

KISTLER

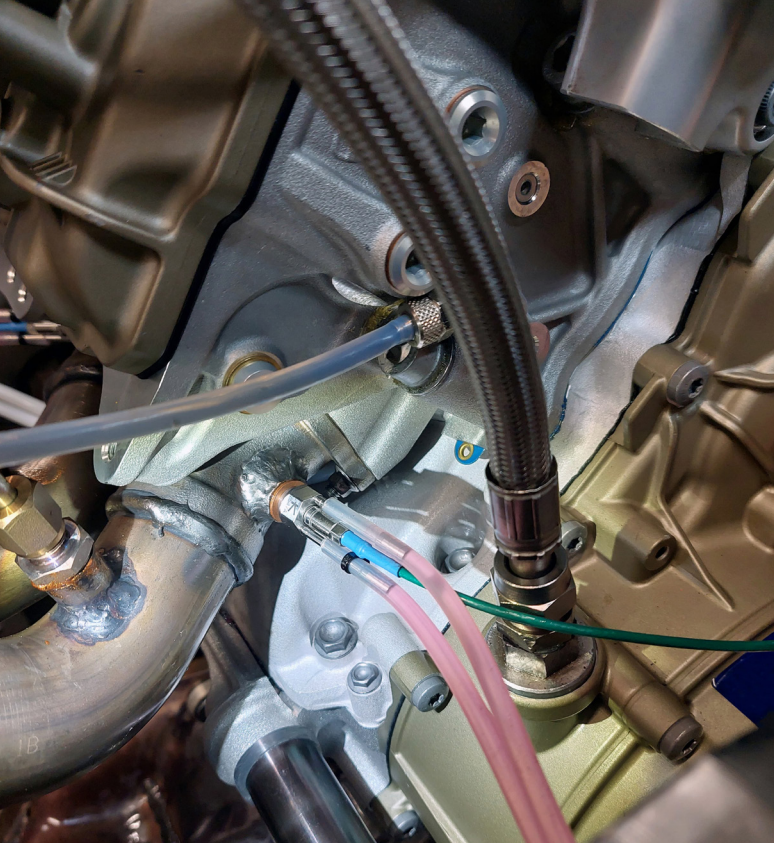
measure. analyze. innovate.



EIN PERFEKTER FIT: GEMEINSAM WEITER INNOVATIV

Ducati und Kistler – Partner in der Motorenentwicklung – auch für nachhaltige Kraftstoffe





Installiertes piezoresistives Abgassensor-Set 4017A.W (wassergekühlt), zur Druckmessung unter verschiedenen Drehzahl- und Lastbedingungen (Nahaufnahme von Zylinder 4).

Von der Zylinderdruckmessung bis zur Verbrennungsanalyse mit nachhaltigen Kraftstoffen: Mithilfe der Messtechnik von Kistler entwickelt Ducati Hochleistungsmotoren für effiziente, zuverlässige und innovative Lösungen.

Seit über 20 Jahren vertraut Ducati bei der Messung des Zylinderinnendrucks auf die Messtechnik von Kistler – ein entscheidender Faktor für das Verständnis und die Optimierung des Verbrennungsprozesses. Und das aus gutem Grund: Kistlers Messtechnik liefert selbst unter härtesten Betriebsbedingungen hochpräzise Daten – und das Unternehmen überzeugt darüber hinaus durch eine kooperative Arbeitsweise und zuverlässigen Kundensupport.

Die Partnerschaft hat sich im Laufe der Jahre weiterentwickelt, angetrieben von dem gemeinsamen Ziel, immer genauere Erkenntnisse zur optimalen Kalibrierung und Validierung von Hochleistungsmotoren zu gewinnen.

Eine langjährige Partnerschaft, die auf Präzision basiert

Im Laufe der Jahre hat Ducati zahlreiche Zylinderdruckmesslösungen von Kistler eingesetzt, angefangen bei speziell angefertigten M5-Zylinderdrucksensoren bis hin zu Modellen der neuesten Generation wie dem 6054C. Die technische Weiterentwicklung wurde durch eine enge Zusammenarbeit und die gemeinsame Entwicklung maßgeschneiderter Lösungen vorangetrieben, die den zunehmend anspruchsvollen Testanforderungen in der Motorenentwicklung gerecht werden.

Heute verwendet Ducati neben piezoelektrischen Zylinderdrucksensoren auch miniaturisierte piezoresistive Absolutdrucksensoren, wie den 4017A, um die Druckdynamik im Luftpfad des Motors zu messen.

„Ein Ausfall ist heute nicht nur ein technisches Problem, sondern hat auch direkte Auswirkungen auf den Ruf der Marke. Die Zylinderdrucksensoren von Kistler liefern präzise Messwerte sowohl bei hohen Drücken, die für die Leistung entscheidend sind, als auch bei niedrigen Drücken, die für die vollständige Abbildung des Verbrennungsprozesses unerlässlich sind.“

Daniele Beleggia, Prüfstandsingenieur bei Ducati

Zylinderdruckmessung unter extremen Bedingungen

Ducati steht seit jeher für Leistung und Zuverlässigkeit. Ihre hochdrehenden Saugmotoren stellen jede Messtechnik vor eine Herausforderung: Extreme Belastungen und Vibrationen erfordern äußerst robuste und präzise Sensoren, die stabile Daten liefern und sowohl normale als auch abnormale Verbrennungsvorgänge exakt abbilden können. „Auf unseren Prüfständen laufen die Motoren mit außergewöhnlich hohen Drehzahlen“, erklärt Marco Magnani, Prüfstandsingenieur bei Ducati Corse. „Die Vibrations- und Druckwerte sind extrem hoch – eine wirklich anspruchsvolle Umgebung für jede Messtechnik.“

Der piezoelektrische Zylinderdrucksensor 6054C von Kistler ist thermisch bis 350 °C stabil und erfasst dank seines optimierten Frequenzgangs selbst kleinste Druckschwankungen im Zylinder.

Aufgrund der hohen Genauigkeit und Wiederholbarkeit lassen sich Unregelmäßigkeiten bei der Verbrennung präzise erkennen und somit Klopfereignisse oder vorzeitiger Verschleiß von Bauteilen verhindern. Somit ist die Zylinderdruckmessung nicht nur ein wichtiges Instrument für die Motorkalibrierung, sondern auch für die Überwachung der Zuverlässigkeit während der gesamten Motorlebensdauer.

Mithilfe der Sensordaten kann Ducati die Verbrennungsqualität und den Wirkungsgrad des Zyklus bewerten und so eine stabile und reproduzierbare Leistung sicherstellen. In den letzten Jahren wurden die Sensoren auch bei Langzeitversuchen eingesetzt, um das Motorverhalten über den gesamten Entwicklungszyklus hinweg zu optimieren. „Maximale Zuverlässigkeit hat für uns oberste Priorität“, erklärt Daniele Beleggia, Prüfstandsingenieur bei Ducati. „Ein Ausfall ist heute nicht nur ein technisches Problem,



Entwicklung von Hochleistungsmotoren: Das markante Logo an der Fassade des Firmensitzes von Ducati in Borgo Panigale nahe Bologna



Die Serie 6054C von Kistler ermöglicht hochpräzise, langlebige Zylinderdruckmessungen von Entwicklung bis Validierung. Die verstärkte Version 6054CU20 misst bis 400 bar und ist besonders robust.

sondern hat auch direkte Auswirkungen auf den Ruf der Marke. Die Zylinderdrucksensoren von Kistler liefern präzise Messwerte sowohl bei hohen Drücken, die für die Leistung entscheidend sind, als auch bei niedrigen Drücken, die für die vollständige Abbildung des Verbrennungsprozesses unerlässlich sind.“

Motortests mit nachhaltigen Kraftstoffen

Ducati zielt nicht nur auf immer höhere Leistung ab, sondern vollzieht derzeit auch die Umstellung auf nachhaltigere Kraftstoffe – eine Herausforderung, die die gesamte Automotive-Branche betrifft. Ziel ist es, die Umweltbelastung zu reduzieren, ohne dabei die technischen und sportlichen Eigenschaften zu beeinträchtigen, die Motoren von Ducati auszeichnen. Die Erprobung von Kraftstoffen mit nachhaltigen Komponenten erfordert äußerst präzise Messungen, um die Verbrennungsdynamik zu verstehen und eine konstante Leistung sicherzustellen. „Beim Testen eines neuen Kraftstoffs analysieren wir den Verbrennungsprozess. Dafür brauchen wir Zylinderdruckdaten. Die Messtechnik von Kistler unterstützt uns bei diesen Auswertungen natürlich sehr“, erklärt Magnani.

Die Signalqualität und thermische Stabilität der Zylinderdrucksensoren ermöglichen eine Echtzeitauswertung wichtiger Verbrennungsparameter wie Zündzeitpunkt und Wärmefreisetzung. Damit liefern sie die entscheidenden Daten, die für den Vergleich des Wirkungsgrads verschiedener Kraftstoffe erforderlich sind – ob konventionell oder biobasiert.

Die Rolle piezoresistiver Sensoren bei der Simulationsvalidierung in der Motorentwicklung

Neben piezoelektrischen Sensoren verwendet Ducati in der Motorentwicklung auch den 4017A von Kistler, einen piezoresistiven Miniatursensor zur Messung des Absolutdrucks. Diese Sensoren werden in den Ansaug- und Auspuffkrümmern montiert. Dadurch können die Ingenieure Verbrennungs- und Motorsimulationsmodelle mit realen Daten abgleichen und erhalten so ein genaueres Verständnis des dynamischen Motorverhaltens. Dieser integrierte Ansatz verbessert die Übereinstimmung zwischen Simulation und Realität und liefert den Entwicklungsteams konkrete Parameter, mit denen sie arbeiten können.

Ein anschauliches Beispiel sind Nachverbrennungsvorgänge im Abgasbereich – ein Phänomen, das früher häufig zu Ventilausfällen führte. „Wir haben das Problem mithilfe von



Piezoresistive Miniatur-Absolutdrucksensoren wie die gekühlte Version 4017A.W (links) und die ungekühlte Version 4017A (rechts) von Kistler liefern zusätzliche Informationen für die Validierung von Simulationsmodellen in der Motorentwicklung.

Sensoren am Auspuff untersucht“, berichtet Beleggia. „Die Messungen haben das Problem sofort aufgezeigt. Die Nachverbrennungsvorgänge führten dazu, dass sich die Ventile unkontrolliert öffneten, wodurch sie miteinander kollidierten und brachen.“

Mithilfe der Messdaten von Kistler konnte Ducati die Ursache identifizieren und das Problem endgültig beheben. „In diesem Fall waren die Sensordaten entscheidend“, fügt Magnani hinzu. Durch den Einsatz der piezoresistiven und piezoelektrischen Sensoren von Kistler kann Ducati den gesamten Verbrennungszyklus – von der Ansaugung bis zum Abgasausstoß – nun mit hochpräzisen Daten lückenlos überwachen und diese Erkenntnisse in gezielte Entwicklungsmaßnahmen umsetzen.

Entwicklung von Hochleistungsmotoren für nachhaltige Kraftstoffe

In den kommenden Jahren führt Ducati eine neue Generation von Motoren ein, die für umweltverträgliche Kraftstoffe ausgelegt sind. Dieser Übergang vereint zwei Seiten derselben technischen Herausforderung: eine geringere Umweltbelastung bei gleichzeitiger Beibehaltung der leistungsorientierten DNA, für die die Marke steht. „Ab 2027 gibt es einen völlig neuen Motor mit reduziertem Hubraum und neuen Kraftstoffen“, verrät Magnani. „Dabei spielen die Sensoren von Kistler wieder eine entscheidende Rolle.“ Die Zusammenarbeit wird mit neuen Sensorgenerationen fortgesetzt, die sich nahtlos in bestehende Erfassungssysteme integrieren lassen und eine noch umfassendere Analyse ermöglichen. Das Ziel bleibt unverändert: die Umwandlung genauer Messdaten in Wissen, das Innovationen vorantreibt.

Blick in die Zukunft: in enger Zusammenarbeit weiterhin Innovationen schaffen

Die Partnerschaft zwischen Ducati und Kistler basiert auf Vertrauen sowie der kontinuierlichen Zusammenarbeit der beiden Technikteams. Laut Beleggia ist Kistler einer der wenigen Hersteller, mit denen Ducati so offen und direkt zusammenarbeitet. „Wir wissen es zu schätzen, dass Kistler immer zur Stelle ist und schnell reagiert, auch wenn es mal kompliziert wird. Der Preis ist auch ein Faktor, doch der wahre Wert einer Partnerschaft liegt in der Qualität der Zusammenarbeit.“ Angesichts der Umstellung der Branche auf neue Nachhaltigkeitsstandards verfolgen Ducati und Kistler dieselbe Vision: kontinuierliche Innovation, stets mit dem Ziel, Spitzenleistungen zu erreichen.

**Wollen Sie mehr über unsere
Anwendungen erfahren?
Jetzt entdecken:**



www.kistler.com

Kistler Gruppe
Eulachstrasse 22
8408 Winterthur
Schweiz
Tel. +41 52 224 11 11

Die Produkte der Kistler Gruppe sind durch verschiedene gewerbliche Schutzrechte geschützt. Mehr dazu unter www.kistler.com

Die Kistler Gruppe umfasst die Kistler Holding AG und alle ihre Tochtergesellschaften in Europa, Asien, Amerika und Australien.

Finden Sie Ihren Kontakt auf www.kistler.com

KISTLER
measure. analyze. innovate.