



Know your limits!

Präzise Messtechnik für die Optimierung von Formula-One-Rennwagen

Auf der Rennstrecke entscheiden Tausendstelsekunden über Sieg oder Niederlage. Jede kleinste Störung muss vermieden werden, um auch das letzte Quäntchen Leistung aus dem Rennwagen herauszuholen. Das Zusammenspiel von Antrieb, Fahrwerk und Elektronik muss optimal passen. Hierbei setzt das Team von eMotorsports Cologne (eMC) der TH Köln auf hochpräzise Messtechnik.

Das Team von eMotorsports Cologne der TH Köln, das aus Studenten unterschiedlicher Fachrichtungen besteht, entwickelt und baut Rennwagen mit E-Antrieb. Aus der festen Überzeugung heraus, dass Elektromotoren die Zukunft der Mobilität sind, konstruiert das Team innovative Formelfahrzeuge für semiprofessionelle Fahrer. Im Rahmen der Formula Student werden die entwickelten Formelfahrzeuge dann in unterschiedlichen Kategorien auf Herz und Nieren geprüft. Hierbei handelt es sich um einem sowohl nationalen als auch internationalen Konstruktionswettbewerb zwischen über 100 Teams verschiedener Hochschulen.

Im Fokus steht dabei, in Teamarbeit ein sicheres, funktionsfähiges und performantes Formelfahrzeug zu konstruieren und zu fertigen. Hierbei sollen die Teams einen ingenieurstechnischen Ansatz verfolgen und sämtliche technischen sowie kaufmännischen Aspekte müssen berücksichtigt werden. Bei verschiedenen, jährlichen Events erfolgen dann die technische Abnahme sowie die Bewertung in dynamischen und statischen Kategorien. Um bei diesen Veranstaltungen optimal punkten zu können, muss die einwandfreie Funktionalität und das perfekte Zusammenspiel aller Fahrzeugkomponenten gemessen und getestet werden.

Was muss ein System für diese Messaufgaben leisten?

Für die Optimierung des Rennwagens müssen sowohl die dynamischen Messdaten wie zum Beispiel Beschleunigungen, Kräfte und Federwege als auch langsame Prozessdaten, wie Temperaturen, Drücke und Durchflüsse erfasst, überwacht und analysiert werden. Da das Team neben dem Studium nur sehr begrenzt Zeit für Testläufe unter realen Bedingungen hat, muss die Einrichtung des Messsystems für die verschiedenen Messungen jedoch auch schnell und unkompliziert sein. Zudem muss das System kompakt und mobil sein, um auch während Testfahrten im Rennwagen eingesetzt werden zu können.

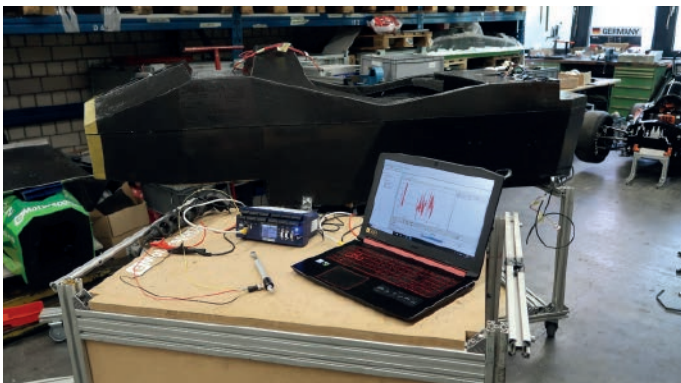
Auf der Suche nach einer passenden Lösung ist das Team von eMotorsports Cologne bei der Firma Delphin fündig geworden. Denn hier liegt der Fokus auf einer benutzerfreundlichen Handhabung, ohne auf Funktionen und Flexibilität zu verzichten. Speziell für die hochdynamischen Messdaten hat Delphin das Expert-Vibro-System entwickelt, das trotz seiner kompakten Abmessungen umfangreiche Analyse- und Überwachungsfunktionen bietet. Ohne Programmieraufwand können die unterschiedlichen Messaufgaben konfiguriert werden und das Team erhält direkt die gewünschten Messergebnisse und Kennwerte,

welche für die weitere Optimierung des Rennwagens die wichtigste Basis bilden.

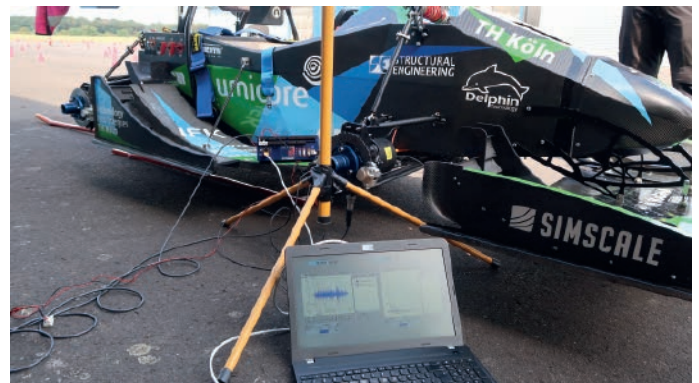
In Verbindung mit der ProfiSignal Software von Delphin können sämtliche Messwerte mit wenigen Klicks in verschiedenen Trenddarstellungen und Diagrammen visualisiert und sehr einfach sowohl online als auch offline analysiert werden. Damit das Team die limitierten Testzeiten auf der Rennstrecke effizient nutzen kann, müssen bereits im Vorfeld in der Werkstatt umfangreiche Tests und Simulationen durchgeführt werden. Hierbei ist nicht nur die Messdatenerfassung von großer Bedeutung, sondern auch die Möglichkeit, Sollwerte und Schaltsignale vorgeben zu können.

Zentrales System zum Messen, Steuern und Regeln

Sowohl für die Messdatenerfassung als auch für die Steuerung und Regelung ist das Expert Vibro genau das richtige Handwerkszeug. Die hochauflösenden 24 Bit-Analogeingänge erfassen sämtliche dynamischen Messwerte 100 Prozent zeitsynchron. Diese Funktionalität ermöglicht dem Team ganz neue Erkenntnisse über das Zusammenspiel beispielsweise zwischen den einzelnen Fahrwerksdämpfer während der Testfahrt. Auch die Beschleunigungen und Kräfte, die auf den Rennwagen einwirken,



Bereits in der Werkstatt werden mit dem Expert Vibro zahlreiche Versuche durchgeführt, die dann auf der Rennstrecke validiert werden.



Vor und nach den Testfahrten auf der Rennstrecke können die Messdaten unmittelbar mit ProfiSignal verglichen und analysiert werden.

lassen sich mit Abtastraten von bis zu 50 kHz je Kanal dynamisch messen und bewerten.

In Kombination mit der I/O-Erweiterung von Delphin lassen sich zusätzlich die Prozessdaten wie Temperaturen, Durchflüsse und Drücke erfassen und überwachen. So werden zum Beispiel die Beschleunigungswerte des Antriebsstrangs in direktem Zusammenhang zu den Lager- und Getriebetemperaturen gemessen und bewertet. Alle relevanten Kennwerte werden aus den Zeitsignalen und Spektren ermittelt. Die Spektren werden online berechnet (FFT) und zusammen mit den Zeitsignalen und Kennwerten im internen Datenspeicher abgelegt. Spezielle Events lassen sich als Trigger für die Speicherung nutzen, um genau im richtigen Moment die benötigten Messwerte mit Vor- und Nachgeschichte sicher ab speichern zu können. Das Team kann zudem verschiedene Analysefunktionen je Kanal zusammenstellen. Zu den Funktionen gehören Hoch-, Tief- und Bandpassfilter, Integratoren, FFT-Algorithmen und vieles mehr. Zudem verfügt das Expert Vibro über interne Grenzwert- und Analysekanäle mit denen sich anbahnende Defekte frühzeitig erkennen lassen und somit teure Schäden an den Sonderkomponenten des Rennwagens verhindert werden können. Dies ist besonders im Rennsport immens wichtig, um die Ausfallzeiten aufgrund von nötigen Reparaturen so gering wie möglich zu halten.

Das Team nutzt sehr häufig auch die flexiblen Analogausgänge des Expert-Vibro-Geräts, um Sollwerte oder Rampen vorzugeben und die Reaktion von verschiedenen Komponenten des Rennwagens zu messen und bewerten zu können. Hierdurch lässt sich zum Beispiel der gesamte Antriebsstrang inklusive der Elektronik erfassen und auf fehlerfreie Funktion überprüfen. Zudem können mit den Digitalausgängen für Tests auch Schaltsignale an verschiedene Baugruppen weitergeleitet werden. Die Erkenntnisse der Messungen in der Werk-

statt fließen dann direkt in die Optimierung des Rennwagens ein und werden im Rahmen der Testläufe unter realen Bedingungen erprobt. Vor und nach den Testfahrten auf der Rennstrecke können die Messdaten unmittelbar mit ProfiSignal verglichen und analysiert werden.

Erfassen, überwachen, visualisieren, analysieren

Sämtliche Mess- und Kennwerte müssen bei den verschiedenen Testläufen nicht nur erfasst und überwacht, sondern auch schnell und unkompliziert visualisiert und analysiert werden können. Hier hat die Software ProfiSignal von Delphin das Team vor allem in Bezug auf die einfache Handhabung und vielseitigen Funktionen überzeugt. Mit wenigen Klicks können die erfassten Mess- und Kennwerte sowohl on- als auch offline visualisiert und exportiert werden. Somit kann das Team noch während der laufenden Messung die Werte des Rennwagens analysieren, Fehlerpotenziale erkennen und Optimierungen zeitnah von der Werkbank ins Fahrzeug übernehmen. Um Aussagen über die Zustandsänderungen von zum Beispiel den Getrieben über den Betriebsstunden machen zu können, ist auch der Vergleich von aktuellen Kurven mit historischen Messdaten sehr wichtig ist. Hierbei kann die File-Werkstatt von ProfiSignal genutzt werden, bei der sich verschiedene Kurven direkt miteinander vergleichen und übereinanderlegen lassen, um bereits kleinere Änderungen des Zustands erkennen zu können. Für die regelmäßigen Besprechungen im Team lassen sich sämtliche Mess- und Kennwerte sowie die Trends in verschiedene Office Anwendungen exportieren und müssen nicht erst zeitaufwändig konvertiert werden.

Datenanalyse während des realen Fahrbetriebs

Durch das kompakte Design kann das Expert Vibro auch während der Testfahrten auf

der Rennstrecke „On-Board“ die Messdaten erfassen, überwachen und autark im internen Datenspeicher ablegen, um sie später im Team analysieren zu können. Für die Zukunft ist deshalb geplant, eine Spannungsversorgung für das Expert Vibro mit an Bord zu installieren, um regelmäßig während des realen Fahrbetriebs verschieden Mess- und Kennwerte erfassen und überwachen zu können. Im Nachgang sollen diese dann miteinander verglichen werden. Besonders interessant sind für das Team hierbei die Vergleiche zwischen den ursprünglichen Messdaten von beispielsweise den Schwingungen des Antriebsstrangs vor der ersten Fahrt mit verschiedenen Messungen nach mehreren Fahrten.

Zudem soll die Batteriespannung bei verschiedenen Belastungstests hochdynamisch mit den schnellen Analogeingängen überwacht werden, um auch kurzzeitige Einbrüche im Bordnetz detektieren zu können, da diese zu unvorhersehbaren Ausfällen der Elektronik führen und somit unbedingt verhindert werden müssen. Des Weiteren ist geplant, mit optischen Sensoren, welche ihre Messdaten via CAN-Bus an das Expert Vibro übertragen, den Temperaturverlauf über der Reifenbreite während der Fahrt zu messen und somit direkt die optimalen Einstellungen für Sturz, Spur und Reifendruck auswählen zu können.

Autor

Jan Tippner, Sales Manager

Kontakt

Delphin Technology AG, Bergisch Gladbach
Tel.: +49 2204 976 85 0 · www.delphin.de

eMotorsports Cologne
www.emotorsports.cologne