

Die BMW i8 Produktion. Inhaltsverzeichnis.



1. Das BMW i Produktionskonzept.	2
2. Das Life-Modul: vollständige Integration der CFK-Fertigung in den Produktionsprozess..	3
3. Leicht und robust: Die Außenhaut aus thermoplastischen Kunststoffen.	5
4. Drive-Modul: Leichtbau bei den Fahrwerksstrukturteilen, Elektromotor und Hochvoltspeicher..	6
6. Die Montage.	8

1. Das BMW i Produktionskonzept.



Innovative Fertigungstechnologie und der Einsatz neuartiger Materialien prägen den Produktionsprozess der BMW i Automobile. Ihre Herstellung steht am Beginn einer vollständig an Nachhaltigkeit ausgerichteten Wertschöpfungskette. Von der Rohstoffgewinnung über die Produktion, den energieeffizienten Betrieb des Fahrzeugs bis zu einem späteren Recycling trägt diese umfassend zur günstigen ökologischen Gesamtbilanz des Plug-in-Hybrid-Sportwagens BMW i8 bei. So benötigt die Herstellung eines BMW i Modells im Vergleich zu einem Fahrzeug aus der klassischen Produktion 50% weniger Energie und 70% weniger Wasser.

Weltweit führend im Automobilbereich ist beispielsweise das Know-how auf dem Gebiet der industriellen Fertigung von Komponenten aus karbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK). Auch die Entwicklung und die Produktion sowohl des Verbrennungs- als auch des Elektromotors für den Hybrid-Sportwagen liegen vollständig in den Händen der BMW Group.

Das BMW i Produktionsnetzwerk umfasst die Carbonfaserherstellung in Moses Lake im US-Bundesstaat Washington und die Weiterverarbeitung zu textilen Gelegen in Wackersdorf. Beide Standorte betreibt SGL Automotive Carbon Fibers (ACF), ein Joint Venture der BMW Group und der SGL Group. Hinzu kommen die eigenen Standorte der BMW Group – die BMW Werke Dingolfing, Landshut und Leipzig.

2. Das Life-Modul: vollständige Integration der CFK-Fertigung in den Produktionsprozess.

Die BMW Group nutzt auch bei der Produktion des BMW i8 ihre langjährige Erfahrung im Umgang mit karbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK). Die Fertigung der CFK-Fahrgastzelle für den Plug-in-Hybrid-Sportwagen ist vollständig in den Produktionsprozess für BMW i Automobile integriert.

Carbonfaser-Herstellung mit Wasserkraft / Moses Lake, USA.

Im Karbonfaserwerk in Moses Lake (Washington State, USA) entstehen aus einer thermoplastischen Textilfaser aus Polyacrylnitril – dem Precursor – in einem komplexen, mehrstufigen Prozess nahezu reine Kohlenstoff-Fasern mit stabiler Graphitstruktur. Diese sind lediglich sieben Mikrometer (0,007 Millimeter) dünn. Ein menschliches Haar misst im Vergleich dazu rund 50 Mikrometer. Für die Verwendung im Automobilbereich werden rund 50.000 dieser Einzelfilamente zusammengefasst und für die Weiterverarbeitung aufgewickelt. Schon bei der Herstellung der Karbonfasern in Moses Lake wird die Produktionsenergie ausschließlich mit 100 Prozent Elektrizität aus erneuerbaren Quellen produziert.

Verarbeitung zu textilen Gelegen in Wackersdorf.

Im Innovationspark Wackersdorf werden die in Moses Lake produzierten Faserbündel in industriellem Maßstab zu leichten textilen Gelegen weiterverarbeitet. Gelege mit verschiedenen Faserausrichtungen werden dazu in mehreren Lagen und unterschiedlichen Orientierungen übereinander zu Gelegestapeln, sogenannten Stacks, angeordnet und anschließend zugeschnitten.

Herstellung von CFK-Karosseriekomponenten in Landshut und Leipzig.

Die aus Wackersdorf angelieferten Stacks werden in Innovations- und Produktionszentren in den BMW Werken Leipzig und Landshut zu Karosserieteilen aus CFK weiterverarbeitet. Die Karosserieteile für den BMW i8 entstehen in Landshut, die Karosserieteile für den BMW i3 in Leipzig.

In der Karbonfertigung verleiht ein Preformwerkzeug dem zugeschnittenen Kohlefasergelege zunächst eine stabile, dreidimensionale Form. Mehrere dieser Preform-Rohlinge können dann zu einem größeren Bauteil zusammengefügt werden. So lassen sich auch großflächige Karosseriebauteile herstellen, die sich aus Aluminium oder Stahlblech nur mit

deutlich höherem Aufwand realisieren ließen. Nach dem Konfektionieren folgt das Harzen unter Hochdruck im RTM-Verfahren (Resin Transfer Moulding). Dabei wird in die Preform-Rohlinge unter hohem Druck flüssiges Harz injiziert. Erst durch die Verbindung der Fasern mit dem Harz und das anschließende Aushärten erhält das Material seine Steifigkeit und damit seine hervorragenden Eigenschaften.

Die Pressen arbeiten nach genau definierten, eigenentwickelten Zeit-, Druck- und Temperaturparametern, bis sich das Harz mit dem Härter vollständig verbunden hat und ausgehärtet ist. Dank dieses automatisierten Herstellungsverfahrens kann auf den – bei manuellen CFK-Fertigungsverfahren üblichen – zeitraubenden Aushärteprozess in einem Ofen verzichtet werden.

Das CFK-Verfahren ist nicht vergleichbar mit einer konventionellen Stahlblechherstellung. Das industrialisierte Produktionsverfahren ist hoch wirtschaftlich und macht die Fertigung großflächiger CFK-Verbundbauteile für die Automobilindustrie erst möglich.

Selbst komplexe Baugruppen mit vielen integrierten Strukturelementen, wie zum Beispiel ein kompletter Seitenrahmen des BMW i8 Life-Moduls, werden in der Anlage mit hoher Automatisierung hergestellt. Als weitere Prozessschritte erfolgen die Feinarbeiten wie das saubere Zuschneiden der Bauteilkontur sowie das Einbringen fehlender Öffnungen. Dazu werden die Teile mit einer speziellen Wasserstrahlschneideanlage oder Fräsmaschinen bearbeitet und die Klebeflächen für die Weiterverarbeitung gestrahlt.

Zusammenfügen der CFK-Komponenten im Karosseriebau Leipzig.

Die CFK-Verbundbauteile werden schließlich in Leipzig in der BMW i Karosseriebauhalle zusammengefügt. Hier entsteht die Grundstruktur des Life Moduls für den BMW i8 und den BMW i3. Im CFK-Karosseriebau gibt es keine Lärmbelästigung durch Schrauben oder Nieten, keinen Funkenflug beim Schweißen – es kommt ausschließlich modernste, zu 100 Prozent automatisierte Klebetechnik zum Einsatz. In diesem einzigartigen, von BMW entwickelten Fügeprozess werden dazu die einzelnen Bauteile berührungslos bis auf einen präzise definierten Klebespalt zusammengefügt, um nach dem Klebevorgang eine optimale Festigkeit zu gewährleisten.

3. Leicht und robust: Die Außenhaut aus thermoplastischen Kunststoffen.

Die Außenhaut des BMW i8 besteht zum Großteil aus thermoplastischen Kunststoffen und wird im BMW Werk Landshut hergestellt. Lediglich die Frontklappe und die Türaußenhaut bestehen aus Aluminium. Die Kunststoffteile sind um die Hälfte leichter als Stahlblech und stellen zugleich einen korrosionsfreien Oberflächenschutz dar, der sich energiesparend herstellen lässt. Zudem ist das Material unempfindlich gegenüber Bagatellschäden.

Die futuristische Form des BMW i8 hat die Spezialisten des Produktionsbereichs Kunststoff Exterieur veranlasst, die Fertigungstechnologie entsprechend anzupassen. Die Abmessung der Bauteile sowie die komplexe Formensprache in Verbindung mit den Fugenanforderungen des Fahrzeuges haben dazu geführt, dass sowohl das Kunststoffgranulat eigens entwickelt, als auch die Produktion auf die speziellen Anforderungen des BMW i8 ausgelegt wurde. So erhalten die Stoßfänger in einer hochspezialisierten Manufaktur ihre mehrfarbige Lackierung. Dies ermöglicht eine Zweifarbigkeit mit gleichzeitig extremer Gewichtsoptimierung. Bei der Produktion der BMW i Modelle wird nicht – wie herkömmlich – die gesamte Karosserie in mehreren Arbeitsschritten lackiert, sondern die Lackierung der Stoßfänger, Front-, Heck- und Seitenteile erfolgt einzeln und ist damit ressourcenschonend. Im Zuge der Erstlackierung werden die kompletten Stoßfänger schwarz lackiert. Anschließend kleben die Landshuter Lackspezialisten das Bauteil zur Lacktrennung mit Maskierfolien ab. In akribischer, filigraner Handarbeit decken die Mitarbeiter die Bereiche ab, die auch später ihre schwarze Farbe beibehalten sollen. Danach durchläuft der Stoßfänger die Lackierung noch einmal und erhält an den nicht abgeklebten Bereichen seine Zweitfarbe. Der Lackauftrag erfolgt durch eine innovative, automatisierte Roboterapplikation. Am hinteren Stoßfänger wird durch zusätzliches Montieren eines separat lackierten Bauteiles sogar eine Dreifarbigkeit erzeugt, die eine große optische Wirkung hat. Während bei der konventionellen Fertigung die gesamte Rohkarosserie in einem Stück lackiert wird, eröffnet sich durch die Montage separat lackierter Anbauteile die Möglichkeit, spezielle visuelle Effekte zu kreieren.

4. Drive-Modul: Leichtbau bei den Fahrwerksstrukturteilen, Elektromotor und Hochvoltpeicher.

Die im BMW Werk Dingolfing gefertigten Fahrwerksstrukturteile für den BMW i8 bestehen ausschließlich aus Aluminiumprofilen und -blechen. In aufwendigen Schweißverfahren werden die Einzelteile zum Vorderachsträger sowie komplexen Vorderachs- und Hinterachsmodulen gefügt, die extremen Leichtbau und hohe Steifigkeit in sich vereinen. Der verwendete Werkstoff Aluminium mit seinen guten Crash-Eigenschaften trägt somit zum Gesamtsicherheitskonzept der BMW i Modelle bei.

Mit dem Hochvoltpeicher kommt ein weiteres zentrales Element der neuen BMW i Modelle aus Dingolfing. Am Anfang des Produktionsprozesses steht ein Begin-of-line-Test, in dem die zugelieferten Lithium-Ionen-Zellen zunächst auf ihre Leistungsfähigkeit hin geprüft werden. Danach erfolgt die sogenannte Plasmareinigung der Batteriezellen. Im Anschluss werden die einzelnen Zellen vollautomatisch miteinander zu Modulen verpresst, verklebt und verschweißt. Über 20 Roboter sind hierfür im Einsatz.

Umfangreiches BMW Know-how steckt in der spezifischen Paketierung und Zusammenstellung des Speichers. 400 Montageschritte sind nötig, ihn zu fertigen. Das Speichergehäuse schützt die Lithium-Ionen-Zellen und trägt zur Steifigkeit des Fahrzeugs bei. Nach der Paketierung der Zellen zu Modulen beginnt die Montage. Die Module werden nacheinander in eine Speicherwanne aus Aluminium gehoben und dann manuell – mittels Steckverbindung – miteinander in Reihe verschaltet. Der Speicher ist so konstruiert, dass einzelne Batteriemodule zur Reparatur einfach ausgetauscht werden können.

Der Antrieb ist seit jeher ein wesentliches Differenzierungsmerkmal für die Marke BMW. Die Entwicklung und die Fertigung sowohl des Verbrennungsmotors als auch der E-Maschine für den Plug-in-Hybrid-Sportwagen liegen daher komplett in den Händen der BMW Group. Der Dreizylinder-Benzinmotor mit BMW TwinPower Turbo Technologie (231PS) wird im BMW Motorenwerk Hams Hall (England) produziert. Der Elektromotor des BMW i8 entsteht im BMW Werk Landshut.

Die BMW Group hat die 96 kW starke E- Maschine sowie die Antriebselektronik selbst entwickelt. Im Inneren des Elektromotors befinden sich ein Innengehäuse, der Stator und der Rotor. Der Stator ist der innere

Kern des Motors, der aus rund zwei Kilometern Kupferdraht gewickelt wird. Im Vergleich zu anderen E-Maschinen mit dieser Leistung ist der Elektromotor des BMW i8 durch eine spezielle Wicklung der Kupferdrähte sehr klein und kompakt – das spart Gewicht und Platz. Bevor der Stator in das Innengehäuse kommt, wird er mit einer dünnen Harzschicht überzogen. Dann werden Stator, Rotor, Innen- und Außengehäuse zusammengefügt. Hierzu wird das Innengehäuse auf etwa 150 Grad Celsius aufgewärmt, damit es sich etwas ausdehnt. Dabei ist absolute Präzisionsarbeit gefragt. Denn Stator und Rotor müssen exakt ineinander passen, damit der Motor später reibungslos läuft.

6. Die Montage.

Im Gegensatz zu Fahrzeugen mit selbsttragender Karosserie besteht die Life-Drive Architektur beim BMW i8 einerseits aus einer CFK-Zelle sowie andererseits aus einem Vorder- und Hinterbau aus Aluminium, die die Antriebsumfänge beherbergen. Der Hochvoltspeicher befindet sich für einen optimalen Fahrzeugschwerpunkt unterhalb der CFK-Zelle.

Vom Karosseriebau gelangt die CFK-Fahrgastzelle in die Montagehalle. Sie erhält dort auf dem Montageband die kundenspezifische Ausstattung. Im sogenannten Aufrüstband erfolgt die Vormontage der Antriebskomponenten und des Hochvoltspeichers. Die gesamte Antriebseinheit wird dann im bei der „Hochzeit“ mit der CFK-Zelle verschraubt. Erst danach erhält der BMW i8 sein finales äußeres Kunststoffkleid.

Zuletzt durchläuft der Sportwagen – zusammen mit dem i3 und den anderen in Leipzig gefertigten BMW Fahrzeugen – den abschließenden Finish-Bereich mit umfassenden Qualitätskontrollen.

Die Durchlaufzeit in Karosseriebau und Montage beträgt bei den BMW i Modellen mit rund 20 Stunden nur etwa die Hälfte der in der konventionellen Produktion benötigten Zeit, da Arbeitsschritte parallel stattfinden, weniger Karosseriebauteile in der CFK-Struktur verbaut werden und der Lackierprozess der kompletten Karosserie vollständig entfällt. Der erforderliche Bedarf an elektrischer Energie zur Produktion des BMW i8 und i3 in Leipzig wird dabei vollständig durch vier Windkraftanlagen auf dem Werksgelände abgedeckt.