

BMW Group Innovationstage 2015: Antriebstechnologien der Zukunft. Inhaltsverzeichnis.



1. **BMW Group Innovationstage 2015:
Antriebstechnologien der Zukunft.**
(Einführung) 2
2. **BMW eDrive auf dem Weg in weitere BMW Modelle:
Der BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid Prototyp. 6**
3. **Geringerer Praxisverbrauch bei gesteigerter Leistung:
Direkte Wassereinspritzung verbessert den Wirkungsgrad. 11**
4. **Hohe Reichweite, kurze Betankungszeiten, null Emissionen:
Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb als zukunftsweisende
Variante der BMW eDrive Technologie. 14**

1. BMW Group Innovationstage 2015: Antriebstechnologien der Zukunft. (Einführung)

- Die BMW Group präsentiert zukunftsweisende Antriebstechnologien im Rahmen einer fahraktiven Veranstaltung auf dem Testgelände in Miramas/Südfrankreich.
- Größtes Testgelände der BMW Group bietet ideale Bedingungen für intensive, praxisnahe Antriebs- und Fahrdynamik-Erprobungen.
- BMW eDrive Technologie aus den BMW i Automobilen hält weiter Einzug in Serienmodelle der Marke BMW.
- Der Prototyp eines BMW 2er Active Tourer mit Plug-in-Hybrid-Antrieb demonstriert die hohe Flexibilität der BMW eDrive Technologie; erstes Plug-in-Hybrid-Fahrzeug von BMW mit vorn quer eingebautem Verbrennungsmotor, Hochvoltgenerator und straßengekoppeltem Allradantrieb durch elektrifizierten Hinterachsantrieb.
- Direkte Wassereinspritzung steigert die Effizienz von Verbrennungsmotoren bei hoher Leistung und führt außerdem zu einer deutlichen Reduzierung von Verbrauch und Emissionen in kundenrelevanten Fahrzyklen.
- Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb als zukunftsweisende Variante der BMW eDrive Technologie; ermöglicht rein elektrisches Fahren mit hoher Reichweite und kurzen Betankungszeiten; langjährige Forschungs- und Entwicklungsarbeit der BMW Group auf diesem Gebiet gewinnt neue Impulse durch die Kooperation mit der Toyota Motor Corporation.

Mit der Integration von BMW eDrive Technologie in weitere Modelle der Marke BMW, der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Verbrennungsmotoren mit TwinPower Turbo Technologie und dem langfristigen Konzept eines Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) ist die BMW Group auf die Herausforderungen der Zukunft vorbereitet. Möglich wird dies durch flexible Architekturen und wachsende Vielfalt im Bereich der Antriebstechnologie: Mit effizienten Otto- und Dieselmotoren, Plug-in-Hybrid-Systemen, batterieelektrischen Antrieben sowie zukünftig auch mit der Wasserstoff-Brennstoffzelle stehen für jedes Segment und für jeden Bedarf die passenden Technologien zur Verfügung.

BMW Group Testgelände in Miramas: Ideale Bedingungen für die Erprobung innovativer Antriebs- und Fahrwerkstechnologie.

Seit fast 30 Jahren spielt das Testgelände im südfranzösischen Miramas eine zentrale Rolle bei der Entwicklung von BMW Automobilen und Motorrädern. Mit seinen stabilen klimatischen Verhältnissen und den vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten bietet das rund 473 Hektar große Areal ideale Bedingungen für die intensive Erprobung von Antriebs- und Fahrwerkstechnologie. Das Autodrome de Miramas wurde 1986 von BMW France übernommen und seitdem kontinuierlich erweitert und modernisiert. Neben den Versuchsstrecken mit einer Gesamtlänge von mehr als 50 Kilometern stehen dort heute modernste Büro- und Werkstatteinrichtungen für die Entwicklung und Abstimmung neuer Modelle und Technologie-Komponenten zur Verfügung.

Kern des Testgeländes ist das fünf Kilometer lange Asphalt-Oval der einstigen Rennstrecke. Darüber hinaus können ein Autobahnring für Hochgeschwindigkeitsfahrten, verschiedene Handling-Kurse und Steigungshügel sowie Serpentin-, Schlechtwege- und Offroad-Strecken für Erprobungs- und Dauertestprogramme genutzt werden. Zu den Besonderheiten gehört auch die Kopie eines Teilstücks des Nürburgrings. Bei der Erneuerung des „Petit Ovale“ von Miramas wurde der als „Caracciola-Kurve“ beziehungsweise „Karussell“ bekannte Streckenabschnitt originalgetreu nachgebaut. Mit seinem extrem anspruchsvollen Streckenverlauf dient dieser Teil des Versuchsgeländes seitdem als ultimativer Gradmesser bei der Optimierung und Feinabstimmung von Fahrwerkskomponenten und elektronischen Regelsystemen.

BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid Prototyp: BMW eDrive Technologie für weitere Modelle der Marke BMW.

Elektromobilität ergänzt das Modellprogramm von BMW. Die für BMW i Automobile entwickelte BMW eDrive Technologie hält als Bestandteil eines Plug-in-Hybrid-Antriebs Einzug in weitere Fahrzeugkonzepte und stellt damit ihre hohe Flexibilität unter Beweis. Erstmals wird sie jetzt mit einem vorn quer eingebauten Verbrennungsmotor kombiniert. Der in Miramas vorgestellte BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid Prototyp verfügt über einen Dreizylinder-Benzinmotor mit BMW TwinPower Turbo Technologie, welcher die Vorderräder antreibt, einen Hochvoltgenerator im Vorderwagen und einen Elektromotor, dessen Kraft auf die Hinterräder übertragen wird. Daraus resultiert ein straßengekoppelter Allradantrieb – ähnlich wie beim Plug-in-Hybrid-Sportwagen BMW i8, hier in gespiegelter Form.

Die hohe Effizienz des Plug-in-Hybrid-Antriebs, die Möglichkeit, rein elektrisch zu fahren, und die spontane Leistungsentfaltung beim Einsatz des

Elektromotors werden so um einen im Segment einzigartigen Allradantrieb ergänzt. Der BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid Prototyp kann mit einer Reichweite von bis zu 38 Kilometern rein elektrisch fahren, er beschleunigt in etwa 6,5 Sekunden von null auf 100 km/h und wird im EU-Testzyklus für Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge einen Durchschnittsverbrauch von etwa zwei Litern je 100 Kilometer und damit CO₂-Emissionen von weniger als 50 g/km erreichen.

Direkte Wassereinspritzung: Kühleffekt für mehr Leistung und Effizienz.

Nach der Premiere der Wassereinspritzung im BMW M4 MotoGP Safety Car kommt jetzt erstmals in einer Antriebseinheit der neuen BMW Group Motorengeneration die direkte Wassereinspritzung für aufgeladene Ottomotoren zum Einsatz. Die innovative Technologie, die durch eine Temperaturabsenkung im Verbrennungsprozess zu einem höheren Wirkungsgrad führt, wird im Rahmen der BMW Group Innovationstage 2015 in einem Modell der BMW 1er Reihe mit Dreizylinder-Ottomotor präsentiert.

Auch bei diesem Antrieb hat die durch direkte Wassereinspritzung erzielte Kühlwirkung eine deutliche Steigerung sowohl der Leistung als auch der Effizienz zur Folge. Vor allem wird der Kraftstoffkonsum bei höherer Leistungsanforderung reduziert. Dadurch wird die Effizienzsteigerung insbesondere bei sportlicher Fahrweise signifikant – mit entsprechend positiven Auswirkungen auf den Durchschnittsverbrauch im Alltagsverkehr. Darüber hinaus ermöglicht die direkte Wassereinspritzung eine geringere thermische Belastung zahlreicher Motorkomponenten und ein optimiertes Emissionsverhalten.

Wasserstoff-Brennstoffzelle: Zukunftsweisende Kombination mit BMW eDrive, langfristige Option für emissionsfreie Mobilität.

Seit mehr als 15 Jahren leistet die BMW Group Forschungs- und Entwicklungsarbeit auf dem Gebiet des Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antriebs. Durch die 2013 vereinbarte Kooperation mit der Toyota Motor Corporation entstehen zusätzliche Impulse mit dem Ziel, bis zum Jahr 2020 geprüfte Komponenten für ein Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) fertigzustellen. Die Brennstoffzelle, die Wasserstoff in elektrische Energie und Wasserdampf umwandelt, ermöglicht lokal emissionsfreies Fahren mit markentypischer Dynamik, hoher Langstreckentauglichkeit und kurzen Betankungszeiten. Damit stellt sie eine ideale Erweiterung der BMW eDrive Technologie dar.

Im Rahmen der Innovationstage 2015 werden erstmals Demonstrationsfahrzeuge mit Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb fahraktiv

präsentiert, die das Potenzial dieser Technologie aufzeigen. Langfristig wird der Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb zu einem integralen Bestandteil der Efficient Dynamics Technologie. Damit wächst die Vielfalt im Antriebsportfolio der BMW Group, das sich flexibel auf unterschiedliche Fahrzeugkonzepte, Kundenwünsche sowie gesetzliche Rahmenbedingungen auf den internationalen Automobilmärkten abstimmen lässt. Darüber hinaus bietet der Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb auch die Möglichkeit zur Integration in eine spezifische Fahrzeug-Architektur. Daraus ergeben sich – ähnlich wie bei der LifeDrive-Architektur der BMW i Automobile mit eDrive – auch für zukünftige FCEV große Freiheiten für innovative Lösungen in den Bereichen Design und Raumkonzept.

Weitere Informationen zum offiziellen Kraftstoffverbrauch, den offiziellen spezifischen CO₂-Emissionen und dem Stromverbrauch neuer Personenkraftwagen können dem „Leitfaden über Kraftstoffverbrauch, die CO₂-Emissionen und den Stromverbrauch neuer Personenkraftwagen“ entnommen werden, der an allen Verkaufsstellen, bei der Deutschen Automobil Treuhand GmbH (DAT), Hellmuth-Hirth-Str. 1, 73760 Ostfildern-Scharnhausen und unter <http://www.dat.de/angebote/verlagsprodukte/leitfaden-kraftstoffverbrauch.html> erhältlich ist. LeitfadenCO₂ (PDF – 2,7 MB)

2. BMW eDrive auf dem Weg in weitere BMW Modelle: Der BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid Prototyp.

Die Einführung von Plug-in-Hybrid-Modellen in unterschiedlichen Baureihen der Marke BMW macht rein elektrisches und damit lokal emissionsfreies Fahren in einem Premium-Automobil für kontinuierlich mehr Zielgruppen möglich. Die anfangs für BMW i Automobile entwickelte BMW eDrive Technologie bietet außergewöhnliche Freiheiten für den Einsatz in unterschiedlichen Fahrzeugkonzepten und -segmenten. Im Rahmen der BMW Group Innovationstage 2015 wird erstmals die Kombination eines vorn quer eingebauten Verbrennungsmotors und eines Hochvoltgenerators mit einem auf die Hinterachse wirkenden Elektroantrieb vorgestellt. Im fahraktiv präsentierten Prototyp eines BMW 2er Active Tourer mit Plug-in-Hybrid-System werden die Vorderräder von einem Dreizylinder-Benzinmotor und die Hinterräder von einem Elektromotor angetrieben. Dadurch entsteht ein straßengekoppelter Allradantrieb – ähnlich wie beim Plug-in-Hybrid-Sportwagen BMW i8, hier in gespiegelter Form.

Der BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid ergänzt somit das BMW eDrive Angebot im Segment der Sports Activity Tourer.

- BMW X5 xDrive40e: Das Sports Activity Vehicle ist das erste Plug-in-Hybrid-Modell der Marke und steht unmittelbar vor der Markteinführung.
- BMW 3er mit Plug-in-Hybrid-Technologie: Elektrifizierung der weltweit erfolgreichsten Premium-Limousine – wurde als Prototyp bereits im vergangenen Jahr auf den Innovationstagen vorgestellt. Weitere Modelle mit Plug-in-Hybrid-Technologie in Kernbaureihen werden folgen.

In den bisher von der BMW Group entwickelten Plug-in-Hybrid-Modellen werden Verbrennungs- und Elektromotoren in jeweils spezifischer Zusammensetzung miteinander kombiniert. Alle Modelle weisen die für BMW eDrive Technologie charakteristischen Eigenschaften auf:

- Effizienz: deutlich reduzierte Verbrauchs- und Emissionswerte im Vergleich zu herkömmlich angetriebenen Modellen bei vergleichbarer Leistung und gesteigerter Kraft.
- Elektromobilität: rein elektrisches, lokal emissionsfreies Fahren in urbanen Verkehrssituationen, beziehungsweise beim Pendeln.

- Dynamik: spontane Leistungsentfaltung durch Unterstützung des Verbrennungsmotors mittels elektrischem Boosten bei hoher Lastanforderung.
- Flexibilität: Aufladen der Hochvoltbatterie an herkömmlichen Haushaltssteckdosen, der BMW i Wallbox oder öffentlichen Ladestationen.
- Uneingeschränkte Langstreckenmobilität: Intelligente Antriebssteuerung beim Zusammenwirken von Elektro- und Verbrennungsmotor ohne Reichweiteneinschränkung.

BMW eDrive im BMW 2er Active Tourer: rein elektrische Mobilität, sportliches Allradfahrerlebnis, vorbildliche Effizienz.

Der BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid Prototyp vereint BMW eDrive mit einer spezifischen und erstmals realisierten Form der Kraftübertragung. Sie basiert auf dem Frontantriebskonzept des serienmäßigen BMW 2er Active Tourer. Nach dem Vierzylinder-Ottomotor im BMW 3er Plug-in-Hybrid Prototyp wird erstmals ein vorn quer eingebauter Dreizylinder-Ottomotor der neuen Efficient Dynamics Motorenfamilie Bestandteil eines Plug-in-Hybrid-Systems. Der 1,5 Liter große BMW TwinPower Turbo Motor erzeugt eine Leistung von 100 kW/136 PS sowie ein maximales Drehmoment von 220 Nm. Er überträgt seine Kraft über ein Sechsgang Steptronic Getriebe auf die Vorderräder. Der zusätzliche Hochvoltgenerator auf der Vorderachse erfüllt drei Aufgaben: Er boostet den Verbrennungsmotor kurzzeitig mit einer zusätzlichen Leistung von etwa 15 kW und rund 150 Nm aus dem Stand, generiert Strom während des Fahrens, welcher direkt in den Hochvoltspeicher gespeist wird, und sorgt durch seine stärkere Leistung gegenüber herkömmlichen Startern für ein komfortables Zustarten und Ablegen des Verbrennungsmotors. Der Elektromotor ist gemeinsam mit dem zweistufigen Getriebe und der Leistungselektronik über der Hinterachse positioniert. Mit einer Leistung von bis zu 65 kW/88 PS und einem maximalen Drehmoment von 165 Nm treibt er die Hinterräder an.

Bedarfsgerechter Allradantrieb: Daraus entsteht eine im Segment einzigartige, straßengekoppelte Allradfunktion – wobei die Leistungselektronik die Kraft bedarfsgerecht auf die Vorderräder, auf die Hinterräder oder auf alle vier Räder verteilt. Ähnlich wie beim BMW i8 gewährleisten ein intelligentes Antriebsmanagement und die Vernetzung mit der Fahrstabilitätsregelung DSC (Dynamische Stabilitäts Control) ein jederzeit sicheres und souveränes Fahrverhalten mit optimierter Traktion sowie hoher Dynamik beim Beschleunigen und in Kurven, kombiniert mit maximaler Effizienz.

Der BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid Prototyp beschleunigt in etwa 6,5 Sekunden aus dem Stand auf 100 km/h. Sein durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch im EU-Testzyklus für Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge wird bei etwa zwei Litern je 100 Kilometer liegen, der entsprechende CO₂-Wert beträgt weniger als 50 Gramm pro Kilometer. Die rein elektrische Reichweite wird im EU-Testzyklus 38 Kilometer erreichen.

Begünstigt durch das spezifische Gesamtfahrzeugkonzept wird die zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht festgelegte Preisstellung für das Serienmodell des BMW 2er Active Tourer mit Plug-in-Hybrid-Antrieb, ähnlich wie die elektrifizierten BMW X5 und BMW 3er, bei Markteinführung im Bereich leistungsadäquater bisheriger Motorvarianten liegen. Kunden zahlen somit keinen signifikanten Technologieaufpreis.

Vielseitige Fahreigenschaften, uneingeschränkte Variabilität.

Ebenso wie die herkömmlich angetriebenen Modellvarianten verfügt auch der BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid Prototyp über einen Fahrerlebnisschalter. Per Tastendruck können die Einstellungen „Comfort“ und „Sport“ sowie der „Eco Pro“ Modus aktiviert werden. Neben der Fahrpedalkennlinie und den Fahrwerksfunktionen wird dadurch auch die Schaltcharakteristik des Steptronic Getriebes beeinflusst. Im „Eco Pro“ Modus kann außerdem die Segel-Funktion genutzt werden, zusätzlich wird die Energieeffizienz durch eine gezielte Leistungssteuerung für elektrisch betriebene Komfortfunktionen wie Klimatisierung, Sitz- und Außenspiegelbeheizung optimiert.

Darüber hinaus kann der Fahrer mit dem auf der Mittelkonsole angeordneten eDrive Taster die Antriebssteuerung beeinflussen. Drei Einstellungen stehen zur Wahl:

- **Auto eDrive:** Dieser Hybrid-Modus wird bei jedem Fahrzeugstart standardisiert im „Comfort“ Modus aktiv. Dabei arbeiten Verbrennungs- und Elektromotor hocheffizient zusammen. Bei normaler Lastanforderung wird zunächst rein elektrisch gefahren. Ab etwa 80 km/h beziehungsweise bei intensiver Beschleunigung schaltet sich der Verbrennungsmotor hinzu. Bei aktivierter Zielführung wird automatisch die effizienteste Nutzung der verfügbaren elektrischen und verbrennungsmotorischen Energie kalkuliert. Hierbei wird der elektrische Fahranteil priorisiert. Der Hochvoltspeicher wird durch den Hochvoltgenerator im Modus „Comfort“ bis zu einem Ladezustand von etwa 15 Prozent automatisch wieder aufgeladen.

- **Max eDrive:** In dieser Einstellung wird das Fahrzeug ausschließlich vom Elektromotor angetrieben. Die Höchstgeschwindigkeit ist auf etwa 130 km/h limitiert, die elektrische Reichweite beträgt rund 38 Kilometer. Durch Betätigung des Kickdowns aktiviert der Fahrer die Fluchtfunktion, der Verbrennungsmotor wird zugeschaltet.
- **Save Battery:** Dieser Modus ermöglicht es, die in der Hochvoltbatterie gespeicherte Energie bewusst konstant zu halten beziehungsweise bei einem Ladezustand von weniger als 50 Prozent diesen durch effiziente Lastpunktanhebung und Rekuperation bis auf 50 Prozent anzuheben. Sie kann dann für ein späteres rein elektrisches Fahren beispielsweise in der Stadt genutzt werden.

Im Fahrmodus „Sport“ des Fahrerlebnisschalters hingegen sind Verbrennungsmotor und Elektromotor gemeinsam im Einsatz und auf sportliche Nutzung ausgelegt. Der Hochvoltgenerator boostet im niedrigen Drehzahlbereich des Verbrennungsmotors und generiert bis zu einem Ladezustand von etwa 50 Prozent Strom, der direkt im Hochvoltspeicher gespeichert wird.

Besonderheit: Bei akutem Leistungsbedarf, zum Beispiel bei einem spontanen Überholmanöver, werden durch das Schalten des Getriebe-Gangwahlhebels in die S-Gasse beide Aggregate aktiviert, sodass die maximale Systemleistung sofort verfügbar ist. Gleichzeitig kann der Hochvoltspeicher über diesen Vorgang auf bis zu 80 Prozent geladen werden.

Die Modi des Fahrerlebnisschalters und die Einstellungen des eDrive Tasters können miteinander kombiniert werden. Dadurch lassen sich Antriebssteuerung und Fahrzeugabstimmung spürbar beeinflussen und individueller auf den Fahrerwunsch abstimmen. Darüber hinaus kann im BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid Prototyp ein in das Navigationssystem integriertes hybridspezifisches Energiemanagement genutzt werden, der neben den in der Hochvoltbatterie zur Verfügung stehenden Energiekapazitäten auch das Streckenprofil, eventuelle Geschwindigkeitsbegrenzungen und die Verkehrslage bei der Antriebssteuerung berücksichtigt.

Die Integration der BMW eDrive Technologie in das Fahrzeugkonzept des variablen Fünftürers der BMW 2er Reihe erfolgt ohne Einschränkungen des Reisekomforts und der Flexibilität bei der Nutzung des Innenraums. Die Hochvoltbatterie ist platzsparend unterhalb der Fondsitzbank untergebracht. Die Leistungselektronik einschließlich Ladegenerator befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Elektromotor über der Hinterachse.

Uneingeschränkte Alltagstauglichkeit und Flexibilität

Das primäre Kofferraumvolumen des BMW 2er Active Tourer Plug-in-Hybrid Prototyp ist identisch zum konventionellen Fahrzeug. Auch unterhalb des Ladebodens im Kofferraum bleibt ein Staufach erhalten.

3. Geringerer Praxisverbrauch bei gesteigerter Leistung: Direkte Wassereinspritzung verbessert den Wirkungsgrad.

Mit der direkten Wassereinspritzung für Ottomotoren mit Turboaufladung entwickelt die BMW Group sukzessive konventionelle Antriebe weiter. Dabei wird durch die präzise dosierte Einbringung von Wasser in die Brennräume des Motors eine Kühlwirkung erzielt. Insbesondere bei hoher Lastanforderung ermöglicht diese eine Steigerung von Leistung und Drehmoment bei gleichzeitiger Reduzierung des Verbrauchs und Optimierung des Emissionsverhaltens.

Im BMW M4 MotoGP Safety Car wird die Wassereinspritzung erstmals bei modernen Motoren der BMW Group eingesetzt. Die von der BMW M GmbH als Führungsfahrzeug für die Rennen in der „Königsklasse“ des Motorrad-Rennsports konzipierte Variante des Hochleistungssportwagens wird von einem Reihensechszylinder-Motor mit M TwinPower Turbo Technologie und Hochdrehzahl-Konzept angetrieben, der bereits im serienmäßigen BMW M4 eine Leistung von 317 kW/431 PS und ein maximales Drehmoment von 550 Nm erzeugt (Kraftstoffverbrauch kombiniert: 8,8–8,3 l/100 km; CO₂-Emissionen kombiniert: 204–194 g/km). Mit Wassereinspritzung gewinnt das BMW M4 MotoGP Safety Car beim Einsatz auf der Rennstrecke nochmals an Leistung, Drehmoment und Effizienz.

Im Rahmen der BMW Group Innovationstage 2015 wird die innovative Technologie erstmals im Prototyp eines Modells der Kernmarke BMW mit Dreizylinder-Ottomotor der jüngsten Generation präsentiert. Hier wird das Wasser nicht nur in das Saugrohr, sondern hauptsächlich direkt in den Brennraum injiziert. Die direkte Wassereinspritzung verhilft diesem Antrieb, der in einem Prototyp auf Basis des BMW 1er 5-Türer vorgestellt wird, zu einer im Sinne von Efficient Dynamics optimierten Relation zwischen Fahrfreude und Verbrauch.

Kühlwirkung für mehr Effizienz: Leistung steigt um bis zu zehn, Praxisverbrauch sinkt um bis zu acht Prozent.

Mit der direkten Wassereinspritzung lässt sich das Potenzial der Turboaufladung noch intensiver nutzen. Weil das als feiner Sprühnebel in den Sammler des Saugmoduls eingespritzte Wasser seiner Umgebung beim Verdampfen Energie entzieht, wird die Verbrennungstemperatur im Motor um rund 25° Celsius gesenkt.

Dieser Kühleffekt führt vor allem bei Vollast zu einem deutlich gesteigerten Wirkungsgrad sowie zu weiteren positiven Auswirkungen auf den Verbrennungsprozess:

- **Effizienz:** Kühlung mittels Wassereinspritzung ermöglicht Verzicht auf zusätzliche Kraftstoffeinspritzung zur Temperaturabsenkung in hohen Lastbereichen; homogenes Kraftstoff-Luft-Gemisch und gesteigerter Wirkungsgrad bei Vollast ermöglicht Verbrauchsreduzierung im Alltagsverkehr um bis zu acht Prozent.
- **Emissionsverhalten:** geringere Prozesstemperaturen reduzieren die Entstehung von Schadstoffen.
- **Reduzierte Klopfneigung:** Gefahr einer unkontrollierten Verbrennung (sogenanntes Klopfen) wird durch Temperaturabsenkung reduziert.
- **Höhere Verdichtung:** geringere Klopfneigung ermöglicht die Anhebung der Verdichtung des Dreizylinder-Motors im vorgestellten Prototyp von 9,5:1 auf 11,0:1; dadurch auch im Teillastbereich optimierter Wirkungsgrad.
- **Dynamik:** Früherer Zündzeitpunkt und höherer Ladedruck steigern Motorleistung und Drehmoment um bis zu 10 Prozent; zusätzliches Leistungsplus durch höheren Sauerstoffanteil in kühler Ansaugluft.
- **Kraftstoffverträglichkeit:** Optimierte Leistungsausbeute auch bei Verwendung von Kraftstoff mit geringerer Oktanzahl (ROZ 95); Turbomotoren mit direkter Wassereinspritzung daher weltweit einsetzbar.
- **Thermische Belastung:** Kühlwirkung reduziert Temperatureinflüsse auf Kolben, Ventile, Katalysator und Turbolader.

Die günstigen Effekte der Kühlung mittels direkter Wassereinspritzung können auf unterschiedliche Weise genutzt werden. Je nach Fahrzeugkonzept und Motorisierung können daher wahlweise die Leistung oder der Verbrauch optimiert werden.

Hohe Alltagstauglichkeit dank On-Board-Wassergewinnung.

Zur Versorgung des Wassereinspritzsystems verfügt das BMW M4 MotoGP Safety Car über einen im Gepäckraum untergebrachten, fünf Liter fassenden Tank. Im harten Rennstreckeneinsatz mit häufigen Vollastphasen wird dieser immer dann aufgefüllt, wenn auch Kraftstoff getankt werden muss.

Bei der hier vorgestellten, direkten Wassereinspritzung für ein späteres Serienautomobil muss der Kunde im Alltagsbetrieb gar kein Wasser nachfüllen. Von klimatischen Ausnahmefällen abgesehen, reicht die On-Board-Wassergewinnung aus, um ein autarkes System sicherzustellen.

Dabei wird Wasser, das durch Verdunstung in der Klimaanlage anfällt, gesammelt und für die kühlende Einspritzung in den Motor genutzt.

Nach jedem Abschalten des Motors wird das Wasser aus dem Leitungssystem zurück in den Tank gefördert, um ein Vereisen der Systemkomponenten bei Minusgraden und Motorkorrosion zu verhindern. Der Wassertank selbst ist ebenfalls frostsicher untergebracht.

4. Hohe Reichweite, kurze Betankungszeiten, null Emissionen: Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb als zukunftsweisende Variante der BMW eDrive Technologie.

Im Rahmen ihrer Forschungs- und Vorentwicklungsarbeit im Bereich der Antriebstechnologie beschäftigt sich die BMW Group bereits seit mehr als 30 Jahren mit der Nutzung von Wasserstoff als Energieträger. Mit dem BMW Hydrogen 7 wurde 2006 die erste von einem Wasserstoff-Verbrennungsmotor angetriebene Luxuslimousine für den Alltagsbetrieb vorgestellt. Vor mehr als 15 Jahren hat die BMW Group außerdem die Erforschung des Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antriebs aufgenommen. Auch auf dem Gebiet dieser Technologie, bei der Wasserstoff nicht zur Verbrennung im Motor, sondern zur Umwandlung in Strom für einen elektrischen Antrieb genutzt wird, werden kontinuierlich maßgebliche Fortschritte hinsichtlich Energieeffizienz, Leistungsvermögen und Alltagsnutzen erzielt.

Während der BMW Group Innovationstage 2015 werden die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf dem Gebiet des Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antriebs erstmals fahraktiv präsentiert. Das Demonstrationsfahrzeug auf Basis eines BMW 5er Gran Turismo ermöglicht einen Ausblick auf eine markentypische Ausprägung dieser zukunftsweisenden Antriebsform. Es kombiniert lokal emissionsfreie Mobilität mit sportlicher Dynamik, Fahrkomfort und Langstreckentauglichkeit. Seine wesentlichen Merkmale sind:

- Elektromotor mit 180 kW/245 PS, Leistungselektronik und Hochvoltbatterie als Zwischenspeicher; entwickelt als BMW eDrive Technologie für BMW i Automobile und Plug-in-Hybrid-Modelle der Marke BMW.
- Wasserstoff-Speicher in Form eines Tunneltanks zwischen Vorder- und Hinterachse; industriell standardisierte 700 bar CGH₂-Tanktechnologie und von der BMW Group patentierte Kryogendruck-Tanktechnik (CCH₂) zur Speicherung von gasförmigem Wasserstoff bei niedriger Temperatur und einem Druck von 350 bar; Reichweite: mehr als 500 Kilometer.
- Brennstoffzellen, Gehäuse und Nebensysteme: erste Ergebnisse der Kooperation zwischen der BMW Group und der Toyota Motor Corporation zur Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) Technologie.

Die zu Beginn des Jahres 2013 vereinbarte strategische Zusammenarbeit zwischen der BMW Group und der Toyota Motor Company schafft zusätzliche

Impulse für die Entwicklung von Antriebstechnologie für ein FCEV. Ziel der Kooperation ist die Fertigstellung einer ersten Gruppe von geprüften Komponenten bis zum Jahr 2020. Voraussetzung für eine erfolgreiche Einführung von FCEV ist der Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur auf den entsprechenden Automobilmärkten. Die beiden Kooperationspartner unterstützen diese Entwicklung durch die gemeinsame Schaffung von technologischen Standards, die die Nutzung und Verbreitung von Brennstoffzellen-Fahrzeugen erleichtern.

Zukunftsweisende Kombination: BMW eDrive und Brennstoffzellen-Technologie.

Das Wasserstoff-Brennstoffzellen-Elektrofahrzeug (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) stellt ein wegweisendes Konzept für lokal emissionsfreie Mobilität mit BMW typischer Dynamik und hoher Energieeffizienz dar. Der Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb vereint die Vorteile der BMW eDrive Technologie mit zahlreichen von herkömmlichen Verbrennungsmotoren bekannten Qualitäten:

- Rein elektrisches, lokal emissionsfreies Fahren.
- Spontane Kraftentfaltung und hohe Dynamik des BMW eDrive Elektromotors.
- Leistungselektronik, Hochvoltspeicher und intelligentes Energiemanagement auf Basis der eDrive Technologie der BMW Group.
- Langstreckentauglichkeit mit Reichweiten von mehr als 500 Kilometern durch hohe Energiedichte des mitgeführten Wasserstoffs.
- Schnelles und komfortables Auftanken in weniger als fünf Minuten.

Damit erweist sich die Brennstoffzellentechnologie als ideale Ergänzung zu den BMW i Modellen sowie künftig auch zu den Serienmodellen der Marke BMW, die über bereits bewährte eDrive Technologie verfügen. Sie wandelt den in einem Speichertank gasförmig mitgeführten Wasserstoff in Strom und Wasserdampf um. Die Hochvoltbatterie des Fahrzeugs dient als Zwischenspeicher und kann daher mit einer Nettokapazität von etwa einer Kilowattstunde deutlich kleiner ausfallen als bei batterieelektrischen Konzepten. Je nach Fahrzeugkonzept können zudem mit der Wasserstoff-Speicherung in einem Kryodruck-Tank Reichweiten erzielt werden, die mit den Werten herkömmlicher, von einem Verbrennungsmotor angetriebener Fahrzeuge vergleichbar sind. Auch die Betankung des Wasserstoff-Speichers nimmt vergleichbar viel Zeit in Anspruch wie das Befüllen eines Benzin- oder Dieseltanks.

FCEV als Bestandteil von Efficient Dynamics: Hohe Flexibilität im Antriebsportfolio und in der Fahrzeugarchitektur.

Das Ziel ist, den Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antrieb langfristig als integralen Bestandteil der Efficient Dynamics Strategie der BMW Group zu ergänzen. Daraus resultiert ein vielfältiges mögliches Antriebsportfolio, das sich flexibel auf unterschiedliche Fahrzeugkonzepte, Kundenwünsche sowie gesetzliche Rahmenbedingungen auf den internationalen Automobilmärkten abstimmen lässt:

- Hocheffiziente Verbrennungsmotoren mit BMW TwinPower Turbo Technologie.
- Intelligent gesteuerte Plug-in-Hybrid-Systeme mit BMW eDrive beziehungsweise Power eDrive Technologie für ein emissionsarmes, BMW typisches elektrisches Fahren.
- Lokal emissionsfreie, batterieelektrische Fahrzeuge mit Hochvoltspeicher nach dem Muster des BMW i3.
- Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) mit Wasserstoff-Brennstoffzellentechnologie und BMW eDrive Elektroantrieb.

Mit diesem flexiblen Portfolio für effiziente individuelle Mobilität ist die BMW Group ideal auf die mittel- und langfristigen weltweiten Herausforderungen bei der Reduzierung von Verbrauch und Emissionen vorbereitet.

Die Integration des Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antriebs in die während der BMW Group Innovationstage 2015 vorgestellten Demonstrationsfahrzeuge dient den in der derzeitigen Entwicklungsphase verfolgten Test- und Validierungszwecken. Im Rahmen der Serienentwicklung eines FCEV bietet es sich an, die unterschiedliche Antriebsarchitektur in eine dafür spezifische Fahrzeugarchitektur zu integrieren, um die kundenwertigen Eigenschaften ideal zu betonen.