

Auto & Motor
TECHNIEK

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



Door de van nature al compacte rotatiemotor zo klein mogelijk te houden, en met name bewust af te zien van een omvangrijke turbo-installatie, kon het aggregaat lager en volledig achter de voorwielen geplaatst worden. Dat geeft een laag zwaartepunt en perfecte gewichtsverdeling voor/achter, ten gunste van de wegligging.

Foto's/Tekeningen: Mazda

RX-8 is een waar buitenbeentje

Unicum met rotatiemotor

Zijn sportwagens van nature al exclusief, een vierdeurs coupé is helemaal zeldzaam. In het geval van deze RX-8 ook nog eens 'pillarless' uitgevoerd, zonder B-stijl tussen de portieren. Toch is de sportiefste Mazda pas helemaal uniek door zijn aandrijving, als enige auto met rotatiemotor, net als alle voorgaande RX-en.

Zowel de rotatiemotor als de RX zelf zijn volledig opnieuw ontworpen. Het gaat niet alleen om een verbouwing van twee- naar vierzitter met een aparte vierdeurs toegang. De nieuwe motor is erg compact en kon zowel lager als verder naar achter in de auto worden geplaatst. Heel gunstig voor de gewichtsverdeling, ten gerieve van stuurge drag en wegligging. Het

dashboard schoof over de motor heen naar voren, om zo de cabine te verlengen. Dat vulde Mazda aan met een nieuwe achterwielophanging, de ophanging vooraan werd ook herzien en Mazda koppelde er voor het eerst elektrisch bekrachtigde besturing aan. Daarvoor is alle ruimte, omdat de motor volledig achter de vooras hangt. Niet in het subfra-

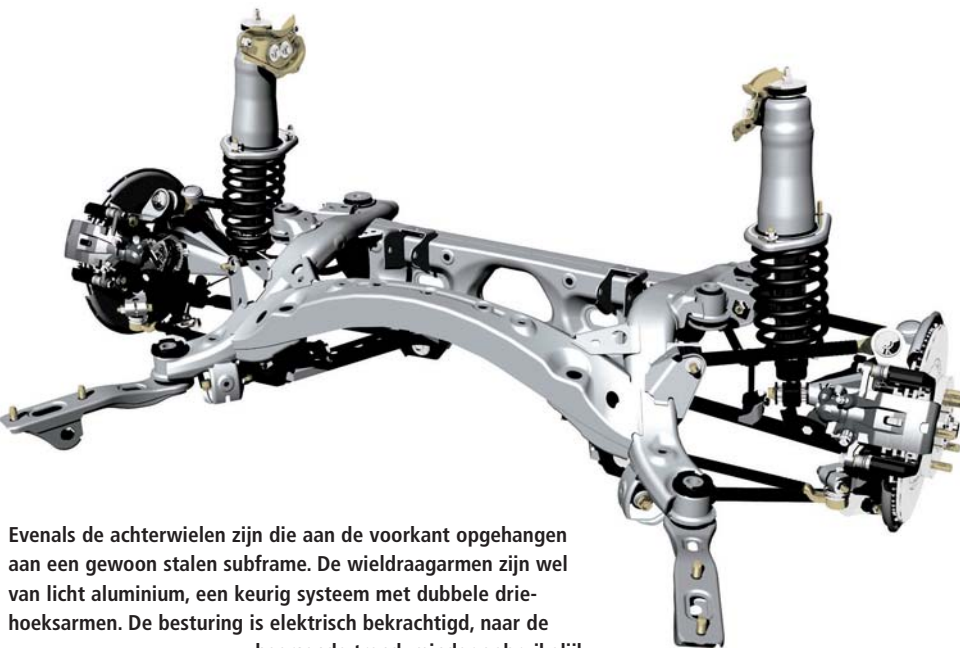
me van de wielophanging, maar in een eigen frame. Voor de sterkste motorvariant maakte men een nieuwe zesbak, de zwakkere versie behoudt de vertrouwde vijfbak.

Sterk materiaal

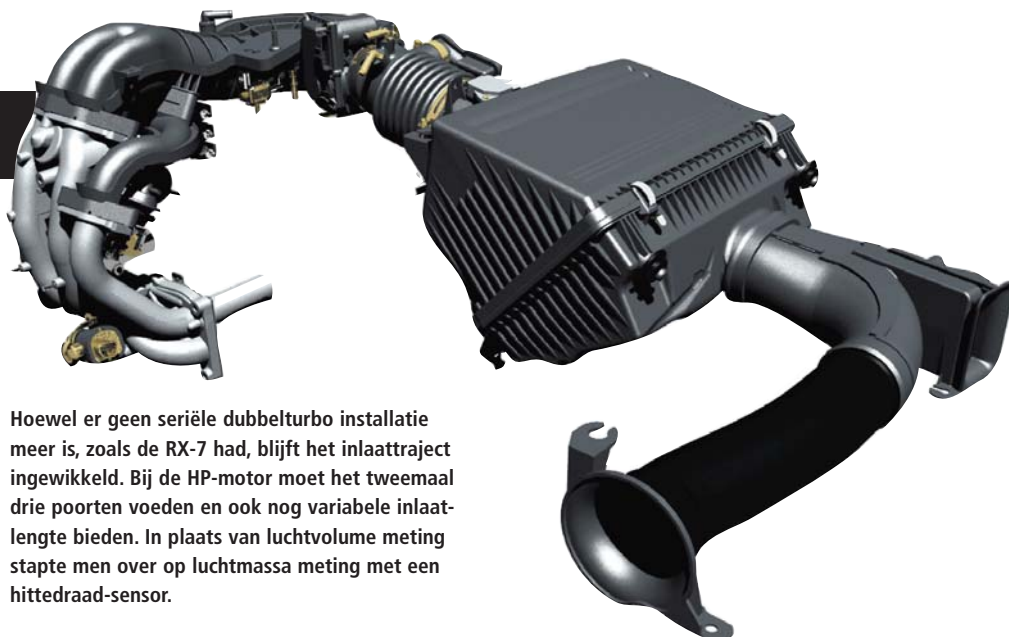
De enorme deuropeningen zonder middenstijl lijken nogal een verzwakking in de carrosserie. Het dragend deel blijkt echter juist bijzonder stijf, alweer mede mogelijk door de compacte motor. Bovenin de middentunnel loopt een versterkingsframe, waarvoor ruimte ontstond doordat de cardanas laag ligt. Dat vult de langsbalken in de vloer aan als de voornaamste stijfheidselementen. Stalen subframes voor de wielophanging vormen stabiele dwarsverbindingen. Verder zijn tussen de chassisbalken dwarsversterkingen aangebracht en een buis tussen de bovenste bevestigingen van de voorvering. De sterke draagconstructie maakte het mogelijk in dunner carrosserieplaatwerk massa te sparen.

Daarnaast zijn motorkap en achterdeuren van aluminium. De RX-8 heeft een cardanas uit composietmateriaal. Die is daardoor zo licht dat geen steunlager nodig is. Ook de voorganger RX-7 had rondom onafhankelijke wielophanging met dubbele draagarmen. Herziening van de ophanging bij de RX-8 maakte veel langere draagarmen mogelijk, die minder dynamische verandering van de wielstand oplevert. Door achteraan over te gaan van dubbele draagarmen naar ruimtelijke geleiding konden draagarmen en bevestigingen zo gekozen worden dat onder belasting geen verandering in

De achterwielophanging is een geheel nieuw ontwikkeld multilink systeem met vijf armen per wiel. De voorganger RX-7 had met dubbele driehoeksarmen en spoorstangen ook al vijf armen per wiel, maar dit is een heel ander systeem. Het zorgt dat er onder belasting altijd koersstabiliserend toespoor aan de achterwielen ontstaat.



Evenals de achterwielen zijn die aan de voorkant opgehangen aan een gewoon stalen subframe. De wieldraagarmen zijn wel van licht aluminium, een keurig systeem met dubbele driehoeksarmen. De besturing is elektrisch bekrachtigd, naar de heersende trend, minder gebruikelijk is dat de bekrachtiging direct om de tandheugel heen gebouwd zit.

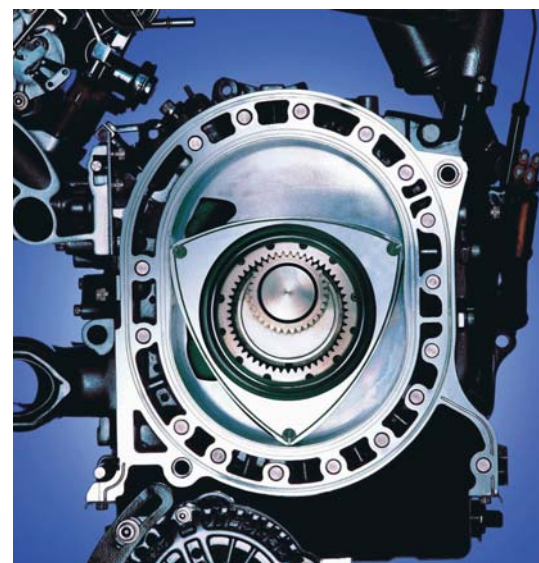


Hoewel er geen seriële dubbelturbo installatie meer is, zoals de RX-7 had, blijft het inlaatraject ingewikkeld. Bij de HP-motor moet het tweemaal drie poorten voeden en ook nog variabele inlaatlengte bieden. In plaats van luchtvolume meting stapte men over op luchtmassa meting met een hittedraad-sensor.

wielvlucht optreedt en toespoor ontstaat. Beide zorgen voor stabiel stuurgedrag zonder plotse linge overgang naar overstuur in grenssituaties.

Uitlaat opzij

Na vele jaren ontwikkeling aan de rotatiemotor begon Mazda weer bijna van voor af aan met de



Een kijkje in de rotatiemotor verradert het geheim van de nieuwe Renesis generatie. In de wand achter de rotor zien we in- en uitlaatpoorten. Voorheen zat de uitlaat in het huis dat om de rotor heen ligt. Een rotatiemotor werkt zuigergestuurd zoals een tweetakt, zijdelingse poorten geven een aanzienlijke verbetering in deze zuigersturing.

Renesis die in de RX-8 huist. Opnieuw moest een flinke stap gezet worden om bekende nadelen van dit motortype te bestrijden, het hoge verbruik en de mede daardoor niet zo schone uitlaatgassen. De RX-8 voldoet aan Euro4-eisen, dankzij ingrijpende motoraanpassingen. De belangrijkste zitten in de gaswisseling. De eerste rotatiemotoren hadden rechte in- en uitlaatpoorten in het huis om de rotor. En ze hadden altijd problemen met de afdichting van de rotor tegen dat huis, gesmeerd door olie in het rotorhuis te injecteren.

Dat gebeurt nu nog, die olie gaat mee in de verbranding en geeft extra uitlaatgasvervuiling. Met weer betere afdichtingen is nu erg weinig smeeroilie nodig, al blijft het méér dan nodig is

voor de bovenste zuigerveer in conventionele motoren (olie die daar ook mee verbrandt). Het is immers een hele opgave in de rotatiemotor: afdichtingen op de zijkant van de rotor schuiven en draaien langs het motordeksel door de rondslingerende rotorbeweging. Afdichtingen op de rotorpunten lopen evenzo afwisselend geduwd en getrokken langs de binnenkant van het rotorhuis. Net als bij ruitenwissers is het kritische moment de omslag tussen duwen en trekken, waar neiging tot schrapen ontstaat dat een ribbelspoor van slijtage achterlaat als de smering tekort schiet.

Hoog verbruik en vuil uitlaatgas ontstonden mede door de grote overlap van in- en uitlaat bij poorten in het rotorhuis, veel uitlaatgas werd de inlaat ingeblazen. Al gauw bracht men daarin verbetering door een zijdelingse inlaat, niet in het rotorhuis maar in het motordeksel. Dat deksel biedt ruimte voor een veel grotere poort, bovendien niet meer geopend en gesloten door de punten van de rotor, maar door diens als een schuifdeur erlangs lopende flank. De grote doorbraak nu is dat ook de uitlaat naar opzij, in het deksel is verplaatst. Dat kon eerder niet, omdat de afdichting van de rotorflank tegen het deksel nog niet bestand was tegen heet uitlaatgas en koolaanslag.

Ongunstige verbranding

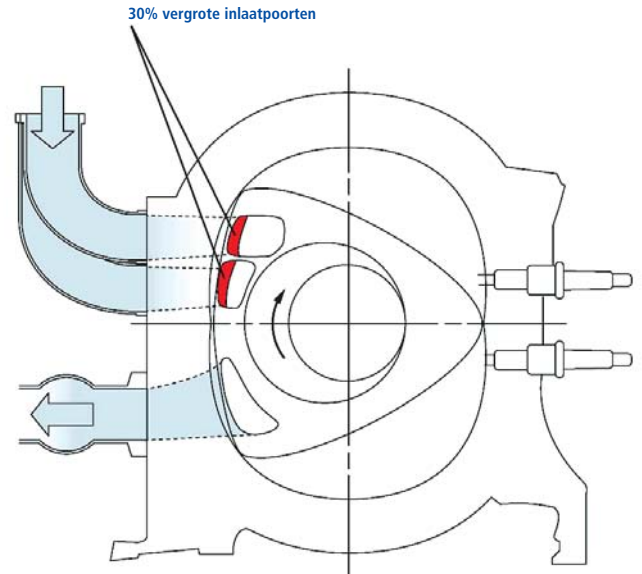
Zijdelingse poorten geven veel meer controle over het openen van in- en uitlaat dan poorten in het rotorhuis, ze kunnen groter zijn, er zijn nu twee uitlaatpoorten. De controle breidt Mazda nog uit door de inlaat ook over twee poorten te verdelen, waarvan er eentje met een klep in de inlaatbuizen dicht blijft bij lage motorbelasting. De HP-motor heeft nog een derde inlaatpoort met klep, die pas bij hoge motorlast opent. Tevens opent dan een klep in de balansleiding tussen de inlaten van voorste en achterste rotor, voor een dynamisch stuwefect dat extra lucht binnenbrengt. Tot slot heeft de HP-motor een tweede, korte aanzuigtuit aan het luchtfilter met alweer een klep die bij hoge belasting opent om het aanzuigtraject te bekorten.

Het ontbreken van kleppen, en de vorm van de verbrandingskamer wekken weinig werveling in de inlaatlucht op voor goede mengselvorming. Daartoe zijn er nu zelfs drie in plaats van twee injectoren per rotor. Bovendien blaast een extra aanzuigleidinkje een luchtstraal langs de injectors. Mazda kon ruimte en gewicht onder de motorkap sparen door geen turbo's meer toe te passen. De RX-7 had nog geen zijdelingse uitlaat, maar wel twee in serie geplaatste turbo's, waarvan één uitschakelbaar. Ze bevorderden de gaswisseling, overdruk in de inlaat beperkt ook de doorstroom van uitlaatgas naar de inlaat. Een nadeel blijft dat de verbrandingskamer een zeer langgerekte vorm heeft. Daarom zijn er twee bougies per rotor, degene die vooraan in de verbrandingskamer zit vonkt wat later om in

Het Wankel principe

Inmiddels als enige autoproducent houdt Mazda vol de rotatiemotor verder te ontwikkelen, begin jaren zestig voor het eerst toegepast als 'Wankel-motor' bij Audi-NSU, en ook door Mercedes-Benz intensief onderzocht. De basisgedachte is dat een motor met alleen draaiende delen ideaal moet zijn, daar zijn doel vrijwel altijd is een draaiende (as) beweging op te wekken. Dan is het niet efficiënt om met een heen en weer gaande zuigerbeweging te beginnen. Zo kwam dr. Felix Wankel erop om op basis van het draaizuigeridee een motor te ontwikkelen, die destijds meteen de interesse van Mazda wekte en daarop parallel in Japan en Europa werd doorontwikkeld. Het blijft lastig te doorzien hoe een min of meer driehoekige 'zuiger' in een ongeveer achtvormig huis rondslingert om een excenteras. Het is niet helemaal waar dat die rotor alleen om zijn middelpunt draait, tegelijk beschrijft dat middelpunt een rondgaande beweging. Dat is de clou, die rondgaande beweging wordt overgebracht op de excenteras. Dat is eigenlijk toch een krukas, waarin de krukken maar weinig buiten de hartlijn van de as liggen. Die as draait driemaal zo snel als de rotor zelf. Tijdens één omwenteling van de rotor beweegt deze tegelijk driemaal heen en weer, waarmee de drie zijden van de rotor elk één keer het aangezogen brandstof/luchtmengsel kunnen comprimeren. De hoekpunten van de rotor glijden altijd over de wand van het rotorhuis, zodat er drie gescheiden compartimenten zijn tussen rotor en huis. Door de beweging van de rotor en de vorm van het huis worden die compartimenten afwisselend groter en kleiner.

het dunne 'staartje' van die kamer de verbranding tijdig op gang te brengen. Voor optimale ontsteking hebben deze bougies nu een zeer dunne massa-elektrode en tevens een dunne punt aan de centrale elektrode. Die punt is nu van iridium in plaats van platina om de levens-



Daarom kunnen ze gebruikt worden voor aanzuigen (groeïend compartiment), comprimeren (krimpend compartiment), verbrandingsarbeid (groeïend compartiment) en uitlaten (krimpend compartiment). Zonder kleppen, net als bij een tweetakt. De compartimenten reizen mee met de rotor, om zo te zeggen. Het is slechts zaak om te zorgen dat een groeïend compartiment langs een inlaatpoort komt, zodra het gaat krimpen afgesloten is en langs een bougie komt, afgesloten blijft terwijl het compartiment tijdens de verbranding weer groeit en dan weer krimpend langs een uitlaatpoort gaat om het verbrandingsgas weg te persen.

Dat geeft theoretisch een mooi simpele motor (geen kleppen en drijfstanden) die nauwelijks trilt (beperkte niet-draaiende beweging van de rotor). Alleen de punten van de rotor, die onder een steeds veranderende hoek langs het huis lopen en daarop goed moeten afdichten, dat is lastig. Evenals de sturing van de gaswisseling, waarbij net als in een zuigergestuurde tweetakt ongewenste overlap tussen in- en uitlaatpoort kan optreden. ●

Deze doorsnede van een rotatiemotor toont hoe bij de RX-8 zijdelingse poorten zijn aangelegd. Te zien is ook hoe de uitlaatpoort nu dicht is, zodat de inlaatpoorten groter konden worden zonder bij het openen te overlappen met de uitlaat. Dat zou wel gebeuren als de uitlaat in de omtrek van het rotorhuis zat, er is nu namelijk nog een doorgang tussen de rotorflank (waarin een uitholling zit) en het huis. Merk op dat er twee bougies zijn, vereist door de erg ongunstige langgerekte verbrandingskamer-vorm.

duur van de bougies te verlengen. Kortom, er moet heel veel moeite in gestoken worden om een volledige en over het hele toereengebied stabiele verbranding te krijgen. ●

Peter Fokker