

Elektrische voertuigen in de Verenigde Staten

Citation for published version (APA):

Dongen, van, L. A. M. (1982). Elektrische voertuigen in de Verenigde Staten. *Elektrotechniek*, 60(10), 521-526.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1982

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Elektrische voertuigen in de Verenigde Staten

door ir. L. A. M. van Dongen¹⁾

Voorwoord

In het kader van het onderzoek, dat door de Interafdelingswerkgroep Elektrische Auto van de Technische Hogeschool Eindhoven wordt verricht, maakte de auteur recentelijk een studiereis naar de Verenigde Staten. Bezocht werden:

EVC Symposium VI te Baltimore
Electric Vehicle Council
General Electric Company
General Motors Corporation
Argonne National Laboratory
Electric Power Research Institute
University of Wisconsin.

In dit artikel zijn de indrukken, die bij de verschillende instanties werden opgedaan, verwerkt.

Deze studiereis werd onder andere mogelijk gemaakt door een bijdrage uit het reisfonds van de Stichting Nederlands Instituut voor Elektrowarmte en Electrochemie (NIVEE).

Inleiding

Voor het transport van mensen en goederen heeft men in de Verenigde Staten iedere dag 8 à 9 miljoen vaten olie nodig, hetgeen 50% van de dagelijkse oliebehoefte vertegenwoordigt. Aangezien de helft van de benodigde olie wordt geïmporteerd, was gedurende het Arabische olieembargo (1973) en de Iraanse produktievermindering (1979) het olietekort in de VS duidelijk merkbaar.

Via een nieuwe wetgeving wordt er naar gestreefd om het oliegebruik te verminderen door het rendement van motorvoertuigen — het gemiddelde brandstofgebruik van Amerikaanse auto's bedraagt ongeveer 1 liter op 6,5 kilometer — te verbeteren en door het gebruik van alternatieve energiedragers door elektriciteitsbedrijven evenals de ontwikkeling van technische opties, zoals elektrische voertuigen, te stimuleren. Voor een minder eenzijdig brandstofgebruik biedt de elektrische aandrijving perspectieven, want voor de opwekking van elektrische energie hoeft men de beperkte olievoorraden niet aan te spreken; vele andere energiebronnen zoals steenkool, water- en kernenergie en in de toekomst mogelijk ook zonne- en windenergie kunnen worden gebruikt. Door gebruik van elektrische aandrijvingen kunnen hoogwaardige aardolieproducten voor chemische industrie en luchttransport beschikbaar blijven.

In de VS worden, afhankelijk van de streek verschillende hoeveelheden en soorten, energiedragers door de meestal particuliere elektriciteitsbedrijven gebruikt. In de

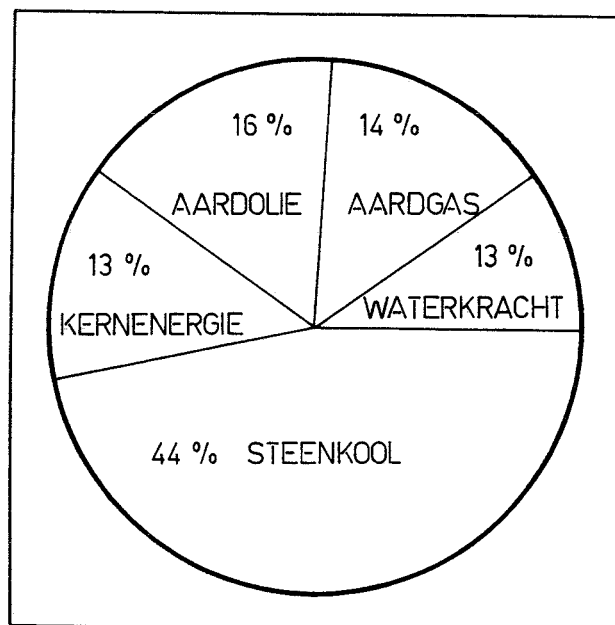
SUMMARY

Since U.S. transportation is highly dependent on imported oil supply, technical options (such as the electric vehicle) are being actively pursued through a number of national research and development programs. The Hybrid and Electric Vehicle Program, which has been funded by the United States Department of Energy, intends to advance E&HV technology and to demonstrate E&HV market potential. This paper presents the R&D activities in electric transportation and the status of current projects.

zuidoostelijke staten bijvoorbeeld wordt in de centrales voornamelijk steenkool gestookt, omdat deze brandstof daar in grote hoeveelheden wordt gewonnen. **Afb. 1** toont het nationaal gemiddelde gebruik van primaire energie door de nutsbedrijven.

Het onderzoek en de ontwikkeling van elektrische voertuigen werd in 1976 extra gestimuleerd door de Electric and Hybrid Vehicle Demonstration Act; het Department of Energy (DOE) besteedt gedurende een periode van 5 jaar 160 miljoen dollar om de ontwikkeling van elektrische en hybride auto's te bevorderen en de commerciële haalbaarheid aan te tonen. Hoewel de positie van het Department of Energy door de door president Reagan afgekondigde bezuinigingen in gevaar dreigt te komen, verwacht men toch 20 miljoen dollar subsidie voor fiscaal jaar 1982. Aangezien deze bijdrage belangrijk lager is dan voorgaande jaren het geval was, zal in de toekomst relatief minder geld worden besteed aan de bouw en demonstratie van nieuwe voertuigen en zal het accent van EHVD liggen op de ontwikkeling van accu's en aandrijfsystemen.

Ook automobielfabrikanten, fleetowners en fabrikanten van componenten zijn gestart met programma's, waarin hun specifieke interesse voor elektrische voertuigen wordt weerspiegeld. Bij General Motors Corporation



Afb. 1 Primair energiegebruik in elektriciteitscentrales (VS, 1978)

¹⁾ Technische Hogeschool Eindhoven

werkt de Truck and Coach Division aan elektrische bestelwagens, terwijl het Electric Passenger Car Project Center een klein elektrisch voertuig ontwerpt, dat in 1985 zal worden geïntroduceerd. 15 GMC bestelwagens (afb. 2) doen momenteel dagelijks dienst bij de Michigan Bell in Detroit. Gulf and Western Industries werkt aan het zink-chloor opslagsysteem Electric Engine, waarvan hoge prestaties, een grote actieradius en een goede levensduur worden verwacht. Tot nu toe zijn ongeveer 3200 elektrische auto's in de Verenigde Staten verkocht.

Batterijen

Voor algemene toepassing in het wegverkeer is elektrische tractie nog niet geschikt, omdat de accu's voor energie-opslag veel te zwaar zijn vergeleken met benzine of dieselolie. De energie-inhoud van de moderne loodaccu ten opzichte van benzine bedraagt: 140 kJ/kg t.o.v. 42000 kJ/kg (1:300). Het gemiddelde rendement van de elektromotor bedraagt 3 à 4 maal dat van de benzinemotor, zodat de effectieve verhouding 1:75 à 100 wordt.

Batterijen, die in de nabije toekomst voor gebruik in elektrische voertuigen in aanmerking kunnen komen, zijn: nikkel-zink, nikkel-ijzer en loodaccu's. In het DOE Battery Project, dat begin 1978 startte met de ontwikkeling van deze tractiebatterijen, is nu het beslispunt bereikt om de contracten met de diverse fabrikanten al dan niet te continueren. Exide en Globe Union werken aan loodaccu's, Exide, Gould, ERC en Yardney aan Ni-Zn accu's en Westinghouse en Eagle Picher doen onderzoek aan Ni-Fe accu's. Ook het onderzoek aan batterijen met hogere energiedichtheden (NaS en ZnCl) wordt door DOE gesubsidieerd. Vanwege technische problemen zijn deze echter nog niet praktisch toepasbaar in elektrische voertuigen. Argonne National Laboratory (projectmanager) onderwerpt de door de diverse fabrikanten geproduceerde batterijen aan een vergelijkend onderzoek.

De loodaccu is nog steeds de meest gebruikte en direct beschikbare batterij voor elektrische voertuigen, omdat die een acceptabele energiedichtheid geeft voor een redelijke prijs. Bij de starterbatterij zijn zowel de positieve als de negatieve platen van het roosterplaattype. De star-

teraccu levert gedurende een korte tijd een hoge ontladestroom (startmotor), gedurende een langere tijd een lage stroom (verlichting enz.) en wordt door de dynamo voortdurend opgeladen. De meeste tractiebatterijen worden gekenmerkt door de buisjesplaatconstructie van de positieve platen. Een tractiebatterij is gemaakt voor de opslag van energie in bijvoorbeeld vorkheftrucks, waarbij het gevraagde vermogen ten gevolge van de lage snelheden gering is. Deze accu's worden overdag ontladen en 's nachts volgt er een oplaadperiode, zodat deze batterijen dus wel sterk door cycli en diepe ontladingen worden belast. Voor toepassing in een elektrisch voertuig wordt liefst een combinatie van deze accutypen gebruikt.

De totale hoeveelheid energie die een loodaccu kan leveren, is afhankelijk van de wijze, waarop de batterij wordt ontladen. De beschikbare lading, uitgedrukt in Ah, en dus ook de energiedichtheid, nemen af met hogere stroomsterkte. De oorzaak hiervan ligt in het chemische proces in de poreuze massa van de platen. Dichtgroeiën van de platen belemmert de diffusie van het zuur naar het binnenste gedeelte van de plaat. Het is dus van belang, dat de accu zodanig wordt belast, dat de stroomsterkte zo laag mogelijk is.

Thans zijn batterijen beschikbaar met een energiedichtheid van 30 à 40 Wh/kg (3-urige ontlading) en een levensduur van 300 à 500 cycli. Door maatregelen, zoals een betere benutting van de actieve massa en lichter materiaal voor de bak, verwacht men in de toekomst een waarde van 50 Wh/kg te kunnen bereiken. Door automatische navulsystemen en katalysatoren, die het tijdens oplading door waterelektrolyse ontstane gas weer in water omzetten, wordt het onderhoud beperkt.

Bij de Ni-Fe accu wordt er voornamelijk naar gestreefd om de produktiekosten te verlagen, door onder andere de totale hoeveelheid nikkel in de batterij te beperken. Het rendement van het Ni-Fe systeem is lager dan dat van de loodaccu. Hoewel de gemeten energiedichtheden nauwelijks hoger zijn geworden (48 Wh/kg) is wel een belangrijke verbetering in de levensduur geconstateerd. Eagle-Picher modules zijn in de duurproef bij Argonne National Laboratory al meer dan 700 maal ontladen. Van pas ontwikkelde cellen, die nu nog door de fabrikanten zelf worden getest, verwacht men energiedichtheden van 57 Wh/kg. Deze vooruitgang heeft ertoe geleid, dat ongeveer twintig nikkel/ijzer accupakketten in voertuigen van diverse fleetowners (o.a. Northrop en US Postal Service) worden beproefd.

In het geval van de nikkel/zink batterij probeert men hoofdzakelijk de levensduur te vergroten. De geproduceerde cellen gaan slechts 150 cycli mee, hetgeen beslist te weinig is voor de toepasbaarheid in elektrische auto's. Exide probeert de levensduur van de cel te vergroten door de zinkelektrode tijdens de oplading te laten vibreren. Hierdoor verandert deze elektrode minder van vorm, maar wordt het moeilijk om een hoge energiedichtheid te realiseren. Yardney en Gould hebben vanwege de teleurstellende resultaten en de te hoge investeringen het onderzoek aan de Ni-Zn accu reeds gestaakt. De komende jaren zal vooral worden geprobeerd om de levensduur te vergroten door separatoren te ontwikkelen, die vormverandering van de zinkelektrode verhinderen.

De huidige stand van zaken voor de Ni-Zn en de Ni-Fe accu's — vergeleken met de loodaccu — treft men aan in



Afb. 2 GMC Electro Van

TABEL 1 Door Argonne National Laboratory gemeten accuprestaties

	Energie-dichtheid (Wh/kg)	Vermogens-dichtheid (W/kg)	Levens-duur (Cycli)
Loodaccu	41	98	95-450
Nikkel-ijzer	48	103	520-700
Nikkel-zink	42-68	92-131	79-179

tabel 1. De nikkel/zink en nikkel/ijzer accu's zullen pas in het midden van de jaren tachtig op grotere schaal in auto's worden gebruikt.

Aandrijving

De ervaring leert, dat er geen unieke oplossing is aan te geven voor de aandrijving van elektrische voertuigen. Om te bepalen welke concepten voor verder gesubsidieerde uitwerking in aanmerking komen zijn door DOE in eerste instantie een groot aantal gelijktijdig lopende contracten met verschillende industrieën afgesloten. Naarmate de tijd verstrijkt zal het DOE-onderzoek meer en meer worden beperkt tot aandrijfsystemen, waarvan mag worden verwacht, dat ze voor lage prijzen aantrekkelijke prestaties leveren.

Voor elektrische wegtractie zullen in de jaren tachtig vanwege de aanwezige gelijkstroombron, de grote systeembetrouwbaarheid en de aanschafkosten praktisch uitsluitend conventionele gelijkstroommotoren in de aandrijving worden gebruikt (afb. 3). Deze motoren voldoen uitstekend aan de voor het voertuig vereiste koppelingenkarakteristiek en kunnen tot aan stilstand energie terugwinnen. Bij de vroeger vaak gebruikte seriemotor heeft een variatie van de belasting ook een relatief grote verandering van het toerental tot gevolg, omdat de anker- en statorstroom aan elkaar gelijk zijn en iedere variatie van de stroom dus tegelijkertijd een versterking of verzwakking van het magnetisch veld veroorzaakt (zodat het motortoerental daalt respectievelijk stijgt). Bij de onafhankelijk bekrachtigde gelijkstroommotor daarentegen kunnen ankerstroom en veldstroom onafhankelijk van elkaar worden geregeld, zodat de bedrijfspunten gemakkelijk in te stellen zijn en bij verandering van belasting nauwelijks toerentalvariatie optreedt.

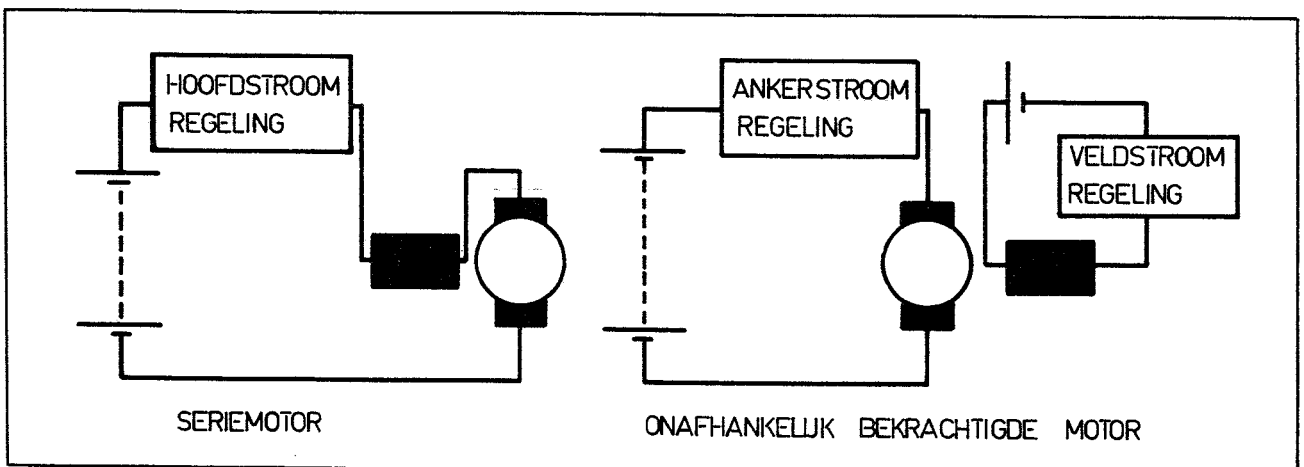
Vanwege het hoge rendement en de eenvoudige motorregeling door veldsturing treft men tegenwoordig steeds meer onafhankelijk bekrachtigde motoren aan. Door veldverzwakking kan het toerental van de nominale tot

de maximale waarde worden geregeld (regelbereik door veldregeling: ongeveer 1 op 3,5). Door gebruik te maken van een ankerstroomregeling, die gedurende bepaalde tijdsintervallen de accu spanning aan de motor koppelt, kan het regelbereik aanzienlijk worden vergroot. Door de schakelaar (thyristor of vermogenstransistor) te sturen, hetgeen met eenvoudige elektronische middelen kan geschieden, kan de energiestroom van de accu naar de motor worden geregeld. De ankerstroomchopper regelt de snelheid traploos en zonder contacten, zodat geen slijtage optreedt en de onderhoudskosten geringer zijn dan in het geval van een getrapte spanningssturing en/of weerstandsregeling. Een nadeel van deze volledig elektronische motorregeling wordt gevormd door de hoge initiële kosten.

Met de beschreven motorregeling kan de motor door middel van een tandwielvertraging aan de aandrijfassen worden gekoppeld. Door echter een variabele reductie tussen de motor en het differentieel te construeren kan worden afgezien van de dure ankerstroomchopper en kan de motor in een gunstiger rendementsgebied worden belast. Aandrijfsystemen met een handgeschakelde versnellingsbak en een eenvoudige motorregeling treft men veelal aan in serieauto's, die door kleinere industrieën van een elektrische aandrijving worden voorzien. Hoewel een aantal jaren geleden nog automatische transmissies in elektrische voertuigen werden gebruikt, zijn deze nu vanwege het lage rendement vrijwel geheel van het toneel verdwenen. Door het gebruik van een automatische transmissie wordt de actieradius over het algemeen 10 tot 15% korter.

Interessant wat betreft de aandrijving van moderne elektrische voertuigen is het feit, dat tijdens afremming de motor als generator kan werken en energie naar de accu terug kan voeren. Testen hebben aangetoond, dat — afhankelijk van de ritkarakteristieken en het gebruikte accutype — door regeneratief remmen duidelijke vergrotingen van de actieradius (tot 25%) mogelijk zijn.

Veel wordt verwacht van de schijfmotor, waaraan onder andere door de University of Southern California wordt gewerkt. Bij deze motoren bestaat de stator uit een permanente magneet en het anker wordt gevormd door een schijf van platliggende wikkelingen met daaromheen een versteviging. Deze motoren zijn simpel van constructie



Afb. 3 Gelijkstroommotoren

en hebben een hoog rendement. De regeling van de motor is echter niet eenvoudig, omdat continu de volle ankerstroom moet worden geregeld.

Garrett/AiResearch en Virginia Polytechnic Institute and State University werken aan gelijkstroommotoren met elektronische commutatie. Beide motoren hebben een cilindrische rotor en door het gebruik van permanente magneten is geen externe bron voor de bekrachtiging van het veld nodig. De Garrett/AiResearch motor weegt 16 kg, heeft een hoog toerental (26.000 omw/min) en wordt geregeld door thyristoren. De VPI & SU motor is een medium-speed (9000 omw/min) gelijkstroommotor met een gewicht van 40 kg, die door vermogenstransistoren wordt geregeld. Momenteel wordt gezocht naar geschikt materiaal voor de permanente magneten, omdat het tot nu toe gebruikte cobalt sinds de start van dit onderzoek ruim 6 maal zo duur is geworden. Van deze aandrijvingen verwacht men een gecombineerd motor/com-mutator/regeling rendement hoger dan 90%.

Eaton Corporation heeft een aandrijfsysteem ontwikkeld, dat een inductiemachine van 19 kW en een transmissie met twee versnellingen omvat. De keuze is gevallen op de inductiemotor, omdat deze geen borstels heeft en met minder koper is geconstrueerd, waardoor een hogere vermogensdichtheid wordt gerealiseerd. Dit aandrijfsysteem wordt nu beproefd op de Road Load Simulator van NASA/Lewis Research Center, waar de motor is gemaakt. Hoewel inductiemotoren over het algemeen worden gekenmerkt door kleine afmetingen en lage kosten zijn de regelingen voor deze motoren groot en duur: uitgaande van een productie van 200.000 eenheden per jaar, zal een gelijkstroommotor met regeling gemiddeld 45 dollar/kW kosten tegenover 65 dollar/kW voor een vergelijkbare wisselstroom-aandrijfunit.

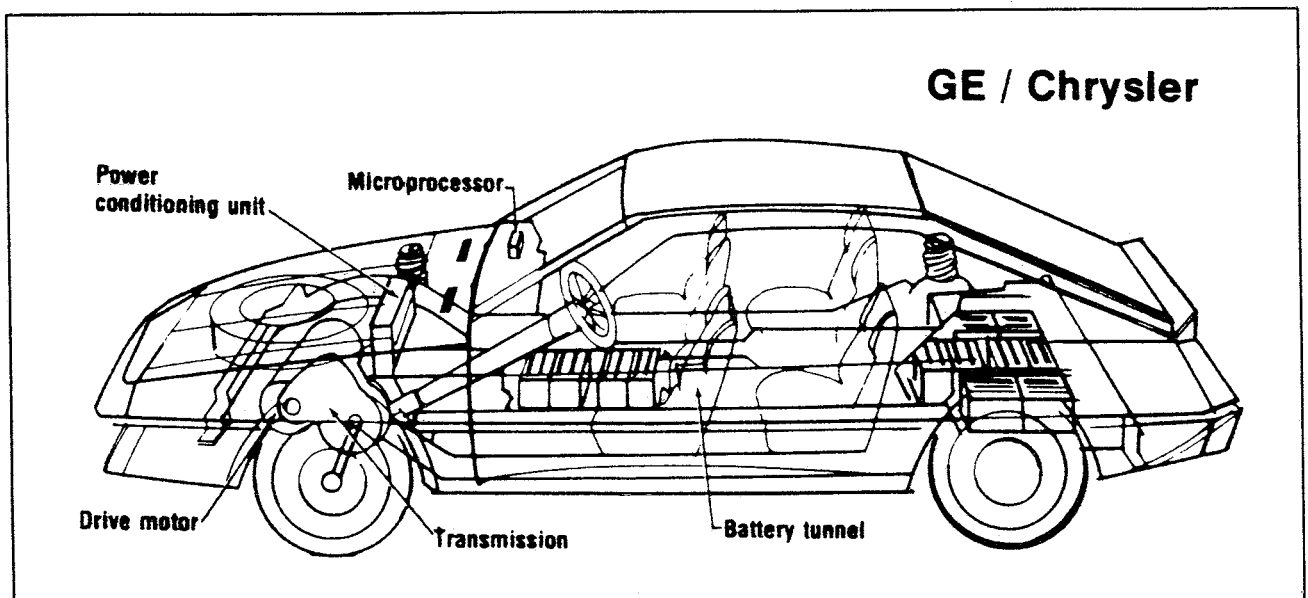
Electric Vehicle Program

De Electric Test Vehicle (ETV-1) (afb. 4) is het eerste experimentele voertuig, dat in opdracht van DOE door General Electric Company en Chrysler Corporation werd gebouwd. De ETV-1 is een middenklasse auto, die ont-

worpen is voor urbaan en suburbaan verkeer. De volledige elektronisch geregelde gelijkstroommotor (16 kW continu), die via een vaste reductie de voorwielen aandrijft, stelt de ETV-1 in staat om van 0-50 kilometer per uur te accelereren in 8,8 seconden en een kruissnelheid van 90 km/h is geen probleem.

Om de prijs en de afmetingen van de motorregeling aantrekkelijk te maken heeft General Electric een vermogenstransistor ontworpen, die in staat is om stromen tot 400 ampère in 1 microseconde te schakelen. De auto is geconstrueerd voor een levensduur van 10 jaar, opdat de totale kilometerprijs beneden de 40 cent per kilometer blijft. Globe Union is de fabrikant van het gemonteerde accupakket, dat naar schatting 500 cycli, ofwel 50.000 kilometer, mee zal gaan; vervanging van een versleten accupakket zal ongeveer 2500 gulden kosten. Het totale accupakket, dat indien nodig binnen enkele minuten kan worden verwijderd, wordt vanuit een centraal reservoir van water voorzien. Twee van deze testvoertuigen zijn ongeveer negen maanden lang door Jet Propulsion Laboratory beproefd. Hoewel een aantal mechanische storingen (o.a. overbelasting van de tandwielkast door falen van de motorregeling) optraden, voldoet het voertuig aan de verwachtingen: door een lage lucht- en rolweerstand en een hoog aandrijfrendement bedraagt het gemiddelde 'brandstofgebruik' 8 km/kWh.

Het voertuig van Garrett/AiResearch (ETV-2) werd in eerste instantie ook als een Near-Term Electric Vehicle voor DOE gebouwd. In de met glasvezel versterkte plastic body is een centraal accupakket met 18 loodaccu's aangebracht. Om de door de accu's te leveren stroompieken af te vlakken wordt een klein vliegwiel gebruikt voor de terugwinning van remenergie, die weer nuttig kan worden afgegeven tijdens acceleratie. De daardoor bereikte gunstigere batterijbelasting vergroot zowel de actieradius als de levensduur van de batterijen. Vanwege de ontwerpfouten, die het afgelopen jaar aan het licht kwamen, zijn de officiële DOE-testen voorlopig uitgesteld. Hoewel het vliegwiel-elektrische aandrijfsysteem (afb. 5) belangrijke voordelen heeft, verwacht men dat de



Afb. 4 ETV-1

geavanceerde technieken in het ontwerp waarschijnlijk pas na 1985 voor productie op grotere schaal geschikt zullen zijn.

De twaalfjarige ervaring, die Copper Development Association zonder subsidies van DOE heeft opgedaan door diverse elektrische voertuigen te bouwen, heeft geresulteerd in de nieuwe Electric Runabout. (afb. 6)

De body van deze ruime vierpersoons auto is gemaakt van polyester. Het chassis wordt gevormd door een 'ruggegraat', waarin zich een snel uitwisselbaar accupakket, van 72 Volt bevindt. Copper is erin geslaagd om het totale voertuiggewicht, inclusief de batterij, beneden de 1000 kilogram te houden. De volledig elektronisch geregelde gelijkstroommotor, die via een vaste reductie de voorwielen aandrijft, versnelt het voertuigje van 0 tot 45 km/h in 9 seconden. Door het lage gewicht is in stadsverkeer een actieradius van 100 kilometer haalbaar.

Om in de behoefte van potentiële gebruikers te voorzien proberen diverse firma's met beschikbare technologieën een goedkoop elektrisch voertuig te construeren door ofwel een eenvoudig voertuig te ontwerpen — Sebring Vanguard — ofwel een standaard voertuig van een elektrische aandrijving te voorzien: Jet Industries, South Coast Technology en American Motors.

De belangrijkste gebruiker van dergelijke voertuigen is de US Postal Service, die in 1976 voornamelijk in Southern California 350 door AM gebouwde elektrische bestelauto's in gebruik nam. Onlangs werd door de USPS gepubliceerd, dat de kosten op jaarbasis voor deze bestelwagens 1365 dollar bedragen tegenover 1528 dollar voor de benzine-uitvoering. Dit was aanleiding om bij Comuter Vehicles (Sebring) een order voor 375 nieuwe elektrische voertuigen te plaatsen, die in andere staten zullen worden ingezet.

Bij de postdienst verwacht men in 1985 3000 elektrische voertuigen van verschillend fabrikaat in bedrijf te hebben. Bij diverse andere instellingen en bedrijven zijn vloten van 15 tot 30 elektrische auto's operationeel.

Om op de hoogte te blijven van ontwikkelingen, die voor de elektriciteitsmaatschappijen van belang kunnen zijn, heeft het Electric Power Research Institute (EPRI), dat volledig door de nutsbedrijven wordt gefinancierd, samen met Tennessee Valley Authority een project geïni-



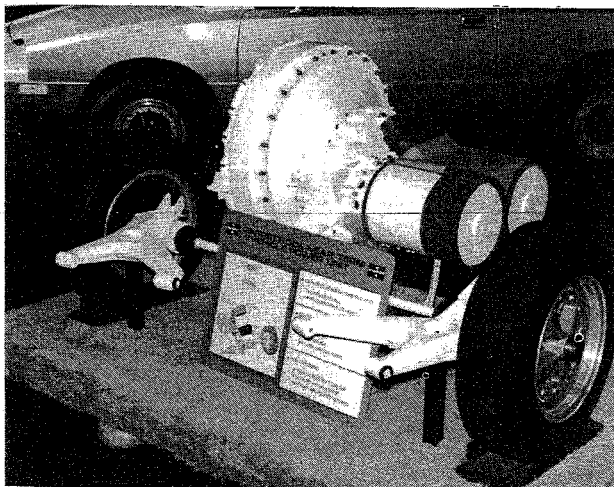
Afb. 6 Electric Runabout

tieerd om verschillende voertuigen te beproeven en te demonstreren.

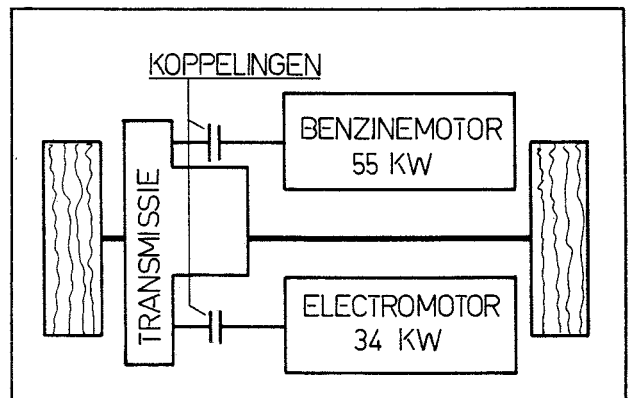
Hybrid Vehicle Program

Om zo onafhankelijk mogelijk te zijn van benzine en toch over een voertuig met goede prestaties en een grote actieradius te kunnen beschikken wordt door General Electric in samenwerking met Volkswagen, TRIAD Services en Globe Union een voertuig met een hybride aandrijfsysteem ontwikkeld. Het betreft een parallel-hybride systeem (afb. 7), waarin de elektromotor en de verbrandingsmotor, afhankelijk van het benodigde vermogen en de ladingstoestand van de accu, al dan niet gezamenlijk vermogen afgeven. De elektromotor wordt voornamelijk bij snelheden tot 50 km/h gebruikt. De benzinemotor wordt voor hogere snelheden ingeschakeld en in situaties, waarin zowel de elektromotor als de verbrandingsmotor vermogen afgeven, wordt de belasting automatisch verdeeld.

De gebruikte verbrandingsmotor is een benzinemotor (fabrikaat Volkswagen) van 55 kW met brandstofinjectie en de elektromotor is een onafhankelijk bekrachtigde gelijkstroommotor (fabrikaat GE) van maximaal 34 kW, waarvan de ankerspanning door een getrapte spanningssturing op 60 of 120 Volt wordt geschakeld en de veldstroom elektronisch wordt geregeld. Deze motoren drijven via koppelingen en een drietraps automatische transmissie het voertuig aan. De voertuigcomputer is verantwoordelijk voor de regeling van de verbrandingsmotor en de elektromotor, de bediening van de koppelingen en



Afb. 5 Vliegwielaandrijving van Garrett AiResearch

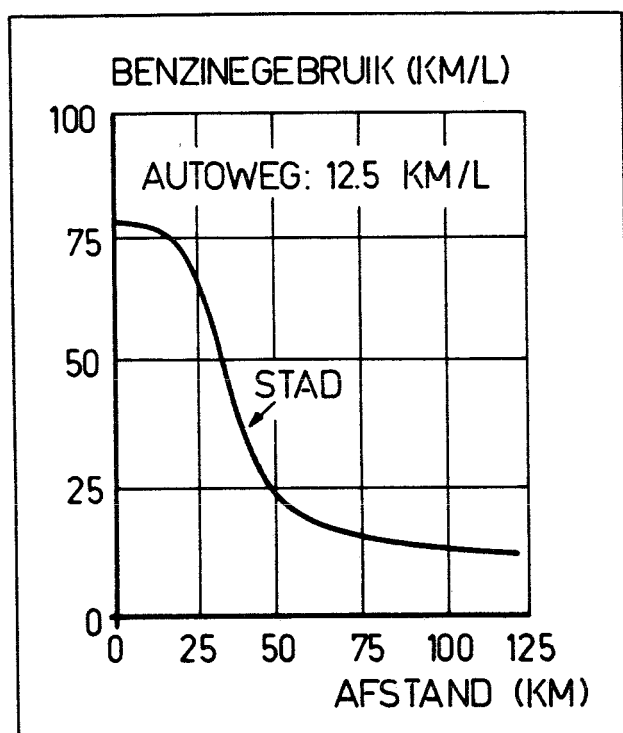


Afb. 7 Aandrijfsysteem van hybride auto (GE)

de transmissie en het opladen van de accu's. De door Globe Union geproduceerde accu's zijn voorzien van een watertoevoerautomaat en door elektrolytcirculatie hebben deze accu's een hoger rendement, een betere energiedichtheid en een betere levensduur.

Afb. 8 toont het verwachte 'benzinegebruik' – niet het energiegebruik – van het voertuig. Het is duidelijk, dat het benzinegebruik van het hybride voertuig sterk afhankelijk is van de dagelijks af te leggen afstand. Voor de gemiddelde Amerikaan zou dit resulteren in een gemiddeld brandstofgebruik van 34 kilometer per liter. Hoewel door het gebruik van een hybride voertuig in 1985 een benzinebesparing van 60% mogelijk zal zijn, blijft het primaire energiegebruik per kilometer van dit voertuig gelijk aan dat van een conventionele personenauto.

Dit jaar nog zullen er twee van deze voertuigen voor DOE-testen aan Jet Propulsion Laboratory worden overgedragen.



Afb. 8 Benzinegebruik van hybride auto (GE)

Samenvatting

In de Verenigde Staten probeert men het gebruik van aardolie, waarvan de beschikbaarheid en de prijs steeds onzekerder worden, te minimaliseren. Voor het transport is dit van bijzonder groot belang, omdat vrijwel alle aandrijvingen volledig op oliederivaten als energiedragers zijn aangewezen. Ondanks het feit, dat de elektrische auto op dit ogenblik nog een aantal nadelen heeft zoals aanpassing van de infrastructuur, een geringe actieradius, een hoog gewicht en hoge aanschaffingskosten, wordt de aandacht steeds meer op elektrisch aangedreven voertuigen gericht.

Deze voertuigen zijn met de bekende bouwstenen uit de automobieltechniek en elektrotechniek te construeren, terwijl het mogelijk is om bij verdere ontwikkelingen uit te gaan van de ervaringen, die in aanverwante technologieën zijn opgedaan. Daardoor ontstaan elektrovoertuigen, die reeds nu zonder beperkingen in het stadsverkeer transport kunnen verzorgen. Voor bepaalde toepassingen is reeds gebleken, dat de bedrijfskosten aantrekkelijk zijn. Om de noodzakelijke fundamentele kennis te verzamelen worden in de VS proeven op grotere schaal, waarin gebruikers en industrie voortdurend samenwerken, gestimuleerd.

Op het gebied van de elektrische energie-opslag is veel ontwikkelingswerk gedaan, hetgeen heeft geresulteerd in redelijk onderhoudsvrije loodaccu's. De energiedichtheid van het te gebruiken opslagsysteem moet echter voor algemene inzetbaarheid van elektrische voertuigen worden vergroot. De nikkel-zink en nikker-ijzer accu's kunnen opvolgers van de loodaccu worden, op voorwaarde dat de produktiekosten worden verlaagd.

LITERATUUR

- [1] N. P. Yao e.a.: DOE's Electric Vehicle Battery Program — Status of Improved Lead-Acid, Nickel/Iron and Nickel/Zinc Battery Developments in 1981. Electric Vehicle Symposium VI, EVC No. 8101.
- [2] A. F. Burke and R. Miersch: Development of a Full-Size, Hybrid (Electric/ICE) Passenger Car. General Electric.
- [3] J. Mader: A Utility Industry Perspective on Electric Vehicles. Electric Power Research Institute.