

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

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

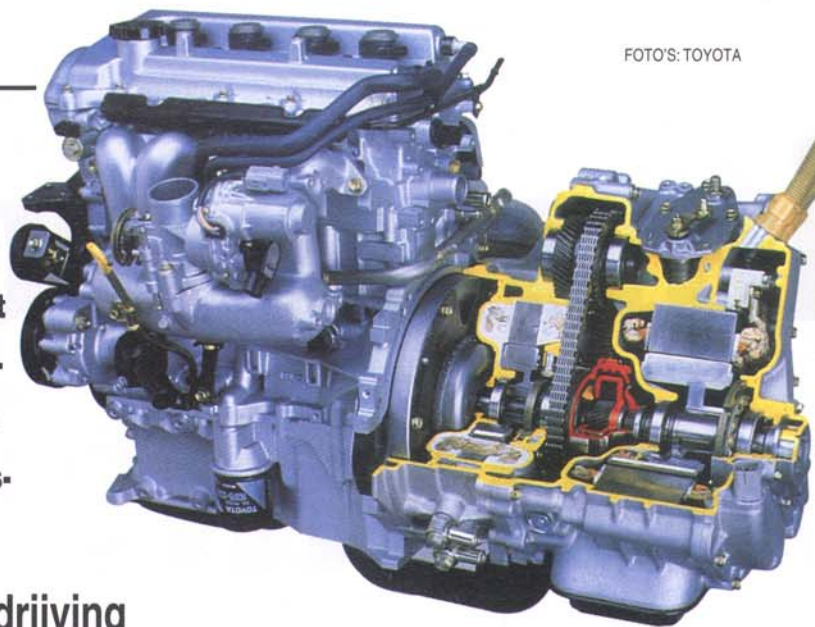
# ONTWIKKELINGEN

Veelbelovend hybride-concept van Toyota

**Toyota voegde een high-tech benzinemotor en een elektromotor samen tot een zeer efficiënte en uiterst compacte aandrijfunit. Men belooft een brandstofbesparing tot 50 procent, terwijl extern laden van elektrische energie niet nodig is. Het lijkt een compromisloos zuinigheidswonder.**

## Benzine- en elektromotor verzorgen aandrijving **Zuinig samenspel**

FOTO'S: TOYOTA



Het Toyota Hybrid System is nauwelijks groter dan een conventionele verbrandingsmotor met aangebouwde transmissie en kan dus gemakkelijk worden ingebouwd in een standaard personenauto.

De auto-industrie is nog altijd actief op zoek naar ultra-zuinige en emissie-arme aandrijfconcepten. Zo wordt er veel geëxperimenteerd met elektro-auto's. Die hebben echter zwaarwegende nadelen, zoals de beperkte actieradius, de noodzaak tot regelmatig (en langdurig) bijladen en de verplaatsing van de emissies van de uitlaatpijp naar de elektriciteitscentrale. Een grotere toekomst lijkt weggelegd voor de hybride-auto, die zowel een verbrandingsmotor als een elektromotor aan boord heeft. In de stad kun je emissieloos rondrijden, terwijl de verbrandingsmotor een onbeperkte actieradius waarborgt. De meeste hybride-concepten zijn helaas gebaseerd op de combinatie van een conventionele verbrandingsmotor en een aparte elektrische aandrijving met zwaarlijvig accupakket.

Een belangrijke rol in het Toyota Hybrid System is weggelegd voor de 'vermogen verdeel unit'. Deze bevat een planetaire overbrenging. De roterende as van de satellietdrager is verbonden met de benzinemotor. Via satellieten wordt het vermogen overgebracht naar het ringwiel (verbonden met elektromotor en via reductietandwielen met wielaandrijving) en het zonniewiel (verbonden met de generator). E.e.a. functioneert als een elektronisch geregelde continu variabele transmissie, er is dus geen aanvullende transmissie nodig.

Het idee is dan leuk, maar mist vaak z'n positieve uitwerking op het milieu.

### Toyota kiest voor integratie

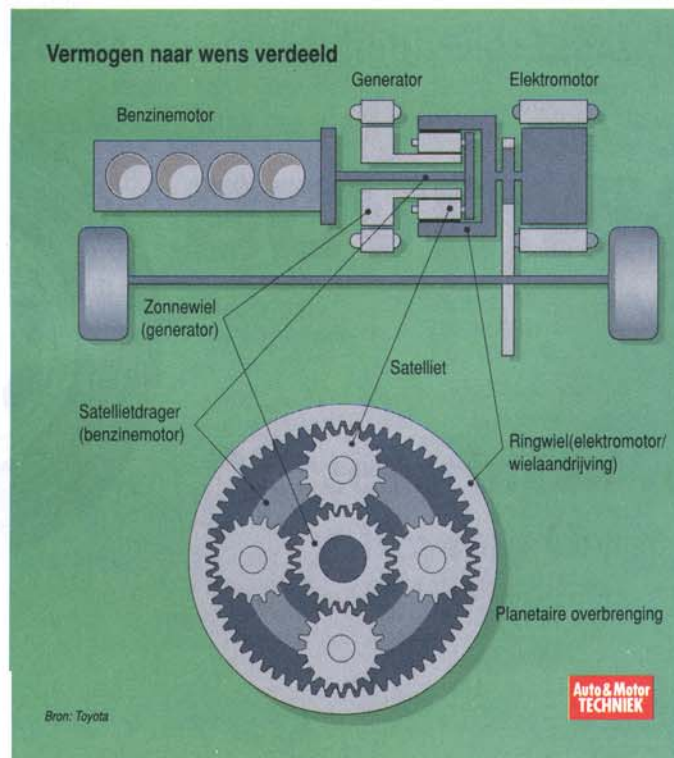
Met het Toyota Hybrid System laat Toyota zien dat het ook anders kan. Men ontwikkelde een doordacht hybride-concept, waarbij geen gebruik werd gemaakt van bestaande componenten. Een high-tech benzinemotor, generator, elektromotor (synchroon met permanente magneten) en transmissie werden tot één efficiënte aandrijfunit geïntegreerd.



Toyota past een nikkel-metaalhydride accu toe. De compacte eenheid vindt gemakkelijk een plaats achter de achterbank. Het bijladen geschiedt 'aan boord'. Een regelsysteem houdt de accu continu op een voorgeschreven laadniveau. Uitwendig laden via het stopcontact is er niet bij.



De inverter zet gelijkstroom van de accu om in wisselstroom voor de elektromotor en zet wisselstroom van de generator en elektromotor om in gelijkstroom voor het bijladen van de accu.



geerd, dat niet groter is dan een conventionele verbrandingsmotor met aangebouwde transmissie.

Een intelligent regelapparaat bepaalt aan de hand van de gereden snelheid, de belasting en acculading in welke mate de benzinemotor en de elektromotor vermogen afgeven aan de wielen. Bij het wegrijden zorgt alleen de elektromotor voor de aandrijving, die op dat moment stroom krijgt van een nikkel-metaalhydride accu. Vanaf circa 40 km/h schakelt de benzinemotor bij, die vermogen afgeeft aan de wielen en aan een generator. De laatste geeft (afhankelijk van de 'wensen' van het stuurapparaat) een deel van het vermogen door aan de elektromotor en een deel aan de accu voor het bijladen. Zo wordt de auto bij

# Werking Toyota Hybrid System

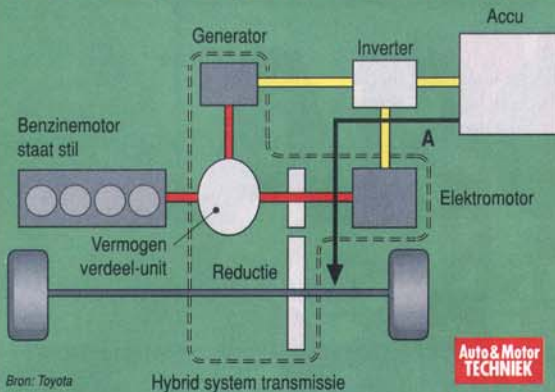
normale rij-omstandigheden aangedreven door zowel de verbrandingsmotor als de elektromotor. Wanneer bij fors accelereren extra vermogen nodig is, krijgt de elektromotor tevens stroom van de accu. Op dat moment doet het acceleratievermogen niet onder voor een auto met conventionele verbrandingsmotor.

Een groot voordeel van het Toyota Hybrid System is dat de accu aan boord door de benzinemotor wordt bijgeladen en nooit externe lading nodig heeft. Een ander voordeel is dat door de combinatie van de benzine- en elektrische aandrijving de verbrandingsmotor in z'n meest efficiënte toerengebied kan draaien, waarbij het verbruik het laagst is en de emissies evenzo. Energieverlies wordt tot een minimum beperkt en bij het afremmen wordt bovendien energie teruggevoerd naar de accu (elektromotor fungeert dan als generator). Bij 'gas los' en stilstaan schakelt de benzinemotor direct uit, en schakelt pas weer in nadat de elektromotor de auto op een snelheid van circa 40 km/h heeft gebracht.

Vanzelfsprekend komen de milieu-voordelen van het Toyota Hybrid System vooral tot hun recht in stadsverkeer, met veelvuldig optrekken en afremmen. In de Japanse 10.15 test-mode blijkt het Toyota Hybrid System het tot maar liefst 28 km op een liter benzine te brengen. Ook de CO<sub>2</sub>-emissie wordt gehalveerd. Milieu-winst ontstaat verder tijdens het accelereren, omdat dan de elektromotor de aandrijving ondersteunt en de verbrandingsmotor slechts weinig wordt belast. Tijdens de Japanse 10.15 test-mode is de emissie van CO, HC en NO<sub>x</sub> slechts één-tiende van de uitstoot van een conventionele benzinemotor, aldus Toyota.

## Bijzondere benzinemotor

Zoals gezegd past Toyota geen standaard benzinemotor toe, maar een aangepaste unit die specifiek is afgestemd op hybridegebruik. Het betreft een viercilinder 1.5 liter 16-kleps DOHC motor die werkt volgens de efficiënte Atkinson Cycle (te vergelijken met de door Mazda toegepaste Miller Cycle, zie AMT



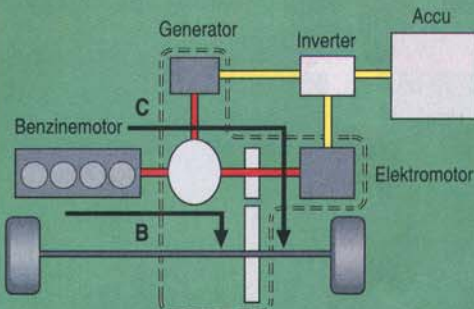
Bron: Toyota

Hybrid system transmissie

Auto & Motor  
TECHNIEK

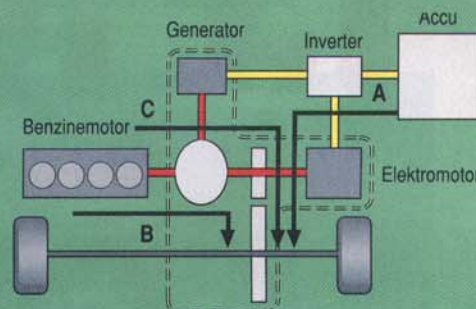
## Wegrijden en lichte belasting

Vanuit stilstand rijdt de auto weg op de elektromotor die op dat moment stroom krijgt van de accu. Vanaf circa 40 km/h schakelt de verbrandingsmotor pas bij. Ook bij lage snelheden, lichte belasting en helling af zorgt uitsluitend de elektromotor voor de aandrijving (A).



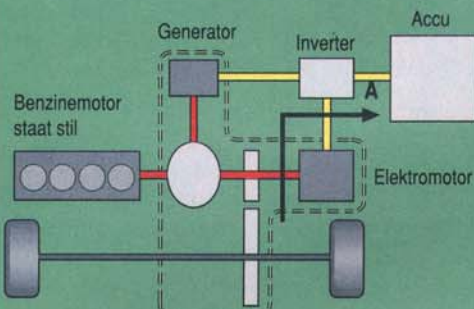
## Normaal rijden

Bij normaal rijden gaat een deel van het door de benzinemotor geleverde vermogen rechtstreeks naar de wielen (B). Het andere deel wordt benut voor het aandrijven van de generator die stroom levert aan de elektromotor. De laatste ondersteunt de benzinemotor bij het aandrijven van de wielen (C). De verhouding, waarin het motorvermogen wordt verdeeld over het aandrijven van de wielen en de generator, wordt door een regelsysteem continu aangepast om een maximale efficiëntie te waarborgen.



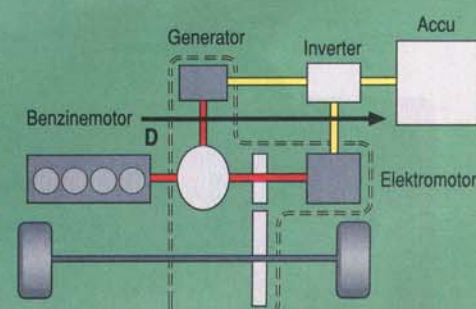
## Vol accelereren

Wanneer vol vermogen nodig is, ontvangt de elektromotor tevens stroom van de accu (A). In deze situatie zijn de prestaties maximaal.



## Decelereren en remmen

Tijdens decelereren en remmen functioneert de elektromotor als generator. Kinetische energie wordt omgezet in elektrische energie en opgeslagen in de accu (A).



## Opladen accu

Het regelsysteem zorgt er voor dat de accu altijd voldoende lading heeft. Bij dreigende ontleding zorgt de generator voor bijlading.

nr. 6 1995) die een hoog rendement garandeert. Voorts wordt een ingenieus continu variabele inlaatklep-timing toegepast (Toyota VVT-i, Variable Valve Timing-intelligent). De motor heeft een laag maximum toerental van 4000 t/min. Bij de constructie van alle motor-onderdelen kon men rekening houden met deze lage belasting. Zo zijn de bewegende delen lichter geconstrueerd, heeft de krukas een kleine diameter, kregen de zuigerveren minder voorspanning en zijn lichte-

re klepveren toegepast. De inwendige wrijving is daardoor aanzienlijk verlaagd.

In het Toyota Hybrid System zorgt een regelapparaat ervoor dat onder alle rij-omstandigheden de benzinemotor in z'n meest efficiënte toerengebied draait. Een belangrijke rol vervult daarbij de 'vermogen verdeel-unit' (zie tekening) die als continu variabele transmissie die als continu variabele transmissie de toerentallen van benzinemotor, generator en elektromotor regelt.

Toyota komt eind van dit jaar in

Japan met het Toyota Hybrid System op de markt. De Europese introductie zal nog even op zich laten wachten. Naast het hybride-systeem blijft Toyota ook de bestaande benzine- en dieselmotoren optimaliseren. Zo kunt u binnenkort kennismaken met de direct-ingespoten D-4 benzinemotor (AMT nr. 11 1996) en een diesel met common-rail injectie. Toyota ontpopt zich tot een echte milieufanaat!

A.N. Cupédo