

# Aerodynamik und Thermomanagement

## Zusammenspiel im Rahmen der Fahrzeugentwicklung

Die permanent steigenden Anforderungen an die Entwicklungsabteilungen der Automobilunternehmen zur Reduktion des Kraftstoffverbrauchs und der Abgasemissionen sowie zur Sicherstellung von aktuellen Komfort- und Qualitätsansprüchen führen zu intensiven Entwicklungsaktivitäten in den Bereichen Aerodynamik und Thermomanagement.

*Text: Patrik Gisch*

### Neuer Windkanal in Weissach

Neben Simulations- und Berechnungsmethoden sind für die Entwicklungsingenieure Prüfeinrichtungen wie Windkanäle, Klimawindkanäle oder Teststrecken bei ihrer Arbeit nach wie vor von großer Bedeutung. Im Rahmen des derzeitigen Ausbaus entsteht im Porsche-Entwicklungszentrum in Weissach auch ein neuer Windkanal, in dem Ingenieure Fahrzeuge bei Windgeschwindigkeiten von bis zu 300 Stundenkilometern erproben können. Dieser hochtechnologische neue Windkanal wird den künftigen Anforderungen an die Fahrzeugentwicklung gerecht, welche immer stärker vom Faktor Energieeffizienz geprägt sind. Die neue Anlage wird die Entwickler dabei unterstützen, die Kompetenzen von Porsche im Bereich Aerodynamik und Design weiter auszubauen.

Herausragendes Design bei gleichzeitig bester aerodynamischer Effizienz sind seit jeher klassische Porsche-Charakteristika. Da der neue Windkanal nicht nur für Porsche-eigene Entwicklungen eingesetzt werden soll, sondern auch weiterhin für externe Kundenprojekte zur Verfügung stehen wird, existieren in der Anlage direkte Zugänge zum nebenliegenden Designstudio und eigene Eingänge für die diskrete Bearbeitung von Entwicklungsprojekten.

### Ein breites Aufgabenspektrum

Ein typisches und weithin bekanntes Anwendungsfeld von Fahrzeugwindkanälen ist die Optimierung des Luftwiderstandsbeiwertes (cw-Wert) von Fahrzeugen als wichtiger Beitrag zur Verbrauchsreduktion und Steigerung der Fahrleistungen. Doch nicht nur die Reduktion des Luftwiderstandes steht bei der Aerodynamikentwicklung im Fokus. Die Ingenieurinnen und Ingenieure widmen sich darüber hinaus zahlreichen weiteren Aufgaben, die häufig erst auf den zweiten Blick als klassische Aerodynamikaufgabe zu erkennen sind. So gilt es, die Fahrstabilität eines Fahrzeugs mit exakt ausbalancierten aerodynamischen Auftriebskräften an Vorder- und Hinterachse zu unterstützen, ebenso das Geradeauslaufverhalten oder die Seitenwindempfindlichkeit. Diese Aufgaben tragen sowohl zur Fahrsicherheit bei als auch zur Steigerung der Fahrzeugperformance, zum Beispiel beim Einsatz auf der Rennstrecke.



**911 (TYP 991):** Kraftstoffverbrauch kombiniert  
12,4–8,2 l/100 km; CO<sub>2</sub>-Emissionen 289–194 g/km



*Ein Porsche 911 im Windkanal: typische Szene im Rahmen der Aerodynamikentwicklung*

### **Aerodynamik und Styling bestimmen das markentypische Design**

Da die aerodynamische Entwicklungsarbeit zwangsläufig auch die Formgebung des Fahrzeugs beeinflusst, arbeiten die Disziplinen Aerodynamik und Styling quasi symbiotisch zusammen. So haben aerodynamische Maßnahmen und Bauteile nicht nur eine technische Funktion darzustellen, sondern sie unterstützen durch ihre Sichtbarkeit oder auch Unsichtbarkeit das markentypische Design eines Fahrzeugs.

Vor allem aerodynamische Maßnahmen am Unterboden, im Radhausbereich, aber auch die verlustarme Durchströmung von Kühlern und des Motorraumes bieten aerodynamische Potenziale, die oft „designneutral“ umgesetzt werden können und somit den Fahrzeugstylisten größere Möglichkeiten zur Gestaltung der Fahrzeugaußenhaut einräumen.

### **Mehr Komfort durch optimale Aerodynamik**

Neben Effizienzaspekten, Performancezielen und Sicherheitsanforderungen tragen bei modernen Fahrzeugen auch Komfortaspekte zur Qualitätsanmutung und somit zur Kaufentscheidung und Kundenzufriedenheit bei. Die Zugfreihaltung bei Cabrios oder bei Fahrzeugen mit mobilen Dächern, die Schmutzfreihaltung der Seitenscheiben und des Außenspiegels sowie die Windgeräuschreduktion sind Anforderungsbeispiele, die von Aerodynamikingenieuren genau untersucht und auf höchsten Komfort hin optimiert werden.

Die vielversprechendsten Lösungsansätze zur Optimierung, die in der frühen Entwicklungsphase eines Fahrzeugs mit Berechnungs- und Simulationstools digital und ohne Versuchsträger ermittelt wurden, werden im weiteren Verlauf der Fahrzeugentwicklung intensiv in Windkanälen überprüft und >



Mit modernster Visualisierungs- und Messtechnik werden im Windkanal die aerodynamischen Kräfte genau analysiert.

weiter optimiert, um letztlich die Ziele zu erreichen. Im Windkanal werden überdies die Bauteilkräfte analysiert und gegebenenfalls reduziert, die durch die Fahrzeugum- und -durchströmung entstehen. Mit modernster Visualisierungs- und Messtechnik können die aerodynamischen Kräfte auf Türen und Deckel, Fenster, Schiebedach, Spiegelgläser, Heckscheiben oder auch das Aufblähverhalten von Cabriovertischen gemessen, dargestellt und beeinflusst werden.

Die Aerodynamikingenieure von Porsche Engineering wenden ihre Erfahrungen und Methoden aus der Fahrzeugentwicklung auch regelmäßig bei der Entwicklung oder Optimierung von Produkten aus Industriebereichen an, so zum Beispiel in der Auslegung einer Kleinwindkraftanlage, bei Zügen oder Lackieranlagen.

### Zusammenspiel von Aerodynamik und Thermomanagement

Eine Kernaufgabe für Aerodynamikingenieure ist die Sicherstellung von Kühlungs- und Belüftungsfunktionen durch das Bereitstellen eines bedarfsgerechten und möglichst homogenen Kühlluftstromes. Durch eine strömungsgünstige Gestaltung des kompletten Kühlluftpfades kann der sogenannte Kühlluft-

widerstand, also der durch die Kühlerdurchströmung verursachte Teil des Gesamtluftwiderstands, auf ein Minimum reduziert werden. Hier greifen Aerodynamik und Thermomanagement direkt ineinander.

Speziell die effiziente Auslegung und Ermittlung von Größe und Position der Kühlluft-einlassöffnungen, die Gestaltung von Zu- und Abluftführungen und nicht zuletzt die richtige Auswahl des durchströmten Kühlers liefern spürbare Beiträge zur Luftwiderstandsreduktion. Diese Komponenten und Systeme werden von den Aerodynamikingenieuren mit Simulationstools der 3D-Computational-Fluid-Dynamics-(CFD-)Strömungsberechnung ausgelegt und optimiert. So können mithilfe der Aerodynamik neben der traditionellen Motorkühlung auch Bremsen, Aggregate, Fluide und Ladeluft gekühlt werden.

### Vielfältige Thermomanagement-Lösungen

Das Aufgabengebiet des Thermomanagements erstreckt sich bei Porsche Engineering von der klassischen Kühlauslegung von Verbrennungsmotoren über die bedarfsgerechte Steuerung aller Wärmeströme im Fahrzeug zur Unterstützung der Verbrauchsreduktion, die Temperierung von alternativen Antriebskonzepten bis hin zum thermischen Innenraumkomfort.

Neben rechnergestützten Wärmemanagementsimulationen in frühen Entwicklungsphasen zur Auslegung und Dimensionierung von Kühlsystemen werden Prototyp- und Vorserienfahrzeuge zur Überprüfung und Absicherung der Kühlfunktionen vor allem im Porsche-Klimawindkanal oder auf entsprechenden Teststrecken eingesetzt.



Effiziente Kühlerdurchströmung reduziert den Gesamtluftwiderstand.



*Zielgerichtete Luftführung um und durch das Fahrzeug für optimierte Aerodynamik und gezielte Kühlung und Belüftung*



### **Thermomanagement auf der Teststrecke**

Zur Überprüfung von Kühlfunktionen dient der 2,9 km lange Kurs auf dem Porsche-Prüfgelände in Weissach. Er ist ausgelegt wie eine Rennstrecke mit langer Gerade, schnellen Kurven, Steigungen und Spitzkehren, und er eignet sich unter anderem sehr gut zur Überprüfung von Bauteiltemperaturen und der Kühlwassertemperatur unter dem Einfluss sehr harter Beschleunigungsphasen (positive wie negative Beschleunigung).

Das seit Mai 2012 zu Porsche Engineering gehörende Prüfgelände Nardò Technical Center in Süditalien bietet mit seinem 12,6 km langen kreisrunden Hochgeschwindigkeitskurs die Möglichkeit, Bauteil- und Fluidtemperaturen bei hohen Fahrgeschwindigkeiten oder dauerhafter Höchstgeschwindigkeit zu ermitteln. Dieser Fahrzustand dient unter anderem der Überprüfung der Getriebeölkühlung. Die Strecke ist bis zu einer Höchstgeschwindigkeit von 330 km/h freigegeben und auf der äußeren der vier Fahrbahnen kann bei einer Geschwindigkeit von 240 km/h fliehkraftfrei gefahren werden.

### **Richtung: Zukunft**

Zukunftstechnologien stellen das Thermomanagement vor neue Herausforderungen. Insbesondere Projekte im Bereich alternativer Antriebskonzepte erfordern ausgeprägte Entwicklungskompetenzen in Bezug auf das Thermomanagement. Die Aufgabe für die Thermomanagementspezialisten liegt darin, neue Lösungskonzepte für die Temperierung von

Hybridkomponenten, elektrischen Antriebsmaschinen, elektrischen Bauteilen wie Leistungselektroniken und natürlich auch der Traktionsbatterien zu entwickeln.

Doch nicht nur die Sicherstellung der Kühlfunktion verlangt nach Neuentwicklungen und Innovationen, speziell das Aufheizen von Komponenten und des Fahrzeuginnenraums bei kalten Umgebungstemperaturen will effizient gestaltet sein. Die bisher vom Verbrennungsmotor „kostenlos“ zur Verfügung gestellte Abwärme entfällt bei rein elektrisch angetriebenen Fahrzeugen und muss über andere Wege und Maßnahmen zur Verfügung gestellt werden. Die Effizienz dieser Maßnahmen hat einen direkten Einfluss auf die Reichweite des elektrisch angetriebenen Fahrzeugs. Mithilfe des von Porsche Engineering entwickelten Thermodynamikprüfstandes (vorgestellt im Porsche Engineering Magazin 2/2012) in Verbindung mit einem 300-kW-Quelle-Senke-Hochvoltprüfstand werden diese Entwicklungsaufgaben für Komponenten, Systeme und Gesamtfahrzeuge für Kunden weltweit realisiert.

Der weitere Ausbau der Porsche-Infrastruktur sowie die jahrelange und vielfältige Erfahrung der Ingenieurinnen und Ingenieure im Bereich Aerodynamik und Thermomanagement ermöglichen es somit auch in Zukunft, den steigenden Kundenanforderungen und gesetzlichen Richtlinien voll und ganz gerecht werden zu können. ■