



TOYOTA

ALWAYS A
BETTER WAY

TOYOTA HYBRID

Van een revolutionair idee tot een toonaangevende technologie

Toen Toyota in 1997 de eerste generatie van de Prius lanceerde, ontketende het merk een ware revolutie in de elektrisering van de auto. In die tijd deed de Prius heel wat wenkbrauwen fronsen en lokte hij tal van sceptische commentaren uit. De ingenieurs en directie van Toyota waren er echter van overtuigd dat hun unieke visie uiteindelijk zou aanslaan.

Vandaag viert Toyota het succes van zijn innovatieve 'full hybrid'-aandrijving met maar liefst 7,3 miljoen¹ verkochte hybridewagens en met zijn hybride racewagen TS040. Die schreef in 2014 zowel de constructeurstitel als de pilotentitel van het Wereldkampioenschap Uithoudingsraces (FIA World Endurance Championship) op zijn naam.

Het idee

Decennialang kampt de auto-industrie met drie aanzienlijke milieu-uitdagingen: de luchtkwaliteit, de klimaatverandering en de vraag naar en het aanbod van energie. Om de energievoorraden te sparen en de opwarming van de aarde tegen te gaan, is er steeds meer behoefte aan zuinigere wagens.

Het idee van een alternatieve aandrijving voor auto's leefde bij Toyota reeds in de jaren zestig. Toch zou het nog tot het begin van de jaren negentig duren voor de onderneming een ontwikkelingsprogramma voor een milieuvriendelijke productiewagen opstartte.

Het merk formuleerde in 1992 het 'Toyota Earth Charter' met als doel om "schone en veilige auto's te bouwen en tegelijk te werken aan de welvaartstaat en een groene aarde". Een jaar later werd dit kernbeleid samen met een reeks actierichtlijnen gecombineerd tot het 'Toyota Environmental Action Plan'.

Samen maakten deze initiatieven de weg vrij voor technologische ontwikkeling, terwijl de onderneming zijn zoektocht naar duurzame mobiliteit voortzet door de creatie van de ultieme ecologische auto.

In 1994 zette Toyota het G21-project op. Dat had als doel om een groene en milieuvriendelijke auto voor de 21e eeuw te bouwen, die ondanks zijn

¹ Totale verkoop Toyota en Lexus

onberispelijke milieuprestaties de functionaliteit en het rijplezier van een klassieke wagen bood.

De initiële ontwikkelingsdoelstellingen richtten zich op een krachtbron die 1,5 keer zuiniger zou zijn dan de klassieke benzine- en dieselmotoren. Met het gebruik van de hybrideaandrijving in het achterhoofd koos men uiteindelijk 2 keer zuiniger als doelstelling.

Om zo veel mogelijk ontwikkelingsknowhow op te doen voor alle kernaspecten van deze nieuwe technologie, besloot Toyota elk onderdeel van het hybridesysteem volledig intern te ontwerpen, te ontwikkelen en te produceren. Om zijn Toyota Hybrid System (THS) te ontwikkelen, bestudeerde de constructeur ruim honderd varianten van het hybridesysteem.

Dit volwaardige hybridesysteem stelt de wagen in staat om ofwel op zijn uiterst zuinige en emissiearme benzinemotor te rijden, ofwel op zijn elektromotor ofwel op beide tegelijk. De vermogensverhouding tussen beide systemen wordt voortdurend elektronisch gestuurd op basis van de snelheid en de lading om de wagen steeds in zijn meest efficiënte bedrijfsmodus te laten rijden.

Tijdens het vertragen en het remmen doet de elektrische motor dienst als een krachtige generator en recupereert hij energie tijdens het remmen. Op die manier wordt het energiebeheer in de hybrideaandrijving geoptimaliseerd. De kinetische energie, die tijdens het remmen en vertragen normaliter verloren gaat in de vorm van hitte, wordt in elektrische energie omgezet die op haar beurt in de krachtige batterij wordt opgeslagen.

In het kader van Toyota's engagement op het gebied van duurzame mobiliteit werd het systeem bovendien specifiek ontwikkeld met het oog op de toekomst: het is namelijk heel eenvoudig aan te passen voor gebruik in oplaadbare hybrides (PHEV), elektrische wagens (EV) en brandstofcelvoertuigen (FCV).

In het geval van een oplaadbare hybride blijft de 'full hybrid'-architectuur in grote lijnen dezelfde. Alleen breidt een krachtigere, extern op te laden batterij het volledig elektrische rijbereik uit.

Voor de aandrijving van een elektrische wagen wordt gebruikgemaakt van een vereenvoudigde architectuur zonder benzinemotor. De auto krijgt wel een krachtigere elektromotor en voldoende batterijcapaciteit om urenlang te rijden voordat de motor aan een stopcontact moet worden herladen.

Ook bij brandstofcelvoertuigen zorgt een krachtige elektromotor voor de aandrijving. De benzinemotor wordt in dat geval vervangen door Toyota's brandstofcelsysteem. Aangezien een brandstofcelstack elektriciteit genereert om de elektromotor aan te drijven en het batterijpack op te laden, heeft een brandstofcelwagen geen externe lader nodig. De bestuurder dient alleen op tijd en stond waterstof te tanken zoals hij nu benzine tankt.

"Toen ik het ontwikkelingsprogramma voor de Prius uitwerkte, was ik vastbesloten om een robuuste oplossing te bieden voor de milieuproblematiek en het brandstofverbruik van voertuigen, zodat de auto ook in de 21e eeuw nog een toekomst zou hebben."
- Takeshi Uchiyamada, Executive Vice President van Toyota Motor Corporation

Prius I

De eerste generatie van de Prius werd in Japan gelanceerd in 1997. Het was meteen 's werelds eerste in serie gebouwde hybridewagen. Deze unieke hybride van Toyota betekende een industriële mijlpaal in de ontwikkeling van aandrijflijnen voor voertuigen en op het vlak van duurzame mobiliteit.

De naam Prius ('*voorafgaar*' in het Latijn) heeft een symbolische waarde gekregen, zeker aangezien het model werd geïntroduceerd op een moment dat het milieubewustzijn nog niet zo'n breed maatschappelijk draagvlak had als nu.

De Prius haalde in die tijd een brandstofverbruik van nauwelijks 5,1 l/100 km en een CO₂-uitstoot van 120 g/km. Hiervoor koppelde de wagen een 1,5-liter VVT-i-benzinemotor met Atkinson-cyclus voor een ongeëvenaarde efficiëntie aan een 30 kW sterke elektromotor, een continu variabele elektrische transmissie en een onderhoudsvrije nikkelmetaalhydridebatterij (NiMH) onder hoogspanning.

Daarmee snelde de auto in 13,4 seconden van 0 naar 100 km/u en haalde hij een topsnelheid van 160 km/u.

In 2000 kwam de Prius naar Europa met een geoptimaliseerde motorsturing en dito motoreigenschappen. Het maximumvermogen van de benzinemotor was tegen die tijd gestegen van 43 kW/58 pk bij 4.000 t/min naar 52 kW/70 pk bij 4.500 t/min. Het vermogen van de elektromotor werd opgedreven van 30 kW/40 pk tot 33 kW/44 pk. Bovendien kreeg hij een stijvere ophanging, een bijkomende antirolstang achteraan en een speciaal afgestelde stuurbevestiging mee voor een nog beter stuurgevoel.

Hij werd ook als eerste auto in Europa aangeboden met vijf jaar of 100.000 kilometer garantie.

Met een wereldwijde verkoop van 125.000 exemplaren, waarvan meer dan 4.000 in Europa, bereidde de Prius de wereld voor op een volwaardig alternatief voor benzine- en dieselauto's.

Prius II

Het nieuwe Hybrid Synergy Drive[®]-systeem (HSD) in de Prius van de tweede generatie introduceerde in 2004 een krachtigere 1,5-liter benzinemotor met een kleinere, efficiëntere elektromotor.

Het nieuwe NiMH-batterijpack met een kleiner aantal cellen en een lager totaalgewicht (-14 %), maar met een veel hogere vermogensdichtheid (+35 %) en duurzaamheid drongen het totale gewicht met ongeveer 140 kilogram terug.

Eveneens nieuw was de EV-toets: voortaan kon de bestuurder de elektrische modus zelf activeren om maximaal 2 kilometer lang elektrisch te rijden met een topsnelheid van ongeveer 50 km/u.

De Prius II gaf duidelijk aan dat milieuvriendelijkheid niet noodzakelijk ten koste gaat van het rijplezier. De Prius II toonde zich performanter (0 tot 100 km/u in minder dan 11 seconden) en verlaagde tegelijk het brandstofverbruik (4,3 l/100 km) en de CO₂-emissies (104 g/km). Dat was een verbetering met 13 % ten opzichte van de eerste generatie van de Prius.

De HSD-aandrijving werd in 2004 uitgeroepen tot Internationale Motor van het Jaar en werd vijf jaar op rij verkozen tot Beste Zuinige Motor van het Jaar.

De Prius van de tweede generatie werd uitgeroepen tot Auto van het Jaar in 2005. Wereldwijd werden bijna 1,2 miljoen exemplaren van dit model verkocht, waarvan bijna 125.000 in Europa.

Prius III

Met de lancering van de derde Prius-generatie werd 90 % van de onderdelen van de hybrideaandrijving aangepast. Het resultaat is een lichter en compacter systeem dat meer vermogen levert, beter presteert bij koud weer en in het dagelijkse gebruik nog zuiniger met brandstof omspringt om de CO₂-emissies naar een nooit gezien niveau te brengen.

Een nieuwe 1,8-liter VVT-i-benzinemotor met Atkinson-cyclus verhoogde het vermogen van de 'full hybrid'-aandrijving met 22 % tot 136 pk, waardoor de tijd voor de sprint naar 100 km/u daalde tot 10,4 seconden. De topsnelheid steeg tot 180 km/u.

De CO₂-emissies daalden tot 89 g/km en het brandstofverbruik tot 3,9 l/100 km. Dat gaf de Prius III een totaal rijbereik van bijna 1.150 kilometer.

Op drie Prius-generaties tijd resulteerde het nooit aflatende streven naar nog betere prestaties in een vermogensstijging met 35 %, terwijl het brandstofverbruik en de CO₂-uitstoot met een kwart daalden.

De jongste Prius bevestigde zijn technologische leiderschap ook met zijn toonaangevende uitrusting. Zo beschikte de wagen over een intelligente parkeerhulp (Intelligent Parking Assist, IPA), een 'Pre-Crash'-veiligheidssysteem (PCS) met adaptieve snelheidsregelaar (Adaptive Cruise Control, ACC), een ventilatie op zonne-energie en airconditioning met afstandsbediening, een 'Touch Tracer'-display en ledkoplampen.

Tot op heden werden wereldwijd al meer dan 2,2 miljoen exemplaren van de derde Prius-generatie verkocht, waarvan 147.000 exemplaren in Europa.

Prius-familie

In 2012 is de Prius uitgegroeid tot 's werelds eerste familie van hybridewagens met de toevoeging van de Prius+ en Prius Plug-In Hybrid.

De Prius+, de eerste 'full hybrid' met zeven plaatsen in Europa, combineert het legendarische driehoekige silhouet van de Prius met een ruim interieur voor zeven passagiers en een overvloed aan bagageruimte.

De 'full hybrid' zevensitter telt drie onafhankelijke, in delen verschuifbare en neerklapbare zetels op de tweede zetelrij en twee in delen neerklapbare zetels op de derde rij. De derde zetelrij werd mogelijk gemaakt dankzij de installatie van een uiterst compacte, ruimtebesparende lithium-ionbatterij in de middenconsole tussen de voorzetels.

De nieuwe celstructuur geeft de lithium-ionbatterij slechts 56 cellen, die twee aan twee verticaal zijn opgestapeld. Daarmee is deze batterij een stuk compacter dan de NiMH-batterij van de Prius en met een totaalgewicht van 34 kg is ze ook 8 kg lichter.

Ondanks de compactere afmetingen en het lagere gewicht, heeft de batterij van de Prius+ dezelfde spanning van 202 V en hetzelfde maximumvermogen.

Met een vermogen dat vergelijkbaar is met dat van de Prius accelereert de Prius+ in 11,3 seconden van 0 naar 100 km/u en haalt hij een topsnelheid van 165 km/u.

De milieuvriendelijke aandrijving van de Prius+ werd nog geoptimaliseerd door zijn ongeëvenaarde stroomlijn en lage gewicht. De 'full hybrid'-aandrijving kan bovendien schermen met toonaangevende verbruiks- en CO₂-cijfers van 4,1 l/100 km en 96 g/km.

Sinds de lancering van de Prius+ werden er wereldwijd al meer dan 520.000 exemplaren verkocht, waarvan bijna 30.000 in Europa.

Prius Plug-in Hybrid

De Prius Plug-in Hybrid met zijn indrukwekkende, naadloze acceleraties en opvallend stille werking kan tot 25 kilometer volledig elektrisch rijden bij snelheden tot 85 km/u.

De lithium-ionbatterij van de oplaadbare Prius heeft een capaciteit van 4,4 kWh (bijna vier keer zoveel als de batterij in de jongste Prius) en zijn laadtoestand (SOC) voor gebruik werd verhoogd tot ongeveer 60%. Het batterijpack kan in anderhalf uur volledig worden opgeladen aan een standaard huishoudstopcontact van 230 V.

De 'Hybrid Synergy Drive[®]'-aandrijving genereert een totaal vermogen van 136 pk. Genoeg om de Prius Plug-in Hybrid in 11,4 seconden naadloos van 0 tot 100 km/u te sturen en een topsnelheid van 180 km/u te halen.

Het globale brandstofverbruik ligt dankzij het grotere elektrische rijbereik uiteraard een stuk lager. De Prius Plug-in Hybrid kan dan ook praten op een opmerkelijk laag verbruik van nauwelijks 2,1 l/100 km en een CO₂-uitstoot van nauwelijks 49 g/km.

Wereldwijd werden al meer dan 68.000 exemplaren verkocht, waarvan ruim 9.000 in Europa.

Uitbreiding van het gamma

In 2010 breidde Toyota zijn hybridegamma verder uit met de lancering van een 'full hybrid'-versie van de Auris. Die deelde zijn aandrijving met de jongste Prius en werd de eerste compacte middenklasser die klanten de keuze bood tussen benzine-, diesel- en hybridemotoren. Dat had een aanzienlijke impact op de perceptie van de 'full hybrid'-technologie bij de klanten.

Speciaal voor de lancering van de gloednieuwe Auris Hybrid en de praktische Auris Hybrid Touring Sports (2013) werd de sturingslogica van de naadloze planeetwieltransmissie van het HSD-systeem aangepast om een soepeler, natuurlijker acceleratiegevoel te creëren waarbij de rijsnelheid en het toerental beter op elkaar zijn afgestemd. Bovendien moest het bagagevolume niet onderdoen voor dat van de klassiek aangedreven modellen dankzij de aangepaste plaatsing van het batterijpack onder de achterbank.

Met bijna 40.000 exemplaren van de hatchback en ruim 36.000 van de Auris Touring Sports nam het hybridemodel in 2014 respectievelijk 40 % en 64 % van de verkoop voor zijn rekening.

De Auris en Auris Touring Sports werden in de eerste plaats ontworpen voor Europa en rollen van de band in Toyota Motor Manufacturing UK (TMUK). Zo versterken ze het engagement van de constructeur ten opzichte van zijn Europese afdelingen.

Revolutie in het B-segment

De Yaris Hybrid is het eerste – en tot dusver enige – 'full hybrid'-model in het B-segment. Als vlaggenschip van het Yaris-gamma vertegenwoordigde hij een nieuw en uniek aanbod in het populairste Europese autosegment en maakte hij de voordelen van de 'full hybrid'-technologie toegankelijk voor een ongeëvenaard groot publiek.

Zijn nieuwe aandrijflijn werd geoptimaliseerd voor installatie in de compacte, uitermate efficiënte lay-out van de Yaris zonder dat de kwaliteit en prestaties eronder leden en zonder dat er passagiers- of bagageruimte verloren ging.

Het gedownsizede hybridesysteem combineerde een grondig herwerkte 1,5-liter benzinemotor met een lichtere, compactere elektromotor, transaxle, omvormer en batterij. De hybrideaandrijving, die in 2014 volledig werd vernieuwd, stoot voortaan nog maar 75 g/km CO₂ uit en verbruikt nog maar 3,3 l/100 km in de gemengde cyclus.

Met meer dan 58.500 verkochte exemplaren in 2014 nam het hybridemodel een derde van de totale Yaris-verkoop in Europa voor zijn rekening.

In 2014 waren de hybridemodellen van Toyota in Europa samen goed voor 145.400 exemplaren, een stijging met 9 % ten opzichte van vorig jaar. Dat brengt de totale hybrideverkoop van Toyota in Europa op 840.000 wagens sinds de eerste Prius in 2000 in Europa werd gelanceerd.

Tot op vandaag heeft Toyota Motor Corporation wereldwijd al meer dan 7,3 miljoen 'full hybrids' verkocht. Dat is meer dan om het even welke andere

constructeur en geeft de onderneming een onbetwistbare voorsprong in de race naar duurzame mobiliteit. Als concreet, tastbaar bewijs van het milieurecord van de HSD werd becijferd dat deze verkoopcijfers de auto-emissies al met ruim 51 miljoen ton CO₂ hebben gereduceerd.

Toch beperkt de 'full hybrid'-technologie van Toyota zich niet tot het verhogen van het comfort en het verlagen van het verbruik. Ze laat zich ook gelden in de autosport. Getuige daarvan is de dubbelzege in het Wereldkampioenschap Uithoudingsraces 2014 van de FIA (FIA World Endurance Championship).

Hybride racewagens leiden tot nog betere wegmodellen

Tijdens een race moet een racewagen honderden tot zelfs duizenden keren plots versnellen en vertragen naargelang het circuit en de duurtijd van de race.

Wanneer men vertraagt vanaf hoge snelheden wordt er een enorme hoeveelheid energie gegenereerd en als hitte afgegeven via de remmen. Het vermogen om die verspilde energie efficiënt op te vangen, op te slaan en vrij te geven als extra motorvermogen levert hybride racewagens fabelachtige acceleraties op.

Races winnen doe je echter niet alleen door efficiënt energie te recupereren en om te zetten in elektrisch acceleratievermogen. Al deze hypergeavanceerde technologieën – de verbrandingsmotor, de motorgenerator, de mechanische en regeneratieve remsystemen – moeten ook perfect samenwerken om de piloot de efficiëntste prestaties en een totale betrouwbaarheid te bieden over raceperiodes die kunnen oplopen tot 24 uur.

De plannen van Toyota Motor Corporation om een hybrideaandrijving voor racewagens te ontwikkelen, kregen in 2005 concreet vorm. Ze leidden uiteindelijk tot een van het seriemodel afgeleide Lexus GS 450h, die in 2006 de 24 Uren van Japan in Tokachi reed.

Nauwelijks een jaar later werd Toyota de eerste constructeur die een internationale uithoudingsrace won met hybridetechnologie toen de Supra HV-R de zege opeiste in de 24 Uren van Tokachi in 2007.

De Supra HV-R werd aangedreven door een 150 kW sterke motor die zijn vermogen naar de achterwielen stuurde en elektromotoren in de wielen die nog eens 10 kW leverden aan elk voorwiel.

In 2012 nam Toyota Racing met de TS030 Hybrid deel aan het FIA World Endurance Championship (WEC). De krachtbron van deze LMP1-bolide (Le Mans Prototype 1) was afgeleid van een verdere ontwikkeling van de technologie in de Supra HV-R.

In de seizoenen 2012 en 2013 werd zijn 3,4 liter grote V8-benzinemotor aan een supercondensator gekoppeld om de energie op te slaan die tijdens het remmen werd gerecupereerd.

Tijdens vertragingen leveren de motor/generatoren remkracht in combinatie met de klassieke mechanische remmen om energie te genereren die vervolgens via een omvormer naar de supercondensator wordt geleid. Tijdens acceleraties draait

de motor/generator zijn werking om en fungeert hij als een motor om een aanzienlijke vermogensboost te leveren.

Het hybridevermogen werd aan de achterwielen geleverd, maar werd door de reglementen beperkt tot 500 kJ.

Nadat de TS030 Hybrid de voordelen van hybrideaandrijvingen voor de autosport afdoende had bewezen, tilde de TS040 Hybrid de technologie in 2014 naar een nog hoger niveau.

De toevoeging van een extra motor/generator op de vooras, bovenop het exemplaar op de achteras, impliceerde dat het hybride racesysteem van Toyota (THS-R) de vier wielen aandreef. Tegelijk werd de baanbrekende technologie van de supercondensator verder ontwikkeld, met een lager gewicht en een hoger vermogen als resultaat.

De nieuwste hybrideaandrijving van Toyota levert een hybrideboost van 480 pk voor de vier wielen, bovenop de 520 pk van de 3,7 liter grote V8-benzinemotor. Goed voor een onthutsend totaal van 1.000 pk. Die technologie gaf de TS040 Hybrid niet alleen uitstekende prestaties, maar reduceerde het brandstofverbruik ook met een waanzinnige 25 % in vergelijking met de wagen van 2013.

Het FIA WEC 2014-seizoen werd al snel een triomftocht voor Toyota Racing en zijn hybride racewagen. Zo won het team de constructeurstitel, terwijl Antony Davidson en Sébastien Buemi zich de pilotentitel toe-eigenden.

De TS040 Hybrid was goed voor vier polepositions, vier snelste ronden, twaalf podiumplaatsen en vijf zeges op acht races.

Het team schreef bovendien autosportgeschiedenis door als eerste Japanse constructeur het Wereldkampioenschap Uithoudingsraces op zijn naam te schrijven sinds het prille begin in 1953.

Dankzij de baanbrekende innovaties, die verder werden verfijnd in de racerij en strenge disciplines in de moeilijkste omstandigheden, breidt de technische kennis van Toyota zich alsmaar sneller uit. Dat brengt een ware revolutie teweeg voor de hybridetechnologie en maakt de weg vrij voor nog sensationelere hybride wegmodellen.