

Porsche Panamera S E-Hybrid is technisch en fiscaal wonder

De meest complexe Porsche ooit

De introductie van een wel heel bijzondere Porsche maakt de tongen flink los. De Panamera S E-Hybrid wordt door zijn 71 gram NEDC normverbruik namelijk zonder BPM verkocht en scoort 14 procent bijtelling. Je kunt je afvragen hoe logisch dat is, maar technisch gesproken is het een huzarenstuk. Saillant detail: we gaan deze techniek in meer Porsches én bij Bentley terugzien.

Aantallen wil ze, in overeenstemming met de *policy* van importeur Pon, niet spontaan geven, maar Porsche-woordvoerder Hannie Steeman meldt wel met zichtbaar plezier dat de nieuwe plug-in versie van de Panamera onder de kopers van dergelijk exclusieve automobielen een heus hitnummer is. "Laat ik het zo zeggen: nog voor iemand met deze auto had gereden, zijn er al meer verkocht dan alle hybride Panamera's uit de afgelopen jaren bij elkaar opgeteld." Porsche claimt dat zijn nieuwe Panamera S E-Hybrid de eerste 'oplaadbare' en dus ook volledig elektrisch rijdende hybride in het meest luxe segment is. Kennelijk rekenen ze de Fisker Karma niet tot de directe concurrenten. Daar is technisch gesproken iets voor te zeggen, maar het is zwaar weer verkerende Amerikaanse merk lijkt wel te worden gered door een groep onder leiding van GM's voormalige topman Bob Lutz en, belangrijker, door de grootste auto-onderdelenfabrikant van China: Wanxiang. Die overigens ook de failliete acculeverancier van Fisker, A123 Systems, heeft gekocht. Naar verluidt gaat dat bedrijf nu door als,

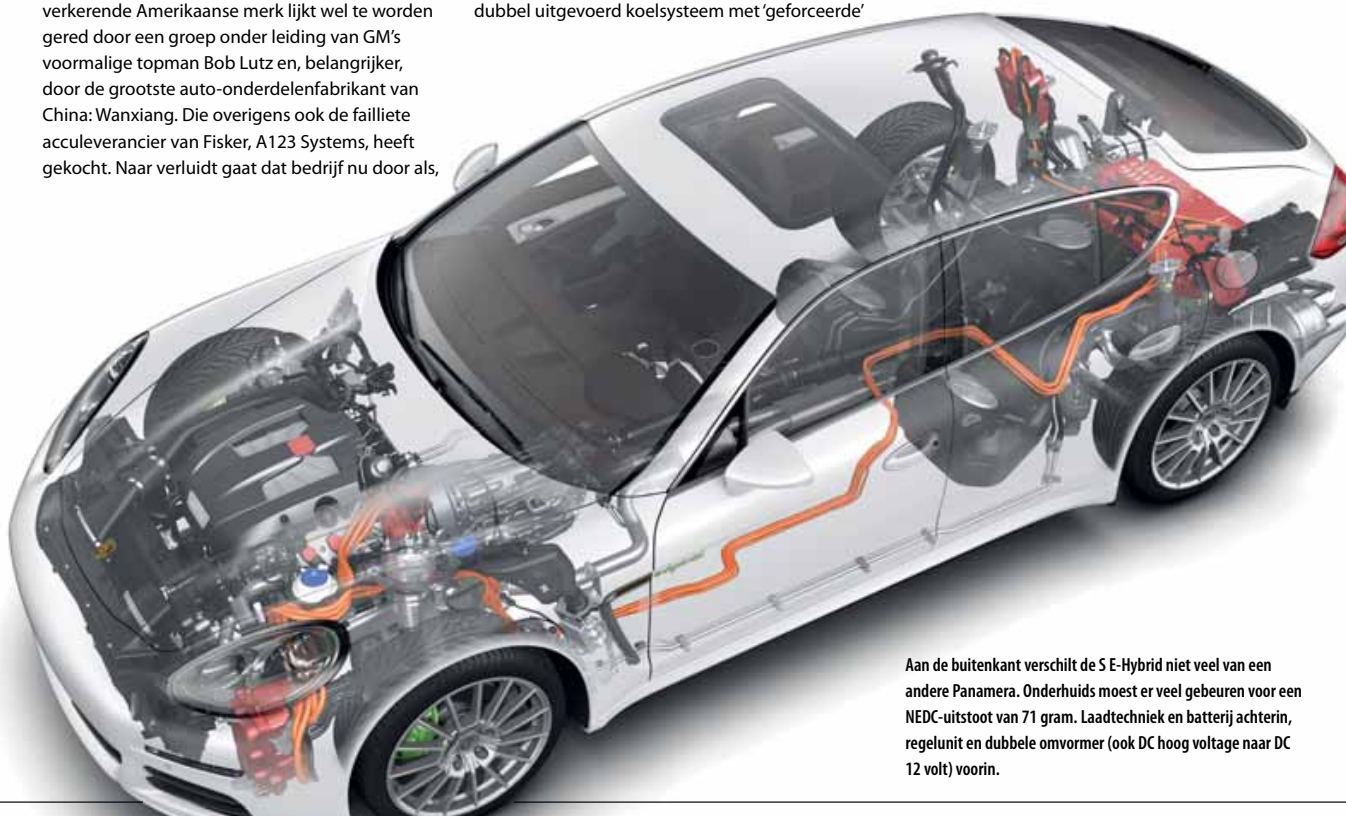
leuk gevonden, B456. Porsche mag ze dan niet als directe tegenstander zien, maar reken maar dat de Chinees-Amerikaanse alliantie daar anders over denkt.

Hybride trend topmodellen

Hoe dan? De trend lijkt niet meer te stoppen. Ook in de zeer luxe- en sportwagensegmenten van de autowereld begint het brandstofverbruik (lees: de bijbehorende CO₂-uitstoot) steeds zwaarder mee te spelen. Zelfs in de hypersportklasse begint dat te schuiven. Zo krijgt de binnenkort te lanceren 918 Spyder een flink 'getuneded' variant van het nieuwe hybridesysteem uit de plug-in Panamera mee. Hij levert 95 kW en 400 Nm, maar is toch smaller. Daarom wordt hij voorzien van een dubbel uitgevoerd koelsysteem met 'geforceerde'

lucht en vloeistof. Ook in de 'gewone' uitvoering kan de temperatuur al oplopen naar tussen de 100 en 150 graden. Daarom dimt een speciaal sensorcircuit de prestaties wanneer de rijpret iets te groot wordt.

Porsche doet er verder niet geheimzinnig over, want dat specifieke component kregen we als teaser al even te zien tijdens een workshop over de Panamera. De nauwelijks verholten boodschap luidt verder dat een dergelijk systeem voor zo ongeveer alle Porsche-modellen in de maak is. Al is dat bij een 911 niet simpel, zo meldt specialist Immo Stache glimlachend: "De beschikbare ruimte om daar nog wat met motor en transmissie te schuiven is er eigenlijk niet, zelfs als de elektrische motorunit zo smal is als in de getuneded



Aan de buitenkant verschilt de S E-Hybrid niet veel van een andere Panamera. Onderhuids moest er veel gebeuren voor een NEDC-uitstoot van 71 gram. Laadtechniek en batterij achterin, regelunit en dubbele omvormer (ook DC hoog voltage naar DC 12 volt) voorin.



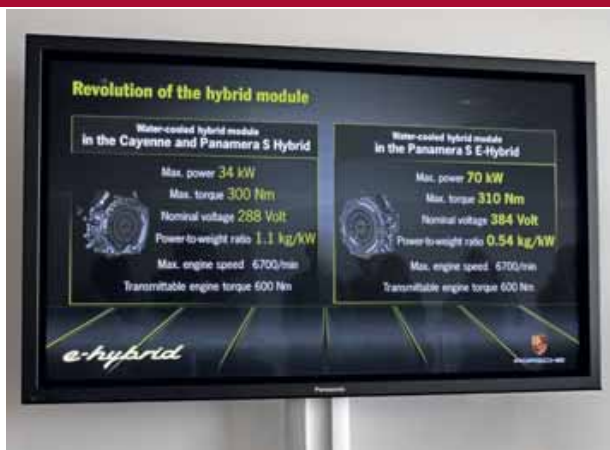
Porsche levert er de wandbox voor 'normale' en krachtstroom thuis bij. Een opmerkelijke oplossing: de laadunit is uitneembaar uit de wandkast voor gebruik onderweg.

sportversie. Voor het actieve gedeelte is toch minstens 8 centimeter nodig. Maar laat ik het zo zeggen: de 918 Spyder zal dienen als genenpoel voor de Porsche sportwagens van de toekomst. Er is synergie met alle andere projecten". Na de 918 Spyder volgt al snel de plug-in Cayenne. Technisch gesproken een relatief eenvoudige exercitie, omdat zijn aandrijftechniek vergelijkbaar is met die van de Panamera. Uiteraard wil men niet al te zeer in detail treden over toekomstige modellen, maar het is evident dat het systeem ook een rol zal spelen in het toekomstige modulaire MLB-platform waar Porsches en ook Bentleys op komen te staan. Wellicht ook de diverse sportwagens van het concern. Reken binnen twee, drie jaar in elk geval maar op een Britse plug-in variant.

Meest complexe Porsche ooit

Ontwikkelingstechnicus Marco Fleckner karakteriseert de nieuwe Panamera-versie als de meest gecompliceerde auto die Porsche ooit heeft ontwikkeld. Hij schetst de grote lijnen van de technische stap van bestaande hybride naar de

nieuwe plug-in hybride. "De Panamera S E-Hybrid heeft een parallel hybridesysteem, zodat je ook volledig elektrisch kunt rijden. Het package, zeg maar het ruimtegebruik, is in de voorganger en de plug-in versie ongeveer identiek. Het hoogspanningsgedeelte en de extra koelleidingen zijn slim geïntegreerd en de lithium-ion accutechniek heeft een grotere energiedichtheid en is ondanks zijn vrij grote elektrische range niet echt groter geworden. De 80-liter tank loopt daarbij links en rechts door tot onder de achterstoelen." Het systeem werkt in een veel hoger spanningsgebied en levert bijpassend betere prestaties. "In de vloeistofgekoelde driefasen synchroon elektromotor is de rotor van een nieuw ontwikkeld materiaal gemaakt. Ook hebben we de spoelen meer windingen gegeven. Daardoor is het vermogen ongeveer verdubbeld naar 70 kW, bij 310 Nm trekkracht." Omdat de elektromotor ook geruime tijd alleen het werk kan doen, moet de V6 benzinekrachtbron en vooral zijn katalysatorsysteem op temperatuur worden gebracht en gehouden. "Daarbij wordt de verbrandingsmotor's morgens bij het wegrijden en onderweg waar nodig door de elektromotor gestart, er is geen aparte startmotor aan boord, en loopt hij dan in een optimaal gebied



Porsche hybrideprestaties op het scherm. Eén generatie e-motor betekent ongeveer verdubbelde prestaties. En voor de zeer platte en bijzonder sterke e-motor zoals die in de 918 Spyder komt, doet Porsche er nog een schepje vermogen bovenop: 95 kW.

warm zonder iets aan te drijven. Aan de compressormotor zelf is trouwens niet veel veranderd. Aan de 'dubbele' motor- en transmissieregeling des te meer.

Zo heeft de 8-versnellings Tiptronic met koppelvormer specifieke kenvelden voor zijn werking bij elektrisch en 'gecombineerd' rijden gekregen. We hebben een koppelvormer gekozen, en geen PDK, omdat het bij een dergelijke sportieve limousine lastig is om het aankoppelen en ontkoppelen van de beide aandrijfbronnen passend verfijnd te laten verlopen. In andere toepassingen zoals een sportwagen wordt wél een PDK-versnellingsbak toegepast, maar daar is het laatste beetje raffinement minder cruciaal."

Drie koelsystemen

De Panamera S E-Hybrid heeft drie koelsystemen die voor een deel aan elkaar zijn gekoppeld. "De grootste is vanzelfsprekend voor de beide motoren. Daarnaast is er een gecombineerd koelcircuit voor de regelektronica en de interkoeler en als



Goedgevulde motorruimte met hoogspanningskabels, de omvormer en regeltechniek rechts voorin.



E-power mobiliseert beide krachtbronnen maximaal, e-charge laadt de batterij onderweg slim op, zodat behalve het eerste ook het laatste deel van een langere rit emissievrij is af te leggen.

derde het systeem dat het accupakket binnen strakke grenzen op temperatuur houdt. In het koelwater van die laatste hangt een kleine warmtewisselaar, we noemen het een chiller, die via het airsysteem kan helpen om de accucellen te koelen of juist op te warmen. Voor extreem hete of koude omstandigheden.”

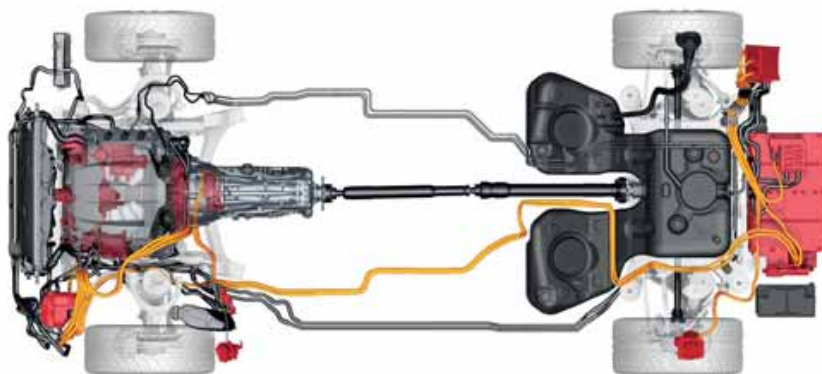
Samen met de traditioneel oranje hoogspanningsleidingen was het volgens Stache een fikse puzzel om alles zo te positioneren dat het niet in de weg zit, maar tegelijkertijd wel via de kortst mogelijke route met elkaar wordt verbonden. Ook de achterin gebouwde (3,6 kW) lader is compact uitgevoerd. Het was een van de argumenten om niet voor snellaadtechniek te kiezen. Ook nu duurt dat aan de bijgeleverde muurbox of een gewone aansluiting slechts een paar uur. Overigens moet je in dat laatste geval wel tamelijk onorthodox het hart uit je wandbox klikken en meenemen voor onderweg.

20 tot 36 km elektrisch

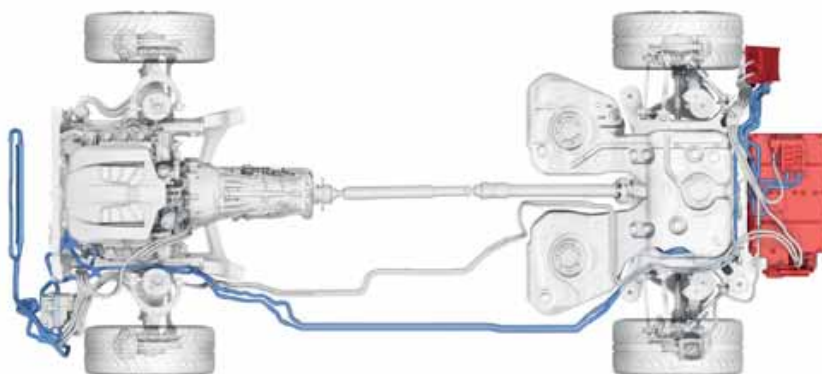
Hoe dan ook, het resultaat van dat geavanceerde samenspel mag er zijn. In de NEDC-cyclus laat deze plug-in Panamera-versie een verbruik van 3,1 liter op 100 kilometer noteren en dat vertaalt zich in een uitstoot van 71 gram CO₂. In ons land dus nog jaren goed voor het op één na gunstigste voordeeltarief in de fiscale bijtelling.

Ook in de dagelijkse praktijk kun je de plug-in Panamera daadwerkelijk aardig milieuvriendelijk rijden. Tot 135 kilometer per uur kun je na het indrukken van een keuzeknop puur elektrisch rijden. Optrekken verloopt ook dan aardig vlot, zodat we in en om Hockenheim zelfs in de fluisterstand al aardig mee konden komen. Afhankelijk van je rijstijl biedt de accu een range van tussen de 20 en 36 kilometer.

Stache: “Het helpt overigens mee als je de auto voor het wegrijden via een app in je mobiele telefoon vast op temperatuur brengt terwijl hij nog aan de laadkabel hangt. Dat is comfortabeler, maar het kan ook een kilometer of vijf schelen”. Een intrigerende noviteit is e-charge. De E-Hybrid is met een druk op de knop in staat om een leeg accupakket binnen een half uur tot drie kwartier weer op te laden. Het lijkt in te druisen tegen alles



De nieuwe techniek is zodanig verdeeld dat de kabels zo kort mogelijk zijn en de componenten niet ten koste gaan van de zit- en bagageruimte. Let op de brandstoftank die onder de achterstoelen doorloopt.



Een van de drie koelsystemen is voor de batterij en de lader. Behalve de radiator is er ook nog een kleine warmtewisselaar die kan koelen of verwarmen vanuit de airconditioning. Verder is er een koelsysteem voor de beide motoren en één voor de regelelektronica onder de motorkap.



De uitneembare laadunit. Standaardisatie is nog niet in alle markten volledig doorgedrongen. Dus zijn de laadkabels in verschillende versies leverbaar.

wat we over het uitzonderlijk lage rendement van die aanpak dachten te weten.

Innovatief

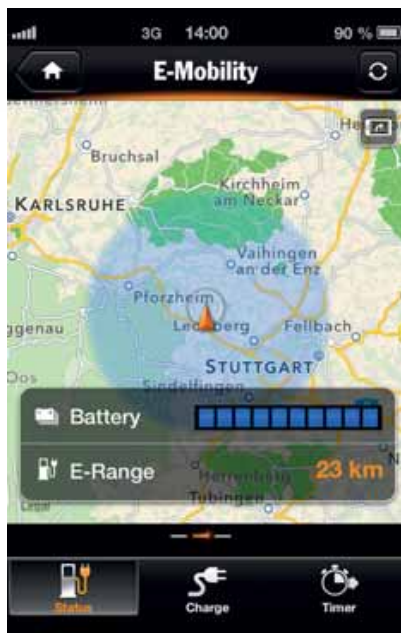
Was het bijladen 'on the fly' dus een laatste redmiddel voor rijders die een beperkte zone voor elektrisch rijden naderen? “Zeker niet. Uiteraard laten we de motor niet simpelweg als generator werken. Een veel lager rendement kun je niet halen. We hebben er bij de E-Hybrid een geoptimaliseerde mapping in de regeltechniek voor ontwikkeld. Alle hybridefuncties blijven functioneren, stop/start, zeilen en kruipen en dergelijke, maar op welgekozen momenten laten we de V6 net iets zwaarder werken om de accu's bij te laden.” Ideaal is dan bijvoorbeeld rustig kruisen op de binnenweg of snelweg: “Je schroeft de belasting van de verbrandingsmotor bijvoorbeeld bij rond de 100 kilometer per uur een klein beetje op, zodat het meerverbruik beperkt is. Het rendement van de e-motor is ruim 91 procent en die van het hele systeem verschuift bij laden 'on the fly' dan naar zo'n 40 procent. Een significant meerverbruik, maar het is beter dan een klassieke energiecentrale. Ook kostentechnisch is het daardoor een interessante oplossing. Dit heeft echt niets te maken met een aanpak om de auto stilstaand energie op te laten wekken, want dat is natuurlijk juist extreem ongunstig.”



Het li-ion accupakket is laag achterin gebouwd. Het telt 104 cellen, weegt 129 kg en heeft een capaciteit van 9,4 kWh.



De elektromotor en koppeling bouwen mooi compact tussen de V6 en versnellingsbak. De e-motor is vloeistofgekoeld. De spoelen kregen meer windingen en voor de rotor werd een nieuw materiaal ontwikkeld.



Vanzelfsprekend kent de plug-in Panamera mogelijkheden om via mobiel tal van details te regelen en in te zien. Goed voor de elektrische actieradius en comfortabel is om via de app de auto's winters voor te verwarmen als hij nog aan de lader staat.

Overigens is het zeker niet de enige intrigerende techniek die tijdens de workshop voorbij komt. Zo werkt men aan Porsche InnoDrive, een *connected* systeem dat 5 tot 40 kilometer vooruit in de route voorspellend werkt en de strategie van de beide motoren en de lading van de accu's daarop afstemt. Er wordt info gebruikt over onder meer de details van de route, de verkeersdrukten en de verkeersinfrastructuur. "We mikken op 10 procent extra besparing en een snellere reis."

Bosch-batterij met Samsung-cellen

Ook de meer tastbare techniek brengt verrassingen met zich mee. Bijvoorbeeld het 129 kilogram zware accupakket zelf. Specialist Dominik Bender: "Dat komt net als de elektrische motor van Bosch. In het accupakket zitten 104 cellen van Samsung. Ze zijn bezig met de ontwikkeling van eigen accu-

techniek, maar die konden we nog niet toepassen. Daarvoor is het te vroeg. In de toekomst is de overstap naar andere cellen relatief makkelijk te maken. Het accupakket is volgens nieuwe VDA-normen gebouwd en is dus gestandaardiseerd. Toekomstige generaties cellen passen er zonder meer in".

De specialist voorspelt bij de accucellen een ontwikkeling die enigszins vergelijkbaar is met die van computers. Stappen van tussen de 10 en 20 procent per nieuwe generatie.

"De grote stap met compleet nieuwe chemie, zoals lithiumlucht, is nog wat verder weg." Het signalement van het huidige pakket in de Panamera: 9,4 kWh, 384 volt. Dat zou betekenen dat de range met 'Bosch-cellen' op termijn naar zo'n 40 tot 45 kilometer groeit. Meer wellicht, want we noteerden ook een losse opmerking over de ontwikkeling van e-motoren met een geheel nieuwe techniek die dan nog efficiënter zouden kunnen werken.

Een punt van aandacht bij al dat 'geweld', zo meldt Bender, is ook de bekabeling zelf.

"Ze zijn zeer efficiënt gelegd, maar toch heb je het over 17 kilo hoogspanningskabels. In het 12 volt-systeem wordt al aluminium gebruikt en dat willen we ook in de hoogspanningskabels verwerken, om ongeveer 2 kilogram te winnen."

Alleen sportief kan niet meer

Er is dus nog verdere verbetering te halen, maar een eerste korte kennismaking met Panamera S E-Hybrid maakt duidelijk dat de huidige stand van zaken al verbluffend veel verfijning biedt. Bij e-rijden ga je vrijwel stil, maar toch met aardig grote stappen vooruit. Het is in de 'spaarmodus' een beetje met het gaspedaal balanceren om de V6-motor niet tot actie uit te nodigen. Maar ook dan is de Porsche ondanks zijn stevige gewicht van ruim twee ton al redelijk vlot.

Met zijn enorme trekkracht over een zeer breed gebied, 590 Nm tussen 1.250 en 4.000 toeren, voelt de auto met een wat zwaardere gasvoet

Minder omwentelingen, minder bijtelling

Soms is techniek opeens simpel en overzichtelijk. Om de vele stappen die de Panamera S E-Hybrid neemt te illustreren, ging men van een bijna Cruyffhaanse filosofie uit. Vrij vertaald: "As een motor niet draait verbruikt ie niks". Ontwikkelingstechnicus Marco Fleckener illustreert het verhaal aan de hand van een uitputtende serie metingen van Porsche's standaard 'rondje Stuttgart'. Dat loopt deels door de stad, deels over binnenwegen en een traject over de snelweg. IJkpunt is de rit in een Panamera S. Het verbruik is dan 9,9 liter op 100 kilometer en de motor maakt in doorsnee 1.432 omwentelingen per kilometer. Alleen de toevoeging van stop/start (26 maal en 8% van de tijd) schroeft dat al terug naar 9,7 liter en 1.350 omwentelingen per kilometer.

De verbetering met 'zeilen' (uitrollen) is nog groter. Op de testroute gebeurt dat 156 maal en dat vertaalt zich in 21 procent van de rijtijd. Resultaat: 9,3 liter verbruik en 1.239 omwentelingen. Het uitschakelen van de motor bij 'zeilen' levert nog een significante verbetering op: 8,9 liter en 1.045 omwentelingen per kilometer. De stap naar het nu afgeloste full hybrid-model is enorm: 7,7 liter en 514 omwentelingen per kilometer. De verbrandingsmotor is op het parcours nog maar 43 procent van de tijd actief. Toch brengt de plug-in versie met al zijn technische verbeteringen nog een grotere verbetering: 4,4 liter op 100 kilometer verbruik en 318 omwentelingen per kilometer. Als piëce de résistance stelt Porsche een ultiem zakelijke rit in de regio voor. Plug-in rijden en onderweg na 23 kilometer stoppen om bij te laden. Resultaat: 123 omwentelingen per kilometer en 1,7 liter op 100 kilometer verbruik.

opvallend dynamisch en sterk aan. Op nul naar honderd is 0,2 seconden gewonnen.

"Met name omdat we wat meer gewicht op de achteras hebben," zo meldt onze begeleidster met zichtbaar genoegen. In de sportstand gaat de E-Hybrid er uiterst gespierd tegenaan, begeleid door een stevige zescilinder roffel en zo hier en daar vaag hoorbaar geluid van compressor en e-motor.

Even wennen is het om in de hybridestand te merken dat de auto ook op Autobahn-snelheden van zo'n 165 kilometer per uur nog 'zeilt' bij gas loslaten. Het is verbluffend hoe langzaam je snelheid dan daalt.

Hoe dan ook: milieubewust rijden op hoog niveau hoeft duidelijk niet ten koste te gaan van raffinement en rijplezier. Volgens onze begeleidster tijdens de korte rit is dat de toekomst. Je kunt auto's niet alleen meer verkopen als 'sportief', ook niet bij Porsche. Waarvan acte!