

# VW Prototyp XL1

**Beitrag von „Sittingbull“ vom 30. Januar 2011 um 10:41**

**Wolfsburg/Doha, Januar 2011.** Die Mobilität der Zukunft ist eines der spannendsten Themen unserer Zeit. Zentrale Frage dabei: Wie weit lässt sich der Energieverbrauch der Autos senken, wenn konsequent die komplette Klaviatur der Effizienz genutzt wird? Auf diese Frage gibt es nun eine Antwort. Volkswagen liefert sie. Mit dem neuen XL1. Verbrauch: 0,9 l/100 km. Kein anderes Hybridauto mit einer Antriebsallianz aus Elektro- und Verbrennungsmotor ist sparsamer. Weltweit erstmals zu sehen ist der Prototyp im Rahmen der Qatar Motor Show (26. bis 29. Januar).

## **I: Auf den Punkt**

Konzeptionell verbirgt sich hinter dem XL1 die dritte Evolutionsstufe der 1-Liter-Auto-Strategie von Volkswagen. Der heutige Aufsichtsratsvorsitzende der Volkswagen AG, Prof. Dr. Ferdinand Piëch, hatte Anfang des Jahrhunderts das visionäre Ziel formuliert, ein vollwertiges, alltags-taugliches Auto mit einem Verbrauch von 1,0 Litern zur Serienreife zu bringen. Mit dem neuen XL1 ist dieses Ziel heute zum Greifen nahe. Hightech-Leichtbau (Monocoque und Anbauteile aus kohlefaser- verstärktem Kunststoff), perfekte Aerodynamik ( $C_w = 0,186$ ) und ein Plug-In-Hybrid-System – bestehend aus einem Zweizylinder-TDI-Motor (35 kW/48 PS), E-Motor (20 kW/27 PS), 7-Gang-Doppelkupplungs- getriebe (DSG) und Lithium-Ionen-Batterie – machen es möglich, dass der neue Volkswagen XL1 bei einem Verbrauch von 0,9 l/100 km nur noch 24 g/km CO<sub>2</sub> emittiert. Da als Plug-In-Hybrid konzipiert, kann der Prototyp des XL1 zudem über eine Distanz von bis zu 35 Kilometern rein elektrisch und damit emissionsfrei gefahren werden. Aufgeladen wird die Batterie an herkömmlichen Stromanschlüssen. Via Rekuperation (Bremsenergieerückgewinnung) lädt sich der Akku zudem beim Bremsen auf – der Elektromotor fungiert in diesem Fall als Generator. Trotz dieser enormen Effizienz konnte das Karosseriekonzept alltags- tauglicher als bei den zwei vorausgegangenen Prototypen ausgelegt werden: Während Fahrer und Beifahrer im 2002 vorgestellten 1-Liter- Auto und 2009 präsentierten L1 zugunsten der Fahrzeug-Aerodynamik noch hintereinander saßen, können die zwei Passagiere im neuen XL1 nun, wie gewohnt, nebeneinander Platz nehmen; erstmals erleichtern Flügeltüren das Ein- und Aussteigen. Einen weiteren Fortschritt kennzeichnet die Herstellung der kohlefaserverstärkten Kunststoff- teile (CFK), wie sie auch die Formel 1 verwendet: Volkswagen ist es hier gelungen, die Fertigungskosten nochmals deutlich zu reduzieren – für eine mögliche Kleinserie des XL1 ein unschätzbare Pluspunkt. Hinter- grund: Gemeinsam mit Zulieferern wurde ein neues System zur CFK- Herstellung im sogenannten aRTM-Verfahren (advanced Resin Transfer Moulding / Harz-Injektionsverfahren) entwickelt und patentiert.

## **II: Das effizienteste Auto der Welt**

Der neue XL1 belegt, dass die Zukunft faszinierend sparsame und saubere Technologien bereithält. Und er zeigt klar: Autofahren wird auch künftig Spaß machen. Das Fahrgefühl im XL1 ist in der Tat dynamisch. Möglich macht das allerdings nicht pure Power, sondern pure Effizienz. Zwei Beispiele: 1. Dem Prototypen reichen 6,2 kW / 8,4 PS und damit ein Bruchteil der Leistung heutiger Autos, um eine konstante Geschwindigkeit von 100 km/h zu fahren (Golf 1.6 TDI mit 77 kW und 7-Gang-DSG: 13,2 kW/17,9 PS). 2. Im Elektrobetrieb genügen dem XL1 weniger als 0,1 kWh (82 Wh/km) für mehr als einen Kilometer Fahrstrecke. Rekordwerte! Wird die volle Leistung des Hybridsystems abgerufen, beschleunigt der Volkswagen Prototyp in nur 11,9 Sekunden von 0 auf 100 km/h; die Höchstgeschwindigkeit beträgt 160 km/h (abgeregelt). Doch diese Zahlen allein sagen längst nicht alles: Da der XL1 gerade mal 795 Kilogramm wiegt, hat das Antriebssystem ein entsprechend leichtes Spiel mit dem Wagen. Bei voller Leistungsabforderung wirkt der aus dem Stand heraus 100 Newtonmeter starke Elektromotor zudem als Booster, der den TDI-Motor (120 Newtonmeter Drehmoment) unterstützt. TDI- und E-Motor stellen beim Boosten maximal 140 Newtonmeter zur Verfügung.

### **III: Plug-In-Hybridkonzept**

Mit dem neuen XL1 realisiert Volkswagen ein Plug-In-Hybridkonzept, das die sparsame Technik der Common-Rail-Turbodiesel (TDI) und Doppelkupplungsgetriebe (DSG) nutzt. Der TDI schöpft seine höchste Leistung von besagten 35 kW/48 PS aus nur 0,8 Litern Hubraum. Die komplette Hybrideinheit befindet sich im Heck des Fahrzeugs. Zwischen dem TDI und dem 7-Gang-DSG angeordnet ist das eigentliche Hybridmodul mit Elektromotor und Kupplung; dieses Modul wurde anstelle des üblichen Schwungrades in das DSG-Gehäuse integriert. Mit Energie versorgt wird der E-Motor über die integrierte Lithium-Ionen-Batterie. Eine im Spannungsbereich von 220 Volt arbeitende Leistungselektronik managt den Hochvoltenergiefluss von und zur Batterie respektive zum E-Motor. Das Bordnetz des XL1 wird über einen DC/DC-Wandler mit der notwendigen 12-Volt-Spannung versorgt.

Zusammenspiel von E- und TDI-Motor: Der E-Motor unterstützt den TDI beim Beschleunigen (Boosten), kann den Prototypen des XL1 aber wie beschrieben auch allein über eine Distanz von bis zu 35 Kilometern antreiben. Hierbei wird der TDI durch das Öffnen der Kupplung vom Antriebsstrang getrennt und abgeschaltet. Die Kupplung auf der Getriebeseite indes bleibt geschlossen, das DSG also voll eingebunden. Wichtig: Der Fahrer kann selbst entscheiden, ob er den XL1 rein elektrisch fahren will (solange die Batterie ausreichend Ladung hat). Dazu drückt er einfach eine entsprechende Taste in den Armaturen und schon geht es nur noch elektromotorisch voran. Der erneute Start des TDI vollzieht sich indes hochkomfortabel: Zum sogenannten Impulsstart des TDI während der Fahrt wird der Rotor des Elektromotors weiter hochgedreht und die motorseitige Kupplung sehr schnell geschlossen.

Der TDI wird so direkt auf die benötigte Drehzahl beschleunigt und gestartet. Das Ganze läuft völlig ruckfrei ab, sodass der Fahrer den Neustart des TDI praktisch nicht spürt.

Wird mit dem Volkswagen XL1 gebremst, arbeitet der E-Motor als Generator, der die Bremsenergie zum Laden der Batterie nutzt (Rekuperation). Positiv auf den Verbrauch des TDI wirkt sich auch in der Energiebilanz des Hybridsystems bei bestimmten Betriebsbedingungen

die elektrische Lastpunktverschiebung des TDI aus, durch die der Turbodiesel mit einem günstigeren Wirkungsgrad betrieben werden kann. Ebenfalls im Hinblick auf einen möglichst niedrigen Energieverbrauch werden die Gänge des automatisch schaltenden 7-Gang-DSG gewählt. Das gesamte Energie- und Antriebsmanagement regelt das Motorsteuergerät unter Berücksichtigung der jeweiligen Lastanforderung des Fahrers. Als Parameter fließen hier unter anderem die Gas-/E-Pedal-Stellung, die Motorbelastung sowie der Energievorrat und Energiemix aus kinetischer und elektrischer Energie ein, um die augenblicklich optimale Vortriebsart umzusetzen. Zweizylinder TDI nutzt Großserientechnik: Abgeleitet wurde der 0,8-Liter-TDI (35 kW/48 PS) vom 1,6-Liter-TDI, der zum Beispiel den Golf und Passat antreibt. Der 0,8-Liter-TDI weist somit im Hinblick auf den Zylinderabstand (88 Millimeter), die Bohrung (79,5 Millimeter) und Hub (80,5 Millimeter) die identischen Daten wie der 1,6-Liter-TDI- Common-Rail-Motor auf. Darüber hinaus teilen sich der Zweizylinder des XL1 und der Vierzylinder der Großserie wichtige innermotorische Features zur Emissionssenkung. Dazu zählen unter anderem spezielle Kolbenmulden, die Mehrfacheinspritzung und die individuelle Ausrichtung der jeweiligen Einspritzstrahlen.

Die guten Komfoteigenschaften der Common-Rail-Motoren konnten auch auf den Zweizylinder übertragen werden. Zudem optimiert eine Ausgleichswelle, die von der gleichschnell drehenden Kurbelwelle angetrieben wird, die Laufruhe des Motors. Das Aluminium-Kurbelgehäuse des TDI wurde indes so konstruiert, dass eine hohe Formgenauigkeit und damit sehr geringe Reibverluste erreicht werden. Im Hinblick auf die Reduzierung der Emissionen kommen eine Abgasrückführung sowie ein Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter zum Einsatz. Derart ausgerüstet, erreicht der 0.8 TDI bereits die Grenzwerte der Euro-6-Abgasnorm. Auf Effizienz ausgelegt wurde auch das Kühlsystem. Die extern angesteuerte elektrische Wasserpumpe wird vom Motormanagement nur dann zur Kühlung des TDI aktiviert, wenn die Motorbetriebsbedingungen das erfordern. Hierfür befindet sich eine automatisch verstellbare adaptive Luftführung zur Motorkühlung im Frontteil des Fahrzeuges. Dieses Thermomanagement trägt ebenfalls zur Verbrauchs- reduzierung bei. Eine zweite, gleichfalls nur bei Bedarf aktivierte elektrische Wasserpumpe, sorgt in einem separaten Wasserkreislauf auf niedrigerem Temperaturniveau für die notwendige Kühlung des Startergenerators und der Leistungselektronik.

#### **IV: CFK-Karosserie als technisches Meisterwerk**

Eine außergewöhnliche Leistung vollbrachte das Entwicklungsteam im Bereich der CFK-Karosserie. Und zwar sowohl in Bezug auf den Leicht- bau als auch die Aerodynamik. Wie innovativ das Karosseriekonzept des neuen XL1 ist, verdeutlicht ein Vergleich mit dem Golf: Der Millionenbestseller weist den für die Kompaktklasse sehr guten Luftwiderstand aus  $C_w (0,312) \times A$  (Stirnfläche 2,22 m<sup>2</sup>) von 0,693 m<sup>2</sup> auf. Der Golf gilt damit als ein aerodynamisch ausgefeiltes Auto. Der XL1 indes toppt das mit einem  $C_w$ -Wert von 0,186 und seiner Stirnfläche von 1,50 m<sup>2</sup>. Das Produkt hieraus ergibt einen Luftwiderstand von 0,277 m<sup>2</sup> - 2,5-fach niedriger als beim Golf!

Design einer neuen Zeit: Der neue XL1 ist 3.888 Millimeter lang, 1.665 Millimeter breit und nur 1.156 Millimeter hoch. Es sind extreme Dimensionen. Ein Polo ist ähnlich lang (3.970 Millimeter) und breit (1.682 Millimeter), doch deutlich höher (1.462 Millimeter). Der neue XL1 misst in der Höhe in etwa so viel wie ein Lamborghini Gallardo Spyder (1.184 Millimeter). Es ist also leicht vorstellbar, wie spektakulär ein Volkswagen aussieht, der lang und breit wie ein Polo aber niedrig wie ein Lamborghini über die Straßen gleitet. An einen Supersportwagen erinnern auch die Flügeltüren des neuen XL1. Sie sind an zwei Punkten, unten an den A-Säulen und knapp oberhalb der Windschutzscheibe im Dachrahmen angelenkt und schwenken deshalb nicht nur nach oben, sondern auch leicht nach vorn. Zudem ragen die Türen weit in das Dach hinein. Geöffnet, geben sie so einen besonders großen Ein- und Ausstieg frei.

Optisch nimmt der neue XL1 darüber hinaus die Linienführung des 2009 vorgestellten L1 auf; der neue Prototyp wirkt dank seiner größeren Breite jedoch kraftvoller. Das gesamte Karosserie-Design wurde kompromisslos den Gesetzen der Aerodynamik unterworfen. Vorn weist der neue XL1 die größte Breite auf; nach hinten wird der Wagen immer schmaler. Von oben betrachtet, gleicht die Form des XL1 der eines Delphins; insbesondere im Heckbereich passen sich die Linien dem Strömungsverlauf deshalb optimal an und verringern so den Luftwiderstand des Volkswagen. In der Dachsilhouette ergibt sich eine Linienführung, die ab der A-Säule bis hin zum Heck in einem Bogen verläuft. Die hinteren Räder sind voll verkleidet, um auch hier Verwirbelungen zu vermeiden. Kleine Spoiler vor und hinter den Rädern optimieren ebenfalls die Luftströme. Vergebens sucht der Betrachter zudem Außenspiegel; an ihrer Stelle kommen in den Flügeltüren kleine Kameras zum Einsatz, die als digitale Außenspiegel den Raum nach hinten auf zwei Displays im Innenraum abbilden. Die Frontpartie des neuen XL1 weist keinen typischen Kühlergrill mehr auf; gleichwohl korrespondiert die Gestaltung mit der aktuellen Volkswagen Design-DNA. Deshalb dominieren den Bereich horizontale Linien. Im Detail bilden ein schwarzer Querstreifen (im Bereich des nicht mehr vorhandenen Kühlergrills) und die ebenfalls energieeffizienten LED-Doppelscheinwerfer ein durchgängiges Band. Die eigentliche Luftzufuhr für die Kühlung des TDI-Motors, der Batterie und des Innenraumes erfolgt über elektrisch geregelte Lamellen im unteren Bereich der Frontpartie. Ebenfalls in LED-Technik ausgeführt sind die schmalen Blinker-Leisten, die als Winkel vertikal dem Radlauf folgen und horizontal eine Linie unterhalb der Scheinwerfer formen. So ergibt sich eine Frontpartie, die - obwohl völlig neu gestaltet und extrem in ihren Dimensionen ausgelegt - in ihrer Klarheit sofort als das Design eines Volkswagen erkannt wird.

Bei der Heckpartie geht das Design völlig neue Wege, sodass die Markenwerte Präzision und Qualität neu interpretiert werden. Mehr noch: Es ist ein neues Spektrum des Volkswagen Designs, das hier geformt wird. Vier Merkmale fallen besonders auf: 1. Erneut die Delphinform und damit die nach hinten schmaler werdende Karosserie mit sehr präzisen Abrisskanten für eine perfekte Aerodynamik. 2. Die coupéförmige Dachlinie ohne Heckscheibe. In diese Linie integriert wurde eine große Heckklappe, unter der sich die Antriebseinheit und der 100 Liter große Kofferraum verbergen. 3. Ein rotes LED-Band, das nach oben und seitlich die Heckpartie einrahmt. In dieses LED-Band integriert sind die Rücklichter, die Rückfahr-scheinwerfer, die

Nebelschlussleuchte und die Bremslichter. 4. Ein schwarzer Diffusor, der fast nahtlos in den vollständig geschlossenen Unterboden übergeht.

Leichtbau, konsequenter als je zuvor: Die Karosserie des neuen XL1 besteht in weiten Bereichen aus dem ebenso leichten wie stabilen carbonfaserverstärkten Kunststoff (CFK). Im Detail sind das Monocoque mit den leicht versetzt angeordneten Sitzplätzen für Fahrer und Beifahrer sowie alle Karosserieaußenteile aus CFK gefertigt. Die kraftflussgerechten Lagen der Kohlefasern werden mit einem Epoxidharzsystem im aRTM-Verfahren zu den Bauteilen geformt. Dieser Materialmix ergibt einen extrem tragfähigen und leichten Verbundwerkstoff. Eine Karosserie, wie die des neuen XL1 aus CFK nach industriellen Maßstäben zu fertigen, galt lange Zeit als nicht darstellbar. Volkswagen war es bereits 2009 im Rahmen der XL1- Entwicklung gelungen, einen serientauglichen und wirtschaftlichen Weg zu finden, CFK-Teile in relevanten Mengen herzustellen; dieses Verfahren wurde weiter perfektioniert. Weshalb CFK für die Karosserie des neuen XL1 der ideale Werkstoff ist, zeigt das Thema Gewicht. Der Prototyp des XL1 wiegt lediglich 795 Kilogramm. Davon entfallen 227 Kilo auf die komplette Antriebseinheit, 153 Kilo auf das Fahrwerk, 80 Kilo auf die Ausstattung (incl. der zwei Schalensitze) und 105 Kilo auf die Elektrik. Bleiben 230 Kilogramm; und genau so viel wiegt die in weiten Teilen aus CFK gefertigte Karosserie mitsamt Flügeltüren, Windschutzscheibe in Dünnglastechnik sowie dem aus dem Rennsport bekannten, hochsicheren Monocoque. Insgesamt 21,3 Prozent des neuen XL1 respektive 169 Kilogramm bestehen aus CFK. Darüber hinaus setzt Volkswagen für 22,5 Prozent aller Teile (179 Kilo) Leichtmetalle ein. Lediglich 23,2 Prozent (184 Kilo) des neuen XL1 gehen auf das Konto von Stahl- und Eisenwerkstoffen. Das restliche Gewicht verteilt sich auf verschiedene weitere Kunststoffe (z.B. die Seitenscheiben aus Polycarbonat), Metalle, Naturfasern sowie die Betriebsstoffe und Elektronik. Leichtbau, sicherer als je zuvor: Der neue XL1 ist nicht nur leicht, sondern auch sehr sicher. Mit dafür verantwortlich ist erneut CFK als Werkstoff. Im Stile der Formel-1-Boliden weist der Volkswagen ein hochfestes Monocoque auf. Im Gegensatz zur Formel 1 ist diese Sicherheitskapsel allerdings nach oben hin geschlossen – sicher ist sicher. Je nach Crashart fungieren die A- und B-Säulen, die Dachholme und die Schweller als Lastpfade, über die die Aufprallenergie abgebaut wird. Zusätzliche Längs- und Querträger im Front- und Heckbereich perfektionieren die passive Sicherheit.

### **V: Fahrwerk mit ESP nutzt Hightech-Werkstoffe**

Leichtbau bei höchster Sicherheit kennzeichnet auch das mit Stabilisatoren an der Vorder- und Hinterachse ausgerüstete Fahrwerk. Vorn kommt eine Doppelquerlenkerachse, hinten eine Schräglenkerachse zum Einsatz. Beide Achsen bauen sehr kompakt und bieten einen hohen Fahrkomfort. Die Fahrwerkskomponenten sind in den wesentlichen Bereichen direkt an das CFK-Monocoque angelenkt. Das Gewicht ist im Fahrwerksbereich durch Aluminiumbauteile (u.a. Achsstruktur, Bremssättel, Stossdämpfer, Lenkgetriebegehäuse), CFK (Stabilisatoren), Keramik (Bremsscheiben), Magnesium (Räder) und Kunststoff (Lenkradstruktur) gesenkt worden. Reibungsoptimierte Radlager und Antriebswellen sowie rollwiderstandsoptimierte MICHELIN-Leichtlaufreifen einer völlig neuen Generation (vorn: 115/80 R 15; hinten: 145/55 R 16) tragen dabei ihren Teil zum niedrigen Energieverbrauch des neuen XL1 bei. Für ein weiteres Plus an

Sicherheit sorgen indes ein Antiblockiersystem (ABS) und das elektronische Stabilisierungsprogramm (ESP). Denn Nachhaltigkeit ohne höchste Sicherheit wäre ein Rückschritt. Der neue XL1 zeigt indes, dass beide Parameter in Einklang gebracht werden können.