

**Auto & Motor**  
**TECHNIEK**

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

Hybride geschikt voor dagelijks gebruik

# Eén auto, twee aandrijfsystemen

**Toyota heeft met de Prius een hybride voertuig geschikt gemaakt voor het dagelijks gebruik. De aandrijving wordt verzorgd door een verbrandingsmotor en een elektromotor. De nodige regeltechniek bepaalt wie wat doet. Voeding voor de twee motoren komt uit een brandstoftank en een accupakket met afmetingen die het praktisch gebruik niet langer in de weg staan.**

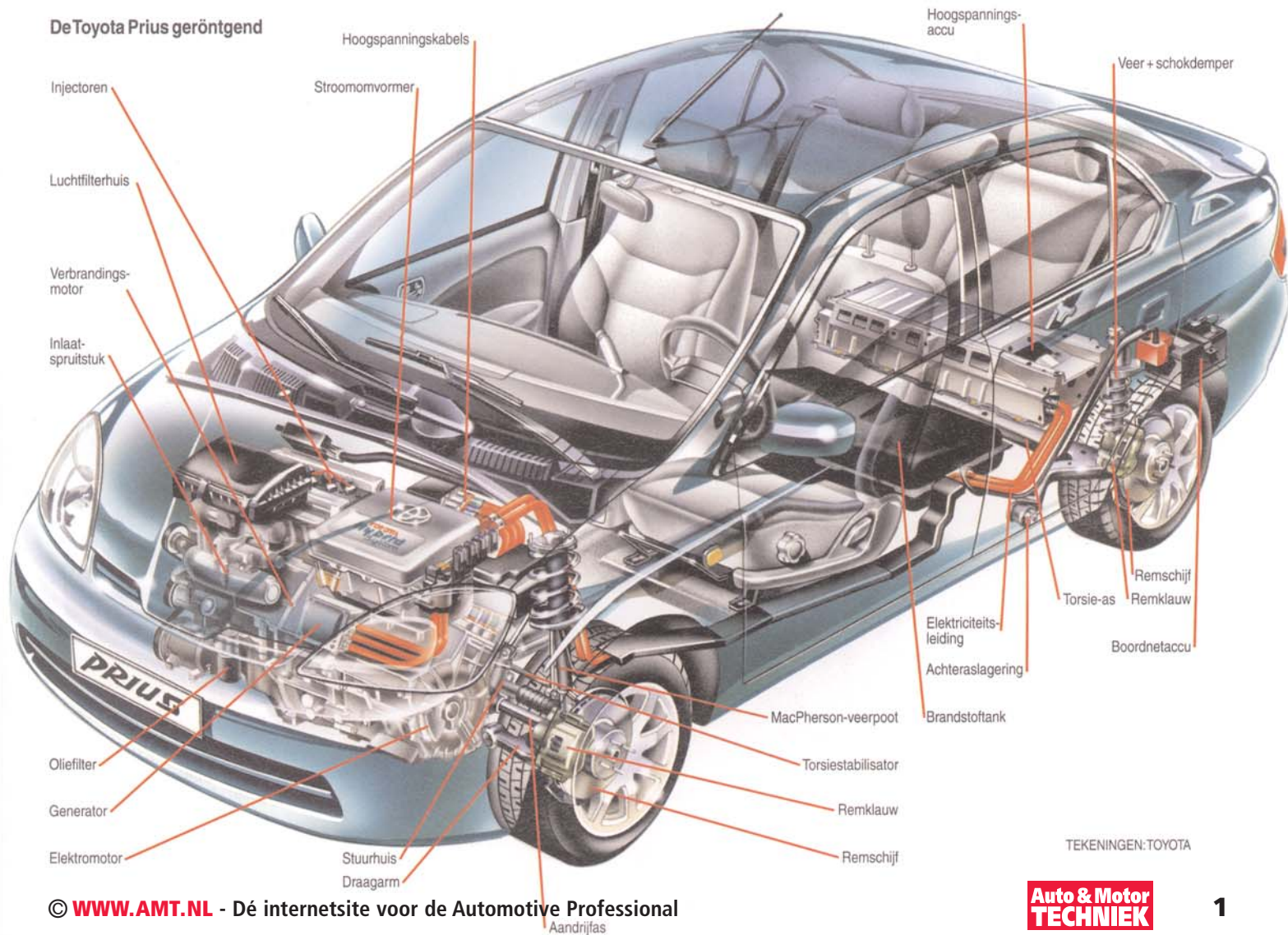
De Toyota Prius wordt aangedreven door een 1NZ-FXE en een 2CM, oftewel een 1497 cc metende viercilinder benzinemotor en een elektromotor met permanente magneten. Soms doet de één het werk, soms de ander en regelmatig doen ze het met z'n tweeën. Wanneer welke motor draait is afhankelijk van de gebruikssituatie. Een planetair stelsel zorgt dat de motoren zonder horten of stoten elkaar aanvullen. Naast de twee motoren en traploos werkende transmissie bevat de Prius ook nog een genera-

tor om de accuset voor de elektromotor op te laden.

**Planetaire verbondenheid**

De brandstoftank en een accupakket zijn achter in de auto geplaatst. De overige componenten die voor de aandrijving moeten zorgen zitten als één complex geheel onder de motorkap. De spil in het aandrijfsysteem is een planetair tandwielstelsel. De drie aandrijfcomponenten zijn elk apart verbonden met één van de drie delen van het planetaire stelsel en liggen alle-

De Toyota Prius geröntgend



TEKENINGEN: TOYOTA

maal in lijn met elkaar. De generator staat in verbinding met het zonniewiel, de verbrandingsmotor is verbonden met de drager van de satellietwielen en de elektromotor heeft contact met het ringwiel.

De uitgaande beweging (of binnenkomen wanneer er op de motor geremd wordt) verloopt via het ringwiel. Dit drijft via een vaste overbrenging het differentieel en uiteindelijk de voorwielen aan. Het toerental van de elektromotor verloopt dus evenredig met dat van de voorwielen. Door het toerental van de generator aan te passen werkt het planetaire stelsel als een CVT. De verbrandingsmotor kan hierdoor zowel de wielen aandrijven als de generator. Uiteraard wordt de generator tijdens afremmen aangedreven door de wielen, één van de milieuspeerpunten in het Prius-concept.

### Bijladen

Alleen opladen van het accupakket tijdens afremmen is niet altijd genoeg. Om er voor te zorgen dat de accu's toch voldoende geladen zijn, drijft de verbrandingsmotor in bepaalde gebruiksomstandigheden ook de generator aan. Hierdoor is er nagenoeg altijd voldoende elektriciteit om de voordelen van de elektromotor te kunnen benutten. De accuset wordt alleen door de generator gevoed en niet door een eventuele externe aansluiting, snoeren uitrollen is dus niet nodig.

### Maximum koppel bij stilstand

De elektromotor is een wisselstroommotor met permanente magneten. Het maximum vermogen wordt bereikt tussen 1.040 en 5.600 toeren per minuut en bedraagt 33 kW. Het maximum koppel van 350 Nm wordt bereikt vanaf stilstand tot 400 omwentelingen. De elektromotor bewijst zijn diensten voornamelijk onder omstandigheden dat uitstoot van schade-

lijke gassen minder gewenst is of gemakkelijk beperkt kan worden. Het gaat vooral om situaties zoals het optrekken vanuit stilstand en acceleratie. Bij optrekken vanuit stilstand worden de eerste meters zelfs alleen op de elektromotor afgelegd. De verbrandingsmotor valt pas in als de auto al een beetje vaart heeft. De koppelkromme van een elektromotor loopt ongeveer omgekeerd evenredig aan het toerental. Dit kan bij optrekken goed benut worden. Hierdoor is de verbrandingsmotor de eerste meters niet direct noodzakelijk. Dit is een voordeel, omdat een verbrandingsmotor in dit gebied een hoge uitstoot heeft. Overigens kan de elektromotor het ook bij een niet te hoge constante snelheid zonder verbrandingsmotor af. Wanneer de verbrandingsmotor niet nodig is, kan deze uitgeschakeld worden.

### Hoogspanning

Elektriciteit voor de elektromotor zit opgeslagen in een accuset die op de bodem van de kofferruimte achter de achterbank is gemonteerd. Het gaat hier om een nikkelmetaalhydride-batterijset bestaande uit 38 in serie geschakelde modules van elk zes cellen. Deze set levert een nominale spanning van 274 Volt en heeft een capaciteit van 6,5 Ah. De gelijkspanning uit de accu wordt omgezet naar wisselspanning door een omvor-

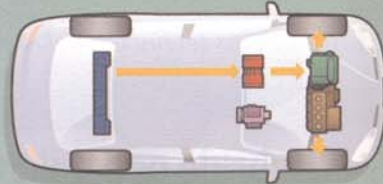
mer die zich boven de elektromotor bevindt. Volgens Toyota gaat de accuset een autoleven lang mee. Overigens wordt via een DC/DC-omvormer de hoogspanning teruggebracht naar 12 Volt voor het boordnet, met een bijbehorende 12 Volt accu.

### Lage toeren

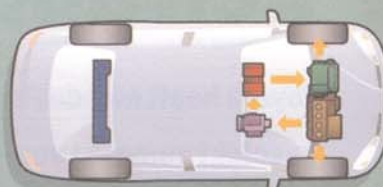
De verbrandingsmotor is niet kenmerkend voor een hybride aangedreven auto, maar is wel opgezet om uitstoot van schadelijke stoffen zo veel mogelijk te beperken. Deze zestienklepper levert z'n maximum koppel bij 4.200 toeren per minuut en heeft een vermogen van 53 kW bij 4.500 omwentelingen. Dit laatste toerental is tevens het maximale toerental dat de motor kan draaien, vrij laag dus. Dankzij het beperkte toerengebied is het mogelijk om lichtere bewegende delen te gebruiken, tevens wordt door de lichtere delen en het beperkte toerental ook de interne wrijving gereduceerd. Daarnaast beschikt de motor over een variabele inlaatkleptiming VVT-i (Variable Valve Timing-intelligent) en wordt de efficiëntie verder nog verbeterd door de vrij hoge compressieverhouding van 1:13. Onder andere hierdoor kan er een vrij hoge eindruck boven de zuiger ontstaan.

De Prius moet z'n voordeel halen uit de combinatie van het hybride systeem en een relatief schone verbrandingsmotor (die zo nu en dan stil staat). Uiteindelijk komt

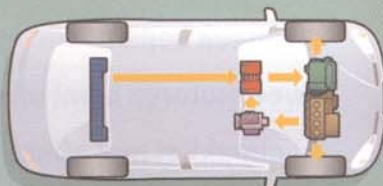
### Het Toyota Hybride Stelsel



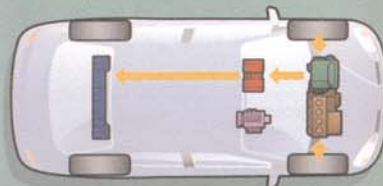
### De elektromotor drijft de wielen aan



### De verbrandingsmotor drijft de wielen aan.



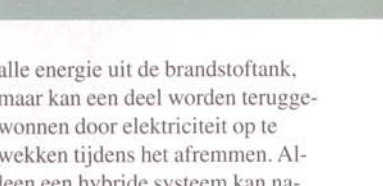
### De verbrandingsmotor en de elektromotor drijven de wielen aan.



### De wielen drijven de generator aan. De accu wordt opgeladen.



### De verbrandingsmotor drijft de wielen en de generator aan. De accu wordt opgeladen.



alle energie uit de brandstoftank, maar kan een deel worden teruggevoerd door elektriciteit op te wekken tijdens het afremmen. Alleen een hybride systeem kan namelijk nooit tot een sterk verminderd verbruik en lagere uitstoot leiden. Er gaat tenslotte energie verloren door tussentijds beweging om te zetten in elektriciteit en vervolgens deze elektriciteit weer terug te brengen tot beweging.

### Cornelis Kit

De stroomomvormer dient twee doelen: het omzetten van gelijkstroom van de hoogspanningsaccu naar wisselstroom voor de elektromotor en het omzetten van wisselstroom van de generator en de elektromotor naar gelijkstroom voor de hoogspanningsaccu.

