

## Derde generatie van Volkswagens éénliter auto

# Verbruik 1 op 111!

Bij het ingaan van een nieuw millennium stelde Ferdinand Piëch, zeg maar de peetvader van het VAG-concern, zich de taak om een bruikbare en betaalbare éénliter auto te ontwikkelen. Hoogstpersoonlijk reed de president-commissaris al in 2002 het eerste prototype over de openbare weg. Najaar 2009 verscheen een minder experimentele L1-studie. Nu zijn we bij de XL1, groter en tóch zuiniger. AMT volgt de ontwikkeling.

Het was wel een merkwaardige keuze, om nu de XL1-studie te onthullen naast zijn tegendeel, een 310 pk sterk Race Touareg 3 Qatar-showmodel. Te meer om dat te doen op een autoshow in het emiraat Qatar, een oliestaat en een van de rijkste landen ter wereld. Niet direct een oord waar laag brandstofverbruik enige betekenis heeft. Misschien past het in de plannen van werktuigkundig ingenieur Piëch, die vaker met onverwachte stappen grote successen inleedde.

Maar dat is een ander verhaal. We blijven nu bij de éénliter auto, die betere kansen zou moeten hebben dan eerder de 3-liter Volkswagen. De in 1999 gelanceerde Lupo 3L was nog zuiniger dan een Polo BlueMotion van nu, maar veel te duur, in een tijd dat nog niemand sprak van CO<sub>2</sub>, BPM-vrijstelling en zo meer. Zo trok de Lupo 3L wel aandacht, maar niet veel kopers.

### Van 3L naar 1L

Toch werd dus al meteen na het uitkomen van de Lupo 3L de ambitie bijgesteld naar een nog hoger

doel, de 1L-auto. Iets wat een ingrijpender aanpak vergde dan de ombouw van Volkswagens kleinste model Lupo tot 3L-versie. Of moeten we zeggen een 'verdergaande' aanpak, met dezelfde middelen? Want ook de 3L had al verlaagde luchtweerstand, verlaagde rolweerstand, veel lichte materialen, start-stopsysteem, geautomatiseerde transmissie, en een tot 1.2 driecilinder verkleinde dieselmotor.

Het 1L-prototype werd onthuld bij Volkswagens jaarlijkse aandeelhoudersvergadering in 2002.

Met de melding dat de researchafdeling drie jaar, dus vanaf 1999 had gewerkt aan 'de zuinigste bruikbare auto die met de huidige techniek mogelijk is'. Het bleek een nogal experimentele tandem tweekitser te zijn geworden. Een soort rijdende jachtvliegtuigcockpit, met een Cw waarde van 0,159, dus extreem lage luchtweerstand. Vóór de smalle achteras stond een speciaal voor deze auto gemaakte 299 cc ééncilinder SDI diesel. Dus zonder turbo, maar met een pompverstuiver. Er was verder geen enkele verwantschap met productiediesels van VW. Het motortje had een aluminium monoblockconstructie, met cilinder en kop uit één stuk, en drie kleppen. Daar kwam 6,3 kW uit, bij een motorgewicht van maar 26 kg. De startgenerator annex vliegwiel voegde daaraan nog 12 kg toe.

Met vleugeldeuren, brede dorpels en een middenmotor achter de cabine is de Volkswagen XL1 net een Le Mans-racer op schaal. De tweecilinder diesel staat achter de passagiersstoel, het kleine Li-ion-accupakket rechts voorin.





Het is de éénliter Volkswagen aan te zien dat experimentele techniek en stroomlijn een grotere rol speelden dan styling. In 2002 had deze rijdende cockpit al ledverlichting achter en in de dagrijlichten voorop. Dat zijn de buitenste lampen, naar hetzelfde model dat later in de Audi A8 kwam. De binnenste lampen zijn bi-xenon schijnwerpers.

#### Mysterieuze versnellingsbak

Achter dit geheel kwam een 23 kg lichte zesversnellings transmissie die automatisch schakelde. Bij gas loslaten ging de motor uit en werd deze afgekoppeld van de transmissie. Maar ook koppelde de transmissie af van de wielen, zodat de 1L vrij kon uitrollen. Hier werd de uitleg van VW nogal onduidelijk.

Bij remmen werd de transmissie, inclusief startgenerator/vliegwiel, weer aan de wielen gekoppeld om remenergie te regenereren. Bij opnieuw gasgeven werd de motor aan de transmissie gekoppeld, die dan met zijn vliegwielwerking de motor aanslingerde. De startgenerator kon ook de diesel ondersteunen bij acceleratie, maar nergens stond vermeld hoeveel vermogen dat elektrisch aggregaat dan toevoegde.

Een grote accu kwam niet ter sprake bij de 1L, als opslagplaats voor teruggewonnen remenergie. Veel werd er blijkbaar niet teruggewonnen. Bedenk dat loskoppelen van zowel motor als transmissie bij gas loslaten meteen inhoudt dat dan de startgenerator niet meer draait, dus de 12 V accu



De L1 uit 2009 zag er al heel wat strakker uit, met net als de éénliter VW afgedekte achterwielen ter wille van de stroomlijn. Ook de wielen waren overigens uit koolstofvezel kunststof opgetrokken om gewicht te sparen. Onder de staart van de L1 een diffusor, die moet helpen op snelheid druk te houden op de experimentele Michelin lagerolweerstandbandjes.

niet meer wordt geladen. Daar kon dan bij remmen de startgenerator zijn als stroom teruggewonnen remenergie kwijt.

Twee woorden in de Duitse tekst trekken achteraf aandacht: 'Direktschaltgetriebe' en 'Doppelkupplungssystem'. Ook is sprake van 'sequentieel schakelen' met elektrohydraulische bediening. In het 1L prototype zat kennelijk nog een prototype van de DSG-transmissie, die twee jaar later debuteerde in de VW Golf GTI. Schakelen zonder trekkrachtonderbreking, dus constantere motorbelasting, kan ook weer brandstof sparen.

Deze aandrijflijn was bevestigd in een magnesium spaceframe, bedekt met een carrosserie uit koolstofvezelversterkte kunststof. Samen wogen frame en koetswerk maar 74 kg. Toch werd niet uitsluitend naar gewicht gekeken, de 1L had ook volwassen veiligheidsvoorzieningen, zoals een remsysteem met ESP, een airbag en dagrijlicht.

Achter de motor was een bagagevakje van 80 liter beschikbaar. Anderzijds was overal waar het maar kon magnesium en titanium ingezet om gewicht te sparen. Als netto resultaat haalde de 290 kg

zware tweezitter een top van 120 km/h, en een gemiddeld verbruik van 0,99 l/100 km.

#### Praktischer tweede generatie

In deze eerste generatie superzuinige Volkswagens voor de toekomst konden de technici vrij hun fantasie uitleven. Wat dacht u bijvoorbeeld van voorwiellagers uit titanium ringen met keramische kogels ertussen, als bijdrage aan een vooras met dubbele draagarmen die compleet met vering maar acht kilogram woog. Maar hiermee nam de net als directievoorzitter afgetreden Piëch geen genoegen. Hij ging verder als voorzitter in de raad van commissarissen, en liet de opdracht achter om de 1L door te ontwikkelen tot een productierijp model.

Dat was heel wat anders, en het werd zeven jaar stil. Tot het officieel L1 gedoopte prototype van 2009, waarbij al onbevangeven werd aangegeven dat het doel een productiemodel was, "waarvoor 2013 een goed introductiejaar kan zijn". In grote lijnen was de L1 een realistische vertaling van de 'éénliter auto' uit 2002 die nooit een officiële type-



Nog steeds het idee van een vliegtuigcockpit in de L1. De kap heeft geen deurgreep, dat zou de stroomlijn verstoren, aanraakvlakken ontgrendelen de kap. In die kap zijn zelfs hoofd/zijairbags verwerkt, naast de airbag in het stuur.



Dit koolstofvezel monocoque vormt de kern van de L1. Aluminium subframes dragen wielophanging en aandrijving. De achterste stoel en het dashboard zijn direct in de monocoque opgenomen. De voorstoel (hier niet aanwezig) wordt rond een koolstofvezel frame gebouwd.

naam kreeg. Vervanging van elementen die niet in serieproductie realiseerbaar waren betekende wel dat de L1 geen éénliter auto meer was. Het gemiddeld verbruik zou uitkomen op 1,38 l/100 km, overeenkomend met een luttele 36 g/km CO<sub>2</sub>-productie.

De experimentele aandrijflijn was vervangen door een gehalveerde productiediesel, gekoppeld aan een zeventraps DSG, met een 10 kW elektromotor ertussen. In deze generatie geen ééncilinder, maar een 0.8 tweecilinder TDI, afgeleid van de gloednieuwe 1.6 TDI productiemotor met common rail-inspuiting. Voorzien van een tweetraps motorsturing, die in Eco-stand 20 kW en in Sport-stand 29 kW oplevert. Bij de hybride-aandrijving was ditmaal wel een moderne accu inbegrepen, een 130 volt Li-ion-accupakket voorin. Hierop kan de L1 ook een klein stukje puur elektrisch rijden. Daarvoor vereist is een extra koppeling tussen elektromotor en dieselmotor. Behouden bleef het 'impuls' startsysteem van het éénliter prototype. De elektromotor wordt in het start-stopsysteem tijdens de rit niet gebruikt als een gewone elektrische startmotor. Met beperkt elektrisch vermogen wordt de rotor van de elektromotor versneld, daarna sluit snel de koppeling met de dieselmotor, die nu door de vliegwielerwerking van de rotor een zwiep krijgt en kan aanslaan.

#### Twee- of vierzitter?

Behouden bleef bij de L1 het idee van een tandem tweezitter, met naar opzij openslaande bovenbouw zoals heel vroeger de Messerschmitt driewielers hadden. Maar nu zonder magnesium chassis, dat trouwens brandgevaarlijk zou zijn. Met verder gevorderde koolstofvezeltechniek kon een monocoque uit dat materiaal gebruikt worden, wederom bekled met een carrosserie uit koolstofvezel kunststof.

Volkswagen maakte bekend een industrieel proces te hebben ontwikkeld om onderdelen uit koolstofvezel kunststof in serie te produceren, tegen rede-

**Voor- en achterop de zitkuip van de XL1 ziet u aluminium balken, die dienen als kreukelzone en bevestigingspunt voor subframes. Dit principe zien we bij alle serieuze studies voor autobouw in koolstofvezel, een sterke zitkuip met aangeschroefde aluminium botsselementen.**



## Technische gegevens

Type	Cw	Vermogen TDI+E	Massa	l/b/h in cm	l/100 km NEDC
'éénliter'	0,159	6,3 + 7 kW	290 kg	365/125/111	0,99
L1	0,195	20/29 + 10 kW	380 kg	381/120/114	1,38
Up! Lite	0,237	38/26 + 10 kW	695 kg	384/160/140	2,44
XL1	0,186	35 + 20 kW	795 kg	389/167/116	0,9

lijke kosten. Met hetzelfde zijn BMW en Mercedes-Benz bezig, maar die hebben hierbij partners gezocht. Dat zijn de koolstofvezelspecialisten van het Amerikaanse SGL voor BMW, en van het Japanse Toray voor Mercedes-Benz. De koolstofvezelbouw leverde VW een body op van 124 kg, dus 50 kg meer dan bij de ietsje kleinere éénliter auto. Als geheel kwam de L1 op 380 kg, een verschil van 90 kg met zijn voorganger. Daarin telt natuurlijk ook het Li-ion-accupakket, hoewel dat expres niet groot werd gekozen om het gewicht beperkt te houden. De L1 kan maar een paar kilometer elektrisch uit de voeten. Mooiere styling, meer ruimte binnenin en noodzakelijke koelopeningen gingen ten koste van de Cw waarde, die steeg van 0,159 naar 0,195. In de L1 zitten twee koelsystemen, elk met een elektrische pomp, eentje voor de diesel, en een lagetemperatuurkoeling voor elektromotor en elektronica. Ook de prestaties kwamen bij de L1 meer op gebruikelijk niveau. Topsnelheid 160 km/h, en een opgaaf van 14,3 seconden voor de 0-100 sprint geven aan dat de L1 met het normale verkeer mee kan. Al kost het wat meer dan 1 l/100 km verbruik.

#### Nu een slag breder

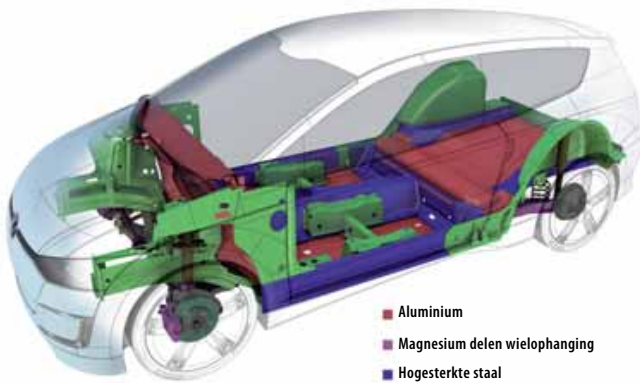
Heel kort na de L1 volgde een andere toepassing van dezelfde technische ideeën, in de Up! Lite-studie die eind 2009 op een show in de VS werd ontuld. In een klein vierzits combi-coupémodel werd bijna dezelfde aandrijflijn gebouwd als in de L1. Als basis diende de New Small Family auto, waarvan eind dit jaar het eerste productiemodel zal verschijnen. In de stijl van de L1 werd daarop een lagere en langere stroomlijncarrosserie gebouwd dan de Up! (of hoe de New Small Family ook gaat

heten) krijgt. En in plaats van de standaardmotor kwam dus de L1-aandrijflijn, maar dan op de vooras in plaats van zoals in de L1 op de achteras. Zo ontstond een heuse vierzitter met daarbij 217 liter bagageruimte. Het stalen geraamte van de New Small Family werd grotendeels met aluminium aangekleed om gewicht te sparen, alleen voor het dak is koolstofvezel gekozen. Hierbij is de Up! Lite vooral breder (40 cm) en hoger (26 cm) dan de L1, in lengte scheelt het maar drie extra centimeters. Bij gebrek aan gegevens wat een Up! productiemodel gaat wegen is onzeker hoeveel gewicht werd bespaard. Maar zeker is dat de Lite-studie met 695 kg werkelijk licht is, 150 kg lichter dan een Lupo 3L zonder hybride-aandrijving met accu's. Het is anderzijds wel ruim 300 kg meer dan de L1, dus moest de aandrijflijn sterker. Ook omdat de luchtweerstand groter is, met breder frontaal oppervlak en minder gestroomlijnde vorm, en een Cw waarde van 0,237. Dat werd opgelost door de 0.8 tweecilinder TDI te trimmen op 26 kW in Eco-stand en 38 kW in Sportstand, met ter ondersteuning nog steeds een 10 kW elektromotor voorop een zeventraps DSG-transmissie. Hiermee is de Up! Lite-studie iets sneller in acceleratie dan de L1, hij zit twee seconden sneller op 100 km/h. Maar in de verbruikstest, die vooral met lagere snelheden wordt gereden, maakt de hogere luchtweerstand van de Up! Lite weinig uit. Wat zich sterk wreekt is gewicht, blijkt maar weer. Op zich is gemiddeld 2,44 l/100 km en 65 g/km CO<sub>2</sub> heel mooi. Maar het is toch ook ruim een hele liter meer dan de L1 nodig heeft.

#### XL1 coupé voor productie?

Anderhalf jaar na de L1 zijn we nu beland bij de derde generatie van dit project, XL1. Met nog twee jaar te gaan tot 2013, wanneer Volkswagen voorzichtig 'een kleine serie' in productie zou willen nemen. Daarvoor is de XL1 opgezet, als tweedeurs en tweezits coupémodel met vleugeldeuren. Het technisch concept blijft zo dicht mogelijk bij dat van de L1, met hybride-aandrijving op de achteras. Daarbij komt nu nog een plug-in voorziening, dus grotere accucapaciteit en een laadapparaat. Vast niet toevallig is gekozen voor een 220 V accupakket, waarop de XL1 35 km elektrisch kan rijden. De 0.8 tweecilinder diesel gebruikt zoveel mogelijk onderdelen van de 1.6 TDI productiemotor, maar heeft natuurlijk wel een eigen motorblok, met balansas erin. Het vermogen is nu op 35 kW gezet, zonder speciaal zuinig-rijden pro-





Zo ziet de New Small Family bodengroep van Volkswagen eruit. Voor de Up! Lite verving VW veel stalen delen door iets lichters, geeft dit plaatje aan. De carrosserie van deze studie is van aluminium, met een koolstofvezel dak.

aan de carrosserievorm, want de opgegeven Cw waarde ligt met 0,186 iets lager dan bij de L1. Alleen is door het grotere frontaal oppervlak (A) de luchtweerstand (Cw x A) toch toegenomen.

#### Doelstelling overtroffen?

Samen met andere bedrijven zegt Volkswagen een nieuwe, snelle methode te hebben gevonden om met harsinjectie en koolstofvezelweefsel kunststof panelen te produceren. Als harsinjectie en uitharden vlot gaan wordt serieproductie mogelijk. Hoe 'redelijk' hierdoor de prijs van een koolstofvezel auto uitvalt moeten we nog afwachten. Wat heel mooi, om niet te zeggen ongelooflijk klinkt, is dat in de derde generatie toch weer een éénliter auto is gerealiseerd. Beter nog, de laatste versie zou zelfs tien procent zuiniger zijn dan het eerste, zwaar experimentele model. In de NEDC-cyclus een gemiddelde van 0,9 l/100 km, één op honderdelf! Met niet meer dan 24 g/km CO<sub>2</sub>!

Heel apart, voor een auto die sterker, breder en ruim tweeënehalf keer zwaarder werd dan zijn stamvader. Maar dat krijg je in de NEDC-cyclus, als het nieuwe model delen van de cyclus elektrisch kan rijden. Er is ondertussen ook veel (bij)geleerd over het afstemmen van motoren op minimaal verbruik bij het lage NEDC-tempo.

In hun lijstje technische gegevens verradt Volkswagen ook zichzelf, mogelijk bewust. Ze geven de actieradius op, uit een 10-liter tank. In de éénliter auto kon overigens 6,5 liter mee. De XL1 komt op tien liter diesel 550 km ver, inclusief 35 km actieradius op stroom. Dat betekent dus 515 km op 10 liter, één op 51,5, dus 1,94 l/100 km. Dat is dus het verbruik als je de XL1 plug-in hybride niet bijlaadt uit het stopcontact.

Toch een resultaat waarmee Ferdinand Piëch tevreden kan zijn. Over langere afstand scoort de XL1 een goede liter lager dan de Lupo 3L, maar wel 0,6 liter slechter ten opzichte van de smalle tandem tweezitter L1. Officieel zou de XL1 met alleen het rijden van de NEDC-test wel degelijk op 0,9 l/100 km ingeschaald worden. Missie volbracht. Of is de chef pas helemaal tevreden als in 2013 het seriemodel verschijnt?



Met een verlengde, smal toelopende achterkant sluit de vormgeving van de Up! Lite-studie aan bij die van de L1. Ook hier wielen met koolstofvezel spaken, achter glad gestroomlijnde wieldeksels. Op L1-hybridetechniek zuiniger dan een Lupo 3L, en een stuk leuker om te zien.

gamma met verlaagde prestaties erbij. De ondersteunende elektromotor kreeg verdubbeld vermogen, 20 kW, waarmee op alleen stroom een redelijk stadstempo mogelijk is.

Meer steun van de elektromotor levert ondanks hoger gewicht een nog wat betere acceleratie, de 0-100 sprint kan nu in 11,9 seconden. Volkswagen geeft 100 kg meer op dan de L1 weegt, met 795 kg groeit de XL1 aardig in de richting van de 855 kg die gold voor een Lupo 3L. Daar hebben in dit geval de grotere accu's blijkbaar weinig mee te maken. De XL1 is als geheel groter dan de L1,

voor het koetswerk wordt nu 230 kg opgegeven, alleen al ruim 100 kg boven de L1. De constructie is hetzelfde, koolstofvezelkunststof van binnen en van buiten, maar dan in een 47 cm bredere carrosserie. Lengte en hoogte zijn maar ietsje gegroeid, het bagagevak achterin verdubbelt wel van 50 naar 100 liter inhoud.

Onveranderd zijn er twee koelsystemen, apart voor diesel en elektroaandrijving, en zijn de voorwielen bevestigd aan dubbele draagarmen. Achteraan zorgen schuine draagarmen voor onafhankelijke ophanging. Er is kennelijk nog wat verrijnd



Het interieur van de XL1 ziet er bijna productieklaar uit. Het dashboard lijkt verdacht veel op dat van de Up! Lite-studie, en mogelijk op dat van het New Small Family productiemodel dat komende herfst verschijnt. In het portier ziet u een beeldscherm van de achteruitkijkcamera.



Met vleugeldeuren heeft de XL1 nu ook ruimte voor raamdelen die open kunnen. Vooraan de deur een achteruitkijkcamera, al vanaf het éénliter prototype zijn geen buitenspiegels gebruikt, met het oog op luchtweerstand. Er is ook geen binnenspiegel, de aandrijflijn laat geen ruimte voor een achterraut.