

Langfassung

Evolution zur Porsche-Identität

Porsche 968

"Wir sehen unsere Zukunft und unsere Identität in der Weiterentwicklung unserer Leitmotive", sagte Dr. Ulrich Bez, Vorstandsmitglied für die Produktentwicklung bei Porsche, anlässlich der ersten, internen Vorstellung des Porsche 968. Diese Leitmotive kommen in der Technik ebenso wie im Design zum Ausdruck. Ihre Zusammenfügung zu einem unverwechselbaren Ganzen ist der Schlüssel zur Porsche-Identität.

Der sichtbare Teil dieser Evolution zur Identität war bei der 968-Entwicklung Aufgabe der Designer. "Mit der Gestaltung des Porsche 968, der ein hohes Maß an Porsche-Identität widerspiegelt, ist es gelungen, diese Modellreihe ästhetisch mit unserer Design-Philosophie zu verbinden", umschreibt Harm Lagaay, Leiter des Weissacher Design-Studios, die Lösung der Aufgabe. Die Frontgestaltung kann hierfür als beispielhaft gelten: Die großen, runden Hauptscheinwerfer sind als Klappscheinwerfer ausgeführt, aber immer voll sichtbar. Wie beim 911 bilden sie einen Teil der gewölbten Kotflügel, die durch pfeilförmig nach vorn zulaufende Haubenfugen begrenzt werden. Unter den elegant nach außen weiterschwingenden Fugen, den konsequent in die Karosserieform einbezogenen Stoßfängern, den Zusatzscheinwerfern und der strömungsgünstigen Kühleröffnung setzt sich das Porsche-typische Erscheinungsbild an der Bugunterseite in den beiden waagerechten Lufteinlaß-Schlitzen fort.

Die ausgewogene Karosserieform wird wesentlich durch die neu interpretierte Seitenansicht mitbestimmt. Die tiefliegende, aerodynamisch optimierte Schwellerblende mit integriertem Steinschlag-Schutz vor dem Hinterrad und die ruhige Seitenfenster-Grafik mit bündig zur Außenhaut eingesetzten Fondseitenscheiben leiten zum Heckbereich über, der für die hohen aerodynamischen Qualitäten des 968 von entscheidender Bedeutung ist. Beispiele funktionsorientierten Designs sind die waagerechte Aufteilung der einheitlich roten Heckleuchten, deren unterschiedliche Leuchtfarben durch Filter bewirkt werden, und der optimal angeströmte Flügel. Die Zugehörigkeit zur Produktfamilie signalisiert auch die mittige Anordnung der Typenbezeichnung. Türaußengriffe und Spiegel wurden durch ihre Farb- und Formgebung in das Gestaltungskonzept einbezogen.

Auch das in Leder oder Kunstleder ausgeführte Steppnaht-Design der Tür-Innentafeln hat der 968 mit dem 911 gemeinsam. Visuell als konsequente Fortsetzung der Schalttafel ausgeführt, tragen die Türbrüstungen mit der ergonomisch gestalteten und komfortabel gepolsterten Armauflage und der großen Ablage tasche zur Funktionssicherheit von Fahrer- und Beifahrersitz bei. Schalthebel und Handbremshebel sind im Griffbereich mit Leder bezogen.

Das Motorraum-Design verbindet in neuartiger Weise funktionelle und optische Gesichtspunkte: Durch bewußte Gestaltung technischer Komponenten wurden in diesem komplexen Funktionsbereich Ordnung und Übersichtlichkeit hergestellt. Der Motor als "Herz" des Fahrzeuges dominiert durch die Wirkung der Aluminium-Oberfläche in der originalen Farb- und Gußstruktur, die sich bei der Bearbeitung ergibt, und mit betonter Identifikation durch den Porsche-Schriftzug. Die durchdachte Geometrie des Ansaugtraktes tritt auch optisch in Erscheinung. Zusatzaggregate und Anbauteile dagegen sind in dunklem Finish gehalten, die Leitungen und Kabel wurden übersichtlich angeordnet. Ölmeßstab und Öl-Einfüllstutzen sind durch ihre hellgelbe Kennzeichnung auf den ersten Blick

erkennbar. Ein im vorderen Bereich gut zugängliches Ablagefach dient der Unterbringung von Service-Handschuhen.

Karosserie und Aerodynamik

Die Porsche-typische Funktionsbezogenheit des Designs kommt in der Karosserie-Oberfläche ebenso zum Ausdruck wie unter der Außenhaut. Mit einem Luftwiderstands-Index ($C_w \times A$) von 0,64 zählt das 968 Coupé weltweit zu den Fahrzeugen mit sehr geringem Gesamt-Luftwiderstand. Daß der niedrige C_w -Wert (Luftwiderstands-Beiwert) von 0,34 nicht auf Kosten der Fahrsicherheit geht, zeigt der für die Fahrstabilität wichtige, mit nur $C_{ah} = 0,06$ sehr niedrige Hinterachs-Auftriebswert.

Bei der überzeugenden Motorleistung und den im wirklich sportlichen Bereich liegenden Fahrleistungen werden an die Kühlung des Motors, der Aggregate und der Bremsen hohe Anforderungen gestellt. Mit dem Konzept der Kühlluft-eintritte und Luftführungen konnte einerseits die Kühlung bei allen Betriebszuständen sicher gewährleistet, andererseits der Anteil der inneren Durchströmung am Gesamtwiderstand auf den in dieser Leistungsklasse sehr günstigen Wert von $C_w = 0,016$ gebracht werden. Die Kühlluft-Führung der Vorderradbremse erfolgt über Kanäle im Bugunterteil und eine Kombination aus Lenkerspoiler und Umlenkhub direkt auf die Vorderachs-Brems-scheiben.

Großer Wert wurde auf Steinschlagschutz und auf die Verhinderung von Karosserieschäden durch leichte Stöße und Berührungen gelegt. Dazu zählen die Konstruktion des Bug- und Heckteils mit integrierten Pralldämpfern bzw. Prallelementen, die nach Stoßbeanspruchung in ihre ursprüngliche Form zurückkehren, die Verkleidungen aus schlagzähem Material, die robusten Luftgitter im Bugteil und die PU-Schwellerblenden, die auch den Bereich vor den hinteren Radausschnitten abdecken. In diesem Zusammenhang muß die gleichmäßig hochwertige Lackqualität hervorgehoben werden. Die gesamte

Karosserie besteht aus beidseitig feuerverzinktem Stahlblech, für die Karosserie übernimmt Porsche eine Zehnjahres-Garantie auf Korrosionsschäden, auf die Lackierung gibt es eine Dreijahres-Garantie.

In den runden Hauptscheinwerfern wird erstmals bei Porsche ein Reflektorsystem mit variablem Brennpunkt eingesetzt, das die Lichtausbeute wesentlich erhöht. Eine Sicherheitsentriegelung im Klappmechanismus verhindert eine Beschädigung durch Einklemmen von Fremdkörpern. Der Scheinwerfer mit Konsole bildet eine komplette Vormontage-Einheit, die leicht montiert und ausgewechselt werden kann. Die Reflektoren der Zusatz-Fernscheinwerfer und die Projektions-Nebelscheinwerfer sind auf optimale Leuchtwirkung für den jeweiligen Spezialzweck ausgelegt: Dem Fahrer steht bei klarer Sicht ein weitreichendes und helles Fernlicht zur Verfügung, bei Nebel wird Eigenblendung verhindert und eine höhere seitliche Ausleuchtung erreicht. Die Heckleuchten außen einfarbig rot, strahlen durch spezielle Optikeinsätze und Farbfilter weißes Rückfahrlicht und gelbes Blinklicht ab.

Die Karosseriestruktur bietet durch die in Crash-Versuchsreihen optimierte Gestaltung der Bug-, Heck- und Seitenteile, durch die energiefaufnehmende Konstruktion von Lenksäule, Lenkrad und Schalttafel sowie durch die widerstandsfähige Innenraum-Zelle bestmöglichen Unfallschutz. Die Dreipunkt-Automatik-Sicherheitsgurte gewähren im 968 - wie in allen Linkslenker-Porsche-Typen - durch die Kombination mit den serienmäßig eingebauten Airbags für Fahrer und Beifahrer einen nach dem heutigen technischen Stand bestmöglichen Schutz bei einer Vielzahl von Unfallarten.

Ausrüstung, Ausstattung

Die 16 Zoll-Räder im "Cup"-Design dienen durch ihre offene Gestaltung der Bremsenkühlung und sind darüber hinaus ein Erkennungszeichen der neuen Porsche-Generation. Traditionell wurden die Reifengrößen vorn und hinten differenziert: In

der Serienausführung ist vorn die Dimension 205/55 ZR 16 montiert, hinten das breitere Format 225/50 ZR 16. In Verbindung mit einem Sonderfahrwerk sind entsprechende Räder in 17 Zoll-Ausführung mit 225/45 ZR 17 vorn und 255/40 ZR 17 hinten lieferbar.

Coupé und Cabriolet 968 sind in Design und Ausstattung bis auf Dach, Seiten- und Heckfenster identisch. Das Cabrio-Verdeck bietet durch seine hochwertige Konstruktion und gute Wärme-Isolierung auch an kalten Tagen vollen Fahrkomfort. Die elektrische Betätigung des Daches ermöglicht jederzeit den beliebigen Wechsel zwischen offenem und geschlossenem Fahren. Diese benutzerfreundliche Konvertibilität macht das 968-Cabriolet, das selbstverständlich auch mit der automatischen Klimaanlage ausgerüstet werden kann, zum universellen Sportfahrzeug für alle Klimazonen.

Das Kombiinstrument des 968 wurde im sachlichen Design, das gute Ablesbarkeit an die erste Stelle setzt, den Baureihen 911 und 928 angeglichen. Der Tachometer reicht bis 300 km/h. Zum Serienumfang gehören eine Analoguhr, eine Waschwasserstands-Warnanzeige und eine Außentemperatur-Anzeige. Die mit der Zentralverriegelung kombinierte Alarmanlage wird automatisch mit dem Schließen geschärft. Die Blinkfolge der Leuchtdioden in den Verriegelungsknöpfen signalisiert den jeweiligen Betriebszustand.

Das zum Radio-Angebot gehörende Kassettengerät "Symphony RDS" mit Senderidentifikation, Programm-Anzeige und automatischer Auswahl der jeweils besten Empfangsfrequenz kann auf Wunsch mit einem CD-Wechsler kombiniert werden, der im Gepäckraum installiert wird. Die Auswahl zwischen bis zu sechs CD und die Bedienung erfolgt am Gerät. Das 2-Wege-System der Serien-Lautsprecheranlage ist in der Türtafel integriert. Für höchste Ansprüche an die Musikwiedergabe ist auf Wunsch ein Klangpaket mit speziellen Hoch- und Tieftönern lieferbar.

Im vielseitigen Angebot an Serien- und Sonderfarben und an hochwertigen Materialien für die Innenausstattung entsprechen Coupé und Cabriolet 968 voll den Modellreihen 911 und 928. Die weltweit anerkannte Flexibilität der Zuffenhausener Fertigung, das Ineinandergreifen von Automation und klassischer Handarbeit ermöglichen eine Vielfalt, die nur aufgrund der begrenzten Porsche-Stückzahlen realisierbar ist. Die Erfüllbarkeit einer großen Zahl individueller Kundenwünsche erklärt es, daß oft über Monate hinweg keine zwei identischen Fahrzeuge das Werk verlassen.

Warum Sechsgang-Schaltgetriebe?

Sportlichkeit und Ökonomie des Fahrens sind keine Widersprüche - das haben Porsche-Sportwagen schon seit dem ersten 356 bewiesen. Hohe Fahrleistungen bei guter Energie-Ausnutzung durch niedrigen Luftwiderstand und günstiges Leistungsgewicht sind nach wie vor ein wesentliches Argument für den Sportwagen. Eine der für den Ingenieur zu lösenden Aufgaben besteht in der Tatsache, daß für eine hohe Endgeschwindigkeit (V_{max}) der Achsantrieb oder zumindest der oberste Gang relativ "lang" übersetzt sein müssen. Schon beim Volkswagen hatte sich Ferdinand Porsche für ein Vierganggetriebe entschieden, dessen als Schnellgang ausgelegter vierter Gang einen hohen Drehzahl-"Überhang" ermöglichte, so daß auf Gefällestrecken oder bei Rückenwind die normale Höchstgeschwindigkeit unbedenklich ohne Überdrehen des Motors überschritten werden konnte. Auch bei den ersten Porsche-Sportwagen mit ihrer geringen Motorleistung bewährte sich diese Auslegung.

Mit der Zunahme von Leistung und Drehmoment wurde es notwendig, in allen Gängen eine gute Beschleunigung zu bieten. Als einer der ersten Hersteller ging Porsche zum serienmäßigen Einbau von Fünfganggetrieben über. Die Aufteilung eines 200 km/h überschreitenden Fahrbereiches auf fünf Gänge ermöglicht in jedem Geschwindigkeitsbereich optimale Übersetzungen einerseits zum Beschleunigen und Bergsteigen,

andererseits zum gleichmäßigen Fahren mit niedriger Drehzahl.

Der 968 erreicht mit dem Leistungsangebot des 3 Liter Vierzylindermotors eine Höchstgeschwindigkeit von ca. 250 km/h. V_{max} entspricht einem Gleichgewichtszustand zwischen der für den Vortrieb verfügbaren Motorleistung und dem Fahrwiderstand, der bei hoher Geschwindigkeit hauptsächlich durch den Luftwiderstand gebildet wird. Die Höchstgeschwindigkeit erreicht der 968 im sechsten Gang. Zielsetzungen nach Sparsamkeit im Kraftstoffverbrauch, hoher Motorleistung im praktischen Fahrbetrieb und betont sportlichen Fahrleistungen waren entscheidend für die Abstufung der sechs Vorwärtsgänge über den gesamten Fahrbereich. Das hierfür entwickelte, im Transaxle-System vor der Hinterachse eingebaute Getriebe modernster Bauart besitzt eine Außenkonus-Synchronisierung mit hohem Schaltkomfort. Durch aufwendige Fertigungsverfahren wurde ein besonders geringes Getriebegeräusch erreicht. Weitere Geräuschverbesserungen bewirkt das Zweimassen-Schwungrad. Die relativ kleine Schwungmasse der Kupplungsscheibe verringert die Schaltarbeit.

Da neben der Leistung besonders das Drehmoment des Motors entscheidend ist, liegen die Vorteile des Sechsganggetriebes sowohl für das sportliche als auch für das ökonomische Fahren auf der Hand: Das hohe Durchzugsvermögen des Motors ermöglicht es, den sechsten Gang auch bei mittleren, sogar bei niedrigen Geschwindigkeiten als besonders sparsamen Fahrgang zu nutzen. Für die Höchstgeschwindigkeit ist der sechste Gang "auf den Punkt" ausgelegt. Zum Beschleunigen stehen fünf Gänge zur Verfügung, die jeweils bis über 6000 Umdrehungen pro Minute ausgefahren werden können (Höchstzahl 6700/min), aber auch im Teillastbereich optimale Beschleunigungsreserven zur Verfügung stellen. Dies bedeutet für den Fahrer vielseitige Möglichkeiten des gekonnten und bewußten Umganges mit dem Schalthebel.

Warum Tiptronic?

Porsche Tiptronic als Lastschaltgetriebe mit der Wahlmöglichkeit zwischen automatischem und manuellem Fahren stellt eine in vieler Hinsicht ideale Alternative zum Sechsgang-Schaltgetriebe dar. Basierend auf dem ZF Viergang-Getriebeautomaten 4HP 18FL, erfüllt es alle Ansprüche, die an den Bedienungs- und Schaltkomfort einer Vollautomatik gestellt werden. Von Porsche zum "Tiptronic"-System weiterentwickelt, bietet es in seinen Automatik-Funktionen wesentliche, beim sportlichen Fahren zum Tragen kommende Verbesserungen; darüber hinaus gibt es durch seine manuelle Schaltbarkeit dem Fahrer die Möglichkeit, den Schaltzeitpunkt selbst zu bestimmen. Beide Betriebsarten haben sich im Porsche Carrera 2 in der Praxis bereits hervorragend bewährt.

Wie das Schaltgetriebe ermöglicht auch Tiptronic jederzeit die Wahl zwischen verschiedenen Gangstufen. Das Zurückschalten zum Beschleunigen, zum Beispiel beim Überholen, kann sowohl mit dem Gaspedal (Wählhebel in der "Automatikgasse") als auch durch Schalten von Hand (Wählhebel in der "Manuellgasse") herbeigeführt werden. Aufgrund der baulichen Voraussetzungen und der geringeren Gangzahl ergeben sich eine andere Abstufung und andere Gang-Reichweiten als beim Schaltgetriebe. Der vierte Gang ist auf eine Höchstgeschwindigkeit von 250 km/h ausgelegt. Der größeren Gangauswahl beim Sechsganggetriebe stehen bei Tiptronic die Vorteile des Schaltens ohne Zugkraftunterbrechung und ohne Betätigen eines Kupplungspedals gegenüber. Es entfällt die - auch für schaltfreudige Fahrer lästige - Notwendigkeit, im Stop-and-Go-Betrieb zu schalten und zu kuppeln.

Um die automatischen Funktionen zu ergänzen und das manuelle Schalten ohne Zugkraftunterbrechung zu ermöglichen, wurde die rein hydraulische Steuerung des Basisgetriebes durch einen elektrisch-elektronischen Teil mit Selbstüberwachung ergänzt. Die Mikroprozessor-Elektronik mit adaptiver Drucksteuerung repräsentiert den derzeit höchstmöglichen Stand

der Technik. Das von Bosch hergestellte Steuergerät mit 8 bit Mikroprozessor und externem 32 KB-EPROM-Speicher besitzt zur Kommunikation mit den Systemkomponenten und der Motronic 55 Ein- und Ausgänge. Es ist absolut störicher und unempfindlich gegen alle Einflüsse im Fahrbetrieb.

Erst mit dieser hochentwickelten Steuerung konnten die Anforderungen des sportlichen Fahrens so für die Praxis umgesetzt werden, daß die Nachteile des konventionellen Automatik-Fahrens nicht mehr zur Auswirkung kommen. Statt einem oder maximal zwei hat Tiptronic fünf Schalt-Kennfelder (SK1 "Economy" bis SK5 "Sport"), die ohne zusätzlichen Programm-Wahlschalter aufgrund der Fahrbedingungen und der Fahrweise automatisch aktiviert werden (adaptive Veränderung des Schaltprogramms). Unerwünschte Schubhochschaltungen beim Gasgeben vor Kurven oder in Kurven werden vermieden. Durch "Motoreingriff" und Reduzierung der Schaltstöße beim Zurückschalten mit Kickdown wird der Schaltkomfort erhöht. Der Wandlerchlupf wird durch Erhöhung der Fahrzeitanteile mit teil- oder vollmechanischer Leistungsübertragung (im dritten und vierten Gang) minimiert. Durch eine optimale Wandlerkennung wird ein agiles Anfahrverhalten erreicht. Bedienungsfehler beim manuellen Schalten sind durch die Getriebesteuerung ausgeschlossen.

Die Bedieneinheit mit den beiden Schalteebenen "Automatikgasse" und "Manuellgasse" ist auf dem Mitteltunnel untergebracht, der Wählhebel liegt ebenso griffgünstig wie der Schalthebel des Sechsganggetriebes. Der Übergang vom automatischen zum manuellen Fahren wird durch Querbewegung des Wählhebels aus der D-Stellung nach rechts erreicht; es kann beliebig zwischen beiden Betriebsarten gewechselt werden. Im manuellen Betrieb wird Hochschalten durch Drücken nach vorn und Herunterschalten durch Ziehen nach hinten bewirkt. Eine elektronische Überwachung der Drehzahlgrenzen verhindert ein Überdrehen oder "Abwürgen" des Motors. Es können jedoch in der manuellen Betriebsart alle Gänge bis zur Höchstdrehzahl ausgefahren werden, so daß der Fahrer den Zeitpunkt des

Hochschaltens selbst bestimmen kann. In der automatischen Betriebsart wird die Anpassung an die Fahrbedingungen unter anderem durch Meßdaten der Gaspedalbetätigung und der Querb beschleunigung bewirkt: "Schnelles" Gasgeben und Gaswegnehmen bewirkt spätes Hoch- und frühes Herunterschalten, bei hoher Querb beschleunigung werden unerwünschte Hoch- und Rückschaltvorgänge vermieden. "Langsames" Gasgeben und geringe Querb beschleunigung dagegen bewirken frühes Hochschalten und ökonomisches Fahren mit niedriger Drehzahl. Die Anzeige im Kombi-Instrument informiert auch beim automatischen Schalten darüber, in welchem Gang sich das Getriebe gerade befindet.

Die beiden Sicherheitssysteme Keylock und Shiftlock bei der US-Ausführung verhindern Fehlreaktionen beim Starten und Parken. Der Zündschlüssel kann nur eingesteckt bzw abgezogen und der Motor nur gestartet werden, wenn sich der Wählhebel in der Parkstellung "P" befindet (Keylock). Die Schaltsperre "Shiftlock" erlaubt das Einlegen der Fahrstufen "R" und "D" aus der Parkstellung "P" oder der Neutralstellung "N" nur dann, wenn der Fahrer mit dem Fuß gleichzeitig die Bremse betätigt. Im Gegensatz zu anderen Shiftlock-Systemen wird bei Tiptronic die Schaltsperre auch dann beim Betätigen des Bremspedals gelöst, wenn der Fahrer schon vorher Druck auf den Wählhebel ausübt.

Fahrwerk, Bremsen

Mit seiner sportlichen und direkten Fahrwerks-Grundabstimmung entspricht der Porsche 968 den 911-Modellen. Das Fahrwerk wird damit nicht nur den außergewöhnlichen Fahrleistungen gerecht, sondern vermittelt auch in hohem Maße Fahrfreude und sicheres Gefühl für das Fahrverhalten und den Fahrbahnkontakt. Die McPherson-Vorderachse wurde auf die Anforderungen der Fahrstabilität sowie des Bremsverhaltens in Verbindung mit ABS ausgelegt. In Abstimmung mit der exakt arbeitenden Servolenkung wurde ein agiles, sicheres Lenk-Ansprechverhalten erreicht. Radnabe und Achslenker sind aus

hochwertigem Aluminium gefertigt, der Stabilisator besteht aus hohlem, nahtlos gezogenem Stahlrohr.

Die Schräglenker-Hinterachse mit elastokinematischer Auslegung des Fahrschemels ist mitbestimmend für das unproblematische, gut kontrollierbare Kurven-Fahrverhalten des Porsche 968 und die mögliche hohe Querschleunigung. Die Zweirohr-Gasdruck-Stoßdämpfer ergeben in Verbindung mit der leicht ansprechenden, jedoch bewußt straffen Vorderradfederung und den kräftig dimensionierten Hinterachs-Drehstäben eine sportliche Gesamtabstimmung, die zugleich einen guten Reisekomfort bietet. Auf Wunsch ist eine ausgeprägt sportliche Fahrwerksabstimmung mit am Federteller einstellbarer Fahrzeughöhe, im Zugbereich verstellbaren Stoßdämpfern und modifizierten Federn und Stabilisatoren erhältlich. Dieses Sportpaket ist mit 17 Zoll-Rädern und - aufgrund der Platzverhältnisse innerhalb der größeren Felgen - einer noch größer dimensionierten Bremsanlage verbunden. Diese Felgen besitzen an der Außenseite einen asymmetrischen Hump, der bei plötzlichem Druckverlust - auch während der Kurvenfahrt - ein Verrutschen des Reifens im Tiefbett verhindert.

Die ABS-Bremsanlage in Verbindung mit dem entsprechend ausgelegten Fahrwerk bringt insbesondere bei Panikbremsungen einen echten Sicherheitsgewinn. Selbst bei sehr unterschiedlicher Griffigkeit der beiden Fahrspuren werden die Giermomente abgeschwächt und das Fahrzeug stabilisiert. Die im Rennsport und im 911 bewährten Vierkolben-Festsattelbremsen mit belüfteten Bremsscheiben an Vorder- und Hinterachse bieten durch ihre Leistungsfähigkeit und Standfestigkeit ein vollwertiges Äquivalent für die hohen Fahrleistungen des Porsche 968. Die aerodynamisch ausgefeilte Kühlung der bei Vollbremsung stark beanspruchten Vorderradbremmen trägt zu den niedrigen Bremsflüssigkeits-Temperaturen ebenso bei wie die gute Wärme-Leitfähigkeit des Aluminiumgehäuses und die Innenbelüftung der Grauguß-Bremsscheiben. Das geringe Gewicht der Bremsen ermöglicht kleine ungefederte Massen und damit gutes Ansprechen der Federung. Optimaler

Oberflächenschutz und nichtrostende Anbauteile sichern eine hohe Lebensdauer der Bremsanlage. Die asbestfreien Bremsbeläge in aufgrund der Rennsport-Erfahrungen weiterentwickelter Qualität zeichnen sich durch hohe Reibwertstabilität aus. Der Verschleiß wird an jedem Belag einzeln durch Kontaktgeber überwacht.

Mit VarioCam-Nockenwellensteuerung:
der 3 Liter Vierventilmotor des Porsche 968

Das Herzstück des Porsche 968, der 3 Liter Vierventil-Vierzylindermotor, zählt unbestritten zu den besten Sportwagenmotoren der Welt. Er liegt in seinen spezifischen Kennwerten günstiger als die meisten hubraumgleichen Motoren mit sechs und acht Zylindern. Die Leistung von 176 kW/240 PS bei einer Drehzahl von 6200/min und einem höchsten Drehmoment von 305 Nm bei 4100/min macht ihn zum drehmomentstärksten 3 Liter Saugmotor in einem Serienfahrzeug. Zwei gegenläufige Ausgleichswellen kompensieren die Massenkräfte und Momente 2. Ordnung und verleihen dem Vierzylinder die Laufkultur von Motoren mit höherer Zylinderzahl. In Verbrauch und Umweltverträglichkeit erweist er sich im Vergleich als einer der Weltbesten auch gegenüber hubraumkleineren Motoren.

Ziele für die Entwicklung des leistungsstarken Spitzenmotors waren: Günstige, spezifische Verbrauchswerte und ein optimaler Drehmomentverlauf im unteren und mittleren Drehzahlbereich. Eine "längere" Übersetzung des oberen Ganges würde zwar bei niedrigen Geschwindigkeiten, zum Beispiel bei 100 km/h, geringere Drehzahlen und einen noch günstigeren Verbrauch ergeben, aber ohne Drehmoment-Erhöhung einen Verlust an Elastizität bedeuten.

Durch die erreichte Leistung von 176 kW/240 PS bei 6200/min und das Drehmoment von 305 Nm bei 4100/min wird in allen Geschwindigkeitsbereichen eine gute Elastizität erreicht. Zugleich wurde ein sehr günstiger spezifischer Kraftstoffverbrauch erzielt. Diese Resultate konnten nur durch ein

Bündel von Maßnahmen erreicht werden, die an verschiedenen Stellen ansetzen - so an der Motor-Elektronik, an der Sauganlage, am Ventiltrieb und den Ventilen, an der Abgasanlage. Hinzu kamen Gewichtsreduzierungen einzelner Teile und Aggregate.

Die exakte Gemischaufbereitung zugunsten niedriger Abgas-Emissionen bedingt genaue Messung der angesaugten Luftmasse zur Bestimmung der jeweils eingespritzten Kraftstoffmenge. An Stelle eines mechanischen Luftmengenmessers wird nunmehr eine Hitzdraht-Messung der Luftmasse verwendet. Sie verursacht einen geringeren Druckabfall als die Stauklappe und trägt dadurch zur Leistungssteigerung bei. Ein lernfähiges elektronisches Steuergerät der Bosch Motronic gleicht individuelle Toleranzen aus und liefert ständig exakte Werte zur Bemessung der sequentiellen Kraftstoffeinspritzung. Es sind Notlaufeigenschaften integriert - selbst bei einer (unwahrscheinlichen) Beschädigung des Hitzdrahtes bleibt die Einspritzung funktionsfähig.

Der 968-Motor erhielt eine Sauganlage mit Bypass-Leitung, bei der die Frischluft sowohl von vorn als auch - über den Bypass - an der Rückseite in den Saugverteiler einströmt. Diese speziell auf die Ansaugverhältnisse des Vierzylinders ausgelegte Anlage nutzt die Druckschwingungen, die durch die Ansaugfolge des Motors angeregt werden, und bewirkt hohe Füllungsgrade insbesondere im mittleren und oberen Drehzahlbereich. Dies ist am gleichmäßig hohen Verlauf der Drehmomentkurve deutlich abzulesen.

Wesentlichen Anteil an der erreichten Leistung haben die speziell ausgebildeten Ansaugkanäle und Einlaßventile und die bei Porsche neuentwickelte Einlaßnockenwellen-Verstellung "VarioCam". Sie bewirkt bei niedrigen Drehzahlen eine geringe Überschneidung der Ventilhubkurven, die für die HC-Rohemissionen günstig ist und auch den Leerlauf vorteilhaft beeinflusst. Oberhalb von 1500/min wird auf eine für das Drehmoment günstige Stellung umgestellt (stärkere

Überschneidung). Bei 5500/min wird, um die Maximalleistung zu erreichen, wieder die Grundsteuerzeit aktiv.

VarioCam arbeitet mit einer Verstellvorrichtung im Kettenspanner, die - gesteuert von der Motronic - eine Verzögerung im Antrieb der Einlaßnockenwelle bewirkt. Dieses einfache, zuverlässige und gewichtsgünstige System ist für Porsche patentiert. Sie wirkt sich, außer auf Leistung und Drehmoment, auch auf die Abgasqualität vorteilhaft aus: Bei großer Überschneidung pulsiert heißes Abgas auf die Saugseite, was einen der Abgasrückführung ähnlichen Effekt hervorruft.

Der hohe Luftdurchsatz des Motors erforderte besondere Maßnahmen an der Abgasanlage. Dem wurde durch Entdrosselung Rechnung getragen: Der Rohrdurchmesser wurde vergrößert, ein weiterentwickelter Metallträger-Katalysator ermöglicht bei gleichem Durchmesser einen geringeren Abgas-Gegendruck. Der Isolationsmantel erhielt tragende Funktion, ein neuer Katalysator-Einlauftrichter verbessert durch gleichmäßige Beaufschlagung des Katalysators das Ansprungsverhalten. Die Abgasanlage bewirkt ein niedriges Außengeräusch, für den Fahrer dagegen wird beim Gasgeben im mittleren und oberen Drehzahlbereich ein sportlicher "Sound" hörbar.

Obwohl es sich um einen leistungsstarken Motor handelt, wurde ein günstiges Motorgewicht erreicht. Auf den Einbau eines Drehschwingungstilgers konnte durch einen gewichtsoptimalen Kurbeltrieb, geschmiedete Pleuel und leichte Kolben verzichtet werden.

Durch Maßnahmen am Motor wurden als Beitrag zur Umweltverträglichkeit gute Werte der Abgas-Rohemissionen (vor dem Katalysator) erreicht. Zum niedrigen Verbrauch tragen die verbesserte Füllung und die auf 11,0 : 1 erhöhte Verdichtung bei. Die Verbreitung des bleifreien Kraftstoffes Super Plus mit 98 ROZ ermöglichte es, den Motor des 968 weltweit auf diesen Kraftstoff abzustimmen. Er erreicht damit seine besten Verbrauchs- und Leistungswerte. Aufgrund der automati-

schen Klopfregelung ist es möglich, den Motor - mit Einschränkungen der Maximalleistung - auch mit bleifreiem Kraftstoff 95 ROZ zu betreiben. Der Kraftstoff stellt bei einem modernen Sportmotor einen wichtigen Konstruktions-Parameter dar, er trägt damit zum günstigen Verbrauch und zu den niedrigen Abgas-Emissionen bei.

SOM

Juni 1991