

Techniek : 12 1/2 jaar vervoer(ing)

Citation for published version (APA):

Koumans, W. A. (1984). *Techniek : 12 1/2 jaar vervoer(ing)*. Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1984

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.

Techniek:
12½ jaar vervoer(ing)

prof.ir. W.A. Koumans

Techniek: 12¹/₂ jaar vervoer(ing)

Afscheidscollege op 21 december 1984 van

prof.ir. W.A. Koumans

buitengewoon hoogleraar in de Vervoerstechniek
aan de afdeling der Werktuigbouwkunde
van de Technische Hogeschool Eindhoven.

Dames en heren leden van de gemeenschap van deze Technische Hogeschool en dames en heren die deze gemeenschap de eer bewijzen, haar gasten te willen zijn.

Wie 's-morgens wakker wordt, de wekker afzet, laken en dekens van zich afslaat, zijn pantoffels aantrekt, naar de badkamer gaat, de lichtknop omdraait, zijn pyama uittrekt, de kraan opendraait, de zeep pakt om zich te wassen, zich met een handdoek afdroogt en zijn kleren aantrekt, vervolgens de theeketel gaat vullen in de keuken en hem op het fornuis zet, brood snijdt en op tafel zet en nadat hij de theepot heeft gevuld op zijn stoel gaat zitten en mes en vork ter hand neemt om te gaan ontbijten, realiseert zich waarschijnlijk niet dagelijks dat geen enkele van de zaken, die tot nu toe in deze lange zin zijn aangeduid met zelfstandige naamwoorden, in de vrije natuur te vinden is.

Voor vrijwel iedere tijdspanne in een mensenleven kan een beschrijving met dezelfde afloop worden opgesteld. De conclusie is onvermijdelijk: ons dagelijkse leven is doorweven van techniek, van de kleinste tot de grootste handelingen. Zonder technische, door menselijk denken en handelen en met inzet van veel wetenschappelijke kennis tot stand gekomen producten kunnen wij nauwelijks meer leven: kijkt U maar eens naar de geraffineerde, technische producten die een trekker met zich meevoert, die 's zomers zogenaamd primitief gaat kamperen om eens even te ontsnappen aan de druk van onze 'informatie-maatschappij'.

Deze afhankelijkheid van de techniek wordt door wie zich er voor het eerst van bewust wordt veelal als een dreiging ervaren. Wij willen niet afhankelijk zijn van iets waar wij niet buiten kunnen. Het in recente jaren gangbare doemdenken berust ten dele op de hierdoor veroorzaakte gevoelens van onmacht. Toch is daarvoor geen reden: ook de natuurlijke 'elementen' zoals water, vuur, lucht en voedsel zijn voor ons bestaan onmisbaar, maar teveel of te weinig ervan kan fataal zijn. Wij zijn het meestal zelf die daarvoor verantwoordelijk zijn, niet het feit dat zij ons gegeven zijn. Het is met de techniek niet anders: wij gebruiken haar zelf ten goede of ten kwade. Als het ergens aan ontbreekt is het dat wij verkeerd, te laat of - nog erger - niet beslissen wat wij er mee willen doen. Net als in het zo juist gebruikte voorbeeld: de bruikbare aardoppervlakte kan met de moderne techniek tenminste tweemaal de huidige wereldbevolking voeden. Dat er voedseltekorten zijn is uitsluitend het

gevolg van ons gezamenlijke onvermogen om ons zo te organiseren dat wij allen verstandig samenwerken. Verdelen wij de mensen - naar analogie van het in Engeland gemaakte onderscheid in 'literate' en 'numerate' - in geletterden en technici ofwel 'genummerden', of, in goed Nederlands, in alfa's plus gamma's versus beta's, dan doet zich het merkwaardige verschijnsel voor dat de technici zich zouden schamen om niet een beetje thuis te zijn in de wereld der geletterden en hun overwegingen te begrijpen, terwijl de geletterden zich vaak afzetten tegen de techniek en er soms zelfs trots op zijn dat zij daar niets van begrijpen. Pas als zij daarmee ophouden zullen zij weten wat zij doen als wij gezamenlijk de toekomst bepalen en richting geven aan het gebruik van de techniek. Het is mijn bedoeling U vandaag te laten zien dat er desondanks in mijn vakgebied in een aantal opzichten sprake is van vooruitgang en van een ontwikkeling naar een techniek die op vriendelijkere wijze aan onze behoeften voldoet. Daarbij zal ik enige aandacht schenken aan de Nederlandse en de Eindhovense bijdragen daaraan, vervolgens iets zeggen over de omgeving waarin ik twaalf en een half jaar heb mogen werken en U tenslotte een paar gedachten aanbieden over onze toekomst en die van het universitaire onderwijs.

Dames en heren,

Ik citeer Dr. P.B.R. de Geus in zijn artikel 'Een maritieme strategie voor Nederland', verschenen in het Marineblad van november 1984: 'De industrie ontwikkelt zich bij de zeehavens, de stapelplaatsen voor grondstoffen en halffabrikaten. De rijke keus uit transportmogelijkheden, vooral goedkoop vervoer over water, levert de industrie een comparatief voordeel op. Zo was dus door de eeuwen heen de Nederlandse welvaart gegrond op zeevaart en handel, die logisch voortvloeien uit de geografische ligging, waar brede verkeersstromen de megalopolis van N.W.Europa verbinden met andere bevolkingsconcentraties in de wereld. Die ligging is een vast gegeven, de koopkrachtige miljoenenbevolking binnen een straal van 500 kilometer evenzeer. Daarom zal transport, met alles wat daar aan vast zit, van nature een pijler blijven onder onze economie.'

Korter en duidelijker kan het niet worden gezegd; als U bij transport niet alleen aan zee- en binnenvaart maar ook aan vervoer over land denkt, is het beeld compleet.

Het transport in Nederland biedt werk aan meer dan 600.000 mensen.

Vijftig procent van deze arbeidsplaatsen zijn te vinden in de bedrijfstak transport-, opslag- en communicatiebedrijven en de andere helft in bedrijfstakken zoals productie en onderhoud van voertuigen, de voorziening met brandstoffen en smeermiddelen, wegen- en bruggenbouw, rij-instruكتeurs en dergelijke. Het transport in zijn geheel genomen biedt dan ook meer arbeidsplaatsen dan bijvoorbeeld de metaal-, chemische en elektro-technische industrie tezamen. Let wel, delen daarvan worden in mijn definitie van de bedrijfstak transport meegenomen.

Het transport levert 7,5 procent van het nationale inkomen en verricht 11,5 procent van de investeringen van het bedrijfsleven. Ruim 40 procent van de transport-omzet heeft betrekking op export, zeg 10 miljard gulden, en de netto bijdrage aan de betalingsbalans is bijna de helft daarvan. DAF Trucks, Volvo Car, BOVA, Smulders Systems en Vialle Autogas, bedrijven waarmee onze vakgroep nauw samenwerkt, hebben tezamen een jaaromzet van meer dan drie miljard gulden.

Toen ik hier op 6 april 1973 voor u stond, heb ik in mijn intreerede gewezen op de tragische aspecten van het toen bij sommige politieke partijen gangbare anti-auto-denken. Kunstmatige belemmeringen en kostprijs-verhogingen van het auto-gebruik kunnen er slechts toe leiden dat de mobiliteitsdroom van het derde deel van onze huishoudens dat nog geen auto bezit, bijvoorbeeld om financiële reden, niet in vervulling kan gaan. Ik heb toen gezegd dat deze belemmeringen ook niet nodig zijn en met een figuur, ontleend aan onderzoek van de autojournalist Sicco de Jong, laten zien dat de groei van het autobezit na het overschrijden van een bepaalde drempel op voorspelbare wijze verloopt, totdat een evenwichtstoestand is bereikt. Met het in die tijd van Meadows' rapport aan de Club van Rome gebruikelijk geworden exponentiële-groei-denken voorzagen politici op basis van de groei van ons autopark van een half miljoen in 1960 naar twee-en-een-half miljoen in 1970 een doorgaande aanwas met 17,5 procent per jaar. Dan hadden wij er in 1980 al twaalf-en-een-half miljoen gehad. Ik kan U nu met feiten gerustellen, zoals uit figuur 1 blijkt.

Afgezien van achterblijvende verkopen na de eerste oliecrisis en in het economisch slechte jaar 1983 vertoont de aanwas van het Nederlandse autopark hetzelfde patroon als in de vroegere figuur werd voorspeld, en geen exponentiële kromme. Stabilisatie mag worden verwacht op een niveau rond de zeven miljoen, na de eeuwwisseling.

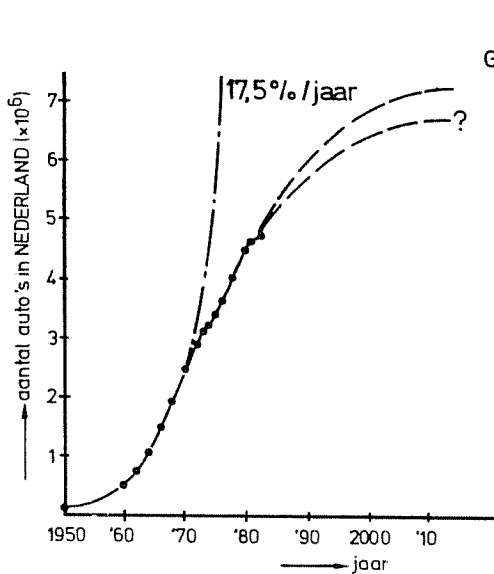


Fig 1

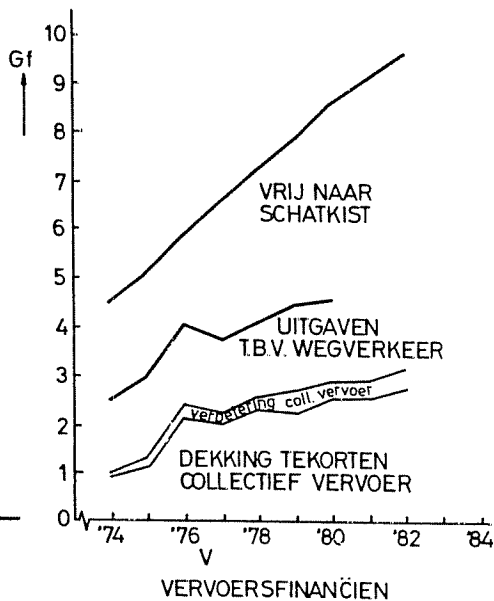


Fig 2

Dat de overheid goed af is met het wegverkeer, toonde ik U toen al met een figuur: de uitgaven ten behoeve van het verkeer zijn veel kleiner dan de belastingopbrengsten ervan.

Uit de volgende figuur, ontleend aan de successieve Rijksbegrotingen nadien, kunt U zien hoe deze verhoudingen zich ontwikkeld hebben.

Figuur 3 geeft U een indruk van het deel van de Rijksbegroting dat aan wegeaanleg wordt besteed in een aantal landen, vergeleken met de autodichtheid in die landen. U ziet het, de Nederlandse overheid kan de auto evenmin missen als U en ik. Eerlijkheidshalve moet ik U er op wijzen dat de veel meer in hun wegennet investerende landen meestal ook grotere afstanden te overbruggen hebben.

Nu dus vastgesteld is dat het gebruiken van Uw auto niet alleen Uw eigen belang dient, maar ook een sociaal doel (dankzij de fiscale overschotten) kunnen wij met een gerust hart aandacht besteden aan de ontwikkeling van het wegtransport en zijn voertuigen. Van de bijna 140 miljard kilometer waarover wij ons in 1983 gezamenlijk hebben verplaatst, anders dan te voet, kwamen er 118 tot stand met privé-vervoermiddelen en daarvan weer 105 met de auto, de rest vooral met de fiets. Het collectieve

vervoer nam 20 miljard reizigerskilometers voor zijn rekening, waarvan bijna de helft per trein. Zes van elke zeven kilometers verplaatsen wij ons dus met onze eigen vervoermiddelen.

Van het binnenlandse goederenvervoer gaat vijf-zesde over de weg (in vervoerd tonnage), van het grensoverschrijdende eveneens indien men het vervoer te water en per pijpleiding niet rekt. Die zijn tezamen echter ruim zevenmaal zo groot. Dat Nederland een bloeiende en - tegenwoordig is dat bijzonder - groeiende wegvoertuigen-producerende industrie heeft past geheel in dit beeld.

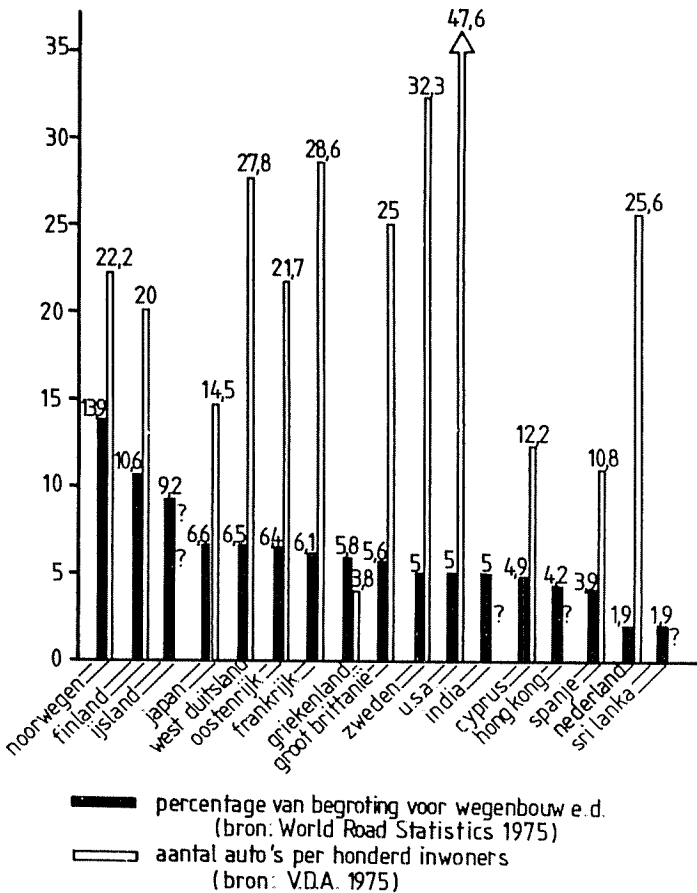


Fig. 3

Dames en heren,

Na de tweede wereldoorlog waren de Amerikaanse en Britse autofabrikanten het eerst weer op de markt met vooroorlogse personenauto's die een face-lift hadden ondergaan. De eerste moderne ontwerpen waren in 1949 in productie op het Europese continent. Om binnen kleine afmetingen een redelijke zitruimte te kunnen bieden, hadden zij de motor achterin, die ook de achterwielen aandreef; men denke aan de Volkswagen 'kever' en de 4-CV Renault. In dat jaar produceerde DAF de eerste geheel Nederlandse vrachtauto's, tien jaar later bracht Huub van Doorne de eerste DAF personenauto met de revolutionaire continu-variabele transmissie op de markt, die voortleeft in de Nederlandse Volvo-producten.

Nu hebben wij in Nederland DAF Trucks als internationaal gerespecteerde fabrikant van vrachtauto's, bussen en militaire voertuigen, Volvo Car als even gerespecteerde producent van zeer moderne personenauto's, BOVA, Hainje en den Oudsten als grote bussenbouwers met soms zeer geavanceerde producten, een handvol fabrikanten van specialistische opleggers en aanhangwagens, vele kleinere bus- en vrachtauto-carrosseriebouwers, de bandenfabriek Vredestein, de schokdemperfabrikant KONI en enkele bedrijven die LPG-apparatuur vervaardigen welke volstrekt vooraan staan in de wereld. Wij mogen daar met zijn allen gerust trots op zijn.

Hoe waren de auto's nu in 1949? Als U in die tijd met de auto op reis ging naar bijvoorbeeld Portugal en zich hield aan de onderhoudsvoorschriften van de fabrikant, moest U in Parijs en Bordeaux naar een garage gaan voor een smeerbeurt, waarbij twaalf tot twintig smeernippels vol vet gepompt werden en de motorolie werd bijgevuld. In Madrid moest de auto dan echt een dagje naar de garage voor een grote beurt met het vervangen of bijstellen van bougies, contactpunten en remmen, het luchtfilter schoonmaken, olie verversen, opnieuw doorsmeren enzovoort. U kon dan meteen boeken voor eenzelfde behandeling op de terugreis. In Lissabon en misschien onderweg waren dan nog 1 of meer smeerbeurten nodig. Haalde U met goed en regelmatig onderhoud 80.000 kilometer zonder motorrevisie, dan was U niet ontevreden en honderd kilometer per uur was een flinke snelheid.

Tegenwoordig is onderhoud nodig na elke 10.000 of 20.000 kilometer, 150 kilometer per uur is een normale topsnelheid en 150.000 kilometer een gewone levensduur voor de motor als U

niet bijna alleen korte afstanden rijdt. Het brandstofverbruik is van 1 op 6 à 1 op 10 gedaald tot 1 op 10 à 1 op 18 voor middelgrote en kleine auto's, het comfort en de wegligging zijn sterk verbeterd, evenals de veiligheid, en het geluidsniveau is opvallend verlaagd, binnen en buiten de auto, net als de snelheid waarmee hij roest. Bovendien is de hoeveelheid koolmonoxide en onverbrande koolwaterstoffen die onze voertuigen in de atmosfeer brengen tot enkele procenten gereduceerd en wij staan op de drempel van nieuwe overheidsmaatregelen die de hoeveelheid stikstofoxiden in het uitlaatgas willen terugdringen omdat deze voor ongeveer een tiende deel van de luchtverzuuring (dus 'zure regen') in West-Europa verantwoordelijk zijn.

Het merkwaardige is nu dat het overgrote deel van de hier genoemde vooruitgang in de laatste tien tot vijftien jaar is geboekt, samenvallend met de periode waarop ik vandaag terugzie. De in 1973 tot het viervoud opgelopen aardolieprijs - die in 1978 tot het vijftienvoud van het oorspronkelijke niveau steeg - en het besef van de eindigheid van onze grondstoffenvoorraden maakten vooruitgang in zuinigheid en levensduur van wegvoertuigen nodig, de Amerikaanse en Japanse aandacht voor de uitlaat-emissies na spectaculaire luchtvervuilingsproblemen in Los Angeles, San Francisco, New York en Tokio zorgde voor de vooruitgang op dit gebied en het drastisch toegenomen loonniveau maakte een reductie van de onderhoudsbehoefte tot een sterk verkoopargument. Dit alles is bereikt door een combinatie van techniek en ondernemerschap, waarbij de auto-industrieën naast hun eigen ontwikkelingsresultaten ook die van het technisch-wetenschappelijke onderzoek aan universiteiten en hogescholen en in research-instellingen, op veel grotere schaal dan ooit tevoren, in hun producten en productiemethoden verwerkten. Daarbij kwam de opkomst van nieuwe materialen, bijvoorbeeld met lange levensduur onder sterk slijtende omstandigheden, of die langdurige opsluiting van een smeermiddel in een lager mogelijk maakten, plus de introductie van uitgekiende onderhoudssystemen.

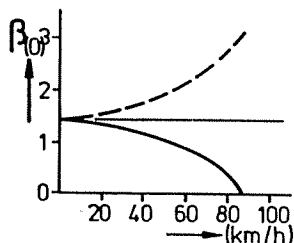
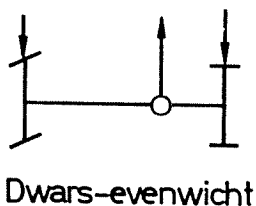
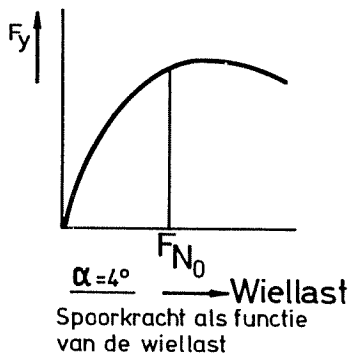
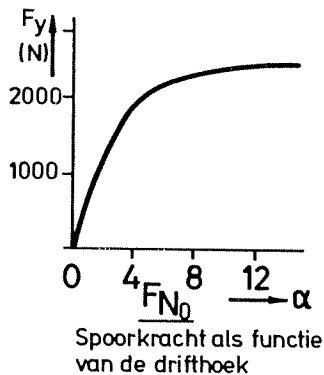
Een merkwaardige doorbraak werd al wat eerder bereikt met de introductie door de British Motor Corporation van de door Alec Issigonis ontworpen 'Mini', een 3,05 meter lang autootje waarin vier volwassen personen met wat bagage plaats konden vinden. Dankzij de dwars voorin geplaatste motor was ruim 80 procent van de lengte van deze auto beschikbaar voor nuttige ruimte.

Daarmee begon de zegetocht van de kleine - en nu ook middelgrote - auto's met voorwielaandrijving en dwars voorin geplaatste motor. Alleen bij grote of zeer snelle autotypen maakt een nieuw model met afwijkende constructie (zoals: motor voorin, die de achterwielen aandrijft) nu nog een kans. Al spoedig bleek dat de ver voorwaartse ligging van het zwaartepunt een ongekende koersstabiliteit tot gevolg had, zonder dat dit ten koste hoefde te gaan van de manoeuvreerbaarheid. Het aantal verkeersongelukken door het bekende 'de macht over het stuur verliezen' is sindsdien tot een kleine fractie teruggelopen.

Eigenlijk is het nog merkwaardiger dat het tot in de jaren zeventig heeft geduurd voordat het grote stabiliteitsverschil tussen auto's met de motor achterin en met de motor voorin alom begrepen werd. Het is mede te danken aan het pionierswerk van mijn Delfse collega's prof.ir. H.C.A. van Eldik Thieme en prof.dr.ir. H.B. Pacejka dat de voertuigdynamica thans een sluitende verklaring kan geven.

Zij toonden aan dat, als een autoband wordt belast met een kracht dwars op de rijrichting, bijvoorbeeld door de wind of door de centrifugaalkracht die in een bocht optreedt, die band enigszins opzij wegrolt in de richting van de kracht. Daardoor wekt hij een reactiekracht op, de spoorkracht genoemd, die de versturende kracht compenseert en daardoor het voertuig in zijn spoor houdt. De hoek waaronder de band zich zijdelings verplaatst ten opzichte van zijn eigen langsvlak noemen wij de drifthoek α . Linksboven in figuur 4 kunt U zien dat de spoorkracht F_y toeneemt als de drifthoek groter wordt, tot een maximale waarde die overeenkomt met de wrijvingscoëfficiënt van de band op de weg, vermenigvuldigd met de wiellast F_n (de kracht die de band op de weg uitoefent om de auto te dragen).

Helaas is de door de band geleverde spoorkracht voor een bepaalde drifthoek niet evenredig met de wiellast, zoals U rechtsboven kunt zien. Bij zwaardere belasting van de band neemt de spoorkracht niet meer toe, bij overbelasting zelfs af. Beschouwen wij nu een auto die een boog rijdt. Als het zwaartepunt zoals in het schema linksonder dicht bij de achteras ligt, moeten de achterwielen het grootste deel van het gewicht dragen. Zij zijn dus zwaar belast. Maar in een bocht grijpt de middelpuntvliegende kracht eveneens in het zwaartepunt van de auto aan en de achterwielen moeten daarvan weer het grootste deel opvangen. Omdat nu de spoorkracht niet evenredig met de wiellast toeneemt (zie rechtsboven) wordt de drifthoek zolang



Stuurcorrectie

Fig. 4

groter tot de achterwielen wel hun aandeel van de centrifugaalkracht kunnen opvangen. Dat betekent dat de zwaar belaste achterwielen onder een grotere drifthoek naar buiten weglopen dan de licht belaste voorwielen. Daarbij draait de achterzijde van de auto enigszins naar buiten, dus de auto gaat scheef staan ten opzichte van de bewegingsrichting. Dit heeft precies hetzelfde effect als wanneer men verder aan het stuurwiel draait. Wij noemen dit een overstuur-karakter.

Om een bocht met de gewenste straal te blijven rijden, moet men dus het stuur een beetje terugdraaien. Bij hogere snelheid neemt de centrifugaalkracht toe, de wielen moeten dan grotere spookkrachten leveren en het verschil tussen de drifthoeken van de achter- en voorwielen wordt nog groter.

Het gevolg kunt U rechtsonder zien: voor het rijden van een cirkelvormige baan met een middellijn van 200 meter is bij een middenklasse-auto een stuurhoek van ongeveer anderhalve graad nodig aan de voorwielen. Deze blijft constant als het zwaartepunt midden tussen de wielen ligt (de dunne lijn), maar de vereiste stuurhoek loopt na het inzetten van de bocht terug tot nul bij circa 90 km/u bij een auto met een overstuurkarakter door een ver naar achteren liggend zwaartepunt (de dikke lijn). Bij deze auto moet de bestuurder bij hogere snelheden na het inzetten van een bocht naar links, het stuurwiel dus door de rechtuitstand heen naar rechts draaien om de gewenste boog te volgen, en even nog verder naar rechts om hem uit de bocht te halen.

Geheel anders is het zogenaamde onderstuur-karakter van een auto met de motor voorin (de stippellijn): naarmate de snelheid hoger wordt moet de bestuurder het stuurwiel verder draaien om de gewenste boog te volgen. De zwaar belaste voorwielen maken een grotere drifthoek dan de achterwielen en doen hierdoor in steeds sterker mate de stuurhoek van de voorwielen toeniet. Dit is een logisch en voorspelbaar gedrag: het stelt de bestuurder niet voor onverwachte situaties, waarschuwt hem door 'zwaar sturen' als hij te snel rijdt voor de te nemen bochten en, wat belangrijker is: het voertuig is door zijn koersstabiliteit minder gevoelig voor storende invloeden, bijvoorbeeld door windvlagen. De auto met achterliggende motor is boven de kritieke snelheid van circa 90 km/u (in ons voorbeeld) inherent onstabiel: elke toevallige uitwijking uit de gestuurde baan leidt tot een steeds verdere koersafwijking, die snel gecorrigeerd moet worden.

Bij een wat slordige constructie kunnen hier nog amusante verstorende effecten bijkomen. Er is een Europese autofabriek die een zeer succesvol klein autootje produceerde met de motor achterin en achterwielaandrijving. De aandrijfassen liepen door askokertjes die tevens de wielgeleiding moesten verzorgen. Deze askokertjes waren zelf met gevorkte lagertjes aan de versnellingsbak bevestigd (zie figuur 5). Bij een nieuw, groter type werd dezelfde constructie toegepast, maar daar waren de gevorkte lagertjes te klein voor de krachten die zij moesten opnemen, zodat zij al gauw speling kregen. De achterwielen, die immers de auto vooruit duwden, draaiden dan bij normaal rijden enigszins naar voren, zoals in het onderste schema is aangegeven. Nu zijn in een bocht de buitenwielen door het rollen van de auto tengevolge van de centrifugaalkracht zwaarder belast, zodat

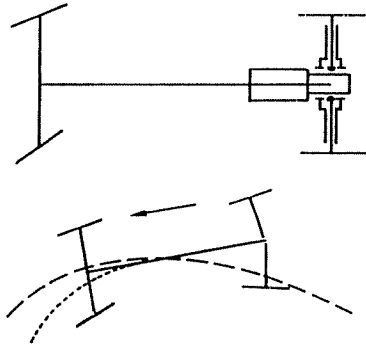


Fig.5

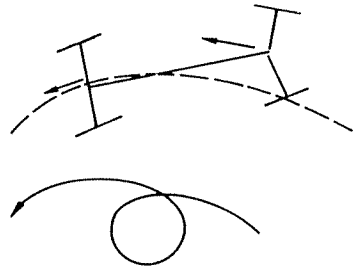


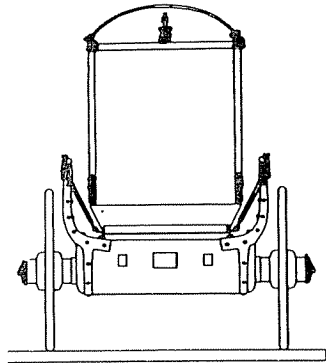
Fig 6

vooral zij de koers bepalen. En het naar binnen gedraaide rechterachterwiel zorgde in een bocht voor een minder oversturend gedrag, immers deze hoek naar binnen compenseerde ten dele de te grote drifthoek naar buiten van de zwaar belaste achterwielen. In plaats van de te verwachten, te scherpe bocht (de stippellijn) doorliep de auto dus een meer met de stuurhoek overeenstemmende boog (de streepjeslijn).

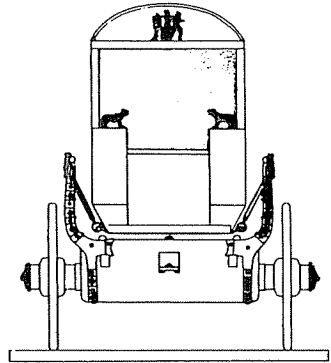
Tot het moment waarop de bestuurder zijn gaspedaal losliet en de achterwielen de auto gingen afremmen, dus naar achteren klaptten (figuur 6). Bovenop de te grote drifthoek van het buitenste achterwiel kwam dan ineens nog zijn scheve stand naar buiten en de achterzijde van de auto verdween onstuitbaar in de berm, meestal leidend tot een pirouette of groter onheil. Na de introductie van een nieuw model, waarbij de fabrikant er blijk van gaf het probleem te kennen, want de achterwielen werden daar door keurige langarmen op hun plaats gehouden, zijn nog circa een miljoen exemplaren van het gewraakte model in ongewijzigde vorm gebouwd. Men kan zich afvragen of dit verantwoorde techniek mag worden genoemd.

Dames en heren!

Een ding dat wij allen in ons werk ondervinden, is dat bijna alles al eens eerder is gedaan of begrepen. Zo weten wij thans uit de voertuigdynamica, zoals die door mijn Delftse collega's met een aantal buitenlandse vakgenoten is opgebouwd, dat een voertuig in de bocht om een laag gelegen, denkbeeldige as moet rollen, willen wij de inzittenden hinderlijk schudden in dwarsrichting op

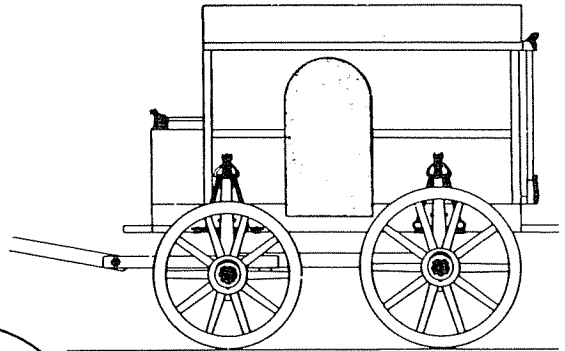


Südseite



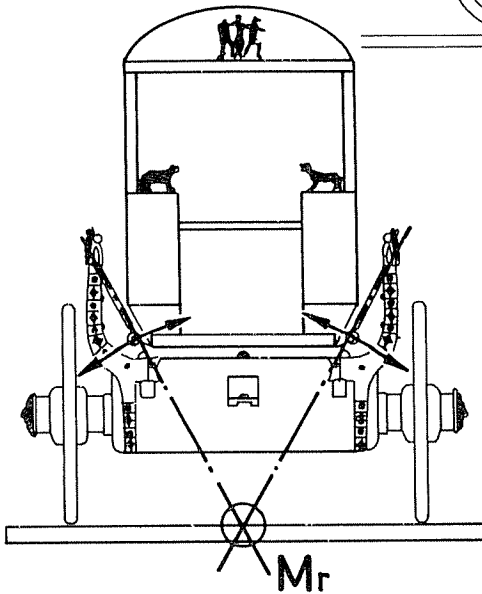
Nordseite

ROMEINSE KAROS
Römisch-Germanisches
Museum, Köln



Inv. 119 Westm

Fig. 7



Mr

Fig. 8

oneffen wegen besparen. Enkele jaren geleden vond ik in het Römisch-Germanisches Museum een reconstructie van een Romeinse karos (figuur 7).

Deze kon worden uitgevoerd doordat na de bombardementen op Keulen de bronzen versterkingen en versieringen van deze reiskoets waren gevonden. De bovenbouw werd door leren riemen gedragen, die aan de bovenzijde in stoelen op het onderstel waren opgehangen, in principe dezelfde pendelconstructie die nu in spoorwegrijtuigen wordt toegepast.

Bepaalt men de pool waarom de koets rolt, dan blijkt deze exact op het wegdek te liggen. Wat wij thans bij de voorwielophanging van personenauto's met veel moeite nastreven. (figuur 8).

Dames en heren!

Ik wees er reeds op dat in de afgelopen tien jaar het brandstofverbruik van personenauto's onder gelijke gebruiksomstandigheden met ruwweg een derde deel is gedaald. Hoe is dit nu tot stand gekomen? Prof.ir. J. van Vollenhoven heeft in zijn afscheidscollege op 26 oktober 1984 uitgelegd hoe de recente verbeteringen in het rendement van de verbrandingsmotor zijn bereikt; ik zal daar niet op terugkomen. Daarnaast zijn personenauto's veel lichter geworden door betere constructie - ten dele mogelijk geworden door de nieuwe berekeningsmethoden voor sterkte, stijfheid en trillingsverschijnselen -, maar ook door het sterk toegenomen gebruik van kunststoffen en lichte metaallegeringen. Dit spaart energie, niet alleen door de lagere rolweerstand die er het gevolg van is, maar vooral ook door minder energieverlies bij optrekken en afremmen in onregelmatig verkeer. Hoe belangrijk dit effect is, werd reeds lang geleden voorgerekend door prof.ir. G.J. van der Burgt, die aantoonde dat bij eenmaal afremmen van 50 km/u tot stilstand evenveel energie verloren gaat (doordat de remmen hem omzetten in warmte) als dezelfde auto nodig heeft om 500 meter te rijden met een constante snelheid van 50 km/u.

De overheid kan in de steden dan ook een veel grotere besparing op ons brandstofverbruik bereiken, met een niet minder interessante verlaging van ongewenste uitlaatemissies, dan de voertuigtechniek kan, eenvoudig door op de druk bereden routes een groene golf in te voeren. Prof. Kolar toonde dit reeds in 1978 aan met de kromme van fig. 9, waaruit blijkt dat hij in slecht lopend stadsverkeer verbruikswaarden registreerde die viermaal zo hoog zijn als bij normaal rijden tussen 50 en 100 km/u. Deze resultaten zijn later bevestigd door onderzoek van DAF Trucks. Helaas zijn onze verkeers-

deskundigen in meerderheid van mening dat zij het de meerderheid van de bevolking die voor de auto kiest onaantrekkelijk moeten maken om dat in de stad te doen, waartoe zij via het instellen van zogenaamde 'rode golven' de reistijd, het brandstofverbruik, de slijtage, het gevaar van aanrijdingen, de uitlaat-emissies en de kosten tot een maximum opvoeren.

Werken de lagere overheden aldus - uit onbenul of uit politieke overtuiging, het verschil is soms moeilijk waar te nemen - de energiebesparingsdoelstelling van de centrale overheid in veel steden tegen, de auto-industrie heeft naast de genoemde verbetering van het motor-rendement en verlaging van het gewicht nog meer gedaan. Bezien wij fig. 10. De rolweerstand is vooral bij lage snelheden overheersend. Zij is evenredig met het gewicht, net als het energieverlies bij optrekken en remmen. Ook de moderne bandenconstructie (de radiaalband) leidde tot verlaging van de rolweerstand, evenals de lichtere bouw.

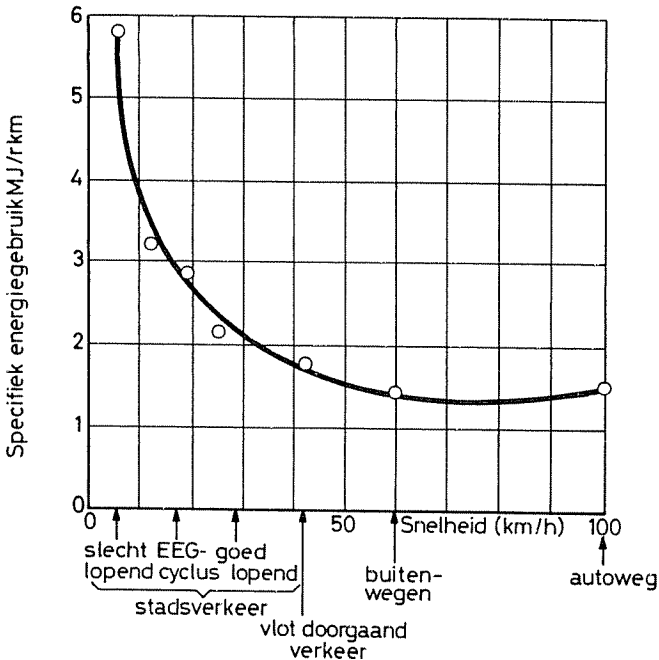


Fig. 9

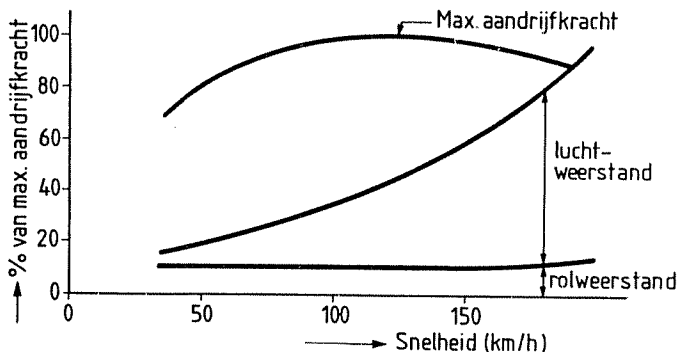


Fig. 10

Het is duidelijk dat bij hogere snelheden de luchtweerstand bepalend is voor de te leveren aandrijfkracht en U heeft ongetwijfeld allen al eens gelezen dat de thans uitkomende automodellen door een betere vormgeving een kwart tot een derde minder luchtweerstand ondervinden. De som van lucht- en rolweerstand is de aandrijfkracht die de motor op een vlakke weg bij constante snelheid moet leveren. Het verschil tussen de maximale aandrijfkracht die de motor bij volgas kan leveren en de benodigde kracht is beschikbaar om de auto te versnellen. Is dit verschil groot, dan heeft men te doen met een plezierige, vlot accelererende auto, is het klein, dan gedraagt de auto zich 'lui' en wordt bijvoorbeeld een inhaalmanoeuvre moeilijk. Tot voor kort waren vrijwel alle auto's daarom zo afgestemd dat de motor snel draait bij hoge rijsnelheden, maar daarentegen een groot krachtoverschot kan leveren. Het bezwaar daarvan zien wij in fig. 11, waar het verloop van het rendement van een benzinemotor is aangegeven. Daar waar de motor bij gangbare rijsnelheden, bijvoorbeeld tussen 60 en 120 km/u, belast wordt volgens de (rol- plus lucht-) weerstandslijn van de auto, ligt het rendement tussen 14 en 16 procent, terwijl bij zwaardere belasting een meer dan de helft hoger rendement te bereiken zou zijn. De motor gebruikt dus eigenlijk onnodig veel brandstof voor zijn geleverde prestaties.

Nu doen wij dat anders (fig. 12). Door een kleinere vertraging tussen de motor en de aangedreven wielen bereiken wij dat de motor bij alle rijsnelheden langzamer draait dan vroeger.

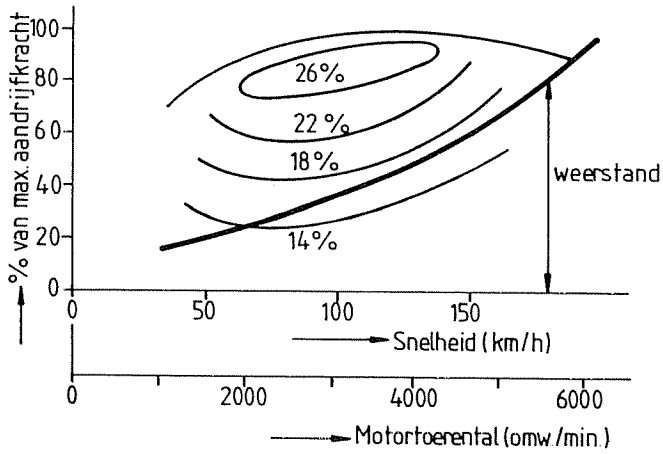


Fig. 11

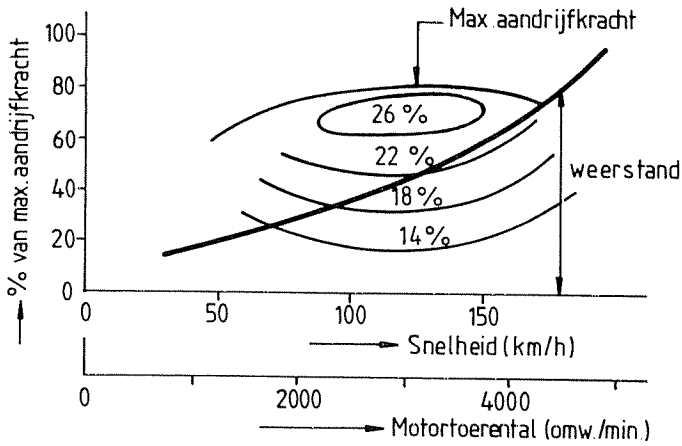


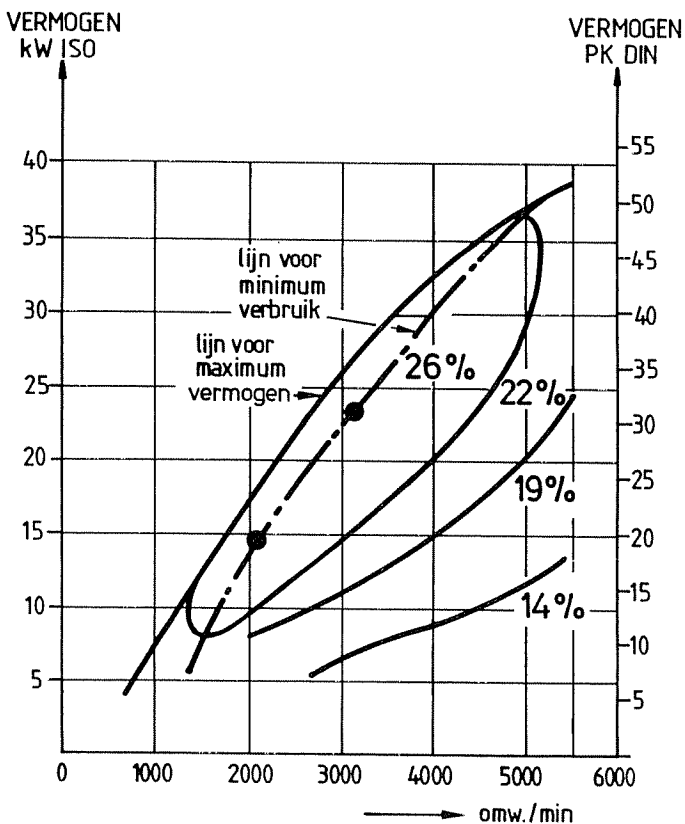
Fig. 12

Daarvan is het gevolg dat de maximale aandrijfkracht lager komt te liggen, zodat de motor relatief zwaarder wordt belast door de onveranderde weerstand van de auto. U ziet dat de weerstandslijn nu door een veel gunstiger rendementsgebied van de motor loopt. Het gevolg is veelal een verbruiksvermindering van 10 tot 20 procent bij gemiddeld gebruik van de auto. De prijs die wij daarvoor betalen is hoog: de auto wordt minder vlot, door het kleinere verschil tussen de maximale aandrijfkracht en de te overwinnen weerstand is er maar weinig kracht meer over voor acceleratie. Ook de topsnelheid loopt wat terug; daaraan is weinig te doen.

Enkele fabrikanten hebben dat vergaand kunnen ondervangen door verandering van de motorkarakteristiek, waardoor bij lage snelheden wat meer trekkracht beschikbaar komt ten koste van een gering verder verlies aan topsnelheid.

Dames en heren, onze motoren zijn zuiniger geworden, de lucht- en rolweerstand zijn lager geworden en de motor wordt in een gunstiger bedrijfsgebied belast: wat zou er nu nog verder kunnen? Enkele jaren geleden hebben wij samen met Volvo Car een experiment gedaan, waarin wij trachtten de motor steeds zo dicht mogelijk bij de lijn voor minimum verbruik te doen functioneren. Deze lijn heeft een heel ander verloop (blijkens fig. 13) dan de weerstandskromme van de auto. Het motortoerental kan daarom niet meer evenredig met de rijsnelheid verlopen. Wij hebben een auto uitgerust met een microprocessor die gestuurd werd door het gaspedaal, het motortoerental en de rijsnelheid en die de stand van de gasklep in de carburator en van de continu-variabele transmissie steeds zo regelde dat de motor het op dat moment gevraagde vermogen zo zuinig mogelijk leverde. Tot een rijsnelheid van 80 km/u kon de motor dat doen bij 1800 omwentelingen per minuut, daarboven liep zijn toerental langzaam op, zoals in fig. 14 is ingestippeld. Het gevolg was een luxueus stille auto met een 20 tot 25 procent lager brandstofverbruik. Een jaar later kwam Renault uit met een op dezelfde manier uitgevoerd proefmodel. Toen bleek dat Volvo Car onze resultaten eerder had gepubliceerd, vroeg Renault of zij hun paradepaardje in ons laboratorium aan de Nederlandse vakwereld mochten presenteren. Dat is de reden dat ik U deze ontwikkeling op een van Renault afkomstige illustratie heb vertoond.

In beide gevallen bleek dat een continu-variabele transmissie met een groter regelbereik nodig was dan thans op de markt te vinden is. Het is tragisch dat Van Doorne's Transmissie, experimenteel reeds hiertoe in staat, nog steeds geen kans ziet



VERBRUIKSKROMMEN ISO-NORM IN VERHOUDING TOT
VERMOGEN EN TOERENTAL MOTOR 1108 cm³-TYPE RENAULT 5

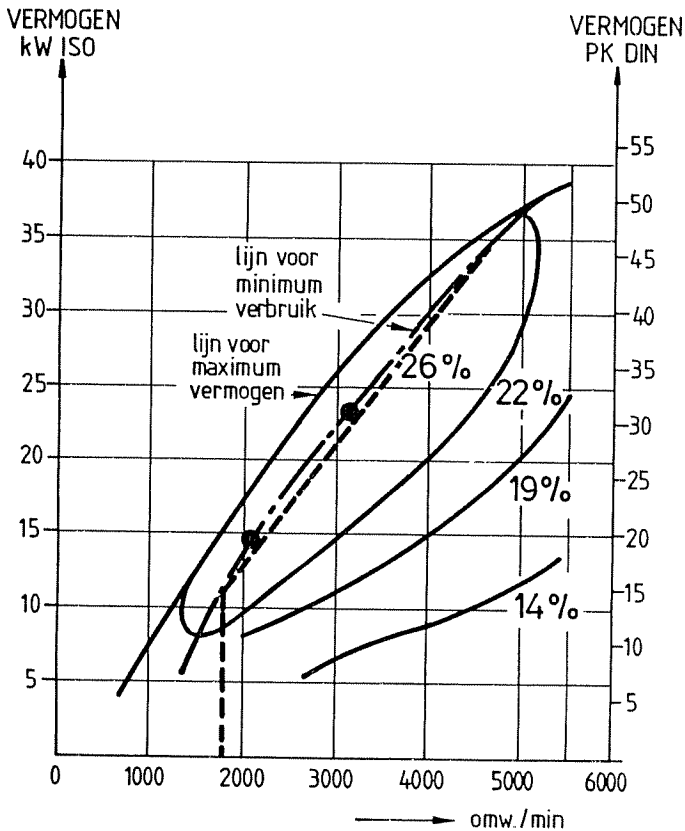
Fig. 13

om haar product te leveren door langdurige onenigheid tussen de aandeelhouders en door het achterblijven van de productietechniek om dit geavanceerde product met een beheersbare kwaliteit te vervaardigen. Zoals steeds geldt ook hier het adagium dat het geen zin heeft, geavanceerde producten te ontwerpen, als niet tegelijkertijd betrouwbare technieken worden ontwikkeld om ze te maken.

Zo zijn wij terecht gekomen bij de samenwerking met de industrie en met andere onderwijs- en onderzoekinstellingen. Tien jaar geleden, lang voordat de overheid over taakverdeling

en concentratie begon te denken, hadden wij in leerstoelen-
overleg met de vakgroepen Voertuigtechniek en Transportkunde
van de TH Delft, Landbouwtechniek van de Landbouw-
hogeschool te Wageningen en Intern Transport van de TH
Twente plus het Instituut voor Wegtransportmiddelen TNO te
Delft overeenstemming bereikt over een zodanige aansluiting
van de onderzochte gebieden dat wij gezamenlijk het voor
Nederland interessante veld zo goed mogelijk overdekten met
een minimum aan doublures.

Ons rapport daarover van 1976 heeft ons in staat gesteld



VERBRUIKSKROMMEN ISO-NORM IN VERHOUDING TOT
VERMOGEN EN TOERENTAL MOTOR 1108 cm³-TYPE RENAULT 5

Fig. 14

vruchtbaar samen te werken zonder strubbelingen. Voor de goede relaties die daardoor mogelijk bleven of werden zal ik steeds dankbaar blijven, in het bijzonder voor de uitnemende relaties en goede samenwerking met de vakgroep Voertuig-techniek te Delft.

Met de industrie werden na een aarzelend begin zeer nauwe banden aangeknoopt. De geringe personeelsterkte van mijn leerstoel dwong ons er toe, ons te beperken tot een klein aantal onderwerpen van onderzoek, die wij met de bevriende industrie hebben afgestemd en waarin de doctoraalstudenten die bij ons afstudeerden een belangrijke rol speelden. Wat voor voertuigen of hulpmiddelen wij voor ons onderzoek ook nodig hadden, wij hebben de industrie er nooit tevergeefs om gevraagd. Ook niet om personele hulp. Ik heb de illusie dat deze samenwerking, die ons vele hoogwaardige afstudeerprojecten heeft bezorgd, ook door de industriële partners als zinvol wordt gezien. De continuïteit ervan wijst in die richting, het feit dat op een goed moment twee van verschillende fabrikanten afkomstige prototypes van nog niet uitgebrachte modellen in ons laboratorium verbleven eveneens. Hoe het ook zij, ik heb de illusie dat er thans zowel personenauto's als bussen en vrachtauto's rondrijden die zuiniger, comfortabeler en stiller zijn en een betere wegligging hebben dan anders wellicht het geval zou zijn geweest.

Toen wij in het kader van de interafdelingswerkgroep 'Elektrische Auto' aan Economische Zaken om hulp vroegen, kregen wij zoveel steun dat wij een prototype konden realiseren - tezamen met de vakgroepen Elektromechanica van de afdeling der Elektrotechniek en Elektrochemie van de afdeling der Scheikunde - waarmee de beste motor-, regelings-, transmissie- en accu-keuze kon worden onderzocht en dat aantoonde dat een elektrisch voertuig voor specifieke doeleinden wel degelijk realiseerbaar is binnen normale eisen van gedrag, handelbaarheid en veiligheid. Aan deze interfacultaire samenwerking, waarvan ik met mijn medewerkers zeer veel heb geleerd, zal ik met vreugde terugdenken.

Ook ons project voor een vliegwiel-hybride auto kreeg steun van Economische Zaken; het wordt nu met een automobiefabriek samen voortgezet. Het gevolg van dit alles was dat in de sectie Vervoerstechniek soms meer mensen functioneerden die uit externe fondsen werden betaald dan TH-personeel, en dat het aantal afstudeerders een ongekeerde omvang aannam. Dat daarbij nooit ontsporingen voorkwamen en vaak goede resultaten is zeker te danken aan de buitengewone inzet van de

medewerkers in mijn leerstoel, in het bijzonder ir. T.J.J. Meijlink en ir. R. van der Graaf, evenals onze mensen in het laboratorium die nooit moe leken te worden, zoals de heren Smulders en Leermakers en de elektronici. Gelukkig werden zij daarvoor bij herhaling beloond door de waardering waarvan industrie, afgestudeerden en buitenwereld deden blijken. Het is ironisch dat de grootste publiciteit die de TH Eindhoven ooit verkreeg niet het gevolg was van enig onderzoek maar van het feit dat een groepje studenten van hoge kwaliteit, met daadkrachtige steun van enkelen uit onze vakgroep, met een zelfgebouwd voertuig het wereldrecord zuinig rijden brak met (omgerekend) 1 liter benzine op 731 kilometer. De sfeer in de groep die dit presteerde was onvergetelijk.

In mijn eigenlijke werk - onderwijs en onderzoek - heb ik buitengewoon veel steun en medewerking ondervonden. Binnen de eigen afdeling van het begin af van de sectie Verbrandingsmotoren onder leiding van prof.ir. J. van Vollenhoven, die mij onder alle omstandigheden met raad en daad terzijde stond. Later ook van de sectie Biomedische Techniek (die thans door prof.dr.ir. C.J. Sniijders aan de Erasmus Universiteit te Rotterdam wordt voortgezet) en vooral van de sectie Werktuigen ten behoeve van Landbouw en Transport onder leiding van ir. C.F. Poelma, waarvoor ik na het emeritaat van prof.ir. A. Horowitz de verantwoordelijkheid droeg. Hoe vaak wij ook voor de theoretische aspecten van de werktuigbouwkunde een beroep deden op de vakgroep Technische Mechanica, wij stonden nooit voor een gesloten deur en van daaruit werden vele afstudeerprojecten mede begeleid.

Hetzelfde geldt voor de onderafdeling der Wiskunde en Informatica, die steeds voor ons klaar stond, niet alleen met zeer effectieve hulp bij projecten maar ook om mij de wiskunde van nu bij te brengen. Aan vrijwel al de genoemde gevallen van samenwerking heb ik vrienden overgehouden die ik ook in de toekomst hoop te blijven ontmoeten.

Dit alles heeft het mogelijk gemaakt dat wij als eersten de stochastische signaaltheorie in ons onderzoek konden toepassen, met verheugende gevolgen op het gebied van het rijcomfort. Later, toen onze trouwe FFT-analyzer vervangen was door de modernste apparatuur voor trillingsvormanalyse, konden wij met enig succes het onderwerp 'geluidsbestrijding aan de bron' aansnijden, waar de industrie dringend behoefte aan heeft.

Een fascinerende en innovatieve ontwikkeling, die wij op

initiatief van de Nederlandse Gehandicaptenraad samen met BOVA en Smulders Systems ondernamen en met financiële steun van het ver vooruitziende Directoraat Generaal voor het Wetenschapsbeleid tot resultaat konden brengen, leidde door de minder ver vooruitziende blik van de Minister voor Verkeer en Waterstaat niet tot praktische toepassing in de Nederlandse industrie. Het ziet er naar uit dat ons ontwerp voor de knielbus nu spoedig in het buitenland zal worden gebouwd: een toonaangevend staaltje industriebeleid van onze overheid.

U hoorde mij refereren aan mijn 'eigenlijke werk'. Toen ik - min of meer tot mijn eigen verbazing - als doenerige figuur uit de industrie plotseling hier werkzaam was, kreeg ik binnen enkele jaren het voorrecht, voorzitter te mogen zijn van de Onderzoek-commissie Werktuigbouwkunde, de Studie-Overleg Commissie waarin de studenten op zin- en succesvolle wijze hun klachten over het onderwijs en wat daar bij hoort met de hoogleraren bespraken, de Beleidscommissie Studium Generale en de Raamplancommissie die het Ontwikkelingsplan W opstelde. Daarnaast was ik toen lid van de werkgroep die het in 1976 ingevoerde, nieuwe onderwijscurriculum voorbereidde, curator van het Nederlands Vervoerswetenschappelijk Instituut en bestuurslid van de Verkeers Akademie te Tilburg.

Ter uitvoering van het Ontwikkelingsplan mocht ik in 1976 tot en met 1978 als dekaan de reorganisatie van de afdeling der Werktuigbouwkunde leiden.

Aan al deze dingen denk ik met genoegen terug, in het bijzonder de reorganisatie.

Zonder een daadkrachtig bestuur en dito Afdelingsraad, de zeer deskundige hulp van de organisatie-adviseurs Penning en Partners en de loyale en niet aflatende steun van het secretariaat van de afdeling, met name mevrouw H.A.C.M. Tolsma-van Agt die mij van alle problemen de achtergrond kon vertellen en tevens tijdig waarschuwde voor alle voor mijn voeten gegraven valkuilen, was het zeker niet gelukt het personeel over de afdeling te herverdelen in overeenstemming met zijn capaciteiten én met de voor het eerst objectief berekende onderwijslast van de leerstoelen. Een van de weinige dingen waar ik trots op ben, is dat het daarbij gelukt is, na aanvankelijk furieuze oppositie, consensus te bereiken over het toedelen van een aantal extra plaatsen aan twee vakgroepen (Technische Mechanica en Productie-Technologie) die in mijn ogen door hun er uitspringende onderzoekresultaten hadden getoond, daar een goed gebruik van te kunnen maken.

Daarmee zitten wij midden in wat tot voor kort mijn grootste zorg over het wetenschappelijk onderwijs was: de onmogelijkheid de kwaliteit van de leerstoelen te beoordelen en eventueel te belonen. Ook de latere opkomst van de samenwerking met het bedrijfsleven en de contractresearch gaf daarvoor geen graadmeter: deze activiteiten kwamen geenszins alleen terecht bij wat naar mijn stellige overtuiging de goede vakgroepen c.q. leerstoelen zijn, noch bij alle daarvan. In de huidige, wettelijk voorgeschreven structuur kan het systeem zelf dus geen 'centres of excellence' aanwijzen en sterk maken.

Veel onmin heb ik uitgelokt door mij bij herhaling tegen de direct vaste benoeming van hoogleraren uit te spreken. De Amerikaanse situatie waarin men voor vijf jaar wordt benoemd, bij succes (in de ogen van de 'dean of engineering') nogmaals en pas daarna eventueel een blijvende aanstelling krijgt is zeker kwaliteitsbevorderend. Maar in een periode waarin de randvoorwaarden zo ongunstig zijn geworden dat het moeilijk is, goede hoogleraren te vinden, lijkt het onverstandig zoiets hier in te voeren. Het structurele probleem blijft dus bestaan.

Na mijn dekaanat mocht ik samen met een enthousiaste Bestuurscommissie Contacten Bedrijfsleven, waarin Brugt Groenevelt de spil was, het door prof.ir. B. van Dijk bedachte transferpunt opbouwen ten behoeve van de kennisoverdracht aan het bedrijfsleven. Weinig dingen in mijn leven hebben zo'n plezier gegeven bij de uitvoering ervan; een ander was het oprichten van de Stichting voor de Technische Wetenschappen op initiatief van de Ministers Van Trier en Pais. Daar heb ik, samen met de alle problemen in een handomdraai oplossende directeur le Pair en een even eendrachtig als krachtig bestuur, een heerlijke tijd beleefd!

Zowel bij de reorganisatie van de afdeling als bij deze latere twee activiteiten ondervond ik een bijzonder effectieve en loyale steun van het College van Bestuur.

Ik heb dan ook nooit begrepen waarom het in de afdelingen 'bon ton' is om steeds af te geven op het College: ik heb hen in een door de W.U.B. vrijwel onmogelijke positie met gezond verstand en grote inzet zien redden wat er te redden valt en zelfs richting zien geven aan veelbelovende, nieuwe activiteiten. Ik denk dat enige onderlinge solidariteit, in het bijzonder van de afdelingen ten opzichte van de centrale bestuursorganen, ons allen ten voordele zou strekken en zeker het leven zou veraangename.

Hoe ziet de toekomst eruit? Voor onze afstuderenden zonder

meer zonnig. In januari 1985 zult U in 'De Ingenieur' het verslag kunnen lezen van de vierde tweejaarlijkse enquête van de 'Werkgroep Arbeidsmarkt Ingenieurs' van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Reeds nu kan ik U zeggen dat de vraag naar jonge ingenieurs met de studierichtingen technische bedrijfskunde, elektrotechniek, technische natuurkunde en werktuigbouwkunde in de komende jaren tenminste twee maal zo groot zal zijn als het aantal afstuderenden.

De Nederlandse universiteiten en hogescholen kunnen zich nòg met de beste in de wereld meten. Dat geldt met name voor de technische hogescholen; het aantal Nederlandse ingenieurs die een toonaangevende rol spelen in de internationale research-, ontwerp-, ontwikkelings- en productiewereld is daar voldoende aanwijzing voor. De belangrijkste fase in het onderwijs, waarin de door Von Humboldt als noodzaak beschreven 'Einheit von Forschung und Lehre' echt effectief is, is de na-kandidaatsstudie, waar de docent aan enkele of enige tientallen studenten de ontwikkelingen aan het voorfront van wetenschap en techniek overdraagt. Het is vooral daarop dat de twee-fasen-structuur een sterke reductie heeft afgedwongen. Het is vooral daarom dat ik mijn bezwaren tegen deze structuur zo luidkeels kenbaar heb gemaakt, o.a. in NRC-Handelsblad.

De heer Pais heeft mij toen laten weten dat hij weliswaar geen belang stelde in mijn mening, maar dat hij mij haar desalniettemin niet in dank had afgenomen. Mijn partijgenoten in de Tweede Kamer zeiden het er mee eens te zijn maar deden er niets mee.

Nu staan wij op het moment waarop het onzeker is of er nog iets terecht komt van de tweede fase - niet: een gereduceerd leer- en promotieprogramma van vier jaar voor enkele 'assistenten in opleiding', maar een tweejarige voortgezette opleiding voor onderzoekers en technologische ontwerpers -. De industrie, de onderzoekswereld, de ingenieursbureaus en anderen hebben dringend behoefte aan een behoorlijk percentage tweede-fase-ingenieurs. Laten wij zeggen: 20 tot 30 procent, niet 5. In de huidige situatie ontbreekt de technische hogescholen ten dele de mogelijkheid, het niet-cursorische deel van die twee jaar, dus de echte doctoraal-opdracht, op voldoende niveau te bieden. Het lijkt mij dat de industrie en andere (onderzoek-)instellingen hierin op ruime schaal kunnen en moeten willen voorzien, op het hoogste niveau, in hun eigen belang. Maar dat is nog niet voldoende. Nederland loopt sterk achter in de toepassing van de nieuwe mogelijkheden, geboden door de informatietechnologie.

Weliswaar bieden onze universiteiten en hogescholen nu opleidingen in de informatica op hoog niveau en waarschijnlijk voor een voldoende aantal studenten, maar het bedrijfsleven heeft een veel grotere behoefte aan specialisten in andere vakgebieden (bijvoorbeeld fysica, electronica of werktuigbouwkunde) met hoogwaardige, parate kennis hoe de informatietechnologie in hun vakgebied kan worden ingezet. Een tweede fase-opleiding van twee jaar, gericht op dit doel, is evenzeer onmisbaar wil Nederland niet onherstelbaar achterblijven in de internationale concurrentie.

De oplossing is zeker niet het oprichten van 'private universiteiten', informatica-universiteiten en dergelijke. Het is bij de huidige arbeids- en salarisverhoudingen gemakkelijk daarvoor een aantal van de beste hoogleraren bij de universiteiten en hogescholen weg te trekken. Daarmee zouden wij dan meteen afbreken wat die instellingen nog voor mogelijkheden hebben om op internationaal peil te blijven functioneren.

Elk 'privaat' initiatief is dus een dolkstoot in de rug voor de universiteiten en hogescholen. Wij kunnen ze over tien jaar sluiten omdat zij dan geheel achtergeraakt zijn in kennis als de overheid bovendien de arbeidsvoorwaarden voor promovendi zo onaantrekkelijk maakt dat alleen de zwakste afgestudeerden daar nog belangstelling voor hebben. Ook dan kan het bedrijfsleven nog redding bieden door het detacheren van veelbelovende afgestudeerden, die zij in dienst genomen hebben, op belangrijke promotieplaatsen. TNO is - en ik meen dat voor de grote Nederlandse of multinationale bedrijven op hun veel grotere schaal hetzelfde geldt - tot beide vormen van samenwerking bereid en doet dit in feite reeds.

Zo komen wij dan bij mijn nieuwe werksfeer. Dames en heren, ik heb hier geen ontslag gevraagd omdat het allemaal zo beroerd is in de universitaire wereld. Ik heb met hart en ziel gehouden van mijn werk, van het werken met mijn groep en met mijn studenten. Maar voor U staat een pionier, geen consolidator. Ik ben slecht in staat, langdurig in een eenmaal uitgebouwde positie te blijven werken. De kans, in een in wederopbouw zijnde organisatie met zoveel mogelijkheden als TNO mee te gaan helpen om het industrieel-technologische deel ervan tot een nieuw élan te brengen, kwam op het moment dat ik mij het voorgaande realiseerde. Zonder de ervaring, verworven in de nevenactiviteiten waarover ik U in het laatste kwartier vertelde, had ik onvoldoende zelfvertrouwen gehad om op dit aanbod in te gaan. Nu kan ik U geruststellen: in de afgelopen twee jaar is mij gebleken dat ook in TNO over veel belangrijke zaken consensus te bereiken is. En waar dat niet lukt

zijn er meer mogelijkheden om het gekozen beleid toch uit te voeren. Soms is dat nodig. Ik zie de toekomst dan ook met vertrouwen tegemoet. Uit Amerikaanse onderzoek zou zijn gebleken dat er twee soorten onderzoek-managers zijn: zij die begrijpen wat zij niet besturen (het moet daarom zijn dat er in de sectie Vervoerstechniek altijd zulke merkwaardige dingen gebeuren naast het geplande onderzoek) en zij die leiden wat zij niet begrijpen. Voor die laatste rol heb ik thans duidelijk gekozen.

Het mooiste geschenk dat de Technische Hogeschool Eindhoven en ik op dit moment konden ontvangen is dat het Hare Majesteit de Koningin heeft behaagd, jongstleden maandag - 12 jaar en 8 maanden na mijn benoeming aan deze hogeschool - dr.ir. A.N. Westland te benoemen tot mijn opvolger. Ik hoop de leerstoel binnen enkele maanden aan hem te mogen overdragen. Het stemt mij tot grote voldoening dat sinds een week bekend is dat waarschijnlijk ook voor professor ir. J. van Vollenhoven spoedig een bekwame opvolger zal kunnen worden benoemd. De samenwerkende leerstoelen kunnen dan blijven bieden wat de Nederlandse vervoerswereld nodig heeft.

Tot U allen, tot mijn vele vrienden hier, zeg ik: veel dank, het ga U goed, en tot ziens!