

# Innovationstage 2014: Efficient Dynamics. Inhaltsverzeichnis.



<b>1. Die Efficient Dynamics Strategie:</b> Effizientes Gesamtfahrzeug, dynamischer Antrieb und intelligentes Energiemanagement. ....	2
<b>2. Technologietransfer von BMW i zur Kernmarke BMW:</b> BMW i8 Plug-in-Hybrid-Technologie als Grundstein für zukünftige BMW Modelle mit eDrive Antrieb. ....	5
<b>3. Der Vorausschauende Antrieb:</b> BMW Modelle antizipieren neben dem Streckenverlauf auch die Verkehrssituation. ....	10
<b>4. Intelligenter Leichtbau und ausgefeilte Aerodynamik:</b> Basisfaktoren für ein effizientes Gesamtfahrzeug. ....	14
<b>5. Innovative Lichttechnologie:</b> Weltweit einzigartige Laserlichttechnologie. ....	20

# 1. Die Efficient Dynamics Strategie: Effizientes Gesamtfahrzeug, dynamischer Antrieb und intelligentes Energiemanagement.



Alles begann mit einer Vision: Um den Wettbewerbsvorsprung seiner Fahrzeuge auch langfristig zu sichern, hat die BMW Group schon vor knapp 15 Jahren die Weichen für eine wegweisende Unternehmensphilosophie gestellt, die seit 2007 unter der Entwicklungsstrategie Efficient Dynamics zusammengefasst ist. Seither streben die Ingenieure von BMW bei der Entwicklung jedes einzelnen Modells nach einem effizienten Gesamtfahrzeug, einem dynamischen Antrieb und einem intelligenten Energiemanagement. Efficient Dynamics ist in dieser konsequenten Umsetzung einmalig im Wettbewerb. So hat Efficient Dynamics maßgeblich dazu beigetragen, dass die BMW Group im Dow Jones Sustainability Index acht Jahre in Folge als nachhaltigster Automobilhersteller der Welt geführt wurde. Weil heute alle Fahrzeuge der BMW Group auf der strategischen Grundlage von Efficient Dynamics entwickelt werden, ist Efficient Dynamics längst keine Vision mehr, sondern erlebbare Realität.

## **Mehr Dynamik, weniger CO<sub>2</sub> – in jedem Modell serienmäßig.**

Bei der Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs setzen Fahrzeuge der Marken BMW und MINI weltweit den Maßstab im Premium-Segment. Kein anderer Hersteller hat die CO<sub>2</sub>-Emissionen seiner Automobile schneller und stärker gesenkt als die BMW Group. Auf europäischer Ebene konnte der Flottenverbrauch zwischen 1995 und 2008 um deutlich mehr als 25 Prozent gesenkt werden, für den Zeitraum zwischen 2008 und 2020 strebt die BMW Group weltweit eine Reduzierung um weitere 25 Prozent an. Im Februar 2014 umfasst das Modellangebot der Marken BMW und MINI bereits 39 Modelle mit einem Emissionswert von höchstens 120 Gramm pro Kilometer. Gut ein halbes Jahr vor dem Inkrafttreten der Abgasnorm EU6 im September 2014 erfüllen bereits weit über 100 Modelle der BMW Group die verschärften Emissionsbestimmungen.

## **BMW EfficientDynamics heute und morgen.**

Um den modernen Herausforderungen eines sich wandelnden Mobilitätsanspruchs heute und auch in Zukunft optimal zu begegnen und dabei sowohl die Ansprüche der Kunden als auch zukünftige gesetzliche Vorgaben zu berücksichtigen, stellt sich die BMW Group bewusst flexibel und breit auf. Dabei erfordern schnell wachsende Megacities auf der einen sowie immer knapper werdende Ressourcen und herausfordernde gesetzliche Anforderungen auf der anderen Seite innovative Konzepte.

### **Antriebstechnologie: für die Zukunft bestens gerüstet.**

In den Entwicklungsabteilungen der BMW Group entstehen maßgeschneiderte Mobilitäts- und Antriebskonzepte, welche die aktuellen und künftigen Anforderungen berücksichtigen. Die BMW Group bietet zukünftig sowohl hocheffiziente Automobile mit evolutionär weiterentwickelten Verbrennungsmotoren als auch revolutionäre, vollelektrisch angetriebene Fahrzeuge für Metropolen sowie emissionsarme Plug-in-Hybride für die Langstrecke an. Langfristig setzt die BMW Group zudem auf die Brennstoffzellentechnologie mit Wasserstoff als Energiequelle, um auch mit größeren Fahrzeugen hohe emissionsfreie Reichweiten bei sehr kurzen Betankungszeiten zu realisieren. Mit der Entwicklungsstrategie Efficient Dynamics ist die BMW Group gerüstet, die ambitionierten gesetzlichen Vorgaben bis 2020 in Europa beziehungsweise bis 2025 in den USA zu erreichen.

### **Leichtbau, Aerodynamik, Energiemanagement.**

Neben innovativen Antriebstechnologien bilden der intelligente Leichtbau und die Optimierung der Aerodynamik einerseits sowie die Entwicklung intelligenter Energiemanagement-Systeme andererseits die flankierenden Säulen der Efficient Dynamics Strategie. Im hauseigenen Aerodynamischen Versuchszentrum, dem modernsten der Branche, werden konsequent bis ins Detail optimierte aerodynamische Konzepte entwickelt. Gleichzeitig wird für BMW i Modelle der Werkstoff CFK (kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff) weltweit erstmalig in Großserie verwendet. Ein abgesenkter Schwerpunkt, kompakt zur Fahrzeugmitte orientierte Komponenten, eine ausgewogene Achslastverteilung von 50:50, das reduzierte Gesamtgewicht und optimale aerodynamische Eigenschaften begünstigen den sportlichen Anspruch von Modellen der BMW Group.

### **Freude am Fahren im 21. Jahrhundert.**

Mit revolutionären Fahrzeugkonzepten unterstreichen die Modelle der Submarke BMW i die Innovationskraft der BMW Group als Speerspitze der Efficient Dynamics Strategie. Seit Ende 2013 ist mit dem BMW i3 das erste rein elektrisch angetriebene BMW Fahrzeug auf dem Markt erhältlich. Die LifeDrive-Architektur mit CFK-Fahrgastzelle und einem Aluminium-Modul für Antrieb, Energiespeicher und Fahrwerk, die Wärmepumpe für die Innenraumheizung und das auf maximale Effizienz ausgerichtete Energiemanagement mit ECO PRO Fahrmodus, Segel-Funktion und Vorausschauassistent liefern eindrucksvolle Beispiele für das perfekte Zusammenwirken innovativer Technologien.

Mit dem ab Frühjahr 2014 erhältlichen Sportwagen BMW i8 steht der erste Plug-in-Hybrid der BMW Group kurz vor der Markteinführung. Er verkörpert

Efficient Dynamics in der bislang konzentriertesten Form. Hier wurden die Grundprinzipien der Entwicklungsstrategie konsequent und in einer bislang unerreichten Tiefe umgesetzt. Im Ergebnis verbindet der leichtgewichtige, aerodynamisch optimierte und perfekt ausbalancierte 2+2-Sitzer die Performance-Eigenschaften eines reinrassigen Sportlers mit den Verbrauchswerten eines Kleinwagens und schafft so die optimale Balance zwischen Dynamik und Effizienz, zwischen Fahrspaß und schonendem Umgang mit den Ressourcen. Der BMW i8 steht konsequent für die Freude am Fahren im 21. Jahrhundert.

### **Wegweisender Technologietransfer: vom BMW i8 zum BMW X5 eDrive.**

Der Plug-in-Hybrid-Antrieb im BMW i8 kombiniert einen kompakten Elektromotor mit einem hochaufgeladenen TwinPower Turbo Dreizylinder-Benzinmotor der neuen Efficient Dynamics Motorenfamilie. Damit hat die Submarke BMW i die Basis für einen Technologietransfer zur Kernmarke BMW geschaffen. Weitere Einsatzmöglichkeiten für die Plug-in-Hybrid-Technologie finden sich beispielsweise in einem zukünftigen BMW X5 eDrive, der einen Vierzylinder-Benzinmotor mit TwinPower Turbo Technologie sowie das Plug-in-Hybrid-System erstmals mit dem intelligenten Allradantrieb BMW xDrive kombiniert.

### **Efficient Dynamics Innovationstage 2014.**

Die Efficient Dynamics Innovationstage 2014 ermöglichen erstmalig Testfahrten mit dem BMW X5 eDrive Plug-in-Hybrid-Prototyp und der BMW 5er Limousine, die beide mit der neuesten Generation des Vorausschauenden Antriebs ausgerüstet sind. Gleichzeitig werden zukünftige Konzeptideen aus den Entwicklungsbereichen Leichtbau, Aerodynamik und Wärmemanagement präsentiert.

## 2. Technologietransfer von BMW i zur Kernmarke BMW: BMW i8 Plug-in-Hybrid-Technologie als Grundstein für zukünftige BMW Modelle mit eDrive Antrieb.



Die Antriebstechnologie der BMW Group zählt seit jeher zu den tragenden Säulen der BMW EfficientDynamics Strategie. Ob es sich um die kontinuierliche Weiterentwicklung der konventionellen Verbrennungsmotoren oder um neue alternative Antriebskonzepte handelt: In sämtlichen Fällen ist es gelungen, sowohl die Fahrfreude als auch die Effizienz jedes neuen Modells spürbar zu steigern und gleichzeitig die CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich zu senken. Neben der evolutionären Weiterentwicklung von Benzin- und Dieselmotoren mit TwinPower Turbo Technologie sind es die neuen elektrifizierten Antriebe (BMW eDrive), die über die Submarke BMW i entwickelt wurden und zukünftig auch bei Modellen der Kernmarke BMW deutlich reduzierte Emissionswerte ermöglichen.

Sämtliche BMW eDrive Komponenten werden von der BMW Group selbst entwickelt und je nach Antriebskonzept maßgeschneidert eingesetzt. Aktuelle Beispiele dafür sind der vollelektrische BMW i3 sowie der BMW i8 mit Plug-in-Hybrid-Antrieb, der als Technologieträger und Speerspitze der Efficient Dynamics Strategie schon vor seiner Serieneinführung Maßstäbe gesetzt hat. Die Technologie des revolutionären Antriebskonzepts aus dem BMW i8 wird daher zukünftig auch bei Fahrzeugen der Kernmarke BMW zum Einsatz kommen.

### **Elektrischer Antrieb der Zukunft: BMW eDrive.**

Auf dem Weg zur lokal CO<sub>2</sub>-freien Mobilität spielt die Elektrifizierung des Antriebsstrangs eine zentrale Rolle. BMW eDrive fasst alle Antriebskonzepte, die ein lokal emissionsfreies Fahren ermöglichen, zusammen. Bei den Schlüsselkomponenten wie Elektromotor, Hochvoltspeicher und Leistungselektronik setzt die BMW Group konsequent auf Eigenentwicklungen. So ist sichergestellt, dass die entsprechenden Bauteile exakt auf die Anforderungen des jeweiligen Fahrzeugs abgestimmt werden, um Performance, Reichweite und Effizienz, aber auch die Lebensdauer, Sicherheit oder Wartungsfähigkeit der Komponenten zu optimieren.

Elektromotoren arbeiten höchst effizient und mit einem für Verbrennungsmotoren unerreichbaren Wirkungsgrad von bis zu 96 Prozent. Zudem passen das direkte Ansprechverhalten und das praktisch aus dem Stand nutzbare hohe Drehmoment hervorragend zum dynamischen Charakter der BMW Modelle.

Der Plug-in-Hybrid-Antrieb des BMW i8 vereint die Vorteile des Elektroantriebs mit denen eines hochaufgeladenen Verbrennungsmotors: Mit einer Systemleistung von 266 kW/362 PS, einem maximalen Drehmoment von 570 Nm, einer Beschleunigung von null auf 100 km/h in 4,4 Sekunden sowie einem EU-Verbrauch von 2,1 l/100 km und CO<sub>2</sub>-Emissionen von 49 g/km demonstriert der Plug-in-Hybrid-Sportwagen, dass sich Performancesteigerung und Verbrauchsreduzierung keinesfalls ausschließen müssen.

Mit ihrer Boost-Funktion unterstützt die E-Maschine den Benzinmotor bei Beschleunigungsmanövern. Außerdem kann sie für rein elektrisches Fahren mit einer maximalen Geschwindigkeit von 120 km/h über eine Distanz von bis zu 35 Kilometern genutzt werden. Die dafür notwendigen Energievorräte stellt der Lithium-Ionen-Hochvoltspeicher zur Verfügung. Der BMW i8 bietet für unterschiedliche Fahrsituationen die jeweils optimale Balance zwischen Dynamik und Effizienz. Über den Elektromotor kann via Schubrekuperation Energie für die Hochvoltbatterie erzeugt werden. Außerdem wird die Hochvoltbatterie in Erholungsphasen über den Elektromotor geladen. Darüber hinaus fungiert der Hochvoltanlasser, mit dem der Verbrennungsmotor gestartet wird, ebenfalls als Generator und erzeugt Strom für die Hochvoltbatterie.

Plug-in-Hybride können sowohl auf Kurzstrecken als auch auf Langstrecken sowie im Mischbetrieb gleichermaßen effizient eingesetzt werden. Dabei sorgt die intelligente Antriebssteuerung stets für ein optimales Zusammenwirken beider Motoren. Die Kooperation zwischen Verbrennungs- und Elektroantrieb wird je nach Lastanforderung situationsgerecht in Hinblick auf sportliche Fahrdynamik oder auch auf einen besonders energieeffizienten Betrieb des Gesamtsystems gesteuert. Zu diesem Zweck lassen sich verschiedene Fahrmodi vorwählen, die eine betont dynamische, komfortable oder auch sparsame Fortbewegung erlauben.

### **BMW i Technologie als Boost für die Kernmarke BMW.**

Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erschließt auch bei großen und schweren Fahrzeugen enorme Potenziale zur Reduzierung der Verbrauchs- und Emissionswerte, ohne Performance und Fahrdynamik zu schmälern. Im Gegenteil: Die Boost-Funktion des Elektromotors, der den Verbrennungsmotor beim Beschleunigen oder bei Zwischenspurts mit einem zusätzlichen Antriebsmoment unterstützt, intensiviert das sportliche Fahrerlebnis spürbar. Im Sinne der Efficient Dynamics Strategie ist geplant, das hochmoderne Antriebskonzept des BMW i8 mittelfristig auch in Fahrzeugen der Kernmarke BMW einzusetzen.

### **Plug-in-Hybrid: Perspektiven für den BMW X5.**

Mit dem im September 2013 auf der IAA in Frankfurt vorgestellten BMW Concept X5 eDrive hat die BMW Group eine weitere Perspektive zur Effizienzsteigerung im SAV-Segment aufgezeigt. Erstmals wurde der Öffentlichkeit ein Sports Activity Vehicle präsentiert, das den intelligenten Allradantrieb BMW xDrive mit einem innovativen BMW Plug-in-Hybrid-System verbindet. In dieser Kombination steht der BMW X5 eDrive nicht nur für markentypische Sportlichkeit, sondern gleichermaßen für Effizienz und Umweltfreundlichkeit. So verhilft die Boost-Funktion des Elektromotors dem SAV zu einer kraftvollen Beschleunigung. Bei Bedarf vergehen für den Sprint von null auf 100 km/h weniger als sieben Sekunden. Der angepeilte Durchschnittsverbrauch von circa 3,8 Liter je 100 Kilometer im EU-Testzyklus und die CO<sub>2</sub>-Emission von 90 Gramm pro Kilometer setzen in dieser Fahrzeugkategorie neue Maßstäbe. Hinzu kommt die Fähigkeit, bis zu 30 Kilometer rein elektrisch und damit lokal emissionsfrei unterwegs zu sein.

Weil die BMW eDrive Technologie und der intelligente Allradantrieb BMW xDrive perfekt zusammenarbeiten, wird das von der E-Maschine, dem Vierzylinder-Benzinmotor oder beiden Kraftquellen erzeugte Antriebsmoment automatisch und variabel auf Vorder- und Hinterachse verteilt. Damit sind unter allen Bedingungen souveräne Traktion, optimale Fahrstabilität sowie maximale Agilität und Dynamik gewährleistet. Dabei bleiben der luxuriöse Fahrkomfort sowie die Alltags- und Langstreckentauglichkeit eines BMW X5 zu 100 Prozent erhalten.

Während im BMW i8 der erste hochaufgeladene Dreizylinder-Motor der BMW Group zum Einsatz kommt, arbeitet im zukünftigen BMW X5 eDrive ein hochmoderner Vierzylinder-Benziner. Beide Triebwerke sind Vertreter der neuen Efficient Dynamics Motorenfamilie mit TwinPower Turbo Technologie. Ziel der BMW Group ist eine maßgeschneiderte Lösung zur Elektromobilität in jeder Baureihe.

### **Die neue Generation von Benzin- und Dieselmotoren mit TwinPower Turbo Technologie.**

Obwohl die BMW Group die Elektrifizierung seiner Fahrzeuge als Antriebstechnologie der Zukunft konsequent vorantreibt, sieht der Hersteller weiterhin große Potenziale bei den konventionellen Antrieben. Daher werden die Verbrennungsmotoren konsequent weiterentwickelt und stellen in Zukunft unter anderem die Basiskomponente der BMW Hybrid-Antriebe dar.

Mit weiterentwickelten Benzin- und Dieselmotoren markiert die BMW Group nun die nächste Evolutionsstufe. Die neue Efficient Dynamics Motorenfamilie umfasst Drei-, Vier- und Sechszylinder-Triebwerke und ist das Ergebnis eines

konsequenten Entwicklungsprozesses. Mit erhöhten Aluminium-Anteilen und dem Einsatz des nochmals leichteren Magnesiums hat die BMW Group auch das durchschnittliche Gewicht der neuen Antriebseinheiten deutlich reduziert. Darüber hinaus konnten das Wärmemanagement und die Akustik verbessert werden. Wesentliches Merkmal aller Motoren bleibt die jüngste Ausbaustufe der vielfach preisgekrönten TwinPower Turbo Technologie.

Erster Vertreter dieser neuen Generation von Triebwerken ist ein 1,5-Liter-Dreizylinder-Benzinmotor, der erstmalig im BMW i8 eingesetzt wird. Das kompakte, hochaufgeladene Triebwerk zeichnet sich durch ein hohes Maß an Dynamik und Effizienz sowie durch große Drehfreude, spontanes Ansprechverhalten und sportlich-dynamischen Motor-Sound aus. Daneben präsentiert die BMW Group auf dem diesjährigen Innovationstag die ersten Vierzylinder der neuen Motorenfamilie. Die 2,0-Liter-Motoren mit TwinPower Turbo Technologie werden in der ersten Jahreshälfte 2014 sowohl als Benziner als auch als Diesel im Markt eingeführt.

### **Fit für die Zukunft: TwinPower Turbo Technologie.**

Mit der TwinPower Turbo Technologie verfügt die BMW Group bereits seit Jahren über ein zukunftsweisendes Hightech-Konzept, das auch in der neuen Motorenfamilie zum Einsatz kommt. Dabei steht der Begriff „TwinPower“ für die Kombination aus variabler Laststeuerung einerseits und modernster Einspritztechnik andererseits. Zu den variablen Technik-Bausteinen gehören die stufenlose Nockenwellensteuerung VANOS bzw. Doppel-VANOS, die variable Ventilsteuerung VALVETRONIC und/oder die variable Turbinengeometrie der Diesel-Turbolader. Hinzu kommt die Benzin-Direkteinspritzung High Precision Injection beziehungsweise die Common-Rail-Direkteinspritzung der Selbstzünder. Drittes Element des Hightech-Konzepts ist schließlich die Turboaufladung. Wesentliches Merkmal der Benziner bleibt die drosselfreie Laststeuerung VALVETRONIC, mit der sich die BMW TwinPower Turbo Technologie auch in puncto Effizienz von den Konzepten der Wettbewerber abhebt.

### **Komplettes Programm: Drei-, Vier- und Sechszylinder-Motoren.**

Grundlage der neuen Motorenfamilie ist ein einheitliches Konstruktionsprinzip in Reihenanordnung. Der Grundmotor basiert auf optimierten Zylindermodulen mit Einzelhubräumen von 500 ccm, die das Optimum für den Einsatz in einem Personenkraftwagen darstellen. Folglich bietet der neue Dreizylinder 1,5 Liter Hubraum, der Vierzylinder 2,0 Liter und der Sechszylinder 3,0 Liter. Dank konstruktiver Gemeinsamkeiten der Benzin- und Dieselmotoren steigt der Anteil der verwendeten Gleichteile auf bis zu 60 Prozent, die baulichen Übereinstimmungen zwischen Benzin- und Dieselmotoren betragen rund 40 Prozent. Schließlich weisen alle Triebwerke

die gleiche „kalte“ Ansaug- und „heiße“ Abgasseite auf. Auch deshalb sind die Drei- und Vierzylinder-Motoren der neuen Familie sowohl für den Längs- wie für den Quereinbau in künftigen BMW und MINI Modellen geeignet.

**Effiziente Entwicklung, flexible Fertigung, maximale Qualität.**

Mit dem neuen Motorenbaukasten ist die BMW Group in der Lage, Drei-, Vier- und Sechszylinder-Antriebe in unterschiedlichen Leistungsstufen zu entwickeln, die perfekt auf das jeweilige Fahrzeugkonzept abgestimmt sind. So werden höhere Stückzahlen erreicht, die zu erheblichen Einspareffekten bei Entwicklung und Fertigung führen. Daneben erleichtert die hohe konstruktive Übereinstimmung der Motoren die Entwicklung zusätzlicher Varianten, womit sich auch vergleichsweise geringe Stückzahlen kurzfristig und wirtschaftlich realisieren lassen. In den Motorenwerken der BMW Group können damit erstmals Otto- und Diesellaggregate der neuen Motorenfamilie gemeinsam und gleichzeitig produziert werden. Kurzfristige Änderungen bei der Nachfrage oder abweichende Marktentwicklungen lassen sich damit flexibel auffangen.

Im Ergebnis gewährleistet der neue Motorenbaukasten folglich nicht nur eine ökologische Nachhaltigkeit in Bezug auf die Verbrauchs- und Emissionswerte künftiger Modelle, sondern auch ökonomische Nachhaltigkeit in Entwicklung und Produktion.

### 3. Der Vorausschauende Antrieb: BMW Modelle antizipieren neben dem Streckenverlauf auch die Verkehrssituation.



Eine wichtige Säule innerhalb der Efficient Dynamics Strategie der BMW Group stellt das intelligente Energiemanagement dar. Das Ziel lautet, unnötigen Energieverbrauch im Fahrzeug zu vermeiden bzw. möglichst viel der verbrauchten Energie wieder zurückzugewinnen. Um den Energieverbrauch ihrer Modelle weiter zu senken und somit die Reichweite zu erhöhen, entwickelt die BMW Group das Management der einzelnen Fahrzeugkomponenten konsequent weiter. Systeme wie die Auto Start Stop Funktion, die den Motor an einer roten Ampel oder im Stop&Go-Verkehr zum Kraftstoffsparen automatisch abstellt und unmittelbar vor dem Losfahren wieder startet, gehören seit vielen Jahren in immer mehr Modellen der BMW Group ebenso zur Serienausstattung wie die Technologie der Rekuperation, also der Wiedergewinnung von Bremsenergie.

Eine Weiterentwicklung des Prinzips, Energie nur dann einzusetzen, wenn sie tatsächlich benötigt wird, ist der Vorausschauende Antrieb. Die Idee dahinter: Durch das Vorauserkennen der Fahrsituation wird das Fahrzeug automatisch optimal auf die individuellen Anforderungen eingestellt. Die dafür notwendigen Informationen liefern die Bordelektronik mit zahlreichen Sensordaten, das Navigationssystem sowie neuerdings auch Radar- und Kamerasensoren in der Fahrzeugfront.

Bereits heute lässt sich in immer mehr Modellen quer durch alle Baureihen der BMW Group diese Steuerung des Fahrzeugs nutzen. Mithilfe der navigationsgestützten Informationen sind so die Getriebesteuerung und der Vorausschauassistent in der Lage, den Straßenverlauf und das Streckenprofil mit Steigungen und Gefälle, aber auch Tempolimits zu erkennen. Das „Voraussehen“ ermöglicht dem Getriebe, entsprechend der Fahrsituation vorzeitig selbstständig den richtigen Gang zu wählen. Damit erreicht BMW eine im Wettbewerb einzigartige Charakterspreizung zwischen den Modi SPORT, COMFORT und ECO PRO. Je nach aktiviertem Modus stellt der Vorausschauende Antrieb das Fahrzeug entsprechend dem gewünschten Fahrzeugcharakter ideal auf die kommende Fahrsituation ein.

#### **ECO PRO Modus: maximale Effizienz per Tastendruck.**

Der ECO PRO Modus ermöglicht – abhängig vom individuellen Fahrverhalten – eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs von bis zu 20 Prozent. Zusätzliche fünf Prozent können durch das Nutzen der Funktionen „Segeln“,

Vorausschauassistent und ECO PRO Route eingespart werden. Die Segel-Funktion (bei Modellen mit Automatikgetriebe) entkoppelt zwischen 50 km/h und 160 km/h den Motor vom Antriebsstrang und ermöglicht so ohne Antrieb das „Segeln“.

Der Vorausschauassistent erkennt in Verbindung mit dem Navigationssystem die Gegebenheiten auf der Strecke frühzeitig. Dabei berücksichtigt der Vorausschauassistent Geschwindigkeitslimits, Kurven, Ortseingänge, Kreisverkehre, Abbiegungen und Autobahnausfahrten. Anhand der gesammelten Daten gibt das System dem Fahrer Tipps für eine kraftstoffsparende Fahrweise.

Der Vorausschauende Antrieb konditioniert das Schaltprogramm des Automatikgetriebes im COMFORT und SPORT Modus entsprechend der Fahrsituation. Das Ergebnis: Während eine konventionelle Schaltstrategie nur reaktiv arbeitet und als „blindes“ Bauteil lediglich auf Gaspedalstellung und Fahrwiderstände reagieren kann, verleiht ihr der Vorausschauende Antrieb die Fähigkeit, den Streckenverlauf „voraussehen“ und die Schaltvorgänge in Echtzeit entsprechend adaptieren zu können.

### **ECO PRO Route: auf effizientestem und günstigstem Weg zum Ziel.**

Bei aktiviertem ECO PRO Modus zeigt das BMW Navigationssystem dem Fahrer neben der schnellsten und der kürzesten Route auf Wunsch auch den verbrauchsgünstigsten Weg zum Ziel an. Unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrssituation und des jeweiligen Streckenprofils ermittelt das System exakt die Strecke, die eine maximale Verbrauchsreduzierung bei minimalem zeitlichem Mehraufwand ermöglicht. Der Fahrer erhält somit die Möglichkeit, zwischen Zeitverlust und Verbrauchseinsparung abzuwägen. Der auf jeder Route zu erzielende Einspareffekt wird in Prozent angezeigt. Im Falle eines Staus oder anderer Behinderungen auf der gewählten Strecke schlägt das System Alternativrouten vor. Schließlich wird bei der Berechnung auch die individuelle Fahrweise des Fahrers permanent in Echtzeit berücksichtigt. Hierfür wird das Verbrauchsverhalten des Fahrzeugs in unterschiedlichen Fahrsituationen herangezogen.

### **ECO PRO Analyser: aufzeichnen, lernen und Energie sparen.**

Der im ECO PRO Modus serienmäßig integrierte ECO PRO Analyser bietet dem Fahrer jederzeit die Möglichkeit, seinen eigenen Fahrstil zu analysieren und weitere Einsparpotenziale zu erkennen. Vor, während und nach der Fahrt kann im ECO PRO Analyser eine Statistik aufgerufen werden, anhand derer sich bewerten lässt, wie effizient der Fahrer beschleunigt, verzögert und schaltet – und wie positiv sich eine Optimierung des Fahrstils auf den Verbrauch und damit auf die Reichweite auswirkt. Vom Fahrzeug angebotene

ECO PRO Tipps geben Hinweise für eine effizientere Fahrweise. In Kombination mit BMW ConnectedDrive Services lassen sich die aufgezeichneten Daten zudem mittels der kostenlosen BMW Connected App problemlos auf ein kompatibles Smartphone übertragen. Anhand einer Bewertungsskala wird dem Nutzer dann gezeigt, wie effizient er fährt. Das macht das eigene Fahrverhalten transparent und hilft, verbrauchsorientierter zu fahren.

### **Dynamik pur: stets im passenden Gang unterwegs.**

In der dritten Generation kann der Vorausschauende Antrieb dank der an Bord befindlichen Radar- und Kamerasensoren auch die unmittelbare Fahrzeugumgebung mit in seine Betriebsstrategie einbeziehen. Die Berücksichtigung der so gesammelten Daten ermöglicht es dem Automatikgetriebe, die Schaltstrategie noch exakter und effizienter auf die aktuelle Fahrsituation anzupassen. So erkennt das System beispielsweise sowohl langsamere Fahrzeuge voraus als auch Fahrzeuge auf den Nebenspuren. Durch gezielte Schaltvorgänge kann beispielsweise ohne Bremsvorgang verzögert werden, um nicht auf den Vordermann aufzufahren. Gleichzeitig wird durch ein Wechseln der Fahrstufe eine genügend hohe Zugkraftreserve für Überholvorgänge und dynamische Spurwechsel zur Verfügung gestellt.

Der Vorausschauende Antrieb trägt nicht nur zur herausragenden Effizienz bei, sondern steigert gleichzeitig auch ihre dynamischen Eigenschaften. Während der ECO PRO Modus konsequent auf eine maximal effiziente Arbeitsweise ausgelegt ist, nutzt das Automatikgetriebe im SPORT Modus eine dynamisch geprägte Schaltstrategie und im COMFORT Modus eine souveräne Ausprägung.

Nähert sich das Fahrzeug beispielsweise auf der Landstraße einer Kurve, schaltet das Getriebe selbsttätig in den optimalen Gang zurück und nutzt bei Bedarf die Bremswirkung des Motors. Vor der Kurve sind hierbei sämtliche Schaltvorgänge abgeschlossen. Die nächste Kurve wird als Folgekurve erkannt. Das System identifiziert den Kurvenradius und schaltet wiederum in den optimalen Gang. So steht vor Kurven ein höheres Schlepptomment bereit. Die Zugkraftreserve zur Beschleunigung ist größer und überflüssige Schaltungen beziehungsweise Pendelschaltungen in oder zwischen Kurven werden vermieden. Die präzise Strategie entlastet den Fahrer und steigert Dynamik und Fahrerlebnis. In vergleichbarer Weise arbeitet der Vorausschauende Antrieb bei Kreisverkehren, an Kreuzungen und Abzweigungen sowie auf Auf- und Abfahrten der Autobahn. Unabhängig von der Routenführung reagiert der Vorausschauende Antrieb auch auf Blinkersignale.



### **Energiemanagement der Zukunft: Nutzung der in der Raumlufthaltene Energie zur Reichweitensteigerung.**

Ein weiteres Beispiel für innovative Lösungsansätze im Rahmen der Efficient Dynamics Strategie ist die Nutzung der in der Innenraumlufthaltene Wärmeenergie, um die Reichweite von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen zu erhöhen.

Bei heutigen Fahrzeugen ist es üblich, die mit beträchtlichem Energieeinsatz temperierte Raumlufthaltene (im Winter aufgeheizt, im Sommer abgekühlt) nach dem Durchströmen des Innenraums an die Umgebung abzugeben. Die darin enthaltene Restenergie wird folglich nicht genutzt, sondern entweicht über die Heckentlüftung ins Freie. Zwar kann dieser Effekt – etwa im Umluftbetrieb – abgeschwächt werden, gänzlich verhindern lässt er sich in der Praxis aber nicht.

Gerade bei reinen Elektrofahrzeugen (BEV) und solchen mit Plug-in-Hybrid-Antrieb (PHEV) ist der intelligente Umgang mit Energie von entscheidender Bedeutung. Denn jedes Watt, das beispielsweise beim Betrieb von Nebenaggregaten eingespart werden kann, steht dem Elektromotor für zusätzliche Kilometer zur Verfügung.

Ingenieure der BMW Group arbeiten deshalb an einem Verfahren, bei dem die im Fahrzeuginnenraum gespeicherte Energie mittels Wärmetauscher entzogen wird, noch bevor sie ungenutzt nach außen entweicht. In einem aktuellen Versuchsfahrzeug wird die so „gewonnene“ Energie dann zum Vorwärmen der Ansaugluft für die Heizklimaanlage genutzt. Auf diese Weise lässt sich der Energiebedarf zur Erzeugung von Warmluft reduzieren und die eingesparte Energie für den Antrieb und damit zur emissionsfreien Reichweitenerhöhung nutzen.

## 4. **Intelligenter Leichtbau und ausgefeilte Aerodynamik: Basisfaktoren für ein effizientes Gesamtfahrzeug.**



Die BMW Group strebt bei sämtlichen Entwicklungen nach einem möglichst effizienten Gesamtfahrzeug. Ein effizientes Fahrzeugkonzept zeichnet sich durch ein intelligentes Leichtbaukonzept sowie durch eine aktiv und passiv optimale Aerodynamik zur Reduzierung der Fahrwiderstände aus.

### **Intelligenter Leichtbau.**

Leichtbau ist ein wesentlicher Faktor der Efficient Dynamics Strategie und gehört seit jeher zum Grundverständnis der BMW Group. Fahrzeuge der BMW Group zeichnen sich durch die optimale Balance zwischen Produkthanforderung und der spezifisch leichtesten Lösung aus.

Sportliche Fahrzeuge sind durch einen möglichst niedrigen Schwerpunkt, eine ausgewogene Achslastverteilung von 50:50, möglichst zur Fahrzeugmitte hin orientierte Massen und ein segmentspezifisch geringes Gewicht gekennzeichnet.

Der intelligente Leichtbau trägt dazu bei, die ideale Balance zwischen der Produkthanforderung einerseits und einem möglichst geringen spezifischen Gewicht andererseits zu realisieren. Am Ende ist es die Summe aus konstruktiver Gewichthoptimierung, dem gezielten Einsatz innovativer Materialien und der systematischen Kombination verschiedener Werkstoffe zu einem funktionalen Material-Mix, die zu einem optimalen Gesamtergebnis führt.

Intelligenter Leichtbau findet in allen Bereichen der Fahrzeugentwicklung statt und erstreckt sich auf sämtliche Baugruppen und Komponenten. Den größten Anteil am Fahrzeuggewicht hat nach wie vor die Karosserie. Doch Fortschritte im Karosseriebau lassen sich nicht nur in Kilogramm messen. Vielmehr ist die Gewichtsreduzierung immer auch in Relation zu den Funktionen und Dimensionen zu bewerten. Durch kontinuierliche evolutionäre Optimierungen ist es den Ingenieuren der BMW Group immer wieder gelungen, den Anteil der Rohkarosserie am Leergewicht trotz einer Funktionssteigerung in Hinblick auf Sicherheits- und Komfortanforderungen zu senken. So kommt eine höhere Karosseriesteifigkeit auch dem Schwingungskomfort und der Lenkpräzision zugute, während das gleichzeitig reduzierte Gewicht einen wichtigen Beitrag zu Effizienz und Agilität des Fahrzeugs leistet und damit die Fahrdynamik begünstigt. Daneben hat auch die gesteigerte Verwendung von

Aluminium und Magnesium im Motoren- und Fahrwerksbau das Fahrzeuggewicht reduziert. Im Ergebnis sind viele neue Modelle der BMW Group im Vergleich zum Vorgänger zwar größer, nicht aber schwerer, sondern oftmals sogar deutlich leichter geworden. Die aktuelle dritte Generation des BMW X5 beispielsweise ist bis zu 90 Kilogramm leichter als das jeweils vergleichbare Vorgängermodell – mit entsprechend positiven Auswirkungen auf Fahrdynamik und Verbrauch.

### **Innovativer Materialeinsatz bei BMW i3 und BMW i8.**

Konsequenter Leichtbau ist besonders bei Fahrzeugen mit Elektroantrieb von Bedeutung, weil neben der Batteriekapazität das Fahrzeuggewicht den limitierenden Faktor bei der Reichweite darstellt. Auch hier bedingt die Gewichtsreduzierung Einsparungen beim Energieverbrauch und ein Plus an Fahrdynamik. Um das Mehrgewicht der elektrischen Komponenten zu kompensieren, hat die BMW Group beim LifeDrive-Konzept der BMW i Fahrzeuge konsequent auf Leichtbau gesetzt und erstmals eine innovative Kombination aus Aluminium-Chassis und CFK-Fahrgastzelle realisiert.

### **CFK: Hightech-Werkstoff mit Zukunft.**

Kohlefaserverstärkter Kunststoff (CFK) weist ein besonders günstiges Verhältnis zwischen Festigkeit und Gewicht auf und eignet sich daher in idealer Weise für den Karosseriebau. Bei gleicher Funktion ist CFK rund 30 Prozent leichter als Aluminium und 50 Prozent leichter als Stahl. Gezielt eingesetzt trägt der Werkstoff daher zur Gewichtsreduzierung bei, optimiert den Schwerpunkt des Fahrzeugs und erhöht die Stabilität der Karosserie. Aktuelle Beispiele dafür liefern nicht nur die Neuheiten BMW i3 und BMW i8. Auch die sportlichen BMW M3/M4 und BMW M6 Modelle profitieren vom Hightech-Werkstoff, denn Komponenten wie Dach und Stoßfängerträger werden schon seit geraumer Zeit aus CFK gefertigt. Momentan arbeitet die BMW Group an weiteren Anwendungsmöglichkeiten, darunter auch an Bauteilen, die als rotierende Massen eingesetzt werden können. Ein Beispiel dafür sind Hybrid-Felgen aus einem Aluminium-CFK-Mix. Beim BMW M3/M4 ermöglichen die hohe Steifigkeit und das geringe Gewicht des Werkstoffs CFK bereits heute, die Gelenkwelle einteilig und ohne Mittellagerung auszuführen. Neben einer Gewichtseinsparung von 40 Prozent im Vergleich zum Vorgängermodell resultiert daraus eine Verringerung der rotierenden Massen mit dem Ergebnis eines erneut verbesserten Ansprechverhaltens.

Daneben profitieren in Zukunft weitere BMW und MINI Fahrzeuge vom Leichtbau-Werkstoff. Denn durch die Wiederaufbereitung von im Produktionsprozess anfallendem Verschnittmaterial zu sogenannten CFK-Recyclaten können beispielsweise um bis zu 30 Prozent leichtere

Komponenten wie Sitzschalen, Cockpitträger oder Noträder wirtschaftlich und umweltfreundlich hergestellt werden.

### **Technologieführer bei der industrialisierten CFK-Fertigung.**

Nach über zehn Jahren intensiver Forschungsarbeit und einer Optimierung der Prozesse, Materialien, Anlagen und Werkzeuge verfügt die BMW Group heute als weltweit einziger Automobilhersteller über das erforderliche Know-how, um CFK in der Großserienproduktion einzusetzen. Dabei ist das Prozess-Verfahren einmalig, die Taktzeiten bei der Fertigung selbst komplexer CFK-Komponenten ungewöhnlich hoch. Gleiches gilt für das eigens entwickelte Klebeverfahren, mit dem einzelne Karosseriebauteile voll automatisiert zusammengefügt werden.

Doch nicht nur in technischer Hinsicht setzt die Serienfertigung von CFK-Bauteilen Maßstäbe. Schon bei der Herstellung und Verarbeitung der kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffe legt die BMW Group größten Wert auf Umwelt- und Ressourcenschonung sowie eine weitgehend CO<sub>2</sub>-freie Produktion. Dabei nimmt das Unternehmen von der Faserproduktion bis hin zum Recycling der Fasern und Verbundstoffe Einfluss auf sämtliche Prozesse. Das zeigt die hochmoderne CFK-Produktionskette, die im amerikanischen Moses Lake beginnt und über Wackersdorf und Landshut bis zur Endfertigung in Leipzig reicht.

### **Weniger Verbrauch dank Akustik-Leichtbau.**

Auch die Motorenentwicklung arbeitet an innovativen Komponenten, mit denen sich neben dem Gewicht auch die Geräuschemissionen von Otto- und Dieselmotoren weiter reduzieren lassen. Beispiele für Akustik-Leichtbau-Maßnahmen sind die schallisolierende Abdeckung des Riemtrieb, das sogenannte Motorfrontschott aus Schaumstoffmaterial, sowie unmittelbar an der Geräuschquelle wirkende Schallisolierungen wie die Kapselung der Ölwanne aus Faserwerkstoff plus Formschaumschicht.

Die motor- und getriebenahe Kapselung stellt eine tiefgreifende Weiterentwicklung zur Schallisolierung von Antriebsgeräuschen dar. Durch die quellennahe Isolierung wird ein wichtiger Schritt sowohl zur Gewichts- als auch zur Verbrauchsoptimierung vollzogen, weil der Wärmeerhalt des Motors zu einer Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs führt. Im Ergebnis werden Innen- und Außengeräusch, thermische Betriebssicherheit und Wärmeerhalt synergetisch in Einklang gebracht. Durch die effiziente Auslegung der Maßnahmen zur Antriebsgeräuschreduzierung können nahezu 25 Prozent der antriebsbezogenen Schallisolierungen eingespart werden – mit entsprechenden Auswirkungen auf das Fahrzeuggewicht.

### **Aerodynamik: mehr Effizienz und Fahrdynamik.**

Der Luftwiderstandsbeiwert  $c_w$  gilt als entscheidende Kennzahl für die aerodynamische Qualität eines Fahrzeugs. Aus dem  $c_w$ -Wert und der Querschnittsfläche des Fahrzeugs ergibt sich der Luftwiderstand, zu dessen Überwindung schon bei Stadtverkehrstempo ein Teil der Antriebsenergie aufgewendet werden muss. Bei höheren Geschwindigkeiten bestimmt der Luftwiderstand den Fahrwiderstand ganz entscheidend und ist damit die dominierende Größe für den Kraftstoffverbrauch.

Die Aerodynamik ist somit ein wichtiger Bestandteil der Entwicklungsstrategie von Efficient Dynamics und ein weiterer Schlüssel zu einer verbesserten Fahrdynamik. Denn neben der Reduzierung des Luftwiderstands werden bei der aerodynamischen Entwicklung auch die Auftriebskräfte zur Verbesserung der Fahrstabilität und Steigerung der BMW typischen Fahrdynamik optimiert. Darüber hinaus ist die bedarfsgerechte Zufuhr von Kühlluft für Motor, Getriebe oder Bremsanlage ein weiteres wichtiges Entwicklungsziel der Aerodynamik. Mit jeder neuen Modellgeneration erzielen die Ingenieure der BMW Group stets erhebliche Fortschritte in diesen Bereichen.

### **Aerodynamischer Feinschliff im Windkanal.**

Jedes Fahrzeug der BMW Group erhält seinen aerodynamischen Feinschliff im hochmodernen hauseigenen Aerodynamischen Versuchszentrum (AVZ). Mit dem AVZ verfügt die BMW Group über die weltweit innovativste Einrichtung ihrer Art im Automobilbereich, die besonders realitätsnahe Messungen und Versuche erlaubt. Dabei lassen sich auch unterschiedliche Fahrzustände simulieren und analysieren, womit die Verknüpfung von Aerodynamik und Fahrdynamik bei der Entwicklung von Serienfahrzeugen intensiviert werden konnte.

### **Proportionen, Detailoptimierung und Einzelmaßnahmen.**

Neben der Gestaltung der Fahrzeugproportionen – einem der wichtigsten aerodynamischen Stellhebel, führt erst die erfolgreiche Umsetzung vieler weiterer Detailmaßnahmen zum aerodynamischen Gesamtziel. Insbesondere die abschließende Optimierung der Front- und Heckschürze, der Außenspiegel, der A-Säulen, der Dachleisten und der Schwellerverkleidungen macht am Ende den Unterschied zwischen guter und sehr guter Aerodynamik aus – ohne das Fahrzeugdesign zu beeinträchtigen.

Eine weitere Maßnahme, die keine direkte Auswirkung auf das Fahrzeugdesign hat, aber wesentlichen Einfluss auf den Luftwiderstand und die Auftriebskräfte nimmt, ist die Gestaltung des Unterbodens. Hier verfügen die Fahrzeuge der BMW Group über strömungsoptimierte Unterbodenabdeckungen mit glattflächigen Verkleidungen im Bereich des

Motorraums, des Abgasanlagentunnels und des Tanks. Zusätzliche Aerodynamik-Abdeckungen finden sich beispielsweise an der Hinterachse und dem Nachschalldämpfer. In der Summe wird auf diese Weise ein hoher Schließungsgrad des Unterbodens erreicht, der Luftwiderstand und Auftrieb verbessert.

Zu den sichtbaren aerodynamischen Einzelmaßnahmen zählen die Air Curtains an der Frontschürze vieler BMW Fahrzeuge. Sie erzeugen einen Luftvorhang, der turbulente Strömungen und damit den Luftwiderstand im Bereich der Vorderräder reduziert. Einige BMW Modelle verfügen zudem über sogenannte Air Breather, die einen definierten Teil der in die Radhäuser einströmenden Luft ableiten und auf diese Weise den Luftwiderstand weiter minimieren.

Bereits vor Jahren wurden verschiedene BMW Modelle im Bereich des Kühlers mit beweglichen Lamellen ausgerüstet. Heute arbeitet das aktive Luftklappensystem in der zweiten Generation, um die einströmende Kühlluftmenge noch variabler und bedarfsgerechter zu steuern. Zu diesem Zweck werden die Lamellen zwischen Kühlluft einlass und Kühler in Abhängigkeit verschiedener Parameter automatisch geöffnet oder geschlossen, um unter allen Betriebsbedingungen einen möglichst geringen Luftwiderstand, eine optimale Motorkühlung und eine möglichst kurze Kaltlaufphase sicherzustellen. Der reduzierte Luftwiderstand und die stets optimale Betriebstemperatur des Motors sparen Kraftstoff und senken damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

### **Best in Segment: Die Aerodynamik des neuen BMW X5.**

Ähnlich wie der neue BMW i8 mit seinem im Sportwagensegment herausragenden Luftwiderstandsbeiwert von  $c_w = 0,26$  liefert auch der BMW X5 ein aktuelles Beispiel dafür, wie Serienfahrzeuge von der Efficient Dynamics Strategie profitieren. Im Vergleich zum Vorgänger konnte der Luftwiderstandsbeiwert um zehn Prozent reduziert werden, womit der große BMW SAV mit  $c_w = 0,31$  den Bestwert in seinem Segment markiert.

Insgesamt werden rund 40 Prozent des aerodynamischen Gesamtwiderstands eines Fahrzeugs über dessen Proportionen bestimmt. Insbesondere bei Vollheckfahrzeugen wie dem BMW X5 mit seinem steilen Heck lassen sich die größten aerodynamischen Optimierungspotenziale in der Gestaltung finden. Die Lösung fanden die Ingenieure unter anderem in der aerodynamischen Streckung der C-Säulen mit Hilfe von neu gestalteten Aero Blades, die bündig an den Dachspoiler anschließen und so das Heckfenster einrahmen. Die dadurch definiert abreißende Luftströmung reduziert

bremsende Unterdrücke auf ein Minimum und trägt so zu einer signifikanten Verbesserung des Luftwiderstands bei.

Auch im Bereich der Radhäuser, die 20 bis 25 Prozent des aerodynamischen Widerstands erzeugen, führte ein innovatives Maßnahmenpaket, bestehend aus Air Curtain, Air Breather und Aerofelge, zu einer Optimierung der aerodynamischen Qualitäten und damit zu einer Reduzierung des Luftwiderstands. Schließlich trägt die in allen Betriebszuständen regelbare Luftklappensteuerung durch Verbesserung der Aerodynamik und Optimieren des Wärmehaushalts zu den reduzierten Verbrauchs- und Emissionswerten bei.

## 5. Innovative Lichttechnologie: Weltweit einzigartige Laserlichttechnologie.

### **Voll-LED-Scheinwerfer serienmäßig, weltweit einzigartiges Laserlicht als innovative Option.**

Die flachen Scheinwerfereinheiten des BMW i8 bilden gemeinsam mit der BMW Niere eine horizontale Einheit, die die Breite des Fahrzeugs betont. Der Plug-in-Hybrid-Sportwagen ist serienmäßig mit ebenso lichtstarken wie energieeffizient arbeitenden Voll-LED-Scheinwerfern ausgestattet. Im unteren Bereich werden die Lichtquellen von einer U-förmigen Spange eingefasst, in die das Tagfahr- und das Positionslicht sowie die Fahrtrichtungsanzeiger integriert sind. Auch die filigran gestalteten Lichtbänke der Rückleuchten weisen die für BMW i Automobile typische U-Form auf. Sämtliche Leuchten des BMW i8 sind serienmäßig in LED-Technik ausgeführt.

Als weltweit erstes Serienfahrzeug kann der BMW i8 optional mit innovativen Laserlicht-Scheinwerfern ausgestattet werden. Laserlicht-Scheinwerfer erzeugen ein rein weißes, sehr helles und in der Wahrnehmung als angenehm empfundenes Licht. Es entsteht durch die gezielte Umwandlung der von winzigen Laserdioden ausgesandten Strahlen mittels Phosphor-Leuchtstoff innerhalb des Scheinwerfers. Da Laserlicht monochrom, also mit einheitlicher Wellenlänge und außerdem mit einer synchronen Schwingung ausgestrahlt wird, steht ein nahezu paralleles Lichtbündel mit hoher Leuchtdichte zur Verfügung, das eine tausendfach intensivere Aufhellung ermöglicht als herkömmliche LED-Einheiten und außerdem besonders präzise gesteuert werden kann. Darüber hinaus weist das Laserlicht eine nochmals optimierte Systemeffizienz auf. Sogar im Vergleich zu den bereits sehr effizienten LED-Scheinwerfern lässt sich dadurch der Energieverbrauch noch einmal um mehr als die Hälfte reduzieren, denn Laserlicht kann pro Watt rund 170 Lumen (photometrische Einheit für den erzeugten Lichtstrom) liefern, LED-Licht schafft dagegen rund 100 Lumen.