

## Motoren in het wegverkeer

**Citation for published version (APA):**

Seyffardt, A. L. W. (1957). *Motoren in het wegverkeer*. Technische Hogeschool Eindhoven.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1957

**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](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

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

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# MOTOREN IN HET WEGVERKEER

Ir. A. L. W. SEYFFARDT

# MOTOREN IN HET WEGVERKEER

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING  
VAN HET AMBT VAN BUITENGEWOON HOGLERAAR  
IN DE WERKTUIGBOUWKUNDE  
AAN DE TECHNISCHE HOGESCHOOL  
TE EINDHOVEN  
OP DINSDAG 19 NOVEMBER 1957

DOOR

IR. A. L. W. SEYFFARDT

*Mijne Heren Curatoren,  
Mijne Heren Leden van de Senaat,  
Mijne Heren Adviseurs, Assistenten en Studenten van deze  
Technische Hogeschool en  
Gij allen, die van Uw belangstelling blijik geeft:*

Als onderwerp van mijn toespraak bij de aanvaarding van mijn ambt heb ik gekozen: MOTOREN IN HET WEGVERKEER. Niet alleen heb ik de ontwikkeling daarvan grotendeels van nabij mogen meemaken, doch het geeft bovendien een beeld van enkele zeer uiteenlopende facetten op het gebied van de werktuigbouw. Tot in de eerste wereldoorlog verkeerde de automobiel in het primitieve stadium. Deze periode is gekentekend door vele storingen, zodat bedrijf alleen door ter zake kundigen mogelijk was. Van serie-productie was nog geen sprake, als krachtbron werd uitsluitend de benzinemotor gebruikt. De kenmerken hiervan waren: laag toerental, lage compressieverhouding en dus laag specifiek vermogen. Hoewel de ergste storingsbron van het voertuig stellig de banden waren, stond de motor eveneens in een kwaad daglicht. De storingen kwamen weliswaar hoofdzakelijk op rekening van de hulpaggregaten, de elektrische ontstekingsinstallatie, de carburator en de brandstof toevoer, maar de materialen en constructie van de motordelen zelf moesten ook nog een lange weg van ontwikkeling doormaken, voordat de betrouwbaarheid op het huidige peil zou zijn aangeland. Merkwaardig is hierbij, dat men soms lange tijd sukkelde met betrekkelijk eenvoudige problemen: een voorbeeld daarvan is de brandstof toevoer, uit een lager dan de motor gelegen tank waarbij men gebruik maakte van de druk van de uitlaatgassen. Het heeft vele jaren geduurd eer men van het onbetrouwbare druksysteem, via een opvoerapparaat, het „vacuum” genaamd, hetwelk de berijder op berghellingen onmiddellijk in de steek liet wegens gebrek aan vacuum, op het benzinepompje kwam, zoals we dit thans kennen. Gemakkelijk te begrijpen is, dat men veel moeite had de ontstekingsinstallatie onder de knie te krijgen, de vrij hoge spanning en dus de noodzaak van een goede isolatie, de grote kans op inwerking van vocht, de ongunstige mechanische en

thermische belasting van een onderdeel als de bougie gaven door-slaggevende bezwaren. Het strekt de onderzoekers van die dagen tot eer, dat men er al betrekkelijk vroegtijdig in slaagde de principiële gebreken van de carburator te ontdekken; de daarvoor door Solex gevonden sproeier met toepassing van remlucht wordt nog steeds onveranderd gebruikt.

Tot de meest kwetsbare delen van de motor zelf behoorden de kleppen en de lagers. Dit is niet te verwonderen, daar vooral de uitlaatkleppen in innig contact komen met de hete uitlaatgassen en duizend en meer malen per minuut op de zitting neerdalen; bij de lagers treden stootbelastingen op, terwijl de glijdsnelheden voor die tijd vrij groot waren. Aan pogingen om de kleppen door draaiende of heen en weer bewegende schuiven te vervangen heeft het niet ontbroken; de eerstgenoemde hebben het nooit tot toepassing kunnen brengen, voornamelijk vanwege moeilijkheden met de smering en bij machines met bewegende delen is een goede smering van overwegende betekenis. De vroegere schuivenmotoren hadden dubbele, tussen zuiger en cilinder op en neer bewegende cilindrische schuiven, welke die motoren een faam van geruisloosheid gaven. In de strijd om hogere specifieke vermogens hebben zij het niet kunnen volhouden tegen de kleppenmotoren, wegens de grotere massacrachten en de gebrekkiger warmte-afvoer. Pogingen om deze bezwaren te ondervangen door de dubbele schuif te vervangen door een enkele, welke zowel een heen en weergaande als een draaiende beweging uitvoerde, hebben wel enig resultaat gehad, maar niet van blijvende aard.

Bij de ontwikkelingsgang vanuit deze eerste periode, waarin vaak nog uit constructief oogpunt gezien zeer primitieve oplossingen voorkwamen, werden naast constructieverbeteringen pogingen in het werk gesteld het specifiek vermogen op te voeren. In die tijd werd veel nut ondervonden van de bij races opgedane ervaringen. Tegelijkertijd deed de seriefabricage haar intrede, welke haar speciale eisen ging stellen. Ook begon men meer aandacht te besteden aan de betere bereikbaarheid, zodat reparaties sneller en gemakkelijker konden worden uitgevoerd. Later, toen de gereedschapindustrie een grote variëteit in speciale gereedschappen in de handel bracht en de betrouwbaarheid van de motoren toenam, geraakte deze eis weer meer op de achtergrond.

Voor het verhogen van het vermogen per liter slagvolume staan

2 wegen open, vergroting van het toerental en verhoging van de gemiddelde druk. De warmtebelasting van de motor wordt hierdoor verhoogd, welke voornamelijk haar invloed doet gelden op de zuiger, cilinderkop en kleppen. Ook de massacrachten nemen toe, alsmede de gaskrachten op het drijfwerk. Het spreekt wel haast vanzelf, dat de bestaande motoren niet geschikt waren om aan deze hogere eisen te voldoen. Een eerste stap was vervanging van de tot dusver gebruikelijke gietijzeren zuiger door een van aluminium. Men bereikte hiermee 2 voordelen, betere warmteafvoer door het grotere geleidingsvermogen en geringer gewicht van de heen en weergaande massa's. Aluminium is echter een moeilijk constructiemateriaal, het heeft een betrekkelijk lage vastheid, is zacht en de uitzettingscoëfficiënt is belangrijk groter dan die van ijzer. Het heeft dan ook vele jaren geduurd eer men tot de meest geschikte legering en constructieve vormgeving was gekomen, waarmee de bezwaren waren overwonnen. Een belangrijke factor daarbij was het leren beheersen van het smeerolieverbruik, dat in de orde van  $0,1 \text{ mm}^3$  per cilinder per slag mag zijn, en na een half miljard omwentelingen niet meer dan ca. het drievoud mag bedragen.

Inmiddels waren belangrijke vorderingen gemaakt op het gebied van de gelegerde stalen, zodat beter, meer hittebestendig materiaal voor de kleppen beschikbaar kwam. Verdere verbetering werd bereikt door pantseren van de zittingrand van de klep, het aanbrengen van losse zittingringen in blok of kop en door het toepassen van inrichtingen, die een langzame rotatie gedurende het bedrijf tot stand brengen. Thans bevinden wij ons in het stadium van de geleidelijke invoering van automatische spelingscompensatoren, welke hoofdzakelijk beogen de sluitsnelheid van de klep door de door de constructeur gekozen nokvorm te doen bepalen. Geheel betrouwbaar zijn deze hydraulische inrichtingen met hun kleine spelings- en nauwe toleranties nog niet, voornamelijk doordat vuil in de olie in dit fijne mechaniek gemakkelijk storingen teweeg kan brengen. Ik moge naar aanleiding van dit voorbeeld onder Uw aandacht brengen, dat de details van een constructie even belangrijk zijn als de grote lijn, struikelen doet men echter meestal over de eerste.

De vooruitgang op het gebied van de gelegerde stalen bood de gelegenheid hogere spanningen toe te laten in de andere stalen delen, zoals drijfstangeten, lagerkap- en cilinderkopbouten. De

invoering hiervan bracht echter aan het licht de grotere gevoeligheid voor vermoeiingsverschijnselen, zodat meer aandacht moest worden besteed aan vermindering van spanningsconcentraties, waarbij een voornaam punt is te zorgen voor afrondingsstralen van voldoende grootte, en aan verbetering van de oppervlaktegesteldheid; aan de ingenieur de taak dergelijke begrippen in alle geleidingen van het bedrijf levend te doen worden.

Wil men een even groot vermogen uit een kleine machine krijgen, dan zal de bij de constructie gebruikelijke zekerheidsfactor zo dicht mogelijk bij 1 moeten liggen en meer naar de vermoeiingsgrens dan naar de breukgrens van de materialen moeten worden gekeken. Men is gewoon in die zekerheidsfactor alle onbekende invloeden, waarbij die door onvoldoende nauwkeurige berekening zowel van de optredende spanningen als van de belastingen de voornaamste zijn, samen te vatten. Daaruit volgt, dat hoe onnauwkeuriger men rekent, hoe groter de zekerheidsfactor moet worden gekozen. De berekening is in de meeste praktisch voorkomende gevallen niet exact, zij bevordert echter het inzicht en vergemakkelijkt het kiezen van de juiste richting om verbetering te bereiken. Met berekening alleen komt men er in de regel niet, zij moet worden aangevuld door het experiment. De moeilijkheid van het experiment is hoe dit moet worden ingericht om de praktijkomstandigheden met voldoende nauwkeurigheid na te bootsen. Het is daarbij in de eerste plaats aan de ingenieur om geen enkele factor over het hoofd te zien. Dan blijft echter nog de moeilijkheid, bijv. bij een proef op de vermoeiingsmachine, welke wisselbelasting moet worden aangebracht. Kiest men daarbij de uit de berekening of uit eerder genomen proeven met de motor volgende maximum optredende wisselbelasting, dan wordt de constructie te zwaar, immers deze maximum belasting komt maar weinig frequent voor. Men zal dus eerst in de praktijk een reeks proeven moeten doen en daarbij bepalen, hoe vaak de spanningen van verschillende grootte voorkomen. Dank zij de goede hulpmiddelen als bijv. rekstrookjes-metingen is dit tegenwoordig mogelijk. Het verkregen spectrum wordt nu als programma op de vermoeiingsmachine uitgevoerd. Helemaal is men er dan nog niet, want de bedrijfsomstandigheden bij een automobiel kunnen zeer ver uiteenlopen. Dit beïnvloedt het vorenbedoelde spectrum, zodat de praktijkproef met grote aantallen tenslotte het laatste woord moet hebben.

Naast samenwerking op het gebied van de materiaalkunde, is in de loop van de ontwikkeling van de automobielmotor een nauwe band ontstaan met een andere groep van specialisten, en wel om het verschijnsel van de detonatie onder de knie te krijgen. Het heeft geruime tijd geduurd eer men enigszins begreep wat de oorzaak was. De normale verbranding verloopt, hoewel zeer snel, geleidelijk, het vlamfront plant zich op regelmatige wijze door de verbrandingsruimte voort. Er kunnen zich echter omstandigheden voordoen, dat de verbranding van het laatste deel van de lading met een tientallen malen grotere snelheid plaatsvindt, hetwelk met sterke stoten gepaard gaat. Behalve zware mechanische belasting van de de verbrandingsruimte omsluitende delen, wordt door de heftige gasbeweging de warmteoverdracht op de wanden sterk vergroot, waarvan vooral de zuiger te lijden heeft. Omstreeks 1930 was men nog naarstig aan het zoeken naar een indicateur, welke snelle drukgolven zou kunnen volgen, wat eerst later gelukt is door toepassing van de katodestraaloscillograaf in combinatie met een geschikte drukopnemer, waarbij de ontwikkeling van de laatste vooral veel moeilijkheden heeft gegeven. Het beschikbaar komen van zeer snelle filmcamera's maakte het mogelijk door een venster in de verbrandingsruimte het verloop van de verbranding op de film vast te leggen, waarmee een duidelijk bewijs kon worden geleverd van de juistheid van de veronderstelling, dat op zeker moment tijdens de verbranding het nog onverbrande deel van de lading onder bepaalde omstandigheden tot spontane verbranding kan overgaan. Het verschijnsel bleek sterk afhankelijk te zijn van de constructie van de cilinderkop; aan de onderzoeken op dit gebied is vooral de naam van Ricardo verbonden.

Naast de motorconstructie bleken ook de brandstofeigenschappen van zeer grote invloed te zijn, zodat in Amerika de brandstofmaatschappijen sterk geïnteresseerd raakten in het onderzoek, weldra ook overgenomen in andere landen. Ook in Nederland werden belangrijke bijdragen geleverd, o.a. door Boerlage en Broeze van het toenmalige Proefstation Delft van de Bataafsche Petroleum Mij. Er bleken grote verschillen te bestaan in het gedrag in de motor van benzines afkomstig van verschillende vindplaatsen; ook het gevolgde procédé bij de raffinage speelt een belangrijke rol en bepaalde toevoegingen, als tetra-ethyl-lood onderdrukken detonatieneigingen. Wat hier in een paar woorden



is weergegeven is het resultaat van het onderzoekingswerk van vele jaren en duizenden en duizenden proefstanduren.

Naast de ontwikkeling van de benzinemotoren kwam omstreeks 1930 de dieselmotor als krachtbron naar voren. Hoewel de dieselmotor van grotere afmetingen reeds lang met succes werd toegepast, heeft het geruime tijd geduurd eer een voor automobielen geschikte dieselmotor ontwikkeld was. Hiervoor waren verschillende oorzaken: Het vermogen van een motor van bepaalde afmetingen stijgt met het toerental, dus omgekeerd, wil men naar kleine, voor een auto mobiel bruikbare afmetingen, dan moet het toerental hoog worden gekozen. Bij een personenauto ligt dit dus nog moeilijker dan bij de vrachtauto, daar de afmetingen van een motor voor eerstgenoemde geringer moeten zijn. Het mechanisme van de verbranding in een dieselmotor is een geheel ander dan dat bij de benzinemotor; bij laatstgenoemde worden brandstof en lucht voor het binnenkomen in de motor gemengd en een gedeelte van de vloeibare brandstof verdampt onderweg; bij de dieselmotor echter branden de in de verbrandingsruimte ingespoten vloeistofdruppeltjes zelf, zonder, althans vrijwel zonder, voorafgaande verdamping. Het voornaamste probleem is dan ook ervoor zorg te dragen, dat in de korte voor de verbranding beschikbare tijd elk brandstofdeeltje voldoende met lucht in aanraking komt. Hoe hoger het toerental van de motor, hoe groter de moeilijkheden om aan deze voorwaarde te voldoen, vandaar dat de snellopende dieselmotor langer op zich heeft laten wachten dan zijn grotere, langzaamlopende voorgangers. Ook hier oefenen de brandstofeigenschappen invloed uit op het verloop van de verbranding, zodat hieraan eveneens de nodige aandacht is besteed, hoewel het probleem bij de benzinemotoren moeilijker ligt. Behalve aan de brandstoffen zijn door de oliemaatschappijen vele onderzoekingen gedaan op het gebied van de smeerolie; door ontwikkeling van het raffinageproces en door de dopetechniek is men in staat de eigenschappen vergaand aan de eisen aan te passen.

Het is interessant even stil te staan bij een vergelijking tussen de benzine- en de dieselmotor; de hoofdpunten daarbij zijn de volgende: de compressieverhouding kan en moet bij de dieselmotor belangrijk hoger zijn dan bij de benzinemotor (in ronde cijfers 1 : 15 tegen 1 : 7); dit heeft enerzijds tot gevolg, dat het nuttig effect van de dieselmotor hoger is en dus het specifieke

brandstofverbruik lager, anderzijds, dat de gasdrukken in de dieselmotor hoger zijn en dus de constructie zwaarder en duurder wordt, terwijl de loop ruw is, welk laatste punt vooral voor personenauto's een extra bezwaar is. De brandstofkosten voor het leveren van een bepaalde prestatie worden natuurlijk niet alleen bepaald door het specifieke brandstofverbruik, maar ook door de literprijs. Deze wordt thans echter niet meer hoofdzakelijk bepaald door economische factoren, doch door de belastingpolitiek. Het gevolg hiervan is helaas meestal, dat ontwikkeling in een onnatuurlijke richting plaats vindt.

Bij de ontwikkeling van de dieselmotor moest behalve aan het verbrandingssysteem zelf aan tal van andere punten aandacht worden besteed om tot een goed bruikbare machine te komen. Het brandstof inspuitsysteem is daar een van. De moeilijkheden lagen hierbij meer op het gebied van de fabricage dan op dat van de constructie.

Ook de lagers, de krukashoofdlagers, maar vooral de drijfstanglagers vormden lange tijd een struikelblok. Ging het bij het brandstofinspuitsysteem hoofdzakelijk om verbetering van de fabricagemethoden, bij de lagers was het een zoeken naar een geëigende constructie, aangepast aan de beschikbare materialen en dan tenslotte het vinden van een methode om de gevonden oplossing op een betrouwbare manier in serie te fabriceren. In zekere zin heeft de fabricage het laatste woord, doch als het bereikte resultaat voor de constructeurs niet bevredigend genoeg is, zullen zij niet rusten voor dit wèl is. Om tot een goede oplossing te geraken is een voortdurend overleg tussen de in de diverse sectoren werkende ingenieurs nodig. Het is daarbij van belang goed waar te nemen, teneinde niet tot verkeerde interpretaties te komen; de oorzaak van het falen van een glijdlager kan bijv. gelegen zijn in verkeerde materiaalkeuze van het lager zelf, onvoldoende hechting op de onderlaag, te zacht oppervlak van de as, te slappe as, onvoldoende of te stijve lagerondersteuning, asymmetrische belasting, de olietoevoer op de verkeerde plaats, te geringe warmteafvoer.

Het spreekt vanzelf, dat men veel ervaring moet opdoen om in deze doolhof de juiste richting te kiezen, maar met ervaring moet men toch heel voorzichtig zijn, enerzijds vanwege het gevaar van een zeker conservatisme, anderzijds omdat de opgedane ervaring soms maar schijn is. Is de lagerconstructie niet critisch, dan zal

men verschillende van genoemde factoren kunnen verwaarlozen zonder dat men zich dit bewust is. Men kan het ook anders zeggen: indien men met een constructie geen moeilijkheden ondervindt, zou men kunnen denken, dat men het probleem beheerst. In werkelijkheid is het dan echter vaak zo, dat men er niet alles van weet, wat pas later bij een volgend geval zal blijken. Het is voor een constructeur zeer nuttig zich dit steeds goed bewust te zijn en een critische instelling te behouden. Vergeet men dit, dan kan het gemakkelijk leiden tot verlies van zelfvertrouwen.

In de loop der jaren heeft men het aantal cilinders van 4 zien vergroten op 6, 8 en soms zelfs op 12 en 16. Dit hield verband met de drang het vermogen langs deze weg te verhogen, en tevens de balancering, welke bij de 4 cilindermotor niet bijzonder goed is, te verbeteren en daarmee trillingen in het voertuig te verminderen. Met vergroting van het aantal cilinders, gepaard gaande met het streven naar hogere toerentallen, treedt echter een euvel op, waarvan de oplossing geruime tijd heeft geduurd, namelijk torsietrillingen van de krukas. Tengevolge hiervan kwam, vooral bij de dieselmotoren met hun zwaardere massa's breuk voor. Toen men gevonden had in welke richting men moest zoeken en men meetapparatuur had ontwikkeld om het verschijnsel nader te kunnen bestuderen, stond men voor de opgave een rekenmethode te vinden om zich bij de constructie hiernaar te kunnen richten. Dat was in dit geval uitermate belangrijk, omdat verandering van de krukasafmetingen het gehele motorontwerp ingrijpende veranderingen doet ondergaan, zodat aanpassing van de uitgevoerde machine vaak onmogelijk zal zijn. Daar het probleem te gecompliceerd is voor een praktisch bruikbare exacte oplossing, moest een benaderingsoplossing worden gezocht, ten eerste voor de ligging van de critische toerentallen en ten tweede voor de bepaling van de daarbij optredende materiaalspanningen. Vooral dit laatste was moeilijk, omdat men hiervoor de dempingsfactor moet kennen en men tastte aanvankelijk volkomen in het duister hoe de demping hier werd veroorzaakt. Het gehele probleem werd voor de automobielmotoren aanmerkelijk verzwaard, vergeleken met motoren die met constant toerental werken, doordat in het gehele toerenbereik geen critisch toerental mag voorkomen, dat aanleiding geeft tot ontoelaatbare spanningen. Bovendien is het toerenbereik groot,

zodat men met alleen verlichten van de massa's, vergroten van de asdiameters en verkorten van de lengteafmetingen niet altijd kon uitkomen. Van de ingenieur wordt echter ook voor die gevallen toch een oplossing verlangd en die is dan ook gevonden, namelijk in de vorm van een trillingsdemper. Het heeft geruime tijd geveerd een voldoende betrouwbare demper te construeren en via verschillende niet zeer geslaagde constructies is men gekomen op twee zeer goede dempertypen, het ene werkend met een met het vooreinde van de krukas door middel van rubber verbonden massa, het andere bestaat uit een losse massa, welke in een voor op de krukas bevestigd oliedicht huis is ondergebracht. Als vulling gebruikt men in de regel een siliconenolie, welke een hoge viscositeitsindex heeft, zodat de werking weinig gevoelig is voor temperatuurveranderingen.

In het gegeven overzicht van de ontwikkeling en verhoging van het specifiek vermogen van de automobielmotor zijn nog enkele aspecten niet tot uiting gekomen. Dit is in de eerste plaats het toepassen van drukvulling, d.w.z. het toevoeren van de cilinderlading onder overdruk, verkregen door een compressor, in plaats van het aanzuigen onder atmosferische druk. Hiermee kan een aanmerkelijke verhoging van de gemiddelde druk en daarmee vergroting van het vermogen worden verkregen. Bij de motoren voor andere toepassingsgebieden, welke voor het overgrote deel dieselmotoren zijn, heeft deze methode vrijwel algemeen ingang gevonden, waarbij meestal gebruik wordt gemaakt van een centrifugaal compressor, aangedreven door een door de uitlaatgassen gedreven turbine. Het is niet gemakkelijk geweest een betrouwbaar werkende drukvulgroep te ontwikkelen. Aangezien het toerental van deze aggregaten zeer groot is en de schoepen dus aan hoge centrifugaalkrachten bloot staan, gepaard gaande met hoge temperaturen, terwijl de gasstroming aanleiding geeft tot het in trilling raken van de schoepen. Door samenwerking van constructeur met materiaal-, stromings- en fabricagedeskundigen is ook dit probleem op bevredigende wijze opgelost. Het hoge toerental was mede oorzaak, dat aanvankelijk de meeste moeilijkheden in de praktijk werden ondervonden met de aslagering. Bij de dieselmotoren in het wegverkeer heeft de toepassing van drukvulling nog weinig ingang gevonden.

Gedeeltelijk is dit te verklaren door de grote variatie van motorbelasting en toerental en door de traagheid van de drukvulgroep

bij het optrekken, waardoor deze achterblijft en onvoldoende lucht aanvoert, wat aanleiding geeft tot niet rookloze verbranding in deze in het verkeer vaak voorkomende overgangstoestand. Doer de technische vooruitgang van de drukvulgroep en door juiste aanpassing van de motor kunnen tegenwoordig echter goede resultaten worden bereikt.

Ook bij benzinemotoren heeft het niet ontbroken aan pogingen het vermogen door drukvulling te vergroten. Het proces is er hier echter minder geschikt voor en praktische toepassing is dan ook vrijwel achterwege gebleven.

Een andere mogelijkheid tot het vergroten van het specifiek vermogen is het gebruikmaken van een andere cyclus dan die van de 4-takt motor, waartoe ik mij tot dusver had bepaald. Het 2-takt proces namelijk opent de mogelijkheid van verdubbeling van het aantal werkslagen, de lading en spoeling van de cilinder geschiedt daarbij door middel van een spoelpomp. De geringe toepassing, welke dit schijnbaar aantrekkelijke systeem tot dusver bij de zwaardere motoren in de wegverkeerssector heeft gevonden doet veronderstellen, dat de voordelen in het beschouwde gebied niet opwegen tegen de nadelen.

Het hoofdpunt hierbij is, dat de benodigde luchthoeveelheid bij een 2-takt motor groter is dan bij een 4-takt en de beschikbare spoeltijd aanzienlijk kleiner. Bij gelijke doortocht is de luchtsnelheid bij de eerste dus groter. In aanmerking nemend, dat de druk toeneemt met het kwadraat van de snelheid, en de arbeid met de 3e macht, dan ligt de veronderstelling voor de hand, dat de 2-takt vooral bij hoge toerentallen ongunstiger moet zijn dan de 4-takt voor wat betreft de pompverliezen, hetwelk zich uit in een hoger brandstofverbruik. Daarbij komt, dat de situatie bij deellast nog belangrijk slechter is dan bij vollast. Deze beide factoren, hoog toerental en veel werken bij deellast komen nu juist in het wegverkeer veel voor, en geeft dus een verklaring van het gesignaleerde feit. Bij de benzinemotor komt hier nog bij, dat een deel van de brandstof bij de spoeling verloren gaat, zodat deze in een nog ongunstiger positie verkeert dan de diesel. Toch is het totale aantal 2-taktmotoren in het wegverkeer in ons land veel groter dan het aantal 4-taktmotoren: de kleinste categorie, de bromfietsmotoren behoren namelijk alle, de iets grotere motoren voor motorrijwielen, scooters en lichte automobielen voor een deel tot het 2-takt type. Bij elke technische conceptie moet men

zoeken naar het gunstigste compromis tussen vele factoren, technische en niet technische. De 2-takt motor is daarvan een sterk sprekend voorbeeld: vermogen per liter slagvolume, aantal cilinders, balancering, nuttig effect, brandstof- en smeerolieverbruik, slijtage, onderhoudskosten, lawaai, kostprijs, om enkele factoren te noemen. Bij de kleinste motoren speelt het specifiek vermogen en de prijs de belangrijkste rol, elke poging het brandstofverbruik te verminderen leidt gewoonlijk tot grotere complicatie en dus tot prijsverhoging. Bij de grotere automobielmotoren gaan de nadelen te zwaar wegen en valt het compromis ten gunste van de 4-takt uit.

Tenslotte een enkel woord over de nieuwste ontwikkelingen. Luchtvaart en wegverkeer hebben steeds de bruikbare dingen van elkaar trachten over te nemen; in haar prille jeugd beschikte het wegverkeer over een, zij het primitieve, benzinemotor. Deze werd met heel veel veranderingen door de luchtvaart overgenomen. Het ligt dus wel voor de hand, dat het wegverkeer nu de blik werpt op de gasturbine, welke nog niet zo lang geleden, doch met zoveel succes, zijn intrede in de luchtvaart deed. De omstandigheden op de beide gebieden zijn sterk verschillend, en het spreekt vanzelf, dat de turbine, zoals gebruikt in de luchtvaart, niet zonder meer geschikt is voor de weg. Zonder hierop verder in te gaan, kan worden geconstateerd, dat men op dit gebied in het beproevingsstadium verkeert en dat reeds enige resultaten zijn bereikt. Het attractieve van de turbine voor wegverkeer is, dat principiële de mogelijkheid aanwezig is uit te komen zonder koppeling en gangwissel, al is men thans nog niet zover gevorderd. Een tweede ontwikkeling, voortbouwend op de toepassing van de gasturbine, is de combinatie van deze met de vrije-zuiger motor. De vrije-zuiger motor doet daarbij dienst als producent van hete gassen, welke de turbine aandrijven. Vergelijking van beide principes doet zien, dat men bij de laatstgenoemde de verbrandingskamer en de moeilijke warmtewisselaar weliswaar kwijt is, maar er een tamelijk gecompliceerde en niet van lastige problemen vrij zijnde gasgenerator voor in de plaats heeft gekregen, waartegenover echter staat, dat de turbine onder veel gunstiger omstandigheden werkt.

Geachte toehoorders,

Hoewel de motoren voor het wegverkeer een hoge graad van perfectie hebben bereikt, zal U uit deze beschouwing gebleken

zijn, dat de ontwikkeling nog geenszins tot stilstand is gekomen en er voor U, heren Studenten, nog ruimte genoeg is gelaten om straks aan de verdere vooruitgang mede te werken.

Het zij mij thans vergund, bij de officiële aanvaarding van mijn ambts als buitengewoon hoogleraar aan deze Hogeschool, mijn eerbiedige dank te betuigen aan Hare Majesteit de Koningin voor mijn benoeming.

*Mijne heren Curatoren,*

U dank ik voor het in mij gestelde vertrouwen; ik verzeker U, dat ik mijn uiterste best zal doen mijn taak naar beste kunnen te vervullen. Gij zijt bekend met de bezwaren van het uitoefenen van een dubbele functie, ik meen echter dat daartegenover ook voordelen staan, namelijk de directe binding met de praktijk, zodat ik ernaar zal streven, dat anderzijds de Technische Hogeschool hiervan zoveel mogelijk profijt zal kunnen trekken.

*Mijnheer de Rector Magnificus, Waarde Dorgelo,*

Het is bijna 2 jaar geleden, dat U mij uitnodigde toe te treden tot de kleine groep voortrekkers, die bezig waren met de organisatie van een Tweede Technische Hogeschool en daaraan mede te kunnen werken, mee te denken, zoals U het uitdrukte en met het vooruitzicht later een onderwijstaak op me te nemen in de sector Werktuigbouwkunde, indien de plannen werkelijkheid zouden mogen worden. Ik kan U verzekeren, dat ik dit als een hoge onderscheiding heb opgevat.

*Mijne heren Hoogleraren en Adviseurs,*

Bij een Hogeschool in oprichting is veel werk te doen, ook buiten de eigenlijke onderwijstaak: talloze vergaderingen zijn nodig om het instituut gestalte te geven. Dit brengt het grote voordeel mee, dat er een veelvuldig contact ontstaat, ook met degenen, waarmee men onder normale omstandigheden weinig in aanraking zou komen. Dit heeft ongetwijfeld de goede samenwerking bevorderd en zal in de toekomst zijn vruchten blijven afwerpen. Dit contact heeft mij geleerd, dat opname in Uw midden als een groot voorrecht moet worden beschouwd.

*Mijne heren Hoogleraren der afdeling Werktuigbouwkunde,*

De bijzondere omstandigheden hebben meegebracht, dat ik

geruime tijd als Uw voorzitter werkzaam heb mogen zijn. Voor de medewerking, die ik gedurende die periode, waarin vaak op de kortst denkbare termijn terwille van de voorbereiding van de bouw tot in details uitgewerkte gegevens werden gevraagd, van U mocht ondervinden, zeg ik U hartelijk dank. Dat onze samenwerking ook bij de verdere opbouw een vruchtbare moge zijn.

*Mijn heren Directeuren van Van Doorne's Automobielfabriek en Aanhangwagenfabriek,*

U zeg ik dank voor de gelegenheid, die gij mij geboden hebt deze functie te kunnen aanvaarden; in het bijzonder ook voor de grote mate van bewegingsvrijheid, vooral in het afgelopen jaar, waarbij gij een ruim begrip hebt getoond voor de belangen van de Technische Hogeschool. Ik weet, dat dit bij U voortspruit uit gevoel voor het algemeen Nederlands belang en voor de belangen van de zuidelijke provincies in het bijzonder. Het is U nooit teveel daaraan Uw medewerking te verlenen. Nogmaals hiervoor mijn hartelijke dank.

*Mijnheer de Secretaris der Technische Hogeschool, Waarde Wijffels,*

Dat ik tot U afzonderlijk een woord van dank richt, komt een-deels voort uit de bijzondere omstandigheden in de opbouwperiode van deze Hogeschool, anderdeels door Uw onvermoeibare ijver, uitgebreide kennis van zaken en Uw grote bereidwilligheid anderen daarmee behulpzaam te zijn. Daarvoor mijn bijzondere dank.

*Mijne Heren Leden van de zustersafdeling van de Technische Hogeschool te Delft,*

Met velen van U, waaronder zowel leermeesters als studiegenoten van mij zijn, mocht ik ook in deze nieuwe functie nader in contact komen. Uw grote bereidheid tot het geven van inlichtingen, welke voor de opbouw van deze Hogeschool zo waardevol zijn, heb ik op hoge prijs gesteld.

*Mijne Heren Leden van de Wetenschappelijke Staf en Dames en Heren van het overige personeel,*

De dagen van de Aalsterweg liggen mij nog vers in het geheugen, van de mannen van het eerste uur heb ik veel medewerking ondervonden, ik heb hen zien zwoegen om de soms zeer grote hoeveel-



heid werk op tijd gereed te hebben. Dit gelukte niet alleen telkens weer, maar zelfs op een ongelegen ogenblik kon er nog altijd iets bij. Daarvoor zeg ik U bijzonder dank. Nu Uw aantal is uitgebreid, hoop ik met U allen ook verder goed te mogen samenwerken.

*Mijne Heren Studenten,*

Gij zijt in de bevoorrechte positie aan een Hogeschool te kunnen studeren, gebruik de tijd goed om kennis te vergaren en Uw persoon te ontwikkelen. Bedenkt daarbij, dat de tijd snel gaat. In mijn betoog hebt U kunnen beluisteren, dat alle problemen nog niet toegankelijk zijn voor een theoretische oplossing, anderzijds kan men zonder kennis van de theorie geen oplossing vinden, er is al veel gewonnen als zij slechts de richting kan aangeven waarin moet worden gezocht. Daarbij dient echter te worden bedacht, dat wat vandaag niet is, morgen kan komen. Derhalve is het van het grootste belang, dat bij U een goede grondslag wordt gelegd van fundamentele vakken; het gaat daarbij meer om het inzicht dan om feitenkennis. Wilt U echter een goed werktuigkundig ingenieur worden, dan dient men daarnaast gevoel te hebben voor de praktische kanten van het vak, mede omdat in het bedrijf de tijdsfactor een belangrijke rol speelt.

Ik hoop ertoe te mogen bijdragen, dat beide aspecten tot uiting zullen komen.