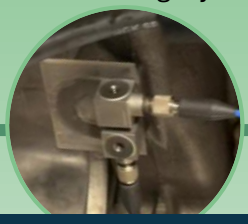
Fallstudie: Digitale Zwillinge von Wasserstoffmotoren

Die Hydro Technology Motors GmbH (HTM) entwickelt kompakte Wasserstoffmotoren, die unter anderem für die Umrüstung bestehender Nutz- und Spezialfahrzeuge angewendet werden. Kern des modularen Antriebsstrangs ist ein wasserstoffbetriebener Wankelmotor mit hoher Leistungsdichte. Ein wesentliches Ziel in der Entwicklung dieser Motoren ist die zuverlässige Beherrschung des Verbrennungsprozesses. An dieser Stelle setzt der digitale Zwilling an, mit dem das Verbrennungsverhalten während des Betriebs bewertet werden soll. Auffälligkeiten können damit erkannt und als Grundlage für Warnungen, präventive Schutzmaßnahmen sowie perspektivisch zur Weiterentwicklung des Motors genutzt werden.

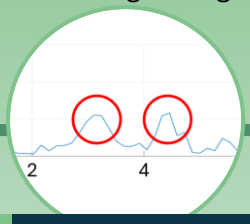
Von der Analyse über die Konzepterstellung bis zur Implementierung.

Ein digitaler Zwilling ist stets auf Live-Betriebsdaten des physischen Produktes angewiesen. Zu diesem Zweck sind Sensoren zu integrieren. Im Rahmen einer prototypischen Umsetzung wird eine Messkette aufgebaut. Es werden Schwingungssensoren am Motor integriert und an ein Datenerfassungssystem angeschlossen.

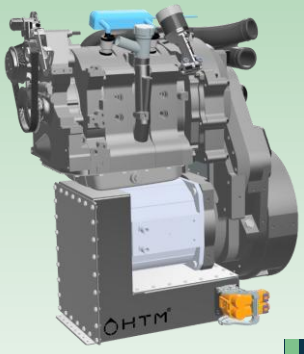
Das entwickelte Auswertemodell verknüpft die Schwingungsdaten mit der Drehzahl und der Winkelposition des Motors. Es bewertet die relevanten Frequenzanteile innerhalb des untersuchten Verbrennungsfensters und leitet daraus ab, ob eine reguläre Verbrennung oder eine Vorentflammung vorliegt.

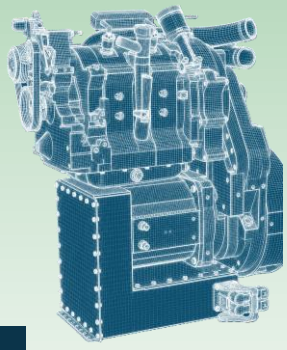


Sensorintegration



Messdaten





- Vorentflammung anhand von Sensordaten erkennen
- Verbrennungszustand live im Betrieb bewerten
- Kritische Betriebszustände frühzeitig sichtbar machen
- Grundlage für Warn- und Schutzfunktionen

Die Kombination aus Sensorkonzept und Auswertemodell kann im späteren Betrieb genutzt werden, um das Verhalten des Motors live zu berechnen. Damit können während des Betriebs Aussagen über den Verbrennungsprozesses getroffen werden. Vorentflammungen werden zuverlässig erkannt und so kritische Betriebszustände frühzeitig sichtbar gemacht. Diest stellt die Grundlage für umfassende Warn- und Schutzfunktionen dar.

F&B Engineering

F&B-Engineering GmbH, Schepp Allee 7, 64295 Darmstadt
www.fb-engineer.ing
info@fb-engineer.ing

Impressum: www.fb-engineer.ing/impressum

HTM

Echter Mehrwert durch den digitalen Zwilling

Frühzeitige Erkennung kritischer Verbrennungszustände

Eine permanente Auswertung des Schwingungsverhaltens ermöglicht es, den aktuellen Verbrennungszustand des Motors live während des Betriebs zu beurteilen. Damit wird aus den gemessenen Schwingungen eine unmittelbar nutzbare Information über den Zustand. Statt auf nachträglich erkennbare Schäden, Leistungsverluste oder auffälliges Motorverhalten zu reagieren, können kritische Phänomene bereits bei ihrer Entstehung sichtbar gemacht werden.

Reduzierte Ausfälle, erhöhte Verfügbarkeit

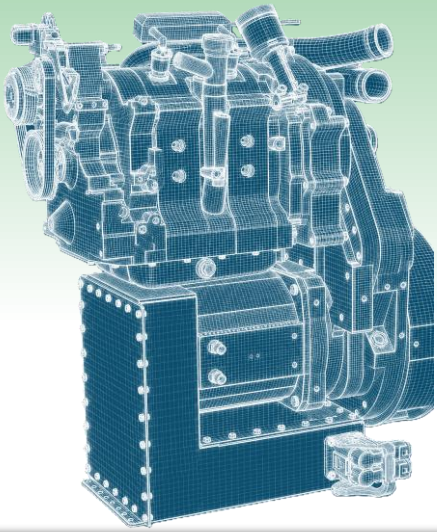
Für Betreiber von Nutz-, Sonder- und Spezialfahrzeugen steht die zuverlässige Verfügbarkeit des Antriebssystems im Vordergrund. Eine digitale Überwachung des Verbrennungszustands kann dazu beitragen, ungewöhnliche Belastungen frühzeitig zu erkennen und ungeplante Ausfälle zu vermeiden. Dies ist insbesondere bei Fahrzeugen relevant, die im Schichtbetrieb, auf Flughäfen oder in anderen zeitkritischen Anwendungsfällen eingesetzt werden.



„Mithilfe des digitalen Zwillings unseres Motors können wir dessen Verhalten live im Betrieb überwachen und wertvolle Erkenntnisse gewinnen.“
– Silas Hofmann, Chief Technology Officer HTM Hydro Technology Motors GmbH

Gemeinsam mit HTM entwickelte F&B-Engineering GmbH einen digitalen Zwilling zur frühzeitigen Erkennung kritischer Verbrennungszustände im wasserstoffbetriebenen Wankelmotor. F&B-Engineering strukturierte die Zielstellung, entwickelte das Mess- und Sensorkonzept und überführte die erfassten Schwingungs- und Betriebsdaten in ein technisch nachvollziehbares Auswertemodell. So entstand ein funktionsfähiger Prototyp, der Vorentflammungen anhand charakteristischer Frequenzmerkmale erkennen kann.

Das Projekt zeigt, wie physikalisches Systemverständnis, Sensorintegration, Messdatenanalyse und Modellbildung zu einer durchgängigen Lösung verbunden werden können. Auf dieser Basis können künftig robuste Warn-, Diagnose- und Schutzfunktionen für den Einsatz im Fahrzeug entwickelt werden. F&B-Engineering begleitet Unternehmen dabei von der ersten Analyse bis zum einsatzbereiten digitalen Zwilling und schafft damit belastbare Grundlagen für sichere, intelligente und besser planbare technische Systeme.



F&B Engineering

F&B-Engineering GmbH, Schepp Allee 7, 64295 Darmstadt
www.fb-engineer.ing
info@fb-engineer.ing

Impressum: www.fb-engineer.ing/impressum

HTM