



Der Schlüssel zu neuen Anwendungen: Präzision

Effizient im Einsatz: S-förmiger Kraftaufnehmer S2M

Der Einsatz hochpräziser Aufnehmer, wie z. B. S2M von HBM, bietet viele Vorzüge. Sensoren mit einer Genauigkeitsklasse von 0,02 erlauben es, Kraftmessketten mit hohen mechanischen Reserven auszulegen. Und: Die Aufnehmer können flexibel für verschiedene Messaufgaben eingesetzt werden – ein großer wirtschaftlicher Vorteil.

Der S-förmige Kraftaufnehmer S2M erreicht die Genauigkeitsklasse 0,02 und setzt somit in seiner Klasse neue Maßstäbe. Eine solch hohe Genauigkeit kann nur erzielt werden, wenn alle einzelnen Kennwerte des Aufnehmers exzellent abgeglichen sind.

Was beeinflusst die Genauigkeit von Kraftaufnehmern?

Bei Kraftaufnehmern auf Basis von Dehnungsmessstreifen unterscheidet man die folgenden Fehlergruppen:

- **Endwertbezogene Fehler:**
Fehler, die unabhängig von der anliegenden Kraft ein bestimmtes Ausgangssignal erzeugen, wie z. B. der Temperatureinfluss auf den Nullpunkt (TK_{Null}) oder Linearitätsfehler.
- **Istwertbezogene Fehler:**
Fehler, deren Größe zu der im Moment der Betrachtung anliegenden Kraft proportional sind.

Oftmals sind TK_{Null} und die Linearität von entscheidender Bedeutung. Diese Fehler beziehen sich auf den Endwert, also auf das Ausgangssignal bei voller Ausnutzung der Nennkraft. Eine solche Messgenauigkeit weist einen bestimmten Betrag auf, egal wie groß die Kraft ist, die gemessen wird.

Bei Messungen im oberen Bereich des Sensors, also bei hohen Kräften, ist ein endwertbezogener Fehler unkritisch, da der relative Anteil aufgrund des hohen Ausgangssignals klein ist. Dies ändert sich, wenn mit dem gleichen Kraftaufnehmer eine kleine Kraft gemessen wird. In diesem Fall ist die Wirkung des Fehlereinflusses eines endwertbezogenen Fehlers wesentlich größer: Der Betrag ist gleich, jedoch muss dieser jetzt auf eine kleinere Kraft bezogen werden: Der relative Anteil steigt.

Wesentliche endwertbezogene Fehlereinflüsse sind die Linearität und die Temperaturabhängigkeit des Nullpunktes (TK_{Null}). Jede Verbesserung dieser Kennwerte erlaubt es, den Kraftaufnehmer bei einer gegebenen Genauigkeitsanforderung für immer kleinere Kräfte einzusetzen: Die endwertbezogenen Fehler bestimmen den Kraftbereich, innerhalb dessen der Kraftaufnehmer einsetzbar ist. Kleine endwertbezogene Fehler erweitern die Möglichkeit der Messung im Teillastbereich.

Istwertbezogene Fehler wirken sich immer relativ zur aktuell gemessenen Kraft aus. Bei der Messung kleiner Kräfte ist der Einfluss solcher Fehlergrößen also eher gering.

Erweiterter Anwendungsbereich hochpräziser Kraftaufnehmer

Anwender des S-förmigen Kraftaufnehmers S2M profitieren von höchster Genauigkeit, denn: Linearitätsfehler, relative Umkehrspanne und Temperatureinflüsse sind kleiner als 0,02 % relativ zum Endwert. Daran wird deutlich, dass HBM den hohen Genauigkeitsanspruch nicht nur bei ausgewählten Produkten verfolgt, sondern auch bei Serienprodukten für den industriellen Einsatz, die entsprechend robust aufgebaut sind.

Wird der Aufnehmer bei 5 % der Nennkraft eingesetzt, so liegt der Fehler, den Linearität bzw. TK_{Null} relativ zur anliegenden Kraft verursachen, bei nur 0,4 %. Mit diesen Eigenschaften ermöglichen hochpräzise Aufnehmer neue Anwendungen. Sie eignen sich auch zur Messung kleiner Kräfte, denn:

- Durch den Betrieb der Messkette im Teillastbereich wird die Toleranz gegen Überlasten erhöht und eine verbesserte Zuverlässigkeit erreicht. Aussagekräftige Messergebnisse sind dennoch garantiert.
- Durch den minimalen Einfluss der Temperatur auf den Nullpunkt kann ein und derselbe Kraftaufnehmer für verschiedene Messaufgaben eingesetzt werden. Auch kann bedenkenlos zu einer größeren Nennkraft gegriffen werden, wenn dynamische Eigenschaften wie höhere Schwingbreite oder größere Steifigkeit gefordert sind – ein großer wirtschaftlicher Vorteil. Diese mechanischen Parameter sind nennkraftabhängig. Kraftaufnehmer mit höherer Nennkraft weisen höhere Steifigkeiten und damit auch höhere Resonanzfrequenzen auf. Die relative Schwingbeanspruchung sinkt bei Einsatz eines größeren Modells.

Kennwert	Konventioneller Kraftaufnehmer [%]	S2M [%]
Hysterese	0,1	0,02
Linearität	0,05	0,02
TK_{Null}	0,05	0,02
TKC	0,05	0,02
Kriechen	0,05	0,02

Tabelle 1: Vergleich der wichtigsten Einflussgrößen auf die Messunsicherheit

Zu messende Kraft	Messunsicherheit Konventioneller Kraftaufnehmer mit Nennkraft 500 N	Messunsicherheit S2M/500 N
150 N	0,62 N = 0,41 %	0,18 N = 0,12 %
20 N	0,61 N = 3 %	0,18 N = 0,9 %
5 N	0,77 N = 12 %	0,17 N = 3,4 %

Tabelle 2: Berechnung des istwertbezogenen Gesamtfehlers des Kraftaufnehmers S2M im Vergleich mit konventionellen Aufnehmern. (Temperaturbereich: 23 ... 45 °C, Angaben in % relativ zur gemessenen Kraft)

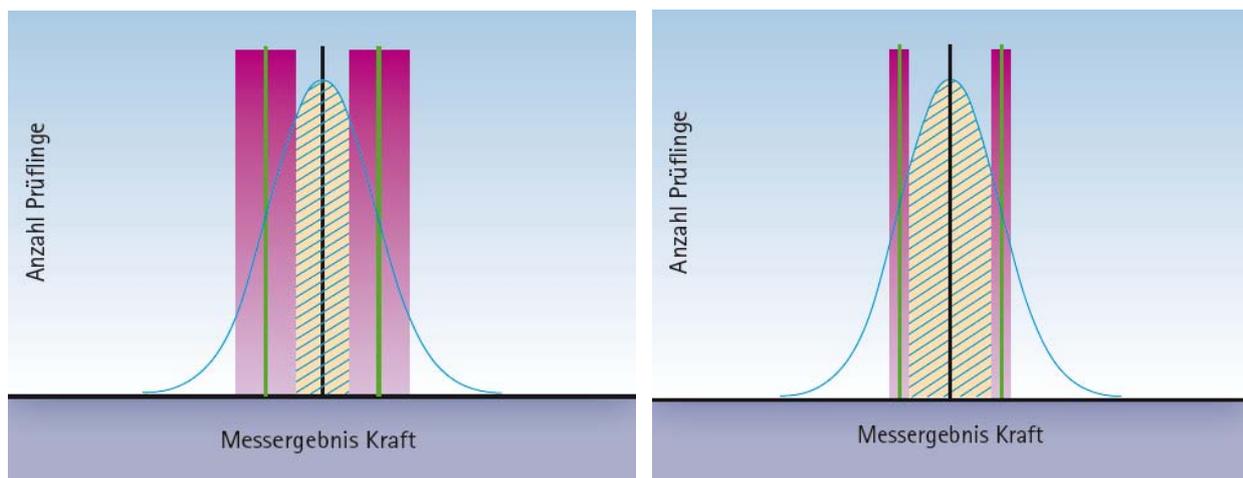
Effiziente Produktion durch Präzision

Neben dem erweiterten Anwendungsbereich beeinflussen präzise Kraftaufnehmer wie S2M auch die Wirtschaftlichkeit von Produktionsprozessen positiv, was Abbildung 1 verdeutlicht. Auf der X-Achse ist eine zu messende Kraft aufgetragen, die der Qualitätskontrolle dient. Auf der Y-Achse wird die Anzahl der produzierten Bauteile gezeigt.

Die Streuung der produzierten Teile verteilt sich nach den Gesetzmäßigkeiten der Gaußschen Glockenkurve. Auf den Diagrammen sind jeweils grüne Linien eingetragen, die die erlaubten Toleranzen zeigen, rechts und links dieser Grenzen in Rot ist die Messunsicherheit der Kraftmesskette abzulesen.

Zur Beurteilung des Prozesses ist es erforderlich, die Messgenauigkeit des Aufnehmers abzuschätzen. Um eine Gut-/Schlecht-Beurteilung durchzuführen, dürfen nur jene Bauteile als o.k. gewertet werden, die innerhalb des Sollbereiches abzüglich der Messtoleranz liegen – im Diagramm der blau schraffierte Bereich.

Es lässt sich leicht erkennen, dass die Anzahl der tolerierbaren Teile ansteigt, wenn auch die Messgenauigkeit steigt. Anders ausgedrückt: Die Anzahl der zu verwerfenden Teile ist auch von der Messgenauigkeit der Kraftmesskette abhängig.





Thomas Kleckers

Product and Application Manager
Force Transducers

HBM Test and Measurement

Email: thomas.kleckers@hbm.com

HBM Test and Measurement

www .hbm.com T
Email: info@hbm.com

el. 06151 803-0
Fax 06151 803-9100

measure and predict with confidence

