



## Ford en de gas-stoommachine

De zuinige Henry Ford zocht voor zijn fabriek een heel efficiënte krachtbron want hij had een hekel aan verspilling. Uiteindelijk werd dat werd een combinatie van stoom en gas. Maar laten we eerst eens zien waarvoor al die energie van deze hybride machines nodig was.

### model T

Henry Ford (1863-1947) was dol op techniek en begon zijn loopbaan op 15 jarige leeftijd in een bedrijf waar locomobielen gerepareerd werden. Na een aantal baantjes kwam hij bij het elektriciteitsbedrijf van Thomas Alva Edison. Ondertussen bouwde hij zijn eerste auto's. Zijn eerste autofabriekje ging failliet en hij vertrok uit onvrede bij het volgende. Zijn *Ford Motor Company* uit 1903 werd wel een succes. Hij begon hier met het model "A". Een aantal modellen en prototypes verder was hij in 1908 inmiddels al bij model "T" beland. Dat was een stevige auto die de slechte Amerikaanse wegen uit die tijd kon overleven. De "T" werd in de tweede fabriek van Ford gebouwd, op *Piquet Avenue*. De wagen was betrouwbaar en gemakkelijk te onderhouden, waardoor de vraag toenam.

In 1910 voldeed die fabriek al niet meer, omdat er in dat jaar al bijna 19.000 T-Fords waren gebouwd, wat erg veel was in die tijd.



In een tijd dat een auto slechts binnen bereik van de rijken lag, wilde Ford door massaproductie de prijs verlagen. Dat kon alleen door grote aantallen te bouwen en in 1910 daalde de prijs al van \$ 850,- naar \$ 680,- Die prijsverlaging werd ook mogelijk door het aanbod eenvoudig te houden: er werd slechts één model geproduceerd en dan ook nog alleen in de kleur zwart. Er moest snel een nieuwe en grotere fabriek

komen en dat werd de locatie *Highland Park* in het noorden van Detroit.

Hier werd oktober 1913 de lopende band in gebruik werd genomen. Dat versnelde de assemblage. In 1914 werden er meer dan 248.000 T Fords geproduceerd. In hetzelfde jaar voerde Ford de 8-urige werkdag in en verdubbelde hij de lonen omdat hij er terecht van uit ging dat de arbeidsvreugde aan de lopende band verdwenen was. Het extra geld maakte meer dan goed en stakingen kwamen in die tijd bij niet voor bij Ford. Inmiddels was assemblagetijd van de T Ford teruggebracht van 728 minuten tot nog maar 93. In 1917 kostte een T-Ford nog maar \$ 350. De productie stopte pas in 1927. Er waren toen meer dan 15 miljoen T-Fords geproduceerd...



[De grote elektriciteitscentrale van Ford Highland Park]

## gas

Henry Ford was een groot voorstander van de verbrandingsmotor; dat verklaarde zijn keuzes.

Zijn fabriek moest steeds efficiënter en sneller werken. Daarom werden steeds meer handelingen door machines uitgevoerd en dat kostte ook meer energie. Aanvankelijk werd die energie opgewekt door een viertakt gasmotor van 1500 pk met daaraan gekoppeld een gelijkstroom dynamo van 240 volt. Het gas werd opgewekt in een (zuig)gas generator zoals die ook ooit in het zuiggasgemaal van de Vier Noorder Koggen uit 1907 werd gebruikt, maar dan veel groter. De dynamo leverde de energie voor alle elektromotoren in de fabriek. Voor kleine machines, maar ook voor de grote, zoals persen en slijpmachines voor krukassen. Die zware machines werden nog d.m.v. poelies en riemen aangedreven.

De gasgenerator was wel te vergelijken met een hoogoven. Onderin brandden kolen en bovenin werden de kolen vergast door de hitte van het vuur eronder. Uiteindelijk zakten de uitgegaste kolen naar beneden en leverden vervolgens zelf het vuur voor het proces. De verse kolen werden bovenin via een luchtsluis in de generator gestort. De hele gasgenerator was luchtdicht en het vuur werd versmoord door een stoomstraal, die voorkwam dat de kolen te fel brandden. Het ging dus om een onvolledige verbranding. Op die manier kreeg men gas uit de kolen, zonder dat het cokes werd. De as viel in een bak water waarna het weg geschept kon worden en het gas werd door een *scrubber* geleid om het af te koelen en te wassen. Het residu was een dikke zwarte teer. Het gas was nooit 100% vrij van teer. Al snel kwam er een gasmotor bij van 5000 pk. Die dreef een dynamo van 2500 kilowatt aan, tot dan de grootste die ooit gebouwd was.

## de oorlog van de stromen

De keuze voor gelijkstroom was bijzonder. Rond die tijd was meerfasen wisselstroom al de regel. Toch ligt de keuze voor gelijkstroom voor Henry Ford eigenlijk wel voor de hand. Hij had bij Edison gewerkt en was later goed bevriend met deze uitvinder. Edison was een groot



voorzitter van gelijkstroom. Edisons voormalige assistent Nikola Tesla was een groot voorstander van wisselstroom. Die kon men naar een hogere spanning transformeren zodat de stroomsterkte lager werd. Een zeer goede keuze, want wisselstroom kon men daardoor over grotere afstanden transporteren, met minder verlies.

Edison deed er alles aan om het publiek te waarschuwen voor die gevaarlijke wisselstroom. Om dat te bewijzen liet hij zelfs een olifant elektrocuteren. Natuurlijk wist hij dat Tesla eigenlijk gelijk had, maar er speelden grote financiële belangen voor Edison.

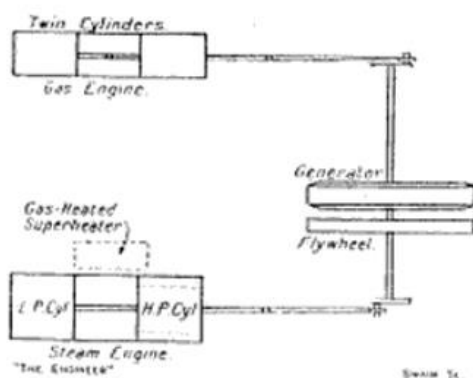
### de gas-stoommachine

Elke beschrijving en elke foto van de Ford fabrieken betreft een momentopname. Twee maanden later kon de situatie alweer veranderd zijn.

Op de voorgrond van deze tekening zien we drie van de negen gas-stoommachines in de nieuwe machinehal, rond 1916. De gasmotor bevindt zich steeds rechts en de stoommachine steeds links. Beide machines drijven één vliegwiel aan met daarnaast een grote platte dynamo. De bezoekers geven een indruk hoe groot die machines waren.



De oorspronkelijke krachtcentrale van Highland Park was door de steeds toenemende vraag naar energie al snel te klein. Het grootste probleem voor de nieuwe centrale vormde een tekort aan leidingwater voor de stoomketels. En stoomturbines waren niet economisch in te zetten omdat er te weinig geschikt koelwater aanwezig was om in de condensoren het hoge vacuüm te creëren dat daarvoor nodig was. Gasmotoren waren om verschillende redenen niet favoriet, vooral vanwege de onregelmatige snelheid en de warmte die zij afgaven. Elektriciteit van buiten was te duur, en bovendien was het wisselspanning. Zijn technici moesten een oplossing zien te vinden volgens Fords regel: *“Never say I can’t, say I’ll try.”* Dat werkte in een omgeving waar eigen initiatief werd aangemoedigd. De oplossing was de gas-stoommachine.





Elke gas-stoommachine bestond uit twee aparte machines en die dreven direct een dynamo aan. Zowel de gasmotor als de stoommachine waren tweecilinder tandem machines, dus twee cilinders achter en de beide zuigers waren met elkaar verbonden door één zuigerstang.

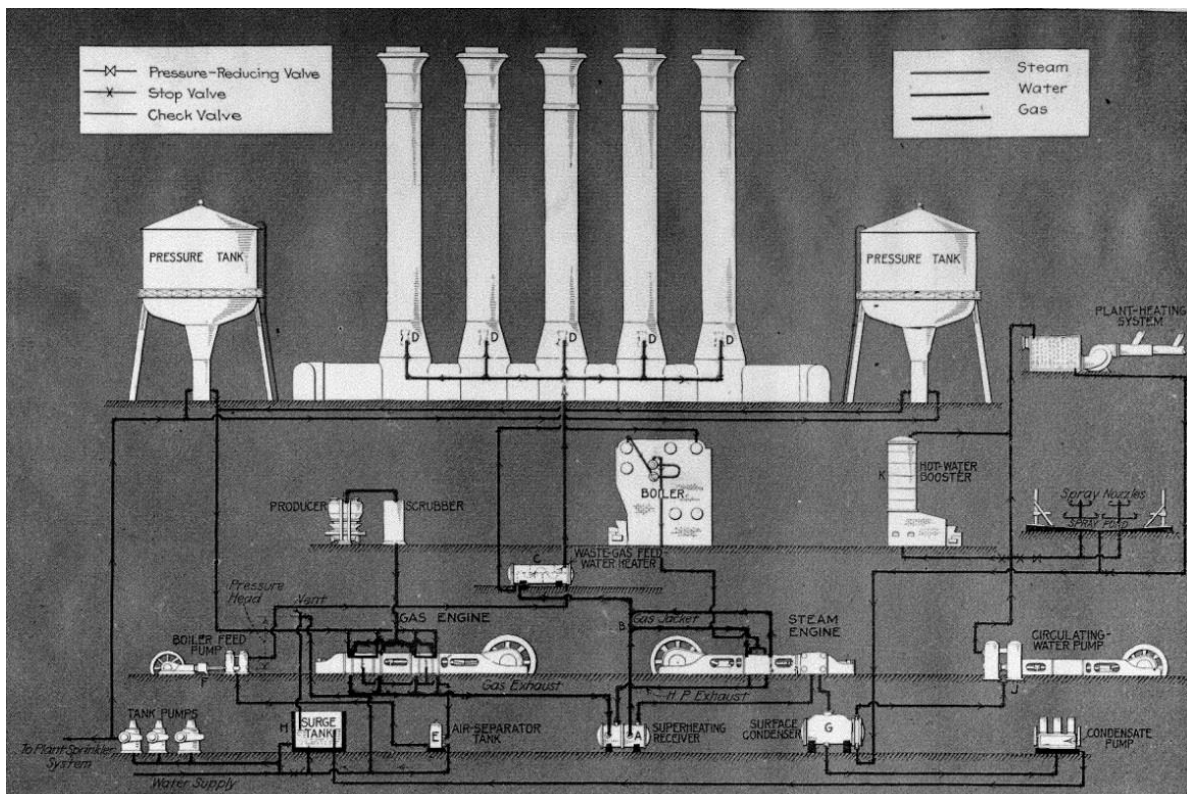
De viertakt gasmotor had twee cilinders die beide dubbelwerkend waren. De boring was 107 cm en de slag 183 cm. Vanwege de dubbele werking werden de zuigers en de zuigerstangen inwendig gekoeld. Dat koelwater werd via twee telescopische buizen aan- en afgevoerd door het kruishoofd, waarna het door de zuigerstang naar de zuigers stroomde en weer terug. Zo was er een constante stroom van water door stang en zuigers. Om "water hammer" te voorkomen werd er lucht aan het koelwater toegevoegd. (De vloeistof schudt namelijk wild heen en weer en dat veroorzaakt klappen. Vergelijk het met een kraan die snel wordt dichtgezet. De luchtbellen vingen dit op.)

De mantels om de cilinders en het uitlaatspruitstuk werden ook gekoeld. De gasmotor had een elektrische ontsteking.

De stoommachine was een tandem compound met eveneens een slag van 183 cm. De 91 cm hogedruk cilinder werkte met kleppen. De lagedruk cilinder met een boring van 183 cm werkte met corliss kranen.

De reguleur op de stoommachine regelde de snelheid op 80 omwentelingen per minuut. Als het toerental boven de 80 kwam, sloot de reguleur de gastoevoer voor de gasmotor af. De stoommachine regelde dus in feite de gasmotor.

Het was oorspronkelijk de bedoeling om het gas-gedeelte voluit te laten lopen omdat dit efficiënter was. De snelheidsregeling en betrouwbaarheid van de stoom-zijde was echter beter. Als de gasmotor uitviel, door problemen met de kwaliteit van het gas of de ontsteking, kon de stoommachine het volle vermogen leveren. Deze omschakeling werkte automatisch.



[het niet zo duidelijke schema van de installatie. Er is hier één installatie getekend met ketel, gasgenerator, machine, enz.]



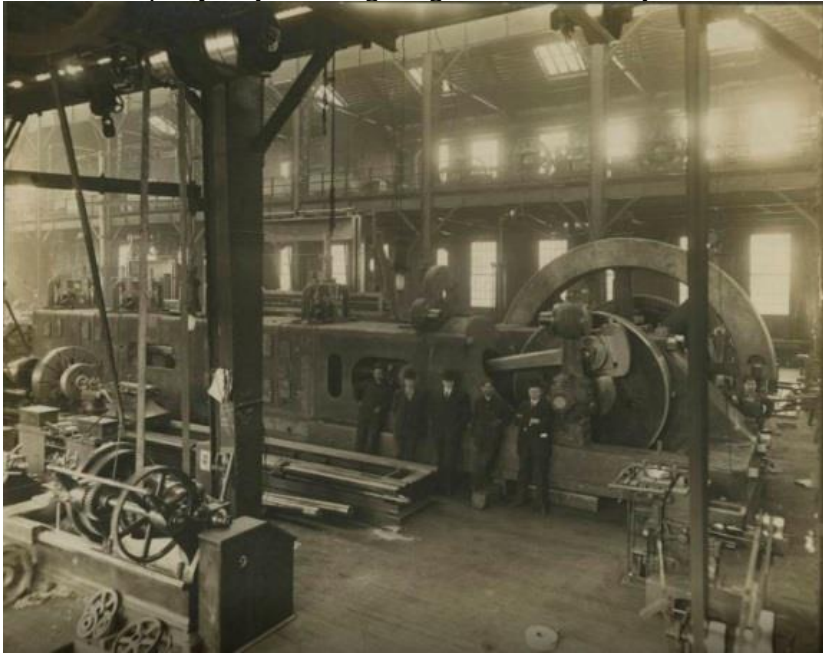
Het was de bedoeling om een enorm efficiënte krachtbron te bouwen die zoveel mogelijk energie uit de brandstof moest halen. Restwarmte werd goed benut. Het uitlaatgas stroomde door een oververhitter en de aldus verhitte stoom werd eerst door de mantels van de stoomcilinders gevoerd.

Het door de gasmotoren opgewarmde koelwater werd als voedingswater voor de ketels gebruikt maar ook in de fabriek zelf, voor verwarming en diverse processen. Dat koelwater was afkomstig van de watermantels om de cilinders, het uitlaatspruitstuk en het inwendige van de zuiger en zuigerstang.

Het koelwater voor het uitlaatspruitstuk, de zuiger en zuigerstang stroomde eerder al door de condensor en was dus opgewarmd. Het koelwater voor de kleppendecksels voerde men af.

### **groot...**

De machines werden in 1915 gebouwd door de *Hoover, Owens, Rentschler Company* uit Hamilton. De bouw duurde een half jaar en het kostte nog eens een half jaar om alles te installeren. William B. Mayo, die de machines ontworpen had, kwam in dienst van de Ford Motor Company. Hij was nog lang verantwoordelijk voor de krachtinstallaties van de fabriek.



[de bouw van de gas-stoommachines bij de Hoover, Owens, Rentschler Co. ]

Het vliegwiel had een diameter van ruim 6 meter bij een gewicht van bijna 100 ton (metrisch). Het kon niet op de gewone manier gegoten worden en men had daarom een vorm bovenop de grond gebouwd. Die bestond uit stalen platen die door bouten met elkaar verbonden waren. De vorm was die van een compleet vliegwiel, maar het gietwerk gebeurde in twee helften. En het gieten moest continue plaatsvinden, zonder tussenpozen. De complete gas-stoommachine had een gewicht van ruim 770 ton.

De stoomketels verbruikten 40 ton kolen per dag. De totale gas consumptie was 62.300 m<sup>3</sup> per dag, genoeg voor een stad van 100.000 inwoners (in 1916...)

Aan het schema te oordelen gebruikte men een waterpijpketel. De oppervlakcondensor zorgde voor een vacuüm van maximaal 27 inch kwik (0,91 bar). De oververhitte stoom had een druk van 12 bar bij een temperatuur van 304 graden.



Elke gas-stoommachine had een breedte van bijna 10 m en een lengte van 22 m.

### efficiëntie

Die wordt in mijn bronnen uit Detroit niet in een percentage van het totale brandstofgebruik genoemd. Aan het schema van de installatie te oordelen werden er zuiggas installaties gebruikt. Dat gas ontstond bij onvolledige verbranding van kolen en leverde een gas op met ongeveer deze samenstelling: 18% waterstof, 25% koolmonoxide, 6% kooldioxide, 50% stikstof en 1% andere gassen. De verbrandingswaarde van het gas was niet zo hoog want stikstof en CO<sup>2</sup> branden niet.

Het rendement van een zuiggasmotor lag “beduidend hoger dan dat van een stoommachine, maar lager dan een dieselmotor”. Dat was mij te vaag, dus volgde een speurtocht op internet. In een tekst van de Newcomen Society werd een voorbeeld gegeven van een Simplex motor die op hoogovengas draaide (2-4% waterstof, ±18% koolmonoxide, 18-20% kooldioxide en 60% stikstof, dus veel slechter dan generatorgas). Die motor leverde gemiddeld 700 ipk. Het thermisch rendement was 30%. Het verlies: 50% van de warmte kwam van de cilinderkoeling en 20% van het uitlaatgas.

Een stoommachine heeft een (theoretisch) thermisch rendement van 14%. Dit geeft enig idee van de totale efficiëntie van de gas-stoommachine.

### dynamo

De dynamo's werden bij *Crocker-Wheeler Company* in Ampere, New Jersey, gebouwd en waren al even indrukwekkend als de gas-stoommachines. De rotor in de dynamo had een



diameter van bijna 5 meter en woog bijna 40 ton. Er zat 3600 kg koper in en ze moesten in delen vervoerd worden i.v.m. het passeren van bruggen en tunnels. De stator met elektromagneten had een nog grotere diameter en moest ook in delen vervaardigd worden. De dynamo was van het compound type, net als die van de lichtmachine in ons museum. Hij leverde ruim 4000 kW bij 240 Volt. Het totaalgewicht van een dynamo bedroeg ruim 61.000 kg. Hij stak 4,5 meter boven de vloer uit en er nog bijna 3,5 meter onder.

Het benodigde schakelpaneel voor de 9 dynamo's was 129 m lang en bestond uit 222 marmeren panelen. De signalen van de machinisten werden via lampjes en bellen weergegeven op het schakelpaneel. De kosten bedroegen toen \$ 400.000. Voor dat geld kon je 1000 T-Fords kopen.

De gas-stoommachines leverden gezamenlijk maximaal 53.000 pk (38.980 kW)

Ondanks dat de gas-stoommachines in kringen van ingenieurs veel stof deden opwaaien vond het voorbeeld van Ford nergens navolging. Ze waren zeer efficiënt maar voor hun opgewekte vermogen enorm groot en de onderhoudskosten waren hoog.

In 1926 was de installatie verouderd en werd er elektriciteit afgenomen uit de elektriciteitscentrale van de nieuwe fabriek bij River Rouge. Die gebruikte stoomturbines en meergefasen wisselstroom generatoren. De gas-stoommachines werden verschroot op een na.



Hans Walrecht



Die werd in 1930 overgebracht naar het *The Henry Ford* museum in Dearborn, westelijk van Detroit. En dit museum heeft mij materiaal ter beschikking gesteld, daterend vanaf 1916. Ze hebben ook nog grote blauwdrukken van de machines. Ik mag ze bekijken als ik eens in de buurt ben...

Er is een filmpje op YouTube waarin Henry Ford in 1919 bezoekers rondleidt:

<https://www.youtube.com/watch?v=JIVEKxKDexU&t=4s>

Hans Walrecht