Giornate dell'innovazione BMW Group 2010.
Mobilità del futuro.
Versione breve.

1. **Perché l'elettromobilità?** 2

2. **Il Project i.** 6

3. **La catena cinematica elettrica.** 10

4. **Costruzione leggera e LifeDrive Concept.** 14

5. **CFRP – un materiale per il futuro.** 17

1. Perché l'elettromobilità?

Il mondo, e con lui il panorama della mobilità individuale, si trova in un momento di profondo mutamento ecologico, economico e sociale. Gli sviluppi globali, come il cambiamento climatico e la penuria delle risorse, rafforzano l'esigenza individuale di molte persone di prendere atto della propria responsabilità sociale e di strutturare la propria vita in modo più consapevole e sostenibile.

Mutano le premesse per la mobilità individuale.
A causa dell'effetto serra in costante progresso e della non-infinitezza delle risorse, è importante soprattutto ridurre in modo drastico e tempestivo le emissioni di CO_2, promuovere il passaggio da combustibili fossili ad energie rinnovabili e aumentare l'efficienza energetica di tutte le utenze. Anche i governi di svariati paesi hanno riconosciuto queste necessità e reagiscono con leggi ambiziose sui parchi auto e con l'incentivazione di vetture esenti da emissioni.

Inoltre, è possibile osservare una crescente urbanizzazione in tutto il mondo. Già metà della popolazione mondiale vive nelle città e ogni giorno sempre più persone vanno a ingrossare questo numero. Le città attirano come calamite la popolazione rurale, concentrando grandi volumi di popolazione in spazi ristretti. Eppure con le città crescono anche le sfide. Infrastrutture modificate, carenza di spazio e inquinamento ambientale richiedono nuove soluzioni per la mobilità.

Sfide per il futuro.
La mobilità del futuro esige un nuovo equilibrio tra esigenze globali e bisogni individuali. Si chiedono nuove soluzioni per una mobilità individuale, e soprattutto sostenibile, nello spazio urbano. Il BMW Group ha riconosciuto questa esigenza e ha sviluppato una vettura che dischiude nuove possibilità in questo scenario, rispondendo miratamente ai desideri in evoluzione della clientela.

Mobilità elettrica come prospettiva promettente per il futuro.
Il BMW Group vede nell'elettromobilità una possibilità per soddisfare le esigenze future della mobilità individuale, in quanto comporta soprattutto

il grande vantaggio di abbattere le emissioni locali. Infatti nell'elettromobilità è la corrente elettrica, e non il carburante, a venire trasformata in energia cinetica, e in questo modo le vetture non producono gas dannosi per il clima. Se l'energia per la locomozione viene ricavata da fonti energetiche rinnovabili - eoliche o idroelettriche - l'elettromobilità eserciterà un'impatto neutro sul clima e risparmierà le risorse naturali. Peraltro l'elettromobilità non è semplicemente esente da emissioni; oltre a questo offre un'esperienza di guida ineguagliabile e fortemente emozionale. I veicoli elettrici da un lato sono silenziosissimi, dall'altro sfruttano il vantaggio di avere a disposizione con i loro motori elettrici, già a veicolo fermo, tutta la coppia generata dalla macchina elettrica. Questa caratteristica garantisce un alto livello di agilità, spingendo sul fattore del divertimento.

Limiti dell'elettromobilità.

Siamo appena all'inizio dello sviluppo dell'elettromobilità, ne consegue che in alcuni punti c'è ancora tanto da lavorare e da innovare. La sfida più impegnativa è senza dubbio il perfezionamento dell'accumulatore di energia. Attualmente questo elemento è il fattore limitante dell'elettromobilità a causa delle sue caratteristiche specifiche di densità energetica e di peso. Attualmente in una batteria è possibile accumulare solo una limitata quantità di energia; la densità energetica del pacco batteria è quindi relativamente bassa. Tuttavia, l'elevato rendimento di un motore elettrico, che può arrivare al 96%, riesce in parte a compensare questo svantaggio. Certamente l'autonomia di una vettura elettrica oggi non è neppure paragonabile a quella di un motore a scoppio. Tuttavia, grazie a ricerche notevolmente estese nel campo degli accumulatori di energia automotive, si può pensare che nei prossimi anni saranno possibili ulteriori progressi tecnologici che permetteranno di raggiungere autonomie superiori.

Il peso dell'accumulatore è il secondo fattore di limitazione dell'autonomia. Purtroppo, a causa della ridotta densità energetica, una batteria in grado di far funzionare un'automobile ha più o meno le dimensioni di una grande valigia e, per giunta, è molto pesante. Per non sovradimensionare ulteriormente la batteria, rendendola ancora più pesante, gli ingegneri cercano di sfruttare al meglio la capacità disponibile e di aumentare l'autonomia con provvedimenti come l'impiego rigoroso di costruzioni leggere e strategie intelligenti di ricarica e di sfruttamento. Tra l'altro, si sta lavorando in modo mirato per

accorciare drasticamente i tempi di ricarica, visto che per ricaricare completamente la batteria di una vettura elettrica occorrono ancora parecchie ore e in questo lasso di tempo ci si deve astenere dall'uso del mezzo.

Gli sviluppatori del BMW Group hanno individuato gli ambiti dell'elettromobilità in cui c'è ancora molto da lavorare e si impegnano per trovare soluzioni ideali a beneficio del cliente. Complessi progetti pilota in Germania, Gran Bretagna e negli USA forniscono preziose informazioni in merito all'utilizzo e al funzionamento delle vetture elettriche e in futuro consentiranno al BMW Group di adattare ancora meglio questo tipo di vetture alle esigenze della clientela. Come dimostrano i primi risultati del testing della MINI E, il BMW Group ha imboccato la strada giusta.

Il BMW Group persegue un approccio complessivo orientato al futuro.

L'elettromobilità è una parte integrante della strategia aziendale in base alla quale il BMW Group orienta con coerenza i propri processi e le proprie strutture. Lo dimostra chiaramente anche la strategia Efficient Dynamics che riflette la scelta strategica a lungo termine del BMW Group in direzione di una mobilità individuale esente da emissioni. I provvedimenti per la realizzazione di questo obiettivo spaziano dal pacchetto tecnologico Efficient Dynamics introdotto nella dotazione di serie, con propulsori ottimizzati sotto il profilo della combustione e interventi a livello di costruzione leggera, di aerodinamica e gestione dell'energia attraverso vari gradi di elettrificazione (vetture ibride), fino a progetti di veicoli completamente esenti da CO_2 come le vetture elettriche o a idrogeno.

BMW orienta con coerenza i propri processi e le proprie strutture verso l'elettromobilità.

Per conferire anche alle vetture elettriche l'impronta dell'azienda, il BMW Group ha scelto di sviluppare al proprio interno i singoli elementi identificativi di una vettura elettrica. Solo in seguito potrà nascere un prodotto rispondente agli standard del BMW Group. Accumulatore d'energia, propulsore elettrico e telaio vengono pertanto sviluppati all'interno della rete di ricerca e innovazione del BMW Group. Partner, tra cui SB LiMotive nel settore dello sviluppo batterie oppure SGL Automotive Carbon Fibers (SGL Group) nello sviluppo e nella produzione di fibre di carbonio e roving in fibra di carbonio, integrano con il loro know-how il lavoro di sviluppo del BMW Group per consentire

anche in futuro il progresso della mobilità individuale.

BMW pensa oltre il prodotto.

L'elettromobilità dischiude opportunità completamente nuove anche esternamente alla vettura. Ad esempio, è possibile ipotizzare svariati servizi orbitanti attorno alla ricarica delle auto elettriche. È per questo che il BMW Group sta già collaborando con fornitori di elettricità per consentire un accesso rapido e flessibile all'elettricità "verde". Altre possibilità per rendere ancora più appetibile l'elettromobilità agli occhi dei clienti sono individuabili nei regolatori di carica intelligenti e nella ricarica da remoto. Inoltre, il BMW Group sta pensando anche a servizi di mobilità a più ampio raggio e a proposte di trasporto intermodale in grado di soddisfare le esigenze di mobilità del futuro.

2. Il Project i.

Con il Project i, alla fine del 2007 è partita un'iniziativa il cui compito consiste nello sviluppo di progetti di mobilità sostenibili e innovativi come punta di diamante del BMW Group. L'obiettivo a lungo termine è trasformare l'intera impresa con nuovi approcci ideologici e progetti concreti nei settori di produzione, sviluppo e distribuzione.

"Con il Project i il BMW Group affronta le sfide future della mobilità individuale." (Martin Arlt)

Un approccio rivoluzionario per un prodotto rivoluzionario.
Per l'attuazione di questi obiettivi non servono solo nuovi processi e nuove tecnologie. Gli sviluppatori del BMW Group analizzano criticamente l'ingegneria automobilistica sin qui conosciuta. Ecco perché, con il Project i, il BMW Group ha creato un "think tank" che può e deve lavorare in modo non convenzionale, avvalendosi di scienziati e di figure anticonformiste di tutta l'azienda al di fuori delle strutture esistenti. È nata così una piccola ma efficiente unità organizzativa che si impegna per concepire prodotti in cui si combinino requisiti di sostenibilità, valore aggiunto e orientamento al futuro, per poi implementarli insieme ai propri reparti tecnici e a partner adatti esterni all'azienda. In questo contesto fortemente focalizzato gli sviluppatori lavorano in modo indipendente, ma ciononostante con il pieno supporto degli esperti di tutta l'azienda.

Le premesse del Project i.
Gli sviluppatori del BMW Group, tuttavia, non hanno cominciato il proprio lavoro per il Project i partendo da una pagina bianca. Il lavoro di sviluppo vero e proprio è stato preceduto da un'intensa attività di ricerca condotta sulle questioni della mobilità e sulle future esigenze della clientela. Da qui sono stati ricavati in tempi rapidi i requisiti del prodotto da sviluppare: una vettura che si muove nel modo più ecologico possibile, cioè senza emissioni, e che allo stesso tempo soddisfa i requisiti della moderna mobilità urbana – il

Megacity Vehicle (MCV). L'obiettivo finale, scelto internamente, era il raggiungimento del maggior livello di sostenibilità possibile. Dal primo fornitore fino al riciclaggio dei componenti una volta esaurita la vita utile della vettura, la sostenibilità deve rispecchiarsi nei processi in tutti e tre i suoi aspetti fondamentali: ecologico, economico e sociale. Pertanto, gli sviluppatori hanno analizzato criticamente tutti i processi e gli elementi della catena del valore. I risultati hanno costituito allo stesso tempo le premesse per la nascita del Megacity Vehicle.

"Ho imparato più nei due anni e mezzo dedicati a questo progetto che negli otto precedenti." (Peter Ratz)

Il risultato convince.

Il progetto ha sfruttato in modo intensivo tutte le libertà e le possibilità disponibili. Il risultato è un concetto di mobilità unitario e sostenibile che evidenzia il modo in cui il BMW Group immagina in futuro la mobilità individuale. Grazie alle nuove caratteristiche conferite alla propulsione e all'architettura dell'automobile, ma anche grazie all'uso di nuovi materiali, parte della produzione viene semplificata, parte assoggettata a processi completamente diversi. Per assicurare il risultato ottimale, partner molto validi come SB LiMotive (sviluppo celle batteria) e SGL Automotive Carbon Fibers (produzione di fibra di carbonio e roving in fibra di carbonio) integrano il know-how del BMW Group.

Il percorso del Project i – MINI E, BMW Concept ActiveE e MCV.

La fortunata storia del Project i inizia nella primavera del 2008 con la MINI E. È così che il progetto attira per la prima volta anche l'attenzione del grande pubblico. Come primo progetto del BMW Group in questo ambito, la MINI E con un'autonomia media d'uso quotidiano di 150 km e una potenza di 204 CV non si è limitata a definire nuovi canoni tecnici, ma svolge dal primo momento un importante lavoro pionieristico per lo sviluppo di sistemi alternativi di propulsione sulla via di una mobilità esente da emissioni di CO_2. L'obiettivo dello sviluppo era quello di consegnare la MINI E nelle mani della clientela al più presto possibile per poter ottenere direttamente dagli utenti preziose conoscenze relative all'uso quotidiano di un veicolo elettrico. Dalla metà del 2009 negli Stati Uniti, in Gran Bretagna e Germania ci sono già clienti che guidano la MINI E e che con le loro esperienze contribuiscono attivamente all'evoluzione di una mobilità a zero emissioni.

USA e Germania sono concordi: l'elettromobilità è adatta all'uso quotidiano.

I primi risultati del testing a Berlino e negli Stati Uniti sono già straordinariamente positivi. Gli studi evidenziano che oltre il 90% dei partecipanti non si è sentito limitato nel proprio comportamento di mobilità abituale dall'autonomia media di 150 km. Anche i tempi di ricarica, contrariamente alle aspettative, non rappresentano una limitazione per i clienti. Nel complesso, il comportamento d'uso di chi guida la MINI E si distingue solo marginalmente dal comportamento di utenti analoghi di MINI Cooper e BMW 116i. Inoltre, tutti gli utenti sottolineano che è molto divertente guidare una MINI E. Il piacere di guidare e l'elettromobilità non si escludono in alcun modo, ma si conciliano perfettamente. Gli esiti degli studi lasciano intendere che un Megacity Vehicle con un'autonomia lievemente superiore e una maggiore spaziosità è in grado di soddisfare praticamente al 100% le esigenze di mobilità degli abitanti dei grandi centri urbani.

BMW Concept ActiveE.

Il BMW Concept ActiveE porta avanti con coerenza le attività di ricerca e sviluppo del BMW Group in materia di elettromobilità nell'ambito del Project i. Il motore concepito appositamente per la prima BMW a propulsione esclusivamente elettrica eroga 125 kW/170 CV e mette a disposizione una coppia massima di 250 newtonmetri. Il propulsore elettrico ricava la propria energia da accumulatori agli ioni di litio, anch'essi di concezione completamente nuova, che consentono un'autonomia di circa 160 km nell'uso quotidiano. Inoltre, la BMW Concept ActiveE dispone di quattro posti e un bagagliaio di dimensioni normali. I componenti della catena cinematica elettrica sono stati concepiti tenendo conto dei requisiti dell'MCV e qui vengono testati in uno stadio di preserie.

Sulla base di questo studio concettuale, presentato nel dicembre 2009, nel 2011 il BMW Group intende consegnare nelle mani della clientela un'altra flotta di autovetture elettriche di prova. Questo testing servirà ad approfondire le nozioni già acquisite in merito all'uso quotidiano di autovetture con propulsore elettrico e a fornire ulteriori conoscenze in merito ai desideri della clientela.

Megacity Vehicle (MCV).

Con il Megacity Vehicle (MCV) il BMW Group propone una nuova soluzione per la mobilità sostenibile in ambiente urbano che verrà lanciata sul mercato già nel 2013 con un sottomarchio BMW. L'MCV dispone di un propulsore di nuova concezione (ved. cap. 3) e di un'architettura rivoluzionaria (LifeDrive, cap. 4) che coniuga rigorosamente costruzione leggera, funzionalità ottimizzata dello spazio e massima resistenza all'urto.

"In futuro il comparto premium sarà dominato dalla casa automobilistica che sarà in grado di superare la concorrenza con una produzione improntata alla massima efficienza e al minor consumo di risorse e di offrire ai propri clienti le soluzioni più avanzate ed "emozionali" per una mobilità individuale ecologica. Il BMW Group intende assumere questo ruolo di precursore anche per il futuro." (Martin Arlt)

3. La catena cinematica elettrica.

Dinamismo ed emissioni zero – la nuova generazione del movimento.
Il BMW Group rivendica anche per il futuro l'esigenza di continuare a costruire i migliori motori per automobili. Motori che si distinguono dalla concorrenza per efficienza, erogazione di potenza e silenziosità – anche quando a generare il movimento è la corrente elettrica invece del carburante. Con altrettanta tenacia il BMW Group porta avanti lo sviluppo tecnico dell'elettromobilità. Presso il centro di competenza motori elettrici del BMW Group, il cosiddetto "e-Werk", lavorano a stretto contatto gli esperti in sviluppo, produzione e acquisti, accomunati dall'impegno di implementare la nuova generazione di propulsori.

La possibilità di muovere vetture con energia elettrica dischiude prospettive di mobilità completamente nuove. Le vetture elettriche non si limitano a consentire uno spostamento locale esente da emissioni e silenzioso, ma convincono anche con un'esperienza di guida molto agile e completamente nuova. Il propulsore elettrico del BMW Group per il Megacity Vehicle offre una potenza molto superiore a 100 kW. La sua particolarità, tuttavia, è che in questo caso la coppia del motore è interamente disponibile dal momento dell'accensione e non deve essere sviluppata dal numero di giri del motore, come invece accade per i propulsori a scoppio. L'alta coppia disponibile già a vettura ferma assicura alle automobili elettriche una particolare agilità, garantendo valori di accelerazione impressionanti. L'alto numero di giri utile superiore a 12.000 giri/min. consente un'erogazione della coppia senza interruzione a tutti i regimi. Questo significa che, con un solo rapporto, una vettura elettrica può accelerare da ferma direttamente alla velocità massima.

"L'elettromobilità non costituisce affatto un ripiego rinunciatario. Le vetture elettriche sono davvero divertenti." (Patrick Müller)

Potenti e compatti - i componenti del propulsore.
Una vettura con propulsore elettrico, tuttavia, non offre semplicemente un

comportamento su strada gradevole. La macchina elettrica dispone di una densità di potenza superiore rispetto a un motore a scoppio. Questo significa che in un motore elettrico è possibile tradurre e implementare la stessa potenza in uno spazio più ridotto. Viene meno anche l'esigenza di integrare un sistema di scarico o un complesso circuito dell'aria di ricircolo. Pertanto è possibile integrare il gruppo propulsore compatto in modo ottimale nell'architettura del veicolo. Le dimensioni e i pesi dell'accumulatore di energia, tutt'oggi ineliminabili, limitano tuttavia questo vantaggio: le vetture elettriche necessitano di uno spazio dedicato per alloggiare l'accumulatore di energia relativamente voluminoso. La conversione dalla propulsione a scoppio a quella elettrica altro non è che una soluzione provvisoria e non rappresenta la risposta definitiva alle problematiche dell'elettrificazione della catena cinematica.

Il cuore elettrico - il motore elettrico.

Il cuore della propulsione elettrica è costituito dal motore elettrico con la relativa elettronica di potenza che trasforma l'energia elettrica in energia cinetica. Detto in parole povere, l'ultima generazione del motore elettrico del BMW Group consiste in uno statore tubolare fissato rigidamente all'alloggiamento e in un cilindro girevole all'interno dello statore, ossia il rotore, che è collegato con il rapporto di cambio e quindi con le ruote motrici. Nello statore vengono alloggiate le bobine in cui è possibile generare un campo magnetico grazie al flusso di corrente. Sul rotore, viceversa, si trovano uno o più magneti con polarità fissa. Inserendo la corrente elettrica, il polo sud del campo magnetico generato nello statore, figurativamente parlando, attrae il polo nord del magnete del rotore. Tuttavia, il polo sud passa alla fase successiva prima che il polo nord del rotore raggiunga il polo sud dello statore. Ne consegue che anche il rotore ruota ulteriormente "rincorrendo" il cambiamento dei campi magnetici sullo statore. Con il proprio moto rotatorio, il rotore trasmette l'energia meccanica necessaria per la spinta propulsiva. Il presupposto base per un motore elettrico funzionante e per una capacità prestazionale ottimale è la corretta rotazione dei campi magnetici sullo statore. Questo importante compito viene svolto da una speciale unità di comando: l'elettronica di potenza, che garantisce l'ulteriore inserzione del campo magnetico alla velocità richiesta e con la corretta intensità di campo. In questo modo assicura che il rotore ruoti al numero di giri richiesto, erogando la coppia desiderata.

L'accumulatore di energia – il serbatoio della vettura elettrica.

Per poter mettere in moto il motore di una vettura elettrica occorrono correnti molto alte. Per ogni fase si inseriscono correnti di intensità fino a 400 Ampere, il che equivale grosso modo a 25 volte la corrente massima di una presa domestica. Anche le tensioni si raddoppiano quasi rispetto all'alimentazione elettrica tradizionale dei normali utilizzatori, arrivando anche a 400 Volt. Per accumulare questa energia e metterla a disposizione in caso di necessità, viene utilizzato un gran numero di celle batteria collegate in serie, che vengono suddivise in unità modulari più piccole. Nell'ambito dello sviluppo e della progettazione dell'accumulatore di energia e anche del sistema ad alta tensione della vettura, era importante garantire prima di tutto la sicurezza dei passeggeri. Per questo sono state introdotte numerose misure di sicurezza relative all'accumulatore di energia e al sistema ad alta tensione in grado di assicurare la protezione ottimale dei passeggeri. Approfonditi test di sicurezza dimostrano che vengono soddisfatti tutti i requisiti di legge e gli standard interni relativi ai crash test.

Sfide per il futuro.

Il futuro dell'elettromobilità sta soprattutto nell'evoluzione dell'accumulatore di energia. Gli sviluppatori BMW lavorano quindi alacremente alla costruzione di un accumulatore più compatto, meno costoso e più leggero. Ma il primo obiettivo è soprattutto quello di generare il maggiore quantitativo possibile di energia per raggiungere un'autonomia superiore. Attualmente, infatti, la densità energetica dell'accumulatore di energia di una vettura elettrica non è ancora paragonabile a quella di un serbatoio di carburante pieno. Una batteria da 22 kWh contiene un equivalente energetico di circa 2,5 litri di benzina super. In proporzione i valori di autonomia possibili al momento sono più ridotti. Un motore elettrico, tuttavia, lavora in modo più efficiente: grazie al rendimento notevolmente superiore (fino al 96%) – nel migliore dei casi un motore a combustione raggiunge il 40% – il motore elettrico con energia limitata arriva parecchio più in là di una vettura con motorizzazione analoga equipaggiata con motore a scoppio. Grazie all'efficienza straordinariamente elevata, per il 90% dei clienti l'autonomia attualmente raggiunta è già sufficiente e rende la vettura adatta all'uso di tutti i giorni. Lo confermano i risultati di studi di utilizzo con la MINI E.

La problematica centrale della mobilità elettrica rimarrà, tuttavia, anche in futuro la seguente: come riuscire a incrementare ulteriormente l'autonomia. Su questo punto gli sviluppatori lavorano in due direzioni. Il provvedimento più importante è quello di ridurre il più possibile il peso della vettura ricorrendo rigorosamente alla costruzione leggera e all'utilizzo intelligente dei materiali (ved. anche cap. 4). Questo viene realizzato per quanto possibile anche nell'ambito del propulsore. Ugualmente concepibile è un aumento della capacità della batteria. Il sovradimensionamento della batteria, tuttavia, renderebbe la vettura più pesante, tornando a limitare l'autonomia. Pertanto, si cerca di sfruttare meglio la capacità disponibile della batteria. A questo scopo, da un lato le batterie vengono scaricate il più possibile, dall'altro si cerca di ridurre il più possibile il consumo energetico durante la marcia con l'ausilio di regolatori di carica intelligenti, un'ottimizzazione della temperatura operativa della batteria in base alle necessità e strategie di utilizzo efficienti. Questo include anche misure per il controllo efficiente dei sistemi di climatizzazione e riscaldamento, illuminazione e Infotainment. A lungo termine il futuro risiede, tuttavia, nell'evoluzione dell'accumulatore di energia fino al raggiungimento di una densità energetica superiore.

Range Extender – piccoli motori, grande autonomia.

Un provvedimento speciale per l'incremento dell'autonomia è rappresentato dal cosiddetto "Range Extender": un motore a scoppio produce corrente mediante un generatore al fine di ricaricare la batteria in marcia oppure di mantenerla ad un livello di carica costante. In questo modo è possibile ottenere un'autonomia supplementare considerevole. Dal momento che a bordo è già presente una vera e propria macchina elettrica, questo motore a scoppio può essere relativamente piccolo. Con 20 - 30 kW di potenza elettrica, il Range Extender mette a disposizione energia sufficiente per poter conservare il profilo di marcia desiderato. Grazie alla potenza modesta del motore alternativo si ottiene, inoltre, un consumo di carburante relativamente basso. Sebbene sia assolutamente plausibile come soluzione a breve termine per l'incremento dell'autonomia, a più lunga scadenza gli sviluppatori del BMW Group puntano chiaramente sull'evoluzione della tecnologia della batteria. La forte accelerazione cui si assiste nel campo della tecnologia dell'accumulatore di energia automotive, ci induce a prevedere ulteriori balzi in avanti in questo settore.

4. Costruzione leggera e LifeDrive Concept.

L'elettrificazione di una vettura richiede nuovi concetti nell'architettura automotive e nell'ingegneria della carrozzeria per poter sfruttare in modo ottimale i potenziali della mobilità elettrica. Ma come deve essere l'architettura razionale e funzionale della carrozzeria di una vettura elettrica? Con il rivoluzionario concetto "LifeDrive" gli ingegneri del BMW Group ripensano radicalmente l'architettura della vettura per adattarla ai requisiti e alle condizioni della mobilità di domani. La loro idea di carrozzeria si orienta rigorosamente allo scopo d'impiego e al campo di utilizzo successivi della vettura e propone un utilizzo innovativo dei materiali.

Analogamente a quanto accade per le vetture con sistema di costruzione a telaio, il concetto del LifeDrive è composto da due moduli orizzontali indipendenti. Il modulo "Drive", lo chassis, costituisce la base stabile e integra batteria, propulsore e funzioni strutturali e anticollisione di base in un'unica struttura. La controparte, il modulo "Life", consta essenzialmente della cella ad alta resistenza e ultraleggera in materiale plastico rinforzato con fibra di carbonio (CFRP). L'impiego del materiale hightech in quest'ordine di grandezza non ha precedenti. Con questo concetto innovativo, il BMW Group attribuisce una dimensione completamente nuova a tematiche come la costruzione leggera, l'architettura del veicolo e la sicurezza in caso di collisione.

La costruzione leggera fa la differenza.
Una costruzione leggera coerente è di grande importanza in particolare per una vettura con propulsione elettrica. Accanto alla capacità della batteria è soprattutto l'elevato peso della vettura a limitare l'autonomia. Più leggera è una vettura, più grande è l'autonomia – solo perché il motore elettrico deve mettere e mantenere in movimento una massa inferiore. In una vettura elettrica la catena cinematica, tuttavia, pesa quasi 100 kg più di quella di un'automobile con motore a scoppio, incluso serbatoio pieno. Questo è dovuto soprattutto al peso della batteria. Per compensare questo svantaggio, il BMW Group punta su una costruzione leggera rigorosa e su un uso innovativo dei materiali. A seconda delle esigenze e dell'area di impiego, per ciascun componente gli ingegneri del BMW Group sfruttano il

materiale in modo ottimale. Ed effettivamente gli sviluppatori sono riusciti a fare in modo che l'ingombro della batteria nel complesso "pesi relativamente".

Il CFRP nella costruzione della carrozzeria.

La gran parte del risparmio di peso è attribuibile al materiale CFRP (plastica rinforzata con fibra di carbonio). L'uso del materiale per superfici estese, come nel modulo Life, non ha precedenti nella produzione di vetture in grande serie. A parità di resistenza, il CFRP pesa circa il 50% in meno dell'acciaio. L'alluminio farebbe risparmiare "solo" il 30% del peso. Il CFRP è quindi il materiale più leggero utilizzabile nella costruzione della carrozzeria senza penalizzare la sicurezza. Un ulteriore vantaggio consiste nella resistenza alla corrosione. Il materiale non arrugginisce ed è pertanto notevolmente più longevo del metallo. Inoltre, rimane stabile in presenza di qualsiasi condizione climatica.

Più leggero è più sicuro.

Accanto alla costruzione leggera, la sicurezza dei passeggeri ha giocato un ruolo altrettanto importante nello sviluppo del concetto LifeDrive. La combinazione di materiali realizzata con il modulo Drive in alluminio e la cella di sopravvivenza in CFRP del modulo Life ha superato tutte le aspettative fin dai primi test, dimostrando chiaramente che fra costruzione leggera e sicurezza vi è perfetta compatibilità!

Analogamente al cockpit di un'auto da Formula 1, la cella di sopravvivenza in CFRP assicura uno spazio vitale/di sopravvivenza oltremodo stabile. L'impressionante comportamento del materiale estremamente rigido rispetto alla sicurezza si evidenzia soprattutto nel caso di impatti con pali e urti laterali. Mentre per le strutture in metallo servono grandi zone di deformazione, grazie a speciali elementi di deformazione nella struttura CFRP si riesce ad assorbire una grande quantità di energia in uno spazio estremamente ridotto. Nonostante le forze elevate, in parte ad azione puntiforme, il materiale si ammacca a mala pena.

Un'ulteriore sicurezza in caso di impatto frontale e posteriore viene garantita da strutture attive in alluminio nell'avantreno e nel retrotreno del modulo Drive. Per garantire la miglior protezione possibile, la batteria viene alloggiata nel sottoscocca, che è il punto in cui la vettura si deforma di meno in caso di collisione. In caso di impatto laterale la batteria beneficia anche delle

caratteristiche antideformazione del modulo Life, dal momento che le forze vengono intercettate già tutte qui e non arrivano all'accumulatore d'energia. Nel complesso, la cella di sopravvivenza in CFRP ad alta resistenza in combinazione con la distribuzione intelligente delle forze nel modulo LifeDrive costituisce il presupposto essenziale per una protezione ottimale dei passeggeri.

Vantaggi del LifeDrive.

Nella rivoluzionaria architettura dell'auto, il concetto del LifeDrive affronta tutti i requisiti della mobilità elettrica e integra l'ingombrante batteria e il motore elettrico compatto in una struttura resistente agli impatti. Eppure, il fatto che il concetto di LifeDrive nasconda molto di più di un "semplice concetto di carrozzeria moderna, leggera e sicura" diventa evidente se, accanto al prodotto, si prendono in considerazione anche i relativi processi di produzione. La costruzione a telaio è attuabilissima fino a che si arriva alla produzione di volumi medi. Dopo di che, la nuova architettura della vettura rende possibili processi di produzione completamente nuovi, che sono più semplici, flessibili e richiedono meno energia.

5. CFRP – un materiale per il futuro.

La plastica rinforzata con fibra di carbonio (CFRP) è difficilmente paragonabile ad altri materiali. Si tratta di un materiale composito del tutto particolare che possiede numerose caratteristiche positive in una combinazione unica. Il CFRP consiste in una fibra di carbonio immersa in una matrice di plastica (resina). Il materiale in questo modo risulta estremamente stabile e allo stesso tempo molto leggero; di conseguenza, a parità di funzione, pesa circa il 50 percento in meno dell'acciaio. Inoltre, il materiale resiste alla corrosione, agli acidi e ai solventi organici ed è quindi notevolmente più longevo del metallo. A ciò si aggiunge che rimane stabile a tutte le condizioni climatiche e si deforma a malapena anche in presenza di elevate oscillazioni termiche.

Oltre a ciò, il CFRP possiede un'impressionante capacità di assorbimento dell'energia ed è quindi molto difficile da danneggiare. Il CFRP è il materiale più leggero utilizzabile nella costruzione della carrozzeria senza penalizzare la sicurezza. Il segreto di questo materiale ad alta resistenza è la fibra di carbonio, la quale, essendo molto resistente allo strappo, sopporta notevoli sollecitazioni nel senso della fibra. Questa speciale caratteristica consente una calibrazione delle caratteristiche dei componenti adeguata al carico da sopportare. Come la natura, che distribuisce il materiale nelle ossa o nelle piante solo laddove è veramente necessario, gli esperti dispongono le fibre nella dovuta quantità nella direzione di quello che sarà il successivo senso di applicazione dei carichi. Con questo sistema il componente viene concepito esattamente in base alle successive esigenze e allo stesso tempo resta molto leggero.

Competenza tecnologica del BMW Group.

Mediante l'intenso sviluppo dei materiali e dei processi, negli ultimi dieci anni il BMW Group ha acquisito una competenza molto elevata nei processi di produzione specifici del CFRP, nell'utilizzo mirato degli utensili e nell'ottimizzazione dei tempi di ciclo. Gli specialisti del BMW Group sono riusciti a perfezionare e automatizzare il processo di produzione dei componenti in CFRP presso lo stabilimento di Landshut in modo tale che ora, per la prima volta, è possibile produrre in grande serie, in modo economicamente efficiente e con alto livello di qualità, anche i

componenti per carrozzeria in materiali rinforzati con fibra di carbonio. Già nel 2003 presso il BMW Group è iniziata una nuova generazione della produzione di serie CFRP: ultramoderna e con tempi ciclo molto brevi.

Dalle fibre al roving.

Il punto di partenza della produzione del CFRP è il cosiddetto "precursor", una fibra tessile in poliacrilonitrile. Questa fibra, tra l'altro, si trova anche in prodotti tessili in pile. In un complesso processo multifase, a svariate condizioni di temperatura e pressione, tutti gli elementi delle fibre vengono separati in forma gassosa fino ad ottenere una fibra sottile appena sette micrometri con una struttura grafitica costituita praticamente quasi solo da carbonio puro. Con 0,007 millimetri il diametro di queste fibre corrisponde ad appena un decimo del diametro di un capello umano. Successivamente circa 50.000 di questi filamenti singoli vengono riuniti nei cosiddetti "roving" o "heavy tow" per l'ulteriore utilizzo - ad es. trovano impiego anche nelle grandi pale dei rotori degli impianti eolici. Dal fascio di fibre vengono quindi lavorati speciali roving di fibra. Se le fibre venissero tessute, la curvatura che ne deriverebbe penalizzerebbe nuovamente le loro eccezionali caratteristiche. Solo l'orientamento specifico delle fibre una accanto all'altra su un piano assicura le caratteristiche ottimali di un componente CFRP.

Preformare e confezionare.

Nel cosiddetto processo di preformatura i roving tagliati a misura in base alle esigenze, ma ancora piani, acquistano il proprio contorno tridimensionale. Un certo numero di questi pacchetti di strati preformati (preforme) può essere combinato poi in un componente più grande. In questo modo con il CFRP, ad esempio, è possibile produrre componenti per carrozzeria altamente integrati e di grande superficie che altrimenti potrebbero essere realizzati solo in alluminio o in lamiera d'acciaio con costi notevoli. Nel corso degli anni il BMW Group ha elaborato una preziosa competenza tecnologica per rendere il roving ancora flessibile abbastanza maneggevole da consentire alle preforme grezze di rimanere stabili e al confezionamento di congiungere con estrema precisione i pezzi grezzi.

Resina sotto alta pressione con il Resin Transfer Moulding (RTM).

Nel passaggio successivo le sovrastrutture preformate vengono addotte all'iniezione di resina – detta anche impregnatura. Il materiale acquista, infatti, la propria rigidità e quindi le proprie eccellenti caratteristiche solo

tramite l'unione delle fibre con la resina e il successivo indurimento. Nel Resin Transfer Moulding (RTM) la resina viene iniettata nelle preforme sotto alta pressione. L'impregnatura delle fibre con resina è un processo altamente complesso, carico di requisiti contrastanti. Da un lato, la resina deve penetrare in ogni punto del materiale in tempo molto breve, bagnando ogni fibra fino al livello microscopico. Dall'altro lato, la resina deve indurirsi il più rapidamente possibile, ossia non appena tutto il materiale viene impregnato. Inoltre, un distaccante deve assicurare che i componenti resinati possano essere rimossi dagli stampi senza danneggiarli – evitando, tuttavia, di compromettere il legame tra fibra e resina. Risolvere e realizzare contemporaneamente queste situazioni contrastanti è molto complesso. In proposito il BMW Group ha sviluppato concetti di processo, utensili e impianti propri che risolvono questo conflitto di obiettivi e consentono un'elevata produttività mantenendo allo stesso tempo un livello elevato di qualità.

Lavorazione finale – molatura di precisione con getto d'acqua.
Dopo l'iniezione della resina e l'indurimento restano ancora da svolgere solo i lavori di precisione, come il taglio a misura pulito del contorno del componente e la realizzazione delle aperture ancora mancanti. Dal momento che dopo la resinatura il componente CFRP finito già possiede la sua stabilità completa, e quindi la resistenza, questa lavorazione finale viene affidata ad un impianto di taglio a getto d'acqua. Contrariamente alle teste di fresatura convenzionali il taglio a getto d'acqua consente operazioni di troncatura e trapanatura in assenza di usura. Per garantire il miglior risultato gli esperti hanno ottimizzato il procedimento specificamente per la lavorazione del CFRP.

Riciclaggio e generazione di energia rinnovabile.
Il BMW Group non si limita a ripensare il ciclo del prodotto, tanto è vero che nel corso del lavoro intensivo con il materiale ha sviluppato fino alla maturità di serie un sistema di riciclaggio unico al mondo per scarti di produzione puri. Un sistema che consente di reintrodurre nei processi una percentuale importante delle fibre. Mediante lo speciale processo di trattamento si torna ad ottenere un tessile addirittura in grado di coprire il fabbisogno di fibre primarie. Presso il BMW Group la sostenibilità ecologica nel settore CFRP non trova espressione semplicemente nel riciclaggio. Già a partire dalla produzione della fibra di carbonio nell'ambito della joint venture con SGL ACF (Automotive Carbon Fibers) il BMW Group si assicura che l'energia necessaria presso lo

stabilimento di Moses Lake (USA) sia esclusivamente di tipo rinnovabile. Lo stabilimento definirà nuovi parametri anche per quanto riguarda l'efficienza energetica.

Metodi d'approccio unitari per un risultato ottimale.

Negli ultimi dieci anni tutti i processi, i materiali, gli impianti e gli utensili sono stati concepiti dagli sviluppatori e dagli esperti CFRP al punto che ora è possibile una produzione di componenti CFRP in grande serie. Contestualmente gli specialisti CFRP hanno sempre tenuto sotto controllo l'intera catena di processo e del valore. Dalla produzione di fibre fino al riciclaggio, finora il BMW Group ha mantenuto un'influenza non comune su tutti processi. Perché solo così è possibile garantire la rispondenza agli elevati requisiti in materia di qualità e cicli di processo.

Attraverso il coerente sviluppo dei processi, degli impianti e dei collaboratori con l'obiettivo costante dell'approccio di (grande) serie, il BMW Group ha elaborato una competenza tecnologica senza precedenti. Perché il BMW Group percepisce il CFRP non solo come applicazione di nicchia, ma anche come tecnologia avveniristica da applicare nell'industria automobilistica.

"Per noi il CFRP è il materiale del futuro." (Norbert Reithofer)

Per ulteriori informazioni si prega di rivolgersi a:

Tobias Hahn, Comunicazione tecnologica
telefono: +49-89-382-60816, fax: +49-89-382-28567

Internet: www.press.bmwgroup.com
e-mail: presse@bmw.de