

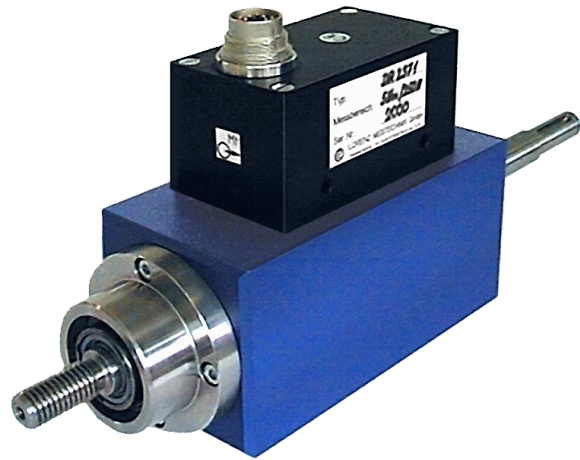
# Revolution in der Verschraubungstechnik

Zweikanal - Drehmoment - Drehwinkelsensor mit digitaler Messwertübertragung

## Es war einmal eine Schraube die wollte eingedreht werden ...

So könnte dieser Artikel beginnen, doch hinter diesem Satz steckt eine Technik, die voll beherrscht werden muss.

Die Notwendigkeit einer qualitativ zuverlässigen Schraubverbindung wird jedem bewusst, wenn durch unvorgesehene Produktionsausfälle rote Zahlen entstehen. Ganz zu schweigen von nicht ordnungsmässigen Verschraubungen, die erst wesentlich später festgestellt werden und im schlimmsten Fall sogar zu Rückaktionen führen.



Die Qualität einer Schraubverbindung ist abhängig von der Höhe der Kraft, die zwischen den beiden zu verbindenden Teilen. Da diese Kraft während der Produktion noch nicht zu vertretbaren Kosten gemessen werden kann, besteht nur die Möglichkeit einer indirekten Messung über Drehmoment und Drehwinkel oder davon abgeleiteten Verfahren. Deshalb ist es unumgänglich, dass jede Schraube exakt mit den während der Entwicklung des Produktes ermittelten Werten verschraubt wird. Um einen zuverlässigen Ablauf in einer komplexen Fertigungsstrasse zu gewährleisten und unkalkulierbare Produktionsausfälle vermeiden zu können, müssen die dazu notwendigen Sensoren einem regelmässigen Prüf- und Wartungsaufwand in eigens dafür eingerichteten Kalibrierlabors unterzogen werden.

Völlig neue Wege geht die Firma Lorenz Messtechnik. Sie entwickelte ein Sensorsystem mit integrierter Qualitätskontrolle von Funktion, Signal und Nullpunkt. Prinzip: Auf der Messwelle ist eine zweite Messbrücke integriert. Diese besitzt eine unterschiedliche Torsionsstrecke mit getrenntem Verstärker, getrennter Kalibrierkontrolle und eigener Auswertung. Die beiden Messwerte werden regelmässig auf Redundanz verglichen. Auf Grund der ungleichen Torsionsstrecken ändern sich gefälschte Messwerte dementsprechend unterschiedlich. Fehlerhafte Messungen, z. B. Nullpunktverschiebung durch Überlast, werden sofort erkannt.

Diese Option ist überall dort sinnvoll, wo Sicherheitsverschraubungen durchgeführt werden und der Einsatz eines Vorsatzaufnehmers, sei es unter anderem aus räumlichen Bedingungen, nicht möglich ist. Desweiteren auch überall dort, wo der aufwendige Prüf- und Wartungsaufwand gemindert werden soll.

Normalerweise besteht der Sensor aus zwei Komponenten: dem Stator, der die Schnittstelle zur Peripherie herstellt, sowie dem Rotor zur Erfassung des Drehmomentsignals. Üblicherweise wird das Drehmomentsignal mit Dehnmessstreifen erfasst und verstärkt. Anschliessend wird zur Übertragung vom drehenden Rotor zum Stator das Signal amplituden- bzw. frequenzmoduliert. Auf der Statorseite wird das Messsignal wieder auf das normierte Analogsignal umgesetzt. Eine evtl. erforderliche Stromschleife könnte die letzte Komponente dieser endlosen Wandlerkette bilden. Diese mehrmalige Umsetzung erfordert einen enormen technischen und finanziellen Aufwand an die Hardware. Auch büsst dieses Prinzip mit jeder Wandlerstufe einen Teil der Systemgenauigkeit ein. Zusätzlich steigt mit jeder Wandlerstufe die Störanfälligkeit der langen Messkette.

Um den Weg der empfindlichen, störanfälligen analogen Messsignale möglichst kurz zu halten hat Fa. Lorenz Messtechnik das Messsignal direkt am Entstehungsort, also auf dem Rotor, digitalisiert. Das digitalisierte Signal wird berührungslos auf den Stator übertragen und nach Bedarf entweder auf das normierte Analogformat zurückgewandelt oder als serielle Schnittstelle zur Verfügung gestellt. Optionen, wie Stromausgang sind zusätzlich möglich.

Der Sensor wurde in einzelne Funktionsblöcke zerlegt und jeder Komponente (also Rotor und Stator) wurde ein Singlechip-Prozessor zugeordnet. Diese partionelle Datenverarbeitung sorgt dafür, dass Messdaten auf einfache Weise an die nächste Verarbeitungsstelle weitergeleitet werden, ohne dass dafür ein Betriebssystem erforderlich ist.

Der jetzige technische Stand in der Verschraubungstechnik erfordert Drehmomentensensoren mit einem Analogausgang, und einem digitalem Drehwinkelsignal. Bei dieser Lösungsvariante sind das Analog- und Digitalsignal auf der gleichen Messleitung. Es ist bekannt, dass Analog und Digitalsignale die auf einem Kabel übertragen werden, sich gegenseitig beeinflussen. In den meisten Fällen ist hauptsächlich das Analogsignal durch Störgrößen belastet, da durch die Schaltflanken der Digitalsignale eine Kopplung auf die Analogsignale erfolgt.

Diese Störungen können durch Filter beseitigt werden. Jedoch auf Kosten der Dynamik, welche bei schnellen Schraubvorgängen erforderlich ist. Auch ein ganz anderer Aspekt spricht für die digitale Übertragung: die EMV Festigkeit. Können Digitalsignale mit einfachen handelsüblichen Filtern in ihrer Störfestigkeit erhöht werden, ist bei Analogsignalen immer ein Kompromiss zwischen Geschwindigkeit und Störfestigkeit erforderlich.

Auch die Messwerte über eine Stromschleife  $12 \pm 8\text{mA}$  oder  $\pm 20\text{mA}$  zu übertragen, ist nur eine Zwischenlösung. Da diese Übertragungsart für grössere Entfernungen ausgelegt ist und hauptsächlich in der Prozesstechnik angewendet wird, welche auch eine grösseren Störabstand zwischen Nutzsignal und Grundstörungen erfordert, da aufgrund der Umsetzung der Signale von Analog auf Digital dann wieder auf Analog an der Drehmomentschnittstelle; Verluste in der Genauigkeit und Dynamik erzeugt, die mit der alleinigen Verbesserungen des Sensors nicht kompensiert werden kann.

Durch ein Baukastensystem ist es möglich, die Drehmomentsignale in analoger Form als Spannungs bzw. Stromsignal oder als Digitalsignal über RS485 oder RS232 Schnittstelle zur Verfügung zu stellen. Der Drehwinkel wird als zweispuriges Signal mit je 360 Impulsen pro Umdrehung am Anschlussstecker zur Verfügung gestellt. Der Pegel des Winkelsignals kann als TTL-Signal oder gleich der Sensorversorgung gewählt werden.

Die auf dem Markt angebotenen Bussysteme, welche ihre Berechtigung haben und voll erfüllen, sind für dieses spezielle Einsatzgebiet nicht geeignet. Nun ist es erforderlich, ein Konzept zu entwickeln, das diesen Ansprüchen gerecht wird.

Es wurde von manchen Drehmomenthersteller der Versuch unternommen, die Daten parallel und winkelsynchron zu übertragen. Aber vom Anwender wird dies nicht akzeptiert, da zu bestimmten Drehmomentsensoren nur bestimmte Schraubensteuerungen funktionieren.

Diese Messdatenerfassung erfordert der auf Grund ihrer abgeleiteten Funktionen eine wesentlich höhere Dynamik. Technisch ist Übertragungsgeschwindigkeit realisierbar: differentielle Schnittstellen arbeiten mit einer Übertragungsrate, die durchaus in der Lage ist, auf einfache Weise die Datenmengen zu erfassen und sinnvoll zu verarbeiten. Doch warum ist es erforderlich, erst solche Datenmengen zu erstellen, eine Intelligenz im Drehmomentsensor könnte die Datenmenge reduzieren und somit die Schraubensteuerung entlasten. Nur fehlt es bis heute an einem entsprechendem Protokoll, das von jedermann akzeptiert wird. Vorreiter hierfür ist das System der Firma Lorenz Messtechnik. Dem Einsatz einer neuen Generation Drehmomentsensoren steht nichts mehr im Wege.