

# Il centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale del BMW Group. Table des matières.

<b>1. Il centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale del BMW Group.</b>	
Scheda segnaletica. ....	2
<b>2. Le strade del mondo nel centro EVZ: molti vantaggi per un processo di sviluppo efficiente. ....</b>	<b>5</b>
<b>3. Cosa succede nel centro EVZ? Ovvero il mago del tempo. ..</b>	<b>16</b>
<b>4. La strada in laboratorio. ....</b>	<b>32</b>
<b>5. Sostenibilità nel BMW Group – Efficient Dynamics = efficienza nell’esecuzione dei test. ....</b>	<b>43</b>
<b>6. Dati e numeri: Il nuovo Centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale del BMW Group. ....</b>	<b>48</b>



# 1. Il centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale del BMW Group.

## Scheda segnaletica.

Durante la sua vita utile un'auto deve resistere a tutte le condizioni ambientali. I sistemi della vettura devono funzionare in modo ottimale anche in caso di pioggia, neve, caldo, freddo e differenti pressioni atmosferiche. In caso di pioggia il sistema frenante deve dimostrare tutta la sua efficacia, il pulviscolo di neve dell'autocarro in marcia davanti al veicolo non deve influenzare il motore, il calore non deve sovraccaricare il raffreddamento. Per progettare le vetture in modo da soddisfare queste esigenze e per testarle, finora erano necessari dispendiosi collaudi in paesi a clima caldo e freddo. Ora il BMW Group ha portato il mondo in laboratorio. Tutti i parametri ambientali rilevanti come calore, freddo, umidità e pressione dell'aria, precipitazioni e vento possono essere simulati nel nuovo centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale, un ambiente di prova senza precedenti con questo tipo di combinazione.

- Cinque banchi di prova costituiscono un ambiente di prova unico nel suo genere: il nuovo centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale (EVZ) si compone di tre gallerie del vento termiche: "galleria del vento climatica", "galleria del vento termica" e "galleria del vento ambientale" e di due banchi prova per la camera: "camera per prove in quota" e "camera del freddo".
- Tutte le strade e le zone climatiche sotto un solo tetto: nel centro EVZ si possono riprodurre praticamente tutte le caratteristiche di test che si sono presentate sulle strade di tutto il mondo nella combinazione dei fattori freddo, calore, sole, pioggia, neve, pressione dell'aria, umidità dell'aria e vento. Sono esclusi i test di guida dinamici nei quali entrano in gioco forze verticali, dinamica trasversale, movimenti di sterzata e vento laterale.
- Grazie a questo eccezionale ambiente di prova il processo di sviluppo guadagna efficienza. È possibile risparmiare tragitti e tempi di trasporto, un minor numero di prototipi può essere utilizzato per più prove. Il poter prescindere dalla stagione dell'anno per effettuare le prove e la concentrazione dei vari test sotto un solo tetto contribuiscono ad ottenere tutti i risultati desiderati in modo più rapido. Inoltre i parametri possono essere regolati con precisione sui banchi di prova e possono



essere riprodotti con la frequenza desiderata.

- Grazie alle nuove possibilità offerte dal centro EVZ la questione “banco di prova o guida di prova” è ormai storia vecchia. Se prima la scelta era tra l’aderenza alla realtà sulla strada e la riproducibilità sul banco di prova, ora la tecnologia del centro EVZ unisce il meglio dei due mondi. Qui in otto ore una vettura può percorrere tutte le zone climatiche.
- Le tre gallerie del vento termiche sono di identica concezione ma soddisfano esigenze diverse, consentendo la massima flessibilità nell’esecuzione dei test. Tutte dispongono di un’emissione di aria verticale o “statica”; il soffiante si trova circa 15 metri sopra al tratto di misurazione: il plenum.
- L’intervallo di temperatura della galleria del vento climatica va da - 10°C a + 45°C. Un solarium simula l’irradiazione solare. Qui vengono eseguiti test sulla sicurezza termica di funzionamento, sulle prestazioni di raffreddamento e climatizzazione e sul raffreddamento dei freni. Le pale del rotore particolarmente leggere e rigide del soffiante consentono inoltre test ad alto dinamismo fino a una velocità di punta di 250 km/h.
- La galleria del vento termica serve anche ad assicurare la sicurezza termica di funzionamento, ma vengono eseguiti prevalentemente test sulle prestazioni di raffreddamento e sui flussi. Per questo l’intervallo di temperatura si limita al range positivo (da 20° a 45°C). La velocità massima in questo banco di prova è di 280 km/h.
- La galleria del vento ambientale copre la maggior parte delle condizioni ambientali. Qui sono possibili temperature da -20°C a + 55°C. Un solarium può inoltre simulare l’irradiazione solare. La gamma di test possibili comprende anche la simulazione di pioggia e di precipitazione nevosa. Una pedana mobile per motocicli consente per la prima volta anche i test sulle due ruote in un banco di prova ambientale.
- Nella camera del freddo vengono testati gli avviamenti a freddo. La camera del freddo viene utilizzata anche per sviluppare in modo ottimale i sistemi di riscaldamento e di climatizzazione, quindi qui vengono eseguiti anche test di sbrinamento e di antiappannamento.
- Nel banco di prova di quota in uno spazio minimo è stata realizzata un’efficiente galleria del vento climatica che può simulare anche il fattore pressione dell’aria. Il range di simulazione va da sotto il livello del mare, come ad esempio nella Death Valley, fino a 4.200 metri sopra lo



zero normale. Questo è particolarmente rilevante per i test sulle emissioni dei gas di scarico e sullo sviluppo delle prestazioni.

- L'infrastruttura intelligente con percorsi brevi contribuisce all'efficienza del complesso dei banchi di prova. Nel centro EVZ le vetture non vengono più portate a temperatura nella galleria del vento ma preparate in precedenza nelle cosiddette "soakroom". Così si ottimizza l'utilizzo dei banchi di prova e si riduce il consumo energetico, in quanto le soakroom sono più piccole e si raffreddano in modo più efficiente.
- Nella progettazione del centro EVZ è stata posta particolare attenzione a un funzionamento sostenibile dal punto di vista ecologico. La concezione intelligente del sistema di raffreddamento, il buon livello di isolamento e il recupero dell'energia di frenata nei banchi di prova a rulli e nel soffiante sono solo alcune degli accorgimenti attuati.



## 2. Le strade del mondo nel centro EVZ: molti vantaggi per un processo di sviluppo efficiente.

Già dalla fine degli anni '90 la strategia Efficient Dynamics determina la prospettiva a lungo termine del lavoro di sviluppo del BMW Group. L'obiettivo: la gestione sostenibile delle risorse attraverso la minimizzazione dei consumi e delle emissioni di CO<sub>2</sub> delle vetture, senza compromettere dinamismo di guida, prestazioni, sicurezza o comfort, ma anche l'ottimizzazione dei processi di sviluppo secondo le direttive della sostenibilità e dell'efficienza. Per sfruttare tutti i potenziali di risparmio del prodotto e ridurre ulteriormente i consumi, per lo sviluppo e la messa in sicurezza delle vetture il BMW Group punta su strumenti di lavoro e apparecchiature di prova allo stato dell'arte. Solo un complesso di banchi di prova completo e all'avanguardia consente di trovare soluzioni sostenibili per le esigenze di mobilità di domani e di svilupparle in serie. Per questo nel 2005 il BMW Group ha deciso di modernizzare completamente i banchi di prova per la simulazione ambientale e di costruire un complesso di banchi di prova nuovo e integrato. Le nuove gallerie del vento e camere climatiche coprono tutte le attuali esigenze dei reparti specializzati dedicati allo sviluppo e inoltre si rivolgono già anche alle tematiche di sviluppo del futuro. Così è nato un complesso di banchi di prova unico nella sua composizione: il nuovo centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale del BMW Group (EVZ).

“Il centro EVZ innalza ad un livello completamente nuovo la metodologia di messa in sicurezza delle caratteristiche della vettura nel processo di creazione del prodotto”.

(Dr. Johannes Liebl, responsabile Dinamica Efficiente)

Il nuovo complesso autarchico di banchi di prova del centro EVZ dispone quindi di importanti requisiti per fornire e portare avanti, oltre agli attuali ambiti di test per la realizzazione e messa in sicurezza, anche e soprattutto di un importante lavoro di sviluppo sui temi Efficient Dynamics, gestione intelligente dell'energia, motori ibridi e mobilità senza emissioni. Ad esempio il centro EVZ, grazie alla tecnologia sensibile ed estremamente precisa dei banchi di prova, consente una riproducibilità e una precisione dei risultati di prova quasi



impossibile da raggiungere su strada e sulterreno di misurazione. Questi risultati contribuiscono a progettare vetture più parsimoniose e ad approfondire nel dettaglio le tematiche di gestione energetica. L'attrezzatura completa e all'avanguardia del centro EVZ supporta infatti anche e soprattutto la ricerca di sistemi alternativi di propulsione. Cicli di prova appositamente realizzati per l'ibridizzazione delle vetture, strategie di ricarica o bilanciamenti della corrente elettrica sono tecnologie già integrate nel centro EVZ e possono essere testate già oggi. I presupposti tecnici per il raggiungimento degli obiettivi a lungo termine dell'azienda, come ad esempio una mobilità completamente priva di emissioni tramite elettricità o idrogeno, possono infatti essere studiati: i banchi di prova sono progettati per questo, da un punto di vista costruttivo e concettuale.

La lista di compiti di questo nuovo complesso di banchi di prova è lunga. Qui possono essere riprodotti praticamente tutte le caratteristiche di test che si presentano sulle strade di tutto il mondo nella combinazione dei fattori freddo, calore, sole, pioggia, neve, pressione dell'aria e vento, ad eccezione dei test di guida dinamici nei quali entrano in gioco forze verticali, dinamismo trasversale, movimenti di sterzata e vento laterale. Gli ambiti di valutazione che vengono testati nel centro EVZ non devono sostituire completamente le prove su strada, ma sono concepiti per completarli.

Nelle gallerie del vento, ad esempio, vengono eseguiti test per la sicurezza termica operativa in condizioni sia di caldo sia di freddo fino ad un range ad alta dinamicità. In questo contesto l'attenzione si concentra, tra l'altro, sulle prestazioni di raffreddamento, sul 'flow through' della vettura, sul raffreddamento dei freni e sul sistema di riscaldamento/climatizzazione. La gamma di test possibili comprende anche la simulazione di pioggia e di precipitazione nevosa. Inoltre, nei due banchi di prova climatizzati vengono testate da un lato le analisi dei gas di scarico e i cicli di marcia in quota e dall'altro vengono affrontati temi come l'avviamento a freddo e lo sbrinamento. La precisione e la riproducibilità dei test consentono in questo contesto di derivare importanti sviluppi per i prodotti. Oltre alla concezione di una gestione ottimale dell'energia nella vettura nel suo complesso, diventa più precisa, ad esempio, anche la concezione termica e funzionale dei componenti e la loro messa in sicurezza in condizioni simili a quelle del laboratorio. Tutti i test perseguono lo scopo primario di rendere sempre più efficienti e dinamici i prodotti e lo sviluppo degli stessi all'interno del BMW Group.



## **Una gestione energetica intelligente nasconde ancora un grande potenziale di risparmio.**

Una procedura esemplare nel contesto dell'aumento dell'efficienza di Efficient Dynamics è quella di concepire i singoli componenti della vettura esattamente in base alle esigenze del successivo uso da parte del cliente.

“Il nostro scopo al centro EVZ è quello di ottenere risultati precisi e riproducibili come non potremmo mai ottenere nelle condizioni su strada. Poi subentra il lavoro dei progettisti, che realizzano e dimensionano le parti e i componenti esattamente come è necessario che siano nella realtà”.

(Jürgen Engelmann, responsabile operativo EVZ)

L'impiego mirato dei materiali limita in futuro il peso e quindi i costi aggiuntivi nella produzione, inoltre evita consumi inutilmente eccessivi e le relative emissioni di CO<sub>2</sub> durante la guida.

Oltre alla progettazione precisa dei componenti, la vettura presenta altre possibilità, finora non sfruttate o sfruttate in minima parte, di risparmio di carburante e di emissioni di CO<sub>2</sub>, ottenibili ottimizzando la tecnica energetica. La gestione energetica ricerca in generale possibilità per produrre, trasformare, trasportare, immagazzinare e sfruttare l'energia in modo efficiente, sicuro ed ecologico. L'energia in questo senso può avere forme diverse, come ad esempio calore, corrente elettrica o spinta propulsiva. La ricerca si concentra nel trovare il modo di sfruttare al massimo l'energia utile, ovvero di massimizzare il rendimento e al contempo di ridurre al minimo gli effetti collaterali negativi per l'ambiente.

Già nel 2003 il BMW Group percepiva l'urgenza di confrontarsi in modo serio con il tema della tecnologia energetica all'interno della vettura, proprio perché questo tema offre un grande potenziale di risparmio. Anche in un motore a combustione che funzioni in modo estremamente efficiente solo un terzo circa dell'energia fornita dal carburante viene trasformata in lavoro meccanico che aziona il movimento. I restanti due terzi vanno persi sotto forma di calore che viene emesso nell'ambiente tramite i gas di scarico e il sistema di raffreddamento. Se si rende questa energia utilizzabile per la vettura, si abbattano ulteriormente i consumi e le emissioni di CO<sub>2</sub>. Per questo i progettisti del BMW Group dedicano da tempo le loro energie per scoprire le possibilità di minimizzazione dei consumi che si nascondono in



questo meccanismo. Alcuni esempi di questa attività di ricerca sono l'utilizzo del calore di scarto del motore e del sistema dei gas di scarico per la produzione di elettricità durante la marcia tramite il generatore termoelettrico (TEG) oppure il condizionamento delle funzioni della vettura per una marcia il più efficiente possibile ("gestione energetica intelligente nella vettura").

### **Da Aschheim a Monaco: stretta integrazione per un processo migliorativo.**

Da lungo tempo ormai si conducono sperimentazioni nel campo della tecnologia energetica. Oltre ai test su strada e sul terreno di misurazione, il BMW Group possiede già da oltre 30 anni anche banchi di prova per questi ambiti di test. Gli impianti di Aschheim (un sobborgo di Monaco) negli ultimi decenni sono stati più volte modernizzati per rispondere alle esigenze attuali e future, ma negli ultimi anni hanno decisamente raggiunto il loro limite. Gli impianti esistenti non rispondevano più alle esigenze dei test di guida dinamici.

Nel 2005 il BMW Group ha optato quindi per un'ulteriore modernizzazione del sito di Aschheim e per un nuovo centro di prova direttamente collegato al centro di ricerca e innovazione (FIZ) del BMW Group di Monaco. Dopo un breve periodo di transizione gli impianti di Aschheim sono stati completamente sostituiti dal complesso di banchi di prova del centro EVZ e molti test possono essere trasferiti dalla strada al laboratorio. La messa in servizio del centro EVZ ha apportato numerosi vantaggi che rendono il processo di prova, soprattutto a lungo termine, più rapido e più vantaggioso in termini economici ed ecologici.

### **Le strade del mondo in laboratorio: numerosi vantaggi per un processo di sviluppo efficiente.**

La grande novità del centro EVZ rispetto ai banchi di prova precedenti del BMW Group è l'elevata corrispondenza alla realtà dei test eseguiti. Nel centro EVZ è possibile per la prima volta riprodurre all'interno di un banco di prova giri di prova dinamici in determinate condizioni ambientali. In questo modo il centro EVZ unisce la realtà di una prova su strada comprensiva di flusso di aria, temperatura, precipitazioni, irradiazione solare, umidità dell'aria e addirittura altitudine con le tipiche caratteristiche di un banco di prova: condizioni di test costanti e riproducibili, un presupposto fondamentale per una comparabilità ottimale dei risultati di misurazione. Per la prima volta gli influssi ambientali sono stati simulati in modo quasi perfetto in un banco di prova consentendo quindi di eseguire test molto più precisi di quanto non fosse possibile prima.





Eccettuate le forze verticali, la dinamica trasversale, i movimenti di sterzata e il vento laterale, sono rappresentabili tutti gli influssi che possono agire sulla vettura durante la marcia. Per questo il BMW Group è un leader nel campo della simulazione ambientale realistica al banco di prova.

“Con il centro EVZ abbiamo portato la strada in laboratorio”.

(Jürgen Engelmann)

Questa “dislocazione” delle prove su strada sui banchi di prova comporta numerosi vantaggi per l'intero processo di sviluppo. Percorsi brevi, collaborazione interdisciplinare, buone condizioni operative, precisione e riproducibilità, indipendenza dalle stagioni dell'anno e riduzione del numero di prototipi sono solo alcuni di questi.

### **Indipendenza dalle stagioni dell'anno: piena estate in inverno.**

Grazie alla simulazione ambientale estremamente realistica nel centro EVZ è per la prima volta possibile studiare gli influssi delle condizioni ambientali sulla vettura e sui suoi componenti indipendentemente dalla stagione dell'anno. Fino ad ora l'esecuzione dei diversi test veniva ripartita in modo irregolare nell'arco dell'anno. Generalmente la maggior parte delle prove su strada veniva effettuata da novembre a febbraio e tra giugno e luglio, perché in questi periodi in diverse parti del mondo si verificavano “condizioni estreme” ottimali. Nel sud della Francia, in Sudafrica, Scandinavia o in Alaska si verificava, in condizioni di calore o freddo estremo se ad esempio la gestione del motore funzionava correttamente oppure se veniva influenzata da temperature troppo alte o troppo basse. A causa della forte dipendenza dalle condizioni esterne i test potevano essere effettuati solo entro brevi periodi, e non era sempre sicuro che fossero presenti le condizioni di prova ottimali.

L'esecuzione di prove su strada nelle varie parti del mondo comporta un grosso dispendio in termini di pianificazione e di logistica. Oltre ai prototipi devono essere portati sul posto anche veicoli per l'alimentazione e di officina, insieme a un team completo di ingegneri, meccanici e altri specialisti. Tutto questo comporta costi, una logistica dispendiosa e non ultimo emissioni di CO<sub>2</sub> causate dal trasporto.



“Se lo vogliamo, nel centro EVZ possiamo avere l'estate anche in inverno, e l'inverno in piena estate”.

(Jürgen Engelmann)

Nel centro EVZ basta quasi premere un bottone per avere a disposizione le zone climatiche e le relative condizioni. In questo modo la dipendenza dalle stagioni dell'anno, dei luoghi di esecuzione dei test e dalle condizioni climatiche per molti ambiti di valutazione appartiene ormai al passato. I test possono essere eseguiti nel momento ottimale per il processo di sviluppo e a condizioni definite con precisione. E tutto questo praticamente all'interno dell'azienda, ovvero nel Centro di ricerca e innovazione di Monaco. In questo modo, per determinati test, anche il camuffamento dei prototipi può essere ridotto oppure non essere necessario, il che non solo comporta vantaggi economici ma significa anche risultati di misurazione più precisi e al contempo un elevato grado di protezione delle informazioni.

**“Vantaggio della sede del centro FIZ”: un insieme di competenze nello stesso luogo.**

Con il centro EVZ il BMW Group dispone di un campo di prova estremamente variegato e ad ampio spettro di applicazione direttamente nel cuore del Centro di ricerca e di innovazione del BMW Group. In questo modo il BMW Group riunisce in un solo luogo le sue conoscenze nel campo della messa in sicurezza. Se necessario tutti i progettisti coinvolti sono immediatamente disponibili sul posto e possono seguire il processo di prova “dal vivo”. Vengono meno quindi costosi viaggi e trasferte. La vicinanza al campo di prova consente però anche di avere a disposizione gli ingegneri dello sviluppo per altre attività. Se seguono diversi progetti, parallelamente ai test nel centro EVZ questi possono comunque eseguire la loro attività giornaliera, partecipare ai colloqui oppure lavorare al vicino posto di lavoro.

La vicinanza fisica è inoltre un vantaggio particolare anche in caso di necessità di modifiche o riparazioni sui dispositivi di prova. Proprio nelle prime fasi di sviluppo i primi prototipi necessitano di aggiustamenti tecnici in corso d'opera, e questo quando ci si trova all'estero e in condizioni ambientali estreme è sempre fonte di problemi. Nel centro EVZ, al contrario, è molto semplice prelevare la vettura dal ciclo di prova e portarla in officina per le necessarie riparazioni



o gli adattamenti del caso. Le risorse necessarie si trovano già all'interno del centro EVZ e le officine stesse sono integrate nel centro stesso.

### **Interazione tra le competenze: sinergia tra le varie discipline.**

L'interazione delle competenze nel settore dei test in un unico luogo può anche creare nuovi ambiti di sviluppo. Fino ad ora gli ingegneri dei test di prova impiegavano molti giorni o addirittura settimane per le prove dei vari dispositivi: non c'era la possibilità di assistere alle sperimentazioni condotte da altri reparti. Il centro di prova al contrario supporta l'interazione delle competenze e quindi

### **Un'analisi pluridimensionale dei risultati.**

“Tipicamente nel lavoro dell'ingegnere attraverso le misurazioni si ottengono risposte a domande che non erano nemmeno state poste. Allo stesso modo a volte l'interpretazione dei risultati si presenta difficile. Grazie all'interazione all'interno del centro di prova queste risposte vengono subito riconosciute come tali e inoltrate direttamente a chi di competenza”.

(Jürgen Engelmann)

Questa interazione di concezioni e garanzie da un lato e sviluppo tecnologico dall'altro è un ulteriore valore aggiunto di questo nuovo complesso di sistemi di prova. Unendo sotto lo stesso tetto i diversi interessi, gli ingegneri hanno la possibilità di entrare in contatto con il lavoro dei colleghi. In questo modo nasce quasi spontaneamente una preziosa interazione tra le conoscenze che va a vantaggio di tutte le discipline coinvolte nel processo di sviluppo. L'esatta riproducibilità dei cicli di prova, ad esempio, rendono rapidamente disponibili risultati di misurazione significativi che possono essere subito ulteriormente valutati e inseriti nel processo di sviluppo. In questo modo il processo di raggiungimento di un livello di sicurezza si accelera notevolmente.

Se vengono attivati contemporaneamente molteplici interessi di prova il collegamento tra il sistema di controllo del banco di prova e l'elettronica di comando centrale della vettura consente agli ingegneri di seguire in tempo reale il comportamento dei diversi settori di prova. Poiché diversi gruppi di interesse possono visionare l'elettronica di comando contemporaneamente, si ottiene una profondità e un'ampiezza dei risultati valutabili molto maggiore, a vantaggio di tutti. Grazie ai diversi punti di vista sui risultati i gruppi coinvolti nelle procedure di prova giungono a nuove conclusioni. Inoltre non è più presente in situ solo l'ingegnere sviluppatore, ma anche l'operatore, che



può apportare le sue conoscenze sul comportamento del banco di prova e la sua esperienza relativamente ad altri test simili.

### **Maggiore disponibilità e migliore sfruttamento dei prototipi.**

Grazie all'indipendenza dalle condizioni esterne come le stagioni dell'anno, le precipitazioni, ecc. il calendario dei test si presenta molto più lineare. Un grosso vantaggio portato da questo aspetto è che per lo stesso numero di test non sono ora più necessari tanti prototipi, in quanto non è più necessario che i test vengano effettuati contemporaneamente. Con uno stesso prototipo è ora possibile eseguire più test, il numero delle prove per prototipo aumenta. Inoltre diversi reparti specialistici possono seguire diversi interessi di prova all'interno dello stesso elemento di test. In questo modo all'interno della stessa procedura di prova è possibile testare più componenti. Questi effetti sinergici sono stati previsti già in fase di progettazione del centro EVZ e quindi direttamente applicati all'attrezzatura dei singoli banchi di prova. Le procedure di prova vengono concepite in modo specifico non più in funzione della vettura, ma in funzione del test. Gli ingegneri coinvolti nello sviluppo non si orientano in base alla disponibilità del prototipo ma in base al test che viene eseguito e in base al fatto che il proprio interesse di prova possa trovare riscontro nel prototipo in questione.

Il massimo sfruttamento del numero minimo di prototipi è molto importante in particolare nella prima fase di sviluppo, in quanto i primi elementi di test vengono realizzati a mano e quindi hanno un costo elevato. Nel centro EVZ i prototipi possono essere testati già in una fase precoce di sviluppo del progetto, quando non è ancora associata l'idoneità alla strada, ad esempio il raffreddamento del motore può essere testato anche quando determinati sistemi di regolazione dell'assetto non sono ancora pienamente funzionanti.

“Nel centro EVZ è possibile già in una fase molto precoce studiare e testare sui prototipi le singole caratteristiche della futura vettura. Il nostro obiettivo è quello di poter garantire quanto prima il funzionamento delle singole caratteristiche ”.

(Dr. Johannes Liebl, responsabile Dinamica efficiente)

### **Test vicinissimi alla realtà vissuta dal cliente.**

Un altro aspetto importante che il centro EVZ affronta è la riduzione delle differenze tra le sollecitazioni della vettura applicate in ambito di test e quelle reali determinate dal cliente. Con il nuovo centro di prova EVZ il



BMW Group vuole anche testare cicli di utilizzo molto vicini all'uso del cliente, che rispecchino l'effettivo comportamento di guida. Nel caso del consumo di carburante, ad esempio, le misurazioni vengono eseguite a livello europeo e mondiale sulla base di cicli di consumo stabiliti da norme specifiche (ad es. KV01), che però non necessariamente corrispondono al consumo che il cliente determina su strada. Questo è dato principalmente dal fatto che la norma di riferimento rappresenta un ciclo di guida semplificato, che nel dettaglio non rispecchia il comportamento di guida del cliente europeo. Il ciclo stabilito nella norma comprende, al contrario della sollecitazione tipica del cliente, ad esempio percentuali di marcia notevolmente meno intensivi dal punto di vista del consumo come gli stop-and-go in città oppure gli avviamenti a freddo. Inoltre i consumi elettrici quali illuminazione, radio e climatizzazione sono generalmente disattivati.

Durante i test più aderenti all'uso del cliente, eseguiti sul banco di prova, nel centro EVZ il consumo di carburante può essere misurato "online". Al contrario delle prove su strada gli ingegneri addetti al test tramite gli strumenti di misura, hanno sotto controllo per l'intero ciclo, quanto consuma la vettura momento per momento, e possono quindi individuare quali settori di carico incidono più di altri sui consumi. Nel centro EVZ è inoltre possibile eseguire test finora non effettuabili. Ad esempio, per la prima volta si può misurare in tempo reale il consumo anche in cicli particolarmente intensivi a livello di carico come nei range di marcia ad alta velocità, e tutto questo in condizioni ambientali reali come flusso, temperatura o altitudine.

### **L'ambiente di prova moderno abbassa i costi e i consumi: concezione mirata dei componenti.**

Il centro EVZ presenta grandi potenziali in particolare in vista dell'ampliamento della tecnologia Efficient Dynamics. Infatti il successo di questa strategia è rappresentato soprattutto dalla somma di svariate misure singole di piccola portata applicate all'intera flotta. Anche le misure che determinano un risparmio di un decimo di grammo di CO<sub>2</sub> fanno una grande differenza. Questi dati di risparmio possono essere identificati, verificati e seguiti al meglio solo in un campo di prova estremamente sensibile e preciso, tecnicamente allo stato dell'arte: il centro EVZ.

La "strada" come ambiente di prova permette una precisione limitata e produce risultati non sempre riproducibili. Per questo nella concezione



dei componenti finora sono stati sempre calcolati determinati sovradimensionamenti. Nel centro EVZ è possibile concepire e garantire tutti i componenti precisamente in funzione della loro massima sollecitazione. Grazie alla precisione della tecnica di misura gli ingegneri addetti allo sviluppo sono in grado di determinare esattamente quale carico è presente su quale componente ad una certa sollecitazione. Allo stesso modo essi saranno in grado di identificare come il componente deve essere realizzato per soddisfare le esigenze desiderate. L'effetto positivo è dimostrato da molteplici casi: ogni componente, ogni grammo di materiale che può essere risparmiato riduce i costi e le emissioni di CO<sub>2</sub>, sia in fase di produzione sia durante la guida, perché un minore peso della vettura significa anche minori consumi. L'effetto di una realizzazione mirata e precisa dei componenti aumenta rapidamente in modo esponenziale in base al numero di pezzi da produrre. E nel caso di componenti ad alimentazione elettrica cambia anche, in base a un altro calcolo, il consumo energetico. In questo modo il centro EVZ schiude nuove possibilità e contribuisce al tempo stesso ad abbattere i costi anche nel processo di concezione e garanzia di sicurezza nella fase di sviluppo della vettura.

### **I vantaggi del processo sono vantaggi per il cliente.**

Nel complesso il collegamento fra dinamismo, comfort, efficienza e sostenibilità può essere seguito e attuato ancora meglio grazie al centro EVZ. Con ciò è soprattutto il cliente a trarre vantaggio dal centro EVZ e dal processo di sviluppo ottimizzato. Qui è possibile sviluppare e testare strategie operative efficienti. L'elevata qualità dei risultati dei test eseguiti nel centro EVZ consente per contro agli ingegneri addetti allo sviluppo del BMW Group di acquisire nello stesso tempo più conoscenze, da applicare direttamente nel processo di sviluppo della vettura. In questo modo le vetture vengono concepite e realizzate in modo ottimale, consumano meno carburante ed emettono meno CO<sub>2</sub>, e tutto questo senza compromettere dinamismo, sicurezza e comfort. Il cliente riceve in tempo più brevi un prodotto tecnicamente maturo.

Già oggi nel centro EVZ vengono studiate in modo intensivo anche tecnologie di propulsione alternative. Grazie a un ambiente di prova completo sono state create le migliori premesse per sviluppare e rendere fruibili in anticipo tecnologie innovative pronte per la produzione di serie. Così anche in futuro il cliente potrà godere del vantaggio innovativo delle vetture del BMW Group. I prodotti possono essere adattati ancora meglio alle esigenze dei singoli mercati.



Inoltre uno sviluppo più rapido consente una maggiore ricchezza di varianti e quindi una scelta più ampia.

Nel complesso il BMW Group con il centro EVZ dà un chiaro segnale in termini di promozione e supporto coerenti delle tematiche di ricerca e innovazione relativamente a efficienza dei processi, sostenibilità e gestione responsabile delle risorse. In questo contesto il centro EVZ è un elemento importante per il BMW Group, per confermare la sua leadership nell'innovazione e garantirsi un posto in prima fila anche in futuro nel campo della mobilità sostenibile che mira al risparmio delle risorse.



### 3. Cosa succede nel centro EVZ? Ovvero il mago del tempo.

Il compito di un complesso di apparecchiature di prova all'avanguardia è mettere a disposizione strumenti e metodi in grado di supportare efficacemente la progettazione e la garanzia di sicurezza dei componenti e l'interazione fra gli stessi. I test che vengono eseguiti con questo scopo devono riprodurre in modo realistico più o meno tutte le sollecitazioni cui può essere sottoposta la vettura e inoltre coprire, tramite le procedure dei banchi di prova, il maggior numero di scenari di guida che si possono presentare al cliente. Il nuovo Centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale del BMW Group (EVZ) offre ancora di più: si tratta di un campo di prova "visionario", la cui attrezzatura copre già oggi tutti i futuri sistemi di mobilità e le relative esigenze di progettazione e garanzia di sicurezza.

"Il nuovo centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale è il coltellino svizzero multiuso del BMW Group per lo sviluppo di nuove soluzioni per una mobilità sostenibile. Qui abbiamo tutto ciò di cui abbiamo bisogno per la garanzia di sicurezza quotidiana e possiamo allo stesso tempo portare avanti tematiche che saranno attuali tra cinque o dieci anni".

(Peter Hoff, Pianificazione progetti EVZ)

Grazie alla possibilità di simulare nel centro EVZ gli influssi ambientali in modo estremamente realistico, le prove su strada ad altitudini elevate, in presenza di pioggia, sole o neve con vetture e motocicli possono essere eseguite per la prima volta al banco di prova. In questo modo la garanzia di sicurezza operativa e funzionale al banco di prova assume una dimensione completamente nuova. Attraverso diversi profili di guida, i sistemi del banco di prova simulano le condizioni quadro ad esempio di una guida in montagna o in autostrada, al fine di sviluppare strategie di funzionamento per vetture efficienti e parsimoniose. In particolare in relazione a temi come l'ottimizzazione delle applicazioni del motore e della trasmissione, ma anche nella prospettiva dell'ibridizzazione delle vetture questa è una grande facilitazione, in quanto ora nell'ambiente del banco di prova, regolabile con la massima precisione, possono essere eseguiti test che finora su strada non presentavano lo stesso grado di precisione o





addirittura non potevano essere eseguiti. Grazie alle misurazioni dei gas di scarico e dei consumi in diversi cicli di marcia, nonché grazie alle misurazioni del rapporto motore-trasmissione in presenza di improvvisi cambiamenti dei dati relativi al carico è possibile identificare nuovi potenziali di ottimizzazione e applicarli dal punto di vista della dinamica, dei consumi e della composizione dei gas di scarico.

Complessivamente nel centro EVZ vengono affrontate cinque tematiche trasversali di sviluppo e garanzia di sicurezza, che si completano a vicenda. Queste sono: gestione dell'energia e del calore, sicurezza termica operativa, comportamento alle basse temperature, garanzia di sicurezza operativa e funzionale in condizioni ambientali e sviluppo e garanzia funzionale del sistema di riscaldamento e climatizzazione. I test e le prove che prevedono un periodo di prova più prolungato come i test di corrosione, limite di fatica e durata oppure percorrenza non vengono invece eseguiti nel centro EVZ.

### **I banchi prova del centro EVZ: tutte le strade del mondo sotto un unico tetto.**

Il centro EVZ dispone in totale di cinque banchi di prova, ognuno dei quali possiede importanti caratteristiche individuali, ma che in parte sono accumulati anche da funzionalità e ambiti di valutazione simili o identici. Questa ridondanza è voluta, per garantire una certa flessibilità nell'utilizzo dei banchi di prova. In questo modo una procedura di test non è vincolata a un determinato banco di prova, alcuni test possono essere eseguiti su più banchi di prova.

“Ogni banco di prova non deve poter fare tutto, deve poter fare ciò che di volta in volta è necessario. Nel centro EVZ abbiamo anche realizzato la combinazione intelligente delle attrezzature delle gallerie del vento e ora siamo in grado di eseguire test molto aderenti alla realtà”.

(Peter Hoff)

Nell'implementazione del complesso di banchi di prova del centro EVZ si è cercato, da una parte, di rappresentare una copertura massima delle esigenze, per poter lavorare al meglio, dall'altra, tuttavia, è stato necessario risparmiare costi ed energia. In un primo momento si è data la priorità alle esigenze dei settori specialistici, per poter rappresentare e poter testare determinate funzioni e ambiti di valutazione. In seguito però non sono state semplicemente soddisfatte tutte le esigenze, al contrario il complesso dei



banchi di prova è stato predisposto ad hoc per le esigenze dei reparti dello sviluppo dell'azienda. Così ogni banco di prova non copre ogni funzione ma tutti i banchi di prova complessivamente coprono tutte le possibilità di simulazione ambientale rilevanti.

**Tre gallerie del vento termiche e due banchi di prova per camera climatizzata: cinque campi di prova di prim'ordine.**

Il centro EVZ dispone di tre gallerie del vento dotate di speciale apparecchiatura: la "galleria del vento termica", la "galleria del vento climatica" e la "galleria del vento ambientale". Questi tre banchi prova servono innanzitutto per la garanzia di sicurezza dei componenti e dei sistemi in condizioni estreme come caldo, freddo, pioggia e neve. Grazie all'identica concezione delle tre gallerie del vento in termini di dimensioni e geometria si garantisce che gli ingegneri addetti al test dei diversi reparti di sviluppo possano con la stessa qualità di flusso passare da una galleria all'altra senza che questo impatti sui risultati di misurazione. Per i test standard in questo modo si garantiscono le condizioni di migliore comparabilità parallelamente alla massima flessibilità.

Una particolarità architettonica è il flusso verticale del vento nelle gallerie. All'uscita del tratto di misurazione l'aria viene ricondotta sul banco di prova. In questo ritorno dell'aria il soffiante si trova circa quindici metri sopra il plenum. Per raggiungere un flusso di aria il più realistico possibile per l'intera vettura, all'entrata del tratto di misurazione l'aria viene emessa da un'apertura di 8,4 metri quadrati e il plenum viene dimensionato di conseguenza. Questa disposizione verticale, che risparmia spazio, consente anche una disposizione dei tre banchi di prova ottimale per i processi.

Oltre alle tre gallerie del vento i due banchi di prova per camera "banco di prova in quota" e "banco di prova del freddo" supportano ad esempio la progettazione e la garanzia di sicurezza dei sistemi di riscaldamento e di climatizzazione e consentono la misurazione delle emissioni in quota o a basse temperature.

Oltre al tratto di misurazione, ogni banco di prova dispone di un pannello di controllo separato. Da qui si comanda e si controlla il banco di prova. Un modernissimo sistema di controllo del banco di prova controlla tutti i componenti e monitora centinaia di parametri. Segnalazioni diversificate indicano se i rulli si muovono, se il ventilatore ruota, a che velocità viene soffiato il vento e se le macchine del freddo funzionano. Senza tale sistema il



comando di un banco di prova così complesso non sarebbe possibile. Il sistema di controllo del banco di prova consente di eseguire in modo dettagliato e riproducibile test ad elevata dinamicità a diverse condizioni ambientali. Durante l'esecuzione del test il tecnico del banco di prova supervisiona la procedura di prova sul computer, disponendo di centinaia di valori di misurazione. In questo modo può accorgersi subito se qualcosa non funziona come desiderato e intervenire di conseguenza. Sistemi intelligenti di bloccaggio delle portiere e il monitoraggio video dei banchi di prova contribuiscono alla sicurezza degli addetti.

Su tutti i banchi prova per vetture intere, la vettura viene bloccata al banco prova e non può muoversi in avanti. Tuttavia, per simulare la strada in laboratorio, da una parte viene impiegata la tecnica della galleria del vento, dall'altra in ognuno dei banchi di prova sono presenti quattro rulli motorizzati sul pavimento. Questi rulli cilindrici hanno fino a due metri di circonferenza e simulano il movimento sul fondo delle quattro ruote. I rulli funzionano come una dinamo su una bicicletta e possono quindi simulare diverse situazioni di guida di dinamismo longitudinale. Nei test di accelerazione, marcia in montagna o ad alta velocità i rulli riproducono la resistenza di marcia e frenano la vettura in relazione alla situazione. I rulli fungono da generatori e accumulano la corrente prodotta dall'effetto di frenata nella rete elettrica BMW.

“I rulli nel banco di prova sono la nostra strada: una strada che non finisce mai e ci può portare in salita o in discesa a seconda di quello che desideriamo. Se i rulli del banco di prova devono simulare una discesa dal Großglockner, questi fanno scivolare praticamente la vettura dal “monte” proprio come farebbe nella realtà la forza discensionale determinata dalla pendenza”.

(Roland Kleemann, Metodi e apparecchiature di prova EVZ)

Siccome le situazioni di marcia possono cambiare molto rapidamente, anche i rulli devono potersi regolare rapidamente. Se, ad esempio, si vuole simulare una frenata di emergenza durante la marcia in autostrada a una velocità di 100 km/h i rulli possono realizzare un tempo di regolazione di soli 50 millisecondi, ovvero solo la metà di un battito di ciglia. E mantenendo un'incredibile precisione: la sincronizzazione dell'angolo dei quattro rulli viene eseguita con uno scostamento massimo di appena +/- 0,05 km/h. Questo, e il fatto che i grossi motori dei rulli possono in breve tempo raggiungere la prestazione



massima di 1,4 megawatt rendono questa tecnologia una delle punte di diamante del centro EVZ.

### **La galleria del vento termica: rimanere “cool”.**

La galleria del vento termica serve essenzialmente per la garanzia di sicurezza termica classica dei componenti ed è equipaggiata a questo scopo. Qui vengono eseguiti test ad elevato carico della vettura, come ad esempio test con rimorchio oppure a massima velocità in condizioni di caldo estremo per un lungo arco di tempo. L'obiettivo è simulare e riprodurre le prove che determinano il carico limite che il cliente si trova ad affrontare nella “vita reale”. Di particolare interesse non è però tanto la marcia ad alta velocità in autostrada in sé e per sé, quanto soprattutto le variazioni di carico: se ad esempio si guida a lungo in autostrada a pieno carico e subito dopo ci si trova bloccati in una coda, questo determina un grosso carico per il sistema di raffreddamento, in quanto viene a mancare il flusso di aria del vento che supporta il raffreddamento. In questo caso la potenza di raffreddamento diminuisce considerevolmente, ma il motore produce ancora molto calore. Tuttavia anche in queste situazioni limite il sistema di raffreddamento deve essere in grado di eliminare questo calore di scarico.

La galleria del vento termica è attrezzata principalmente per l'esecuzione di test sulle prestazioni di raffreddamento e per la garanzia di sicurezza termica, per questo il range di temperatura realizzabile è compreso tra 20° C e 45° C. Il soffiante produce vento a velocità fino a 280 km/h per poter simulare anche test alla massima velocità. Inoltre questo banco di prova ha la caratteristica unica di disporre di una fossa centrale praticabile con pavimento di vetro, che consente di eseguire anche test termografici del sottoscocca.

### **La galleria del vento climatica: accelerazione come su una BMW M5.**

Di base identica alla galleria del vento termica, la galleria del vento climatica presenta però anche alcune particolarità. Oltre alla garanzia di sicurezza termica qui ci si concentra su test relativi alla climatizzazione, al raffreddamento dei freni e su test ad alta dinamicità. Con una velocità del vento di 250 km/h la galleria del vento climatica non raggiunge la velocità massima della galleria del vento termica, ma qui il soffiante può accelerare più velocemente. Grazie all'utilizzo di pale del rotore in fibra di carbonio, estremamente rigide e leggere, al posto delle pale in alluminio delle altre camere, qui è possibile addirittura riprodurre l'accelerazione di una BMW M5, ad esempio per garantire la sicurezza del comportamento di raffreddamento sul circuito del Nürburgring.



Inoltre la galleria del vento climatica dispone di una simulazione dell'irradiazione solare. Con una potenza fino a 1.200 watt per metro quadrato, 24 riflettori ad alte prestazioni riproducono in questo banco di prova una irradiazione solare reale e omogenea. Questo consente soprattutto ambiti di valutazione più ampi per le prestazioni di raffreddamento. Al fine di creare un maggiore carico per il sistema di raffreddamento della vettura, questo viene "protetto dal vento" dopo una marcia simulata con un rimorchio pesante, e sottoposto all'irradiazione solare diretta. Oltre all'assenza di vento e al calore dell'aria ambiente viene applicata anche un'elevata temperatura del pavimento, che può anche superare quella dell'aria ambiente. Anche in questo caso viene testato e assicurato l'importante meccanismo di espulsione del calore, in modo che i componenti non si surriscaldino. Per garantire l'assenza di qualsiasi movimento dell'aria una tenda chiude entro cinque secondi l'apertura del soffiante. La regolazione costante della temperatura del banco di prova viene nel frattempo effettuata attraverso griglie di aerazione che si trovano a lato e sopra l'apertura.

Oltre a numerosi test eseguiti in paesi a clima caldo, nella galleria del vento climatica si possono riprodurre anche temperature dell'aria sotto lo zero, fino a -10° C, ad esempio per studiare e ottimizzare l'interazione del riscaldamento dell'abitacolo e del raffreddamento del motore. In questa galleria del vento vengono inoltre eseguiti test per la progettazione dell'impianto di climatizzazione. Per la concezione e la garanzia di sicurezza sono particolarmente importanti i carichi in corsa a vuoto, in arresto, in caso di marcia in montagna e nei cicli di stop-and-go come nel traffico cittadino. Un importante aspetto che presenta un potenziale per il futuro è anche l'interazione tra la gestione del calore e la climatizzazione.

### **La galleria del vento ambientale: tempesta di neve in estate.**

Il processo di progettazione e di garanzia di sicurezza nello sviluppo della vettura non comprende solo test in condizioni di caldo o di freddo. L'obiettivo di questo ambito di valutazione è anche quello di garantire la sicurezza operativa e su strada in ogni condizione climatica, quindi in caso di pioggia, neve, calore o freddo e altitudine. Il concetto "simulazione ambientale complessa" sta a indicare la possibilità unica offerta dal centro EVZ di sottoporre le vetture di prova alle più svariate condizioni climatiche anche sui banchi di prova.

Il presupposto di base per una simulazione ambientale realistica è un flusso d'aria uniforme, anche ad elevate velocità, che circonda la vettura e



presenta una determinata qualità di flusso. Un'elevata qualità del flusso significa che il flusso d'aria che circonda la vettura nel banco di prova è quasi identico a quello reale che la vettura incontra sulla strada durante la marcia. Inoltre devono essere riprodotti altri fattori come umidità dell'aria, temperatura, sole, pioggia e neve, da applicare in modo costante oppure contemporaneamente in determinate combinazioni e alternanze. Nel centro EVZ è ora per la prima volta possibile integrare questi requisiti in un banco di prova: la galleria del vento ambientale.

“Con la galleria del vento ambientale il BMW Group dispone per la prima volta della possibilità di testare tutti i fattori ambientali, singolarmente o in combinazione, in un campo di prova isolato. In questo modo possiamo riprodurre le situazioni ambientali più disparate in modo dettagliato e soprattutto realistico”

(Christa Hornreich; sviluppatrice dei metodi per i banchi di prova termici)

Oltre alla simulazione dell'irradiazione solare, la galleria del vento ambientale dispone anche di impianti per la simulazione delle precipitazioni. Così gli ingegneri addetti al test possono produrre nel banco di prova pioggia e neve, a diverse intensità. È addirittura possibile scegliere il tipo di neve, tra secca e umida, ovvero neve polverosa o bagnata. Il dispendio dei test condotti finora in Alaska o in Scandinavia è dimostrato dal seguente esempio: una situazione di marcia particolarmente critica nei paesi del nord è la guida dietro a un autocarro su una strada innevata. L'autocarro infatti produce una grossa scia di neve, sulla quale si trovano a viaggiare le vetture che seguono. La neve della scia è molto fine, e rischia di accumularsi nella corsa di aspirazione del motore e ostruire il filtro dell'aria. In questo caso il motore si spegne per mancanza d'aria. Questa situazione dovrebbe essere protratta per ore per sottoporre a test questo tipo di condizione. Per le guide di comparazione sono sempre state impiegate tre vetture e tre guidatori. Tutto questo può essere svolto in modo notevolmente più sicuro e più semplice nel banco di prova: se lo si desidera, si estrae la lancia della neve e si simula la scia di neve. Per questo test non è necessario l'impiego di un guidatore.

Altri test che possono essere eseguiti nella galleria del vento ambientale sono ad esempio la verifica e l'ottimizzazione del funzionamento dei tergicristalli, del sistema di incanalazione dell'acqua nel montante A per



tenere liberi i finestrini laterali dall'acqua che scorre e dell'imbrattamento degli specchietti retrovisori esterni. Possono essere eseguiti anche test sul funzionamento dell'impianto di climatizzazione oppure per la progettazione del sistema di riscaldamento attraverso la simulazione delle prove in ambienti freddi. Grazie a uno speciale sistema di misurazione qui sono possibili anche test sul raffreddamento dei freni. Complessivamente nella galleria del vento ambientale è riproducibile un range di temperature da -20° C a +55° C.

Un'altra importante caratteristica della galleria del vento ambientale è il nastro piatto, che permette di esporre a determinate condizioni atmosferiche e di misurarne le influenze nel banco di prova anche i motocicli. La possibilità di studiare nel banco di prova i motocicli sottoponendoli a queste situazioni climatiche è finora unica. Il vantaggio rappresentato dal nastro piatto è la sua buona qualità di simulazione di marcia su strada. Rispetto alla marcia sui rulli, in questo caso non si muovono solo le ruote di trazione del veicolo ma l'intero piano del pavimento. Questo è particolarmente importante per i motocicli in quanto la rotazione della ruota anteriore produce flussi d'aria che supportano notevolmente le prestazioni di raffreddamento (nei motocicli il radiatore si trova dietro la ruota anteriore). Se la ruota anteriore non si muovesse i risultati di misurazione non avrebbero valore. Per questo soprattutto per tematiche come la garanzia di sicurezza del raffreddamento oppure lo sviluppo dell'entrata dell'aria attraverso il raffreddamento è particolarmente importante che l'intero motociclo si muova nel banco di prova come farebbe sulla strada. Inoltre è possibile anche eseguire test su nastro a determinate velocità con collaudatore. In tutti gli altri casi il motociclo viene fissato e comandato dal pannello di controllo.

### **Il banco di prova in quota: tra le vette più alte.**

Il banco di prova climatico di alta quota è uno degli elementi distintivi del centro EVZ. A prima vista molto simile al banco di prova del freddo, osservato con più attenzione presenta alcune differenze: il display del banco di prova presenta un campo informativo in più che reca la dicitura Altitudine. Inoltre si notano le finestre più spesse del solito, con telaio speciale rinforzato e la massiccia porta in acciaio, che separa la sala metrologica dal banco di prova. Il banco di prova è accessibile solo attraverso una paratia a pressione. Questo elemento è necessario, in quanto in questo banco di prova viene simulata l'altitudine. Il banco di prova in quota consente di eseguire test fino a un'altitudine di



4.200 m sopra il livello zero normale, il che corrisponde a una pressione assoluta di 620 millibar. La sala metrologica è separata dal banco di prova da una differenza di pressione fino a 400 millibar.

“Il banco di prova in quota può essere paragonato a un sommergibile. L’involucro esterno del sommergibile infatti presenta rapporti di pressione ed effetti di forza simili”.

(Christa Hornreich)

Un grosso soffiante leva l’aria dall’intero banco di prova secondo le impostazioni, creando però sempre una compensazione tra l’aria necessaria al motore per la combustione e i gas di scarico che questo produce. Può essere simulata anche la sovrappressione, di modo che a Monaco possono essere eseguite misurazioni sopra il livello del mare riproducendo le condizioni presenti sui passi alpini. Questo si rivela importante tra l’altro per la compensazione delle misurazioni finora eseguite nel terreno di prova a Miramas, nel sud della Francia.

Ma questo banco di prova ha anche altro da offrire. Oltre alla pressione dell’aria, possono essere riprodotte anche temperature nel range da -30° a +45° C, l’umidità dell’aria è regolabile e il banco di prova dispone di un impianto di simulazione solare. In questo modo è possibile una simulazione ambientale completa. Possono essere riprodotte praticamente tutte le zone climatiche della terra.

Anche se questo banco di prova è inferiore in termini di dimensioni alle gallerie del vento termiche, dispone tuttavia della tecnica di una galleria del vento. Grazie a una dispendiosa simulazione, i progettisti del banco di prova insieme agli esperti di aerodinamica del BMW Group sono riusciti a realizzare in uno spazio estremamente ridotto un banco di prova dalle sofisticate caratteristiche aerodinamiche. L’apertura misura ben due metri quadrati – una novità per un banco di prova in quota – e consente quindi un buon flusso di aria nel vano motore. Il collettore sul pavimento garantisce un flusso di aria ben preciso nella zona della vettura e nel sottoscocca. L’intero flusso d’aria è configurato in modo ottimale per ridurre le perdite e impedire la separazione delle correnti. Grazie a tutte queste misure è stato possibile riprodurre anche in questo banco di prova una velocità del vento di 250 km/h, con un flusso d’aria realistico fino al montante A della vettura.





Un'altra caratteristica distintiva di questo banco di prova è la tecnica di misura integrata per i consumi e le emissioni. Mentre negli altri banchi di prova la tecnica di misura è integrata nella vettura, in questo caso è il banco di prova che la fornisce. Un moderno impianto CVS di misurazione dei gas di scarico consente di eseguire misurazioni rilevanti ai fini dell'omologazione in termini di altitudine, freddo e caldo. La tecnica di misura impiegata è idonea e affidabile per il rilevamento di emissioni anche minime, come quelle che verranno prescritte in futuro. Grazie al più ampio range di velocità e di temperatura rispetto ai semplici banchi di prova a rulli per gas di scarico, qui è possibile studiare anche misure per la riduzione dei consumi al di fuori dei cicli stabiliti per legge. Perché Efficient Dynamics si riferisce all'intero ambito di guida del cliente. Tutte queste caratteristiche fanno del banco di prova climatico in quota il banco di prova ideale per lo sviluppo del motore.

### **Il banco di prova in quota e la nuova BMW TwinPower Turbo quattro cilindri.**

Il banco di prova in quota presenta i requisiti migliori per supportare al meglio gli ingegneri nella progettazione e nell'applicazione ottimali del motore. Questo è dimostrato in modo sorprendente dalla nuova BMW TwinPower Turbo con motore a quattro cilindri, in quanto nello sviluppo di questo motore si sono sfruttate le possibilità di test del banco di prova in quota. Come prima BMW con motore a quattro cilindri a iniezione diretta di benzina High Precision Injection e comando valvole completamente variabile VALVETRONIC questa vettura stabilisce nuovi standard in termini di economicità ad un altissimo livello di prestazioni. L'eccellente risposta diretta di questo nuovo motore è data principalmente dal sistema di ricarica che, secondo il principio TwinScroll, sia nel collettore di scarico sia nel turbocompressore separa i canali dei due cilindri l'uno dall'altro.

Proprio nei motori con turbocompressione l'esame del comportamento del motore in condizioni di quota è molto rilevante, in quanto ad esempio la pressione di carico del turbocompressore a diverse altitudini deve costantemente essere adattata. Maggiore è l'altitudine di marcia, minore è la pressione dell'aria circostante. Per poter garantire una coppia ottimale e prestazioni ottimali del motore anche ad altitudini elevate l'elettronica di comando deve compensare, attraverso una regolazione intelligente della pressione di carico, i cambiamenti, anche marcati, delle condizioni



ambientali. Inoltre il sistema di regolazione deve garantire che la pressione di carico relativamente alta che si può verificare ad altitudini elevate non determini il superamento del numero di giri ammesso del turbocompressore. Nel banco di prova in quota le modifiche alla pressione di carico e l'efficacia delle relative contromisure sono facilmente rilevabili e applicabili. Anche grazie a questo il nuovo motore a quattro cilindri BMW TwinPower Turbo è regolato in modo ottimale.

Inoltre nel banco di prova in quota vengono eseguiti test per ambiti di valutazione delle emissioni in quota rilevanti ai fini dell'omologazione. Un ambito di valutazione si concentra ad esempio sulla regolazione delle emissioni tramite lo sfiato del serbatoio. All'aumentare dell'altitudine il carburante nel serbatoio degassifica sempre di più. Questi gas però non devono essere smaltiti nell'ambiente, ma ricondotti al motore e combusti. Una speciale valvola comanda lo sfiato del serbatoio, la cui temporizzazione di apertura deve essere adattata all'altitudine. Con il cosiddetto "ciclo Denver" a un'altitudine simulata di 1.620 metri si verifica se i valori soglia stabiliti per il mercato americano vengono rispettati oppure se la temporizzazione della valvola deve essere ottimizzata.

### **Colorado a Monaco.**

Secondo l'applicazione base nel banco di prova del motore la regolazione fine della catena cinematica finora veniva eseguita nella maggior parte dei casi con dispendiose prove su strada, ad esempio in Colorado. Il banco di prova in quota consente ora agli ingegneri addetti al test nel centro EVZ di trasferire il metodo operativo dell'applicazione di base alla regolazione fine. È possibile importare risultati di misurazione e metodica. Un importante tema di studio nel banco di prova in quota è l'applicazione del turbocompressore, ma anche ad esempio l'armonizzazione del post-trattamento dei gas di scarico della vettura.

Il sistema di alimentazione del carburante è un altro importante argomento di studio. Come l'acqua ad altitudini elevate comincia a bollire a basse temperature, anche il punto di ebollizione del carburante si abbassa, determinando l'evaporazione di grandi quantità di carburante in condizioni di alta quota. L'iniezione del carburante deve essere adeguatamente adattata. Le parti di carburante evaporate vengono catturate e ricondotte al motore. In questo modo si abbassano i consumi e si protegge l'ambiente.



In questo banco di prova viene applicata anche la funzione di diagnosi a bordo (OBD). Si tratta di un complesso sistema di diagnosi della vettura, attivo durante la marcia. Questo sistema monitora le funzioni del motore e della trasmissione e avvisa immediatamente il guidatore in caso di anomalia. In questo modo è possibile identificare precocemente e risolvere rapidamente problemi rilevanti per le emissioni. Il sistema monitora decine di funzioni e deve funzionare in tutte le situazioni di marcia e in ogni condizione atmosferica. Negli USA la prova di funzionamento dell'OBD tramite un determinato ciclo di guida è parte dell'omologazione.

Dopo la corretta applicazione di tutti i singoli componenti nel banco di prova in quota è possibile eseguire, come test finale, la rappresentazione di una guida in montagna reale con le relative pendenze e variazioni di altitudine e di temperatura.

L'ottimizzazione delle emissioni dei gas di scarico e dei consumi è un settore specifico dello sviluppo della vettura, fortemente influenzato dallo sviluppo del motore e che ha conseguenze in tutto lo sviluppo della vettura. I valori soglia vengono stabiliti per legge e ridotti a intervalli regolari. In aggiunta a questo diversi paesi specificano diversi altri aspetti nelle prescrizioni. Lo sviluppo di vetture che da un lato rispettano queste prescrizioni e dall'altro offrono al cliente comfort e dinamica elevati è una grossa sfida. In questo speciale banco di prova climatico questo argomento può essere trattato nel suo complesso. L'ingegnere addetto al test qui può eseguire e valutare un ciclo di guida prescritto per legge e poi, in successione, un ciclo di guida tipico BMW.

### **Banco di prova del freddo: era glaciale nel centro EVZ.**

Il banco di prova del freddo, il più piccolo del centro EVZ è dedicato principalmente ai test che prevedono temperature molto basse. I test eseguiti qui non necessitano del flusso d'aria sull'intera vettura, quindi i relativi dispendiosi impianti non sono più necessari e il banco di prova può avere una struttura costruttiva molto più contenuta. Il vento creato in questo banco di prova serve solo a raffreddare il motore e garantire quindi che i componenti della vettura non vengano danneggiati.

I test eseguiti in questo banco di prova comprendono i test di avviamento a freddo e le prove di funzionamento della batteria in condizioni estreme, la concezione e la verifica di funzionamento del sistema di riscaldamento e



la funzione antiappannamento dei vetri. Per fare questo la vettura viene congelata con acqua a una temperatura di - 20° C. Quindi viene azionato il motore e il sistema di riscaldamento della vettura viene impostato su sbrinamento per verificare che l'impianto di riscaldamento/climatizzazione sbrini i vetri in un determinato lasso di tempo. Per poter seguire meglio le prove di sbrinamento, la camera del freddo dispone del cosiddetto "sistema automatico di analisi defrost". Tramite quattro videocamere posizionate davanti, ai due lati e dietro alla vettura un sistema completamente automatico di elaborazione delle immagini registra la velocità di sbrinamento del riscaldamento della vettura. Sulla base delle registrazioni è possibile analizzare, comparare e valutare diverse procedure e strategie progettuali. Questo processo è stato sviluppato ben 16 anni fa ed ora fa di nuovo parte del centro EVZ nella sua versione aggiornata. Il test è rilevante ai fini delle prove per l'omologazione, così come la

prova di conformità ai requisiti specifici nazionali (prove di omologazione ECE, USA, Giappone ecc.) per la funzione antiappannamento del parabrezza e del lunotto posteriore. Per questa funzione per motivi di sicurezza esistono dei vincoli: ogni vettura deve eliminare l'appannamento dei vetri in un tempo prestabilito (variabile da mercato a mercato). Per testare la conformità alle prescrizioni si posiziona sul sedile del guidatore un apparecchio che tramite vapore acqueo crea un'elevata umidità all'interno dell'abitacolo e fa appannare i vetri all'interno. La funzione di aerazione e deumidificazione dei vetri del sistema di riscaldamento/climatizzazione deve provvedere a spannare i vetri nel tempo prestabilito. I risultati servono ad esempio nello sviluppo e ottimizzazione delle aperture di ventilazione presenti all'interno dell'abitacolo.

Proprio per i test a temperature molto basse finora per l'utilizzo del banco di prova era necessario calcolare i tempi di preconditionamento. Questi "tempi morti" ora sono superati nel centro EVZ: le vetture vengono portate nel banco di prova già preconditionate.

### **Soakroom: congelamento shock per le vetture.**

Nel piano interrato del centro EVZ si trova un grande contributo all'efficienza del processo di prova: le sale di preconditionamento, dette anche "soakroom". In queste otto piccole camere avviene il preconditionamento termico delle vetture per tutti i banchi di prova. Qui le vetture possono essere portate, prima della misurazione, a una temperatura che può variare tra -40° C e +55° C, in base alla simulazione da eseguire, per test in ambienti caldi o freddi



oppure per test con la neve. Le camere dispongono inoltre di un collegamento elettrico tramite il quale le vetture elettriche durante il condizionamento possono anche essere ricaricate. Le soakroom sono dotate di impianto di aspirazione dei gas di scarico. Qui possono essere eseguiti i test di avvio. In questo modo non è necessario occupare un altro banco di prova per questo tipo di test.

La particolarità del concetto delle soakroom è la separazione consapevole delle fasi di preparazione ed esecuzione del test. In altri ambienti di prova le vetture devono stare nel banco prova per molte ore per essere portate a temperatura. Durante questa fase di condizionamento non possono essere eseguiti test. Grazie alle soakroom nel centro EVZ invece è possibile preconditionare parallelamente più vetture e inviarle velocemente ai banchi di prova, evitando lunghi tempi di attesa e di occupazione del banco di prova. In questo modo i banchi di prova sono occupati solo per la durata del test, e questo consente di eseguire molti più test in poco tempo e quindi anche uno sfruttamento molto migliore del campo di prova. Se ad esempio devono essere testate due vetture nelle stesse condizioni, la prima viene portata al banco di prova e l'altra rimane nella soakroom, alla temperatura desiderata. Non appena il test della prima vettura è terminato, nel banco di prova viene portata la seconda vettura, alla giusta temperatura, e il test può proseguire. I tempi di trasferimento in caso di avvicendamento delle vetture nel centro EVZ non superano la mezz'ora, contro spesso diverse ore nel vecchio ambiente di prova di Aschheim.

Non lontano dalle otto soakroom si trova il settore warm soak (bagno di calore) con un massimo di dieci posti. Qui su una grande superficie le vetture vengono portate a una temperatura di 24° C per i test dei gas di scarico. Specialmente per questo tipo di test la regolazione esatta della temperatura e un rapido trasferimento ai banchi di prova senza perdite di temperatura è molto importante.

### **Brevità dei percorsi: tutto a portata di mano.**

Per garantire tempi di trasferimento rapidi il centro EVZ è stato progettato secondo il principio della brevità dei percorsi. Sono stati curati anche i minimi dettagli per permettere alle vetture pronte per il test di essere trasferite al banco di prova nel minor tempo possibile. Tramite due speciali elevatori a temperatura regolata con umidità dell'aria minima le vetture vengono trasferite dal piano interrato al piano dei banchi di prova. Se l'umidità dell'aria negli elevatori fosse maggiore, le vetture raffreddate fino a -30° C si congelerebbero



subito. Durante il viaggio in elevatore i piatti girevoli all'interno dell'elevatore stesso portano la vettura già nella posizione prevista per il banco di prova e il test può cominciare. Per ridurre al massimo i percorsi di trasporto delle vetture raffreddate gli elevatori sono disposti nelle vicinanze dei banchi di prova nei quali vengono testate le vetture preconditionate.

### **Dietro le quinte dei banchi di prova: l'infrastruttura del centro EVZ.**

“Nella fase di progettazione la realizzazione di percorsi il più possibile brevi è stata particolarmente importante. Per questo il centro EVZ è molto compatto e realizzato su una superficie ridotta”.

(Peter Hoff, Pianificazione progetti EVZ)

Complessivamente il centro EVZ si estende su tre piani e due piani intermedi, i banchi di prova si trovano tuttavia su un solo piano, il piano terra. È stata realizzata un'architettura nella quale i principali movimenti delle vetture avvengono su un solo piano. Grazie ai brevi percorsi di trasferimento le vetture arrivano rapidamente ai banchi di prova, consentendo quindi di ottenere in modo più rapido i risultati desiderati. Tutti i settori di attività collegati ai test ma che non devono necessariamente trovarsi nelle immediate vicinanze dei banchi di prova si trovano al primo piano o al piano interrato e sono collegati al piano dei banchi di prova tramite elevatori. Mentre nel piano interrato, nelle “soakroom”, le vetture vengono portate alle temperature necessarie per i vari test, al piano superiore ci sono le officine per le vetture che necessitano ancora modifiche sostanziali prima dell'esecuzione dei test.

Prima di essere sottoposto al test, ogni veicolo – vetture e motocicli – passa sul Central Space. Qui, nello spazio centrale di ingresso del centro EVZ e direttamente davanti ai banchi di prova, vengono eseguite le ultime modifiche per l'esecuzione del test. In quest'area possono essere equipaggiate e preparate parallelamente fino a sette vetture. La condizione per cui i reparti addetti allo sviluppo devono inviare al centro EVZ le vetture già pronte per il test consente di velocizzare le procedure.

Quindi sulle vetture vengono montati i cosiddetti pneumatici da rulli. Questo serve per la pulizia dei banchi di prova e per la sicurezza, in quanto sui rulli si produce un carico maggiore. Gli pneumatici scorrono infatti sulla parte superiore (il “vertice”) dei rulli e non sulla strada “piana”. Quindi vengono montati sulle vetture i punti di aggancio tramite i quali le vetture vengono



fissate in posizione. I test eseguiti con motore acceso richiedono un collegamento per l'aspirazione dei gas di scarico, anche questo applicato nel Central Space. I meccanici cablano la vettura in modo che i dati di misurazione rilevati nella sala metrologica possano essere monitorati. Inoltre qui, se necessario, viene montato un acceleratore elettronico. Questo permette ai tecnici del banco di prova di accelerare la vettura nella sala metrologica. Durante l'esecuzione del test normalmente non sono presenti operatori nell'auto. Il computer comanda con precisione la vettura in base alle impostazioni, per garantire la riproducibilità delle condizioni e dei risultati.

Direttamente adiacente al Central Space si trova una piccola stanza che ha numerose funzioni. Qui possono essere eseguite tutte le attività che richiedono uno spazio chiuso per la preparazione. Qui è possibile ad esempio il rifornimento con speciali carburanti, lo svuotamento del serbatoio oppure il rabbocco dei dispositivi di prova. Questa stanza dispone di una propria stazione di rifornimento che serve non solo a rifornire le vetture ma anche ad estrarre il carburante tramite pompaggio e a raccogliarlo. Anche il riciclaggio del carburante indica che il centro EVZ è stato concepito fin nei minimi dettagli per un funzionamento sostenibile ed estremamente efficiente. Qui è disponibile tutto l'anno il diesel invernale per poter eseguire anche in piena estate in modo realistico i test che prevedono condizioni di freddo. In conformità agli elevati requisiti di sicurezza applicati all'uso di carburanti speciali, la stanza multifunzione dispone inoltre di una ventilazione a caldo molto efficiente, grazie alla quale questa stanza può essere usata anche come stanza di asciugatura rapida per vetture consegnate bagnate.



## 4. La strada in laboratorio.

La possibilità di successo di un'idea innovativa può essere confermata solo dalla prova pratica. In questo modo si dimostra se una teoria soddisfa i requisiti reali. Per questo motivo i collaudi di prova sono e rimangono per il BMW Group una componente imprescindibile per lo sviluppo e la garanzia di sicurezza delle vetture. Per questo i prototipi percorrono sui circuiti di prova e sulle strade di tutto il mondo milioni di chilometri. Le vetture devono sostenere freddo e neve nei collaudi di prova in Alaska e in Scandinavia, vengono guidate in presenza di pioggia e in territori umidi per testare gli impianti di climatizzazione in condizioni di clima tropicale, e sulle vette delle alpi o delle Rocky Mountains gli ingegneri addetti ai test verificano ad esempio gli effetti della scarsità di ossigeno dell'aria ad alta quota sulla gestione del motore. Inoltre i dispositivi di prova vengono sottoposti ad altissima velocità al calore del deserto del Sudafrica e infine allo stop-and-go del traffico del caotico centro di Tokio. E la lista è ancora molto lunga.

I collaudi di prova forniscono agli ingegneri dello sviluppo del BMW Group importanti conoscenze sul comportamento dei singoli componenti e sul comportamento della vettura nel suo complesso. Tuttavia i collaudi di prova su strada implicano un grande dispendio in termini di personale e di vetture, non sempre vengono eseguiti in condizioni ottimali e nella maggior parte dei casi non possono essere ripetuti alla frequenza desiderata con i parametri richiesti. Grazie al Centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale (EVZ) del BMW Group ora non è più così.

“Nei nuovi banchi di prova le vetture vengono sottoposte in poche ore a condizioni per le quali fino ad ora è stato necessario spostarsi nei vari punti del mondo: Alaska, Sudafrica, Svizzera, ...”

(Dr. Johannes Liebl, responsabile Dinamica efficiente)

Molti collaudi di prova ora possono essere eseguiti nei nuovi banchi di prova del centro EVZ. La simulazione realistica delle condizioni ambientali quali calore, freddo, altitudine o precipitazioni nei banchi di prova offre





possibilità di test completamente nuove. Eliminando il vincolo delle condizioni esterne come stagioni dell'anno, momenti del giorno, temperatura o precipitazioni, nel centro EVZ i collaudi di prova possono essere eseguiti in poche ore o pochi giorni, invece che in molte settimane o addirittura mesi, come accadeva prima. Grazie alla combinazione dei diversi banchi di prova e ai metodi di prova intelligenti degli ingegneri metodisti è possibile nel centro EVZ realizzare le condizioni di prova ideali lungo l'intero arco dell'anno.

### **Fino ad ora ci si poneva la domanda: prova su strada o banco di prova?**

I test su strada forniscono risultati attendibili e realistici per lo sviluppo e la garanzia di sicurezza delle vetture. Tuttavia le prove su strada sono notevolmente più dispendiose e più difficili da valutare rispetto ai test sul banco di prova. Proprio la riproducibilità delle condizioni di test rappresenta per le prove su strada una grande sfida. Infatti proprio a causa della dipendenza dai fattori esterni ogni prova su strada, e quindi ogni misurazione, è diversa dall'altra. Un esempio: un tipico collaudo di prova per la garanzia di sicurezza termica operativa consiste nel percorrere più volte, in piena estate, con un rimorchio pesante, un'impegnativa strada di montagna. Numerose variabili, quali la presenza di ciclisti, un aumento imprevisto del traffico, reazioni imprevedibili di altri utenti della strada, deviazioni o sbalzi di temperatura o climatici rendono pressoché impossibile percorrere lo stesso tratto due volte consecutivamente alle stesse identiche condizioni, in termini di tempo, velocità, temperatura ambiente o variazione di carico. I risultati delle due prove su strada non sono dunque immediatamente comparabili, ma devono essere interpretati dagli ingegneri addetti al test che ne valutano la significatività.

Nei test condotti su banco di prova, al contrario, le condizioni di prova possono essere riprodotte al meglio, e la tecnologia di misurazione e di valutazione registra ogni cambiamento che interviene sulla vettura. Sui banchi di prova di ultima generazione i test non rappresentavano in modo completo l'insieme delle sollecitazioni di guida in condizioni reali. I risultati non potevano essere trasmessi direttamente, era ancora necessario un margine di interpretazione.



“Fino ad ora abbiamo sempre dovuto scegliere: misurare sul banco di prova con parametri regolabili e riproducibili (a discapito dell’aderenza alla realtà), oppure testare su strada in condizioni reali che non possono però essere riprodotte. Impossibile ottenere le due cose insieme. Ora è diverso”

(Roland Kleemann, Metodi e apparecchiature di prova EVZ)

### **Centro EVZ: prova su strada al banco di prova - il meglio dei due mondi.**

Nel centro EVZ gli ingegneri dello sviluppo del BMW Group sono riusciti a unire i due mondi della prova su “strada” e del “banco di prova”. Grazie alle sue apparecchiature il centro EVZ offre possibilità di test molto più sofisticate rispetto ai banchi di prova finora usati.

“La combinazione di cinque banchi di prova climatici sotto un unico tetto ci fornisce possibilità di prova uniche per le nostre vetture. Tutti gli ambiti di valutazione possono essere affrontati in tempi estremamente brevi: in otto ore una vettura può virtualmente fare il giro del mondo”.

(Roland Kleemann)

Nel centro EVZ per la prima volta è possibile eseguire anche test ad elevata dinamicità su un banco di prova climatico. Nel banco di prova vengono quindi rappresentati i profili di guida che il guidatore realmente applica nella guida su strada, con accelerazione e frenata. La “simulazione ambientale” ha permesso di portare sul banco di prova tutte le condizioni ambientali che si verificano nella guida su strada. La possibilità di simulare sole, pioggia, neve, vento, umidità dell’aria e addirittura altitudine apre mondi di test di prova completamente nuovi, nel vero senso della parola: nei banchi di prova del centro EVZ possono essere eseguiti collaudi che finora erano possibili solo in Sudafrica, a Tokio o in Alaska, perché le condizioni necessarie erano presenti solo in questi luoghi. Sul banco di prova i dati sono riproducibili e mostrano in modo molto chiaro se i componenti svolgono la propria funzione oppure se le strategie di funzionalità determinano effettivamente un risparmio di carburante.

### **Molti vantaggi per l’uomo, la macchina e l’ambiente.**

Il nuovo campo di prova presenta molti vantaggi, soprattutto relativamente ai processi. Numerosi test in ambienti a temperature molto



elevate o molto basse, che implicando il viaggio in aereo sono molto dispendiosi e comportano alte emissioni di CO<sub>2</sub> ora possono essere eseguiti nel centro EVZ, indipendentemente dalla stagione dell'anno e quindi in modo molto economico e meno dannoso per l'ambiente. In questo modo il processo di sviluppo nel suo complesso diventa più breve e più semplice. Il calendario di test molto più lineare consente uno sfruttamento migliore dei banchi di prova e allo stesso tempo richiede un numero minore di elementi di test, in quanto questi non sono più occupati per settimane per uno stesso test. I dispendiosi tempi di trasferta non sono più necessari e gli ingegneri addetti ai test non devono più recarsi nei territori adatti ai collaudi nei diversi luoghi del mondo. Inoltre sono disponibili subito dopo il test risultati affidabili.

Nel tentativo di "portare la strada in laboratorio", per il BMW Group una cosa è di particolare importanza: il centro EVZ non è un modo per sostituire i collaudi su strada e non vuole esserlo, piuttosto vuole esserne un'efficiente integrazione. Per questo gli ingegneri del BMW Group studiano con precisione quali ambiti di test e collaudi di prova eseguire nel centro EVZ e quali su strada. Ad esempio, i test per la valutazione soggettiva delle caratteristiche di guida come il comfort, il comportamento in marcia oppure l'accelerazione trasversale in curva o in pendenza devono essere eseguiti come sempre su strada o sui terreni di misura, in quanto solo qui questi fattori sono valutabili. Proprio nei test su strada scaturiscono sempre nuovi requisiti per gli ingegneri dello sviluppo, dati dal voler soddisfare le esigenze del "mondo e delle percezioni del cliente".

"I collaudi su strada saranno sempre necessari, perché solo su strada è possibile testare il comportamento di guida in condizioni di marcia reali. La sensazione soggettiva di guida del collaudatore e degli ingegneri addetti al test è uno strumento di misura che non vogliamo abbandonare".

(Roland Kleemann)

### **Come portare la strada sul banco di prova – lo sviluppo del metodo.**

Per portare la strada in laboratorio, è necessario disporre di un banco di prova perfettamente attrezzato. Almeno altrettanto importanti sono tuttavia i metodi di prova che consentono di eseguire sul banco di prova test realistici e quindi di sfruttare al meglio i requisiti del centro EVZ. L'obiettivo è simulare sul banco di



prova le condizioni ambientali di un collaudo su strada nel modo più realistico possibile, quindi rappresentare sul banco di prova i requisiti stabiliti dagli ingegneri addetti al test attraverso un insieme di prove.

“Solo un metodo di prova correttamente messo a punto rende il banco di prova equivalente alla strada”.

(Roland Kleemann; ha collaborato strettamente con gli ingegneri addetti ai test per lo sviluppo dei metodi, per “portare la strada in laboratorio”)

La procedura di sviluppo dei metodi di test si articola in più fasi: dopo aver ricevuto i requisiti da sviluppare e da garantire in sicurezza richiesti dai diversi reparti, si valuta quali ambiti di valutazione possano essere eseguiti nel centro EVZ e per quali questa sia una procedura sensata. Dopo aver identificato i test da eseguire i dati di strada rilevanti vengono misurati e “portati” sul banco di prova, in modo che, premendo un pulsante, venga ricreato un determinato profilo di guida. Infine il ciclo di prova viene validato e confermato dagli ingegneri addetti al test.

### **Gestione delle esigenze: chi vuole cosa e perché.**

Per la realizzazione del centro EVZ sono state innanzitutto valutate le esigenze di test dell'azienda. Nell'ambito di un'analisi del fabbisogno, gli sviluppatori dei metodi di test hanno chiesto ai potenziali “clienti dei test” dei vari settori di sviluppo dell'azienda (complessivamente oltre cinquanta reparti compresi quelli dei motori sportivi e dei motocicli) quali fossero le loro esigenze di prova, quale fosse il loro campo di prova ideale e a quali parametri attribuissero particolare valore. Questa analisi non aveva tanto lo scopo di soddisfare tutte le necessità attraverso il centro EVZ, ma di creare piuttosto un portafoglio di test che permettesse di massimizzare la sostituibilità delle prove con un'architettura di banchi di prova visionaria: un ambiente di test che presentasse tutti i requisiti necessari per portare sui banchi di prova il maggior numero di test fino ad allora eseguiti su strada, tenendo in considerazione anche i requisiti del settore automobilistico del futuro, come ad esempio i cicli di prova specifici per veicoli ibridi, elettrici o a idrogeno.

Nell'ambito della suddetta analisi, infatti, è stato richiesto ai reparti specialistici di motivare le loro richieste, ovvero di spiegare il perché avessero bisogno di quello che richiedevano. Perché oltre all'identificazione delle esigenze di test complessive era necessario chiarire in primo luogo quali test



potessero essere trasferiti sui banchi di prova e per quali di questi fosse sensato applicare questa procedura. Nel centro EVZ sono quindi stati “trasferiti” solo quei test che non potevano essere eseguiti su strada oppure che in laboratorio potevano essere eseguiti in modo migliore e più vantaggioso.

### **La montagna sul banco di prova.**

Una volta che le esigenze sono state identificate e ne è stata confermata la plausibilità, gli esperti del BMW Group hanno cominciato a sviluppare i metodi di prova corretti per i relativi ambiti di test.

“Possiamo riprodurre sul banco di prova quasi ogni tipo di carico che si presenta in natura. Il fattore determinante è la giusta combinazione dei singoli parametri. Solo in questo modo nelle misurazioni non si noteranno differenze con la guida su strada. “

(Roland Kleemann)

Ma la strada è ancora lunga per arrivare al punto in cui la vettura sul banco di prova non presenti praticamente nessuna differenza dal collaudo su strada. Ce lo dimostra chiaramente l'esempio di guida dinamica in montagna con rimorchio sul Mount Ventoux. Struttura del test: una vettura di prova marcia in piena estate con un pesante rimorchio su un'impegnativa strada di montagna in salita, allo scopo di portare determinati componenti della vettura al limite del loro carico termico. Rappresentare tutte le condizioni previste per il test sul banco di prova era solo una delle tante sfide poste agli sviluppatori dei metodi di prova. Sul banco di prova devono infatti essere simulate correttamente non solo le condizioni ambientali quali temperatura e irradiazione solare, ma devono essere riprodotte anche le condizioni di resistenza al rotolamento e la resistenza dell'aria, nonché la forza data dalla pendenza.

La premessa per ottenere questo è un modello sotto forma di descrizione fisica dello svolgimento della prova su strada come eseguita finora. Gli ingegneri addetti al test misurano i loro test di riferimento su strada e rilevano le condizioni relative alla vettura, alla strada e all'ambiente che si verificano durante la marcia. Dai dati relativi alla partenza su strada o autostrada, che servono per il preconditionamento della vettura, fino alla prova reale in montagna, la marcia della vettura viene registrata multidimensionalmente. La tecnica di misura rileva ogni decimo di secondo i parametri rilevanti della vettura e dell'ambiente. Di questi fa parte soprattutto la resistenza di marcia, in



costante variazione, composta da attrito degli pneumatici, resistenza dell'aria, forza discensionale data dalla pendenza e inerzia. Ma anche le condizioni ambientali come vento, temperatura, pressione e umidità dell'aria, precipitazioni e irradiazione solare, ovvero tutti i fattori rilevanti ai fini del risultato che successivamente devono essere simulati e controllati nel banco di prova, vengono rilevate sotto forma di profilo. Il profilo del sole ad esempio rappresenta l'irradiazione solare in ogni momento della prova. Le singole "realtà parziali" costituiscono la base di partenza per la successiva sostituzione della prova su strada nel banco di prova.

"Componiamo in modo sistematico i dati rilevati nella realtà e realizziamo sul banco di prova una realtà sostitutiva artificiale. Alla fine per alcune prove viene realizzata una specie di "coreografia di test", e siamo in grado di simulare nel banco di prova, premendo un pulsante, una montagna nel sud della Francia".

(Roland Kleemann)

I banchi di prova del centro EVZ consentono addirittura la simulazione di marcia con rimorchio, senza dover agganciare effettivamente il rimorchio alla vettura. La maggiore resistenza di marcia di un rimorchio viene trasmessa alla catena cinematica della vettura tramite i rulli del banco di prova. Una curva caratteristica sotto forma di funzione matematica rappresenta la resistenza che deve essere superata per mantenere la vettura costantemente alla velocità del test, e indica quali forze devono essere simulate dai rulli del banco di prova. Un esempio: per mantenere in piano una velocità di 80 km/h, una BMW serie 5 Touring ha bisogno di una spinta propulsiva di 430 Newton per superare la resistenza di rotolamento e la resistenza dell'aria. La stessa vettura, con un rimorchio di due tonnellate, per marciare costantemente a 80 km/h necessita di una spinta propulsiva di 1380 Newton, ovvero tre volte tanto. Grazie a rilevamento completo dei dati, nel centro EVZ durante l'intero ciclo dinamico di prova vengono applicati automaticamente alla catena cinematica i corretti valori di resistenza di marcia specifici. Ed è possibile anche regolare la relativa temperatura, in quanto in condizioni di freddo la resistenza dell'aria sulla vettura è leggermente maggiore rispetto a condizioni di caldo.

In stretta collaborazione con i clienti del test il centro EVZ riproduce un portafoglio di oltre 150 situazioni di prova che possono essere simulate. Ne fanno parte, tra gli altri, test di assetto sul Passo dello Stelvio, test di



frenata sul monte Großglockner e test di presenza di pioggia ad alta velocità. Proprio per i test ad alta velocità la possibilità di esecuzione all'interno del centro EVZ consente di aumentare la sicurezza delle persone. Le guide a valori limite richiedono infatti un'estrema concentrazione da parte degli ingegneri addetti ai test. Nei banchi di prova invece anche nei test ad alta velocità il guidatore si trova al sicuro al pannello di comando e si limita a controllare i risultati di misura.

Nello sviluppo dei metodi sono stati presi in considerazione anche ambiti di test futuri. Gli sviluppatori dei metodi di test lavorano insieme ai reparti specialistici a cicli per i quali ancora non esistono basi di dati. In particolare, relativamente allo sviluppo e alla garanzia di sicurezza delle vetture ibride e delle vetture elettriche, gli ingegneri addetti ai test del BMW Group portano avanti un lavoro pionieristico.

### **Sintetizzazione di profili di percorsi: aumenta l'efficienza.**

Con adeguati metodi di test nel centro EVZ è possibile riprodurre esattamente ed eseguire praticamente ogni profilo di percorso. L'ingegnere addetto al test riceve un profilo di test che corrisponde esattamente al collaudo su strada desiderato. In uno sviluppo efficiente della vettura quello che conta soprattutto è raggiungere rapidamente l'obiettivo di prova e di garanzia di sicurezza. Il profilo di percorso ideale a questo fine può, però, non essersi mai verificato su strada. Qui inizia la seconda fase dello sviluppo del metodo: la sintetizzazione dei profili di percorso, vale a dire la semplificazione e compressione dei passaggi fondamentali e decisivi per il test del profilo di percorso misurato. Il profilo reale serve agli ingegneri solo come base di partenza.

“L'obiettivo della sintetizzazione è quello di riprodurre in breve tempo le condizioni identiche della vettura. Le parti non essenziali di una prova su strada vengono semplicemente eliminate”.

(Roland Kleemann)

Si tratta quindi, sulla base della prova reale, di produrre un profilo che sia il più facilmente descrivibile e riproducibile, e allo stesso tempo almeno altrettanto attendibile. Per fare questo si rimuovono le parti dello svolgimento della prova che non hanno alcuna influenza sul risultato, ad esempio curve che possono essere percorse solo a bassa velocità oppure tempi di partenza per il preconditionamento della vettura. La compressione dei profili dei percorsi



rende disponibili i risultati in breve tempo, risparmiando risorse preziose, in quanto il banco di prova non rimane inutilmente operativo.

Inoltre la tecnologia del centro EVZ consente di collegare tra loro i profili misurati e sintetizzati, ovvero di combinare le caratteristiche di diversi percorsi di prova in un unico lungo profilo di percorso.

“Qui sviluppiamo profili sostitutivi che ci conducono velocemente all’obiettivo. Siamo in grado di produrre percorsi di prova completamente nuovi che rappresentano composizioni di impegnativi pezzi di percorso: così possiamo ad esempio guidare con la neve in Norvegia di mattina e già tre ore dopo testare l’impianto di climatizzazione nel traffico stop-and-go di Napoli a temperature estive. In un unico spazio, con un’unica auto”.

(Roland Kleemann)

La sintetizzazione dei profili di percorso è tuttavia solo una parte della strada da percorrere per ottenere un ambiente di prova ottimale. Gli sviluppatori dei metodi di prova lavorano anche alla definizione di requisiti unitari per la garanzia di sicurezza della vettura, ad esempio relativamente alle forze di carico e di trazione, che devono essere specifiche in base al test e alla serie costruttiva. Questi standard infatti garantiscono la comparabilità dei risultati di misura rispetto ai test su strada e consentono una garanzia di sicurezza efficiente e valida all’interno del centro EVZ.

### **Dalla strada al laboratorio: ora però in modo corretto.**

Dopo il rilevamento dei dati, lo sviluppo dei metodi, la sintetizzazione dei percorsi e la loro implementazione nei banchi di prova, vengono infine validati i metodi. Si verifica il grado di affidabilità con il quale i banchi di prova riproducono tramite simulazione le realtà parziali e se i risultati della prova su strada corrispondono a quelli del banco di prova. Solo dopo questa fase il banco di prova è utilizzabile.

L’ambizioso obiettivo è quello di eseguire determinati ambiti di test solo sui banchi di prova e di ridurre i collaudi su strada a casi sporadici. L’80 per cento di tutti gli ambiti di test nei settori sicurezza operativa termica, gestione energetica e del calore, comportamento operativo a temperature estreme e garanzia di sicurezza operativa e funzionale saranno eseguiti in futuro, a diverse condizioni atmosferiche, nel centro EVZ di Monaco.





## **Test visionari, nel centro EVZ il futuro è già qui: Efficient Dynamics - bilanciamento di ricarica.**

La possibilità di esecuzione delle prove su strada nei banchi di prova comporta numerosi vantaggi anche per gli sviluppi futuri nell'ambito della ricerca sull'efficienza. Un campo di prova ad alta precisione è una condizione imprescindibile in particolare per lo sviluppo di misure per il risparmio energetico. Nel centro EVZ alcuni tipi di misurazioni sono possibili a un livello di precisione finora mai raggiunto. Nell'ambito del rilevamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> ad esempio ora è possibile identificare misure che consentono un risparmio fino a un grammo di CO<sub>2</sub> al chilometro. A causa dell'influenza dei fattori esterni nei collaudi su strada alcune misurazioni si disperdevano e quindi non potevano essere valutate; oggi questo tipo di misurazioni possono essere dimostrate con precisione nel centro EVZ. Questo è di particolare importanza proprio per la strategia dell'Efficient Dynamics, in quanto questa sfrutta l'effetto complessivo di molteplici misure di piccola entità.

Ma nel centro EVZ non vengono studiate solo le misure attuali per l'aumento dell'efficienza e la riduzione delle emissioni, qui vengono anche già sviluppati metodi di prova per i temi di ricerca e le forme di mobilità del futuro. Un ambito di valutazione particolarmente importante, già oggi ben rappresentabile in modo preciso sul banco di prova è il bilanciamento di carica della batteria della vettura. Grazie al bilanciamento della carica è possibile studiare l'influenza delle varie utenze elettriche in certe condizioni, chiaramente definite. Nel prossimo futuro su questo studio si baseranno la ricerca e lo sviluppo di nuove strategie operative, come l'avanzata gestione energetica, che prevede un condizionamento della vettura in modo tale che, a seconda della situazione di guida, tutti i parametri presentino la massima efficienza e il massimo dinamismo. Per risparmiare energia la batteria della vettura ad esempio non deve essere caricata subito, non appena viene superato il valore di tensione minimo, ma solo quando è più sensato, ad esempio nel tratto in discesa di una strada di montagna oppure in occasione di una frenata prevedibile come ad esempio davanti a un semaforo rosso.

L'apparecchiatura dei banchi di prova e i cicli di prova sintetizzati del centro EVZ consentiranno anche in futuro di adattare al meglio le vetture e di sfruttare al massimo i potenziali di risparmio a disposizione. Questo è particolarmente importante soprattutto in una visione a lungo termine e



nella prospettiva di una sempre maggiore elettrificazione ed ibridizzazione delle vetture, per questo gli ingegneri lavorano già allo sviluppo di speciali profili di prova per le vetture elettriche. Un simulatore ibrido fornisce energia per la fonte di propulsione e allo stesso tempo è dotato di sensori di misura ad alta sensibilità, in modo che gli ingegneri possano leggere in tempo reale l'attuale fabbisogno energetico e trarre le relative conclusioni sull'utenza e sull'influenza della stessa. Questa tecnologia è, in questa forma, finora unica ed è un buon esempio di come anche le esigenze di prova più avanzate degli sviluppatori siano state recepite e applicate.



## 5. Sostenibilità nel BMW Group – Efficient Dynamics = efficienza nell'esecuzione dei test.

Il BMW Group ha la pretesa di contribuire attivamente alla prefigurazione del futuro. Come principio fisso di configurazione dei processi e delle procedure futuri un modo di agire sostenibile deve innanzitutto creare un valore aggiunto a lungo termine per le aziende, l'ambiente e la società. E la sostenibilità al BMW Group ha molte sfaccettature. Il BMW Group si assume una responsabilità a livello economico, ecologico e sociale e ha posto il tema sostenibilità tra i principi base della propria strategia aziendale.

Proprio in una situazione economica difficile una crescita che guarda al futuro è la premessa per poter sfruttare a lungo termine le opportunità di una crisi. Per questo le quattro direzioni strategiche nelle quali il BMW Group sta incanalando le proprie energie sono la crescita, una prefigurazione attiva del futuro e l'accesso alle nuove tecnologie e a nuovi clienti. Per il BMW Group questo significa, nel vero senso della parola, investire sul futuro. In questo senso l'azienda si concentra soprattutto su redditività e incremento del valore a lungo termine, convinta che solo un'operatività sostenibile crei terreno fertile per un successo sostenibile.

La strategia di prodotto più nota e finora di maggior successo del BMW Group sul tema sostenibilità è Efficient Dynamics. Con questa strategia e il pacchetto di misure innovative finora applicate, il BMW Group è riuscito a risolvere quello che era sempre stato un conflitto di obiettivi: la riduzione del consumo di carburante e delle emissioni di CO<sub>2</sub> aumentando al contempo la dinamica di guida e le prestazioni del motore. Questa strategia, applicata all'intera flotta di vetture, consente una notevole riduzione dei consumi e delle emissioni. Il nuovo Centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale contribuisce in modo decisivo allo sviluppo di questa strategia.

### **Efficienza nell'esecuzione dei test: il Centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale del BMW Group.**

Il principio di sostenibilità non trova applicazione soltanto nella strategia di prodotto Efficient Dynamics, ma anche nella configurazione efficiente dei processi di sviluppo. Un passo importante in questa direzione è il nuovo



Centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale del BMW Group (EVZ), che attraverso un'operatività economica, ecologica e socialmente responsabile rispecchia i tre aspetti della sostenibilità.

In qualità di nuovo e importante componente del processo, il centro EVZ riduce in modo significativo i tempi dello sviluppo attraverso la centralizzazione e l'indipendenza dalle stagioni dell'anno. La composizione intelligente e completa delle apparecchiature consente inoltre lo sviluppo efficiente dei sistemi di mobilità innovativi. Il centro EVZ rappresenta un investimento consapevole sul futuro del BMW Group e di conseguenza sul futuro della mobilità.

### **L'ecobilancio del centro EVZ parla da solo.**

Già in fase di progettazione del centro EVZ i responsabili del progetto hanno fatto un impiego attento delle risorse. Grazie all'architettura intelligente e alla concezione efficiente dei banchi di prova il centro EVZ consente un'operatività ecologicamente sostenibile.

Per far sì che nel centro EVZ sia possibile rappresentare, per la prima volta, in un banco di prova quasi tutte le condizioni ambientali come irradiazione solare, calore, freddo, precipitazioni e addirittura altitudine sono necessari grandi impianti per la produzione di vento e freddo nonché impianti per la simulazione dell'irradiazione solare e delle precipitazioni. La concezione dell'impianto è quindi orientata alla massima efficienza energetica.

Questa gestione energetica intelligente è rilevabile in molti punti del centro EVZ. Durante un collaudo, ad esempio, i rulli del banco di prova accumulano l'energia prodotta dalla marcia della vettura e la trasformano in corrente tramite un generatore integrato. Il carburante utilizzato viene quindi reso riutilizzabile sotto forma di energia elettrica. Questo meccanismo di recupero attivo viene impiegato anche nei ventilatori centrali dei banchi di prova. Ad esempio nelle variazioni di carico dinamiche il soffiante viene spesso accelerato e frenato in rapida successione. Attraverso il recupero dell'energia di frenatura, applicato anche nella tecnologia EfficientDynamics BMW nelle vetture, ogni procedura di frenata produce energia di frenatura che viene trasformata in corrente.



“Ogni banco di prova è una piccola centrale elettrica. Ogni volta che un banco di prova viene utilizzato, l'energia non viene solo consumata, ma anche generata”.

(Jürgen Engelmann, responsabile operativo EVZ)

I banchi di prova sono dotati di un sofisticato sistema di isolamento, quindi è possibile regolarne la temperatura in modo molto efficiente. Inoltre gli scambiatori di calore di rotazione e dei gas di scarico consentono il recupero del calore di scarico fino al 75 per cento. Nel centro EVZ i trasformatori sono collegati in rete tra loro in modo intelligente, non solo per recuperare al meglio l'energia ma anche per non impiegarne troppa. In questo modo, infatti, nel complesso sono necessari meno trasformatori, e questo riduce il calore di scarico e la dissipazione a vuoto.

### **Freddo su richiesta: Efficient Cooling.**

Rispetto ai comuni sistemi di raffreddamento, il raffreddamento dei banchi di prova nel centro EVZ è configurato in modo particolarmente ingegnoso: viene impiegato un concetto di raffreddamento a cascata. Se si utilizzasse un accumulatore centrale di freddo per tutti i range di temperatura, la produzione e la costante messa a disposizione del freddo sarebbe particolarmente dispendiosa in termini energetici, in quanto si genererebbe un'enorme riserva di freddo sotto forma di acqua salata a -50° C, alla quale si attingerebbe in caso di necessità. La gestione di questo sistema richiederebbe tuttavia un elevato dispendio energetico anche quando non è necessario alcun raffreddamento. Nel centro EVZ questo problema è stato affrontato con il principio del “freddo su richiesta”. Così viene messo a disposizione solo il freddo necessario al momento. A seconda del fabbisogno di freddo del banco di prova l'impianto di raffreddamento si attiva a diversi livelli. La riserva costante di freddo viene mantenuta al minimo e il raffreddamento funziona quindi in modo più efficiente.

“Con il sistema di raffreddamento a cascata, nel centro EVZ soddisfiamo l'importante requisito che il BMW Group pone a se stesso: gestire le risorse in modo responsabile”.

(Peter Hoff, Pianificazione progetti EVZ)

Il primo livello del raffreddamento a cascata si chiama “raffreddamento libero”, ed è sempre attivo. A questo livello per il raffreddamento del



banco di prova viene utilizzata l'aria ambiente del centro EVZ. Se ad esempio nel banco di prova ci sono 35° C e all'esterno solo 10° C, l'aria fredda esterna può raffreddare il banco di prova senza grande dispendio energetico. Perché anche i banchi di prova "caldi", che non necessitano cioè di temperature molto fredde, devono essere costantemente raffreddati, per mantenere la temperatura richiesta. Dal momento in cui viene applicato un carico alla vettura, la temperatura sul banco di prova aumenta. Oltre al calore di scarto della vettura anche il soffiante scarica la sua energia di propulsione sotto forma di calore da attrito e riscalda ulteriormente l'aria nel banco di prova.

Se il raffreddamento libero non è più sufficiente oppure se sono necessarie temperature più basse, si passa al secondo livello, il "freddo normale". In questo caso si attiva, a seconda del fabbisogno di freddo, uno dei due moduli di freddo. Solo quando sono necessarie temperature molto al di sotto dello zero viene attivata un'altra macchina, il cui range operativo comprende temperature molto basse.

Come integrazione al sistema a cascata degli impianti ogni banco di prova dispone del proprio circuito di raffreddamento. I singoli circuiti di raffreddamento comportano complessivamente un minore consumo energetico, in quanto vengono messi in funzione solo piccoli impianti di raffreddamento, e non sempre uno grande. Solo la galleria del vento ambientale e la galleria del vento climatica condividono lo stesso circuito di raffreddamento, in quanto questi due banchi di prova devono eseguire test simili e di rado hanno contemporaneamente necessità di prestazioni elevate di freddo. Gli operatori del centro EVZ tengono in considerazione questo particolare per la pianificazione dell'utilizzo dei banchi di prova. L'introduzione di fattori di contemporaneità per due banchi di prova consente uno sfruttamento molto migliore degli impianti di raffreddamento e fa sì che questi si trovino sempre nella condizione operativa ottimale (solo tramite questa misura è possibile risparmiare dieci megawatt di fabbisogno energetico).

Anche relativamente all'acqua potabile già in fase di progettazione è stato applicato il principio di sostenibilità. Almeno l'80 per cento dell'acqua necessaria nel centro EVZ è acqua freatica specifica per uso industriale. Viene utilizzata per ogni tecnica di processo, per gli impianti di raffreddamento ibridi sul tetto dell'edificio e in ambito sanitario. Solo nella centrale tecnica e nei settori sociali, per motivi tecnici e igienici, viene utilizzata la costosa acqua potabile.



## **Il bilancio di CO<sub>2</sub> del centro EVZ.**

Non solo gli impianti di prova funzionano in modo molto efficiente. Attraverso la simulazione ambientale nel centro EVZ nei banchi di prova può essere eseguita solo una parte dei collaudi. A parte i vantaggi per il processo di sviluppo della vettura dati dall'ambiente di prova integrato e dall'indipendenza dalle stagioni dell'anno, la possibilità di eseguire i collaudi nel centro EVZ consente di risparmiare CO<sub>2</sub>. Solo l'eliminazione della voce dei trasporti nei luoghi di collaudo in tutto il mondo corrisponde all'incirca al consumo energetico per il funzionamento del centro EVZ. Inoltre vengono meno i viaggi aggiuntivi che spesso si rendono necessari per le prove su strada a causa delle condizioni non sufficientemente stabili.

Inoltre il centro EVZ, grazie alle condizioni simili a quelle di laboratorio, consente la ripetizione dei test con accuratezza scientifica. In questo modo è possibile studiare in modo mirato l'influenza dei singoli componenti a un notevole grado di dettaglio che apre nuovi potenziali per un ulteriore risparmio energetico. Grazie alla precisione dei risultati in condizioni di laboratorio è possibile scoprire nuovi margini d'azione per ulteriori potenziali di risparmio. Se solo grazie alla possibilità fornita dal nuovo ambiente di prova del centro EVZ fosse possibile identificare e applicare su tutte le vetture nuove una misura per il risparmio di solo 0,1 grammi CO<sub>2</sub>/km, si compenserebbe l'80 per cento delle emissioni di CO<sub>2</sub> derivanti dall'operatività del centro EVZ.

## **Cambiamenti nelle condizioni di lavoro: cosa significa il centro EVZ per i collaboratori?**

Lavorare in modo sostenibile al BMW Group significa anche accettare delle responsabilità sociali. Questo è dimostrato dalla gestione dei collaboratori nei reparti di prova. Con la messa in opera del centro EVZ infatti verrà attuata una ristrutturazione dell'intero settore di test e di garanzia di sicurezza del BMW Group e quindi anche delle condizioni di lavoro degli ingegneri addetti ai test.

Grazie alla possibilità di eseguire molti dei collaudi all'interno del centro EVZ una parte del carico lavorativo come ad esempio i frequenti e stressanti viaggi e il lavoro a condizioni climatiche estreme viene a mancare. Ma nel centro EVZ si sono creati nuovi prestigiosi posti di lavoro per tecnici che verranno selezionati e formati nell'ambito di un programma di qualificazione all'interno del BMW Group.



## 6. Dati e numeri: Il nuovo Centro tecnico di sperimentazione energetica e ambientale del BMW Group.

### Dati relativi ai lavori di costruzione

Inizio dei lavori	giugno 2007
Festa per la copertura del tetto	giugno 2008
Attivazione del vento nelle gallerie del vento	gennaio 2010
Ingresso dei collaboratori	dicembre 2009
Quantità totale di cemento	16.400 m <sup>3</sup>
Quantità totale di tondini per cemento armato	2.900 t
Superficie totale delle facciate	6.850 m <sup>2</sup>
Investimento complessivo edifici, tecnologia e apparecchiature	130 milioni di euro

### Dati relativi all'edificio

Lunghezza edificio	51 m
Larghezza edificio	75 m
Altezza edificio	22 m
Numero di piani	6
Superficie di base lorda	14.840 m <sup>2</sup>

### Gallerie del vento termiche

Superficie di base plenum (lunghezza/larghezza)	13,6 x 10 m
Direzione del flusso dell'aria	verticale
Diametro soffiante	4.750 mm
Numero massimo di giri soffiante	455-518 giri/min
Potenza soffiante	1.500-2.060 kW
Velocità massima del vento	250-280 km/h
Volume complessivo alimentazione aria	3072 m <sup>3</sup>

### Banco di prova in quota

Superficie di base plenum (lunghezza/larghezza)	12 x 6 m
Direzione del flusso dell'aria	verticale
Diametro soffiante	2.240 mm
Numero di giri del soffiante	1.350 giri/min
Potenza soffiante	900 kW
Velocità massima del vento	250 km/h
Volume complessivo alimentazione aria	505 m <sup>3</sup>

### Banco di prova del freddo





Superficie di base plenum (lunghezza/larghezza)	10 x 5 m
Direzione del flusso dell'aria	verticale
Diametro soffiante	1.000 mm
Numero di giri del soffiante	1.760 giri/min
Potenza soffiante	110 kW
Velocità massima del vento	130 km/h

In caso di domande contattare:

Katharina Singer, Comunicazione sulla tecnologia, portavoce Ricerca e sviluppo  
Telefono: +49-89-382-11491, Fax: +49-89-382-28567

Sito internet: [www.press.bmwgroup.com](http://www.press.bmwgroup.com)  
e-mail: [presse@bmw.de](mailto:presse@bmw.de)

