BMW
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Presse-Information
13. Februar 2015

Firma

Bayerische

Motoren Werke

Aktiengesellschaft

Postanschrift

BMW AG

80788 München

Telefon

+49-89-382-22998

Internet

www.bmwgroup.com

BMW M4 MotoGP Safety Car: mehr Power dank innovativer Wassereinspritzung.

München. Wie bereits im vergangenen Jahr führt das BMW M4 Coupé auch in der Saison 2015 die „Safety Car“-Flotte in der MotoGP an. Das Hochleistungscoupé der BMW M GmbH wurde gezielt für höchste Fahrdynamik und den Einsatz auf der Rennstrecke konzipiert. Dabei trägt der Sechszylinder-Reihenmotor mit M TwinPower Turbo Technologie, Hochdrehzahl-Konzept und seinen ausgeprägten Motorsport-Genen entscheidend zum Hochleistungscharakter des Gesamtkonzepts bei. Das Sportlerherz bietet schon in der Serienversion eine Spitzenleistung von 431 PS (317 kW) und stellt über ein breit nutzbares Drehzahlband ein Drehmoment-Maximum von 550 Nm zur Verfügung (Kraftstoffverbrauch kombiniert 8,8–8,3 l/100 km; CO2-Emissionen kombiniert 204–194 g/km)\*.

Technologieträger mit Zukunftspotenzial.
Für den Einsatz in der extrem leistungsorientierten MotoGP, wo die besten Motorrad-Fahrer der Welt um Punkte und Positionen kämpfen, muss auch das Safety Car mit entsprechenden Leistungsparametern überzeugen. Zu diesem Zweck haben die Ingenieure der BMW M GmbH das Hochleistungstriebwerk mit einer innovativen Wassereinspritzung ausgerüstet und so dem Motor ein spürbares Leistungsplus verschafft. Denn mit der Wassereinspritzung lassen sich thermisch bedingte Leistungsgrenzen nach oben verschieben. Neben der Leistungs- und Drehmomentsteigerung sorgt das innovative System im BMW M4 MotoGP Safety Car auch für eine ausgezeichnete Effizienz mit Vorteilen bei Volllastverbrauch und Abgas-Emissionen. Als Technologie- und Innovationsträger von BMW M eröffnet das BMW M4 MotoGP Safety Car zudem Möglichkeiten für den Einsatz in zukünftigen Serienmodellen.

\* Die Verbrauchswerte wurden auf Basis des ECE-Testzyklus ermittelt, abhängig vom Reifenformat.

Aufwendiges Kühlsystem für maximale Performance.
Schon bislang stellte das hohe Leistungspotenzial des aufgeladenen Reihen-Sechszylinders besonders hohe Anforderungen an das Temperatur-Management des Motors und seiner Nebenaggregate. Um stets die optimalen Betriebstemperaturen zu gewährleisten, setzt die BMW M GmbH daher auf ein ebenso innovatives wie effektives Kühlsystem. Neben dem Hauptkühler sorgen zusätzliche Kühler für den Hoch- und Niedertemperaturkreislauf sowie für Getriebe und Turbolader für einen ausgeglichenen Temperaturhaushalt. Die Kühlung der Turbolader erfolgt über eine indirekte Ladeluftkühlung und wird von einer zusätzlichen elektrischen Wasserpumpe unterstützt.

Eine Leistungssteigerung, wie sie jetzt im BMW M4 MotoGP Safety Car realisiert wird, stellt nochmals höhere Anforderungen an die thermischen Qualitäten des Turbomotors, insbesondere an die Kühlung der Ladeluft. Mit der innovativen Wassereinspritzung konnte diese Herausforderung gemeistert werden. Neben einem deutlichen Leistungsplus zeichnet sich das High-Performance-Triebwerk durch hervorragende Volllastverbrauchs- und -Emissionswerte sowie – trotz der höheren Leistungsausbeute – einen gesteigerten Bauteileschutz aus.

Nach intensiver Erprobung im Rahmen der MotoGP-Weltmeisterschaft wird die Wassereinspritzung in naher Zukunft auch in einem BMW M Serienmodell zum Einsatz kommen. Auf diese Weise erhalten Kunden der BMW M GmbH die Gelegenheit, eine exklusive Hochleistungs-Technologie zu nutzen, die direkt von der Rennstrecke stammt und sich auch auf der Straße durch deutliche Leistungsvorteile sowie uneingeschränkte Alltagstauglichkeit auszeichnet.

Wassereinspritzung: Kühleffekt erhöht Wirkungsgrad.
Mit der von der BMW M GmbH eingesetzten Wassereinspritzung ist es gelungen, Leistung und Verbrauch des aufgeladenen Sechszylinder-Reihenmotors bei Volllast noch einmal zu optimieren. Dabei nutzen die Ingenieure den physikalischen Effekt des Wassers, beim Verdampfen die hierfür erforderliche Energie aus dem Umgebungsmedium zu ziehen. Indem Wasser als feiner Sprühnebel in den Sammler des Saugmoduls eingespritzt wird, sorgt es beim Verdampfen für eine signifikante Abkühlung der Ansaugluft. In der Folge sinkt die Verdichtungsendtemperatur im Brennraum und damit die Klopfneigung, so dass der Turbomotor mit einem höheren Ladedruck und einem früheren Zündzeitpunkt betrieben werden kann. Die geringeren Prozesstemperaturen reduzieren zudem die Entstehung von Schadstoffen, insbesondere die von Stickoxiden (NOX). Im Ergebnis optimiert die Wassereinspritzung den Wirkungsgrad des Motors deutlich. Die Technologie sorgt für ein Leistungs- und Drehmomentplus bei gleichzeitig herausragenden Verbrauchs- und Emissionswerten. Trotz der Leistungssteigerung wird die thermische Belastung von performancerelevanten Bauteilen reduziert – Vorteile, die auch Standfestigkeit und Dauerhaltbarkeit des Turbomotors erhöhen.

Gezielt einsetzbare Nutzungspotenziale.
Die günstigen Effekte der Wassereinspritzung lassen sich je nach Motor und Fahrzeugkonzept auf unterschiedliche Weise nutzen. In einem vergleichsweise breiten Spektrum steht es den Ingenieuren somit frei, inwiefern sie das Triebwerk in Richtung Leistung oder in Richtung Verbrauch optimieren möchten.

So lässt sich bei einem Turbomotor, dessen Turbolader bei Nennleistung seine Maximaldrehzahl erreicht, durch zusätzliche Wassereinspritzung eine Leistungssteigerung und Verbrauchsreduzierung bei Volllast von jeweils rund acht Prozent erzielen. Zugleich werden Leistungsverluste infolge steigender Umgebungstemperaturen (> 20 °C) durch Erhöhung der Wasser-Einspritzmenge kompensiert. Und schließlich: Statt mehr Leistung kann die Wassereinspritzung auch gezielt auf Verbrauchsreduzierung ausgelegt werden, was im Volllastbereich weitere Einsparungen ermöglicht.

Wird die Wassereinspritzung bereits bei der Auslegung eines Hochleistungsmotors berücksichtigt, lassen sich Turbolader mit entsprechend hohem Aufladegrad bei gleichzeitig hohem Verdichtungsverhältnis realisieren. Das Ergebnis ist eine erhebliche Leistungssteigerung und die Reduktion der Verbrauchs- und Emissionswerte im Volllastbereich.

Der Wirkmechanismus der Wassereinspritzung im Detail.
Die erzielbare Leistung eines Verbrennungsmotors ist nicht zuletzt durch die Prozesstemperatur im Verbrennungsraum begrenzt. Wird diese Temperatur überschritten, kommt es zu einer unkontrollierten Verbrennung (Klopfen) und damit zu Leistungsverlusten, im schlimmsten Fall zu kapitalen Motorschäden. Dies ist besonders bei aufgeladenen Motoren von Bedeutung, da die Ansaugluft bereits im Verdichter des Turboladers auf 160 °C erwärmt werden kann. Zwar sorgt ein Ladeluftkühler für die notwendige Absenkung der Temperatur, doch auch seine Leistungsfähigkeit stößt an physikalische Grenzen. Je nach Auslegung und Dimensionierung des Kühlsystems und der Aerodynamik des Fahrzeugs lässt sich die Ansaugluft auf knapp unter 70 °C abkühlen, bevor sie in den Sammler gelangt.

Eine Erhöhung des Ladedrucks würde die Klopfgrenze überschreiten und kommt daher als Mittel zur Leistungssteigerung nicht in Betracht. Genau hier setzt die BMW M GmbH an: Denn mit der Einspritzung des Wassers als feiner Sprühnebel in den Sammler lässt sich die Verbrennungsluft noch einmal um etwa 25 °C abkühlen. Die kühlere Ladeluft reduziert die Klopfneigung des Motors, so dass der Zündzeitpunkt nach vorne und damit näher an den Bestwert verschoben werden kann. Das steigert den Wirkungsgrad der Verbrennung, während gleichzeitig die Verbrennungsendtemperatur sinkt. Zum anderen besitzt kühle Luft eine höhere Dichte, was den Sauerstoffanteil im Brennraum erhöht. Daraus resultiert ein höherer Mitteldruck im Brennverlauf, der zu einer optimierten Leistungs- und Drehmomentausbeute führt. Schließlich reduziert die effektive Innenkühlung des Brennraums die thermische Belastung zahlreicher performancerelevanter Bauteile. Das schont nicht nur Kolben, Auslassventile und Katalysatoren, sondern entlastet auch die Turbolader, die mit geringeren Abgastemperaturen beaufschlagt werden.

Auflösung eines Zielkonflikts.
Die Ausweitung der Klopfgrenze durch die Wassereinspritzung hilft zudem, einen bekannten Zielkonflikt bei der Auslegung leistungsstarker Motoren weitgehend aufzulösen. Leistung und Verbrauch werden nämlich nicht zuletzt vom Verdichtungsverhältnis bestimmt. Das gilt auch und gerade für hoch aufgeladene Turbomotoren wie den M TwinPower Turbo Sechszylinder-Reihenmotor, der dank hoher Verdichtung besonders im Teillastbereich mit einem hohen Wirkungsgrad und niedrigen Verbrauchswerten punkten kann. Im Volllastbereich verhindert die Klopfgrenze eine höhere Verdichtung. Folglich bringt die Wassereinspritzung auch hier echte Vorteile, weil sie die Klopfneigung zugunsten einer höheren Verdichtung nach oben verschiebt. So kann der Turbomotor über weite Bereiche in leistungsoptimierten Betriebspunkten gehalten werden. : Das Potenzial der Technologie steigt umso mehr, je geringer die Oktanzahl des verwendeten Kraftstoffs ist. Da Benzin mit ROZ 98 weltweit nicht flächendeckend zur Verfügung steht, hilft die Wassereinspritzung, mit Super E10 (ROZ 95) das Maximum in Sachen Leistung und Verbrauch aus einem Motor herauszuholen.

Die technische Umsetzung im BMW M4 MotoGP Safety Car.
Bei der Platzierung der Wasserinjektoren haben sich die Ingenieure der BMW M GmbH für ein Layout mit drei Einspritzventilen im Luftsammler entschieden, die jeweils zwei Zylinder des Reihen-Sechszylinders versorgen. Diese Lösung stellt eine hohe Gleichverteilung sicher und ermöglicht zudem die kompakte Auslegung des Systems.

Im Kofferraum des BMW M4 MotoGP Safety Car ist ein Wassertank mit rund fünf Liter Bruttovolumen untergebracht, der Wasserpumpe, Sensoren und Ventile beherbergt. Die Ansteuerung der Pumpe und der kompletten Sensorik und Aktuatorik erfolgt durch die entsprechend erweiterte Motor-Elektronik . In der Praxis befördert die Pumpe das Wasser mit einem Druck von zehn Bar an die Injektoren, wobei die Mengenzuteilung bedarfsgerecht in Abhängigkeit von Last, Drehzahl und Temperatur erfolgt. So ist sichergestellt, dass der Wasserverbrauch auf das erforderliche Minimum beschränkt bleibt. Im harten Rennstreckeneinsatz ist ein Nachfüllen des Wasservorrats immer dann erforderlich, wenn auch Kraftstoff getankt werden muss. Im Normalbetrieb sind die Intervalle je nach Fahrstil deutlich länger. Selbst bei schneller Autobahnfahrt reicht es aus, den Wasserbehälter bei etwa jedem fünften Tankstopp aufzufüllen. Im Sinne maximaler Praxistauglichkeit erfordert das System keinen zusätzlichen Wartungsaufwand.

Maximale Systemsicherheit.
Aus Sicherheitsgründen arbeitet die Wassereinspritzung von BMW M mit einer aufwendigen Selbstdiagnose. Bei leerem Wassertank oder einer Fehlfunktion des Systems sorgen entsprechende Maßnahmen für den Schutz des Triebwerks. Ladedruck und Zündzeitpunkt werden zurückgenommen, so dass der Motor uneingeschränkt mit reduzierter Leistung weiter betrieben werden kann. Doch auch im Regelbetrieb stellen diverse Maßnahmen die Funktionsbereitschaft sicher. Nach jedem Abschalten des Motors wird das Wasser aus dem Leitungssystem zurück in den Tank gefördert, um ein Vereisen der Systemkomponenten bei Minusgraden zu verhindern. Der Wassertank selbst ist ebenfalls frostsicher untergebracht.

Ausblick: Technologie-Transfer von der Rennstrecke auf die Straße.
Mit der Wassereinspritzung unterstreicht die BMW M GmbH einmal mehr ihre langjährige Motorsport-Erfahrung und Kompetenz bei der Entwicklung leistungsstarker Triebwerke. Dabei steht der Buchstabe „M“ nicht nur als Synonym für die Erfolge auf der Rennstrecke, sondern auch und gerade für kompromisslose Hochleistungs-Sportwagen mit Straßenzulassung. Mit dem BMW M4 MotoGP Safety Car unterstreicht die BMW M GmbH ihre Innovationskraft und folgt der Marken-Philosophie, Motorsport-Technologie auf die Straße zu bringen. Zugleich bietet das Modell einen konkreten Ausblick auf ein M Automobil, das eine neue Benchmark in Sachen Performance, Exklusivität und Individualität setzen wird. Neben höherer Leistung bei gleichzeitig hervorragenden Verbrauchs- und Emissionswerten profitiert der Kunde dann von einer innovativen Wassereinspritzung, die sowohl auf der Rennstrecke wie auch im Alltag relevante Vorteile bietet.

Bitte wenden Sie sich bei Rückfragen an:

Benjamin Titz, Pressesprecher BMW M GmbH

Telefon: +49-89-382-22998, Fax: +49-89-382-202626

Ralph Huber, Leiter Produktkommunikation BMW Automobile

Telefon: +49-89-382-68778, Fax: +49-89-382-20626

Internet: www.press.bmwgroup.com

E-Mail: presse@bmw.de

Internet: www.press.bmwgroup.com

E-Mail: presse@bmw.de

**Die BMW Group**

Die BMW Group ist mit ihren Marken BMW, MINI und Rolls-Royce der weltweit führende Premium-Hersteller von Automobilen und Motorrädern und Anbieter von Premium-Finanz- und Mobilitätsdienstleistungen. Als internationaler Konzern betreibt das Unternehmen 29 Produktions- und Montagestätten in 14 Ländern sowie ein globales Vertriebsnetzwerk mit Vertretungen in über 140 Ländern.

Im Jahr 2013 erzielte die BMW Group einen weltweiten Absatz von rund 1,963 Millionen Automobilen und 115.215 Motorrädern. Das Ergebnis vor Steuern im Geschäftsjahr 2013 belief sich auf 7,91 Mrd. €, der Umsatz auf rund 76,06 Mrd. €. Zum 31. Dezember 2013 beschäftigte das Unternehmen weltweit 110.351 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Seit jeher sind langfristiges Denken und verantwortungsvolles Handeln die Grundlage des wirtschaftlichen Erfolges der BMW Group. Das Unternehmen hat ökologische und soziale Nachhaltigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette, umfassende Produktverantwortung sowie ein klares Bekenntnis zur Schonung von Ressourcen fest in seiner Strategie verankert.

[www.bmwgroup.com](http://www.bmwgroup.com)

Facebook: <http://www.facebook.com/BMWGroup>

Twitter: <http://twitter.com/BMWGroup>

YouTube: <http://www.youtube.com/BMWGroupview>

Google+: <http://googleplus.bmwgroup.com>