

## **Messtechnik für die Entwicklung effizienter Antriebsstränge mittels Sensortelemetrie im 200°C Bereich**

Ob für den Prüfstand oder im realen Fahrbetrieb aus der Straße - MANNER Sensortelemetrie bietet Ihnen als Spezialist auf dem Gebiet der berührungslosen Messung mit Telemetrie Lösungen, welche die Entwicklung und Erprobung effizienter Antriebsstränge unterstützen.

Die heutigen hohen Anforderungen an Leistungsdichte des Antriebsstranges stellen höchste Anforderungen an die Messtechnik an rotierenden Bauteilen. Hohe Umgebungstemperaturen bis 200 ° C, hohe Drehzahlfestigkeit (> 28000 Umdr/min), robuste elektromagnetische Verträglichkeit für E-Antriebe und nicht zuletzt der Formfaktor der Rotorelektronik für sehr begrenzter Platz. Hier kommen die Stärken der MANNER Sensortelemetrie voll zur Geltung. Entscheidend ist die Zuverlässigkeit der Messelektronik mit Applikation für planbare Erprobungskampanien und damit deren Erfolg. Manner Sensortelemetrie ist Garant für Ihren Erfolg.

Nachfolgend stellen wir Ihnen einige interessante Messmittel vor, welche mit höchster Genauigkeit im unter extremen Umweltbedingungen sichere Messergebnisse liefern:

- *Es wird Heiß: Kolbentemperaturerfassung unter Feuer*
- *Hohe Drehzahlen, Temperatur und EMV: Temperaturmesstechnik im „Herzen“ des Elektromotors*
- *Zuverlässiges und genaues dynamisches Drehmomenterfassen trotz parasitärer Kräfte: Flexplate/ZMS-Drehmomentaufnehmer im Kernstück des Antriebsstrangs*
- *High-Speed aus der Turbinenwelt: High-Speed Prüfstands-aufnehmer für erweiterten Umgebungstemperaturbereich für die E-Mobility der Zukunft*

### **Es wird Heiß: Kolbentelemetrie unter Feuer**

Um die Betriebsfestigkeit eines neu entwickelten Kolbens zu garantieren und den Schmierprozess zu optimieren ist es unerlässlich, dass die Temperaturen am Kolben und deren Verteilung bei verschiedenen Lastszenarien gemessen werden ohne den Kolben selbst in seiner Funktionsweise einzuschränken.

Die 8/16-kanalige Kolbentelemetrie der Fa. MANNER stellt schon seit Jahren ein wichtiges Werkzeug für die Entwicklung von Kolben in Sachen Betriebsfestigkeit, sowie zur Optimierung des Schmierprozesses dar. Neu ist allerdings, dass die Kolbentelemetrie jetzt auch bei bis zu 200°C Umgebungstemperatur eingesetzt werden kann und somit noch umfassendere Tests gefahren werden können. Eine Befeuerung am Kolbenboden bei 400-500°C ist damit problemlos bei allen Betriebspunkten möglich, womit reale Bedingungen für den Test abdeckbar sind.

Das System erfasst online die Temperaturen mehrkanalig an wichtigen Punkten im Kolben. Es arbeitet mit robusten Thermoelementen, die dem zunehmenden Vibrationsgrad mühelos standhalten und unkompliziert in der Montage sind. Ein wichtiger Aspekt ist auch die einfache Kalibrierbarkeit. Der bis 200°C temperaturfeste Sensortelemetrieverstärker im Kolben scannt pro Kolbenhub die Temperaturmessstellen und überträgt die Messwerte auf die stationäre Auswerteeinheit. Die kontaktlose und batterie lose Übertragungstechnik, bei der die Übermittlung der Messwerte punktartig im unteren Totpunkt erfolgt, ermöglicht eine sehr einfache Montage der Komponenten. Die Laufzeit des Systems ist aufgrund der induktiven und wartungsfreien patentierten Sensortelemetrieübertragungstechnik unbegrenzt. Der 8-kanalige Temperaturmessverstärker ist äußerst kompakt (21 x 12 x 5 mm) und wiegt nur 3g. Zur Erweiterung der Messkanäle können mehrere Bausteine kaskadiert werden.

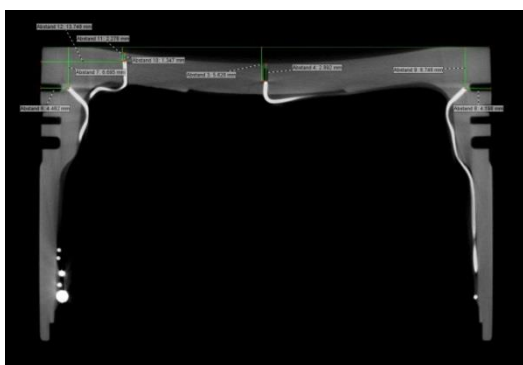


Abbildung 2 Kolben mit Thermoelementen im Röntgenbild



Abbildung 1 Bilder von Kolben nach 80 Stunden Befeuerung im Motor bei 400-500°C - noch vollständig funktionsfähig

 **Hohe Drehzahlen, Temperatur und EMV:** Temperaturmesstechnik im „Herzen“ des Elektromotors

Die Permanentmagnetisierung moderner, auf Seltene-Erden-Magneten basierender Elektroantriebe, darf zu keiner Zeit durch Überschreitung des Curie-Punktes gefährdet werden. Um das Bauvolumen möglichst gering zu halten und größte Leistungsdichte zu gewinnen, werden die Motoren um Grenzbereich betrieben. Um dies sicherzustellen, dass die kritischen Parameter nicht umschritten werden, muss mittels Messtechnik die worstcase Temperaturbelastung verifiziert werden. Die Temperaturmesstechnik für den Elektromotor von Manner zeichnet sich durch eine Temperaturfestigkeit bis 200 °C, hohe elektromagnetische Robustheit, Ölfestigkeit und einem kompakten Aufbau aus.

Die Erfassungseinheit und die Telemetrie-Bausteine von MANNER messen unter härtesten Einsatzbedingungen zuverlässig und präzise auf 1 °C genau.

Beim Einsatz von MANNER-Technologien für Temperaturmessungen in E-Antrieben können wahlweise Thermoelemente, alternativ auch Pt100-Temperaturfühler, zum Einsatz kommen. Sehr kleine Bohrungsdurchmesser – realisiert durch Erodierung - erlauben dabei die Anwendung eines nur 0,5 mm starken, biegsamen Mantelthermoelementen, welche präzise an den gewünschten Messpunkt geführt werden. Entsprechendes Know How in Sachen Montagetechnik (Klebe und Schweißtechnik) garantierend den Erfolg der Messung.



Abbildung 3 6-Kanal Messverstärker im Miniaturgehäuse und dazugehörige Statorantenne



Abbildung 4 6-Kanaliger Rotorring mit Induktionsschleife und Pins für den Thermoelementanschluss

Die Messsignale des Thermoelements werden berührungslos erfasst und zur stationären Seite übertragen. Diese Messdaten können klassisch als Analogsignal mit 0 ... ±10 V oder auch als Digitalsignal über das CAN-Interface an das Datenerfassungssystem übergeben werden. Alle verwendeten MANNER Telemetrie-Bausteine sind temperaturfest bis 200 °C.

Durch die miniaturisierte modulare Flextechnik von MANNER ist ein hohes Maß an Formfaktorgestaltungsfreiheit gegeben. Raumsparende Konstruktionen und die Anpassung der Rotorelektronik an verfügbare Bauräume ist unser täglicher Job. Die Miniaturtelemetriebausteine nutzen den Ihnen zur Verfügung stehenden engen Bauraum effizient aus. Somit können nahezu jegliche Geometriewünsche umgesetzt werden.

**Zuverlässiges Dynamisches Drehmoment trotz parasitärer Kräfte: Flexplatte-Drehmomentaufnehmer im Kernstück des Antriebsstrangs**

Für die Auslegung des Antriebsstrangs im PKW sowie die Optimierung der Motorsteuerung ist die Kenntnis des dynamischen Drehmomentverlaufes von großer Bedeutung. Nur durch die hochgenaue Erfassung der Reibleistung im Antriebsstrang sind die heute immer wichtiger werdenden Verbrauchsoptimierungen zu erzielen.

Die Firma MANNER hat eine spezielle Technik zur Veredelung von Serienflexplates zum hochwertigen Drehmomentaufnehmer für den Fahrzeugbetrieb mit der Genauigkeitsklasse 0,05% entwickelt.

Der Aufnehmer erfordert weder eine Verlängerung des Antriebsstrangs noch hat er Einfluss auf die dynamischen Eigenschaften des Antriebsstrangs. Kernstück ist ein speziell konstruierter Aufnehmer mit extrem niedrigem Übersprechverhalten aus Axial-, Biege-, und Seitenkraftbelastung. Um die Genauigkeit über einen großen Temperaturbereich zu gewährleisten ( $-40^{\circ}\text{C}$  ...  $+160^{\circ}\text{C}$ ), wird eine Nullpunktdrift- und E-Modulkompensation durchgeführt. Letzteres erfolgt auf elektronischem Wege mit Hilfe eines zusätzlichen Temperaturmesskanals und einer mechanischen Kalibrierung unter Temperatur. Neu ist, dass ein digitaler Signalprozessor in Echtzeit das erfasste Drehmoment nach dem ermittelten Fehlerpolynom korrigiert. Damit ergibt sich ein praktisch von Temperatureinflüssen unabhängiges Drehmomentsignal zur direkten Bewertung.

Die hohe zeitliche Auflösung des Drehmomentsignals mit 4000 Messwerten/Sekunde garantiert die originalgetreue Wiedergabe des Drehmomentverlaufes. Damit können erstmalig dynamisch hochpräzise Leistungsflussmessungen am Antriebsstrang durchgeführt werden. Dieses Werkzeug ist ideal für die Optimierung der Komponenten im Antriebsstrang.

Die Messdaten des DMS-basierenden Aufnehmers werden über die bewährte digitale Sensortelemetrietechnik mit 16 Bit Auflösung der Firma MANNER kontaktlos übertragen. Eine weitere Besonderheit ist die hohe Temperaturfestigkeit von  $+160^{\circ}\text{C}$  und die hohe Betriebsfestigkeit im laufenden Fahrbetrieb.



Abbildung 5 Flexplate-Aufnehmer mit  $160^{\circ}\text{C}$  Temperaturfestigkeit zur Erfassung dynamischer Drehmomente

## **High-Speed aus der Turbinenwelt: High-Speed Prüfstands-aufnehmer für die E-Mobility der Zukunft**

Ziel der Entwicklungen im Bereich der E-Mobility ist es durch die höheren Drehzahlen das Gewicht der Motoren bei gleicher Leistung deutlich zu verringern. Hierdurch kann sowohl beim Bauraum als auch bei den Kosten deutlich eingespart werden. Schon heute sind die geforderten Drehzahlen für E-Mobility von bis zu 22000 Umdr./min deutlich über dem der Verbrennungsmotoren und damit etwa auf Rennsport Niveau wie in der Formel 1.

Es besteht noch mehr Einsparpotenzial durch einen weiteren Anstieg dieser ohnehin sehr hohen Drehzahlen. Erste Konzepte für Drehzahlen von 35000 Umdr./min sind bereits entwickelt.

Als langjähriger Partner der Luftfahrt- und insbesondere Turbinenindustrie hat die Firma MANNER Sensortelemetrie in der Herstellung derartiger Aufnehmer sehr viel Erfahrung.

Durch die ständige Weiterentwicklung beim Entwurf und der Realisierung von Spezialaufnehmern für Turbinen- und Turboladerprüfstände hat MANNER in den letzten 15 Jahre sehr viel Know-How aufgebaut. Die Kompetenz reicht vom mechanischen Design, bis hin zur hochgenauen Erfassung des Drehmoments auch bei hohen Umgebungstemperaturen von bis zu 160°C und der entsprechend kontaktlosen Übertragungstechnik, der Sensortelemetrie.

Der Prüfstandbetrieb zur Erprobung von Elektromotoren fordert hochpräzise Messmittel. Standard ist heute die Genauigkeitsklasse von 0.05. Diese Genauigkeit sollte jedoch nicht nur am statischen Kalibrierstand mit 22°C Normtemperatur gewährleistet sein, sondern über die gesamte Betriebstemperatur. Eine besondere Herausforderung stellt bei Prüfständen für E-Motoren die erhöhte und stetig wechselnde Umgebungstemperatur dar. Bekanntlich ändert sich der E-Modul eines Messkörpers über der Temperatur mit ca. 2,5 %, dies ist erheblich. Desweiteren gibt es bei diesen Drehzahlen einen drehzahlabhängigen Fehler des Nullpunktes.

Für diese Herausforderungen baut die Firma MANNER temperatur- und drehzahlkompensierte Drehmomentaufnehmer, welche über den gesamte Betriebsbereich eine gleichbleibende und hohe Genauigkeit liefern. Das erfasste Drehmoment wird bereits im Rotor digitalisiert. Die Messwerte werden digital und kontaktlos zur Signal Pick Up übertragen. Die Kompensation wird über einen integrierten Signalprozessor in der Auswerteeinheit erreicht. Dieser rechnet in Echtzeit die Rohwerte des Messkörpers in die korrigierten Werte um. Als Basis dienen die parallel erfasste Messkörpertemperatur und die Drehzahl. In der Regel werden bei modernen Prüfstandskonzepten die erfassten Daten digital via EtherCAT, CAN oder Ethernet an die Prüfstanddatenerfassung übergeben.



Abbildung 6 HS-Torque mit Pick Up and Tubus-Auswerteeinheit zum Einbau im Schaltschrank

 **Einzigartig: diese Vorteile verbindet nur MANNER**

Maximale Robustheit für hohe Temperaturen und Drehzahlen. Optimale elektromagnetische Störfestigkeit. Routiniertes Engineering. Diese einzigartige Kombination von Vorteilen verleiht MANNER-

Technologien eine führende industrielle Reife. Wartungsfrei und mit unbegrenzter Standzeit versorgen sie Entwickler und Konstrukteure zuverlässig mit präzisen Messwerten.

Seit mehr als 25 Jahren befasst sich das Unternehmen MANNER Sensortelemetrie mit berührungsloser Sensorsignaldatenübertragung aus Aggregaten und Wellen. Dabei lautet die Maxime: „Wo Andere Herausforderungen ablehnen, nehmen wir sie an. Lösungen für scheinbar unlösbare Problem finden — das ist das Markenzeichen des Unternehmens!“



D-78549 Spaichingen, Eschenwasen 20  
Tel.: +49 (0)7424 9329-0 Fax: +49 (0)7424 9329-29  
Email: [manner@sensortelemetrie.de](mailto:manner@sensortelemetrie.de)  
<http://www.sensortelemetrie.de>