

Zukunft fahren

Volkswagen Antriebe – heute, morgen und übermorgen

Auf den Punkt

Kurzfassung

Zentrale Aspekte

Heute

EcoFuel / Touran

TDI / Polo BlueMotion

TSI / Golf GT

SunFuel® / New Beetle

Morgen

Clean TDI / Jetta

TSI EcoFuel / Passat

TSI / Multivan

Übermorgen

CCS / Touran

Hybrid / Touran

HT-Brennstoffzelle / Touran

Hinweis:

Alle in dieser Presse-Information enthaltenen Daten und Ausstattungen gelten für das in Deutschland angebotene Modellprogramm. In anderen Ländern können sich Abweichungen ergeben. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Die Bezeichnungen FSI, TDI, TSI und DSG sind eingetragene Markenzeichen der Volkswagen AG oder anderer Unternehmen der Volkswagen Gruppe in Deutschland.

Der Weg in eine vom Erdöl unabhängige Epoche

Volkswagen Antriebsstrategie integriert innovativste Technologien auf dem Weg über die Brennstoffzelle zur reinen Elektrotraktion

TDI, TSI und DSG sind die effizientesten Antriebsarten der Gegenwart

Clean TDI werden die strengsten Abgasgesetze der Welt erfüllen

CCS wird sich zur Schlüsseltechnologie einer vom Erdöl unabhängigen Gesellschaft erweisen

Hochtemperatur-Brennstoffzellen könnten Ende des nächsten Jahrzehnts den Durchbruch für den Antrieb mit Wasserstoff bringen

- Wolfsburg, Dezember 2006. Die Verknappung fossiler Rohstoffe und eine mehr denn je zu schützende Umwelt stellen die Automobilhersteller vor Herausforderungen von nie zuvor gekannten Ausmaßen. Gleichzeitig aber sind es genau diese Herausforderungen, die ungeahnte Chancen beinhalten. Denn in der kommenden Dekade werden die Weichen für die Zukunft der Individual-Mobilität gestellt. Eine spannende Zukunft. Der Motor des Fortschritts wird dabei von Unternehmen wie Volkswagen angetrieben. Es sind Firmen, die in der Ära fossiler Rohstoffe mit ihren Produkten groß wurden, dabei aber das Potential schufen, durch langfristige Forschung die Abhängigkeit von diesen nicht regenerativen Rohstoffen zu überwinden. Fest steht heute schon, dass es in der Zukunft ein Nebeneinander der Systeme geben wird. Dazu Dr. Ing. Rudolf Krebs, Leiter der Volkswagen Aggregateentwicklung: „Ich bin der festen Überzeugung, dass uns die heutigen und gerade in der Entwicklung befindlichen Technologien wie TDI, TSI und DSG noch lange erhalten bleiben. Weiterentwickelte Verbrennungsmotoren, zum Teil unterstützt durch E-Motoren, reine E-Antriebe und Brennstoffzellen werden nebeneinander

existieren, um jeden Kundenwunsch zu erfüllen.“ Am Ende dieser evolutionären Kette steht wie skizziert ein Ziel: die Unabhängigkeit von fossilen Rohstoffen.

Fossile Kraftstoffe müssen so effizient wie möglich genutzt werden

- In der ersten Stufe auf dem Weg zu dieser Unabhängigkeit geht es darum, die vorhandenen fossilen Brennstoffe so effizient wie nur möglich zu nutzen. Diese erste Stufe bildet das Fundament der automobilen Bedürfnispyramide. Es ist die Ära, in der Benzin- und Dieselmotoren durch intelligentes Downsizing so sparsam und emissionsarm wie möglich mit Kraftstoffen umgehen, gleichwohl aber durchaus Dynamik und Komfort bieten. Es ist die Gegenwart, heute. Volkswagen prägt die Gegenwart mit Fahrzeugen wie dem Polo BlueMotion als dem sparsamsten Fünfsitzer der Welt, einer generell sparsamen TDI-Flotte, hocheffizienten und einzigartigen TSI-Motoren (Twinchargern) im Golf und Touran, erfolgreichen Erdgas-Fahrzeugen (EcoFuel) und einem Modellspektrum, das dennoch Raum für automobiler Träume lässt.

BLUETEC und Clean TDI

- Schon bald werden diese Basistechnologien weiter verfeinert. Neue Antriebe, wie unter anderem das für den Einsatz in den USA von Volkswagen entwickelte Motorenkonzept mit dem Arbeitstitel „Clean TDI“, sind bereits im Prototypen-Stadium; diese Motoren werden die schärfsten Abgasgesetze der Welt erfüllen – also selbst die sogenannte „Tier2 Bin5“ in Kalifornien.
- Die „Clean-TDI“ sind ein wichtiger Bestandteil der Ende November in Los Angeles gestarteten BLUETEC-Offensive der drei deutschen Automobilhersteller Audi, Mercedes-Benz und Volkswagen. Ziel dieser Partnerschaft ist es, den Begriff BLUETEC als einheitliche Bezeichnung für saubere und

verbrauchsarme Pkw und SUV mit Dieselmotoren zu etablieren. Seine Weltpremiere feierte der erste Clean TDI übrigens im Concept Tiguan, der parallel zur BLUETEC-Offensive auf der Los Angeles Auto Show vorgestellt wurde.

SunFuel® könnte Benzin und Diesel schon heute ersetzen

- Der nächste wesentliche Schritt auf dem Weg in die Zukunft ist die Kraftstoffgewinnung aus erneuerbaren Rohstoffen. SunFuel® aus Biomasse und Zellulose-Ethanol gehören dabei zu den Biokraftstoffen der zweiten Generation. Hier rückt speziell die Nutzung CO₂-neutraler Biomasse in den Blickpunkt, die zur Erzeugung dieser synthetischen Kraftstoffe eingesetzt werden kann. Da zum Beispiel SunFuel® aus regenerativen Rohstoffen wie Biomasse entsteht, wird bei der Verbrennung nur so viel Kohlendioxid freigesetzt, wie der Atmosphäre zuvor durch die Energie liefernden Pflanzen entzogen wurde. Als Treibstoff in herkömmlichen Dieselmotoren eingesetzt, reduziert das extrem hochwertige und reine SunFuel® – auch bei älteren Fahrzeugen und ohne technischen Eingriff – die Partikel-Emissionen um fast 30 Prozent. Darüber hinaus reichen leichte Anpassungen der Motorsteuerung (Zündzeitpunkt und Einspritzmenge), um auch die NOx-Emissionen (Stickoxide) um bis zu 30 Prozent zu senken.

SunFuel® bildet Basis für den Motor der Zukunft: CCS

- Gleichzeitig ist SunFuel® der Zündstoff für die nächste Stufe der Antriebs- und Kraftstoffstrategie: dem Einsatz völlig neuer Verbrennungsmotoren, die mit regenerativen Kraftstoffen betrieben werden und weltweit ohne größere Anpassungen der Infrastruktur eingesetzt werden können. Hintergrund: Durch die Nutzung von Homogenisierungseffekten stellt das hochreine SunFuel® die Weichen für die intensive Weiterentwicklung des Diesel-Brennverfahrens hin zum Combined Combustion System

(CCS). Synthetische Kraftstoffe wie SunFuel® bereiten somit einer kommenden Motorengeneration – und einer Schlüsseltechnologie auf dem Weg zum Ende des Erdölzeitalters – den Weg. Denn CCS wird den niedrigen Kraftstoffverbrauch eines Dieselmotors mit der Abgasqualität eines Benzinermotors kombinieren.

Wo es sinnvoll ist, wird Volkswagen auch die Hybrid-Technologie einsetzen

- Zur Zeit ist es vorrangig weil am wirksamsten, weltweit mit den in großen Stückzahlen und zu günstigen Preisen lieferbaren TDI- und TSI-Motoren den Erdölverbrauch und die Emissionen positiv zu beeinflussen. Volkswagen wird auf dem weiteren Weg in die Zukunft jedoch generell alle potentiellen Antriebsarten weiter erforschen, weiter entwickeln und – sobald es Sinn macht und technisch möglich ist – einsetzen. Dazu gehört auch der Hybridantrieb, wie ihn das Unternehmen ganz aktuell in Form eines Touran-Prototypen mit einer hocheffizienten Verbindung aus einem vom TSI-Motor abgeleiteten Benzinmotor, Elektroantrieb und Doppelkupplungsgetriebe (DSG) vorgestellt hat.

Hochtemperatur-Brennstoffzelle weist den Weg in die Zukunft

- Mit welcher Innovationskraft Volkswagen neue Technologien erforscht, zeigt dabei ein Blick auf die Brennstoffzelle: Die Volkswagen Forschung hat eine in dieser Form weltweit einzigartige Hochtemperatur-Brennstoffzelle (HT-BZ) entwickelt. Sie eliminiert zahlreiche Nachteile der bisher bekannten Niedrigtemperatur-Brennstoffzellen (NT-BZ), wie sie in nahezu allen Fahrzeugtypen mit diesem Antriebssystem eingesetzt werden und von einigen Herstellern aktuell im Umfeld der Los Angeles Autoshow mittelfristig für den Serieneinsatz angekündigt wurden. Prof. Dr. Jürgen Lehold, Leiter der Volkswagen Konzernforschung: „Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle wird das Gesamtsystem im Auto leichter, kompakter, standfester und preiswerter machen.“

Und das sind die entscheidenden Kriterien, um die Brennstoffzelle in Richtung Großserie auf den Weg zu bringen.“ Prof. Dr. Leohold weiter: „Wir glauben, dass der Hochtemperatur-Brennstoffzelle die Zukunft gehört. Der Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle räumen wir dagegen kaum mehr Chancen ein.“

- Volkswagen geht davon aus, dass die ersten Prototypen mit Hochtemperatur-Brennstoffzelle 2009 in die Erprobung gehen. Die ersten Serienfahrzeuge, so die derzeitigen Prognosen, werden nicht vor dem Jahr 2020 auf den Markt kommen. Der Weg bis dahin wird nicht allein mit Hybridfahrzeugen zu bestreiten sein.

Erdgas halbiert die Kraftstoffkosten

Touran EcoFuel besitzt vier Unterflurtanks und damit volle Ladekapazität

Emissionen: 80 % weniger Stickoxide, 73 % weniger Kohlenwasserstoffe

Wolfsburg, Dezember 2006. Seit diesem Jahr bietet Volkswagen gleich zwei kompakte Vans mit Erdgasantrieb an: den jüngst in seiner neuesten Version vorgestellten Touran und den Caddy. Beide Fahrzeuge werden von einem 80 kW / 109 PS (bei 5.400 U/min) starken Vierzylindermotor angetrieben. Beispiel Touran: Gefahren werden kann das Multitalent auch mit Benzin. Als „quasi monovalentes“ Erdgas-Fahrzeug ausgelegt, dient der Benzinantrieb jedoch in erster Linie als Reserve. Das Umschalten auf konventionellen Brennstoff erfolgt bei leerem Gastank (Restdruck zirka 6 bar) automatisch und wird im Display über eine gesonderte Tankuhr angezeigt. Im reinen Erdgasbetrieb beträgt die Reichweite ca. 310 Kilometer, danach geht es mit Benzin weiter oder an eine der 716 deutschen Erdgastankstellen (Stand: Dezember 2006). Großzügig ausgelegte Leitungs- und Ventilquerschnitte erlauben eine schnelle und geräuscharme Betankung. Damit liegt die turnusmäßige Aufenthaltsdauer an der Tankstelle mit der eines Benzinfahrzeugs auf vergleichbarem Niveau.

Im Durchschnitt verbraucht der neue Touran EcoFuel 5,8 kg auf 100 Kilometern. Zur Zeit kostet ein „Erdgaskilometer“ in Deutschland rund die Hälfte eines „Benzinkilometers“; zahlreiche Energie-lieferanten und Kommunen fördern dort die Anschaffung von Erdgasfahrzeugen zudem finanziell.

Keine Nutzwerteinschränkung

Entwickelt wurde der Touran EcoFuel von Volkswagen Individual. Die vier Erdgastanks des Vans sind platzsparend als Unterflur-

lösungen integriert (18 kg) und schränken so weder die Variabilität noch das Innenraum- bzw. Ladevolumen ein. So bleibt die Option, den Touran EcoFuel mit sieben Sitzplätzen auszustatten, unverändert erhalten. Mit diesem interessanten Fahrzeug-Konzept sowie dem parallel entwickelten Caddy EcoFuel hat Volkswagen weitere saubere Antworten auf die deutlich gestiegene Nachfrage nach Fahrzeugen mit dieser umweltfreundlichen und sparsamen Antriebstechnologie im Angebot.

Deutlich weniger Emissionen

Der einen optimalen Wirkungsgrad entsprechend hoch auf 13,5:1 verdichtete Motor des Touran EcoFuel entwickelt im Gasbetrieb ein maximales Drehmoment von 160 Newtonmetern (bei 3.500 U/min). Im Benzinbetrieb wird die hohe Verdichtung durch das Zurücknehmen des Zündzeitpunkts und der Drosselklappenstellung „kompensiert“. Der 1.984 cm³ große Vierzylinder ermöglicht eine Höchstgeschwindigkeit von 180 km/h. Nach 13,5 Sekunden sind 100 km/h erreicht. Gegenüber einem vergleichbaren Ottomotor entstehen beim Betrieb des EcoFuel-Triebwerks im Erdgas-Modus 80 Prozent weniger Kohlenmonoxid, ebenfalls 80 Prozent weniger Stickoxide, 73 Prozent weniger methanhaltige Kohlenwasserstoffe und 23 Prozent weniger Kohlendioxid. Das Aggregat wird übrigens stets im Gasmodus gestartet; lediglich Kaltstarts unterhalb von 15 Grad Celsius erfolgen im Benzinmodus.

Höchste Sicherheit

Die Stahltanks des Touran EcoFuel wurden in intensiven Crashtestprogrammen überprüft. Elektronische Absperrventile unterbrechen beim Motorstillstand, im Benzinbetrieb sowie im Crashfall automatisch die Gaszufuhr. Die Flaschenventile haben neben den elektromechanischen Absperrventilen unter anderem eine integrierte Thermosicherung sowie einen Durchflussmengenbegrenzer, der bei einer Leitungsbeschädigung einen unkontrollierten Druckabfall

verhindert. In die erste der vier Unterflur-Gasflaschen ist zusätzlich zu dem im Betankungsanschluss integrierten Rückschlagventil ein weiteres Rückschlagventil redundant integriert, das einen Rückstrom des Gases aus der Flasche verhindert. Ein sicherheitsrelevanter Unterschied zu einem reinen Diesel- oder Benzin-Fahrzeug ist somit nicht vorhanden.

Erdgas ist ein günstiger Treibstoff

Die Bundesregierung fördert den Kraftstoff Erdgas, indem sie einen stark reduzierten Steuersatz erhebt – er macht nur wenige Prozent der Sätze aus, die für Diesel und Benzin fällig sind. Laut Gesetz gilt diese Regelung noch bis Ende 2018. An den deutschen Tankstellen wurde ein Kilogramm Erdgas, das im Energiegehalt etwa 1,5 Kilogramm Benzin entspricht, im Oktober 2006 für durchschnittlich 82 Cent verkauft. Gegenüber Benzin halbieren sich damit die Kraftstoffkosten, im Vergleich zum Diesel sinken sie um 30 Prozent. Beim Kauf eines Gas-Pkw steuern viele regionale Erdgasversorger Tankgutscheine bis zu einem Gegenwert von 1.000 Kilogramm Erdgas bei.

CNG als Kraftstoff ist in Deutschland auf dem Vormarsch. Das Tankstellennetz zählte im Dezember 716 Stationen. Für 2007 sind 1.000 Stützpunkte das Ziel, 2008 sollen es 1.300 Stationen sein. Ziel: Eine maximale Distanz zwischen den Erdgastankstellen von 20 Kilometern. Die Kosten-, Verbrauchs- und Emissionsvorteile machen zudem auch die Erdgasfahrzeuge selbst immer erfolgreicher. Der Caddy EcoFuel ist dabei in Deutschland das meistverkaufte Fahrzeug seiner Art. In diesen Tagen startet zudem die zweite Generation des Touran EcoFuel bundesweit durch.

Europas sparsamster Fünfsitzer

Polo BlueMotion verbraucht lediglich 3,9 Liter und ist dennoch 176 km/h schnell

BlueMotion bezeichnet Aktivitäten zur Forcierung des Nachhaltigkeitsansatzes

Wolfsburg, Dezember 2006. Der im Sommer 2006 vorgestellte Polo BlueMotion ist das sparsamste Auto seiner Klasse in Europa. Durchschnittsverbrauch des Fünfsitzers: 3,9 Liter. Außerorts sind es gar nur 3,2 Liter. Bei 45 Litern Tankinhalt und 3,9 Litern Verbrauch auf 100 Kilometern ergibt sich eine theoretische Reichweite von mehr als 1.150 Kilometern. Und deshalb gilt wie einst: der Polo BlueMotion fährt und fährt und fährt...

Dynamischer Sparer

Der Polo BlueMotion macht trotz der ausgewiesenen ökonomischen und ökologischen Talente mächtig Druck: Sein 59 kW / 80 PS starker Turbodiesel-Direkteinspritzer mit Partikelfilter liefert bereits bei 1.800 U/min kraftvolle 195 Newtonmeter Drehmoment ab. So geschärft, ermöglicht der Polo BlueMotion eine agile Fahrweise. Wird das Dynamikpotential des Dreizylinder-TDI voll abgefordert, beschleunigt der 1.084 Kilogramm leichte Polo in nur 12,8 Sekunden auf 100 km/h; bei Bedarf macht der drehfreudige TDI den Volkswagen 176 km/h schnell. Erreicht wurde das außergewöhnliche Verhältnis von Agilität und Sparsamkeit durch eine modifizierte Aerodynamik sowie eine hocheffizient arbeitende Antriebseinheit.

BlueMotion-TDI-Motor

Die wichtigste technische Säule für den Durchschnittsverbrauch von unter vier Litern Diesel auf 100 Kilometern bildet dabei der 1.422 cm³ große Dreizylinder-TDI des Polo BlueMotion. Er leistet bei 4.000 U/min 59 kW / 80 PS und entwickelt mit dem Erreichen von

1.800 U/min 195 Newtonmeter maximales Drehmoment. Der neue Pumpe-Düse-Motor mit elektronisch geregelter Direkteinspritzung zeichnet sich generell durch einen modifizierten Ladungswechsel (Abgasturbolader mit variabler Turbinengeometrie) und eine optimierte Abgasrückführung (EGR) samt leistungsgesteigertem EGR-Kühler und elektrisch betätigtem EGR-Ventil aus.

Serienmäßig wird der nach der Euro-4-Abgasnorm eingestufte Polo BlueMotion auf allen Märkten mit einem Dieselpartikelfilter ausgeliefert. Ein besonders schnell ansprechender Oxidationskatalysator mit Dünnwandtechnik trägt zusätzlich dazu bei, die Emissionswerte zu senken. Die Motortemperaturen hält unter anderem ein Ölkühler im Lot.

BlueMotion-Getriebe

Die zweite technische Säule für die Kraftstoffeinsparung ist die Kraftübertragung. Das Fünfgang-Schaltgetriebe MQ200 erhielt für den Einsatz im Polo BlueMotion längere Übersetzungen. Effekt: eine Senkung des Drehzahlbereichs. Besonders die Gänge drei bis fünf sind zwischen zwölf und 24 Prozent länger übersetzt. Effekt: Der Dreizylinder-TDI arbeitet fortan noch öfter und länger in seinem effizientesten Drehzahlbereich. Kurz zur Erklärung der Getriebebezeichnung MQ200: M steht für die manuelle Betätigung, Q weist auf die Verwendung als quer eingebautes Getriebe hin. 200 bezeichnet das übertragbare Motordrehmoment von 200 Newtonmetern.

Unterstützt werden die Modifikation im Antriebsbereich durch die eigens für den Polo BlueMotion konzipierten 14-Zoll-Leichtmetallräder. Bestückt sind die Räder serienmäßig mit rollwiderstandssarmen Reifen der Dimension 165/70 R 14.

BlueMotion-Karosserie

Als dritte tragende Säule hilft eine optimierte Aerodynamik, den Verbrauch zu senken. Insbesondere die Frontpartie wurde dazu stark überarbeitet. Ein strömungstechnisch optimierter Frontspoiler sowie eine neue, bis auf einen Querspalt nahezu geschlossene Kühlermaske bahnen sich dabei mit geringerem Luftwiderstand den Weg durch den Fahrtwind. Im Heckbereich wurde die Aerodynamik ebenfalls verbessert. Hier kommt unter anderem ein Dachkantenspoiler zum Einsatz. Alle aerodynamischen Maßnahmen wurden über Berechnungen und Versuchsreihen im Windkanal konzipiert und danach vom Design in entsprechende Bauteile umgesetzt.

BlueMotion ist Programm

Volkswagen hat 2006 mit dem nun sparsamsten Modell im Programm die Nachhaltigkeitsinitiative BlueMotion gestartet. Und diese Bezeichnung bezieht sich dabei nicht nur auf ein Auto, auf den Verbrauch und die Emissionen, sondern ganzheitlich auf das Unternehmen. „Blue“, die Volkswagen Farbe, steht für die zu schützenden Elemente Wasser und Luft. „Motion“ verkörpert den Aspekt einer nach vorn, in die Zukunft gerichteten Mobilität. Ziel ist es, die Ressourcen der Erde für nachfolgende Generationen zu schützen. BlueMotion soll dabei produktseitig zu einem Gütesiegel avancieren, an dem die jeweils sparsamste Variante einer Baureihe auszumachen ist. Den Anfang macht der neue und ausgesprochen erfolgreiche Polo BlueMotion.

Maximale Kraft, minimaler Verbrauch

Golf GT TSI verbraucht nur 7,2 Liter im Schnitt und erreicht 220 km/h

Einzigster Großserienmotor der Welt mit Turbolader plus Kompressor

Wolfsburg, Dezember 2006 – Volkswagen leitete 2006 mit seinen doppelt aufgeladenen TSI-Motoren eine neue Antriebsära ein. Kennzeichen: maximale Kraft bei minimalem Verbrauch. Und das hat System: TDI, FSI und Turbo-FSI sind längst zu Synonymen für drehmomentstarke und wirtschaftliche VW-Motoren geworden. Ganz gleich ob Diesel oder Benziner, verbindet sie alle eine zentrale Technologie: die Direkteinspritzung. Zuerst machte die effiziente und je nach Motortyp unterschiedlich ausgeführte Form der Kraftstoffzufuhr bei Volkswagen im Turbodiesel Karriere. TDI klingt nicht ganz zufällig wie GTI – die sportlichen VW-Diesels wurden 1993 geboren und mit ihnen avancierte der Selbstzünder in Europa zu einer ebenso schnellen wie sparsamen automobilen Weltanschauung. Dann weitete Volkswagen das Spektrum der Direkteinspritzsysteme mit der Fuel Stratified Injection auf die Benziner aus: Der erste FSI-Motor debütierte 2000. Mit dem Golf GTI folgte 2004 der erste per Turbo aufgeladene Benzindirekteinspritzer, der Turbo-FSI. Zwei Jahre danach starten nun im großen Stil die doppelt aufgeladenen Benzindirekteinspritzer – die TSI mit Turbolader plus Kompressor – durch.

Golf, Jetta und Touran mit 103-kW-TSI

Neuster TSI ist die 2006 für den Golf, Jetta und Touran vorgestellte 103-kW-Version. TSI steht dabei für eine neue Art von Downsizing, für weniger Hubraum, weniger Verbrauch, weniger Emissionen aber mehr Leistung, mehr Drehmoment und mehr Fahrspaß. Bereits bei 1.500 U/min entwickelt der auf ROZ 95 ausgelegte „kleine“ TSI 220 Newtonmeter Drehmoment und hält diesen Wert konstant bis 4.000

U/min.

Volkswagen hat die Benzindirekteinspritzung mit diesem „Twincharger“ konsequent weiter in Richtung Fahrspaß und Wirkungsgrad entwickelt. Allerdings galt das Hauptaugenmerk hier einer eher komfortablen als rein sportlichen Auslegung. Komfort bedeutet in diesem Falle auch, dass die vehemente Durchzugskraft aus niedrigen Drehzahlen eine „schaltfaule“ Fahrweise erlaubt.

Golf GT TSI, der erste Twincharger

Das weltweit erste Automobil mit einem TSI an Bord war der Golf GT. 125 kW / 170 PS Leistung und 240 Newtonmeter Drehmoment stehen beim „kleinen Bruder“ des Golf GTI 7,2 Litern Durchschnittsverbrauch gegenüber. Nach nur 7,9 Sekunden durchheilt der sportliche Golf aus dem Stand heraus die 100-km/h-Marke. Und bei 220 km/h ist die Höchstgeschwindigkeit erreicht. Serienmäßig kommt im Golf GT ein Sechsgangschaltgetriebe zum Einsatz; auf Wunsch steht aber auch für diesen Volkswagen das technisch einzigartige Doppelkupplungsgetriebe DSG zur Verfügung. Auch der „große“ TSI kann darüber hinaus in Verbindung mit dem Jetta bestellt werden. Im Frühjahr 2007 wird dieser Motor zudem für den neuen Touran in das Angebot aufgenommen.

Das technische Grundgerüst für den TSI bildet ein 1.390 cm³ großer Vierzylinder, dessen Dynamik dank Twincharger-Technologie der eines 2,5-Liter-Saug-Motors entspricht. Bereits ab 1.750 U/min entwickelt der TSI sein maximales Drehmoment, das konstant bis 4.500 U/min anliegt. Der sanft einsetzende und über weite Drehzahlen nicht nachlassende Schub – zuerst vom Kompressor entfacht und dann via Turbo angeheizt – wird in dieser Form zur Zeit von keinem anderen Automobilhersteller geboten.

TSI-Technologie im Detail

Die wirksamste Maßnahme zur Verbrauchsreduzierung stellt das sogenannte „Downsizing“ dar. Durch eine Reduzierung des Hubraums und damit geringeren Reibungsverlusten wird ein niedriger spezifischer Verbrauch und damit ein besserer Wirkungsgrad erreicht. Den Weg in die Zukunft weist dabei die Kombination von Kompressor und Turbolader. Der Kompressor kompensiert die für reine Turbobenziner typische Anfahrschwäche im unteren Drehzahlbereich, der Turbolader dagegen macht bei höheren Drehzahlen mächtig Dampf. Die Kombination beider Lader in Großserienmotoren ist weltweit einzigartig.

Als Einspritztechnik kam nur die FSI-Technologie in Frage, die Volkswagen mittlerweile in zahlreichen Modellreihen einsetzt. Durch die Erfahrungen, die die Motorentwickler mit dieser Einspritztechnik in den letzten Jahren gesammelt haben, war erkennbar geworden, dass sich FSI zusammen mit den zwei verschiedenen Aufladetechniken ideal ergänzt und eine zuvor nicht gekannte Effizienzsteigerung ermöglichen würde: Trotz deutlich besserer Fahrleistungen ergibt sich gegenüber einem vergleichbaren Saugmotor eine Verbrauchsreduzierung von rund 10 Prozent.

Das Basistriebwerk

Der 1,4-Liter-Motor ist ein Vierventil-Vierzylinder mit 1.390 cm^3 Hubraum, einem Zylinderabstand von 82 Millimetern und einem Bohrung/Hub-Verhältnis von 76,5 zu 75,6 Millimetern. Die Schwerpunkte bei der Entwicklung des TSI lagen auf der Konstruktion eines neuen, hoch belastbaren Zylinderkurbelgehäuses aus Grauguss, um die hohen Spitzendrücke von bis zu 130 bar dauerhaft zu meistern. Darüber hinaus standen konstruktiv die Anordnung der Aufladeaggregate sowie der Kompressorantrieb im Zentrum der Entwicklung.

Modifizierte Einspritztechnik

Bei den TSI-Motoren kommt erstmals ein Mehrloch-Hochdruckeinspritzventil mit sechs Kraftstoffaustrittsöffnungen zum Einsatz. Der Injektor ist wie bei den FSI-Saugmotoren auf der Einlass-Seite zwischen Einlass-Kanal und Zylinderkopfdichtungsebene angeordnet. Die Menge des einzuspritzenden Kraftstoffs – über das Spektrum von der Leerlaufdrehzahl bis zur hohen Drehzahl bei Abgabe der maximalen Leistung – erfordert eine hohe Spreizung in der Durchflussmenge der Injektoren. Um diesen großen Bereich in der Durchflussmenge darstellen zu können, wurde der maximale Einspritzdruck auf 150 bar angehoben. Zudem war es nur durch die FSI-Technologie möglich, ein für aufgeladene Motoren hohes Verdichtungsverhältnis von 10:1 zu erreichen.

Der Kompressor macht Druck von unten

Die Motorenentwickler wählten zur Steigerung des Drehmoments bei niedrigen Drehzahlen einen mittels Riemen mechanisch angetriebenen Kompressor. Dabei handelt es sich um eine Ladereinheit, die auf dem Roots-Prinzip basiert. Eine Besonderheit des verwendeten Kompressors ist eine interne Übersetzungsstufe, die dem Synchronisations-Zahnradpaar vorgeschaltet ist und bereits bei niedrigen Motordrehzahlen eine hohe Kompressorförderleistung ermöglicht.

Der Turbolader schaltet sich oben herum ein

Bei erhöhter Drehzahl setzt zusätzlich der Abgasturbolader (mit Wastegate-Regelung) ein. Dabei sind Kompressor und Abgasturbolader in Reihe geschaltet. Der Kompressor wird über eine Magnetkupplung betätigt, die in ein Modul innerhalb der Wasserpumpe integriert ist. Eine Regelklappe sorgt dafür, dass die für den Betriebspunkt notwendige Frischluft zum Abgasturbolader oder zum Kompressor gelangt. Im reinen Abgasturboladerbetrieb ist die Regelklappe geöffnet. Die Luft nimmt dann den von herkömmlichen

Turbo-Motoren bekannten Weg über den Frontladeluftkühler und die Drosselklappe in das Saugrohr.

Eine der großen Herausforderungen im Rahmen der Entwicklung war die bestmögliche Auslegung des Zusammenspiels der beiden in Reihe angeordneten Lader. Denn nur wenn sich der Kompressor und der Abgasturbolader optimal ergänzen, erreicht das Triebwerk den gewünscht gleichmäßigen Drehmomentverlauf. Und zwar über einen sehr weiten Drehzahlbereich und in Verbindung mit einer nie zuvor realisierten Effizienzsteigerung.

Die Kombination von Kompressor und Turbo macht es

Der maximale Ladedruck der Twincharger beträgt ca. 2,5 bar bei 1.500 U/min. Nur im Drehzahlbereich bis 2.400 U/min wird der Kompressor für die Erzeugung des erforderlichen Ladedrucks benötigt. Der Abgasturbolader ist auf einen optimalen Wirkungsgrad im oberen Leistungsbereich ausgelegt und stellt auch im mittleren Drehzahlbereich ausreichend Ladedruck zur Verfügung. Beim dynamischen Fahrbetrieb ist dieser im unteren Drehzahlbereich für die vorgegebenen Elastizitätsziele nicht ausreichend. Der TSI löst dieses Problem als weltweit einziger Motor mit dem Zuschalten des Kompressors. Folge: ein spontaner Ladedruckaufbau. Das Turboloch gilt durch die gegenseitige Ergänzung beider Systeme als abgeschafft. Spätestens ab einer Drehzahl von 3.500 U/min wird der Kompressor nicht mehr benötigt und der Abgasturbolader stellt in jedem Fall, also auch dynamisch beim Übergang vom Schub- in den Voll-Lastbetrieb, den gewünschten Ladedruck bereit.

Sonnenkraft im Tank

Sauber: Synthetischer Treibstoff aus Biomasse minimiert CO₂-Emissionen

Praktisch: SunFuel® eignet sich ohne technische Änderungen für alle Pkw

Wolfsburg, Dezember 2006. Die Entwicklung moderner Automobile und zukunftssträchtiger Antriebe wird immer stärker von Umweltgesichtspunkten bestimmt. Denn so viel steht fest: Die fossilen Energieressourcen der Erde sind endlich. Um die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen zu beenden und den wachsenden Anforderungen nach immer geringeren Abgasemissionen zu entsprechen, setzt die Volkswagen Forschung als Gründungsmitglied der „Alliance for Synthetic Fuels in Europe“ (ASFEE) unter anderem auf alternative, höherwertigere Kraftstoffe. Dabei rückt speziell die Nutzung CO₂-neutraler Biomasse in den Blickpunkt, die zur Erzeugung synthetischer Kraftstoffe – wie dem von Volkswagen favorisierten SunFuel® – eingesetzt werden kann. Im Versuchsbetrieb läuft bereits seit geraumer Zeit eine Flotte von SunFuel®-Fahrzeugen. Einer von ihnen ist ein konventionelles New Beetle Cabriolet – es spiegelt eindrucksvoll die Tatsache wider, das auch extrem saubere und sparsame Autos sehr viel Spaß bereiten können.

Das ist SunFuel®

SunFuel® ist ein hochreiner, synthetisch hergestellter Kraftstoff. Er unterscheidet sich vom chemisch identischen SynFuel durch den Ausgangsstoff, aus dem das Synthesegas gewonnen wird. SunFuel® entsteht aus Biomasse. Dies kann biogener Abfall wie Wald- und Industrieholz ebenso sein wie Biomüll, tierische Abfallprodukte oder auch speziell angebaute Gewächse, die besonders schnell gedeihen und keiner intensiven Pflege bedürfen. Darüber hinaus steht diese Biomasse in keiner Konkurrenz zur Lebensmittelerzeugung. Wichtig dabei: Die Qualität der Biomasse als Eingangsmaterial wirkt sich in

keinster Weise auf das Endprodukt aus.

So entsteht SunFuel®

Synthetischer Kraftstoff aus Biomasse lässt sich über zwei unterschiedliche Methoden erzeugen, von denen das CarboV-Verfahren der sächsischen Firma Choren Industries derzeit am weitesten entwickelt ist. Dabei werden die eingehenden Stoffe und Stoffgemische zunächst geschreddert und getrocknet, sofern sie mehr als 30 Prozent Feuchtigkeit enthalten. Anschließend durchläuft das Hackgut – die sogenannten „Pellets“ – einen Niedertemperatur-Flugstromvergaser, in dem die Pflanzenbruchstücke bei 400 bis 500 Grad Celsius in Schwelgas und Biokoks zerlegt werden.

Nächster Schritt: Das teerhaltige Gas wird unter Zugabe von vorgewärmter Luft oder reinem Sauerstoff im Choren-Reaktor bei Temperaturen von bis zu 1.600 Grad zu hauptsächlich Kohlenmonoxid, aber auch zu Wasserstoff und in sehr geringen Mengen zu Kohlendioxid und Wasserdampf zerlegt. Der im Niedertemperaturvergaser angefallene Koksstaub wird in die nach unten brennende Flamme des Reaktors eingeblasen. Anschließend durchläuft das Roh-Synthesegas einen Wärmetauscher (Rekuperator), bevor es entstaubt und gereinigt wird. Das auf diese Weise entstandene Synthesegas – ein Gemisch aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid – reagiert danach in der Fischer-Tropsch-Anlage an einem speziellen Kobalt-Katalysator zu Kohlenwasserstoffketten, aus denen schlussendlich der Designer-Kraftstoff SunFuel® „modelliert“ werden kann. Je nach Synthese-Art entsteht dabei mehr Diesel, mehr Benzin oder mehr Kerosin.

Das synthetische SunFuel® wartet mit einer ganzen Reihe überzeugender Vorteile auf, die es als einen der vielversprechendsten Kraftstoffe der Zukunft qualifizieren. Eine Übersicht:

Deutliche Verringerung der Abgasemissionen

Als außergewöhnlich reiner und hochwertiger Kraftstoff ist SunFuel® frei von unerwünschten Bestandteilen, wie sie in erdölbasierten Kraftstoffen vorkommen – etwa Schwefel und

Aromate. Dies ermöglicht ausgesprochen positive Verbrennungseigenschaften und deutlich geringere Abgasemissionen. Ein Beispiel: Allein der Einsatz von SunFuel® reduziert den Rußpartikelaußstoß des unverändert serienmäßigen New Beetle TDI Cabriolet (Euro 4-Norm) im neuen europäischen Fahrzyklus (NEFZ) deutlich um fast 30 Prozent. Selbst ältere Euro-3-Diesel-Pkw erfüllen so ohne weitere Maßnahmen den Partikelgrenzwert der Euro 4-Norm.

Leichte Anpassungen der Motorsteuerung an die etwas geringere Dichte des synthetischen Energieträgers (785 kg/m^3 statt 830 kg/m^3) genügen zudem, um auch die NO_x-Emissionen im NEFZ um weitere 30 Prozent zu senken. Zusätzliche Vorteile ergeben sich, wenn die Abgasnachbehandlung dem schwefelfreien Kraftstoff angepasst wird.

Nahezu neutrale CO₂-Bilanz

Einer der ganz wesentlichen Vorteile von SunFuel®: Im Gegensatz zum chemisch gleichwertigen SynFuel, das auf Erdgas basiert, leistet es einen wesentlichen Beitrag zur Einsparung des Treibhausgases CO₂. Da es aus regenerativen Rohstoffen wie Biomasse entsteht, wird bei der Verbrennung nur so viel Kohlendioxid freigesetzt, wie der Atmosphäre zuvor durch die Energie liefernden Pflanzen entzogen wurde.

Nutzung der bestehenden Tankstellen-Infrastruktur

SunFuel® kann konventionellen Mineralölkraftstoffen in jedem gewünschten Verhältnis zugemischt werden. Dies bedeutet im Umkehrschluss zugleich: Für den Vertrieb des synthetischen Energieträgers ist das vorhandene Tankstellennetz problemlos nutzbar. Kostspielige Investitionen sind nicht erforderlich. Insbesondere in Großstädten mit problematischer Luftqualität kann die Beimischung von SunFuel® ohne den langwierigen Aufbau eines neuen Vertriebsnetzes direkt für Verbesserungen sorgen – so wie das prinzipiell identische SynFuel bereits in Bangkok oder auch in Athen teilweise zum

Einsatz kommt.

Das kostet SunFuel®

Das sächsische Unternehmen Choren Industries, Betreiber eines Pilotprojektes zur Erstellung von SunFuel®, schätzt die Kosten für den regenerativen Kraftstoff auf 60 Eurocent pro Liter. Andere Quellen prognostizieren einen Preis von 50 Eurocent. Zum Vergleich: Für die Herstellung von Erdgas- oder Erdöl-basiertem Treibstoff werden 25 Eurocent pro Liter veranschlagt. Allerdings können Biokraftstoffe der 2. Generation – und dazu gehört das regenerative SunFuel® – nur über ein nachhaltiges und ganzheitliches Steuermodell im Markt etabliert werden, das marktwirtschaftliche Anreize bietet.

Alle Autos können SunFuel® tanken

SunFuel® steht je nach Bedarf als Diesel oder Benzin zur Verfügung und kann ohne weitere technische Einschränkungen oder Veränderungen von allen Pkw und Lkw getankt werden. Sein volles Potential entfaltet dieser Designer-Kraftstoff jedoch erst dann, wenn auch die innermotorischen Abläufe die Vorteile seiner besonderen Reinheit nutzen.

SunFuel® bildet Basis für den Motor der Zukunft: CCS

Gleichzeitig ist SunFuel® der Zündstoff für die nächste Stufe der Kraftstoffstrategie: dem Einsatz völlig neuer Verbrennungsmotoren, die mit regenerativen Kraftstoffen betrieben werden und weltweit ohne größere Anpassungen der Infrastruktur eingesetzt werden können. Hintergrund: Durch die Nutzung von Homogenisierungseffekten stellt das hochreine SunFuel® die Weichen für die intensive Weiterentwicklung des Diesel-Brennverfahrens hin zum Combined Combustion System (CCS). Synthetische Kraftstoffe wie SunFuel® bereiten somit einer kommenden Motorengeneration – und einer Schlüsseltechnologie auf dem Weg zum Ende des Erdölzeitalters –

den Weg. Denn CCS wird den niedrigen Kraftstoffverbrauch eines Dieselmotors mit der Abgasqualität eines Benzinermotors kombinieren.

Die saubersten Diesel der Welt unter dem Label BLUETEC

NOx-Nachbehandlung und innermotorische Maßnahmen reduzieren die Emissionen um bis zu 90 Prozent

Wolfsburg, Dezember 2006. Volkswagen zündet die nächste Dieselseite und macht den TDI dabei so sauber wie einen Benziner. Und das hat Programm: Die Dieselmotoren der nächsten Generation tragen den internen Arbeitstitel „Clean TDI“.

Clean TDI und BLUETEC

Der „Clean-TDI“ ist ein wichtiger Bestandteil der Ende November in Los Angeles gestarteten BLUETEC-Offensive der drei deutschen Automobilhersteller Audi, Mercedes-Benz und Volkswagen. Ziel dieser Partnerschaft ist es, den Begriff BLUETEC als einheitliche Bezeichnung für saubere und verbrauchsarme Pkw und SUV mit Dieselmotoren zu etablieren. BLUETEC beschreibt dabei Dieselantriebe, die selbst die strengsten Emissionsvorschriften des US-amerikanischen Marktes erfüllen.

Eine unbekannte Größe ist der TDI in Nordamerika allerdings ohnehin nicht. Denn Volkswagen gilt in den USA als der Dieselpionier schlechthin. Mehr als 800.000 TDI wurden dort in den letzten Jahren verkauft. Dieselmotorführer ist in Nordamerika zudem der Jetta. Und der erste in den USA serienmäßig mit einem Dieselpartikelfilter angebotene Geländewagen ist ebenfalls ein Volkswagen: der Touareg V10 TDI. Mehr noch: Unter anderem aufgrund der TDI-Präsenz in zahlreichen Baureihen führt Volkswagen in den USA den aktuellen „Automotive Environmental Index“ – die Studie des Marktforschungsinstitut J. D. Power weist Volkswagen als den umweltfreundlichsten Automobilanbieter in den USA aus.

Der zentrale Aspekt dabei ist die Reduzierung der Stickoxide im großen Stil. Die Ingenieure aus Wolfsburg erreichen dieses Ziel durch innermotorische Maßnahmen und neue Katalysator-Technologien. Ergebnis: bis zu 90 Prozent weniger Stickoxide (NO_x). Wie solch ein „Clean TDI“ aufgebaut ist und wie er sich fährt, demonstriert Volkswagen im Rahmen eines Workshops für Antriebstechnologien jetzt erstmals am Beispiel eines Vierzylinder-Common-Rail-TDI mit NO_x-Speicherkat. Er ist im Jetta, dem erfolgreichsten Auto eines europäischen Herstellers in den USA, als eine von vielen Abgasmaßnahmen vorgesehen. Die Kombination Jetta und Clean TDI ist kein Zufall: Technologiepakete dieses Zuschnitts werden zur Zeit für den Einsatz in den USA erprobt und vorbereitet. Hintergrund: In einigen Bundesstaaten der USA (zum Beispiel Kalifornien) gelten mit der sogenannten Norm „Tier2 Bin5“ die strengsten Abgasgesetze der Welt. Und auch die werden die neuen „Clean TDI“ erfüllen. Die Technologie der Clean TDI und Emissionsthematik im Detail:

Abgasrückführung senkt Stickoxide

Dieser sind sparsamer als jemals zuvor. Doch dabei entsteht ein Problem, das es zu lösen gilt: Hohe Brennraumtemperaturen fördern diese Sparsamkeit – gleichzeitig aber begünstigen hohe Temperaturen die Entstehung von Stickoxiden (NO_x).

In gewissen Grenzen kann man dieses Problem durch optimierte Brennraumgeometrien und extrem präzise Einspritzverläufe mit höchstem Druck entschärfen, wie Volkswagen beweist. Darüber hinaus aber ist es im Hinblick auf die Emissionen notwendig, die Verbrennungstemperaturen zu begrenzen und die Konzentration des Sauerstoffs, mit dem der Stickstoff zu Stickoxid reagiert, zu verringern. Beide Ziele lassen sich mit der externen Rückführung von Abgas in den Brennraum erreichen. Es kann der Abgasanlage entnommen und auf dem Weg zum Brennraum in einem Wasserkühler gekühlt werden. Diese Maßnahmen senken die temperaturabhängige Stickoxidemission im Idealfall um bis zu 60 Prozent.

Strenge Abgasnorm in Kalifornien

Für die weltweit schärfsten Abgasvorschriften aber reicht die Abgasrückführung allein nicht aus. Die Norm namens „Tier2 Bin5“, die in Kalifornien und in bislang vier weiteren Bundesstaaten im Nordosten der USA (Massachusetts, New York, Vermont und Maine) gilt, limitiert die NO_x-Emission ab 2007 auf 70 mg pro Meile. Um diesen Grenzwert zu erreichen, sind völlig neuartige Abgasreinigungstechnologien erforderlich. Volkswagen hat gleich zwei Katalysator-Systeme entwickelt, die im Abgasstrang dem Oxi-Kat und dem Partikelfilter nachgeschaltet sind. Beide stehen kurz vor der Serienreife, und beide werden den Ausstoß an Partikeln und Stickoxiden im Verbund mit der Abgasrückführung und innermotorischen Maßnahmen um etwa 90 Prozent senken.

Clean TDI-Technologie I: der NO_x-Speicherkat

Bei den Modellen unterhalb der Passat-Klasse ist eine Technologie mit NO_x-Speicherkat in der Erprobung. Er bindet die Stickoxide wie ein Schwamm und erreicht damit einen sehr guten Wirkungsgrad. Ähnlich wie der Partikelfilter, wird er regelmäßig und ohne das der Fahrer es spürt, gereinigt. Zu diesem Zweck wechselt das Motormanagement für wenige Sekunden in eine Betriebsart mit fetter Verbrennung über.

Der NO_x-Speicherkat ist auf Dieselkraftstoff angewiesen, der extrem schwefelarm (Schwefelanteil unter 15 parts per million = ppm) ist, weil er sonst durch Sulfatbildung an Wirkungsgrad verlieren würde. In den meisten europäischen Ländern steht dieser Treibstoff bereits seit längerem zur Verfügung, in den USA wird er seit dem 15. Oktober auf breiter Front eingeführt.

Clean TDI-Technologie II: der SCR-Kat

Für die größeren und schwereren Baureihen bietet sich dagegen der sogenannte SCR-Kat (SCR = Selective Catalytic Reduction) an. Als ein zentrales Element kommt hier eine wässrige Lösung mit der Bezeichnung AdBlue zum Einsatz, die in einem zusätzlichen Tank aus Edelstahl oder Kunststoff mitgeführt wird. Sie besteht zu 32,5 Prozent aus Harnstoff und wird über ein Dosierventil kontinuierlich vor dem SCR-Kat in den Abgasstrang eingespritzt. Die Dosierung richtet sich nach dem Abgasmassenstrom. Das Motormanagement, von einem Sensor hinter dem Kat informiert, sorgt dabei für die genaue Regelung.

Eine Füllung reicht bis zum nächsten Service

Von einem Gitter fein zerstäubt, wandelt sich der Harnstoff im heißen Abgas vor dem Katalysator in Ammoniak um. Im Kat reagiert dann das Ammoniak mit den Stickoxiden und spaltet sie in Stickstoff und Wasser auf. Anders als reiner Ammoniak ist die AdBlue-Lösung ungiftig, geruchlos und biologisch abbaubar. Volkswagen will den Zusatztank so auslegen, dass er für die Fahrtstrecke zwischen zwei Inspektionsintervallen genügt – die Werkstatt füllt ihn bei der Wartung wieder auf. Die komplette Anlage muss laut den US-amerikanischen Vorschriften auf mindestens 150.000 Meilen Laufleistung ohne Einschränkung funktionieren. Und das wird sie.

Weitere Potentiale bieten Designerkraftstoffe

Parallel arbeitet Volkswagen mit seinem Partner Shell intensiv an der Entwicklung neuer Dieselmotorkraftstoffe, die sauberer verbrennen. Treibstoff aus Erdgas und aus Biomasse lässt sich chemisch innerhalb weitgesteckter Grenzen maßschneidern. Er enthält weder Schwefel noch Aromaten; seine Cetanzahl, das Maß für die Zündwilligkeit, kann beinahe beliebig variiert werden (heute in Europa: 51 bis 60) gesteigert werden; und bei der Verbrennung sinken die Partikel-Rohemissionen um ein Drittel. Das TDI-Potential ist also gewaltig; moderne Selbstzünder werden die Autofahrer

deshalb noch weit bis in die Zukunft hinein sauber, sparsam und sportlich begleiten.

Erdgas für den Twincharger

Kraftvoller Motor im Passat-Versuchswagen: 110 kW und 220 Nm

Niedrige Emissionen: Erdgas ist ein umweltfreundlicher Kraftstoff

Wolfsburg, Dezember 2006. Viele alternative Kraftstoffe liegen noch im Nebel der Zukunft. Einer jedoch ist heute bereits überall verfügbar: Erdgas. Volkswagen engagiert sich deshalb auch auf dem Sektor der mit Erdgas betriebenen Autos. Zu den neusten Erdgasfahrzeugen des Unternehmens zählen der neue Touran Eco Fuel und der ebenso praktische Caddy EcoFuel. Forschung und Entwicklung zum Thema Erdgasantriebe laufen derweil ebenfalls auf Hochtouren. Das aktuellste Projekt ist dabei der Prototyp eines Passat EcoFuel, der einen starken TSI-Motor mit doppelter Aufladung (Turbo und Kompressor) unter der Haube hat. Dieser Vierzylinder wurde für den Erdgasbetrieb konfiguriert und ist damit der weltweit erste und einzige Motor dieser Art.

Ein Maximum an Kraft bei höchster Wirtschaftlichkeit

Der 1,4 Liter große TSI-Motor setzt sowohl einen Kompressor als auch einen Abgasturbolader zur Aufladung ein. Dieses Downsizing-Konzept macht ihn extrem durchzugsstark und effizient. Als reiner Benziner – im Golf und Touran – ist er in den Leistungsstufen 103 kW / 140 PS und 125 kW / 170 PS lieferbar. Im Passat-Prototyp kommt nun eine dritte Variante zum Einsatz: Hier leistet er als bivalenter TSI EcoFuel mit Erdgas als auch Benzin 110 kW / 150 PS.

Bereits aus dem Keller heraus, bei nur 1.500 U/min, stemmt der Motor kraftvolle 220 Newtonmeter auf die Kurbelwelle, mehr als der leistungsgleiche Passat 2.0 FSI von heute, der es auf 200 Newtonmeter bei 3.500 Touren bringt. Der neue TSI EcoFuel stellt dieses

Drehmoment konstant bis 4.000 Touren parat. Entsprechend stark ist sein Durchzug.

Eingriffe ins Innenleben des Motors

Am Motor mussten die Ingenieure die Ventile und ihre Sitzringe härten, weil im Gasbetrieb, anders als bei der Verbrennung von Benzin, keine Schmierung erfolgt. Aus dem selben Grund – und aufgrund der höheren Spitzendrücke – erhielt der TSI spezielle Kolbenringe. Auch seine Kolben weisen eine Verstärkung auf. Verdichtet ist der Motor im Hinblick auf einen ebenfalls uneingeschränkten Benzinbetrieb mit 10:1. Im Gasbetrieb wird der Ladedruck um 250 mbar erhöht; Einbußen in Sachen Agilität gibt es auch im Gasmodus keine. Ein neu entwickeltes Steuergerät mit der Bezeichnung MED17.1 managt das Geschehen in beiden Betriebsarten.

Die Modifikationen am Motorumfeld betrafen darüber hinaus den generellen Einsatz eines kleineren Turboladers, das Saugrohr mit integrierten Gas-Einblasdüsen, ein im Tumble erhöhter Einlasskanal, die hier kürzere Auslassnockenwelle und den Katalysator. Seine Metallbeschichtung wurde auf die Konvertierung von Methan optimiert, das im Erdgas zwischen 80 und 99 Prozent des Volumens ausmacht. Der Passat 1.4 TSI EcoFuel erfüllt bereits die künftige Euro-5-Norm. Im Gasbetrieb konsumiert die Limousine nur 5,2 Kilogramm Erdgas auf 100 Kilometern. Der 31 Liter große Benzin-Tank bürgt für fast 400 Kilometer Reichweite. Die drei Gastanks speichern 120 Liter CNG-Gas – entsprechend 19,4 Kilogramm –, die den Passat etwa 380 Kilometer weit bringen. Bei einer möglichen späteren Serienfertigung werden die Tanks unter dem hinteren Wagenboden integriert.

Twincharger beflügelt Topvan

125 kW starker TSI verbraucht im T5 deutlich weniger als ein 85-kW-Benziner
Konzeptstudie des Multivan ist mit dem TSI-Motor schnell und durchzugsstark

Wolfsburg, Dezember 2006. Wie leistungsfähig die neue TSI-Technologie (Twincharger) ist, demonstriert Volkswagen Nutzfahrzeuge mit einer Konzeptstudie des Multivan (intern T5 genannt). Der 1,4-Liter-Motor treibt hier immerhin einen rund 2.2 Tonnen schweren Van an. Die klassischen Hubraumangaben haben spätestens seit der „Erfindung des Twinchargers“ im Hinblick auf die daraus zu schließende Kraft- und Leistung eines Motors als Ordnungsgröße ausgedient. Die Benzindirekteinspritzung plus Turbolader plus Kompressor führen beim TSI zu einer Performance, die zuvor – bei erheblich höherem Verbrauch – rund 1,0 Liter größeren Motoren vorbehalten war. Im T5-Konzeptfahrzeug kommt der 125 kW / 170 PS starke TSI zum Einsatz. Zur Zeit ist dieser T5 allerdings eine reine Studie.

Bereits in diesem Stadium steht fest, dass der ab 1.750 U/min 240 Newtonmeter starke TSI und der T5 eine gelungene Kombination darstellen. Der Twincharger treibt den großen Van dynamisch und komfortabel an. Auf der Verbrauchsseite punktet er erwartungsgemäß ebenfalls. In nur 12,6 Sekunden beschleunigt der Motor den Multivan auf 100 km/h. Für die Elastizitätsmessung im 5. Gang – die klassische Beschleunigung von 80 auf 120 km/h – wurden 15,2 Sekunden gemessen. Die Höchstgeschwindigkeit beträgt 187 km/h. Trotz der im Vergleich zum 115 PS starken Multivan 2.0 erheblich besseren Fahrleistungen (163 km/h, 17,8s 0-100 km/h, 26,1s 80-120 km/h) verbraucht der Multivan TSI mit 9,9 Litern Kraftstoff auf 100 Kilometern 0,7 Liter weniger. Das TSI-Konzept spricht mit diesen Daten für sich selbst.

TSI im T5: die technischen Maßnahmen

Bislang kommen die TSI-Motoren ausschließlich im Golf, Jetta und Touran zum Einsatz. Für die Integration im Multivan waren deshalb technische Anpassungen notwendig. Gegenüber der Einbauposition im Golf, Jetta und Touran wurde der TSI um 30 Grad nach vorn geneigt integriert, um den spezifischen Einbaubedingungen des T5 Rechnung zu tragen. Darüber hinaus bekam das Kühlerpaket eine modifizierte Lage, um Platz für den Turbolader des Twinchargers zu schaffen. Last but not least wurden im Bereich der Aggregatelagerung deutliche Modifikationen durchgeführt, da der T5 für eine 4-Punkt-Lagerung und nicht für eine 3-Punkt-Pendellagerung wie Golf und Touran konzipiert wurde.

In Sachen Kraftübertragung griffen die Ingenieure auf das serienmäßige Sechsganggetriebe des Multivan V6 4MOTION zurück, das über einen Adapterring mit dem Kurbelgehäuse verschraubt wurde. Zudem musste in den Nebetrieb eine hydraulische Lenkhilfepumpe integriert werden, da der T5 im Gegensatz zu Golf, Jetta und Touran nicht über eine elektromechanische Servolenkung verfügt. Schließlich wurde das Motorsteuergerät auf das spezifische Fahrverhalten des T5 abgestimmt.

Motor einer neuen Generation

Revolution in Sicht: CCS-Verfahren birgt Potential einer neuen Motoren-Ära

Diesel und Benziner verschmelzen: CCS-Brennverfahren für die Welt von morgen

Wolfsburg, Dezember 2006. Das Beste aus der Welt der Benziner und Diesel in einem Motor vereint? Klingt nach Illusion und Revolution. Doch es ist machbar: Volkswagen arbeitet intensiv an der Erprobung eines solchen Motorsystems, das innerhalb des nächsten Jahrzehnts Realität werden könnte. Der Name dieser neuen Motorentechnologie: CCS. Das Kürzel steht für „Combined Combustion System“ (kombiniertes Verbrennungssystem) und damit womöglich für den Motor der Zukunft. In Touran-Prototypen ist es bereits erfahrbar.

Innovatives Gemischbildungsverfahren

Der entscheidende Durchbruch bei der CCS-Technologie ist das innovative Gemischbildungsverfahren, bei dem in der Tat Prinzipien aus der Benzin- (TSI) und Dieseldirekteinspritzung (TDI) verschmelzen. Volkswagen macht sich hier die langjährigen und breiten Erfahrungen zunutze, die die Marke auf beiden Gebieten hat, und vereint deren Stärken. „Der Benzinmotor steuert das homogene Kraftstoff-Luft-Gemisch und die niedrigen Emissionen zum CCS-Verfahren bei, der Diesel die Selbstzündung und den niedrigen Verbrauch“, erläutert Dr. Wolfgang Steiger, Leiter Hauptabteilung Antriebe der Volkswagen Konzernforschung. Eine Betrachtung der TSI- und TDI-Welt verdeutlicht das:

Bei Benzinmotoren verläuft die Gemischbildung aufgrund der speziellen Eigenschaften der Treibstoffe folgendermaßen. Im Fall der direkteinspritzenden TSI-Aggregate von Volkswagen wird der Sprit im Ansaugtakt injiziert, während sich der Kolben noch nach

unten bewegt. Sobald er im Kompressionstakt seine Bewegung umkehrt, verdichtet er das Gemisch und erwärmt es. Wenn der Kolben den „oberen Totpunkt“ (OT) erreicht hat, ist der Treibstoff verdampft, gleichmäßig (homogen) verteilt; und kurze Zeit später entzündet die Zündkerze die Gaswolke. Im Dieselmotor läuft ein wesentlich anderes Brennverfahren ab. Hier wird erst eingespritzt, wenn der Kolben nahe des OT ist und die Luft im Brennraum stark verdichtet und erhitzt hat. Der Dieselmotor entzündet sich dann selbständig an der heißen Luft. In modernen Dieselmotoren findet so die Verbrennung häufig erst relativ weit nach OT statt: Das vermindert zwar speziell die Stickoxidemissionen, gleichzeitig aber steigt der Kraftstoffverbrauch.

Die Welt zwischen dem Diesel- und Ottomotor

Das CCS-Verfahren liegt in der Mitte zwischen dem Diesel- und dem Otto-Prinzip. Beim CCS-Motor beginnt im Homogen-Betrieb die Einspritzung schon, während der Kolben nach oben fährt und die Luft verdichtet. Mittels der vom Dieselmotor übernommenen Common-Rail-Injektoren lässt sich die Einspritzung nach Wunsch in verschiedene Takte aufteilen und präzise dosieren.

Während der Kolben weiter aufwärts fährt, werden der Treibstoff und die Luft verdichtet und erhitzt – der Kraftstoff verdampft; ein weitgehend homogenes Gemisch, vergleichbar dem des TSI-Motors, entsteht. Die Verbrennung setzt im homogenen Betrieb möglichst kurz nach dem OT ein, ohne dass dafür (analog zum Diesel) ein externer Funke nötig wäre; theoretisch zündet das Gemisch an unendlich vielen Orten gleichzeitig. Durch die quasi homogene Verbrennung nahe des OT erreicht man sowohl niedrige Emissionen als auch einen gegenüber dem schon sparsamen TDI nochmals verbesserten Verbrauch.

Abgasrückführung eliminiert die Stickoxide

Der CCS-Motor arbeitet dabei mit einer hohen Abgasrückführungsrate (AGR-Rate). Das sauerstoffarme, rückgeführte Abgas leistet mehrere positive Beiträge. Es sorgt mit dafür, dass die Verbrennung nicht zu früh einsetzt und dass keine zu hohen Temperaturen oder Hitzenester auftreten, die Stickoxide entstehen lassen würden. Beim CCS-Verfahren mit seiner gleichmäßigen Verbrennung gibt es zudem auch praktisch keine Zonen mit fettem Gemisch im Brennraum; deshalb bildet sich (im Gegensatz zum Diesel) kaum Ruß, der sonst das Manko bei hohen AGR-Raten ist.

Ein erster Forschungsmotor auf Basis eines Zweiliter-TDI im Touran-Prototyp spart bei Verwendung eines optimierten Kraftstoffes schon in seinem momentanen, frühen Entwicklungsstadium fünf Prozent Treibstoff gegenüber einem konventionellen Diesel und verringert gleichzeitig NOx- und Ruß-Emissionen signifikant.

SynFuel und SunFuel® als Ersatz für Rohöl

Die grundlegende Voraussetzung für die vollständige Umsetzung des CCS-Brennverfahrens ist derweil ein neuer, maßgeschneiderter Kraftstoff. Er hilft, eine homogene Verbrennung zu erreichen. Im Wissen um die zentrale Rolle der Treibstoff-Thematik arbeiten die Ingenieure des Volkswagen-Konzerns schon seit Jahren intensiv auf diesem Gebiet. Die Forschungsschwerpunkte liegen auf Kraftstoffen, die synthetisch aus Erdgas (SynFuel) oder Biomasse (SunFuel®) gewonnen werden. Syn- und SunFuel® sind frei von Schwefel und Aromaten, was die Rohemissionen ohnehin drastisch verringert. Ihre Zusammensetzung und damit ihre Eigenschaften, hier insbesondere die Siedetemperaturen und die Cetanzahl, lassen sich im Design innerhalb gewisser Grenzen frei festlegen und in der Herstellung in hoher Qualität sicher reproduzieren. Damit eignen sich beide Kraftstoffsorten grundsätzlich ideal für den Einsatz im CCS-Motor (siehe dazu im Detail separates Thema „synthetische Kraftstoffe“). Sie sind Energiequellen der unmittelbaren Zukunft. Dass diese Kraftstoffe auch den Verbrennungsmotor der Zukunft – „den CCS“ –

antreiben werden, darf als gesicherte Erkenntnis eingeordnet werden.
Es ist eben – wie so oft – nur noch eine Frage der Zeit.

Wenn schon Hybrid, dann mit einem Hightech-Antrieb

Einzigartig: erste Kombination aus einem TSI-Derivat und E-Motor

Alles im Fluss: DSG-Getriebe als sparsamer Bestandteil des Eco.Power II

Wolfsburg, Dezember 2006. Wie ein Volkswagen mit Benzin- und Elektroantrieb aussehen könnte, zeigt der Touran Eco.Power II. Er kann allein mit Benzin, nur mit Strom oder mit beiden Antriebsarten gleichzeitig fahren – das Versuchsfahrzeug wurde als vielseitiger und leistungsfähiger Vollhybrid konzipiert.

Der TSI-Motor spart von Haus aus

Als Hauptantriebsquelle im Touran Eco.Power II dient ein 1,4-Liter-Motor, der vom bekannten TSI abgeleitet wurde. Auf den Kompressor konnte durch die Kombination mit dem E-Motor verzichtet werden, da der zusätzliche Antrieb im unteren Drehzahlbereich für ein Plus an Drehmoment sorgt. Der modifizierte TSI entwickelt in dieser spezifischen Auslegung 110 kW / 150 PS Leistung und 220 Newtonmeter maximales Drehmoment, Letztere stehen konstant zwischen 1.500 bis 4.000 U/min bereit. Mit seinem zukunftsweisenden Konzept – Downsizing und Hochaufladung mittels Turbolader – und seiner überragenden Effizienz ist der TSI ein hochinteressanter Motor für den Einsatz in einem Hybridfahrzeug.

Auf die Abtriebsseite des TSI montierten die Entwickler einen Elektromotor. Dieser Synchronmotor von ZF Sachs offeriert 20 kW / 27 PS Nennleistung und 130 Newtonmeter – ein Drehmoment, das schon beim Anfahren in vollem Umfang anliegt. Die E-Maschine fungiert auch als Startkupplung und als Generator, sie ersetzt den Anlasser und die Lichtmaschine.

Auch das DSG-Getriebe spart mit

Das DSG-Getriebe, das hinter dem Elektromotor liegt, operiert nicht, wie üblich, mit zwei „nassen“ Kupplungen, für die eine Ölpumpe erforderlich ist. Stattdessen nutzt es trockene Kupplungen, die elektrohydraulisch betätigt werden – das erhöht den Wirkungsgrad. Auf diese Weise trägt das Getriebe mit zum Einsparpotential des Touran Eco.Power II bei. Die im Kofferraum platzierte Nickelmetallhydrid-Batterie wiegt 45 Kilogramm. Der Akku versorgt die E-Maschine mit 187 Volt Spannung und einer Energiemenge von 1,3 Kilowattstunden. Die hohe Energiedichte und eine gute Haltbarkeit sind die Kennzeichen der NiMH-Technik.

Vier Steuergeräte koordinieren den Energiefluss

Bei der Steuerung des Antriebsstrangs arbeiten vier Rechner eng zusammen, die vom Drehmoment-Manager des Getriebesteuergeräts koordiniert werden. Sie kümmern sich um zahlreiche Einzelabläufe, etwa um die Stopp-Start-Funktion beim Anhalten, die den Benzinmotor abstellt und neu startet. Damit dies möglichst schnell geschieht, muss der Motor ohne Schwungmasse auskommen – deshalb hat die Impulsstartkupplung hohe Momente zu verkraften.

Beim normalen und kräftigen Beschleunigen unterstützt die E-Maschine die Arbeit des TSI; sie steuert dabei nicht ihr ganzes Drehmoment, aber immerhin gut die Hälfte davon bei. In Schubphasen hingegen, in denen wenig Energie benötigt wird, übernimmt sie den Antrieb alleine; gleiches gilt, wenn man in der Stadt nur dezent Gas gibt. Für den Verkehr in Wohngebieten lässt sich der Eco.Power II auf einen rein elektrischen Modus umschalten. Wenn der Fahrer wieder Leistung abfordert, übernimmt der TSI – nach einem hochkomplexen aber für den Fahrer kaum spürbaren Umschaltvorgang, in dem die Drehzahlen und Drehmomente für einen sanften Ablauf millisekundengenau aufeinander abgestimmt werden.

Energierückgewinnung beim Bremsen

Im Schubbetrieb und beim Bremsen wird ein Teil der Bremsenergie über die E-Maschine, die dann als Generator arbeitet, in die Batterie zurückgeführt. Das Energiemanagement ist stets bestrebt, den Ladezustand der Batterie in einem definierten mittleren Fenster zu halten, das alle wichtigen Funktionen zulässt und nur in einigen wenigen Ausnahmesituationen verlassen wird. Der Fahrer kann sich auf dem Display des Navigationssystems über den Fluss der Energieströme informieren.

Der Touran Eco.Power II gibt sich im Mittel mit nur 6,0 Liter Kraftstoff zufrieden. Auf unterstützende Maßnahmen wie Leichtlaufreifen oder aerodynamischen Feinschliff verzichtet er ganz, die Einsparung resultiert allein aus dem ganzheitlich optimierten Antriebsstrang. Der Name Eco.Power weist auf genau darauf hin – er steht für „Energy Conversion Optimized Powertrain“.

Die Antriebsfunktionen im Überblick

- **Start-Stopp:**
 - Abschalten des Verbrennungsmotors bei stehendem Fahrzeug
- **Boost:**
 - Elektromotorische Fahrunterstützung bei TSI-Betrieb
- **Rekuperation:**
 - Elektrische Bremsenergieerückgewinnung durch Generatorfunktion
 - Abschaltung des Verbrennungsmotors zur Rekuperation
- **Segeln:**
 - Abschalten des Verbrennungsmotors in Schubphasen
- **Elektrisch Fahren:**
 - Elektrischer Antrieb des Fahrzeugs in Schwachlastphasen
 - Rein elektrischer Antrieb (z.B. in Wohngebieten wählbar)

Hochtemperatur-Brennstoffzelle bringt den Durchbruch

Volkswagen Brennstoffzellensystem wird kleiner, effizienter und preiswerter
Neue Membran und neue Elektroden bringen wichtigen Impuls für die Serie

Wolfsburg, Dezember 2006. Volkswagen erforscht seit vielen Jahren intensiv die Brennstoffzelle als Antriebsquelle der Zukunft. Das aktuellste Versuchsfahrzeug ist dabei der Touran HyMotion – hier konnte die Integration eines Niedrigtemperatur-Brennstoffzellenantriebes in ein konventionelles Serienfahrzeug mit minimalen Innenraumeinschränkungen demonstriert werden.

Der Touran HyMotion zeigt als Forschungsfahrzeug die Möglichkeit, mit Energiegewinnung durch eine Brennstoffzelle und einem drehmomentstarken Elektroantrieb abgasfrei unterwegs zu sein. In dem innovativen Forschungsfahrzeug sorgt ein 80 kW starker Elektromotor für vehementen Vortrieb. Seinen Strom liefert die Brennstoffzelle. Sie gewinnt Energie aus der natürlichen Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff.

Mit seinem geräusch- und vibrationslos arbeitenden Motor eröffnet der Touran HyMotion eine neue Dimension des komfortablen Autofahrens und ermöglicht gleichzeitig alltagstaugliche Fahrleistungen. Das Versuchsfahrzeug beschleunigt in 14 Sekunden aus dem Stand auf 100 km/h, als Höchstgeschwindigkeit können 140 km/h erreicht werden. Um auch auf höchste Leistungsanforderungen dynamisch reagieren zu können, verfügt der Touran HyMotion über eine Nickel-Metall-Hydrid-Batterie mit einem Energieinhalt von rund 1,9 kWh. „Aufgeladen“ wird die Batterie über die Brennstoffzelle oder über zurückgewonnene Bremsenergie, die somit ebenfalls in Antriebskraft umgewandelt werden kann.

Hochtemperatur-Brennstoffzelle folgt Niedrigtemperatur-System

Doch das alles geht noch kompakter, noch günstiger und noch effizienter. Denn die Volkswagen Forschung hat die in dieser Form weltweit einzigartige Hochtemperatur-Brennstoffzelle (HT-BZ) entwickelt. Sie eliminiert zahlreiche Nachteile der bisher bekannten Niedrigtemperatur-Brennstoffzellen (NT-BZ), wie sie weltweit in nahezu allen Fahrzeugtypen mit diesem Antriebssystem eingesetzt werden.

Dazu Prof. Dr. Jürgen Leohold, Leiter der Volkswagen Konzernforschung: „Die in siebenjähriger Forschungsarbeit von Volkswagen in Eigenregie entwickelte Hochtemperatur-Brennstoffzelle wird das Gesamtsystem im Auto leichter, kompakter, standfester und preiswerter machen. Und das sind die entscheidenden Kriterien, um die Brennstoffzelle in Richtung Großserie auf den Weg zu bringen.“ Prof. Dr. Leohold weiter: „Wir glauben, dass der Hochtemperatur-Brennstoffzelle die Zukunft gehört. Der Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle räumen wir dagegen kaum mehr Chancen auf eine Großserienfertigung ein.“

Membran und Elektroden neu erfunden

Im Detail hat die Volkswagen Forschung insbesondere Membran und Elektroden der Brennstoffzelle neu entwickelt. Membran, Elektroden, Zellen – dahinter verbirgt sich der ausgesprochen komplizierte Prozess, um aus chemischer Energie elektrische Energie zu gewinnen und damit den Elektromotor des zukünftigen Brennstoffzellen-Autos anzutreiben. Klammert man diesen komplizierten Prozess aus und betrachtet ausschließlich die neu entwickelten Teile „Membran“ und „Elektroden“, bietet das Volkswagen System im Vergleich zur Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle folgende Vorteile:

Niedrig- und Hochtemperatur-Brennstoffzelle im Vergleich

Die Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle wird bei einer Membran-

Temperatur von rund 80 Grad Celsius betrieben. Steigt die Temperatur deutlich über diesen Wert, bricht die Brennstoffzellenleistung ein und die Zelle nimmt irreparablen Schaden. Deshalb besitzen Fahrzeug-Prototypen mit NT-Brennstoffzellen ein extrem aufwendiges und teures Kühlsystem. Allein die Kühlerfläche ist etwa dreimal so groß wie bei Dieselmotoren (!). Zudem müssen in einem NT-System die zugeführten Gase Wasserstoff und Luft permanent befeuchtet werden, da ansonsten ebenfalls die Energieproduktion einbricht und die Brennstoffzelle dauerhaft beschädigt wird. Auch diese Befeuchtung der in der Membran eingelagerten Wassermoleküle bringt unerwünschtes Zusatzgewicht und verschlingt Raum plus Geld. Die von Volkswagen entwickelte Hochtemperatur-Membran kann dagegen in Verbindung mit neu konzipierten Elektroden – ohne Leistungsverlust – bei Temperaturen von 120 Grad dauerhaft „gefahren“ werden. Und zwar ohne Befeuchtung.

Novum und Hintergrund: Bei der HT-BZ findet die Protonenleitung über Phosphorsäure statt. Diese Säure hat ähnlich gute elektrolytische Eigenschaften wie Wasser, weist allerdings einen höheren Siedepunkt auf. Deshalb reicht der HT-BZ ein deutlich einfacheres Kühlsystem und Wassermanagement aus. Und das reduziert das Gewicht und die Kosten signifikant. Darüber hinaus verringert sich der Raumbedarf des Brennstoffzellen-Systems um mehr als 30 Prozent.

Produktwasser unerwünscht

Allerdings gab es auch hier ein bislang nicht gelöstes Problem: Es entstand, wie bei der Niedrigtemperatur-Membran, sogenanntes Produktwasser. Das Wasser drang in die Membran ein und wusch die Phosphorsäure aus. Es kam wiederum zur Unterbrechung des Stromflusses. An dieser Stelle scheiterten bislang alle Versuche, eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle auf Basis bekannter Materialien für Fahrzeuge nutzbar zu machen. Die intensive Volkswagen Grundlagenforschung kam deshalb zu dem Ergebnis, dass neben einer neuen Membran spezielle Modifikationen der Elektroden nötig

sind, die das Eindringen des Produktwassers in die Membranen verhindern können.

Per Siebdruck zur Lösung

Die Lösung: Auf einer speziellen Siebdruckmaschine, wie sie im Bereich der Halbleitertechnik verwendet wird, beschichteten die Forscher im Volkswagen Technologiezentrum Isenbüttel mehrere Vlies-Elemente aus Kohlenstoff mit einer neuartigen Paste. Die so neu entstandenen Elektroden wurden schließlich in Brennstoffzellen-Stapeln (Stacks) umfangreichen Tests unterzogen. Eindeutiges Ergebnis: Das Produktwasser kann nicht mehr in die Membran eindringen und die Phosphorsäure verdünnen. Damit ist die HT-Technologie für den nächsten Forschungsschritt einsatzfähig. Der Blick in die Zukunft könnte dabei so aussehen:

Es entstehen immer leistungstärkere Hochtemperatur-Brennstoffzellensysteme, die Schritt für Schritt perfektioniert werden und voraussichtlich im Jahr 2010 die ersten Forschungsfahrzeuge antreiben. Um 2020 könnte es den ersten Volkswagen mit einem – und das ist entscheidend – alltagstauglichen und bezahlbaren Brennstoffzellen-Antrieb geben.

Zusatzinfo I – generelle Funktion von Brennstoffzellen

Das zentrale Element jeder einzelnen Brennstoffzelle – von der mehrere zu einem Block (Stapel/Stack) zusammengefasst werden – ist eine protonenleitende Membran. Sie befindet sich jeweils zwischen der Anode und Kathode. Auf der Seite der Anode strömt Wasserstoff, auf der Seite der Kathode Luft in die Zelle. Viele dieser Zellen im Verbund erzeugen ausreichend Energie, um ein Fahrzeug anzutreiben. In jeder Zelle reagieren Wasserstoff und Sauerstoff und verbinden sich auf der Seite der Kathode zu Wasser. Die Brennstoffzelle setzt demnach die chemische Energie eines

Oxidationsprozesses, einer sogenannten „kalten“ Verbrennung, direkt in elektrische Energie um. Als „Abgas“ entsteht nichts anderes als sauberer Wasserdampf.

Gespeist wird die Brennstoffzelle über den Wasserstofftank und eine externe Luftzufuhr. Ihre erzeugte elektrische Energie – die Leistung – gibt die Brennstoffzelle über einen Wandler und einen nachgeschalteten Bordnetzumrichter an einen oder auch mehrere Elektromotoren ab. Der Wagen wird somit nahezu lautlos, auf jeden Fall aber emissionslos angetrieben.

Zusatzinfo II – Chronologie der VW-Brennstoffzellen-Forschung

Volkswagen ist seit einem Jahrzehnt im Bereich der Brennstoffzellen-Forschung aktiv. Dabei wurde auch das Potential der Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle ausgiebig erforscht. Zu den Meilensteinen zählen in diesem Zusammenhang das sogenannte Capri-Projekt (1996 bis 2000 / Hybrid-Antrieb im Golf Variant mit 20-kW-Brennstoffzelle), der Bora HyMotion (2000 / Brennstoffzellen-Hybridfahrzeug mit 30 kW Brennstoffzellen-Dauerleistung), der PSI-Bora in Kooperation mit dem Paul Scherer Institut (2001 / Fahrtests über den 2.005 Meter hohen Simplon-Pass mit 40-kW-Brennstoffzelle) und der Touran HyMotion (seit 2004 / Integration einer Brennstoffzelle mit 65 kW Dauerleistung ohne Einschränkungen des Raumangebots / u.a. Einsätze in Kalifornien und China). Die Forschungsergebnisse zum Thema Niedrigtemperatur-Brennstoffzelle waren letztendlich dafür ausschlaggebend, konzentrierte Energie in die Entwicklung der alltagstauglicheren, kompakteren und günstigeren HT-Brennstoffzellen-Systeme zu investieren.