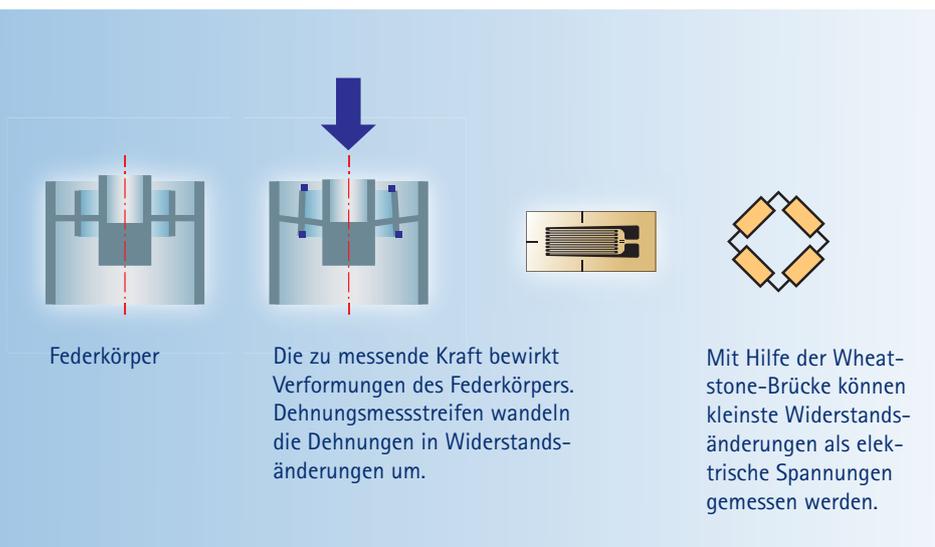
Vorteile des DMS-Messprinzips

Dieses Prinzip hat sich millionenfach bewährt und bietet zahlreiche Vorzüge.

Die Wichtigsten:

- ▶ Ändern sich die elektrischen Widerstände der DMS in gleicher Richtung mit gleichem Betrag, so wird keine Ausgangsspannung erzeugt. Somit können viele parasitäre Einflüsse, wie z. B. Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes, Biegemomenteinflüsse, oder Querkrafteinflüsse kompensiert werden (siehe unten).
- ▶ Das Messprinzip erlaubt die Herstellung von Kraftaufnehmern mit sehr hohen Genauigkeiten bei vergleichsweise geringen Kosten.
- ▶ Die Nennkraft des Aufnehmers wird nur durch die Steifigkeit des Federkörpers bestimmt. Bei HBM stehen Aufnehmer mit Nennkräften zwischen 10 N und 5 MN zur Verfügung.

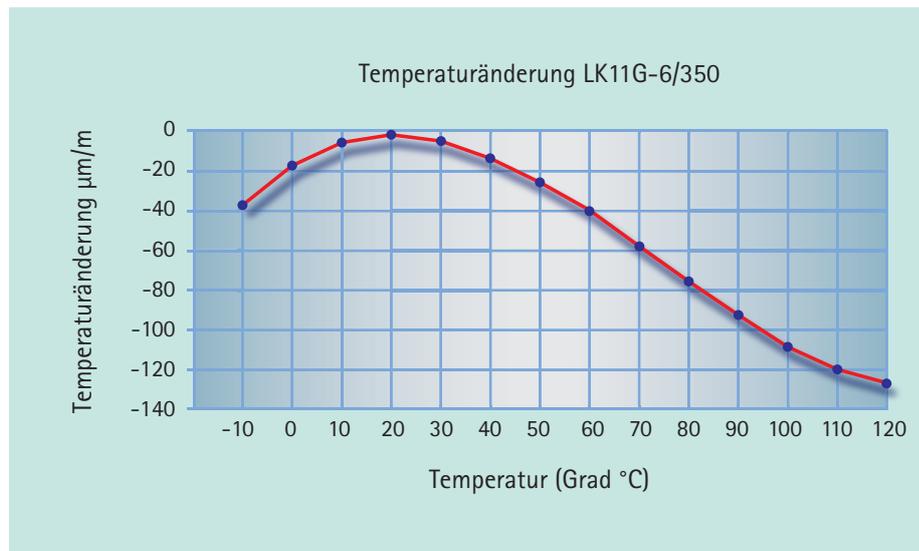
Insbesondere der erste Punkt ist von Bedeutung. Es zeigt sich, dass durch Einsatz der Wheatstoneschen Brückenschaltung viele ungewollte Einflüsse kompensiert werden.



Arbeitsweise eines Kraftaufnehmers auf Basis von Dehnungsmessstreifen am Beispiel eines Ringtorsionsaufnehmers (Type: C18)

Insbesondere der Einfluss der Temperatur auf den Nullpunkt (TK_{Null}) kompensiert sich zu einem sehr guten Grad aus. Jeder Dehnungsmessstreifen zeigt bei Temperaturänderung ein Ausgangssignal, die so genannte scheinbare Dehnung.

Bild 1: Ausgangssignal eines DMS in Abhängigkeit von der Temperatur



Kompensationswirkung

Die Kompensationswirkung ergibt sich aus der Tatsache, dass sich alle vier DMS bei Temperaturänderung hinsichtlich der Richtung und des Betrages der Widerstandsänderung gleich verhalten. Da zwei DMS in der Gleichung positiv und zwei negativ eingehen, ergibt sich bei Temperaturänderung insgesamt nahezu kein Ausgangssignal. Der verbleibende, kleine Restfehler kann durch spezielle Nickelemente, die in die

Wheatstonesche Brücke geschaltet werden, korrigiert werden. Durch Zuschalten von temperaturabhängigen Widerständen (ebenfalls Nickelemente) in die Speiseleitung lässt sich die Temperaturabhängigkeit des Kennwertes (TKC) abgleichen. Bei Temperaturänderung verringert sich das E-Modul der Werkstoffe, wodurch bei gleicher Kraft einwirkung mehr Dehnung entsteht. Zusätzlich ist die Empfindlichkeit der DMS von der Temperatur abhängig. Die Widerstände in der Speiseleitung kompensieren

dies, indem die Widerstandserhöhung bei höherer Temperatur zu einem größeren Spannungsabfall führt. Hierdurch verringert sich die Spannung an der Wheatstoneschen Brücke, in Folge sinkt das Ausgangssignal. Linearitätsfehler entstehen durch sich unter Last ändernde geometrische Verhältnisse. Kraftaufnehmer lassen sich durch geschickte Auswahl des Designs des Federkörpers und durch exaktes Positionieren der Dehnungsmessstreifen zu sehr guten Linearitäten optimieren.

In Bild 2 wird eine Zusammenfassung der Kompensationsmöglichkeiten gegeben. Neben den oben detaillierter beschriebenen Einflüssen TK_{Null} und TKC ist es ohne Weiteres möglich, die Linearität abzugleichen sowie einen gewünschten Kennwert durch Abgleich zu erreichen.

Die Technologie der DMS erlaubt darüber hinaus auch die Kompensation von mechanischen Einflüssen, wie z. B. Biegemomenten oder Querkräften, die nicht erfasst werden sollen.

Bild 2: Verschaltung eines Kraftaufnehmers mit TK_{Null} - und TKC-Abgleich. Zusätzlich Abgleichelemente für Kennwert und Linearität

